

# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЫЙ  
ГОРНЫМЪ УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

Томъ четвертый.

ОКТАБРЬ.

1910 годъ.

## СОДЕРЖАНІЕ:

## ЧАСТЬ ОФИЦІАЛЬНАЯ.

## Узаконенія и распоряженія Правительства.

	СТР.
Объ утвержденіи устава Южно-Донецкаго горнопромышленнаго Общества . . . . .	69
Объ утвержденіи устава С.-Петербургскаго Общества для надзора за паровыми котлами . . . . .	—
Объ утвержденіи устава нефтепромышленнаго и торговаго Общества „Колхида“ . . . . .	—
Объ измѣненіи устава Донецкаго каменноугольнаго Товарищества Кореньевъ и Шипиловъ . . . . .	—
О продленіи срока для собранія первой части основного капитала нефтепромышленнаго Общества „Челекенская нефть“ . . . . .	—
О продленіи срока для собранія первой части основного капитала акціонернаго Общества „Донецкій Антрацитъ“ . . . . .	—
Объ уменьшеніи основного капитала Московско-Волжскаго нефтепромышленнаго и торговаго Общества „Вибитъ“ . . . . .	—
О допущеніи къ употребленію при горныхъ работахъ взрывчатата вещества „аммоникауцитъ № 8“ . . . . .	—
О порядкѣ учета электрической энергіи, расходуемой на казенныхъ нефтяныхъ участкахъ, сданныхъ въ арендное содержаніе, при условіи доставленія этой энергіи съ центральныхъ электрическихъ станцій, устроенныхъ на участкахъ . . . . .	70
Объ объявленіи нѣкоторыхъ мѣстностей Ферганской области заведомо нефтеносными . . . . .	71
О размѣрѣ подесятиной платы за участки казенной земли, отведен-	

ные подѣ добычу нефти въ Архангельской и Вологодской губерніи . . . . .

СТР.

72

## ЧАСТЬ НЕОФИЦІАЛЬНАЯ.

## I. Горное и заводское дѣло.

Исслѣдованіе и расчетъ вагранокъ. Инж.-техн. А. И. Макурина. Окончаніе (Etude des cubilots et leur évaluation, par m-r. L. Kakourine, ing.-techn. Fin. . . . .	
О заводскихъ печахъ и процессахъ. Горн.-инж. Б. Н. Померанцева (Des fours métallurgiques et de leurs procédés, par m-r. B. Pomerantzeff, ing. des mines). . . . .	31
Очеркъ состоянія электрическихъ сооружений на Уральскихъ заводахъ и рудникахъ въ 1906 г. Горн. инж. М. М. Федорова (Un aperçu de l'état des installations électriques dans les usines et les mines de l'Oural en 1906, par m-r. M. Fedoroff, ing. des mines). . . . .	58

## II. Естественныя науки, имѣющія отношеніе къ горному дѣлу.

Первыя въ Россіи испытанія предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ. Проф. А. А. Скочинскаго (Les premiers essais pes explosifs de sûreté en Russie, par m-r. le professeur A. Skotschinsky) . . . . .	25
Успѣхи горнозаводской аналитической химіи за 1907—1908 г.г. П. Г. Боголюбова. (Les progrès de la chimie analytique minière en 1907—1908, par m-r. P. Bogoluboff). . . . .	122

## III. Смѣсь.

Опредѣленіе хрома въ вольфрамовой стали. П. Г. Боголюбова. . . . .	144
--	-----

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія П. П. Сойкина (преемникъ фирмы А. Траншель), Стремянная, 12.

1910.





Rigaer Gesellschaft  
für Oeconomie der Dampfzeugungskosten  
und Feuerungscontrolle

„RICHARD KABLITZ“

Telephon № 635.

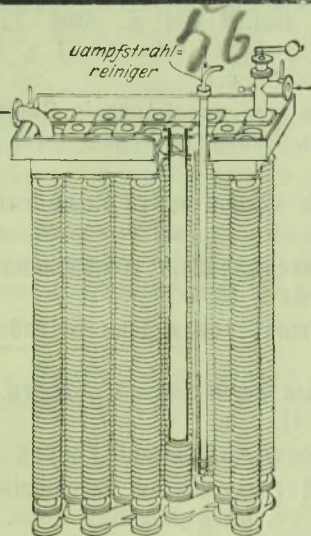
Riga, Albertstrasse 9.

## ЭКОНОМЕЙЗЕРЫ

изъ ребристыхъ трубъ для  
подогрѣванія питательной  
воды отходящими дымо-  
выми газами.

Одинъ элементъ эконо-  
мейзера въсомъ ок. 220 пуд.  
имѣетъ поверхность нагрѣва  
950 кв. футовъ. Потребное  
мѣсто 1800×930×2400 мм.  
глубины. Равносиленъ око-  
ло 90 трубамъ экономай-  
зера „Гринъ“, но около  
3 разъ дешевле.

Въ дѣйствиі уже 7 лѣтъ.  
Всего поставлено 200.000 кв. фут.  
Цена за элементъ Руб. 1400.—



РИЖСКОЕ ОБЩЕСТВО

Удешевленія Паропроизвод-  
ства и Контроля Топокъ.

РИЧАРДЪ КАБЛИЦЪ

РИГА. Альбертская. 12.

Автоматы для вторич-  
наго воздуха.

Подогрѣватели.

Замуровки по сводчатой  
системѣ.

Контроль ведется:

Анализаторами топочныхъ  
газовъ, измѣрителями раз-  
ницы тяги, водомѣрами, пиро-  
метрами и пр.

Анализы угля.

Проспекты бесплатно. 10

## ПАТЕНТНОЕ БЮРО „ФОССЪ и ШТЕЙНИНГЕРЪ“

(основано въ 1888 г.)

(Влад.: Инженеръ-Технологъ *Вильгельмъ Павловичъ Штейнингеръ*)

ЗАНИМАЕТСЯ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО:

исправляя патенты на изобрѣтенія, заявляя фабричныхъ рисунковъ и моделей и товарныхъ  
знаковъ въ РОССИИ, ФИНЛЯНДІИ и ЗАГРANIЦЕЮ.

ПРОСПЕКТЫ ПО ТРЕБОВАНИЮ!

—10

С.-Петербургъ, Гороховая, 68. Телефонъ 245—22. Адр. для Телеграммъ: Штейнфоссъ.

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА 1910 г.

на

## „ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ“

ГОДЪ LXXXVI.

„ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ“ выходитъ ежемѣсячно книгами въ восемь  
и болѣе печ. листовъ, съ надлежащими при нихъ картами и чертежами.

Цена за годовое изданіе въ годъ съ пересылкою и доставкою: Для  
горныхъ инженеровъ — **ШЕСТЬ** рублей. Для остальныхъ подписчиковъ —  
**ДЕВЯТЬ** рублей.

Подписка на „Горный Журналъ“ принимается въ С.-Петербургѣ, въ  
Горномъ Ученомъ Комитетѣ, и во всѣхъ книжныхъ магазинахъ.



## Объявленіе Горнаго Ученаго Комитета.

Въ Комитетѣ продаются слѣдующія изданія:

1) **Геологическія изслѣдованія и развѣдочныя работы по линіи Сибирской ж. д.:** 20 выпусковъ (выпуски 1, 2, 3, 4, 6, 8 и 16—по 2 руб., вып. 5—1 р. 30 к., вып. 7 и 10—по 2 р. 40 к., вып. 9 и 13 по 1 р. 50 к., вып. 11 и 20—по 1 р., вып. 12—1 р. 70 к., вып. 14—1 р. 35 к. вып. 15 и 18—по 2 р. 50 к., вып. 17—2 р. 70 к., вып. 19—3 р., вып. 21—4 р., вып. 22, ч. 2—5 р., вып. 24—75 к., вып. 25—6 р., вып. 26—3 р. 50 к., вып. 28—1 р. 50 к., вып. 27—4 р., вып. 23 ч. II—5 р. и вып. 30—2 р. 30 к.).

2) **Изданныя комиссіею для изслѣдованія Сибирской золотопромышленности карты золотыхъ приисковъ Сибири и Урала.** Цѣна картъ съ описаніемъ по 60 коп. за листъ.

3) **Геологическая карта южной части Подмосковнаго каменноугольнаго бассейна,** составленная на 12 лист., горнымъ инженеромъ Струве. Ц. 15 р.

4) **Гидрохимическія изслѣдованія минеральнаго источника „Нарзанъ“ въ Кисловодскѣ.** С. Залѣскаго. Ц. 1 р.

5) **Руководство для желѣзнодорожныхъ лабораторій.** С. А. Ледсбуръ. Цѣна 1 руб. 25 коп.

6) **Полезныя ископаемыя Закаспійской области.** Сост. Горн. Инж. Ив. Маевскій, съ картами и табл. Ц. 1 р.

7) **Золотопромышленность въ Томской Горной области.** Шостакъ. Ц. 50 к.

8) **„Горное дѣло и Металлургія на Всероссийской Выставкѣ въ Нижнемъ-Новгородѣ“.** Изд. Горн. Д-та, подъ редакціей Горн. Инж. Н. Нестеровскаго. 6 выпусковъ.

Выпускъ 1. Группа IV. **Соль,** ст. Горнаго Инженера Гаркемы. Цѣна 36 коп. за экземпляръ.

Выпускъ 2. Группа VII. **Прочія полезныя ископаемыя,** ст. Горн. Инж. П. Боклевскаго. Ц. 65 к.

Выпускъ 3. Группа XI. **Артиллерійскія орудія и снаряды,** ст. Горныхъ Инженеровъ А. Афросимова и П. Трояна. Ц. 40 к.

Выпускъ 4. Группа VII. **Ископаемые угли,** ст. Горныхъ Инженеровъ Н. Кочовскаго, В. Алексѣева и И. Кондратовича. Ц. 1 р. 50 к.

Выпускъ 5. Группа VII. **Огнеупорные матеріалы,** ст. Горнаго Инженера В. Алексѣева. Ц. 1 р.

Выпускъ 6. Группа II. **Желѣзо** (Описаніе заводовъ разн. авт.). Ц. 3 р. 50 к.

9) **Курсъ разработки каменноугольныхъ мѣсторожденій.** Ш. Деманэ. Перевелъ съ французскаго Горн. Инж. И. Кондратовичъ. Часть вторая—цѣна 2 р.

10) **О горнохимическихъ пробахъ** (за исключ. желѣза, желѣзн. рудъ и горючихъ матеріаловъ), проф. Эггерца. Перев. Хирьякова. Цѣна 50 коп.

11) **Горнозаводская промышленность Россіи и въ особенности ея желѣзное производство.** П. фонъ-Туннера, перев. съ нѣмецкаго П. Кулибѣнымъ. Ц. 1 руб.

12) **Горнозаводская промышленность Россіи,** соч. Кеппена (Исторія горнаго дѣла, горно-учебныя заведенія. Золото, платина, серебро, мѣдь, свинецъ, цинкъ, олово, ртуть, марганецъ, кобальтъ, никкель, желѣзо, каменный уголь, нефть, сѣра, графитъ, фосфориты, драгоценныя минералы, строительные матеріалы и минеральныя источники). Изданіе Горнаго Департамента. Цѣна 1 р. 50 к.

13) То-же изданіе на англ. яз. Цѣна 1 р.

14) **Геологическая карта восточнаго отклоня Уральскаго хребта,** составл. Горн. Инж. А. Карпинскимъ. Цѣна экземпляру (3 листа) 2 р. 50 к.

15) **Памятная книжка для русскихъ горныхъ людей за 1862 и 1863 гг.** Цѣна экземпляру за каждый годъ отдѣльно по 50 к.

16) **Горнозаводская производительность Россіи за 1892, 1893, 1894, 1895 и**



1897 гг. По 2 р. за годъ. 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905 и 1906 гг. по 3 р. за годъ.

17) **Геологическія и топографическія карты** шести уральскихъ горныхъ округовъ, каждыя изъ 6 листовъ, составл. Л. Гофманомъ. Изд. 1870 г. Цѣна по 2 руб.

18) **Исторія Химіи**. О. Савченкова. Цѣна 50 к.

19) **Графическія статистическія таблицы** по горной промышленности Россіи, сост. А. Кеппенемъ. Цѣна 1 р.

20) **Металлы, металлическія издѣлія и минералы въ древней Россіи**, соч. М. М. Хмырова, исправлено и дополнено К. А. Скальковскимъ. Цѣна 2 р.

21) **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 натуры горной подати. Составлены С.-Петербургскимъ Монетнымъ Дворомъ. Цѣна 5 руб.

22) **Пластовая и геологическая карта Польскаго каменноугольнаго бассейна** на 4 л., сост. Лемпицкимъ. Цѣна 5 р.

23) **Пояснительная записка** къ этимъ картамъ. Цѣна 1 р.

24) **Та-же карта** отдѣльнымъ лист. въ увелич. масштабѣ продается по 1 р. за листъ.

25) **Руководство къ химическому изслѣдованію газовъ** при техническихъ производствахъ. Проф. Кл. Винклера, перев. съ нѣмецкаго Горн. Инж. К. Флуга. Второе изданіе. Цѣна 2 р.

26) **Сводѣ дѣйствующихъ узаконеній и правилъ** о соляномъ промыслѣ въ Россіи съ разъясненіями и распоряженіями правительств. учрежд., сост. Шошинъ. Цѣна 1 р. 50 к.

27) **Каменоломни и разработка** простыхъ полезныхъ ископаемыхъ въ Россіи, сост. Ю. Азанчеевъ. Ц. 2 руб.

28) Cobe Minier Russe. Ц. 3 р. въ переплетѣ.

29) **Руководство къ металлургіи**. Д. Перси. Переводъ съ дополненіями Горн. Инж. А. Добронизскаго. Томъ второй, 35 лист. in 8°, съ 25 рисунк. въ текстѣ. Ц. 2 р.

30) **Очеркъ Исторіи развитія Кавказскихъ минеральныхъ водъ (1717—1895 гг.)**, сост. Горн. Инж. С. Кулябинъ. Ц. 1 руб.

31) **Горно-заводская механика**. Ю. Р. фонъ-Гауера, съ атласомъ изъ 27 таблицъ чертежей. Перевелъ Горн. Инж. В. Бѣлоеровъ. Цѣна 3 р. 50 к.

32) **Планы 4-хъ группъ Кавказскихъ минеральныхъ водъ**, по 50 коп. за экземпляръ каждой группы.

33) **Металлургія чугуна**, соч. Валериуса, переведенная и дополненная Вл. Ковригинымъ, съ 29 табл. чертежей въ особомъ атласѣ. Цѣна 1 руб.

34) **Списокъ главнѣйшихъ золотопромышленниковъ, компаній и фирмъ**, изд. 2-е, сост. Горн. Инж. Бисарновъ. Ц. 1 р. 50 к.

35) **Списокъ главнѣйшихъ горнопромышленныхъ К<sup>о</sup> и фирмъ**. Сост. Горн. Инж. Поповымъ. Ц. 2 р.

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

37) **Справочная книга для Горныхъ Инженеровъ и Техниковъ по Горной части**. Ив. Тиме. Ц. 10 р. съ атласомъ.

38) **Отчетъ по статистическо-экономическому и техническому изслѣдованію золотопромышленности южной части Енисейскаго округа**. Тове и Горбачева, въ 3-хъ книгахъ Ц. 5 р. Тоже, сѣверной части Енисейскаго округа, горн. инженер. Внуковскаго, въ 2-хъ книгахъ. Цѣна 5 руб.

39) **Отчетъ по статистико-экономическому и техническому изслѣдованію золотопромышленности въ Амурско-Приморскомъ районѣ**: Т. I. Приморская область, горн. инж. Тове и Рязанова, цѣна 5 р. Т. II. Амурская область, ч. I. горн. инженер. Тове и Агроном. Иванова, ц. 5 р. и ч. II горн. инженер. Рязанова, въ 2-хъ книгахъ, ц. 7 р. 50 к. Тоже, въ Семипалатинскомъ въ Семи-

реченскомъ округѣ, ч. I горн. инж. Коцовскаго, ц. 1 руб. Лепскаго округа Горбачева, ц. 6 руб.

40) Геологическое описаніе южной оконечности Ляо-Дунскаго полуострова въ предѣлахъ Квантунской области и ея мѣсторожденія золота. Горн. Инж. Богдановича. Съ картой, 5 фиг. и 2 табл. въ текстѣ и 12 табл. автотипій. Ц. 3 р.

41) Указатель статей «Горнаго Журнала» съ 1849 по 1860 г. по 2 руб., съ 1860 по 1870 г. съ 1870 по 1880 г. и съ 1880 по 1885 г. по 1 руб. 1886 — 1895 г. 1896—1900 г. по 1 р., 1901—1905 г. 1 р.

42) «Горный Журналъ» съ 1826 г. по 1891 г. отд. №№ продаются по 50 коп., а съ 1893 по настоящій отд. №№ по 1 р. 50 коп., а полный годъ по 9 руб.

43) Полезныя ископаемыя Сибири, Реутовскаго, съ геологической картой. Цѣна 10 руб.

44) Полезныя ископаемыя и минеральныя воды Кавказскаго края. Изд. 3-е съ картою сост. Меллеръ, допол. М. Денисовымъ. Цѣна 4 р.

45) Описаніе торжественнаго празднованія двухсотлѣтія существованія Горнаго Вѣдомства. Сост. С. Н. Денисовъ. Цѣна 1 р. 25 к.

46) Геологическія изслѣдованія въ золотоносныхъ областяхъ Сибири:

1) Отдѣльные выпуски: Енисейскій районъ—вып. I (80 коп.), II (65 коп.), III (50 коп.), IV (90 коп.) и V (80 коп.); Амурско-Приморскій районъ—вып. I (55 коп.), II (65 коп.), III (1 р. 40 коп.), IV (1 р. 30 коп.), V (2 руб.), VI (1 р. 40 коп.), VII (1 руб.), VIII (1 руб.) и IX (90 коп.); Ленскій районъ — вып. I (55 коп.), II (90 коп.), III (1 р. 30 коп.) и IV (1 р. 20 коп.).

2) Геологическія карты съ описаніями: а) Енисейскаго золотоноснаго района.—Листы i—8, i—9, k—7, k—8, k—9, л—6, л—7, л—8, л—9 и описаніе маршрутовъ ю.-в. части Енисейскаго округа по 1 р.: описаніе маршрутовъ ю.-з. части того-же округа (1 р. 50 коп.); б) Амурско-Приморскаго района: Зейскій районъ—листы 0—4, 1—5 (по 1 руб.), III—2 (2 р. 20 коп.), III—3 (1 р. 70 к.), III—4 (1 р. 50 к.); Селемджинскій районъ: листы I и II (по 1 руб.); в) Ленскаго района—листы II—6 (2 р. 50 к.), III—6 (2 р.), IV—1, 2 (3 р. 60 коп.).

47) Планы острова Челекена.

48) Геологическая карта Закаспійской области. Мушкетова. Цѣна 7 р.

49) Начала маркшейдерскаго искусства. Л. А. Сакса. Ц. 1 р. 50 к.

50) Карта Киргизской степи съ описаніемъ проф. Романовскаго Ц. 1 р. 50 к.

51) Современное положеніе вопроса о хрупкости частей углеродистой стали, составл. Савинымъ. Ц. 3 р.

52) Очеркъ полезныхъ ископаемыхъ Русскаго Сахалина. Составл. Тульчинскимъ. Ц. 1 р. 75 к.

53) Правила по предупрежденію несчастныхъ случаевъ при работахъ на казенныхъ работахъ. Ц. 35 к.

54) Указатель русской литературы о золотомъ промыслѣ. Сост. Бѣлозоровымъ. Ц. 3 р.

55) Карта Камчатки. Богдановича. Ц. 1 р. 50 к.

56) Карта побережья Охотскаго моря. Богдановича. Ц. 1 р. 50 к.

57) Механическая обработка каменнаго угля. Лампрехта. Ц. 3 р.

58) Горноразвѣдочное дѣло. И. Корзухина. Ц. 7 р.

59) Мемуаръ о строеніи металловъ, сост. Тиме. Ц. 70 к.

60) Химія Бурдакова. Ц. 4 р.

61) Словарь Бека. Ц. 6.

Донецкіе каменные угли И. Ф. Шредера. Ц. 1 р. 10 к.

Всѣ вышеозначенныя изданія можно приобрѣсти также въ книжныхъ магазинахъ Риккера (Невскій, 14) и Эггерса (Невскій, 8).



Точныя и школьныя готовальни  
Пат. Герм. Имп.  
ПРЕДЛАГАЮТЪ

**Э. О. РИХТЕРЪ и К<sup>о</sup>,** Кемницъ въ Сакс.  
**E. O. RICHTER & C<sup>o</sup>,** Chemnitz in Sachs.





Вышелъ I выпускъ III тома

# „ЗАПИСОКЪ ГОРНАГО ИНСТИТУТА“

(Цѣна выпуска 2 рубля).

**Содержаніе выпуска:** 1. Очеркъ геологическихъ образованій Удѣльной степи Ставропольской губерніи; К. А. Прокопова. 2. Петрографическія наблюденія въ окрестностяхъ Міасскаго завода; А. Н. Заварицкаго. 3. Кристаллы мѣднаго купороса и ихъ структура; Д. Н. Артемьева. 4. Завершеніе вывода каноническихъ параллелоэдровъ; Е. С. Федорова.

**Краткія сообщенія:** I. Тожественныя пространственныя рѣшетки при разныхъ символахъ комплекса; Е. С. Федорова. II. Кристаллизація барита и порядокъ расчета установки вообще; Его-же. III. О простомъ методѣ измѣренія сродства между растворителемъ и раствореннымъ тѣломъ; П. П. фонъ-Веймарнъ. IV. Вліяніе степени дисперсности твердаго кристаллическаго тѣла на его температуру плавленія; Его-же.

**ПРИВИЛЕГІИ на изобрѣтенія,**

Спеціальная Патентная Контора

**Инж. К. И. Чемпинскаго** (бывш. К. О. ЮНЪ.)

С.-Петербургъ. Итальянская, 10.

—8—

Исходатайствованіе привиллегій на ИЗОБРѢТЕНІЯ въ Россіи и др. государствахъ.

Утвержденіе **моделей, образцовъ, рисунковъ, и товарныхъ знаковъ.**

ЮРИДИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ.

**Инженеръ, Д. М. Левенштейнъ, С.-Петербургъ.**

Невскій пр., 65. Телефонъ 48-94.

—7—

Библиотека  
имени  
В. Г. Веймарна



1865



1870



1882



1896

ТОВАРИЩЕСТВО  
РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКОЙ РЕЗИНОВОЙ МАНОФАКТУРЫ  
ПОДЪ ФИРМОЮ

**„ТРЕУГОЛЬНИКЪ“.**

ФАБРИЧНОЕ



КЛЕЙМО.

Резиновые издѣлія всякаго рода, для фабрикъ, заводовъ, желѣзныхъ дорогъ, пароходовъ, рудниковъ, элеваторовъ, пожарныхъ обществъ, акцизныхъ управленій и проч., какъ-то:

Пластины, клапаны, кольца, рамки, буфера, приемные и напорные рукава для всѣхъ цѣпей, трубы безъ прокладокъ, приводные ремни, кирза, обкладка валовъ, шкивовъ и колесъ багажныхъ тѣлжекъ, набивка для сальниковъ, патентованная компенсирующая слоистая набивка (Сплитъ), Трармиль, азбестовыя издѣлія, предметы изъ роговой резины, предметы для электротехники и для кабельныхъ заводовъ и проч., и проч.

Резиновые хирургическіе и галантерейные предметы, резиновые губки, резиновые маты и половики, мячи и игрушки, прорезиненныя матеріи и одежда.

Резиновые экипажныя шины, покрышки и трубки для автомобилей, массивныя шины для автобусовъ и проч., велосипедныя покрышки, трубки и друг. велосипедныя принадлежности.

**ФАБРИКА И ПРАВЛЕНІЕ:**

въ С.-Петербургѣ. Обводный каналъ, 138.

**КОНТОРЫ И СКЛАДЫ:**

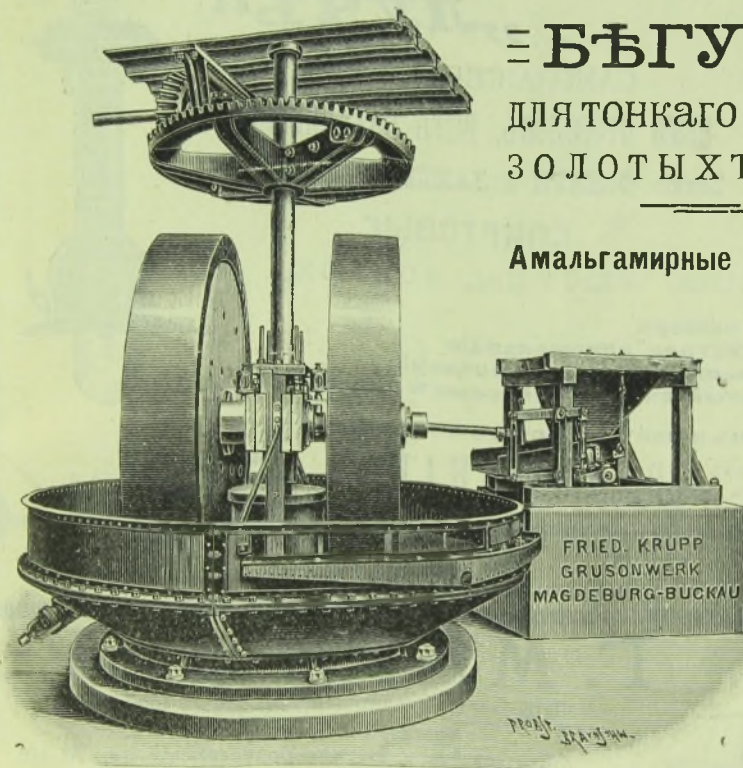
- въ С.-Петербургѣ, Екатерин. кан., 34, соб. д.
- » **Москвѣ**, Варварка, соб. д. (бывшее Сибирское подворье).
- » **Рязѣ**, Старый Городъ, № 12, соб. домъ.
- » **Одессѣ**, Пушкинская ул., № 32, соб. д.
- » **Екатеринбургѣ**, уг. Главнаго проспекта и Колобовской ул., соб. домъ.
- » **Иркутскѣ**, Большая ул., № 18.
- » **Ростовѣ** и **Д.**, Таганрогск. пр., прот. театра.
- » **Харьковѣ**, Екатериносл. ул., № 35, соб. д.
- » **Кіевѣ**, Фундуклеевская ул., 10, д. Михельсона.
- » **Тифлисѣ**, Эриванская площ., д. Городек. Кред. Общества.
- » **Ташкентѣ**, Кауфманская ул., домъ А. Х. А. Ходжинова.

- въ **Казани**, Поперечно-Владимірская улнца, домъ Кильдишева.
- » **Перси**, уг. Петропавловской и Кунгурской ул., домъ Барановой.
- » **Саратовѣ**, Москов. ул., № 60, д. Худобина.
- » **Вальнѣ**, уг. Большой и Милліонной ул., № 13/6, домъ Залкина.
- » **Владивостокѣ**, Свѣтланская ул., домъ Сон-хо-шинъ и Чжан-тен-сана.
- » **Томскѣ**, уг. Магистратской и Обрубной, домъ Самохвалова.
- » **Варшавѣ**, Рымарская, 12.
- » **Самарѣ**, Предтеч., уг. Никол. д. Юрина.
- » **Синфорополѣ**, Салирная ул. д. Шишмана.
- » **Воронежѣ**, уг. Больш. Московской и Мало-дворянской ул.



# МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РУДЪ

Камнедробилки. Вальцовыя мельницы. Толчеи. Шаровыя  
= мельницы. Мельницы для мелкаго мокраго размола. =



## = БЪГУНЫ =

для тонкаго размола  
ЗОЛОТЫХЪ РУДЪ.

Амальгамирные аппараты.

Аппараты  
для  
отдѣленія и  
сгущенія.

Аппараты  
для  
выщелачи-  
ванія.

ПОЛНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВЪ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВСЯКАГО РОДА РУДЪ,

преимущественно заводовъ для обогащенія золотыхъ рудъ.

Имеется больш. испытат. станція для размелч. и обработки рудъ.

Полное оборудованіе, касающееся извлеченія металловъ  
= металлург. и электрометаллургическимъ способомъ. =

Прокатные станы. Краны и подъемныя машины всякаго рода.

## Фрид. Круппъ Акц. Общ. Грузонверкъ

МАГДЕБУРГЪ (Германія).



## ВСѢ ЛУЧШІЯ СИСТЕМЫ

Керосино-Калильныхъ Фонарей

**„Идеаль Реформа“**

Инвертный (свѣтъ внизъ)

**„ЛУЧЪ“**

САМОЗАЖИГАЮЩІЕСЯ

БЕЗЪ ПРОВОДОВЪ, БЕЗЪ НАКАЧИВАНІЯ.

Всякіе ФОНАРИ и ЛАМПЫ съ давленіемъ

**СПИРТОВЫЕ**

лампы, люстры, фонари,

Свободный выборъ

Добросовѣстная рекомендація

Немедленное точное исполненіе

Богатый складъ запасныхъ частей

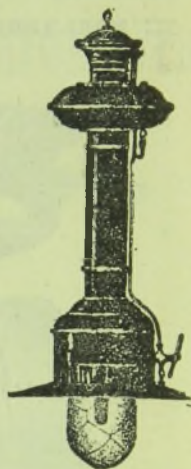
Сѣтокъ и проч. ко всемъ системамъ.

Предлагаетъ  
контора

**„ОСВѢЩЕНІЕ“**

ХАРЬКОВЪ

Сергиевская площ., № 8.



## Г. МАРКЪ и К<sup>о</sup>.

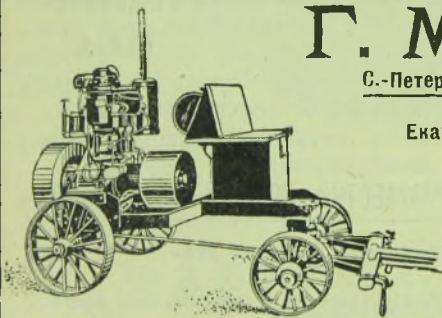
С.-Петербургъ, Столярный пер., № 12 (соб. домъ).

Москва, Бол. Дмитровка, № 5.

Екатеринбургъ, Верхне-Вознесенскій пр., № 10.

Тифлисъ, Михайловск. ул., № 117.

Адресъ для телеграммъ: МАРКМОТОРЪ.



Новѣйшіе нефтяные двигатели для стационарныхъ и судовыхъ (непосредственно реверсивные) цѣлей, имѣющіе громадные преимущества передъ паровыми машинами. (На послѣдней Международ. Выставкѣ Двигателей

внутр. сгорания нашихъ заводовъ присуждены — 2 большія золотыя и одна большая серебр. медаль).

Англійскіе газогенераторные двигатели. Простая, прочная конструкция, дешевые въ покупкѣ и по эксплуатаціи.

Керосино-калильное освѣщеніе „ЛЮКСЪ“ на Всемирн. Выст. въ Брюсселѣ въ 1910 г. „Grand-Prix“.

ВѢСЫ и БЛОКИ системы „ФЕРБЕНКСЪ“ завода Бр. Дюенъ въ С.-Петербургѣ.

Деревообдѣлочныя и бондарныя машины извѣстнаго Машиностроительнаго Завода „БЕТХЕРЪ и ГЕСНЕРЪ“ въ Гамбургѣ-Альтонѣ.

Спиральные гибкіе рунава „ДЖОНСЪ-ВИЛЬКОКСЪ“ Бельгійскаго производства, состоящіе изъ нѣсколькихъ слоевъ, для нейтральныхъ жидкостей и нефтяныхъ продуктовъ.

АВТОМОБИЛИ различныхъ системъ новѣйшихъ моделей.

Моторные катера для всевозможныхъ цѣлей: грузовые, пассажирскіе, морскіе и рѣчные, со скоростью 50 верстъ въ часъ.

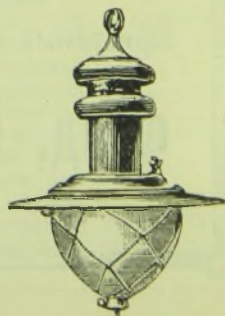
Аппараты нов. сист. для очистки смазочныхъ матеріаловъ.

„ФЕРРОГАРДЪ“, предохранительная отъ ржавч. и гніенія дерева краска.

„СТИМЕЛЬ“, предохранительная краска отъ котельной накипи.

Полное оборудованіе различныхъ заводовъ, мастерскихъ и т. п.

Прейсъ-курранты и каталоги высылаются по первому требованію.





ЛЕНИНСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
ИМЕНИ  
В. И. ЛЕНИНА

**Акціонерное общество**  
**ИНДУСТРИИ ГЛУБОКОЙ РАЗРАБОТКИ И ЗАМОРАЖИВАНІЯ**  
**ПРЕЖДЕ ГЕБГАРДТЪ и КЕНИГЪ**  
**НОРДГАУЗЕНЪ (Германія)**  
**(Tiefbau- und Kälteindustrie-A.-G. vormals**  
**Gebhardt & König, Nordhausen)**

ручается за успѣшное углубленіе шахтъ въ водообиль-  
ныхъ и пловучихъ породахъ путемъ усовершенствованнаго  
способа замораживанія.

Нами уже построены въ Англіи, Голландіи, Австріи, Рос-  
сіи и Германіи 42 такихъ замороженныхъ шахтъ, а кромѣ  
того 16 въ настоящее время въ работѣ.

**Буренія глубокихъ скважинъ**—помощью алмаза и долот-  
чатаго бура — всякой горной породы и до всякой жела-  
тельной глубины.



# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ОФИЦІАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Октябрь.

№. 10.

1910 г.

2386

XV

## УЗАКОНЕНІЯ И РАСПОРЯЖЕНІЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА <sup>1)</sup>.

- № 99, ст. 736. Объ утвержденіи устава Южно - Донецкаго горнопромышленнаго Общества.
- № 100, ст. 747. Объ утвержденіи устава С.-Петербургскаго Общества для надзора за паровыми котлами.
- № 101, ст. 754. Объ утвержденіи устава нефтепромышленнаго и торговаго Общества „Колхида“.
- № 102, ст. 771. Объ измѣненіи устава Донецкаго каменноугольнаго Товарищества Кореневъ и Шипиловъ.
- „ ст. 774. О продленіи срока для собранія первой части основнаго капитала нефтепромышленнаго Общества „Челекенская нефть“.
- „ ст. 785. О продленіи срока для собранія первой части основнаго капитала акціонернаго Общества „Донецкій Антрацитъ“.
- № 104, ст. 846. Объ уменьшеніи основнаго капитала Московско-Волжскаго нефтепромышленнаго и торговаго Общества „Биби-Эйбатъ“.

Распоряженія, объявленныя Правительствующему Сенату <sup>2)</sup>:

### МИНИСТРОМЪ ТОРГОВЛИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

- № 167, ст. 1705. О допущеніи къ употребленію при горныхъ работахъ взрывчатого вещества „аммоникаюцитъ № 8“.

Министръ Торговли и Промышленности, 4 сентября 1910 года, донесъ Правительствующему Сенату, для распубликованія, что, согласно съ заключеніемъ Горнаго Ученаго Комитета, онъ, Министръ, призналъ возможнымъ допустить взрывчатое вещество «аммоникаюцитъ № 8» къ употребленію при горныхъ работахъ, какъ открытыхъ, такъ и подземныхъ, за исключеніемъ каменноугольныхъ копей, содержащихъ гремучій газъ или каменноугольную пыль.

Взрывчатое вещество «аммоникаюцитъ № 8», состоящее изъ 81% аммоніевой селитры, 15% тринитротолуола, 2% пиррокольдія и 2% муки, подчиняется въ

<sup>1)</sup> Распубликовано въ Собр. узак. и расп. Прав. за 1910 г., отдѣлъ II.

<sup>2)</sup> Распубликовано въ Собр. узак. и расп. Прав. за 1910 г., отдѣлъ I.

отношеніи пріобрѣтенія, храненія, перевозки и употребленія правиламъ, установленнымъ для взрывчатого вещества «Фавье», т. е. вышеупомянутымъ Временнымъ Правиламъ, съ измѣненіями и дополненіями, опубликованными въ № 113 Собранія узаконеній за 1892 годъ.

**№ 169, ст. 1718. О порядкѣ учета электрической энергіи, расходуемой на казенныхъ нефтяныхъ участкахъ, сданныхъ въ арендное содержаніе, при условіи доставленія этой энергіи съ центральныхъ электрическихъ станцій, устроенныхъ внѣ участка.**

Министръ Торговли и Промышленности, 16 сентября 1910 г., донесъ Правительствующему Сенату, для опубликованію, что Министерствомъ Торговли и Промышленности, въ измѣненіе правилъ о порядкѣ учета электрической энергіи, опубликованныхъ въ ст. 1037 Собр. узак. и расп. Правит. за 1906 г., выработаны нижеслѣдующія правила о порядкѣ учета электрической энергіи, расходуемой на казенныхъ нефтяныхъ участкахъ, сданныхъ въ арендное содержаніе, при условіи доставленія этой энергіи съ центральныхъ электрическихъ станцій, устроенныхъ внѣ участка.

§ 1. «Учетъ электрической энергіи производится исключительно счетчиками, удовлетворяющими требованіямъ «Правилъ о примѣненіи электрическихъ измѣрительныхъ приборовъ для расчетовъ между потребителями и поставщиками электрической энергіи», утвержденныхъ 3 іюля 1909 года Министромъ Торговли и Промышленности для трехфазныхъ токовъ; если нагрузки фазъ не равны, должны быть устанавливаемы счетчики для трехфазнаго тока при неравнобѣрной нагрузкѣ, предназначенные для этого случая. Счетчикъ долженъ быть установленъ такъ, чтобы не было возможности снять его съ линіи, не нарушая цѣлости наложенныхъ чинами учета нефти пломбъ».

§ 2. «Каждый счетчикъ долженъ быть снабженъ отъ правительственнаго учрежденія, контролирующаго счетчики, аттестатомъ о провѣркѣ и пломбой, безъ нарушенія цѣлости которой нельзя достигъ внутренности счетчика».

§ 3. «Счетчики могутъ устанавливаться или отдѣльно для каждого пріемника, или по одному для нѣсколькихъ пріемниковъ, но должны быть устанавливаемы обязательно въ предѣлахъ того участка, на которомъ работаютъ обслуживаемые ими пріемники. Помѣшенія для счетчиковъ должны быть сухи, но съ температурою, ни въ коемъ случаѣ не поднимающеюся выше 50° С., а самое зданіе не должно подвергаться сильнымъ сотрясеніямъ. Внутри же помѣшенія счетчикъ долженъ быть установленъ такъ, чтобы осмотръ пломбъ и производство записей были,—имѣя въ виду токи высокихъ напряженій,—безопасны».

«Мѣста включенія счетчиковъ должны быть утверждены контролеромъ по учету нефти».

§ 4. «Арендаторъ обязанъ имѣть утвержденный контролеромъ по учету нефти схематическій планъ всѣхъ установокъ съ показаніемъ моторовъ и счетчиковъ и на всякія переустройства и дополненія, кромѣ измѣненія числа лампъ для освѣщенія, испрашивать подлежащее разрѣшеніе контролера».

§ 5. «Показаніямъ каждого счетчика арендаторъ обязанъ вести по возможности ежедневно и въ одно и то же время дня производимую запись въ журналъ



по установленной формѣ. Журналъ выдается за шнуромъ и печатью контролера по учету нефти. Первая по установкѣ счетчика или смѣнѣ одного счетчика другимъ запись показаній его въ журналъ производится не позднѣе трехъ дней со дня подачи арендаторомъ заявленія контролю объ установкѣ или замѣнѣ счетчика и удостоверяется подписями какъ агента казны, такъ и уполномоченнаго отъ арендатора лица или довѣреннаго. Ихъ же подписями удостоверяются свѣдѣнія, помѣщаемыя въ заголовкѣ журнала, т. е. №№ счетчиковъ, трансформаторовъ и свидѣтельства Бакинскаго Повѣрочнаго Учрежденія, а равно начальное показаніе счетчика и время, съ котораго открыть учетъ энергіи. Ежедневныя записки арендатора показаній счетчика повѣряются агентами казны не менѣе двухъ разъ въ мѣсяцъ, и показанія въ дни повѣрки заносятся въ журналъ за подписями агента казны и уполномоченнаго фирмы. Записки въ журналъ начинаются для каждаго мѣсяца съ новой страницы, причемъ на этой же страницѣ повторяется послѣдняя запись предшествующаго мѣсяца. Журналы должны находиться на томъ участкѣ, для котораго въ нихъ ведутся записи показаній счетчика».

§ 6. «По требованію агента казны арендаторъ обязанъ повѣрять счетчикъ или послѣдовательнымъ включеніемъ контрольнаго прибора, или отправить счетчикъ въ Бакинское Электрическое Повѣрочное Учрежденіе на предметъ провѣрки, о чемъ дѣлается отмѣтка въ журналѣ, въ графѣ примѣчаній. Показанія счетчика считаются правильными, если отклоненія въ показаніяхъ, въ ту или другую сторону, не выше 5%; въ случаѣ, если погрѣшность превышаетъ эту норму, счетчикъ подлежитъ замѣнѣ въ теченіе не болѣе пятнадцати дней со времени обнаруженія его неисправности. Впредь до замѣны неисправнаго счетчика новымъ расходъ энергіи исчисляется по среднему расходу ея за два предшествовавшихъ обнаруженію порчи счетчика періода записей».

§ 7. «Въ случаѣ нарушенія арендаторомъ казеннаго нефтянаго участка какого-либо изъ приведенныхъ въ предыдущихъ параграфахъ правилъ, отчисленіе количества нефти, подлежащей освобожденію отъ оплаты, пріостанавливается, впредь до устраненія допущеннаго имъ нарушенія».

§ 8. «Въ началѣ каждаго мѣсяца агентъ казны производитъ окончательный подсчетъ расхода электрической энергіи для каждаго счетчика въ отдѣльности за истекшій мѣсяцъ, и полученный итогъ удостоверяется въ журналѣ подписями агента казны и уполномоченнаго отъ арендатора лица. Въ то же время агентъ казны составляетъ извѣщеніе въ двухъ экземплярахъ: одинъ экземпляръ, «извѣщеніе», отсылается контролеру по учету нефти; второй, «талонъ извѣщенія», остается въ корешкѣ книги. На основанія этихъ извѣщеній въ контролѣ по учету нефти составляется счетъ израсходованной энергіи, умножая данныя извѣщенія на коэффициентъ соотвѣтственнаго счетчика. Счетъ этотъ за каждый мѣсяцъ въ отдѣльности выдается арендатору. Вѣдомости по всѣмъ участкамъ представляются въ Кавказское Горное Управленіе. Журналы выѣстъ съ книгами для учета нефти поступаютъ черезъ Кавказское Горное Управленіе въ Контрольную Палату».

## **№ 170, ст. 1723. Объ объявленіи нѣкоторыхъ мѣстностей Ферганской области завѣдомо нефтеносными.**

На основаніи ст. 586 Устава Горнаго, изд. 1893 года и по прод. 1908 года, Министромъ Торговли и Промышленности сдѣлано распоряженіе о признаніи завѣ-

домо нефтеносными нижеслѣдующихъ мѣстностей: 1) часть мѣстности Сель-Рохо (съ сосѣдними Акъ-Кульмякъ и Ирѣ-Яга) въ границахъ:  $40^{\circ} 11'$  и  $40^{\circ} 14'$  сѣверной широты и  $40^{\circ} 1'$  и  $40^{\circ} 11'$  восточной долготы (отъ Пулкова) и 2) часть площади въ предѣлахъ Яукесекъ-Бостонской и Чиміонской волостей въ границахъ между  $40^{\circ} 14'$  и  $40^{\circ} 17' 30''$  сѣверной широты и  $41^{\circ} 7' 35''$  и  $41^{\circ} 19' 05''$  восточной долготы (отъ Пулкова).

О семъ Министръ Торговли и Промышленности 21 сентября 1910 года, донесъ Правительствующему Сенату, для распубликованія.

**№ 175, ст. 1812. О размѣрѣ по десятинной платы за участки казенной земли, отведенные подъ добычу нефти въ Архангельской и Вологодской губерніяхъ.**

Ст. 576 Уст. Горн., изд. 1893 г., Министру Государственныхъ Имуществъ предоставлено право устанавливать на 12 лѣтъ впередъ размѣръ поземельной, съ каждой десятины, платы за пользованіе участками казенныхъ нефтеносныхъ земель, отведенными для разработки нефти.

Въ виду сего б. Министромъ Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, статсъ-секретаремъ Ермоловымъ, была установлена съ 1 іюля 1898 года, на 12 лѣтъ впередъ, для Архангельской и Вологодской губ. поземельная плата въ размѣрѣ 10 рублей съ десятины (Собр. узак. и расп. Правит. за 1904 г., ст. 240).

Нынѣ, въ виду того, что срокъ дѣйствія означеннаго распоряженія истекъ 1 іюня 1910 года, а также въ виду перехода въ вѣдѣнія Министерства Торговли и Промышленности установленій по горной части, Министръ Торговли и Промышленности призналъ необходимымъ установить, съ 1 іюня 1910 года, на новыя 12 лѣтъ впередъ, за пользованіе казенными нефтеносными участками въ Архангельской и Вологодской губ., отведенными для добычи нефти, поземельную плату, опредѣливъ размѣръ таковой въ 25 рублей съ десятины.

О семъ Министръ Торговли и Промышленности, 1 октября 1910 г., донесъ Правительствующему Сенату для распубликованія.

---



## ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

### ИЗСЛѢДОВАНИЕ И РАСЧЕТЪ ВАГРАНОКЪ.

Инж.-технол. Л. И. Какурина.

(Окончаніе).

#### Профиль вагранки.

Почти съ увѣренностью можно сказать, что большая часть вагранокъ имѣютъ цилиндрическую форму. Но встрѣчается не мало вагранокъ и болѣе сложныхъ профилей, то съ расширеніемъ по направленію къ колошнику, то съ суженіемъ. Каждая изъ формъ имѣетъ свои достоинства и свои недостатки. Главное достоинство обыкновенной цилиндрической вагранки состоитъ въ ея простотѣ, легкости выкладки и ремонта. А такъ какъ она кромѣ того пользуется наибольшимъ распространеніемъ, то будетъ вполне естественно, если мы примемъ ее за основаніе для сравненія съ нею другихъ профилей.

Вообразимъ себѣ теперь двѣ вагранки: одну цилиндрическую и другую, составленную изъ двухъ цилиндровъ разныхъ діаметровъ, соединенныхъ усѣченнымъ конусомъ (фиг. 1 и 2). Положимъ, что высоты обѣихъ шахтъ одинаковы и равны  $H$ , а площадь  $F$  сѣченія первой вагранки равна площади плавильнаго пояса второй. Затѣмъ вообразимъ себѣ въ каждой вагранкѣ плоскость  $A_1B_1$ , отдѣляющую нижнюю коксовую колошу отъ ниже ея расположеннаго кокса изъ заправки.  $A_1B_1$  можетъ быть названа *плоскостью раздѣла вагранки*, такъ какъ она дѣлитъ печь на двѣ части, имѣющія совершенно различное значеніе. Часть вагранки, лежащая выше этой плоскости, можетъ быть названа *активной частью*, такъ какъ въ ней происходитъ горѣніе кокса, подогревъ и плавленіе чугуна, между тѣмъ какъ нижняя часть имѣетъ назначеніе только поддерживать заложенымъ въ ней коксомъ столбъ матеріаловъ активной части и подводить въ печь воздухъ (нерѣдко, впрочемъ, она служитъ и

резервуаромъ для скопа чугуна). Разстояніе  $H_a$  отъ этой плоскости до колошника назовемъ *активною высотой вагранки*.

Сдѣлавъ эти замѣчанія, займемся первой вагранкой. Положимъ, что при установившемся ходѣ процесса по окончаніи плавленія каждой колоши вагранка вмѣщаетъ въ себя  $Q_e$  kg. чугуна. Если производительность ея составляетъ  $t$  тоннъ въ часъ, то находящійся въ ней чугунъ расплавится во время  $\theta' = \frac{Q_e}{1000 t}$  часовъ. Затѣмъ, полагая, что въ секунду образуется  $g_1$  kg. газа, найдемъ, что за время  $\theta'$  его получится:

$$Q = \frac{Q_e \cdot 3600 g_1}{1000 t}$$

Газъ этотъ распредѣлится въ шахтѣ на новые  $Q_e$  kg. чугуна, такъ что каждый килограммъ твердаго металла на пути  $H_a$  придетъ въ соприкосновеніе съ

$$q_1 = \frac{Q}{Q_e} = \frac{3600 g_1}{1000 t} \text{ kg.}$$

газа.

Количество-же газа, встрѣчаемаго чугуномъ на пути  $A_o a = H_1$ , вслѣдствіе полной равномерности плавленія и опусканія твердаго чугуна, опредѣлится изъ уравненія:

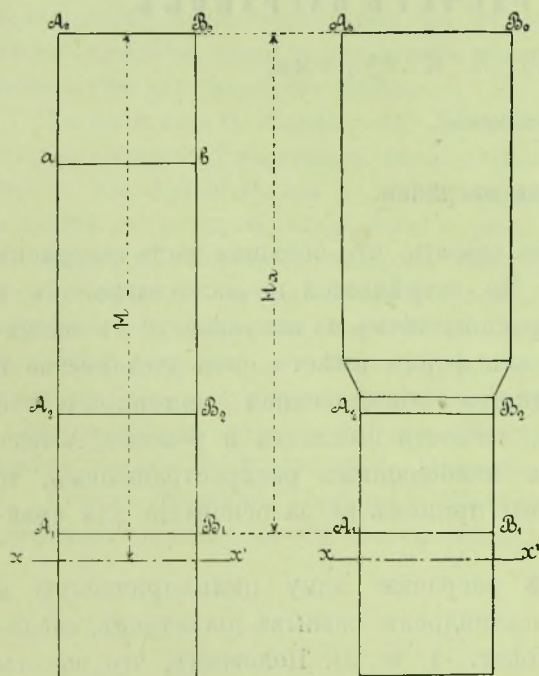
$$q_1 = \frac{3600 g_1}{1000 t} \cdot \frac{H_1}{H_a} \text{ kg.}$$

Такъ какъ выраженіе  $\frac{3600 g_1}{1000 t}$

представляетъ собою вѣсъ газа, соответствующаго одному килограмму расплавленнаго чугуна, то, обозначивъ этотъ вѣсъ черезъ  $G_1$ , получимъ:

$$q_1 = \frac{H_1}{H_a} \cdot G_1.$$

Если-бы намъ была извѣстна температура газовъ  $T_1$  въ плоскости  $ab$ , то мы легко опредѣлили-бы и количество теплоты  $c_1$ , отдаваемой газомъ чугуна на пути  $H_1$ . Строго говоря, эта теплота идетъ не только на нагрѣваніе чугуна, но и на необходимые побочные расходы: на нагрѣвъ и плавленіе шлака и на нагрѣвъ стѣнокъ вагранки. Чтобы не дѣлать постоянно этихъ оговорокъ, условимся разъ навсегда относить всю те-



Фиг. 1.

Фиг. 2.



плоту на чугуны, разумѣя при этомъ и побочные расходы. При средней теплоемкости газовъ  $= \epsilon_m$  количество теплоты  $c_1$  выразится уравненіемъ:

$$c_1 = \frac{H_1}{H_a} \cdot G_1 \cdot \epsilon_m (T_1 - T_k).$$

Затѣмъ положимъ, что плоскость  $A_2B_2$  представляетъ начальную границу плавленнаго пояса. Если температуру, соответствующую этой плоскости, обозначимъ черезъ  $T_b$ , а высоту  $A_0A_2$  черезъ  $H_b$ , то количество теплоты, получаемое однимъ килограммомъ чугуна до начала плавленія, опредѣлится изъ выраженія:

$$c_b = \frac{H_b}{H_a} \cdot G_1 \cdot \epsilon_m (T_b - T_k).$$

$G_1$  есть вѣсъ газа, соответствующій одному килограмму проплавляемаго чугуна. Слѣдовательно, въ часъ этого газа образуется  $1000 \text{ t } G_1 \text{ kg}$ . Съ другой стороны вѣсъ газа, проходящаго въ часъ черезъ живое сѣченіе вагранки, опредѣляется изъ выраженія:  $3600 \omega u_a \Delta$ , въ которомъ  $\Delta$  представляетъ плотность газа. Сравнивъ эти два выраженія, получимъ:

$$1000 \text{ t } G_1 = 3600 \omega u_a \Delta.$$

По внесеніи сюда вмѣсто  $t$  его величины изъ уравненія (I) опредѣлимъ  $G_1$  изъ выраженія:

$$G_1 = \frac{\Delta \cdot c_1}{\eta c}$$

поэтому

$$c_b = \frac{H_b}{H_a} \cdot \frac{\Delta c_1}{\eta c} \cdot \epsilon_m (T_b - T_k).$$

При одинаковой полнотѣ горѣнія въ обѣихъ вагранкахъ (фиг. 1 и 2) всѣ величины второй части этого уравненія для нихъ обѣихъ одинаковы, за исключеніемъ отношенія  $\frac{T_b - T_k}{\eta}$ , которое требуетъ нѣкотораго поясненія. Если обозначимъ среднюю площадь сѣченія второй вагранки

черезъ  $F'_m$  (при чемъ  $F'_m = \frac{V'_a}{H_a}$ ), то время пребыванія въ ней газа будетъ

болѣе, чѣмъ время пребыванія въ первой въ  $F'_m : F$  разъ. Вслѣдствіе этого во второй вагранкѣ газы на протяженіи пути  $H_b$  отдадутъ чугуны болѣе количество теплоты, чѣмъ въ первой и оставятъ печь съ меньшей температурой  $T_k$ , чѣмъ въ первой, а потому въ ней и разность  $T_e - T_k$  будетъ нѣсколько больше, чѣмъ въ первой. Но одновременно съ этимъ

повысится и коэффициентъ ея полезнаго тепловаго дѣйствія  $\eta = 1 - \frac{T_k}{T_e}$

Если оба члена отношенія  $\frac{T_b - T_k}{\eta}$  увеличатся въ одной мѣрѣ, то оно

останется безъ измѣненія и потому количество теплоты съ, приносимое чугуномъ на границу плавильнаго пояса въ обѣихъ вагранкахъ, будетъ одинаково. Одинаково-же подготовленный чугунъ, встрѣчая въ плавильномъ поясѣ одно и то-же количество газовъ  $g_1$  одинаковаго качества, долженъ въ нихъ плавиться съ равной скоростью. Другими словами это обозначаетъ то, что *производительность вагранки отъ ея профиля не зависитъ*, что и показываетъ табл. II, нѣсколько вагранокъ которой имѣютъ расширенные профили; на производительности ихъ вліяніе этого профиля, однако, не отразилось.

Въ иныхъ же плоскостяхъ картина можетъ измѣниться.

Такъ какъ скорость газа во второй вагранкѣ менѣе, то слои чугуна, расположенные непосредственно надъ плавильнымъ поясомъ, будутъ имѣть въ ней болѣе высокія температуры, чѣмъ лежащіе на тѣхъ-же выстахъ слои чугуна въ первой вагранкѣ. Но часть газоваго пути, лежащая непосредственно по выходѣ его изъ плавильнаго пояса, какъ мы видѣли, является самой опасной. При меньшихъ скоростяхъ и болѣе высокихъ температурахъ газовъ во второй вагранкѣ они подвергаются большому риску претерпѣть разложеніе углекислоты въ ней, чѣмъ въ цилиндрической вагранкѣ.

Такимъ образомъ, несмотря на видимое преимущество профиля второго типа, въ окончательномъ итогѣ можетъ оказаться, что въ вагранкахъ этого типа теплота будетъ использована хуже, чѣмъ въ обыкновенныхъ цилиндрическихъ. Кромѣ того не слѣдуетъ забывать, что неумѣлое расширение шахты въ вагранкахъ небольшого діаметра можетъ сильно способствовать зависанію въ нихъ чугуна, которое является однимъ изъ худшихъ золъ ваграночнаго процесса, влекущимъ за собою, помимо другихъ непріятностей, неперемѣнное увеличеніе расхода кокса.

Посмотримъ, каково должно быть пониженіе температуры колошника въ вагранкѣ съ расширеніемъ шахты противъ цилиндрической вагранки для того, чтобы покрыть потерю теплоты, происходящую отъ разложенія  $\frac{1}{10} CO_2$ . Выше мы видѣли, что 1 сѣм. газовъ при нормальныхъ условіяхъ содержитъ въ себѣ 6.0,0896 ( $v_1 + v_2$ ) kg. углерода. Если весь газъ состоитъ изъ одной углекислоты, содержаніе которой составляетъ 20%, то въ 1 сѣм. его будетъ 6.0,0896  $\cdot$  0,2 = 0,1075 kg. углерода. При разложеніи углекислоты, содержащей такое количество углерода, потеря теплоты составитъ:

$$0,1075 (8080 - 2473) = 630 \text{ Cal.}$$

Затѣмъ положимъ, что 10 сѣм. такого газа вѣсятъ 13 kg., а теплоемкость ихъ = 0,25. Въ такомъ случаѣ для покрытія происшедшей потери теплоты, температура колошника второй вагранки должна быть ниже на  $630 : 13 \cdot 0,25 = 194^\circ$  противъ цилиндрической вагранки, что, конечно,



невозможно. Очень вѣроятно, что пропорція разложившейся части  $CO_2$  по обстоятельствамъ дѣла, взята выше дѣйствительной. Но и при пониженіи ея вдвое и даже втрое, происходящая отъ разложенія  $CO_2$  потеря теплоты врядъ ли покроется тѣмъ количествомъ ея, какое будетъ использовано, благодаря уменьшенію скорости газовъ. Не въ этомъ-ли скрывается причина того обстоятельства, что среди вагранокъ съ расширяющимися шахтами мы почти не встрѣчаемъ такихъ, какія работали-бы при наименьшемъ 5—6 %-номъ расходѣ кокса, между тѣмъ какъ среди вагранокъ цилиндрическихъ и суженныхъ кверху подобныя экономныя вагранки всетаки встрѣчаются.

Расширеніе верхней части шахты дѣлается главнымъ образомъ въ большихъ и очень высокихъ вагранкахъ съ цѣлью пониженія упругости дутья и соотвѣстственнаго уменьшенія работы двигателя. Причина вполне основательная. Но все-таки, какъ видно, этимъ средствомъ нужно пользоваться крайне осторожно. Примѣромъ такой осторожности можетъ служить вагранка № 37. Шахта ея кверху расширена, но расширеніе ея начинается лишь съ высоты 2,9 м. Таковая высота соотвѣтствуетъ полной высотѣ шахты довольно большой вагранки. Ясно, что на этомъ пути газы вполне могутъ охладиться ниже температуры начала разложенія  $CO_2$ . Затѣмъ уже расширеніе шахты и чрезчуръ большая высота ея  $\left( \frac{H}{D^{2/3}} = 5,95 \right)$

дѣлаютъ свое дѣло и вагранка расходуетъ всего лишь 6, 7% кокса. Правда, эта вагранка Бессемеровская, не требующая столь большого перегрѣва чугуна, какъ вагранки, работающія въ чугунолитейныхъ. Но не надо забывать при этомъ, что въ большихъ вагранкахъ расходъ кокса на плавку вообще повышается, вслѣдствіе чего эта печь должна быть отнесена къ числу самыхъ экономныхъ по расходу кокса.

Изъ сказаннаго выше слѣдуетъ, что суженіе верхней части шахты не можетъ повлечь за собою разложенія углекислоты. Но, увеличивая скорость газовъ, оно можетъ явиться причиной того, что температура колошника окажется болѣе высокой, чѣмъ нужно. Вслѣдствіе этого въ

такихъ вагранкахъ отношеніе  $\frac{H}{D^{2/3}}$  можетъ быть слѣдуетъ дѣлать болѣе 4, напр. 4,25 или даже болѣе.

Суженіе шахты вверху дѣлается, главнымъ образомъ, въ небольшихъ вагранкахъ при діаметрѣ плавильнаго пояса меньшемъ 1 м., съ цѣлью предупредить зависаніе въ нихъ чугуна. Этимъ недостаткомъ вагранки страдаютъ тѣмъ больше, чѣмъ тѣснѣе ихъ шахты. Но и въ исполинской вагранкѣ № 35 мы видимъ суженіе самаго верха шахты. Здѣсь цѣль была, очевидно, совсѣмъ иная. Суженіемъ верхняго діаметра тутъ имѣлось въ виду облегчить возможность ровнаго распредѣленія матеріаловъ по огромной площади шахты. Слѣдовательно для суженія шахты въ обоихъ случаяхъ имѣется настоятельная необходимость, которой приходится

подчиняться, хотя-бы оно и производилось за счетъ увеличенія высоты шахты и работы двигателя. О расширеніи-же шахты сказать этого нельзя.

На основаніи всего сказаннаго цилиндрическая форма шахты должна быть признана наиболѣе сообразной для печей среднихъ и большихъ, начиная съ діаметра = 1 м. Въ малыхъ-же и очень большихъ вагранкахъ по необходимости приходится прибѣгать къ суженію верхней части шахты съ повышеніемъ высоты печи и упругости дутья. Но такъ какъ повышение шахты, въ свою очередь, влечетъ за собою болѣшую вѣроятность зависанія въ самыхъ маленькихъ вагранкахъ, то при постройкѣ послѣднихъ къ этому средству нужно прибѣгать съ осторожностью тѣмъ болѣе, что въ нихъ и суживать то почти уже нечего. Для вагранокъ же среднихъ, діаметромъ отъ 0,7 до 1 м. можетъ быть, вмѣсто приведенной выше формулы для расчета высоты шахты, слѣдуетъ пользоваться другой, а именно:

$$\frac{H}{D^{2/3}} = \frac{4}{D^{1/3}}$$

или

$$H = 4 \sqrt[3]{D} \dots \dots \dots (11'').$$

что все равно.

Вагранка № 2 имѣетъ небольшое суженіе по направленію къ колошнику. Высота ея шахты почти въ точности отвѣчаетъ послѣдней формулѣ. Работаетъ-же она, по словамъ А. Мессершмита выше всякихъ похвалъ.

Для предупрежденія-же зависанія чугуна въ самыхъ маленькихъ вагранкахъ остается одно средство: это—возможное измельченіе чугуна.

### Вліяніе стѣнокъ шахты на процессъ плавки.

Формула, выражающая время проплавленія полной загрузки чугуна, даетъ возможность опредѣлить количество теплоты, поглощаемой стѣнками вагранки и передаваемой ими черезъ лучеиспусканіе обратно чугуноу. Положимъ, что 1 кв. поверхности шахты въ среднемъ передаетъ лучеиспусканіемъ  $C_m$  ед. т. въ часъ. Въ такомъ случаѣ вся активная поверхность печи въ теченіе часа передастъ  $\pi D H_a C_m$  ед. т., а въ теченіе времени.

$$q' = \frac{Q_e}{1000 \text{ т}} \text{ час.}, \text{ поверхность эта передастъ:}$$

$$\frac{\pi D H_a C_m Q_e}{1000 \text{ т}} \text{ ед. т.}$$

Такъ какъ за время  $q'$  успѣетъ проплавиться  $Q_e$  kg. чугуна, то на одинъ килограммъ его придется:

$$q' = \frac{\pi D H_a C_m}{1000 \text{ т}} = \frac{2 \sqrt{\pi \cdot F^{1/2}} H_a C_m}{1000 \text{ т}}$$



Вставляя-же сюда вмѣсто  $t$  его величину изъ выраженія (6), получимъ:

$$q' = \frac{2 \sqrt{\pi} \cdot H_a C_m}{1000 \, m \, F^{1/6} \sqrt{H h_i}}$$

или послѣ введенія степени форсированія:

$$q' = \frac{2 \sqrt{\pi} \cdot C_m}{1000 \, m \, F^{1/6} \sqrt{i}} \cdot \left( \frac{H_a}{H} \right)$$

Отношеніе  $\frac{H_a}{H}$  при одинаковой степени форсированія должно оставаться постояннымъ во всѣхъ вагранкахъ (см. расчетъ фурмъ). Въ такомъ случаѣ, соединяя всѣ постоянныя въ одну ( $k$ ), получимъ:

$$q' = \frac{k \cdot C_m}{F^{1/6} \sqrt{i}}$$

Въ одной и той-же вагранкѣ выраженіе  $\sqrt{i}$  измѣняется пропорціонально скорости газа; но чѣмъ больше скорость газа, тѣмъ болѣе число частицъ его въ теченіе секунды придуть въ соприкосновеніе съ однимъ  $qm.$  поверхности шахты и отдадутъ этой поверхности часть своей теплоты. И обратно, чѣмъ больше единица поверхности шахты поглотитъ въ единицу времени теплоты, тѣмъ болѣе она и отдастъ ее черезъ лучеиспусканіе чугуна. Такимъ образомъ, если поглощеніе теплоты стѣнкой вагранки происходитъ лишь вслѣдствіе соприкосновенія съ частицами газа, то отношеніе  $\frac{C_m}{\sqrt{i}}$ , при одинаковой степени совершенства процесса горѣнія, должно быть во всѣхъ вагранкахъ постояннымъ. Въ такомъ случаѣ количество теплоты, передаваемой чугуна стѣнками вагранки черезъ лучеиспусканіе, будетъ обратно пропорціонально выраженію  $F^{1/6}$ .

Но участіе стѣнки вагранки въ процессѣ плавки выражается не однимъ только этимъ. Частицы газа, встрѣчая на пути своемъ чугуна, отражаются отъ него къ стѣнкѣ печи, а отъ послѣдней снова къ чугуна и т. д., такъ что стѣнка шахты дѣйствуетъ какъ-бы размѣшивающій аппаратъ, способствующій болѣе тѣсному соприкосновенію между частицами газа и твердымъ чугуномъ. Такое свое назначеніе стѣнка выполнить съ тѣмъ болѣе успѣхомъ, чѣмъ болѣе число соудареній съ газовыми частицами произойдетъ въ единицу времени на 1  $qm.$  ея. Ясно, что это число будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ меньше будетъ діаметръ печи.

Такъ какъ частицы газа, передавшія стѣнкѣ шахты въ моментъ соприкосновенія съ нею часть своей теплоты, послѣ отраженія отъ кирпича снова направляются къ чугуна, то число частицъ, передающихъ

ему такимъ образомъ свою теплоту, должно быть пропорціонально количеству теплоты, излучаемой стѣнкой шахты. Поэтому и количество теплоты, получаемой чугуномъ отъ частицъ, отраженныхъ стѣнкой, должно мѣняться обратно пропорціонально  $F^{1/3}$  или  $\sqrt[3]{D}$ . Въ этомъ же отношеніи, какъ показала формула (VI), измѣняется и количество теплоты  $c$ , приобретаемой чугуномъ въ плавильномъ поясѣ.

Вслѣдствіе-же неодинаковаго дѣйствія стѣнки шахты въ разныхъ вагранкахъ, наименьшій расходъ кокса въ нихъ также будетъ неодинаковъ. Въ теоріи плавки было указано, что А. Мессершмитъ совѣтуетъ въ большихъ вагранкахъ увеличивать пропорцію кокса излишкомъ до 2% отъ вѣса чугуна. Только что изложенныя-же соображенія показываютъ, что количество теплоты, передаваемой чугуну вслѣдствіе активного участія стѣнки шахты измѣняется обратно пропорціонально  $\sqrt[3]{D}$ . Слѣдовательно для достиженія въ разныхъ вагранкахъ одинаковаго эффекта, наименьшая пропорція кокса должна измѣняться прямо пропорціонально  $\sqrt[3]{D}$ , т. е. наименьшій расходъ кокса долженъ опредѣляться выраженіемъ:  $p = p \sqrt[3]{D}$ .

Такъ какъ вагранка № 2 расходуетъ 5,15% кокса, то для нея  $p_1 = \frac{5,15}{\sqrt[3]{0,800}} = 5,55$  поэтому

$$p = 5,55 \sqrt[3]{D}.$$

Эта формула (принимая во вниманіе разный составъ кокса и неодинаковый перегрѣвъ чугуна) въ точности отвѣчаетъ вагранкамъ №№ 2, 4, 35 и 37, работающимъ съ наименьшимъ расходомъ кокса. При этомъ двѣ послѣднія печи работаютъ непрерывно. Для вагранокъ-же III группы съ малымъ расходомъ кокса (№№ 13, 14, 16 и 18) формула непримѣнима, ибо эти печи плавятъ только очень короткое время и потому въ нихъ часть кокса изъ заправки идетъ на пополненіе слишкомъ малой пропорціи въ завалкѣ. Само собою разумѣется, что предлагаемая здѣсь формула наименьшаго расхода кокса требуетъ болѣе тщательной практической провѣрки и введенія въ нее содержанія углерода въ коксѣ. Примѣнима она, конечно, только для большихъ вагранокъ. Для печей же съ діаметромъ меньшимъ 0,75 м. (чему соотвѣствуетъ  $p = 5$ ) она во всякомъ случаѣ непримѣнима.

Всѣ эти разсужденія опять-таки приводятъ насъ къ заключенію, говорящему не въ пользу расширенія шахты выше плавильнаго пояса.



### Ваграночныя фурмы.

Фурмы представляют собою ваграночный органъ значительной важности, отъ правильнаго устройства котораго зависитъ правильность функционирования самой печи. Вслѣдствіе этого казалось-бы, что роль ихъ должна была-бы быть уже давно выяснена со всѣхъ сторонъ, а между тѣмъ въ вагранкѣ нѣтъ болѣе темнаго и спорнаго мѣста, какъ именно фурмы, нѣтъ болѣе разнообразія мнѣній, какъ о фурмахъ.

Площадь фурмъ  $f$  по установившемуся обычаю, какъ увидимъ ниже, совершенно неправильному, дается въ видѣ нѣкоторой части отъ площади  $F$  плавильнаго пояса. Разные авторы для отношенія  $\frac{f}{F}$  даютъ слѣдующіе предѣлы:

Ледебуръ . . . . .	отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{2}$ и болѣе
Мессершмитъ . . . . .	„ 0,1 и болѣе
Вестъ . . . . .	„ 0,09 до 0,127
Кнаббе . . . . .	„ 0,281 „ 0,351
Тиме . . . . .	„ 0,033 „ 0,066

Нѣкоторые авторы обходятъ этотъ вопросъ полнымъ молчаніемъ, другіе отдѣляются отъ него болѣе или менѣе неопредѣленными словами, попадаютъ и указанія наивнаго характера, напримѣръ: „Общая площадь сѣченія фурмъ должна быть въ 3 раза больше площади выпускнаго отверстія вентилятора, когда этотъ послѣдній надлежащей (?) величины“ <sup>1)</sup>.

Спеціальныя фирмы, занимающіяся постройкой вагранокъ, даютъ для отношенія  $\frac{f}{F}$  такія числа <sup>2)</sup>:

Thwaites Broth . . . . .	отъ 0,16 до 0,20
Krigar & Ihssen . . . . .	„ 0,016 „ 0,025
Sturtevant. . . . .	„ 0,011

Такимъ образомъ отношеніе двухъ крайнихъ предѣловъ составляетъ  $0,5 : 0,011 = 45,5$ .

Позднѣйшіе авторы опредѣляютъ площадь фурмъ то въ зависимости отъ упругости воздуха въ нихъ (Wedemeyer <sup>3)</sup>), то отъ скорости его (С. Н. Jäger <sup>4)</sup>) и G. Buzek <sup>5)</sup>), то отъ разности давленій въ фурмахъ и въ

<sup>1)</sup> Керка. Вагранка.

<sup>2)</sup> Числа эти взяты изъ книги проф. Кнаббе: „Чугуно-литейное дѣло“.

<sup>3)</sup> Stahl und Eisen. 1904. Стр. 404.

<sup>4)</sup> Stahl und Eisen. 1904. Стр. 339.

<sup>5)</sup> Stahl und Eisen. 1910. Стр. 571.

самой вагранкѣ (С. Rein <sup>1)</sup>). Но и изъ послѣднихъ авторовъ ни одинъ не постарался вполне выяснитъ роли фурмъ. Ближе всѣхъ къ рѣшенію этой задачи подошелъ С. Rein, положившій въ основаніе своего расчета формулу истеченія газа, приспособленную для доменныхъ печей, съ которой онъ, однако, поступилъ странно. Для однѣхъ вагранокъ онъ рассчитываетъ площадь фурмъ на основаніи разности давленій въ нихъ и внутри вагранки, а для другихъ онъ приравниваетъ эту разность нулю. По законамъ математики площадь фурмъ при этомъ должна обратиться въ  $\infty$ , а у него, наоборотъ, получаются весьма умѣренные числа. Это показываетъ только, что онъ не вполне выяснилъ себѣ цѣли сжатія воздуха въ фурмахъ, въ чемъ онъ и сознается, откровенно заявляя, что причина, почему большія фурмы сильнѣе зашлаковываются, чѣмъ малыя, ему не ясна.

Не менѣе разнообразны данныя практики относительно формы фурмъ. Кромѣ прямоугольных фурмъ были испробованы: круглыя, эллиптическія, треугольныя, *T*-образныя, сплошныя, кольцевыя и другія болѣе причудливыхъ формъ, а также разныя комбинаціи ихъ. Впрочемъ въ настоящее время, кажется, всѣ уже сошлись на томъ мнѣніи, что самой рациональной формой фурмы является прямоугольная, какъ простѣйшая и наиболѣе легко доступная измѣненію въ случаѣ необходимости.

Число фурмъ также измѣнялось въ очень широкихъ предѣлахъ (отъ 2 до 100 и даже болѣе).

Вотъ какъ запутанъ этотъ, повидимому, очень простой вопросъ. Ничего объединяющаго въ этомъ разнообразіи мнѣній мы не найдемъ. Все дѣло сводится только къ тому, что одни держатся одного мнѣнія, другіе—противоположнаго, а третьи—середины.

Наша задача въ этомъ вопросѣ состоитъ въ сильномъ выясненіи роли фурмъ вообще, затѣмъ въ выясненіи достоинствъ и недостатковъ фурмъ большихъ съ одной стороны и очень малыхъ съ другой и, наконецъ, въ объединеніи ихъ всѣхъ посредствомъ единой формулы площади сѣченія.

*Назначеніе фурмъ* состоитъ въ подведеніи въ вагранку въ единицу времени опредѣленнаго количества воздуха *безъ нарушенія правильнаго теченія плавки, какъ-бы долго она ни велась*. Для цѣлей горѣнія совершенно безразлично, будетъ-ли этотъ воздухъ подведенъ посредствомъ просторной фурмы безъ сжатія въ ней или посредствомъ узкой щели съ бѣльшимъ или меньшимъ сжатіемъ, поэтому первую часть своего назначенія можетъ отлично выполнить любая фурма, особенно при малыхъ плавкахъ. Вторую-же часть своего назначенія разныя фурмы исполняютъ чрезвычайно различно, чѣмъ и объясняется все разнообразіе практическихъ данныхъ о нихъ.

Постараемся-же теперь выяснитъ тѣ условія, какимъ должны удовлетворять правильно устроенныя фурмы.

<sup>1)</sup> Giessereizeitung. 1909. Стр. 65.



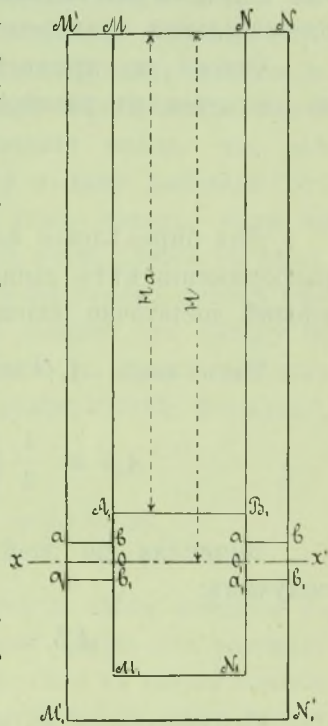
## Вліяніе высоты фурмъ на процессъ плавки.

Остановившись на прямоугольной формѣ фурмъ, которая, какъ мы видѣли, является наиболѣе рачіональной, посмотримъ, каковы должны быть относительные размѣры прямоугольника. Положимъ, что, приступая къ проектированію новой вагранки, мы нанесли на чертежъ (фиг. 3) ломаная линія  $MM_1N_1N$  и  $M'M'_1N'_1N'$  и прямую  $xx'$ , изъ которыхъ первая представляетъ внутреннее очертаніе шахты, вторая—наружное и третья—среднюю линію фурмъ. Эти линіи показываютъ, что, имѣя заданіемъ опредѣленную производительность  $t$ , мы на основаніи ея предварительно опредѣлили діаметръ и высоту  $H$  шахты. Но этими тремя данными уже опредѣляется упругость  $h_i$  дутья и активная высота  $H_a$  шахты или положеніе плоскости раздѣла  $A_1B_1$ , а также и разстояніе  $A_1O$  отъ средней линіи фурмъ до плоскости раздѣла.

Зная, какія непріятности и разстройства плавки производятъ куски чугуна, случайно подошедшіе къ фурмамъ, мы съ полной увѣренностью утверждаемъ, что положеніе верхней линіи фурмъ  $ab$  ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть выше плоскости раздѣла  $A_1B_1$ , ибо въ этой плоскости въ концѣ плавленія каждой колоши всегда будутъ попадаться куски твердаго чугуна. Мало того, желая гарантировать свои фурмы отъ случайнаго подхода къ нимъ отдѣльныхъ кусковъ чугуна, мы должны сдѣлать разстояніе  $A_1b$  отъ плоскости раздѣла до верхней линіи фурмъ по возможности болѣе, а высоту  $Ob$  = половинѣ высоты фурмъ по возможности меньшей. Чтобы показать крайне вредное вліяніе большой высоты фурмы, приведемъ примѣръ изъ практики.

Но предварительно найдемъ видъ формулы, выражающей разстояніе  $A_1O$  отъ средней линіи фурмъ до начала плавленнаго пояса. Изъ практики намъ извѣстно, что разстояніе это тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе упругость дутья. Теоретическія-же соображенія должны привести насъ къ выводу, что разстояніе это должно быть пропорціонально начальной скорости воздуха, такъ какъ чѣмъ больше послѣдняя, тѣмъ болѣе путь пройдетъ воздухъ, прежде чѣмъ нагрѣется до опредѣленной температуры. Это значитъ то-же самое, что для нагрѣва воздуха до опредѣленной температуры, при опредѣленныхъ условіяхъ, требуется одно и то же время

$k' = \frac{A_1O}{u_a}$ . Выше мы видѣли, что  $k'$  должно мѣняться обратно пропор-



Фиг. 3.

ціонально сопротивленію, встрѣчаемому газами на пути одного метра шахты, т. е.

$$k' = \frac{k'' \cdot \omega^{1/3}}{\delta_e} = \frac{A_1 O}{u_a}$$

или послѣ подстановки вмѣсто  $u_a$  его значенія, имѣемъ:

$$A_1 O = k'' \cdot a_0 \sqrt{T_m H h_i}$$

гдѣ  $k''$ , какъ мы видѣли, измѣняется съ измѣненіемъ пропорціи кокса и относительной плотности чугуна.

Относя по прежнему къ постоянной всѣ входящія сюда величины, за исключеніемъ размѣровъ вагранки и упругости дутья, получимъ

$$A_1 O = k \sqrt{H h_i}$$

Для опредѣленія болѣе точнаго значенія коэффициента  $k$  въ нашемъ распоряженіи нѣтъ данныхъ. Но, чтобы получить сравнимые результаты, выполнѣ достаточно положить  $k = 1/6$ .

Такъ какъ  $A_1 O = Ob + A_1 b = \frac{H_1}{2} + A_1 b$ , то

$$A_1 b = \frac{1}{2} \left( \sqrt{\frac{H h_i}{3}} - H_1 \right) \dots \dots \dots (13).$$

Вычисляя по этой формулѣ значеніе  $A_1 b$  для вагранки № 4, получимъ:

$$A_1 b = \frac{1}{2} (0,324 - 0,300) = 0,012 \text{ м.}$$

Слѣдовательно въ ней положеніе верхней линіи фурмъ почти совпадало съ плоскостью раздѣла. Послѣдствія подобнаго устройства подробно описаны А. Messerschmitt'омъ, который на стр. 186 своей книги <sup>1)</sup>, указавъ предварительно, что при 10 тонныхъ плавкахъ (производительность вагранки составляетъ 5,5 тоннъ въ часъ) можно обходиться 5% кокса, далѣе говоритъ буквально слѣдующее: „При бóльшихъ-же плавкахъ требуется 6%, такъ какъ, вслѣдствіе продолжительности процесса, иногда бывали случаи, что куски чугуна, подойдя къ фурмамъ, нарушали ходъ плавки и даже вынуждали совсѣмъ остановить ее, что являлось слѣдствіемъ пониженія высоты заправочнаго кокса, который при маломъ вѣсѣ коксовой колоши не могъ сохранить своей высоты, а потому чугунъ долженъ былъ слишкомъ быстро проходить пониженный поясъ плавленія“, Замѣчательно, что это обстоятельство весьма прочно запечатлѣлось въ памяти автора, такъ какъ и въ другомъ мѣстѣ книги (стр. 132) онъ

<sup>1)</sup> Die Technik in der Eisengiesserei, 1904



также подробно останавливается на немъ. Наконецъ, досадное воспоминаніе объ этой вагранкѣ преслѣдуетъ его даже при описаніи (стр. 189) другой вагранки № 2 (прямоугольной), которая пускалась въ ходъ только въ случаяхъ плавокъ въ 10—15 тоннъ и не требовала увеличенія нормальнаго вѣса коксовой колоши, составлявшаго въ этомъ случаѣ всего 5,15%. Интересно, что производительность послѣдней печи составляетъ всего 4 тонны въ часъ, такъ что она работала при нормальномъ вѣсѣ коксовой колоши отъ 2,5 до 4 часовъ въ то время, какъ первая вагранка послѣ менѣе чѣмъ двухчасовой плавки уже требовала увеличенія расхода кокса выше нормы. Самъ авторъ объясняетъ разницу работы этихъ двухъ вагранокъ только тѣмъ, что въ прямоугольной вагранкѣ заправка была сравнительно больше. Такое объясненіе не выдерживаетъ никакой критики. Въ самомъ дѣлѣ, что-же мѣшало увеличить вѣсъ заправочнаго кокса первой вагранки? Вѣдь изъ подробностей описанія видно, что обѣ вагранки принадлежали одному и тому-же заводу и даже работали отъ одного и того-же вентилятора, видно также, что самъ авторъ, если не руководилъ плавкой, то во всякомъ случаѣ стоялъ очень близко къ дѣлу. Можно съ полной увѣренностью сказать, что если-бы такимъ путемъ возможно было избѣжать нарушенія правильности плавки, то автору не пришлось-бы говорить о досадномъ обстоятельстве въ трехъ мѣстахъ книги. Все дѣло, однако, объясняется гораздо проще нашей формулой, которая для вагранки № 2 даетъ:

$$A_1b = \frac{1}{2} \left( \sqrt{\frac{3,65 \cdot 0,45}{3}} - 0,080 \right) = 0,174 \text{ м.}$$

Разница слишкомъ велика, чтобы не повлечь за собою разницы въ чистотѣ работы вагранокъ. Кромѣ того 5,5 %-ная норма для вагранки № 4 могла быть вообще низкой, такъ какъ мы видѣли въ теоріи плавки, что большія вагранки требуютъ большаго количества кокса, чѣмъ малыя. Однако это обстоятельство могло имѣть вліяніе лишь на перегрѣвъ чугуна, а не на чистоту плавки.

Полагаемъ, что этого примѣра, такъ рѣзко подчеркнутаго въ литературѣ, вполне достаточно, чтобы не приводить еще примѣра изъ собственной практики пишущаго эти строки, гдѣ высота фурмъ составляла 0,250 м. и гдѣ чугунъ по временамъ также подходилъ къ нимъ, хотя расходъ кокса въ ней былъ 9,2‰.

Послѣдняя формула показываетъ, что при той-же степени форсирования процессъ плавки будетъ обезпеченъ отъ разстройства, вслѣдствіе подхода чугуна къ фурмамъ, въ тѣмъ болѣе мѣрѣ, чѣмъ больше будетъ высота шахты. Слѣдовательно и здѣсь обнаруживается благотворное вліяніе увеличенія высоты шахты.

Съ другой стороны формула (13) показываетъ, что  $A_1b$  будетъ тѣмъ

больше, чѣмъ меньше будетъ  $H_1$ . Это значитъ, что, желая избѣгнуть появленія кусковъ чугуна у фурмъ, мы *должны дать послѣднимъ по возможности меньшую высоту.*

Есть и еще одно обстоятельство, заставляющее растягивать фурмы въ горизонтальномъ направленіи, это—возможно болѣе равномерное распределение воздуха по площади шахты. Чѣмъ болѣе большой размѣръ имѣетъ фурма въ ширину, тѣмъ на большую площадь распространится дѣйствіе воздуха непосредственно по выходѣ его изъ фурмъ, тѣмъ процессъ горѣнія долженъ идти равномернѣе.

Но есть также одно чрезвычайно важное обстоятельство, требующее соблюденія условія прямо противоположнаго—это шлакованіе фурмъ.

*Шлакованіе фурмъ.* Чѣмъ меньше высота фурмы, тѣмъ скорѣе послѣдняя закроется шлакомъ, текущимъ по стѣнкѣ печи сверху внизъ по направленію высоты фурмы.

Практикѣ уже давно хорошо извѣстно это обстоятельство и потому во всѣхъ обыкновенныхъ случаяхъ, при постройкѣ вагранокъ домашними средствами, стараются избѣгать очень узкихъ, растянутыхъ въ горизонтальномъ направленіи фурмъ, придавая имъ форму или лишь слегка вытянутую въ горизонтальномъ направленіи, или квадратную, или даже растянутую въ вертикальномъ направленіи. Специальныя-же фирмы, занимающіяся постройкой вагранокъ, какъ мы уже видѣли, болѣею частью даютъ площади фурмъ очень малое сѣченіе, при которомъ узкая щелеобразная форма фурмы неизбежна.

Въ окончательномъ итогѣ всѣхъ этихъ соображеній мы имѣемъ лишь одно обстоятельство, хотя и весьма важное, говорящее противъ узкихъ вытянутыхъ въ горизонтальномъ направленіи фурмъ, тогда какъ за такую фурму говорятъ два обстоятельства. Однако, какую-бы высоту фурмы ни имѣли, чистка ихъ отъ шлака ломикомъ мало помогаетъ дѣлу, особенно при большихъ плавкахъ, поэтому даже большой поклонникъ высокихъ фурмъ, американскій опытный практикъ Э. Керка, положительно не совѣтуетъ прибѣгать къ чисткѣ ихъ, какъ къ средству, мало достигающему цѣли.

Наиболѣе-же радикальнымъ средствомъ, предохраняющимъ фурмы отъ закупориванія шлакомъ, является особая конструкція ихъ. Она состоитъ въ томъ, что фурмы отодвигаются по возможности глубже въ кладку печи, а сверху защищаются отъ дѣйствія шлака каменнымъ навѣсомъ, какъ это дѣлается, напримѣръ, въ вагранкахъ системы Krigar'a & Ihssen'a.

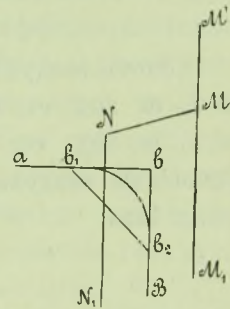
Иллюстраціей подобной конструкціи можетъ служить фиг. 4, на которой *ab* представляетъ узкую щелеобразную фурму, *bc*—каменный навѣсъ надъ нею и *AO*—линію пода вагранки.

Если мы утвердимся на этой точкѣ зрѣнія, то и послѣднее обстоятельство, т. е. необходимость защищать фурмы отъ дѣйствія насѣдающаго



на нихъ шлака, также потребуетъ суженія ихъ въ вертикальномъ направленіи. Даже болѣе того, это именно обстоятельство заставитъ насъ уменьшать еще больше самую площадь фурмы по нижеслѣдующимъ соображеніямъ, впервые понятымъ фирмой Krigar & Ihssen, которая послѣ этого сдѣлала въ своей конструкціи крутой поворотъ отъ обширныхъ фурмъ въ старыхъ печахъ къ узкимъ фурмамъ въ новыхъ.

Предоставленный самому себѣ жидкій шлакъ долженъ былъ бы стекать по направленію продолженія стѣнки  $cc^1$ , указанному на фиг. 4 линіей  $ce$ . Встрѣчая-же на своемъ пути куски кокса, онъ можетъ уклониться отъ направленія  $ce$  или влѣво—въ сторону фурмы, или вправо—по направленію къ срединѣ печи. Естественное наше желаніе направить шлакъ вправо можетъ быть исполнено лишь тогда, когда разность давленій ( $h_e - h_i$ ) спереди и сзади фурмъ будетъ имѣть не очень малое значеніе, вполне достаточное для того, чтобы отбросить капли жидкаго шлака внутрь вагранки, откуда онъ имѣетъ возможность спуститься въ горнъ печи. Въ такомъ случаѣ, по истеченіи нѣкотораго времени, шлаковая настылъ должна будетъ принять направленіе, показанное пунктирной линіей  $ce'$ . При подобномъ устройствѣ фурмъ даже послѣ весьма продолжительной плавки воздухъ имѣетъ возможность попасть въ вагранку, обогнувъ по направленію, указанному стрѣлкой, стоящее передъ нимъ препятствіе въ видѣ шлаковаго щита. Чѣмъ меньше будетъ отверстіе фурмы, тѣмъ меньшій проходъ въ шлаковой корѣ, при той-же разности давленій, потребуется для воздуха послѣ сильнаго ошлакованія вагранки.



Фиг. 4.

Вотъ въ чемъ состоитъ непонятная К. Рейну причина того, почему большія фурмы шлакуются скорѣе, чѣмъ малыя.

Прежде чѣмъ назначить необходимую для каждого отдѣльнаго случая разность давленій  $h_e - h_i$  впереди и позади фурмъ, нужно найти ея зависимость отъ площади фурмъ.

### Площадь фурмъ.

Положимъ, что на плавку одного килограмма чугуна вагранки расходуетъ  $\alpha$  kg кокса, содержащаго  $\delta$  kg. чистаго углерода на каждый свой килограммъ, такъ что на каждый килограммъ чугуна чистаго углерода придется  $\delta\alpha$  kg. Коксъ можетъ сгорѣть въ вагранкѣ не одинаково. Часть его, составляющая  $\alpha_0$  kg., можетъ сгорѣть въ  $CO_2$ , а остальная въ  $CO$ . Такъ какъ каждый килограммъ чистаго углерода при сгораніи въ  $CO_2$  расходуетъ 11,6 kg., воздуха, а при сгораніи въ  $CO$  вдвое менѣе, то расходъ воздуха, необходимаго на плавку одного килограмма чугуна, составитъ:

$$11,6 \cdot \delta \left( \alpha_0 + \frac{\alpha - \alpha_0}{2} \right) = 5,8 \delta (\alpha + \alpha_0) \text{ kg.},$$

что при нормальныхъ условіяхъ соотвѣтствуетъ:

$$\frac{5,8 \delta (\alpha + \alpha_0)}{1,3} \text{ cbm.}$$

Сюда нужно прибавить еще часть воздуха, расходуемаго на окисленіе чугуна. Выразимъ ее посредствомъ коэффициента  $\varphi$ , который такимъ образомъ всегда долженъ быть болѣе единицы.

Въ такомъ случаѣ въ вагранкѣ, плавящей  $t$  тоннъ чугуна въ часъ, секунднй расходъ воздуха будетъ:

$$\frac{5,8 \varphi \cdot \delta (\alpha + \alpha_0)}{1,3} \cdot \frac{1000 \text{ t}}{3600} \text{ cbm.}$$

Этотъ воздухъ поступаетъ изъ пространства (фурмы) съ давленіемъ  $= h_e$  м. вод. ст. въ пространство (внутренность печи) съ давленіемъ  $= h_i$  м. вод. ст. Для опредѣленія объема вступающаго при данныхъ условіяхъ воздуха имѣется, какъ извѣстно, единственная формула истеченія газа:

$$u = \varphi \cdot \sqrt{\frac{2g (h_e - h_i)}{\gamma}},$$

которая въ данномъ случаѣ можетъ быть примѣнена въ своемъ первоначальномъ видѣ, т. е. съ постояннымъ коэффициентомъ  $\varphi$ . Единственное отличіе въ примѣненіи ея къ вагранкамъ отъ обыкновенныхъ случаевъ состоитъ въ томъ, что здѣсь истеченіе газа происходитъ не въ воздухъ, а въ пространство, заполненное коксомъ и чугуномъ. Поэтому здѣсь коэффициентъ  $\varphi$  долженъ имѣть, хотя и постоянное, но иное значеніе, чѣмъ въ случаѣ истеченія газа въ воздухъ.

Такимъ образомъ, если площадь всѣхъ фурмъ соединяетъ  $f'$  квм., то

$$f' \cdot u = f' \cdot \varphi \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (h_e - h_i)} = \frac{5,8 \cdot 1000 \cdot \varphi \cdot \delta (\alpha + \alpha_0) \cdot t}{1,3 \cdot 3600}$$

или, послѣ отнесенія  $\varphi$  и  $\gamma$  къ постояннымъ,

$$f' = \frac{x \cdot \varphi \cdot \delta (\alpha + \alpha_0) \cdot t}{\sqrt{h_e - h_i}} \text{ квм.}$$

Неизвѣстный намъ пока множитель  $x$  можетъ быть опредѣленъ при посредствѣ единственнаго аппарата, каковымъ является сама вагранка. Такое опредѣленіе и было произведено пишущимъ эти строки. Такъ какъ коксъ при этихъ опытахъ былъ одинъ и тотъ-же и опыты производились



въ одной и той-же вагранкѣ, то  $\delta$  и  $\varphi$  были отнесены къ числу постоянныхъ, поэтому формула получила видъ:

$$f' = \frac{x_1 \cdot (\alpha + \alpha_0) \cdot t}{\sqrt{h_e - h_i}} \dots \dots \dots (14).$$

*Определение коэффициента  $x_1$ .* Для опредѣленія числового значенія  $x_1$ , служила одна и та-же вагранка № 22а, работавшая короткое время (отъ 0,9 до 1,5 часа). Производительность каждый разъ опредѣлялась точно, считая отъ момента появленія первыхъ капель жидкаго чугуна до момента остановки вентилятора. Чугунъ, оставшійся нерасплавленнымъ, взвѣшивался и вычитался изъ вѣса заваленнаго чугуна. Благодаря короткимъ плавкамъ колебанія  $t$  были довольно значительны въ зависимости отъ вѣса вошедшаго въ вагранку чугуна. Разность манометрическихъ показаній въ фурмахъ и внутри вагранки измѣрялась непосредственно дифференціальнымъ манометромъ. Послѣдній представлялъ собою обыкновенный водяной манометръ съ дѣленіями черезъ 2 мм. Одно колѣно его соединялось съ трубкой, проведенной внутрь вагранки, а другое съ такой-же трубкой, проведенной въ фурменную коробку. Величина площади фурмъ при этихъ наблюденіяхъ мѣнялась, для чего употреблялись вставные вкладыши. Площадь сѣченія всѣхъ фурмъ при четырехъ опытахъ составляла 1425 қсм., при пяти опытахъ—300 қсм. и при 11-ти опытахъ—240 қсм.

Такъ какъ вслѣдствіе постоянныхъ сдвиговъ кусковъ чугуна въ вагранкѣ одни проходы для газовъ закрываются, а другіе открываются, то сопротивленіе ея постоянно мѣняется. Поэтому наблюдать за дифференціальнымъ манометромъ при площади фурмъ = 1425 қсм. было не легко. Въ самомъ началѣ дутья онъ показывалъ 3—6 мм. вод. ст., черезъ три минуты предѣлы колебаній составляли уже 0 и 5 мм., а черезъ 20 минутъ давленіе остановилось на 4 мм. На этомъ показаніи онъ остановился на долгое время. Однако вода не стояла все время неподвижно. Она успокаивалась на  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  минуты и даже болѣе, потомъ вдругъ происходилъ толчекъ, жидкость въ обоихъ колѣнахъ подходила къ нулевому дѣленію, но моментально вслѣдъ за этимъ показанія опять останавливались на 4 мм. По временамъ получались даже отрицательныя давленія, доходившія до 2 и даже до 4 мм. Но это были только моменты. Затѣмъ давленіе снова останавливалось на 4 мм. Черезъ 65 минутъ послѣ начала дутья вслѣдствіе шлакованія фурмъ давленія стали колебаться между 4 и 6 мм., доходя даже до 8 мм.

Въ другіе дни колебанія мѣнялись въ предѣлахъ:

$$0-6-8, 0-2-4 \text{ и } 0-2-3-4.$$

При  $f' = 300$  қсм. картина измѣненія давленій въ общихъ чертахъ осталась такая-же. Разность давленій въ началѣ дутья была выше, затѣмъ

она опускалась на долгое время, когда колебанія происходили лишь въ узкихъ предѣлахъ, а къ концу плавки вслѣдствіе шлакованія снова начинали повышаться. Вотъ для примѣра показанія манометра за одинъ день. Въ началѣ оно было 88 мм., въ серединѣ: 84, 80, 85 и 92 мм., а къ концу плавки: 96, 93 и 100 мм. Но въ разные дни показанія манометра были неодинаковы. Если среднее давленіе для одного дня было 80—85 мм., то для другого оно составляло 120 мм., для третьяго—93 мм., для четвертаго и пятаго—115 мм.

При  $f = 240$  қсм. колебанія въ разные дни мѣнялись еще въ болѣе широкихъ предѣлахъ. Здѣсь онѣ мѣнялись такъ: 85, 100, 100, 160, 190, 190, 160, 205, 225, 145 и 160. Въ теченіе одного дня законъ измѣненія колебаній оставался тотъ-же самый, что и въ первыхъ двухъ случаяхъ: болѣе высокія, въ началѣ дутья, давленія потомъ понижались до нормальныхъ, на которыхъ и останавливались довольно долгое время, а къ концу плавки снова повышались. Вотъ для примѣра показанія одного дня: 205, 195, 195, 190, 192, 192, 190, 189, 208 и 260. Такимъ образомъ среднія колебанія въ разные дни при  $f = 300$  қсм. мѣнялись отъ 80 до 120 мм., а при  $f = 240$  қсм. отъ 85 до 225 мм. Причина этого обстоятельства состоитъ, очевидно, въ томъ, что при малыхъ фурмахъ на свободную площадь ихъ оказываетъ сильное вліяніе величина и форма кусковъ кокса, располагающихся передъ ними. Вліяніе это тѣмъ больше, чѣмъ меньше сѣченіе фурмы.

Хотя приведенныя цифры и мало согласуются между собою, но ими всетаки придется воспользоваться. Таковъ ужъ здѣсь законъ и ничего лучшаго мы не найдемъ. Впрочемъ, если мы выведемъ среднее значеніе  $x_1$  изъ второй серіи опытовъ, то результаты получаются вполнѣ удовлетворительные. Эта серія къ тому-же наиболѣе пригодна для данной цѣли, такъ какъ здѣсь колебанія въ разные дни были не такъ чувствительны, а величины разностей давленій были вполнѣ удобны для отчетовъ.

Такъ какъ расходъ кокса на плавку составлялъ  $7,5\%$ , то, полагая  $\alpha_0 = 0,05$ , получимъ  $\alpha + \alpha_0 = 0,125$ , поэтому

$$x_1 = \frac{0,0300 \sqrt{h_e - h_i}}{0,125 \cdot t} = \frac{0,24}{t} \cdot \sqrt{h_e - h_i}$$

Производительность, соотвѣтствовавшая вышеприведеннымъ разностямъ давленій, въ послѣдовательномъ порядкѣ была: 4,75; 5,50; 4,75; 5,40 и 5,30 тоннъ.

Вычисляя по этимъ даннымъ  $x_1$  для пяти случаевъ, получимъ: 0,01475; 0,0151; 0,01535; 0,0151 и 0,01535. Среднее ихъ значеніе  $= 0,0151$ , поэтому

$$f = \frac{0,0151 (\alpha + \alpha_0) \cdot t}{\sqrt{h_e - h_i}} \dots \dots \dots (14').$$



Опредѣляя по этой формулѣ разность давленій при средней производительности для перваго случая ( $f = 1425$  qcm.), получаемъ:

$$h_e - h_i = \left( \frac{0,0151 \cdot 0,125 \cdot 4,75}{0,1425} \right)^2 = 0,004 \text{ м.},$$

что вполне точно согласуется съ наблюденіями.

Для послѣдняго-же случая разность давленій при средней производительности будетъ:

$$h_e - h_i = \left( \frac{0,0151 \cdot 0,125 \cdot 4,75}{0,0240} \right)^2 = 0,140 \text{ м.},$$

что также близко къ среднему значенію наблюденныхъ величинъ и вполне отвѣчаетъ десятой плавкѣ, когда производительность въ точности была равна средней величинѣ.

Теперь слѣдовало-бы вывести въ видѣ отдѣльныхъ множителей коефіціентъ  $\varphi$  и содержаніе углерода въ коксѣ  $\zeta$ . Но это лишь усложнило-бы нашу формулу, не придавъ ей болѣе точности, а потому будемъ считать эти множители для всѣхъ вагранокъ постоянными, тѣмъ болѣе, что площадь фурмъ не представляетъ собою такого элемента, который въ послѣдствіи было-бы трудно измѣнить.

Такъ какъ для всѣхъ обыкновенныхъ вагранокъ производительность вполне удовлетворительно выражается формулой (7), то для нихъ

$$f = 0,0755 \cdot (\alpha + \alpha_0) \cdot F^{2/3} \cdot \sqrt{\frac{H \cdot h_i}{h_e - h_i}}$$

или, при постоянной для всѣхъ ихъ степени форсированія  $= 0,115$ ,

$$f = \frac{0,0256 (\alpha + \alpha_0) \cdot F^{2/3} \cdot H}{\sqrt{h_e - h_i}},$$

откуда

$$\frac{f}{F} = \frac{0,0277 (\alpha + \alpha_0) \cdot H}{D^{2/3} \sqrt{h_e - h_i}} \dots \dots \dots (15)$$

Это выраженіе показываетъ намъ, что даже послѣ столькихъ упрощеній отношеніе  $\frac{f}{F}$  не имѣетъ того простого вида, въ какомъ принято его представлять.

Для вновь строящихся, правильно рассчитанныхъ, вагранокъ мы не должны ожидать болѣе большого расхода кокса, чѣмъ 7,65%, а потому для нихъ  $\alpha + \alpha_0 = 0,1265$  и

$$\frac{f}{F} = \frac{0,0035 \cdot H}{D^{2/3} \sqrt{h_e - h_i}} \dots \dots \dots (15')$$

Если-же вагранка рассчитана по приведеннымъ выше формуламъ, то  $H = 4 D^2/3$  и

$$\frac{f}{F} = \frac{0,014}{\sqrt{h_e - h_i}} \dots \dots \dots (15'')$$

### Предѣльные значенія площади фурмъ и разности давленій.

Задавшись опредѣленной разностью давленій  $h_e - h_i$ , мы по формулѣ (15'') можемъ вычислить соответствующую ей площадь фурмы. При значительной свободѣ выбора этой разности, здѣсь всетаки должны быть нѣкоторые предѣлы, которые необходимо установить заранее.

Прежде всего установимъ низшій предѣлъ этой разности. Онъ соответствуетъ тому случаю, когда площадь сѣченія фурмъ равна площади живого сѣченія вагранки. Къ этому случаю примѣнима лишь общая формула течения газа по трубамъ, а не формула истечения. Кромѣ того дѣлать площадь фурмъ выше этого предѣла не имѣетъ никакого смысла. Низшій предѣлъ для  $h_e - h_i$  долженъ быть высшимъ предѣломъ для  $f$ , поэтому

$$f_{\max} = \omega = \omega_1 \cdot F,$$

откуда

$$\left(\frac{f}{F}\right)_{\max} = \omega_1,$$

а вставивъ вмѣсто  $\omega_1$  ея выраженіе, получимъ:

$$\left(\frac{f}{F}\right)_{\max} = 1 - \left[ \frac{H_0}{H} + \frac{\delta_e}{7,2} \left(1 + \frac{p}{10}\right) \right]$$

Для вагранки № 22а отношеніе  $\frac{H_0}{H} = 0,06$ , средняя плотность чугуна  $\delta_e = 1,68$ ,  $p = 7,5$ , поэтому для нея

$$\left(\frac{f}{F}\right)_{\max} = 1 - \left[ 0,06 + \frac{1,68 \cdot 175}{7,2} \right] = 0,53. ^1)$$

Этотъ предѣлъ какъ разъ соответствуетъ высшему практическому предѣлу, установленному Ледебуромъ. Будемъ считать поэтому, что

$$\frac{f}{F} \leq 0,5.$$

Этотъ предѣлъ потомъ послужить къ ограниченію разности давленій съ низшей стороны. За первымъ ограниченіемъ разности  $h_e - h_i$  должно послѣдовать и второе.

<sup>1)</sup> Къ тому-же самому числу для площади живого сѣченія, а именно:  $\omega = 0,5 F$ , приходятъ А. Мессершмидтъ и Г. Будекъ въ своихъ послѣднихъ названныхъ выше статьяхъ.



Очевидно, что эта разность не можетъ быть задаваема вполне произвольно для любой вагранки, такъ какъ разность, годная для вагранки № 1 табл. II, не годится для вагранки № 35. Существенное различіе между этими двумя печами состоитъ въ томъ, что воздухъ отъ фурмы до середины вагранки въ первой изъ нихъ проходитъ 0,25 м., а во второй 1,5 м. Если мы пожелаемъ, чтобы онъ достигалъ въ обоихъ случаяхъ середины печи, то мы должны будемъ сообщить ему разныя скорости, опредѣляемыя соотвѣтствующими разностями давленій.

При назначеніи скоростей могутъ служить слѣдующія соображенія. По выходѣ изъ фурмы воздухъ устремляется въ промежутки между кусками кокса, расположенными непосредственно противъ фурмы. Промежутки эти могутъ быть представлены въ видѣ системы трубокъ. Положимъ, что площадь сѣченія каждой такой трубки =  $\omega_0$ . Очевидно, что  $\omega_0$  должна находиться въ зависимости отъ величины кусковъ кокса. Если  $D_1$  есть діаметръ вагранки, измѣренный по направленію средней линіи фурмы, то длина трубки =  $\frac{D_1}{2}$ . Средняя скорость воздуха на этомъ пути опредѣлится формулой Лоренца:

$$U_m = \frac{k \cdot \sqrt{2} \cdot \omega_0^{1/3}}{D_1^{1/2}} \sqrt{\frac{2gh'}{\gamma}},$$

гдѣ  $h' = h_e - h_i$  есть потеря давленія на пути  $\frac{D_1}{2}$ . Это значить, что по направленію къ срединѣ печи скорость будетъ убывать въ отношеніи  $\frac{\omega_0^{1/3}}{D_1^{1/2}}$ .

Слѣдовательно при той-же начальной скорости воздуха средняя его скорость будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше будетъ діаметръ печи. Наше скромное желаніе не пойдетъ дальше того, чтобы среднія скорости на этомъ пути во всѣхъ вагранкахъ оставались постоянными. Для этого начальная скорость въ разныхъ вагранкахъ должна мѣняться въ отношеніи  $\frac{D_1^{1/2}}{\omega_0^{1/3}}$ , что будетъ имѣть мѣсто тогда, когда разность давленій  $h_e - h_i$  будетъ измѣняться пропорціонально выраженію:  $\left(\frac{\mu' \cdot D_1^{1/2}}{\omega_0^{1/3}}\right)^2$ , въ которомъ  $\mu'$  есть постоянное число.

Такимъ образомъ

$$h_e - h_i = \frac{\mu'^2}{\omega_0^{2/3}} \cdot D_1.$$

Хотя площадь ( $\omega_0$ ) просвѣтовъ между кусками кокса опредѣляется величиною и формою ихъ, но, въ виду случайности этой зависимости, мы можемъ считать ее постоянной, полагая  $\frac{\mu'^2}{\omega_0^{2/3}} = \mu^2$ , при чемъ

$$h_e - h_i = \mu^2 \cdot D_1 \dots \dots \dots (16)$$

Вотъ какъ должна измѣняться разность давленій въ рационально устроенныхъ фурмахъ.

Вставляя это выраженіе въ уравненіе (15''), получимъ:

$$\frac{f}{F} = \frac{0,014}{\mu \sqrt{D_1}} \dots \dots \dots (17)$$

Слѣдовательно отношеніе  $\frac{f}{F}$  съ возрастаніемъ діаметра  $D_1$  должно убывать и наоборотъ. Наибольшее отношеніе  $\frac{f}{F} = 0,5$  должно поэтому соответствовать наименьшему діаметру вагранки. Самая маленькая изъ существующихъ вагранокъ описана Е. Molérat <sup>1)</sup>. У нея  $D = D_1 = 0,40$ . Поэтому наименьшій предѣлъ  $\mu$  опредѣлится изъ выраженія:

$$\mu_{\min} = \frac{0,014}{0,5 \sqrt{0,4}} = 0,0444.$$

Слѣдовательно

$$(h_e - h_i)_{\min} = 0,002 D_1 \dots \dots \dots (16')$$

Наименьшаго значенія отношеніе  $\frac{f}{F}$  не имѣетъ. За таковое мы примемъ наименьшую величину, допускаемую въ практикѣ. Оно употребляется фирмой Sturtevant и  $= 0,011$ . Этотъ практический minimum мы отнесемъ къ наибольшей извѣстной намъ вагранкѣ № 35, у которой  $D_1 = 3,076$ .

Слѣдовательно

$$\mu_{\max} = \frac{0,014}{0,011 \sqrt{3,076}} = 0,725,$$

чему соответствуетъ

$$(h_e - h_i)_{\max} = 0,525 D_1.$$

Этотъ предѣлъ безусловно высокъ. Такъ какъ истину всегда нужно искать на срединѣ между двумя крайностями, то мы и остановимся на среднемъ значеніи:

$$\mu_m = \frac{0,725 + 0,0444}{2} = 0,385,$$

при которомъ

$$h_e - h_i = 0,148 D_1 \dots \dots \dots (16_m)$$

Этимъ числомъ мы, повидимому, удовлетворимъ всѣмъ требованіямъ практики. На немъ мы сойдемся съ С. Н. Jäger'омъ, который для малыхъ вагранокъ принимаетъ  $h_e - h_i = 0,100$  м., а для большихъ 0,200 м. и съ С. Rein'омъ, который назначаетъ для малыхъ вагранокъ 0,100, для

<sup>1)</sup> Manuel du fondeur-mouleur en fer. 1895.



среднихъ 0,150 и для большихъ 0,250 м. вод. ст. Съ послѣднимъ мы сойдемся даже очень близко. Для этого нужно вспомнить, что въ вагранкахъ, рассчитанныхъ по нашимъ формуламъ,

$$t = 5,9 D^2.$$

Вставивъ изъ этого уравненіе вмѣсто  $D$  его величину въ формулу (17), получимъ.

$$\frac{f'}{F'} = \frac{0,014}{0,385} \sqrt[4]{\frac{5,9}{t}} = \frac{0,567}{\sqrt[4]{t}} \dots \dots \dots (17')$$

Если вычислимъ по этой формулѣ отношеніе  $\frac{f}{F}$  для  $t = 3,5$  и 10 тоннамъ, то получимъ послѣдовательно

$$\frac{1}{23,1} \quad \frac{1}{26,3} \quad \text{и} \quad \frac{1}{31,3}$$

Для этихъ-же вагранокъ С. Rein вычислялъ такія отношенія:

$$\frac{1}{20,2} \quad \frac{1}{24,3} \quad \text{и} \quad \frac{1}{31,3}$$

Согласіе почти полное, но только до этого пункта, а дальше мнѣнія наши разойдутся, такъ какъ необходимость степени сжатія, вычисленной при  $\mu = 0,385$ , можетъ подлежать сомнѣнію.

Отношенія  $\frac{f}{F}$ , вычисленные при  $\mu = 0,385$  для 11 рассчитанныхъ нами ранѣе вагранокъ, помѣщены въ табл. VIII.

Т А Б Л И Ц А VIII.

$D$ . . . .	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,500	2,000
$f:F$ . . . .	0,0515	0,0470	0,0435	0,0407	0,0384	0,0364	0,0347	0,0332	0,0319	0,0297	0,0257
$f:F$ . . . .	1:19,4	1:21,3	1:23	1:24,6	1:26	1:27,5	1:28,8	1:30,1	1:31,3	1:33,6	1:39

Послѣдней работой о вагранкахъ какъ сказано выше, является статья Г. Буцека <sup>1)</sup>, который при расчетѣ фурмъ задается скоростями воздуха въ нихъ, полагая 30 м. для малыхъ вагранокъ, 45 м. для среднихъ и 60 м. для большихъ. Вычисленные имъ при этихъ скоростяхъ отношенія  $\frac{f}{F}$  соответственно равны 1:15; 1:22,5 и 1:30, что вполне согласуется съ

<sup>1)</sup> G. Buzek. Die Luftmenge und ihre Bedeutung für den Bau und Betrieb der Kupolöfen. Stahl und Eisen. 1910. № 14.

табл. VIII съ той лишь разницей, что у него нѣтъ послѣдовательнаго измѣненія этихъ отношеній, какъ въ табл. VIII.

Многимъ, однако, такія фурмы покажутся слишкомъ тѣсными и перерасходъ силы на сжатіе въ нихъ воздуха очень большимъ, особенно въ большихъ печахъ, которыя переходятъ въ вагранки системы Krigar'a & Ihssen'a. Выше мы видѣли, что если фурмы основательно защищены отъ дѣйствія шлака, то ничто не обязываетъ насъ держаться этаго предѣла. На протяженіи отъ 0,385 до 0,0444 для  $\mu$  есть еще достаточно простора, которымъ можно пользоваться безъ вреда для хода плавки. Но отношеніе между крайними предѣлами заданій теперь составляетъ уже не 45,5, какъ въ практическихъ предѣлахъ, а всего лишь

$$0,385 : 0,0444 = 8,7.$$

Очевидно, что и въ этихъ сравнительно узкихъ предѣлахъ полного произвола въ выборѣ множителя  $\mu$  не можетъ быть. Послѣднимъ основаніемъ при выборѣ этаго множителя должна служить продолжительность плавки.

Главнѣйшей причиной, заставляющей насъ сжимать воздухъ въ фурмахъ, является шлакованіе ихъ. Но этотъ процессъ начинается лишь послѣ извѣстнаго промежутка времени. Затѣмъ онъ можетъ причинить тѣмъ больше непріятностей, чѣмъ дольше продлится плавка, такъ какъ при большихъ плавкахъ кромѣ самой продолжительности процесса шлакованія могутъ встрѣтиться и всякія случайности. Вслѣдствіе этого малая плавки мы можемъ вести вполне безнаказанно при какихъ угодно просторныхъ фурмахъ, даже не защищенныхъ отъ дѣйствія шлака. На большихъ-же плавкахъ мы должны принимать всѣ зависяшія отъ насъ мѣры, чтобы провести ихъ чисто до самаго конца. Такихъ конструктивныхъ мѣръ, какъ мы видѣли, имѣются всего двѣ: защита фурмы отъ шлака и сжатіе въ ней воздуха. Изъ всего этого слѣдуетъ тотъ естественный выводъ, что сжатіе воздуха въ фурмахъ или, точнѣе выражаясь, разность давленій  $h_e - h_i$  должна измѣняться въ зависимости отъ продолжительности плавки. Если продолжительность плавки (въ часахъ) назовемъ  $\tau$ , то разность давленій должна опредѣляться формулой:

$$h_e - h_i = 0,0444 \sqrt{\tau D_1} \dots \dots \dots (18)$$

или

$$\mu = 0,0444 \sqrt{\tau} \dots \dots \dots (19)$$

Такъ какъ при постройкѣ какой угодно вагранки заранѣе нельзя сказать, что она будетъ плавить всегда менѣе двухъ часовъ, то практическій minimum для  $\mu$  долженъ быть:  $\mu'_{min} = 0,0627$ , чему соотвѣтствуетъ отношеніе:

$$\frac{f}{F} = \frac{0,224}{\sqrt{D_1}} \dots \dots \dots (20)$$



Большихъ фурмъ ни въ какихъ вагранкахъ дѣлать не слѣдуетъ, для этого нѣтъ рѣшительно никакихъ основаній. Потеря давленія здѣсь ничтожна. (Она опредѣляется формулой:  $h_e - h_i = 0,004 D_1$ ).

Фурмы, рассчитанныя по формулѣ (20), уже не покажутъ намъ такихъ сюрпризовъ, какъ вагранка № 4. Для нея при предѣльномъ значеніи  $\mu = 0,0627$  отношеніе  $\frac{f}{F} = 0,218$ , а  $f = 0,189$  qm. вмѣсто 0,24 qm., которые она имѣетъ теперь. Если въ этомъ отношеніи убавить высоту фурмы, то она будетъ:  $0,30 \cdot \frac{0,189}{0,24} = 0,236$ . Въ такомъ случаѣ

$$A_1 b = \frac{1}{2} \left( \sqrt{\frac{3,18 \cdot 0,30}{3}} - 0,236 \right) = 0,045 \text{ m,}$$

и вагранка уже не будетъ въ такой мѣрѣ страдать тѣмъ недугомъ, какимъ она страдаетъ теперь. Еще лучше, конечно, убавить высоту фурмы, увеличивъ ея ширину.

Разсчитанныя по формулѣ (20) для 9 вагранокъ отношенія  $\frac{f}{F}$  помѣщены въ табл. IX.

Т А Б Л И Ц А IX.

$D$ . .	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,250	1,500	2,000
$f : F$ .	0,317	0,290	0,268	0,250	0,236	0,224	0,200	0,183	0,158
$f : F$	1 : 3,15	1 : 3,45	1 : 3,73	1 : 4,00	1 : 4,23	1 : 4,46	1 : 5,00	1 : 5,45	1 : 6,33

Если мы просмотримъ таблицу II, въ которой приведено не мало хорошихъ вагранокъ, то придемъ къ заключенію, что для печей, работающих не свыше 5-ти часовъ, повидимому, вполне можно остановиться на этомъ предѣлѣ, употребляя въ случаѣ надобности закладки, соотвѣствующія  $\tau = 4$  или 3.

Въ непрерывно дѣйствующихъ вагранкахъ врядъ-ли слѣдуетъ задавать значеніе  $\tau$  больше 24, чему соотвѣтствуетъ  $\mu = 0,217$ , такъ какъ вагранка, проработавшая съ успѣхомъ 24 часа, навѣрное проработаетъ съ меньшимъ успѣхомъ и 6 сутокъ. Больше-же 48 часовъ задавать во всякомъ случаѣ не слѣдуетъ. Этому соотвѣтствуетъ  $\mu = 0,0307$ . Значенія  $\frac{f}{F}$ , вычисленныя для 9 вагранокъ при  $\tau = 24$ , помѣщены въ таблицѣ X.

Т А Б Л И Ц А X.

$D$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	2,5	3,0
$f:F$	0,0645	0,0612	0,0587	0,0565	0,0545	0,0525	0,0455	0,0407	0,0372
$f:F$	1:15,5	1:16,3	1:17	1:17,7	1:18,3	1:19	1:22	1:24,5	1:26,8

И такъ въ концѣ концовъ предѣлы произвола въ выборѣ площади фурмъ самымъ естественнымъ образомъ сузились до отношенія  $\sqrt{24:2} = 3,47$  вмѣсто 45,5 по даннымъ практики. Но этого и нельзя назвать предѣлами. Это собственно есть только дѣленіе вагранокъ на двѣ совершенно различныя категоріи: съ короткими плавками и съ очень длинными плавками. Для каждой же изъ этихъ категорій увеличивать отношеніе  $\frac{f}{F}$  болѣе, чѣмъ въ  $\sqrt{2:1} = 1,41$  раза противъ предѣльнаго, пожалуй, нѣтъ никакихъ основаній.

#### Относительные размѣры фурмъ.

Выше былъ указанъ тотъ вредъ, какой приносятъ фурмы слишкомъ растянутыя въ высоту. Но кромѣ этого такія фурмы и воздухъ распределяютъ по площади сѣченія шахты гораздо хуже, чѣмъ фурмы, вытянутыя въ горизонтальномъ направленіи. По законамъ эстетики самымъ изящнымъ прямоугольникомъ является тотъ, стороны котораго относятся какъ 1:  $\sqrt{2}$ . Поклонники высокихъ фурмъ могли-бы успокоиться на этомъ и не давать своимъ фурмамъ болѣе высоты, чѣмъ  $\sqrt{\frac{f}{2}}$ . Но никогда не нужно упускать изъ виду формулы (13) и гдѣ возможно растягивать фурмы болѣе въ горизонтальномъ направленіи, что опять таки дѣлается съ тѣмъ болѣе большимъ успѣхомъ, чѣмъ дальше фурмы отодвинуты къ наружной стѣнкѣ вагранки.

Высота фурмы можетъ быть выражена той-же формулой, какой мы выражали высоту  $H$  шахты и высоту  $H'_0$ , т. е.

$$H_1 = b_2 \cdot D^{2/3},$$

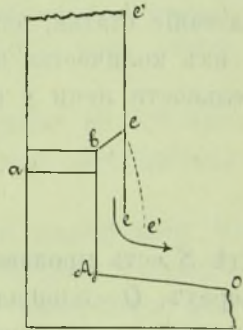
полагая въ ней  $b_2 = 0,05 - 0,075$  при сильномъ сжатіи въ фурмахъ, соответствующемъ напр.  $\mu = 0,385$  (см. табл. VIII),  $b_2 = 0,10$  при среднемъ сжатіи и  $b_2 = 0,15$  при слабѣмъ (см. табл. IX). При постройкѣ новой вагранки лучше однако въ первомъ случаѣ принимать  $b_2 = 0,10$ , а въ двухъ послѣднихъ  $b_2 = 0,15$ . Во время-же плавки можно пользоваться соответствующими закладками.



### Число рядовъ фурмъ и число фурмъ.

Число рядовъ фурмъ, повидимому, не должно превышать одного, такъ какъ вагранки съ однорядными фурмами работаютъ великолѣпно. Огромныя непрерывно работающія вагранки №№ 35, 36 и 37 имѣютъ только по одному ряду фурмъ, также какъ и вагранки №№ 1, 2 и 4. Кромѣ того для устройства второго ряда фурмъ ниже плавильнаго пояса нѣтъ рѣшительно никакихъ основаній, такъ какъ  $CO_2$  подвергается разложению уже по выходѣ изъ плавильнаго пояса. Тамъ можетъ быть и найдется гдѣ-нибудь мѣсто для второго ряда фурмъ. Разстояніе между осями фурмъ по окружности шахты въ хорошо работающихъ вагранкахъ измѣняется отъ 0,4 — 0,5 до 0,8 м. Этимъ опредѣляется число фурмъ.

**Направленіе фурменныхъ осей.** Положимъ, что  $ab$  (фиг. 5) представляетъ среднюю линію фурмы.  $MN$ —каменный навѣсъ передъ фурмой, а  $MM_1$  — шлаковую ширму, образовавшуюся послѣ продолжительной плавки. Направленіе средней линіи воздушной струи должно представиться въ такомъ случаѣ ломаной линіей  $abB$ . При подобныхъ переходахъ отъ одного направленія въ другое, въ видахъ уменьшенія потери давленія, часть трубы изгибается обыкновенно въ видѣ колѣна, какъ показано на фиг. дугою  $b_1b_2$ . Если-же почему-либо бываетъ нельзя примѣнить изогнутое колѣно, то предпочитаютъ лучше сдѣлать ломанное  $ab_1b_2B$ , чѣмъ дать возможность струѣ воздуха ударяться о стѣнку, расположенную перпендикулярно къ направленію ея движенія. Не имѣя возможности направить струю по выходѣ изъ отверстія фурмы по дугѣ круга, мы съ цѣлью возможнаго уменьшенія потери давленія должны были-бы дать оси фурмы направленіе, представленное ломанною линіей  $b_1b_2$ , т. е. расположить ее подъ угломъ  $45^\circ$  къ горизонтальной линіи. Такъ должна быть расположена ось фурмъ послѣ образованія непроницаемаго шлаковаго щита. До образованія-же его сжатая воздушная струя имѣетъ своимъ назначеніемъ отбрасывать жидкія капли шлака внутрь вагранки. Ясно, что струя исполнитъ это назначеніе лучше, когда она будетъ направлена по горизонтальной линіи  $ab_1$ . Желая-же по возможности удовлетворить обоимъ условіямъ, мы должны расположить ось подъ угломъ, составляющимъ  $22\frac{1}{2}^\circ$  съ горизонтальной линіей. Для постепеннаго сжатія струи можно нижнюю плоскость наклонить подъ угломъ  $15^\circ$  къ горизонтальной плоскости, а верхнюю подъ угломъ  $30^\circ$ , при чемъ средняя линія фурмы и будетъ наклонена какъ разъ подъ угломъ  $22\frac{1}{2}^\circ$  къ горизонту.



Фиг. 5.

Наклонъ фурменнымъ осямъ дается и съ другою цѣлью. При отсутствіи передняго горна иногда случается, что шлакъ поднимается до самыхъ фурмъ и при недосмотрѣ заполняетъ фурменные коробки и коль-

цевые барабаны. Въ случаѣ-же наклонныхъ фурмъ является возможность, слѣдя за постепеннымъ подъемомъ шлака, избѣжать этой неприятности.

Остальныхъ данныхъ, необходимыхъ для постройки новой печи, мы здѣсь касаться не будемъ, такъ какъ онѣ уже выяснены съ достаточной полнотой литературой, посвященной вагранкѣ, разросшейся за послѣдніе годы до значительныхъ размѣровъ. Особенно детально разработаны эти данныя въ статьѣ А. Messerschmitt'a: „Bau der Kupolöfen, Schmelzvorgang und Begichtung“ <sup>1)</sup>. Изъ русскихъ-же руководствъ особаго вниманія въ этомъ отношеніи заслуживаетъ капитальная книга проф. В. Кнаббе: „Чугуно-литейное дѣло“. При опредѣленіи-же основныхъ размѣровъ по формуламъ этой книги могутъ произойти большія ошибки.

Въ заключеніе не лишнее будетъ привести весьма любопытную параллель. Уже по окончаніи этой работы появилась новая статья о вагранкѣ, принадлежащая G. Buzek'у подъ названіемъ: „Die Luftmenge und ihre Bedeutung für den Bau und Betrieb der Kupolöfen“ <sup>2)</sup>. Какъ показываетъ названіе статьи, авторъ ея исходитъ не изъ уравненія теплового баланса, а изъ количества воздуха, вдуваемого въ вагранку. Уравненіе производительности печи у него имѣетъ весьма простой видъ:

$$S = \frac{600Q}{k},$$

гдѣ  $S$  есть производительность печи, выраженная въ метрическихъ центнерахъ,  $Q$ —площадь сѣченія шахты вагранки и  $k$  расходъ кокса, выраженный въ процентахъ отъ вѣса заваливаемого чугуна. По переходѣ къ нашимъ обозначеніямъ это уравненіе приводится къ виду:

$$t = \frac{60F}{p} = \frac{47 D^2}{p}.$$

Отсюда при 8 %-мъ расходѣ кокса получаемъ:

$$t = 5,9 D^2,$$

т. е. то-же самое уравненіе, къ которому выше пришли и мы. Поэтому цифры нашей таблицы VII и его таблицы 9 при 8 %-мъ расходѣ кокса вполне совпадаютъ. Но этотъ пунктъ представляетъ почти единственное совпаденіе въ двухъ работахъ.

Путь исчисленія производительности печи въ зависимости отъ количества вдуваемого воздуха очень хорошо извѣстенъ и пишущему эти строки, который въ началѣ своихъ поисковъ также пытался положить

<sup>1)</sup> Stahl und Eisen. 1909. №31.

<sup>2)</sup> Stahl und Eisen. 1910. № 9.



его въ основаніе своихъ выводовъ, но долженъ былъ отказаться отъ него въ виду невозможности объяснить полученными формулами работы многихъ вагранокъ. Такъ, напримѣръ, для вагранки № 13 табл. II формула Буцека дастъ:  $= \frac{47.1^2}{4,6} = 10,2$  тонны. Эта производительность въ  $\frac{10,2}{3} = 3,4$  *раза больше* показанной практикой. Для вагранки-же № 24 вычисленная производительность = 0,89 тонны, въ 3,74 *раза меньше* показанной практикой. Происходитъ это, конечно, потому, что производительность печи опредѣляется не однимъ только количествомъ воздуха, вдуваемаго въ вагранку, а именно теплотой, оставляемой въ ней газами.

Для опредѣленія высоты шахты онъ даетъ особыя формулы. Вычисленные по его даннымъ высоты шахты для 9 вагранокъ приводятся въ табл. XI.

Т А Б Л И Ц А XI.

<i>D</i>	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	2,000
<i>H</i>	2,718	3,264	3,804	4,350	4,890	5,442	5,982	6,534	10,918

Не трудно удостовѣриться, что эти числа, полученные на основаніи трехъ формулъ, гораздо легче могутъ быть опредѣлены посредствомъ одной простой формулы:  $H = 5,44 D$ .

Сличая эти высоты съ соотвѣтствующими числами нашей табл. VII и съ числами табл. II, мы ясно видимъ, что высоты Буцека слишкомъ велики. А такъ какъ кромѣ того и для фурмъ онъ назначаетъ очень малые размѣры ( $\frac{f}{F} = \frac{1}{15}$  для малыхъ вагранокъ,  $\frac{1}{22,5}$  для среднихъ и  $\frac{1}{30}$  для большихъ), то вагранки, построенныя по его даннымъ, потребуютъ на приведеніе ихъ въ дѣйствіе огромнаго, ничѣмъ не оправдываемаго, расхода силы. Но этого мало. Въ теоріи плавки нами было высказано подозрѣніе, въ силу котораго можно опасаться, что чрезмѣрное увеличеніе высоты шахты можетъ повлечь за собою разложеніе углекислоты еще въ поясѣ горѣнія. Этого соображенія упускать изъ виду также не слѣдуетъ.

Производительность же печей, рассчитанныхъ по формуламъ Буцека, во всякомъ случаѣ будетъ въ  $\sqrt{\frac{5,44D}{4D^2}} = 1,167 D^{1/2}$  *раза болѣе*, чѣмъ онъ предполагаетъ.

Оканчивая статью, считаемъ нужнымъ обратиться къ русскимъ техникамъ съ просьбой заняться серьезной провѣркой формулы (7), а если возможно, то и (5). Хотя въ таблицѣ II приведено уже много случаевъ, подтверждающихъ справедливость этихъ формулъ, но десятковъ-другой

новыхъ тщательно обследованныхъ вагранокъ, во всякомъ случаѣ, лишними не будутъ.

Лица, сами не желающія почему-либо напечатать результатовъ этой провѣрки, могутъ переслать необходимыя данныя автору статьи, адресъ котораго извѣстенъ редакціи, а также правленію общества технологовъ (СПБ., Николаевская, № 29). Для пополненія таблицы II требуется очень немного данныхъ:  $D$ ,  $h$ ,  $t$ ,  $H$ ,  $f$  и  $p$  (а при возможности и  $\delta_e$ ), но данныя эти должны быть вполнѣ надежны и во всемъ соответствовать указаніямъ, сдѣланнымъ въ своемъ мѣстѣ. Еще лучше, конечно, имѣть эскизы вагранокъ. Весь присланный матеріалъ будетъ принятъ съ благодарностью и при случаѣ обработанъ и опубликованъ для общей пользы.



## О ЗАВОДСКИХЪ ПЕЧАХЪ И ПРОЦЕССАХЪ.

Горн. Инж. Б. Н. Померанцева.

### Классификація печей.

Все заводскія печи обыкновенно дѣлятся на двѣ группы: печи шахтныя и отражательныя. Это раздѣленіе обусловлено нехарактерными признаками; можно напримѣръ себѣ представить шахтную печь, въ которой руда и горючее грузятся отдѣльно и топка отдѣлена отъ рабочаго пространства; можно также представить себѣ отражательную печь, въ которой руда и горючее загружаются вмѣстѣ и въ которой пламя не отражается отъ свода печи.

Такое раздѣленіе во-первыхъ неполно, такъ какъ не обнимаетъ всѣхъ печей, примѣняемыхъ въ заводской практикѣ (къ какому классу, напримѣръ, отнести корытообразный конверторъ современной конструкции для мѣдной плавки), во-вторыхъ, по предыдущему, неясно, и въ-третьихъ, основано на внѣшнемъ признакѣ, такъ что не имѣетъ въ себѣ элемента внутренней необходимости.

Цѣлью каждой заводской печи, какъ тепловаго прибора, является возможно полное использование тепла сжигаемаго въ ней горючаго. Для достиженія этого, горючее должно сжигаться при условіи полного горѣнія, т. е. съ выдѣленіемъ всего тепла, которое оно способно развить при горѣніи (слѣдовательно продукты горѣнія не должны заключать въ себѣ способныхъ горѣть составныхъ частей), при этомъ конструкція печи должна быть такова, чтобы по возможности все тепло развиваемое горѣніемъ, оставалось въ рабочемъ пространствѣ печи, т. е. чтобы продукты горѣнія выходили изъ печи при температурѣ, близкой къ температурѣ наружнаго воздуха и чтобы печь была компактной (т. е. чтобы на единицу горючаго поверхность печныхъ стѣнокъ, излучающихъ тепло, была наименьшей).

Кромѣ того для достиженія высокихъ температуръ, необходимыхъ для металлургическихъ процессовъ, горючее должно сжигаться съ наименьшимъ избыткомъ воздуха, сверхъ теоретически необходимаго.

Нормальная классификація печей поэтому должна быть основана на

различіи печей въ способахъ утилизаціи ими тепла и характеризовать ихъ какъ печи полнаго и неполнаго горѣнія, печи утилизирующія въ рабочемъ пространствѣ тепло продуктовъ горѣнія или не утилизирующія его (печи регенеративныя и нерегенеративныя), наконецъ, какъ печи способныя сжигать горючее съ теоретическимъ количествомъ воздуха или съ его избыткомъ.

Замѣтимъ, что всѣ современныя шахтныя печи суть печи неполнаго горѣнія, такъ какъ горячіе продукты горѣнія приходятъ въ соприкосновеніе въ верхнихъ частяхъ шахты съ горючимъ при чемъ раскисляются. Въ этомъ отношеніи даже печи Pyrite Smelters должны быть признаны печами неполнаго горѣнія. Въ такихъ печахъ продукты горѣнія содержатъ свыше 60 % всей сѣры руды, слѣдовательно заключаютъ въ себѣ способныя горѣть составныя части.

Отражательныя печи, наоборотъ, являются по преимуществу печами полнаго горѣнія, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ продукты горѣнія такихъ печей не содержатъ въ себѣ горючихъ составныхъ частей.

Съ другой стороны въ шахтныхъ печахъ продукты горѣнія почти все свое тепло отдаютъ шихтѣ, которая возвращаетъ это тепло поясу высокихъ температуръ; въ отражательныхъ печахъ сравнительно полное использование тепла продуктовъ горѣнія принадлежитъ исключительно классу регенеративныхъ печей, почему и шахтныя печи можно съ полнымъ правомъ называть печами регенеративными.

Способы регенераціи тепла въ отражательныхъ печахъ значительно менѣе совершенны, чѣмъ въ шахтныхъ, гдѣ шихта играетъ роль, если такъ можно выразиться, подвижной регенеративной насадки. Не говоря уже о томъ, что въ регенеративныхъ отражательныхъ печахъ необходима двукратная передача тепла, сначала отъ продуктовъ горѣнія насадкѣ, а затѣмъ отъ насадки газамъ, а въ шахтной печи одиночная (отъ продуктовъ горѣнія—шихтѣ), въ отражательной печи приходится имѣть и поддерживать запасъ тепла, въ пять и болѣе разъ превосходящій регенерируемое его количество, что также сопряжено съ значительными потерями.

Для полноты регенераціи тепла продуктовъ горѣнія необходимо кромѣ того, чтобы количество тепла въ продуктахъ горѣнія не превышало того количества, которое способны поглощать подогрѣваемые матеріалы; для этого необходимо, чтобы матеріалы входили въ печь при температурѣ близкой къ температурѣ наружнаго воздуха и чтобы произведеніе изъ ихъ массы на теплоемкость было не меньше этого произведенія въ продуктахъ горѣнія. Всѣхъ этихъ условій значительно легче достигнуть въ шахтныхъ печахъ, чѣмъ въ отражательныхъ.

Конверторы представляютъ собой нерегенеративныя печи неполнаго горѣнія.

Топки нѣкоторыхъ паровыхъ котловъ съ экономайзерами, съ нѣкоторой натяжкой, можно также называть регенеративными печами.



Пудлинговую печь съ простой топкой и подогревомъ продуктами горѣнія парового котла, однако, нельзя считать регенеративной печью, хотя продукты горѣнія и выходятъ изъ печи съ невысокой температурой. Регенерируемое тепло въ регенеративной печи должно быть использовано въ томъ же рабочемъ пространствѣ, слѣдовательно, должно вернуться въ печь.

Съ этой точки зрѣнія понятно, почему можно считать топку парового котла съ экономайзерами регенеративной печью, хотя тепло продуктовъ горѣнія, регенерируемое при помощи подогрева воды, сильно измѣняя полезный тепловой эффектъ печи, почти не вліяетъ на условія горѣнія въ топкѣ (небольшая разница въ температурѣ нагреваемого тѣла при крупной разницѣ въ количествѣ тепла).

Такимъ образомъ наша классификація приметъ слѣдующій видъ:

I. Печи полного горѣнія нерегенеративныя.

Отражательныя печи съ простыми топками.

II. Печи полного горѣнія регенеративныя.

Отражательныя печи регенеративныя, съ простыми топками и газовыя съ газомъ различнаго состава.

III. Печи неполного горѣнія нерегенеративныя.

Конвертеры и горны.

IV. Печи неполного горѣнія регенеративныя.

Шахтныя печи.

Теперь выработаемъ общія основанія для сравненія различныхъ классовъ печей для опредѣленія степени полезнаго дѣйствія ихъ работы.

### Коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи.

Отсутствіе общей, хотя бы и элементарной, теоріи заводскихъ печей обусловливается, главнымъ образомъ, тѣмъ, что до сихъ поръ еще не выработано точнаго понятія о коэффициентѣ полезнаго дѣйствія печи, какъ теплового прибора.

Классификація различныхъ системъ печей по ихъ полезному дѣйствію, сравнительное изслѣдованіе различныхъ способовъ утилизаціи тепла, такимъ образомъ, невозможны.

Общія курсы металлургіи по утилизаціи тепла ограничиваются простымъ перечисленіемъ наиболѣе употребительныхъ типовъ печей, иногда классифицируя ихъ по роду процессовъ въ нихъ совершающихся. Понятіе коэффициента полезнаго дѣйствія, предложенное Ледебуромъ, представляетъ собой въ сущности тепловой коэффициентъ производства, т. е. коэффициентъ полезнаго дѣйствія даннаго процесса, совершающагося въ данной печи. Этотъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія имѣетъ свое самостоятельное значеніе; какъ увидимъ далѣе, его сравненіе съ коэффи-

ціентомъ полезнаго дѣйствія печи опредѣляетъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія процесса и вмѣстѣ съ тѣмъ пригодность данной печи для даннаго процесса. Возможность такого сравненія исключалась смѣшеніемъ въ одномъ опредѣленіи двухъ понятій—полезное тепло утилизируемое печью и процессъ.

Согласно логическому смыслу понятія—коэффициентъ полезнаго дѣйствія любого прибора, утилизирующаго энергію есть отношеніе полезно израсходованной въ данномъ приборѣ энергіи къ общему ея количеству въ немъ израсходованному. Такимъ образомъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія печи слѣдуетъ считать отношеніе количества полезно израсходованной въ печи теплоты къ общему ея количеству, израсходованному въ печи.

Общее количество тепла, израсходованное въ печи очевидно равно полезной теплопроизводительности горючаго, въ ней израсходованнаго; остается, слѣдовательно, опредѣлить понятіе полезнаго тепла, которому разные авторы приписываютъ различныя величины.

Ледебуръ приравниваетъ полезное тепло къ тому его количеству, которое идетъ на эндотермическія реакціи, совершающіяся въ печи и содержится въ продуктахъ плавки. Такимъ образомъ Ледебуръ ставитъ опредѣленіе коэффициента полезнаго дѣйствія печи въ зависимость отъ характера совершающагося въ печи процесса. Такъ напримѣръ, по Ледебуру, коэффициентъ полезнаго дѣйствія одной и той же печи Сименса (при равной температурѣ уходящихъ изъ рабочаго пространства продуктовъ горѣнія) при переплавкѣ въ ней чугуна и передѣлѣ чугуна въ сталь окажется различнымъ, несмотря на то, что способъ сжиганія въ ней горючаго и утилизаціи ею тепла въ обоихъ случаяхъ одинъ и тотъ же.

Подъ полезнымъ тепломъ, несомнѣнно, надо разумѣть то его количество, которое возможно утилизировать въ данной печи въ зависимости отъ условій горѣнія въ печи горючаго и большей или меньшей степени утилизаціи тепла горючихъ газовъ, независимо отъ того, утилизируется ли это тепло даннымъ процессомъ или нѣтъ. Дамуръ совершенно логично опредѣляетъ полезное тепло, какъ разность энергіи, содержащейся въ газахъ, входящихъ въ рабочее пространство печи и изъ него выходящихъ. Опредѣленіе Дамура можно было бы принять, если бы не сдѣланное имъ допущеніе, которое придаетъ всѣмъ вычисленнымъ имъ коэффициентамъ весьма произвольный и далекій отъ дѣйствительности характеръ. Подъ энергіей, заключающейся въ газахъ, входящихъ въ рабочее пространство печи, Дамуръ подразумѣваетъ полезную теплопроизводительность горючаго, сложенную со всѣмъ регенерируемымъ тепломъ продуктовъ горѣнія.

Такъ какъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи въ значительной степени зависитъ отъ условій сжиганія въ печи горючаго, т. е. отъ того, сжигается ли горючее въ простой топкѣ, или предварительно га-



зифицируется въ генераторѣ, вдувается ли въ генераторъ воздухъ или паръ вмѣстѣ съ воздухомъ, расположенъ ли генераторъ вдали отъ рабочаго пространства печи или находится въ непосредственной близости къ нему, то мы считаемъ нужнымъ отказаться отъ этого допущенія и опредѣлять количество тепловой энергіи въ газахъ, входящихъ въ рабочее пространство печи въ зависимости отъ системы печи и отъ способа сжигать въ ней горючее; при этомъ, слѣдовательно, мы принимаемъ во вниманіе потерю въ генераторахъ.

Сопоставленіе количествъ тепла вносимыхъ въ рабочее пространство печи (съ принятіемъ во вниманіе потери въ генераторахъ, регенераторахъ и трубъ) и выходящихъ изъ рабочаго пространства печи позволяетъ опредѣлить разность между ними, представляющую собой количество калорій, могущихъ быть использованными въ печи. Отношеніе этого количества тепла къ общему его количеству, выдѣляемому горючимъ при полномъ горѣніи и представляетъ собой содержаніе логическаго опредѣленія коэффиціента полезнаго дѣйствія печи.

Слѣдовательно, *коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи представляетъ собою величину количества тепла, которое можетъ быть утилизировано въ печи данной системы на единицу горючаго въ процентахъ полезной теплопроизводительности этого горючаго* <sup>1)</sup>. Если назовемъ полезную теплопроизводительность горючаго черезъ  $Q$ , количество тепла, которое содержится въ газахъ, входящихъ въ рабочее пространство печи черезъ  $U$  и количество тепла, содержащееся въ продуктахъ горѣнія, покидающихъ рабочее пространство печи черезъ  $P$ , то нашъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи будетъ равенъ:

$$\eta = \frac{U - P}{Q}$$

При этомъ принимаемъ (вмѣстѣ съ Дамуромъ) потери въ рабочемъ пространствѣ за полезное тепло. Слѣдовало бы, разумѣется, отмѣтить и тѣ потери въ рабочемъ пространствѣ печи, которыя характеризуютъ данную систему, независимо отъ характера совершающагося въ печи процесса, но, рекомендуя это дѣлать въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ изслѣдованія печей, здѣсь же мы не будемъ усложнять общихъ расчетовъ новыми и къ тому же до извѣстной степени произвольными допущеніями.

<sup>1)</sup> Повторимъ еще разъ, что опредѣленіе Дамура не заключаетъ въ себѣ постороннихъ привходящихъ признаковъ, какъ опредѣленіе Ледебера, но представляется одностороннимъ, что впрочемъ оправдывается и самой цѣлью изслѣдованія Дамура. Задавшись изслѣдованіемъ степени регенераціи тепла продуктовъ горѣнія печей разныхъ системъ, слѣдовательно, опредѣляя количества тепла, вносимаго въ регенераторъ продуктами горѣнія и сравнивая его съ количествомъ тепла, идущимъ на нагревъ входящихъ въ рабочее пространство газовъ, Дамуръ не обращаетъ вниманія на количество тепла, развиваемое единицей горючаго въ печахъ различныхъ системъ.

Приступимъ теперь къ вычисленію коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія печей различныхъ системъ. Для этого намъ придется сдѣлать извѣстныя допущенія, какъ для упрощенія расчетовъ, такъ и для приведенія печей въ сравнимыя условія.

Прежде всего будемъ сравнивать всѣ отражательныя печи при одинаковыхъ температурахъ, уходящихъ изъ рабочаго пространства продуктовъ горѣнія, а именно, при температурѣ ихъ равной  $1.000^{\circ}$  и  $1.500^{\circ}$ .

Затѣмъ предположимъ, что температура продуктовъ горѣнія отражательныхъ печей, уходящихъ въ трубу, равна  $300^{\circ}$  и что отдача регенераторовъ равна 80%. Эти данныя довольно близко изображаютъ условія дѣйствительной работы регенеративныхъ печей. При разборѣ каждаго отдѣльнаго случая укажемъ и вліяніе неточности допущенія на результатъ. Въ качествѣ горючаго для простоты расчетовъ будемъ пользоваться чистымъ углеродомъ.

При сжиганіи горючаго въ топкѣ, соединенной непосредственно съ рабочимъ пространствомъ, допускаемъ, что въ газахъ, входящихъ въ рабочее пространство, заключается все тепло полезной теплопроизводительности горючаго; при газификаціи же горючаго въ отдѣльно стоящемъ генераторѣ предполагаемъ, что газъ поступаетъ въ регенераторъ холоднымъ, т. е. все тепло, сообщенное газамъ экзотермическими реакціями въ генераторѣ (за исключеніемъ превратившагося въ скрытую форму), теряется до поступления газа въ регенераторъ.

Послѣднее положеніе не совсѣмъ соотвѣтствуетъ тому, что наблюдается въ дѣйствительности, но исправляется новымъ допущеніемъ—что въ газахъ, выходящихъ изъ генератора не содержится углекислоты. При этомъ данныя получаются весьма близкія къ дѣйствительности; такъ, на примѣръ, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія генератора Сименса (безъ пара) получается равнымъ 70%, генератора для смѣшаннаго газа съ 33% водяного газа въ 87% и т. д. Это допущеніе значительно выгодноѣ того, которое дѣлаетъ Дамуръ, предполагая, что въ газѣ содержится все то количество тепла, которое развивается экзотермическими реакціями въ генераторѣ. При послѣднемъ допущеніи скрываются невыгоды генерации газа въ отдѣльныхъ приборахъ (въ особенности стоящихъ вдали отъ рабочаго пространства), скрываются выгоды при такомъ расположеніи печей эндотермическихъ реакцій въ генераторахъ, происходящихъ въ нихъ при вдуваніи пара и продуктовъ горѣнія. Кромѣ того, при этомъ получаются результаты, совершенно несогласныя съ дѣйствительностью.

Напримѣръ, при допущеніи, что газъ Сименса выходитъ изъ генератора, сохранивъ все тепло горѣнія углерода въ окись углерода, слѣдовательно нагрѣтый до температуры  $1.240^{\circ}$ , оказывается, что наиболѣе распространенный на практикѣ видъ печей Сименса, регенерирующихъ тепло продуктовъ горѣнія при помощи подогрѣва вторичнаго, воздуха и



газа, нерационаленъ, такъ какъ врядъ ли необходимо газъ такой высокой температуры пропускать черезъ регенераторъ.

Такъ какъ вычисления въ которыхъ за основу приняты молекулярные объемы газовъ весьма просты, то, вмѣстѣ съ Дамуромъ, принимаемъ этотъ способъ термохимическихъ вычислений, равно какъ и основанный на немъ графическій расчетъ температуръ горѣнія. Ниже приводимъ таблицы теплоты реакцій и теплоты, заключающейся въ молекулярныхъ объемахъ различныхъ газовъ при различныхъ температурахъ.

Таблица термохимическихъ реакцій.

Элементы и соединения.	Молекул. формула.	Реакція горѣнія.	Количество калорий.	Примѣчанія.
Водородъ. . . . .	$H_2$	$H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O$	$\left\{ \begin{array}{l} 69,0 \\ 58,2 \end{array} \right.$	$H_2O$ — жидкость. $H_2O$ — парь.
Углеродъ. . . . .	$C_2$	$\frac{1}{2} C_2 + \frac{1}{2} O_2 = CO$	29,4	
Окись углерода .	$CO$	$CO + \frac{1}{2} O_2 = CO_2$	68,2	
Углеродъ. . . . .	$C_2$	$\frac{1}{2} C_2 + O_2 = CO_2$	97,6	

Тепло заключающееся въ различныхъ газахъ при приведенныхъ температурахъ.

Температуры.	$H_2; O_2; N_2; CO.$	$H_2 O.$	$CO_2.$
0°	0	0	0
200°	1,39	1,73	1,85
400°	2,82	3,69	3,99
600°	4,31	5,87	6,44
800°	5,82	8,23	9,18
1000°	7,43	10,98	12,22
1200°	9,05	13,87	15,55
1400°	10,73	17,00	19,18
1600°	12,46	20,35	23,10
1800°	14,21	23,86	27,21
2000°	16,05	27,76	31,84
2200°	17,91	31,82	36,65
2400°	19,84	36,10	41,76
2600°	21,81	40,62	47,16

Графическій расчетъ температуръ горѣнія основанъ на слѣдующемъ: отложимъ на одной оси координатъ температуры, а на другой—количества тепла, заключающіяся въ продуктахъ горѣнія опредѣленнаго состава; возставимъ два перпендикуляра, одинъ изъ точки, соотвѣтствующей опредѣленной температурѣ, а другой изъ точки, соотвѣтствующей количеству тепла, и заключающемуся при этой температурѣ въ продуктахъ горѣнія, выбраннаго нами состава; пересѣченіе этихъ перпендикуляровъ дастъ одну изъ точекъ параболы:  $\Sigma a (T - T_0) + \Sigma b (T^2 - T_0^2) = \Sigma L$ . (Основная формула Маллара и Лешателье для тепла, содержащагося въ газахъ, при нагрѣваніи ихъ отъ температуры  $T_0$  до  $T$ ; гдѣ  $a$  и  $b$  коэффиціенты:  $a$ —постоянный для всѣхъ газовъ и равный 6,5 и  $b$ , зависящій отъ природы газа; значенія  $b$  для разныхъ газовъ слѣдующія: для  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$  и  $CO$ —0,6; для  $H_2O$ —2,9; для  $CO_2$ —3,7 и для  $CH_4$ —6,0), которую опредѣляемъ по нѣсколькимъ точкамъ заранѣе. Для всякаго количества тепла, вносимаго въ печь газами, мы такимъ образомъ, на этой параболѣ найдемъ точку (возставивъ перпендикуляръ въ соотвѣтствующей точкѣ оси координатъ, выражающей количества тепла въ продуктахъ горѣнія), и слѣдовательно опредѣлимъ, при какой температурѣ это количество тепла будетъ содержаться въ продуктахъ горѣнія данныхъ газовъ, а равно и температуру горѣнія газовъ даннаго состава.

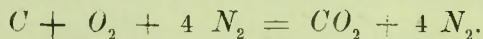
При опредѣленіи коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія различныхъ печей мы одновременно займемся въ каждомъ случаѣ и опредѣленіемъ температуръ, достижимыхъ въ данныхъ печахъ, такъ что пока не будемъ долѣе останавливаться на разъясненіи даннаго способа.

Итакъ, приступимъ къ изслѣдованію коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія печей отдѣла I нашей классификаціи—печей нерегенеративныхъ полнаго горѣнія.

### Печи нерегенеративныя полнаго горѣнія.

Прежде всего остановимся на печахъ съ простыми топками.

Горѣніе углерода въ печахъ, съ простыми топками, съ теоретическимъ количествомъ воздуха совершается по уравненію:



Если назовемъ черезъ  $\eta_f$  коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи, черезъ  $\eta_g$  коэффиціентъ полезнаго дѣйствія генератора, черезъ  $\eta_r$  коэффиціентъ полезнаго дѣйствія регенератора, черезъ  $P$  количество калорій, содержащихся въ продуктахъ горѣнія, уходящихъ изъ рабочаго пространства, черезъ  $P_c$  количество калорій, уносимыхъ газами въ трубу, и черезъ  $Q$  полезную теплопроизводительность горючаго, то коэффиціентъ полезнаго дѣйствія печи, по предыдущему будетъ равняться:

$$\eta_f = \eta_g - \frac{P - (P - P_c) \eta_r}{Q}$$



или, обозначая  $\frac{P - (P - P_c) \eta_r}{Q}$  черезъ  $P_r + c$

получимъ для коэффициента полезнаго дѣйствія формулу:

$$\eta_f = \eta_g - P_r + c, \text{ гдѣ } P_r + c$$

потери въ регенераторахъ и дымовой трубѣ, въ процентахъ полезной теплопроизводительности горючаго.

Расчетъ коэффициента полезнаго дѣйствія			
печи при температурѣ продуктовъ горѣнія . .	въ 1.000°	въ 1.500°	
Общее количество калорій, выдѣляемое единицей горючаго. . . . . „			
	97,6	„	—
Количество калорій, унесенное молекулярнымъ			
объемомъ $CO_2$ . . . . . „	12,2	„	21,1
4 объемами $N_2$ . . . . . „	29,7	„	46,4
Итого . .	въ 41,9	въ 67,5	

$$\eta = \frac{97,6 - 41,9}{97,6} = 57\%$$

$$\eta = \frac{97,6 - 67,5}{97,6} = 31\%$$

Какъ мы видимъ, даже при температурѣ продуктовъ горѣнія въ 1.500°, при теоретическомъ количествѣ воздуха, коэффициентъ полезнаго дѣйствія печей съ простыми топками довольно высокъ. Однако полное горѣніе въ такихъ печахъ съ теоретическимъ количествомъ воздуха невозможно.

Въ наилучше сконструированныхъ топкахъ минимальный избытокъ воздуха составляетъ 50% всего его количества, теоретически необходимаго для горѣнія.

Съ другой стороны, рѣдко продукты горѣнія, выходящіе съ такой температурой, выпускаются непосредственно въ трубу; обыкновенно они предварительно направляются подъ паровой котелъ или, въ томъ случаѣ, когда выходятъ изъ подъ пароваго котла, въ экономайзеры.

При аналогичныхъ температурахъ продуктовъ горѣнія и при полноторномъ избыткѣ воздуха коэффициенты полезнаго дѣйствія соответственно опредѣляются:

Общее количество тепла въ газахъ, входящихъ въ рабочее пространство—97,6 калорій.

Тепло продуктовъ горѣнія . . .	при 1.000°	при 1.500°
Въ мол. об. $CO_2$ . . . . . „	12,2	„ 21,1
Въ 0,5 мол. об. $O_2$ . . . . . „	3,71	„ 5,8
Въ 6 мол. об. $N_2$ . . . . . „	44,55	„ 69,6
Итого. .	при 60,46	при 96,5

$$\eta = \frac{97,6 - 60,46}{97,6} = 38\%$$

$$\eta = \frac{97,6 - 96,5}{97,6} = 1,15\%$$

При горѣніи углерода съ двойнымъ избыткомъ воздуха и при выходѣ продуктовъ горѣнія съ температурами въ  $300^{\circ}$ ,  $400^{\circ}$  и  $600^{\circ}$ , коэффициенты полезнаго дѣйствія печи будутъ соотвѣтственно равны 78%, 69% и 54%.

Какъ мы увидимъ далѣе, при газификаціи горючаго, обуславливающей значительное удорожаніе стоимости печей, подобной утилизаціи тепла достигнуть весьма нелегко. Только при температурахъ продуктовъ горѣнія выше  $600^{\circ}$  примѣненіе печей нерегенеративныхъ съ простыми топками становится уже нераціональнымъ.

Для вычисленія температуръ горѣнія углерода въ такихъ печахъ съ теоретическимъ количествомъ воздуха, откладываемъ на оси абсциссъ температуры, а на оси ординатъ соотвѣтственныя этимъ температурамъ количества тепла, заключающіяся въ продуктахъ горѣнія  $CO_2 + 4 N_2$  (см. чертежъ № 2).

Пересѣченіе кривой съ перпендикуляромъ, возставленнымъ изъ точки 0, соотвѣтствующей 97,6 калоріямъ, опредѣлитъ температуру горѣнія въ  $2040^{\circ}$ . Слѣдовательно, если бы возможно было достигнуть полнаго горѣнія углерода въ простой топкѣ съ теоретическимъ количествомъ воздуха, то всѣ металлургическіе процессы современной заводской практики было-бы возможно совершать въ печахъ съ простыми топками.

Для опредѣленія температуръ горѣнія углерода въ печахъ съ полнотнымъ количествомъ воздуха, надо построить уже другую кривую для продуктовъ горѣнія состава  $CO_2 + \frac{1}{2} O_2 + 6 N_2$ .

Точка пересѣченія перпендикуляра, возставленнаго изъ точки, соотвѣтствующей 97,6 калоріямъ, опредѣлитъ аналогичнымъ способомъ температуру въ  $1.500^{\circ}$ .

### Печи регенеративныя полнаго горѣнія.

Печи этой группы имѣютъ весьма большое распространеніе и отличаются сравнительнымъ разнообразіемъ въ способахъ использованія тепла, такъ что ихъ придется, въ свою очередь, раздѣлить на подотдѣлы и подгруппы.

Какъ мы увидимъ, въ заводской практикѣ примѣняются *печи полнаго горѣнія съ регенерацией тепла продуктовъ горѣнія, сжигающія горючее какъ газифицированное, такъ и безъ предварительной газификаціи. При пользованіи газовымъ горючимъ, послѣднее можетъ непосредственно получиться при сжиганіи углерода въ окись углерода при помощи воздуха (печи на газѣ Сименса), при помощи воздуха съ паромъ (печи на смѣшанномъ газѣ) и при помощи смѣси воздуха съ продуктами горѣнія (печи на газѣ регенерированныхъ продуктовъ горѣнія).*

Во всѣхъ случаяхъ примѣненія газоваго горючаго, генераторы могутъ быть расположены вдали отъ рабочаго пространства (холодный газъ)



и могутъ быть непосредственно соединены съ рабочимъ пространствомъ (горячій газъ).

Въ зависимости отъ всего вышеизложеннаго печи этой группы должны быть расположены слѣдующимъ образомъ:

Регенеративныя печи полного горѣнія.

1. Съ простыми топками.
2. Съ газификаціей горючаго.

А) Газъ Сименса.

- а) генераторы внѣ печи.
- б) генераторы внутри печи.

Б) Смѣшанный газъ.

- а) генераторы внѣ печи.
- б) генераторы внутри печи.

В) Газъ регенерированныхъ продуктовъ горѣнія.

- а) генераторы внѣ печи.
- б) генераторы внутри печи.

Прежде всего слѣдовательно, рассмотримъ тепловое дѣйствіе регенеративныхъ печей съ простыми топками. (Черт. 1).

Общее количество тепла, вносимое въ рабочее пространство единицъ горючаго 97,6 калорій (топка открывается непосредственно въ рабочее пространство).

Количество тепла въ продуктахъ горѣнія при 1000°—41,9 калорій при 1500°—67,5 калорій.

Въ продуктахъ горѣнія, уходящихъ въ трубу при 300°, содержится 11,32 калоріи (см. табл.). За вычетомъ этого количества тепла и при отдачѣ регенераторовъ въ 80%, въ подогрѣтомъ воздухѣ будетъ содержаться при температурѣ уходящихъ продуктовъ горѣнія въ 1600°—24,46 калорій, при температурѣ въ 1500°—44,94 калоріи. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія будетъ соотвѣтственно равенъ:

$$\eta = \frac{97,6 - 41,9 + 24,46}{97,6} = 82\%$$

$$\eta = \frac{97,6 - 67,5 + 44,94}{97,6} = 77\%.$$

На діаграммѣ № 2 найдемъ температуру горѣнія углерода, соотвѣтствующую теплотѣ въ продуктахъ горѣнія въ 122 и 142 калоріи; температуры горѣнія равны: 2.400° и 2.700°.

Какъ мы увидимъ далѣе, это самая высокая температура, которая можетъ быть достигнута въ печахъ этой группы.

Однако въ печахъ этой системы полного горѣнія углерода съ теоретическимъ количествомъ воздуха достигнуть нельзя. Какъ показываетъ практика, избытокъ воздуха равенъ 25%.

При такихъ условіяхъ коэффициенты полезнаго дѣйствія печей будутъ равны:

$$\eta = \frac{97,6 - 51,19 + 29,80}{97,6} = 77\%$$

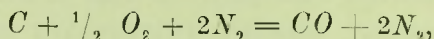
$$\eta = \frac{97,6 - 81,9 + 53,8}{97,6} = 71\%.$$

Теоретическая температура горѣнія соотвѣтственно  $2150^{\circ}$  и  $2450^{\circ}$ .

Печи съ газификаціей горючаго.

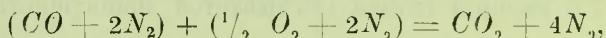
#### А) Газъ Сименса.

Въ печахъ съ генераторами, находящимися внѣ печи (обыкновенныя печи Сименса) реакція газификаціи совершается по слѣдующему уравненію:



съ выдѣленіемъ 29,4 калорій тепла, которыя по предыдущему теряются.

Горѣніе газа въ рабочемъ пространствѣ совершается по формулѣ:



съ выдѣленіемъ 68,2 калорій. Общее количество тепла во всей установкѣ, выдѣляющееся на единицу горючаго составляетъ  $68,2 + 29,4 = 97,6$  калорій, но въ рабочемъ пространствѣ выдѣляется всего 68,2 калорій.

Вычислимъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи.

Общее количество тепла—68,2. Тепло въ продуктахъ горѣнія при  $1000^{\circ} - 41,9$  при  $1500^{\circ} - 67,5$ .

$$\eta = \frac{68,2 - 41,9 + 24,46}{97,6} = 52\%.$$

$$\eta = \frac{68,2 - 67,6 + 44,94}{97,6} = 47\%.$$

Температуры, найденныя на той же діаграммѣ для теплотъ 92,66 и 113,1 калорій, будутъ:  $1950^{\circ}$  и  $2250^{\circ}$ .

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи съ генераторомъ въ тѣлѣ самой печи черт. № 3, допускающимъ возможность подогрева всего воздуха (на подобіе регенеративной печи съ простыми топками) нами уже



разсмотрѣнъ. Условія горѣнія въ данной печи совершенно аналогичны регенеративной печи съ простыми топками съ той только разницей, что въ ней можно достигнуть полнаго горѣнія углерода съ теоретическимъ количествомъ воздуха (Надо, однако, замѣтить, что данная печь пока только строится и практическихъ данныхъ ея примѣненія пока еще нѣтъ).

Слѣдуетъ указать, что вообще говоря регенерація тепла продуктовъ горѣнія зависитъ отъ способа регенераціи и поэтому мы допускаемъ ошибку, принимая отдачу регенераторовъ всегда равной 80%. Такъ, напр., регенерація при помощи подогрева всего воздуха, необходимаго для горѣнія (какъ первичнаго такъ и вторичнаго) при обыкновенныхъ условіяхъ выгоднѣе, чѣмъ регенерація этого тепла при помощи подогрева вторичнаго воздуха и газа, какъ это обыкновенно дѣлается въ заводскихъ регенеративныхъ печахъ. Дѣйствительно газъ изъ генераторовъ выходитъ съ температурой выше наружнаго воздуха и потому здѣсь неизбѣжна потеря тепла. Однако, предполагая газъ холоднымъ, мы эту ошибку исправляемъ.

### *Б) Печи на смѣшанномъ газѣ.*

Такъ какъ реакція образованія водяного газа эндотермична, то непрерывное образованіе водяного газа безъ помощи посторонняго источника тепла невозможно. Поэтому для обслуживанія заводскихъ регенеративныхъ печей примѣняютъ такъ называемый смѣшанный газъ, состоящій изъ смѣси водяного газа съ генераторнымъ въ пропорціи, обуславливающей возможность реакціи  $\frac{1}{2} C_2 + H_2O = CO + H_2$ , требующей 28,8 калорій ( $58,2 - 29,4 = 28,8$ ).

Опредѣлимъ составъ газа при условіи, что изъ генератора газъ выходитъ при теоретической температурѣ въ  $600^\circ$ .

Положимъ, что  $x$  частей углерода сгораетъ насчетъ кислорода разложенной воды по формулѣ  $(C + H_2O) x = x (CO + H_2)$ , съ поглощеніемъ  $x$  28,8 калорій. Остальной углеродъ сгораетъ съ воздухомъ по формулѣ:  $(1 - x) \cdot (C + \frac{1}{2} O_2 + 2N_2) = (1 - x) \cdot (CO + 2N_2)$ , съ выдѣленіемъ 29,4.  $(1 - x)$  калорій. Смѣсь обоихъ газовъ дастъ газъ состава  $CO + x \cdot H_2 + (1 - x) \cdot 2N_2$ . При температурѣ въ  $600^\circ$  въ этомъ газѣ будетъ  $12,6 - 4,2 \cdot x$  калорій. Слѣдовательно термохимическое уравненіе газообразованія будетъ имѣть видъ:  $-28,8 \cdot x + 29,4 \cdot (1 - x) = 12,6 - 4,2 \cdot x$ . Откуда  $x = 0,30$ .

Итакъ при 30% водяного газа въ смѣшанномъ газѣ, температура послѣдняго при выходѣ изъ генератора теоретически (при газообразованіи безъ потерь) будетъ равна  $600^\circ$ .

При горѣннн газа, объемъ окиси углерода выдѣлитъ 68,2 калорій тепла и 0,3 объема  $H_2$  — 17,46 калорій ( $58,2 \cdot 0,30 = 17,46$ ). Всего слѣдовательно, объемъ газа выдѣлитъ 85,7 калорій. Въ продуктахъ горѣнія при температурѣ  $1000^\circ$  будетъ 45,2 калорій ( $41,9 + 3,3$ ) при

1500°—73 калорій (67,5 + 5,6). Въ трубу при 300° уйдетъ 12,13 калорій (11,32 + 0,81). Слѣдовательно, при отдачѣ регенераторовъ въ 80% и при потерѣ (по предположенію) всего явнаго тепла, заключающагося въ газѣ, выходящемъ изъ генератора, коэффициентъ полезнаго дѣйствія будетъ равенъ:

$$\eta = \frac{85,7 - 45,2 + 26,5}{97,6} = 69\%.$$

$$\eta = \frac{85,7 - 73,0 + 48,7}{97,6} = 63\%.$$

Для опредѣленія температуръ, развиваемыхъ горѣніемъ газа даннаго состава, строимъ діаграмму № 4; температуры равны 2150° и 2400°.

Опредѣлимъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи на смѣшанномъ газѣ, изображенной на чертежѣ № 3, генераторъ которой находится непосредственно рядомъ съ рабочимъ пространствомъ печи и допускаетъ возможность подогрева всего воздуха и пара.

Если паръ и воздухъ будутъ подогревы до 1000°, то составъ смѣшаннаго газа можетъ быть измѣненъ. Въ реакціи  $C + H_2O = CO + H_2$  требующей 28,8 калорій—10,98 калорій возмѣщаются тепломъ, содержащимся въ парѣ, нагрѣтомъ до 1000°.

Реакція горѣнія  $C$  въ  $CO$ , выделяющая 29,4 калоріи при подогревѣ воздуха до 1000° будетъ располагать еще 18,57 калоріями, содержащимися въ этомъ воздухѣ. Слѣдовательно, термохимическое уравненіе приметъ видъ: — 17,82  $x$  + 47,97 (1 —  $x$ ) = 12,6 — 4,2  $x$ , (при температурѣ выходящаго изъ генератора газа въ 600°).

Отсюда  $x = 0,57$ . Въ парѣ, вводимомъ въ генераторъ содержится 6,26 калорій (10,98 . 0,57), въ первичномъ воздухѣ 7,99 калорій (18,57 . 0,43). Слѣдовательно, въ газѣ, выходящемъ изъ генератора, содержится 10,5 калорій (6,26 + 7,99 + 12,64 — 16,4 = 10,5).

Въ газѣ, выходящемъ изъ генератора всего содержится тепловой энергіи 111,8 калорій (объемъ  $CO$  развиваетъ при горѣніи 68,2 калорій; 0,57 объема  $H$  — 33,1; 68,2 + 33,1 + 10,5 = 111,8).

Въ продуктахъ горѣнія заключается 48,16 калорій (41,9 + 6,26).

Изъ этого количества въ трубу уходитъ 12,87 калорій (11,32 + 1,55), изъ остающихся 35,29 калорій при отдачѣ регенераторовъ въ 80% можетъ быть регенерировано 28,24 калоріи, изъ которыхъ на нагрѣвъ первичнаго воздуха и пара уже пошло 14,25 калорій.

Остатокъ для нагрѣва вторичнаго воздуха составитъ 13,98 калорій; коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи при такихъ условіяхъ будетъ равенъ:

$$\eta = \frac{111,8 - 48,16 + 13,98}{97,6} = 79\%.$$



Опредѣлимъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія данной печи при температурѣ продуктовъ горѣнія и подогревѣ воздуха и пара до  $1.500^{\circ}$ .

Термохимическое уравненіе при этомъ приметъ видъ:

$$- 10,13 x + 58,15 (1-x) = 12,6 - 4,2 x. \text{ Откуда } x=0,71.$$

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія, вычисленный аналогично, будетъ равенъ:

$$\eta = \frac{119,18 - 80,74 + 32,41}{97,6} = 73\%.$$

Температура горѣнія при подогревѣ воздуха и пара до  $1.000^{\circ}$  будетъ равна  $2.200^{\circ}$ , при подогревѣ воздуха и пара до  $1.500^{\circ}$  соответственно  $2.450^{\circ}$ .

Какъ видно изъ приведенныхъ выше расчетовъ, вдуваніе пара въ генераторы печей Сименса, расположенные вдали отъ рабочаго пространства, представляетъ несомнѣнныя выгоды.

Значительная часть того тепла, которое выдѣляется при экзотермическихъ реакціяхъ въ генераторахъ Сименса и обыкновенно теряется, при вдуваніи пара переходитъ въ скрытую форму и такимъ образомъ поступаетъ въ рабочее пространство печи безъ всякихъ потерь. Значительный выигрышъ въ тепловой работѣ печи обусловливается слѣдовательно уменьшеніемъ потерь въ генераторахъ и введеніемъ въ печь большаго тепла на единицу горючаго. Кромѣ того, подогревѣ пара, вводимаго въ генераторъ, позволяетъ улучшить регенерацію тепла продуктовъ горѣнія, что, однако, компенсируется возрастающей потерей въ трубу (объемъ продуктовъ горѣнія и ихъ теплоемкость увеличивается).

Какъ мы видимъ изъ расчетовъ коэффициентовъ полезнаго дѣйствія печей съ генераторами внутри печи (по предположенію совершающими работу газификаціи безъ потерь), введеніе пара ухудшаетъ условія работы печи, что разумѣется и понятно, такъ какъ увеличеніе объема продуктовъ горѣнія и ихъ теплоемкости и связанныхъ съ этимъ потерь не можетъ въ данномъ случаѣ окупиться сбереженіемъ тепла газификаціи горючаго. Дѣйствительно, если углеродъ можетъ въ данномъ случаѣ безъ всякихъ потерь сгорать въ углекислоту съ теоретическимъ количествомъ воздуха и это тепло цѣликомъ передается въ рабочее пространство печи, то всѣ потери въ такой печи ограничиваются потерями въ трубу, которыя только увеличиваются при введеніи пара, и потерями въ регенераторахъ, гдѣ большее количество продуктовъ горѣнія съ большей теплоемкостью только вредить.

Введеніе пара въ генераторы выгодно только на первой половинѣ пути газовъ изъ генератора черезъ регенераторъ въ рабочее пространство и невыгодно во второй—изъ рабочаго пространства черезъ регенераторъ въ трубу. Если первая половина процесса обслужена рационально и

нельзя получить выгоды отъ перевода энергій въ скрытую форму при помощи пара, то введеніе его нераціонально, какъ и показываетъ расчетъ.

Однако, какъ видно изъ расчета, въ случаѣ примѣненія пара, на единицу горючаго въ рабочее пространство печи поступаетъ большее количество тепла, такъ какъ вслѣдствіе большаго количества тепла продуктовъ горѣнія и регенерированнаго тепла больше. Это обстоятельство въ связи съ общимъ положеніемъ, что температура горѣнія смѣшаннаго газа выше температуры горѣнія генераторнаго газа, можетъ привести къ предположенію, что отдача тепла въ рабочемъ пространствѣ печи въ случаѣ примѣненія пара можетъ оказаться болѣе высокой. Расчетъ показываетъ обратное. Въ разобраннымъ выше случаѣ введенія пара въ генераторъ, температура горѣнія газа получается низшая. Дѣйствительно, въ печь вводится всего на 9,05 калорій больше по сравненію съ печью, работающей безъ пара, теплоемкость же газовъ увеличивается непропорціонально высоко. Для нагрѣва пара (0,71 объема) до температуры горѣнія газа въ печи безъ пара (2.700°) нужно 30,6 калорій. Другими словами, при введеніи въ генераторъ пара температура горѣнія газа должна понизиться.

Если бы полученіе смѣшаннаго газа не совершалось за счетъ регенерированнаго тепла продуктовъ горѣнія, дѣло обстоило бы совершенно иначе.

Температуры выходящихъ изъ печи газовъ зависятъ отъ процессовъ, совершающихся въ печи. Чѣмъ большее количество тепла газы отдадутъ въ рабочемъ пространствѣ, тѣмъ больше они охладятся, что уменьшаетъ потерю въ регенераторахъ (потеря въ трубу принимается одной и той же, хотя въ данномъ случаѣ это и не совсѣмъ точно) и понижая температуру горѣнія газовъ, однако повышаетъ полезное дѣйствіе печи.

Какъ изъ этого слѣдуетъ, печи при высокой температурѣ работаютъ менѣе выгодно, чѣмъ при низкой. Это вѣрно, разумѣется, лишь для печей съ одинаковымъ составомъ продуктовъ горѣнія. Введеніе, напримѣръ пара въ генераторъ Сименса, уменьшая потери тепла въ газахъ, увеличиваетъ одновременно и температуру горѣнія и степень полезнаго дѣйствія печи.

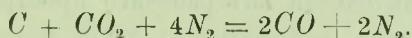
#### В) Печи, работающія на газъ регенерированныхъ продуктовъ горѣнія.

При вдуваніи въ генераторъ печи, выходящихъ изъ печи продуктовъ горѣнія получается такъ называемый газъ *регенерированныхъ продуктовъ горѣнія*. Реакція  $CO_2 + C = 2CO$  совершается съ затратой 38,8 калорій, слѣдовательно, горѣніе углерода насчетъ углекислоты требуетъ тепла на 10 калорій больше, чѣмъ горѣніе его въ парѣ (при готовомъ парѣ — слѣдовательно, не принимая во вниманіе теплоты парообразованія).



Разсчитаемъ по предыдущему, какое количество продуктовъ горѣнія можно вводить въ генераторъ печи для непрерывнаго полученія газа; температуру вдуваемыхъ въ генераторъ продуктовъ горѣнія сначала примемъ равной температурѣ въ трубѣ ( $300^{\circ}$ ), температуру газа выходящаго изъ генератора равной  $600^{\circ}$ .

Реакція газификаціи совершается по уравненію:



Такъ какъ только часть углерода газифицируется углекислотой, то общій составъ газа будетъ:

$$x. C + x. (CO_2 + 4N_2) + (1-x). C + (1-x). (1/2 O_2 + 2N_2) = \\ = (1+x). (CO + 2N_2).$$

Термохимическое уравненіе приметъ видъ (объемъ продуктовъ горѣнія при температурѣ  $300^{\circ}$  содержитъ 11,32 калоріи, слѣдовательно реакція потребуетъ  $38,8 - 11,31 = 27,48$ ).

$$- 27,48 x + 29,4. (1-x) = 12,6 x + 12,6.$$

Откуда  $x = 0,23$ . Т. е.  $23\%$  всего углерода можетъ быть газифицировано углекислотой.

При этомъ въ генераторъ вводится продуктами горѣнія 2,6 калорій ( $11,32 \cdot 0,23$ ), развивается въ генераторѣ горѣніемъ углерода 22,64 калорій ( $29,4 \cdot 0,77$ ), поглощается реакціей 8,9 калорій ( $38,8 \cdot 0,23$ ). Итого въ газѣ содержится  $25,4 - 8,9 = 16,34$  калорій. Предположимъ сначала, что генераторы расположены подобно тому, какъ это дѣлается въ обыкновенныхъ печахъ Сименса, т. е. вдали отъ рабочаго пространства и что вся явная теплота газа теряется до входа газа въ рабочее пространство и сравнимъ такую печь съ печью, въ которой газъ входитъ въ рабочее пространство со всѣмъ запасомъ тепла, которое развиваютъ экзотермическія реакціи въ генераторѣ.

Въ продуктахъ горѣнія, оставляющихъ рабочее пространство печи, заключается 51,52 калор. ( $41,9 \cdot 1,23$ ). Въ трубу уходитъ 11,32 калорій, слѣдовательно въ регенераторѣ остается 40,22 калорій и при отдачѣ регенератора въ  $80\%$  можетъ быть использовано 32,18 калорій; израсходовано уже 2,6 калорій, слѣдовательно, на нагрѣвъ воздуха пойдетъ 29,58 калорій. Въ газѣ будетъ 1,23 объема окиси углерода, слѣдовательно, при горѣніи такой газъ разовьетъ  $1,23 \cdot 68,2$  калорій. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи при такихъ условіяхъ будетъ равенъ:

$$\eta = \frac{83,88 - 51,54 - 29,58}{97,6} = 63\%$$

Какъ мы видимъ уже небольшого нагрѣва вдуваемыхъ продуктовъ горѣнія достаточно для того, чтобы значительно повысить коэффициентъ

полезнаго дѣйствія печи. Печь Сименса безъ вдуванія продуктовъ горѣнія въ аналогичныхъ условіяхъ даетъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія всего въ 52%.

Повышеніе работы печи обусловливается, конечно, не введеніемъ въ генераторъ 2,6 калорій въ продуктахъ горѣнія, а превращеніемъ значительнаго количества тепла, а именно 8,9 калорій въ потенциальную форму, слѣдовательно, не теряющагося внѣ рабочаго пространства. Если мы предположимъ, что генераторъ находится въ тѣлѣ печи и рабочее пространство утилизируетъ все тепло, выходящее изъ генератора, то коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи будетъ равенъ:

$$\eta = \frac{100,21 - 51,54 + 29,58}{97,6} = 80\%$$

Нами здѣсь допущено, что величина потери въ регенераторахъ пропорціональна величинѣ запаса тепла въ продуктахъ горѣнія. Это допущеніе не совсѣмъ согласно съ истиной и въ отдѣльныхъ случаяхъ изслѣдованія печей его необходимо исправлять; эти поправки, впрочемъ, незначительно отражаются на результатахъ.

Теперь рассмотримъ случай газификаціи всего углерода продуктами горѣнія. Для этого необходимо, чтобы въ продуктахъ горѣнія содержалось 66,66 калорій. Реакція требуетъ 38,88 калорій и въ газѣ состава 2 ( $CO + 2N_2$ ) при  $600^\circ$  содержится 25,86 калорій.

Въ газѣ состава  $CO_2 + 4N_2$  содержится 66,66 калорій при температурѣ  $1.450^\circ$  (см. таблицу). Отсюда:

$$\eta = \frac{164,26 - 135,0 + 45,9}{97,6} = 76,5\%.$$

Совершенно понятно, что коэффициентъ полезнаго дѣйствія такой печи долженъ быть приблизительно равенъ коэффициенту полезнаго дѣйствія печи съ внутреннимъ генераторомъ и газомъ Сименса (газификація безъ пара и продуктовъ горѣнія) <sup>1)</sup> и равенъ печи со смѣшаннымъ газомъ въ томъ случаѣ, когда паромъ поглощена вся теплота, которая могла бы остаться въ явной формѣ и потеряться до входа въ рабочее пространство. Въ данномъ случаѣ нѣкоторая выгода заключается въ томъ, что продукты горѣнія, уходящіе въ трубу, не содержатъ водяного пара и слѣдовательно уносятъ меньше тепла.

Совершенно ясно, что при возможности аккумулировать въ газѣ тепло газификаціи, безразличенъ способъ, какимъ это производится въ томъ случаѣ, если онъ самъ по себѣ не представляетъ новаго источника потерь. Вся разница между газификаціей углерода при помощи пара и продуктовъ горѣнія именно и заключается въ томъ, что для балансируванія экзотермическихъ реакцій генератора эндотермическими, при помощи

<sup>1)</sup> Нѣсколько ниже его, такъ какъ количество тепла въ продуктахъ горѣнія въ этомъ случаѣ нѣсколько больше.



пара мы должны увеличить объемъ и теплоспособность продуктовъ горѣнія, выводимыхъ въ трубу, при газификаціи же продуктами горѣнія, теоретически въ этомъ нѣтъ необходимости <sup>1)</sup>.

При этомъ, однако, вслѣдствіе значительнаго объема продуктовъ горѣнія, достигающаго двойной величины по сравненію съ продуктами горѣнія углерода въ воздухѣ, температура горѣнія газа значительно падаетъ. Температура горѣнія для предыдущаго случая получается, напри- мѣръ, ниже 2.200°.

На два объема продуктовъ горѣнія состава  $CO_2 + 4N_2$  въ данной печи газы вносятъ въ рабочее пространство 210,16 калорій, въ простой же печи съ газификаціей углерода воздухомъ и внутреннимъ генераторомъ — 285,08 калорій.

Разсмотрѣніемъ этой печи заканчиваемъ изслѣдованіе печей отдѣла II.

### Печи неполнаго горѣнія нерегенеративныя.

Главнымъ представителемъ печей этого класса являются конверторы.

Сравненіе работы конверторовъ съ работой печей другихъ классовъ представляетъ нѣкоторыя трудности. Дѣло въ томъ, что въ конверторахъ сжигается горючее совершенно особаго характера и плавка въ конверторѣ шихты при помощи твердаго углерода представляется совершенно ненормальной (хотя въ Америкѣ и рекламировался типъ конвертора, пла- вящаго свой собственный штейнъ), въ сущности же только работа такой печи могла бы находиться въ условіяхъ сравнимыхъ. Тѣмъ не менѣе опредѣлимъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія конверторовъ стальной и мѣдной плавки принятымъ нами способомъ.

Въ конверторахъ горючее, дающее только одну степень окисленія (напримѣръ, кремній) можетъ сгорать съ теоретическимъ количествомъ воздуха; элементы же, имѣющіе нѣсколько степеней окисленія, высшій окиселъ даютъ только съ значительнымъ избыткомъ воздуха.

Возьмемъ условія работы бессемеровскаго конвертора, данныя кото- рой приведены Ричардсомъ. (Расчеты по металлургіи. Томъ второй, стр. 98).

Расходъ тепла.

Избытокъ тепла въ газахъ при 1.500° . . . 1.214.624 калорій

Избытокъ тепла въ стали и шлакахъ противъ

тепла въ чугунахъ . . . . . 1.035.755 „

Диссоціація влаги . . . . . 80.994 „

Конвекція и излученіе . . . . . 27.407 „

Итого . . . . . 2.358.780 калорій

<sup>1)</sup> Такъ какъ, однако, продукты горѣнія приходится вдувать въ генераторъ, то обыкно- венно вмѣстѣ съ ними въ генераторъ вводится и водяной паръ.

При полномъ горѣніи желѣза, марганца и углерода въ конверторѣ тепла получилось бы на 1.850.635 калорій болѣе (желѣзо въ  $Fe_2O_3$ , марганецъ въ  $MnO_2$  и углеродъ въ  $CO_2$ ).

Слѣдовательно (всего выдѣлилось бы тепла 4.209.415 калорій. Откуда коэффициентъ полезнаго дѣйствія равенъ:

$$\eta = \frac{2.358.780 - 1.215.624}{3.826.718} = 30\%.$$

Для сравненія рассчитаемъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія конвертора для передѣла купферштейна.

Возьмемъ конверторъ, передѣлывающій штейнъ до бѣлаго штейна. (Peters, Principles of Copper Smelting, стр. 554).

Расходъ тепла.

Избытокъ тепла въ продуктахъ плавки противъ тепла въ штейнѣ. . . . .	235.655 калорій
Тепло въ газахъ при $1.250^0$ . . . . .	963.057 „
Тепло разложенія сѣрнистыхъ соединеній. . . . .	400.490 „
Конвекція и лучеиспусканіе . . . . .	530.855 „
<hr/>	
Итого. . . . .	2.130.057 калорій

Если бы вся сѣра сгорала въ сѣрный ангидридъ, а все желѣзо въ окись желѣза, т. е. при полномъ горѣніи горючаго, тепла отъ окислительныхъ реакцій выдѣлилось бы на 805,891 калорій больше. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія равенъ:

$$\eta = \frac{2.130.057 - 963.057}{2.935.948} = 40\%.$$

### Регенеративныя печи неполнаго горѣнія.

Намъ остается изслѣдовать только регенеративныя печи неполнаго горѣнія, которыя подобно регенеративнымъ печамъ полнаго горѣнія имѣютъ весьма значительное распространеніе; въ отношеніи разнообразія въ способахъ использованія тепла эти печи, однако, значительно уступаютъ послѣднимъ.

Все шахтныя печи утилизируютъ тепло одинаковымъ способомъ. Горючее загружается вмѣстѣ съ рудой. Горючее сжигается въ нижнихъ слояхъ печи сразу или постепенно до степени полнаго горѣнія и продукты горѣнія, поднимаясь вверхъ, раскисляются въ присутствіи свободнаго горючаго. Продукты горѣнія могутъ быть выпускаемы при температурѣ наружнаго воздуха и горючія составныя части, въ нихъ содер-



жащіяся, дожигаются въ особыхъ печахъ для подогрева воздуха, необходимаго для горѣнія, или въ двигателяхъ для полученія необходимой энергіи для обслуживанія печи. Воздухъ можетъ вводиться въ печь нагрѣтымъ и ненагрѣтымъ. Въ зависимости отъ конструкціи печи въ газахъ можетъ быть тепловой энергіи больше въ скрытой, чѣмъ въ явной формѣ и наоборотъ; всѣ эти данныя въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ должны быть приняты во вниманіе.

Вычислимъ для примѣра коэффициентъ полезнаго дѣйствія доменной печи, условія работы которой приведены Ричардсомъ (Расчеты по металлургіи. Томъ второй, стр. 42).

Приходъ тепла:

Отъ окисленія С въ СО . . . . .	131.220 калорій
Отъ окисленія С въ СО <sub>2</sub> . . . . .	213.030 „
Въ парахъ воды . . . . .	} 39.385 „
Въ воздухѣ ( $T - 382^{\circ}$ ) . . . . .	
Образованіе чугуна . . . . .	2.820 „
Образованіе шлака . . . . .	4.425 „
<hr/>	
Итого . . . . .	390.880 калорій

Расходъ тепла:

Эндотермическія реакціи . . . . .	217.379 калорій
Тепло въ чугунѣ и шлакѣ . . . . .	62,950 „
Тепло въ газахъ ( $T - 281^{\circ}$ ). . . . .	43.950 „
Конвекція и лучеиспусканіе. . . . .	66.705 „
<hr/>	
Итого . . . . .	390.880 калорій

Если бы весь углеродъ горючаго сгоралъ въ углекислоту, то получилось бы 650.430 калорій. Въ данномъ же случаѣ углеродъ развиваетъ всего 344.250 калорій. Продукты горѣнія уносятъ 43.836 калорій. Всего тепла можетъ быть развито горючимъ 657.675 калорій ( $650.430 + 2.820 + 4.425$ ).

$$\eta = \frac{390.880 - 43.836}{657.675} = 52\%.$$

Для сравненія изслѣдуемъ работу шахтной печи, плавящей сѣрнистую мѣдную руду при помощи способа Pyrite Smelting.

Возьмемъ, на примѣръ, данныя плавки W. H. Freeland'a „Engineering a Mining Journ. 1903. 2 мая, приведенныя также въ Metallurgical Calculations by Richards. v. III p. 463.

Такъ какъ въ шихтѣ содержится 365,19 килограммовъ желѣза на 1.000 килограммовъ шихты, способнаго при окисленіи въ окись желѣза дать 639.621 калорію (365,19 . 1.746), 248,48 килограммовъ сѣры, способныхъ при горѣніи въ сѣрный ангидридъ дать 713.634 калорій (248,48 . 2.872) и 28,51 килограммъ углерода, способнаго развить при горѣніи въ углекислоту 230.931 калорію, то весь запасъ тепла въ шихтѣ будетъ равенъ:

Отъ окисленія желѣза . . . . .	639.621 калорій
„ „ сѣры . . . . .	713.634 „
„ „ углерода . . . . .	230.931 „
	<hr/>
	1.584.186 калорій

На самомъ же дѣлѣ процессъ по даннымъ Ричардса развивается при горѣніи  $C$  въ  $CO_2$ , сѣры въ сѣрнистый ангидридъ и при значительномъ ея количествѣ взогнанномъ въ элементарномъ состояніи всего 732,930 калорій.

Въ продуктахъ горѣнія, уходящихъ изъ печи съ температурой въ  $300^0$ .

Въ сѣрѣ. . . . .	76	[ 179 + (T - 445) 0,11 ]	= 12.388 калор.
„ $SO_2$ . . . . .	35	(0,36 T + 0,0003 T <sup>2</sup> )	= 4.725 „
„ $CO_2$ . . . . .	53	(0,37 T + 0,00022 T <sup>2</sup> )	= 6.943 „
„ $N_2$ . . . . .	727	(0,303 T + 0,000027 T <sup>2</sup> )	= 67.667 „
		<hr/>	
Итого . . . . .			91.667 калор.

Откуда коэффициентъ полезнаго дѣйствія равенъ:

$$\eta = \frac{732.930 - 91.667}{1.584.186} = 41\%.$$

Этимъ примѣромъ мы заканчиваемъ изслѣдованіе коэффициентовъ полезнаго дѣйствія печей.

Ниже приводимъ таблицу коэффициентовъ полезнаго дѣйствія печей различныхъ системъ и температуръ горѣнія въ нихъ горючаго.



Таблица коэффициентовъ полезнаго дѣйствія печей различныхъ системъ и температуръ горѣнія въ нихъ горючаго.

НАИМЕНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕЧИ.	Коэфф. пол. дѣйст. при Т. прод. гор.		Темпера- туры при Т. прод.		Примѣчанія.
	1000°	1500°	1000°	1500°	
<i>Печи полного горѣнія нерегенеративныя.</i>					
Простыя топки. . . . .	38 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	—	1500°	Съ полуторнымъ кол. воздуха.
<i>Печи полного горѣнія регенеративныя.</i>					
1. Простыя топки. . . . .	77 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	71 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	2150°	2450°	25 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> избытка воздуха.
2. Газовыя печи.					
А) Газъ Сименса.					
а) Генераторы внѣшніе. . . . .	52 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	47 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	1950°	2250°	Теорет. кол. воздуха.
б) Генераторы внутренніе. . . . .	82 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	77 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	2400°	2700°	
Б) Смѣшанный газъ.					
а) Генераторы внѣшніе. . . . .	69 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	63 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	2150°	2400°	
б) Генераторы внутренніе. . . . .	79 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	73 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	2200°	2450°	
В) Регенерированный газъ.					
а) Генераторы внѣшніе. . . . .	63 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	—	—	—	
б) Генераторы внутренніе. . . . .	80 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	76 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	—	2200°	
<i>Печи неполнаго горѣнія нерегенеративныя.</i>					
Конверторы. . . . .	27 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	40 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	—	—	
<i>Печи неполнаго горѣнія регенеративныя.</i>					
Доменная печь. . . . .	52 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	41 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	—	—	

## Коэффициентъ полезнаго дѣйствія производства.

Какъ мы уже говорили выше, коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи, введенный Ледебуромъ въ сущности представляетъ собой коэффициентъ полезнаго дѣйствія производства, т. е. даетъ отношеніе тепла, усваиваемое процессомъ къ общему количеству тепла, расходуемому въ печи.

Въ литературѣ есть много опредѣленій коэффициентовъ полезнаго дѣйствія производствъ, приведемъ здѣсь нѣкоторые изъ нихъ, они намъ пригодятся въ дальнѣйшемъ, когда мы перейдемъ къ опредѣленію коэффициентовъ полезнаго дѣйствія процессовъ.

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія мартеновскаго производства въ печи Сименса.

Возьмемъ условія мартеновской печи, данныя Ричардсомъ (Расчеты по металлургіи. Томъ второй, стр. 121).

Приходъ тепла:

Тепло въ завалкѣ . . . . .	189.210 калор.
„ „ воздухѣ . . . . .	99.480 „
„ „ газахъ . . . . .	360.550 „
„ отъ горѣнія газовъ . . . . .	6.202.300 „
„ окисленія матеріаловъ . . . . .	833.600 „
„ образованія шлака . . . . .	24.200 „
Итого . . . . .	7.709.340 калор.

Расходъ тепла:

Тепло въ стали . . . . .	1.437.900 калор.
„ разложенія известняка . . . . .	9.200 „
„ въ шлакѣ . . . . .	238.000 „
„ уносимое газами въ трубу ( $T - 500^{\circ}$ ) . . . . .	3.065.350 „
„ по другимъ статьямъ . . . . .	2.958.890 „
Итого . . . . .	7.709.340 калор.

Составъ газифицируемаго угля и отдача генераторовъ, къ сожалѣнію, въ заданіи не приведены. Примемъ отдачу генераторовъ равной 80%. Отъ горѣнія газа развивается 6.662.330 калорій ( $6.202.300 + 99.480 + 360.550$ ); такъ какъ отдача генератора принята въ 80%, то уголь при полномъ горѣніи развилъ бы 8.328.000 калорій и общій приходъ тепла былъ бы равенъ 9.375.016 калоріямъ. Потеря въ регенераторахъ дана равной 379.200 калоріямъ (разность между тепломъ вносимымъ въ регенераторъ, безъ потери въ трубу и тепломъ регенерированнымъ  $10.295.000 - 3.065.350 = 6.850.450$ ). Слѣдовательно, потеря въ трубу и потеря въ регенераторѣ равны 3.444.550 калорій ( $379.200 + 3.065.350$ ).

Опредѣлимъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи:

$$\eta = \frac{7.709.340 - 3.444.550}{9.375.016} = 46\%.$$

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія производства будетъ равенъ отношенію тепла, содержащагося въ продуктахъ плавки и пошедшаго на



эндотермическія реакціи процесса къ всему теплу, которое заключается въ горючемъ, израсходованномъ для этой цѣли.

Тепло, содержащееся въ продуктахъ плавки и пошедшее на эндотермическія реакціи процесса равно 1.685.100 калоріямъ (1.437.900 + + 238.000 + 9.200).

Слѣдовательно, коэффициентъ полезнаго дѣйствія мартеновскаго производства въ печи Сименса равенъ:

$$\eta_1 = \frac{1.685.100}{9.375.016} = 18\%.$$

Опредѣлимъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія доменнаго производства въ домнѣ, описанной нами на стр. 51.

На эндотермическія реакціи процесса пошло, какъ указано выше, 217.379 калорій и въ продуктахъ плавки содержится 62.950 калорій. Слѣдовательно, полезное тепло процесса равно 280.329 калорій. Общее же количество тепла, которое могло бы при полномъ горѣніи угля составить приходъ процесса, равно 657.675 калорій. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія доменнаго производства въ данныхъ условіяхъ равенъ:

$$\eta_1 = \frac{280.329}{657.675} = 42\%.$$

### Коэффициентъ полезнаго дѣйствія процесса.

Какъ мы уже упоминали выше, сопоставленіе коэффициента полезнаго дѣйствія печи съ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія производства въ данной печи позволяетъ опредѣлить коэффициентъ полезнаго дѣйствія процесса въ данной печи и такимъ образомъ опредѣлить пригодность данной печи къ данному производству и сравнить ее съ пригодностью другой печи, утилизирующей тепло горячаго инымъ образомъ.

Знаніе этого коэффициента полезнаго дѣйствія весьма важно, какъ увидимъ далѣе. До сихъ поръ въ металлургическихъ сочиненіяхъ его не опредѣляли, такъ какъ не разграничивали точно коэффициента полезнаго дѣйствія печи отъ коэффициента полезнаго дѣйствія процесса. Даже такой крупный и внимательный изслѣдователь, какъ профессоръ Ричардсъ, дѣлаетъ въ этомъ отношеніи ошибки. Вычисляя коэффициентъ полезнаго дѣйствія новой печи Сименса для переплавки чугуна, онъ говоритъ (Второй томъ, стр. 137).

„Всего въ печь вносится 6.066.810 калорій; при 1.400° ихъ рабочаго пространства въ газахъ уходитъ 3.816.400 калорій.

Слѣдовательно, коэффициентъ полезнаго дѣйствія рабочаго пространства печи составитъ:

$$\eta = \frac{6.066.810 - 3.816.400}{6.066.810} = 37\%.$$

Это въ дѣйствительности коэффициентъ полезнаго дѣйствія рабочаго пространства; однако, далѣе проф. Ричардсъ продолжаетъ:

„Еще лучше для этого опредѣленія взять отношеніе между полезно израсходованнымъ тепломъ и расходомъ тепла въ рабочемъ пространствѣ, только что вычисленнымъ (6.066.810 — 3.816.400).

Полезное тепло (въ продуктахъ плавки и эндотермическихъ реакціяхъ процесса) равно 900.000 калорій, слѣдовательно, коэффициентъ полезнаго дѣйствія рабочаго пространства равенъ:

$$\eta = \frac{900.000}{6.066.810 - 3.816.400} = 40\%.$$

Эта величина никоимъ образомъ не представляетъ собой коэффициента рабочаго полезнаго дѣйствія пространства печи. Это несомнѣнно коэффициентъ полезнаго дѣйствія процесса, т. е. величина, указывающая степень, въ какой усваивается процессомъ тепло, аккумулируемое въ рабочемъ пространствѣ печи.

Этотъ коэффициентъ можно получить инымъ образомъ.

Тепловой коэффициентъ производства въ данной печи (переплавка чугуна), опредѣленный ранѣе Ричардсомъ, подъ названіемъ коэффициента полезнаго дѣйствія печи, равенъ:

$$\eta_1 = \frac{900.000}{5.647.400} = 16\%.$$

Гдѣ, по предыдущему 900.000 полезное тепло процесса, а 5.647.400 калорій—все количество тепла, заключающееся въ горючемъ процесса.

Согласно нашей терминологіи, коэффициентъ полезнаго дѣйствія данной печи опредѣлится изъ отношенія

$$\eta = \frac{6.066.810 - 3.816.400}{5.647.400} = 40\%.$$

И коэффициентъ полезнаго дѣйствія процесса, равный частному отъ дѣленія коэффициента полезнаго дѣйствія производства на коэффициентъ полезнаго дѣйствія печи, будетъ равенъ:

$$\eta_2 = 0,16 : 0,40 = 0,40.$$

Предположимъ, что изслѣдованіе какого-либо процесса, совершающагося въ печи, дало коэффициентъ полезнаго дѣйствія производства въ 18%. Этотъ коэффициентъ въ зависимости отъ того, въ какой печи онъ полученъ, опредѣляетъ степень использованія тепла, аккумулируемаго въ рабочемъ пространствѣ печи. Если этотъ коэффициентъ полученъ въ печи съ полезнымъ дѣйствіемъ въ 80%, коэффициентъ полезнаго дѣйствія процесса составитъ всего 22%; полученный же въ печи съ полез-



нымъ дѣйствіемъ въ 20%, онъ укажетъ на высокую степень использованія тепла печи, равную 90%.

Въ первомъ случаѣ, слѣдовательно, открывается значительный просторъ для усовершенствованія процесса въ данной печи, во второй наоборотъ.

Вычислимъ коэффиціенты полезнаго дѣйствія процессовъ доменнаго, мартеновскаго и бессемеровскаго.

Коэффиціентъ доменнаго производства, вычисленный нами для печи, описанной на стр. 51, составляетъ 42%, коэффиціентъ же полезнаго дѣйствія данной печи вычисленъ нами ранѣе и равенъ 52%, слѣдовательно, коэффиціентъ доменнаго процесса будетъ равенъ  $42 : 52 = 80\%$ , т. е. полезное дѣйствіе процесса весьма велико.

Почти все тепло, оставляемое въ печи горючимъ, усваивается процессомъ, но печь сама по себѣ обусловливаетъ значительныя потери тепла.

Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія мартеновскаго процесса опредѣлится по предыдущему: коэффиціентъ полезнаго дѣйствія мартеновскаго производства въ печи Сименса равенъ: (стр. 54) 18%, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія той же печи (на той же стр.) равенъ 46%; слѣдовательно, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія процесса равенъ 40%, т. е. процессъ усваиваетъ тепла въ печи вдвое меньше доменнаго.

Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія бессемеровскаго процесса опредѣлится аналогичнымъ образомъ.

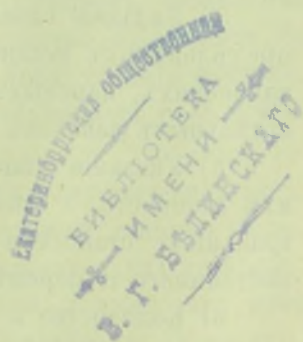
Бессемеровскій конверторъ стальной плавки, описанный нами на стр. 49, получаетъ 2.320.038 калорій, уносится газами 1.214.624 калоріи, слѣдовательно, въ печи остается 1.116.414 калорій.

Утилизировано изъ этого количества тепла продуктами горѣнія и эндотермическими реакціями процесса 1.116.749 калорій, т. е. коэффиціентъ полезнаго дѣйствія процесса равенъ:

$$\eta_2 = \frac{1.116.414 - 1.116.749}{1.144.156} = 100\%.$$

Общій коэффиціентъ производства будетъ равенъ:

$$\eta_1 = 1,00 \cdot 0,30 = 0,30.$$



## ОЧЕРКЪ СОСТОЯНІЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ СООРУЖЕНІЙ НА УРАЛЬ- СКИХЪ ЗАВОДАХЪ И РУДНИКАХЪ въ 1906 году.

Отчетъ по командировкѣ Горн. Инж. М. М. Федорова.

### В В Е Д Е Н І Е.

Въ началѣ лѣта 1906 года, по заявленію Заслуженнаго Профессора И. А. Тиме, Совѣтъ Горнаго Института Императрицы Екатерины II сдѣлалъ Горному Департаменту предложеніе о командированіи меня, бывшаго въ то время ассистентомъ по кафедрѣ Горнозаводской Механики, на Уральскіе заводы *для ознакомленія съ состояніемъ на нихъ для постановки электрическихъ сооружений*. Это предложеніе Горнымъ Департаментомъ было принято, результатомъ чего и является настоящій отчетъ.

Возложенное на меня порученіе, по мѣрѣ возможности, я старался исполнить согласно слѣдующей программѣ:

- 1) Установленіе къ какому времени относится начало примѣненія электрической энергіи на отдѣльныхъ заводахъ.
- 2) Изложеніе постепеннаго хода развитія на нихъ примѣненій электричества.
- 3) Указаніе всѣхъ видовъ источниковъ, служащихъ для полученія электрической энергіи.
- 4) Указаніе главнѣйшихъ типовъ двигателей электро-генераторовъ и предѣловъ ихъ мощности, а также соотношеніе между мощностью гидравлическихъ, паровыхъ и газовыхъ двигателей, на центральныхъ станціяхъ отдѣльныхъ заводовъ.
- 5) Указаніе главнѣйшихъ типовъ электро-генераторовъ и размѣровъ ихъ мощности, а также указаніе размѣровъ электрической мощности центральныхъ станцій и соотношенія между мощностью ихъ генераторовъ постоянного и переменнаго тока.
- 6) Количество и размѣры мощности свѣтовыхъ и силовыхъ приемниковъ электрической энергіи и соотношенія между ними.



7) Соотношеніе между электрической и другими видами мощности въ двигателяхъ машинъ орудій.

8) Степень обеспеченности заводовъ электрической мощностью ихъ центральныхъ станцій.

9) Случаи примѣненія электрической энергіи на заводахъ и рудникахъ.

10) Фирмы, поставляющія элементы электрическихъ сооружений.

11) Стоимость электрической энергіи на заводахъ и зависимость ея отъ источниковъ силы.

12) Завѣдываніе электрическою частью Уральскихъ заводовъ.

*Примѣчаніе.* — Въ отдѣлѣ: „заключенія“ краткіе отвѣты на вопросы этой программы помѣчены соотвѣтственными номерами.

Благодаря обилію лѣтнихъ праздниковъ официально признанныхъ и мѣстныхъ уральскихъ, а также, благодаря потерѣ большого количества времени на переѣзды, мнѣ не пришлось посѣтить всѣхъ уральскихъ заводовъ, имѣющихъ электрическія сооружения въ большемъ или меньшемъ крупномъ масштабѣ, но, тѣмъ не менѣе, посѣщенные и описанные здѣсь составляютъ довольно большую часть таковыхъ.

Послѣ этого краткаго введенія приступаю къ изложенію отчета.

### Надеждинскій заводъ Богословскаго горнаго округа.

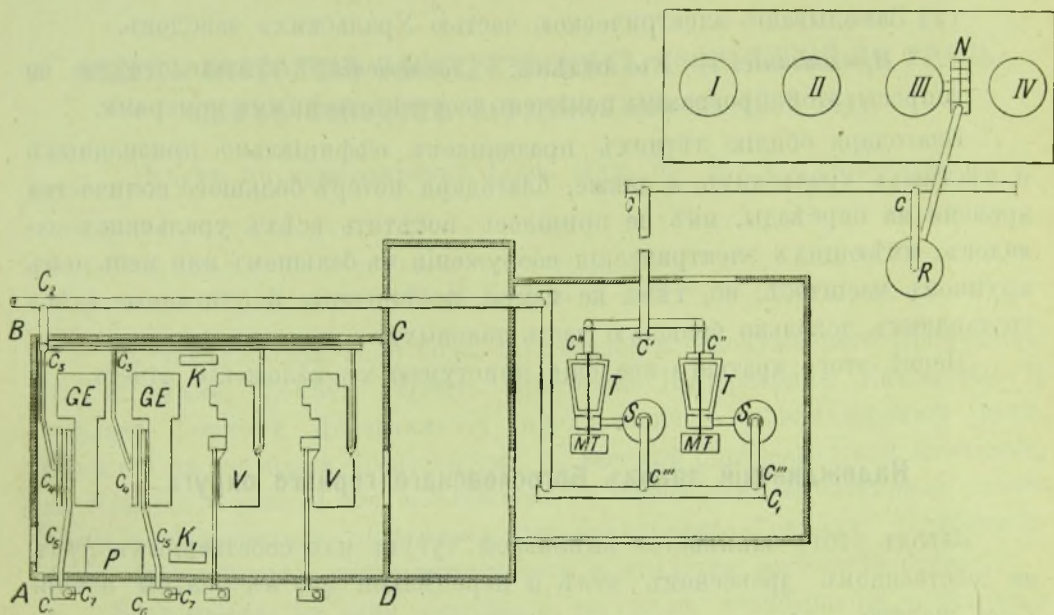
Заводъ этотъ занимается выплавкой чугуна изъ собственныхъ рудъ на собственномъ древесномъ углѣ и передѣлкой его въ рельсы и сортовое желѣзо.

Для выплавки чугуна имѣется четыре доменныхъ печи съ общей годовой производительностью въ 65.600 тоннъ.

Для производства электрической энергіи, примѣняемой для освѣщенія и силовопередачи, имѣется двѣ центральныхъ электрическихъ станцій; одна изъ нихъ, болѣе ранняго происхожденія и меньшей мощности, производитъ постоянный токъ; другая—новѣйшаго устройства—производитъ трехфазный токъ. Станція постоянного тока работаетъ независимо отъ станціи трехфазнаго тока только во время останова послѣдней. Во время же функціонированія станціи трехфазнаго тока, станція постоянного тока, получая отъ первой двигательную силу, исполняетъ роль трансформатора переменнаго тока въ постоянный.

**Центральная электрическая станція.** Источникомъ электрической энергіи служитъ газъ доменныхъ печей, почему центральную станцію на заводѣ называютъ газо-электрической. На фиг. 1 показана схема центральной станціи. Изъ каждой дѣйствующей доменной печи, подобно тому, какъ показано для печи № III, газъ поступаетъ черезъ очиститель N съ вер-

тикальными перегородками въ газовой регуляторъ  $R$ , откуда по газопроводу  $ссс'$  и по одному изъ направляющихъ патрубковъ  $с''$  поступаетъ въ одинъ изъ газоочистителей  $T$  системы Тейсена, изъ котораго нагнетается въ соответствующій скрубберъ  $S$ , откуда по вертикальному патрубку  $с'''$  (на чертежѣ показанному горизонтальнымъ) и по газопроводамъ  $C_1C_2$  и  $C_3C_4$  направляется къ газо-электрическимъ группамъ  $GE$ . Отработанный газъ выбрасывается въ атмосферу по трубамъ  $C_5$  черезъ вставочный ящикъ  $C_6$  и вертикальную трубу  $C_7$ . Для пуска въ ходъ





Описавъ, такимъ образомъ, схему центральной электрической станціи въ связи съ ея источникомъ энергіи, т. е. доменнымм печами, перейдемъ теперь къ описанію отдѣльныхъ частей ея.

*Газовый генераторъ.*—Газовымъ генераторомъ является здѣсь доменная печь. Средняя суточная производительность одной доменной печи равняется

$$\frac{65,600}{4 \times 365} = 44,9 \text{ тонны чугуна.}$$

На каждую тонну суточной выплавки чугуна можно получить въ газомоторахъ отъ 24 до 32 НР при доменныхъ печахъ, работающих на коксѣ <sup>1)</sup>. Для древесноугольныхъ печей, газы которыхъ бѣднѣ горючими частями, упомянутыя цифры необходимо умножить на 0,75—0,90. Такимъ образомъ, отъ древесноугольной печи, указанной производительности, можно получить въ газометрахъ отъ 18 до 28,8 НР на каждую тонну чугуна, выплавленную въ сутки. Слѣдовательно, одна доменная печь этого завода можетъ доставить газомоторамъ мощность, равную 808—1.293 НР, а всѣ четыре печи 3.232 до 5.172 НР.

*Газоочиститель N* (Фиг. 1) внутри раздѣленъ вертикальными перегородками, поочередно недоходящими, то до дна, то до потолка камеры. Здѣсь происходитъ предварительная очистка только что вышедшаго изъ печей газа.

*Регуляторъ R.*—Вслѣдствіе значительности его поперечнаго сѣченія, по сравненію съ сѣченіями примыкающихъ къ нему трубъ, здѣсь происходитъ сильное замедленіе скорости движущагося газа, а слѣдовательно и значительное осажденіе пыли и смолы.

*Газоочиститель системы Тейсена* (Theisen).—Я не стану описывать здѣсь конструкцію этого прибора, такъ какъ читатель можетъ найти описаніе такого же аппарата въ статьѣ А. А. Лебедева <sup>2)</sup>, но считаю не безъинтереснымъ привести нѣкоторыя свѣдѣнія о немъ, позаимствованныя мною изъ протокола испытаній комиссіи по пріемкѣ всей газо-электрической станціи этого завода. Такимъ образомъ, по отзывамъ комиссіи, этотъ приборъ оказался вполне отвѣчающимъ возлагавшимся на него надеждамъ. Въ самомъ дѣлѣ, неочищенный доменный газъ этого завода содержитъ всего лишь около 2,5 граммовъ пыли и смолы въ кубическомъ метрѣ. Въ силу гарантіи, очищенный газъ долженъ содержать не болѣе 0,02 грамма; согласно же протоколу испытаній, онъ содержитъ едва замѣтные слѣды упомянутыхъ примѣсей. Такая хорошая очистка объясняется тѣмъ, что еще до поступленія въ аппаратъ Тейсена, газъ въ

<sup>1)</sup> См. „Газовые двигатели“ Профессора Я. Грдины.

<sup>2)</sup> Горный Журналъ. 1905. Т. II. Стр. 1. „Современное положеніе вопроса о тонкой очисткѣ колошниковыхъ газовъ“. Горн. Инж. А. А. Лебедевъ.

нѣсколькихъ мѣстахъ газопровода подвергается предварительной очисткѣ посредствомъ инжекторовъ, впрыскивающихъ его водою.

При заказѣ этихъ приборовъ, заводоуправленіемъ была потребована гарантія промывки каждымъ изъ нихъ 200 м<sup>3</sup> газа въ минуту. Фирма Коккериль, для большей увѣренности въ выполненіи этой гарантіи поставила приборы, могущіе промывать каждый по 400 м<sup>3</sup> газа въ минуту. Последнее обстоятельство служитъ причиной того, что для вращенія этихъ приборовъ приходится теперь затрачивать большее количество электрической энергіи, чѣмъ то, которое затрачивалось-бы для приборовъ съ производительностью въ 200 м<sup>3</sup> въ мин. Каждый изъ этихъ приборовъ требуетъ для своего движенія мощности въ 100 НР. Диаметръ барабановъ, включая и крылья 2.500 мм. Число оборотовъ въ минуту 400. Потребность воды 84 литра въ минуту. Расходъ масла на одну эффективную силу—часъ составляетъ 0,306 грамма.

*Электропроизводительныя группы.* — Описанные газо-генераторные и газоочистительные приборы питаютъ двѣ тождественныя электро-производительныя группы. Каждая изъ послѣднихъ состоитъ изъ газоваго двигателя, соединеннаго прямой передачей съ трехфазнымъ альтернаторомъ.

*Газовые двигатели.* — Оба газовые двигателя построены заводомъ Акціонернаго Общества Коккериль. Мощность каждого 500 НР. при 136 оборотахъ въ минуту. Диаметръ цилиндра 600 мм., ходъ поршня 800 мм. Двигатели четырехъ-тактной системы, двойного дѣйствія, тандемъ. Механическая отдача газовой машины, выведенная изъ общей отдачи всей газо-электрической группы, по подсчету приѣмной комиссіи, оказалась равною 77,3%. Двигатели въ состояніи свободно работать, развивая мощность въ 525 НР., т. е. при допущеніи перегрузки въ 5%.

Расходъ газа въ часъ на индикаторную силу составляетъ отъ 2,3 до 2,8 м<sup>3</sup>, а на дѣйствительную 1,85—2,16 м<sup>3</sup>.

Расходъ тепла въ часъ на индикаторную силу отъ 2277 до 2660 калорій, а на дѣйствительную лошадиную силу отъ 2920 до 3450 калорій.

Тепловая отдача газовой машины (т. е. отношеніе индикаторной работы машины къ тепловой энергіи газа) составляетъ отъ 23,5% до 27,8%. Но, такъ какъ при испытаніяхъ, измѣреніе скорости газа производилось анемометромъ, т. е. приборомъ весьма грубымъ, то къ этимъ цифрамъ можно относиться съ недоуверіемъ, ибо ошибка можетъ быть значительной какъ въ ту, такъ и въ другую сторону.

Экономическая отдача газовой машины, т. е. отношеніе полезной работы машины къ тепловой энергіи газа, составляетъ отъ 18,3 до 21,6%.

Расходъ воды на дѣйствительную лошадиную силу - часъ составляетъ 72 литра. Этотъ расходъ слѣдуетъ признать довольно большимъ.

Расходъ смазочныхъ матеріаловъ на дѣйствительную силу-часъ для цилиндрическаго масла (мазутъ) составляетъ 0,156 граммъ, а для омонафта

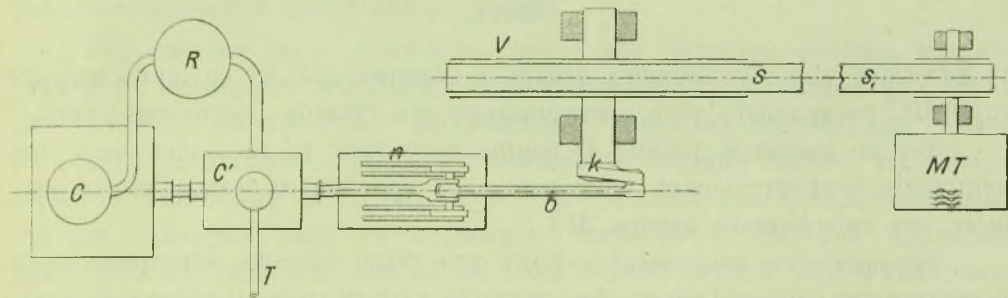


1,54 грамма. Такой расходъ смазочныхъ матеріаловъ надо считать весьма малымъ. Особенно малъ расходъ цилиндрическаго масла, которое, кромѣ того, по совѣту фирмы Коккериль, замѣнено простымъ мазутомъ, стоимость котораго на мѣстѣ потребленія составляетъ всего только 80 коп. за пудъ, тогда какъ масло Вакуумъ-ойль-Компаніи, примѣненіе котораго требуютъ другія фирмы, стоитъ отъ 6 до 9 рублей за пудъ. Расходъ олеонафта тоже надо признать не большимъ.

При заказѣ газовыхъ машинъ и альтернаторовъ были установлены техническія условія, которыя должны были-бы обезпечить параллельную работу генераторовъ; въ силу этихъ условій, степень неравномѣрности хода принята равной  $\frac{1}{250}$  и въ зависимости отъ этой величины, маховой моментъ альтернатора  $GD^2 = 200.000 \text{ кгр.} \times \text{метр.}^2$ . Кромѣ того, для регулированія хода, на газомоторахъ имѣются также центробѣжные регуляторы.

Стоимость каждого такого газомотора составляетъ 17929 р. 97 к.

**Компрессоры.**—Какъ необходимая принадлежность такихъ газомоторовъ, въ помѣщеніи центральной станціи, въ пунктахъ  $K$  и  $K_1$ , установлены компрессоры (фиг. 1). Компрессоры эти производятъ и подаютъ сжатый воздухъ газовымъ двигателямъ во время пуска ихъ въ ходъ. На фиг. 2 показана схема компрессора, установленнаго въ пунктѣ  $K$  (фиг. 1).



Фиг. 2. Схема компрессора для пуска въ ходъ газомоторовъ ц. станціи.

$C$ —цилиндръ, въ которомъ воздухъ сжимается до 5 атмосферъ.  $R$ —промежуточный резервуаръ, куда вгоняется сжатый воздухъ изъ цилиндра  $C$  и откуда онъ поступаетъ въ цилиндръ  $C'$  высокаго давленія, т. е. для сжатія до 15 атмосферъ.  $T$ —труба, подающая сжатый воздухъ газомоторамъ,  $b$ —шатунъ,  $k$ —кривошипъ,  $ss_1$ —ременная передача,  $MT$ —трехфазный моторъ.

Компрессоръ построенъ фирмой Duisburger Maschinenbau Act. Ges. vormals Bechem & Keetman. Duisburg a Rh.

*Трехфазный моторъ, приводящій въ движеніе описанный компрессоръ* построенъ фирмой Elektrizitäts—Werke A.—G. въ Берлинѣ. Мощность его  $50 \text{ HP} = 36,7 \text{ киловаттъ}$ , при  $\cos \varphi^1) = 0,8$ .

<sup>1)</sup> Буквою  $\varphi$  вообще принято обозначать уголъ сдвига фазъ напряженія и силы переменнаго тока.

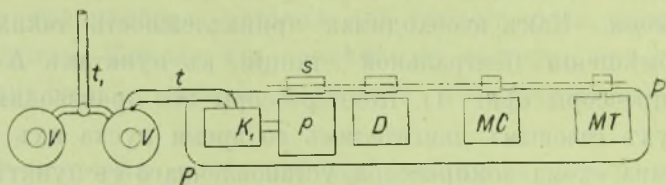
Скорость 720 оборотовъ въ минуту; частота 50; напряженіе 500 вольтъ и сила тока 52,3 ампера.

Кромѣ описаннаго компрессора, имѣется еще одинъ, входящій въ составъ группы  $K_1$  (фиг. 1).

Группа  $K_1$  (фиг. 1) болѣе подробно представлена на схемѣ (фиг. 3).

На общей фундаментной плитѣ  $PP$  установлены: моторъ трехфазнаго тока  $MT$ , моторъ постоянного тока  $MC$ , динамо  $D$  и компрессоръ  $K_1$  съ его приводомъ  $p$ . Воздухоприѣмники  $V$ ,  $V$  стоятъ особо, вблизи, и соединены трубками  $t$  и  $t_1$  съ воздушнымъ цилиндромъ компрессора и газомоторами.

Въ случаѣ порчи большого компрессора  $K$  (фиг. 1), пускается малый компрессоръ  $K_1$ , для чего шкивъ его  $s$  соединяють со шкивомъ трехфазнаго мотора  $MT$  (фиг. 3). Въ случаѣ пуска въ ходъ центральной станціи, послѣ ея останова, т. е. когда не имѣется въ распоряженіи



Фиг. 3.

трехфазнаго тока, соединяють шкивъ  $s$  компрессора  $K_1$  со шкивомъ мотора  $MC$  постоянного тока, питающагося отъ станціи постоянного тока.

Что же касается динамо  $D$  постоянного тока, то ею пользуются при испытаніи освѣтительныхъ приборовъ; она приводится безконечнымъ ремнемъ отъ трехфазнаго мотора  $MT$ .

*Электрическіе генераторы.*—Какъ уже было сказано, электрическими генераторами служатъ два тождественныхъ альтернатора трехфазнаго тока. Оба они построены заводомъ Акціонернаго Общества „Вольта“ въ Ревель<sup>1)</sup>. При нормальной нагрузкѣ, напряженіе 550 вольтъ, сила тока 435 амперъ и мощность 415 килоуаттъ при  $\cos\varphi = 1$ . Скорость 136 оборотовъ въ минуту. Частота тока 50 періодовъ въ секунду. Въ случаѣ надобности, каждый альтернаторъ можетъ быть перегруженъ въ продолженіе трехъ часовъ, при чемъ, работая при напряженіи 550 вольтъ и силѣ тока въ 500 амперъ, можетъ развитъ электрическую мощность въ 477 килоуаттъ. Генераторы предназначены для индукціонной нагрузки при  $\cos\varphi = 0,8$ , при которой мощность должна быть въ 332 килоуатта.

*Возбудители альтернаторовъ* насажены на одномъ валу съ роторомъ и представляютъ собою динамо, мощностью въ 8,5 килоуаттовъ, при напря-

<sup>1)</sup> Замѣтимъ, что почти весь Надеждинскій заводъ электрически оборудованъ машинами этой фирмы; по этой причинѣ, въ дальнѣйшемъ изложеніи, мы только тогда будемъ упоминать фирму, когда электрическая машина или приборъ построены другимъ заводомъ.



женіи въ 45 вольтъ и силѣ тока въ 190 амперъ при продолжительной работѣ. При работѣ съ перегрузкой, каждый возбудитель можетъ развивать мощность въ 12,7 киловаттъ при 55 вольтахъ и 230 амперахъ въ продолженіе 5 часовъ. Шестиполюсные. Полюса круглаго сѣченія. Индукторная рама (ядро) круглой формы, прямоугольнаго сѣченія, снаружи закругленнаго. Число рядовъ щетокъ 6; въ каждомъ ряду по 3 щетки. Щетки угольныя. Возбужденіе параллельное.

*Стоимость альтернатора* вмѣстѣ съ возбудителемъ составляетъ 13.470 руб. 85 коп., что на 1 НР нормальной мощности, при безындукціонной нагрузкѣ, составляетъ 32 р. 46 к.

*Распределительная доска* установлена въ пунктѣ Р (фиг. 1) на площадкѣ, возвышающейся на 2,5 метра надъ поломъ помѣщенія. Она оборудована приборами Акц. О-ва Гартманъ и Браунъ, а установлена фирмой „Вольта“. Никакихъ особенностей въ устройствѣ ея не замѣчено. Стоимость ея 3957 р. 47 к.

**Станція постоянного тока** служитъ исключительно для питанія дуговыхъ фонарей.

Паровой двигатель посредствомъ ременной передачи приводитъ въ движеніе три динамо, соединенныя безконечными ремнями съ валомъ при посредствѣ шкивовъ. Моторъ трехфазнаго тока питается отъ газо-электрической центральной станціи.

*Паровой двигатель* получаетъ паръ изъ батареи котловъ, находящихся въ сосѣднемъ помѣщеніи и обыкновенно обслуживающихъ одинъ изъ цеховъ, пока постоянно работающихъ паровыми двигателями. Число постоянно работающихъ въ этомъ помѣщеніи котловъ таково, что всегда имѣется нѣкоторый избытокъ пара, необходимый для функционированія станціи. Давленіе пара въ котлахъ—6 атмосферъ. Паровой двигатель приводитъ въ движеніе динамо въ томъ только случаѣ, когда газо-электрическая станція не функционируетъ.

Паровой двигатель построенъ заводомъ G. Kuhn въ Штутгартѣ, одноцилиндровый, горизонтальный, съ маховымъ колесомъ, діаметромъ 3000 мм. и съ регуляторомъ. Діаметръ парового цилиндра 350 мм., ходъ поршня 800 мм.

Число оборотовъ въ минуту—113.

При наполненіи парового цилиндра  $= \frac{1}{4}$  хода, мощность парового двигателя равна 112 НР, что вполне соответствуетъ той мощности, какая отъ него потребна для приведенія въ движеніе всѣхъ трехъ динамо.

*Двигатель трехфазнаго тока.*—Когда газо-электрическая станція функционируетъ, то одна динамо станціи постоянного тока приводится въ движеніе трехфазнымъ моторомъ. Моторъ этотъ построенъ для напряженія въ 500 вольтъ, при скорости 720 оборотовъ въ минуту и частотѣ 50. Въ продолжительной работѣ онъ можетъ развивать 30 НР при 35 амперахъ,

что соотвѣтствует  $\cos\varphi = 0,736$ . При перегрузкѣ, въ продолженіи трехъ часовъ онъ можетъ развивать 37,5 НР, при 43,5 амперахъ. На концѣ вала мотора находится, въ закрытой цилиндрической коробкѣ, такъ называемая контактная муфта, замѣняющая пусковой реостатъ. На другомъ концѣ вала насаженъ шкивъ діаметромъ 550 мм.

**Трансмиссія.**—Передача движенія отъ обоихъ двигателей къ динамо совершается при посредствѣ безконечныхъ ремней.

Ремень парового двигателя имѣетъ сѣченіе  $425 \times 9$  мм.; ремни отъ привода къ динамо  $200 \times 4,5$  мм.

**Динамо.**—Всѣ три динамо станціи постоянного тока, построенныя фирмой А. Е. Г. въ Берлинѣ, совершенно одинаковы, т. е. четырехъ-полюсныя, шунтовые. Полюсы прямоугольнаго сѣченія и, вмѣсто отдѣльныхъ надставокъ, имѣютъ общую трубу, раздѣленную въ между полюсныхъ промежуткахъ четырьмя продольными щелями, не доходящими до концовъ трубы. Ярмо круглое, прямоугольнаго поперечнаго сѣченія. Арматура барабанная; къ сожалѣнію нельзя было удостовѣриться какова она: гладкая или зубчатая. Коллекторъ о 160 пластинкахъ и обслуживается четырьмя рядами щетокъ; въ каждомъ ряду по двѣ металлическихъ щетки. Напряженіе 120 вольтъ, сила тока 225 амперъ, слѣдовательно, мощность 27 киловаттъ = 36,6 НР.

Число оборотовъ въ минуту 850.

**Распределительная доска** ничего особеннаго не представляетъ.

**Пріемники электрической энергіи.** Трехфазнымъ токомъ питаются всѣ лампочки накаливанія и всѣ электромоторы завода, тогда какъ постояннымъ токомъ питаются только дуговые фонари да моторъ пускового компрессора  $K_1$  газо-электрической станціи (фиг. 1 и 3).

**Лампочки накаливанія.**—Для освѣщенія лампочками накаливанія существуетъ особая сѣть, имѣющая два трансформатора, построенныхъ для напряженій: первичнаго въ 525 вольтъ и вторичнаго въ 120 вольтъ, при силѣ первичнаго тока въ 34,8 и—вторичнаго въ 148 амперъ.

Распределеніе лампочекъ накаливанія, число ихъ и количество энергіи, израсходованной ими съ 1 іюля 1905 года по 1 мая 1906 года показаны въ слѣдующей таблицѣ:

	Лампочекъ.	Киловаттъ— часовъ.
Въ квартирахъ . . . . .	441	49.926
„ общественныхъ помѣщеніяхъ . .	506	58.561
„ заводѣ , . . . .	785	98.425
	<hr/> 1732	<hr/> 206.912

Кромѣ того израсходовано 71 дуговымъ фонаремъ различныхъ системъ 100.613 киловаттъ-часовъ въ формѣ постоянного тока. Такимъ



образомъ, въ продолженіе указаннаго времени свѣтовыми приѣмниками израсходовано 307.525 килоуаттъ-часовъ.

Такъ какъ преобладаютъ лампочки накаливанія въ 16 свѣчей, то, принимая среднюю величину силы свѣта тоже въ 16 свѣчей, найдемъ, что общая мощность всѣхъ свѣтовыхъ приѣмниковъ трехфазнаго тока составляетъ приблизительно:

$$\frac{1732 \times 16 \times 3,5}{1000} = \approx 97 \text{ килоуаттъ.}$$

*Трехфазные моторы.*—Перечислимъ эти приѣмники, группируя ихъ по цехамъ и мастерскимъ, въ которыхъ они работаютъ.

А. *Электрическій цехъ, т. е. объ электрическія станціи.*

а) Два совершенно одинаковыхъ электровигателя *МТ* (фиг. 1), мощностью по 100 НР., приводятъ въ движеніе два газоочистителя системы Тейсена, уже описанные нами при описаніи центральной станціи. Оба электромотора построены для работы подъ напряженіемъ въ 500 вольтъ, при силѣ тока въ 106 амперъ и скорости 400 оборотовъ въ минуту. Мощность 100 НР соответствуетъ  $\cos \varphi = 0,81$ . Стоимость одного такого мотора составляетъ 2328 р. 15 коп. При  $\cos \varphi = 1$ , мощность равна 124 НР.; стоимость на 1 такую НР. будетъ 18 руб. 78 коп.

б) *Моторъ, движущій большой компрессоръ К* (фиг. 1) построенъ для мощности 50 НР. Болѣе подробное его описаніе было ранѣе.

с) *Моторъ при маломъ компрессорѣ К*, (фиг. 1 и 3) построенъ для 500 вольтъ напряженія, при силѣ тока 5,6 амперъ и при  $\cos \varphi = 0,75$ , имѣетъ мощность 5 НР.

д) *Моторъ станціи постоянного тока.* Мощность его при нормальной работѣ равна 30 НР. Остальные данныя см. выше.

Такимъ образомъ, всѣ 4 мотора электрическаго цеха имѣютъ общую мощность 255 НР.

В. *Водокачка.* Водокачка находится въ разстояніи около 1.000 метровъ отъ завода, на берегу рѣки. Ея назначеніе состоитъ въ снабженіи водою всѣхъ частей завода, для чего имѣется общая водонапорная башня. Водокачка обслуживается тремя паровыми и двумя электрическими насосами, при чемъ, изъ всѣхъ пяти насосовъ одновременно работаютъ только три, т. е. два паровыхъ и одинъ электрическій.

Нормальная производительность водокачки равняется 10.600  $m^3$  въ сутки.

Оба электрическіе насоса центробѣжные и совершенно одинаковы; поставлены фирмою „Вольта“. Каждый изъ нихъ построенъ для подачи 3  $m^3$  воды въ минуту на высоту 44 метровъ. Каждый насосъ непосредственно соединенъ съ электромоторомъ мощностью въ 42 НР., при напряженіи въ 3.000 вольтъ и силѣ тока въ 7,4 амперметра. Скорость равна

1.440 оборотамъ въ минуту. Частота 50. Въмѣсто пусковыхъ реостатовъ—контактныя муфты. Подшипники велосипедной системы, т. е. съ шариками.

Для насосовъ имѣется два трансформатора: одинъ  $\frac{550 \text{ в.} \times 47,2^a}{3.100 \text{ в.} \times 14,4^a}$  мощностью 75 килоуаттъ; а другой запасной  $\frac{550 \text{ в.} \times 25,2^a}{3.100 \text{ в.} \times 7,7^a}$ , мощностью 40 килоуаттъ. Паденіе напряженія въ проводахъ, такимъ образомъ, составляетъ 100 вольтъ.

Общая мощность электродвигателей водокачки = 84 HP.

С. *Доменный цехъ*. Среднее разстояніе доменнаго цеха отъ центральной станціи приблизительно 100 метровъ.

а) Наклонный проволочно-канатный путь, служащій для подъема древеснаго угля къ горизонту колошниковъ, приводится въ движеніе трехфазнымъ моторомъ, построеннымъ для нормальной мощности въ 12 HP. и силы тока въ 14,2 ампера при напряженіи 500 вольтъ. При перегрузкѣ можетъ работать въ продолженіе трехъ часовъ при токѣ 17,8 амперъ, развивая 15 HP.

б) Три рудодробилки Блека движутся отъ общаго привода моторомъ въ 30 HP.

Д. *Рельсопрокатный цехъ*. Рольганги при прокатныхъ станкахъ, подающіе рельсы къ ножницамъ и пилѣ, приводятся въ движеніе отъ электромотора, построеннаго для напряженія въ 500 вольтъ, скорости 960 оборотовъ въ минуту, частоты 50 и для тока въ 23,5 ампера при продолжительной работѣ. При  $\cos \varphi = 0,815$ , мощность его—22 HP.

Во время моего посѣщенія завода начата установка *электрической самостаски* съ двумя моторами, мощностью по 22 HP. и пресса для правки рельсъ, съ моторомъ въ 12 HP.

Е. *Мелкосортный цехъ*. а) *Горячая пила*, приводимая въ движеніе отъ электромотора, который, благодаря своему положенію въ верхней части механизма, оказался неудобнымъ для осмотра, вслѣдствіе чего свѣдѣній о немъ нельзя было получить. Но судя по величинѣ электромотора, а также, принимая въ соображеніе мощность электромоторовъ при пилахъ другихъ конструкцій, исполняющихъ такую же работу, можно принять мощность его равной 8 HP. (?).

б) *Рольганги*, подающіе прокатанный полосы сортового желѣза отъ стана къ горячей пилѣ. Электромоторъ построенъ для напряженія 500 вольтъ, скорости 720 оборотовъ въ минуту, частоты 50 и для продолжительной работы при токѣ 35 амперъ, а при перегрузкѣ для тока не болѣе 43,5 амперъ. При  $\cos \varphi = 0,73$  нормальная его мощность 30 HP. Электромоторъ соединяется съ приводнымъ валомъ рольганговъ при посредствѣ муфты Цоббеля.

с) *Ножницы* болѣе крупнаго сорта прокатываемого желѣза имѣютъ совершенно такой же моторъ, который соединяется съ приводнымъ валомъ



ножницъ при посредствѣ такой же муфты. Слѣдовательно нормальная мощность его тоже 30 HP.

д) *Мелкосортныя ножницы* приводятся въ движеніе трехфазнымъ моторомъ съ контактной муфтой взаимѣнъ реостата. Моторъ построенъ для напряженія въ 500 вольтъ, скорости 720 оборотовъ въ минуту; въ нормальной работѣ мощность его 12 HP, сила тока 14,2 ампера; съ перегрузкой можетъ работать при силѣ тока 17,8 ампера, развивая 15 HP. Множитель мощности принять равнымъ  $\cos \varphi = 0,72$ .

е) *Ножницы между обжимочнымъ и среднесортнымъ станомъ* приводятся въ движеніе моторомъ, построеннымъ для мощности 30 HP. при напряженіи 500 вольтъ и скорости 720 оборотовъ въ минуту, для тока 35 амперъ, частотою 50 періодовъ, который въ продолженіи трехъ часовъ можетъ работать при токѣ въ 43,5 амперъ, развивая мощность 37,5 HP. при  $\cos \varphi = 0,736$ .

Этотъ же моторъ приводитъ въ движеніе рольганги, находящіяся между тѣми же станамп. На фиг. 4 схематически показана трансмиссія отъ мотора  $M$  къ валу  $G$  ножницъ и къ коническому зубчатому колесу  $R_1$ , сцепляющемуся съ такимъ же колесомъ  $R_2$  на валу рольганговъ.  $Z_1, z_1, Z_2, z_2$  и  $Z_3, z_3$  цилиндрическія зубчатая передачи.

ф) *Ножницы и рольганги между мелкосортными обжимочнымъ и отдѣлочнымъ станами* имѣютъ точно такой же моторъ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, т. е. — мощностью въ 30 HP.

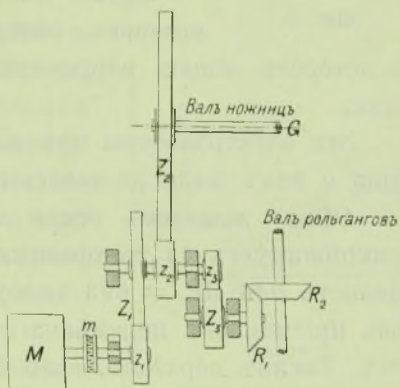
г) *Два компрессора*, служащихъ для подачи сжатого воздуха газомоторамъ прокатного стана во время пуска его въ ходъ.

Соединеніе обоихъ компрессоровъ съ электромоторомъ показано на фиг. 5.

Трехфазный моторъ построенъ для напряженія 500 вольтъ, скорости 1.440 оборотовъ въ минуту, при токѣ 5,6 амперъ; мощность его 5 HP. при  $\cos \varphi = 0,76$ . Какъ показано на фигурѣ 5, моторъ  $M$  можетъ приводить въ движеніе или сразу оба компрессора  $K_1$  и  $K_2$  или же только одинъ  $K_1$ .

h) *Мотовило*. Этотъ приборъ служитъ для наматыванія полосъ обручного желѣза въ пачки. Моторъ, сообщающій ему движеніе, построенъ для мощности въ 12 HP. и во всемъ тождественъ мотору мелкосортныхъ ножницъ.

Г. *Вальцетокарная мастерская*. Вальцетокарные станки и точила этой мастерской вращаются отъ двухъ приводовъ (фиг. 6). Буква  $m$  обозначаетъ разъемную или соединительную муфту на промежуточныхъ валахъ. Благодаря этой муфтѣ, каждый изъ двухъ моторовъ  $M_1$  и  $M_2$

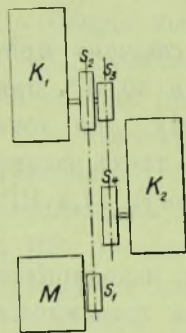


Фиг. 4.

можетъ вращать оба привода сразу или каждый въ отдѣльности, смотря по потребности въ мощности. Оба мотора одинаковы и соотвѣтствуютъ напряженію въ 500 вольтъ, скорости 720 оборотовъ въ минуту и нормальной работѣ при 35 амперахъ.

При  $\cos \varphi = 0,736$  нормальная мощность равна 30 НР., а при перегрузкѣ тока до 43,5 амперъ мощность достигаетъ 37,5 НР.

При этой мастерской есть еще особое отдѣленіе съ точилами для рѣзцовъ, приводимыми въ движеніе трехфазнымъ моторомъ мощностью въ 5 НР.



Фиг. 5.

Г. *Лѣсопилка*. Лѣсопильный станокъ, распиливающий толстыя круглыя бревна на доски, для потребностей завода и продажи, приводится въ движеніе трехфазнымъ электромоторомъ, мощностью въ 30 НР, при нормальной работѣ.

Моторъ этотъ во всемъ тождественъ описанному въ предыдущей статьѣ (*F*); онъ соединенъ со станкомъ при помощи двойной ременной передачи.

Кромѣ того, на заводѣ имѣется еще 7 трехфазныхъ моторовъ, обладающихъ общеою мощностью въ 102 НР. и 15 моторовъ общеою мощностью въ 115 НР, на различныхъ мелкихъ работахъ.

Эти электромоторы при осмотрѣ завода не были показаны, но свѣдѣнія о нихъ были доставлены впоследствии.

*Общая мощность всѣхъ приемниковъ.* Такимъ образомъ, на заводѣ функционируетъ 44 трехфазныхъ мотора, общая мощность которыхъ составляетъ 946 НР. = 693 килоуаттамъ. Кромѣ того, мощность всѣхъ свѣтовыхъ приемниковъ переменнаго тока составляетъ приблизительно 97 килоуаттъ. Такимъ образомъ, если бы всѣ электромоторы и лампочки накаливанія работали одновременно, то для питанія ихъ потребовалась-бы мощность  $693 + 97 = 790$  килоуаттъ.

*Соотношеніе  $\alpha$  между табличной мощностью постоянно дѣйствующихъ электрическихъ генераторовъ центральной станціи и такой же мощностью приемниковъ.* Принимая въ среднемъ для всей сѣти  $\cos \varphi = 0,80$ , получимъ, что мощность, развиваемая одной электро-генераторной группой равна

$$550 \text{ в.} \times 435 \text{ амп.} \times \sqrt{3} \times 0,80 = 332 \text{ килоуаттамъ.}$$

Такимъ образомъ, мощность одной электро-генераторной группы составляетъ, при нормальной нагрузкѣ:

$$\alpha = \frac{332}{790} = 0,42 = 42\%$$

полной табличной нагрузки всѣхъ электрическихъ приемниковъ. При



наибольшей допустимой перегрузкѣ одного альтернатора, соответственное отношеніе составляетъ

$$\frac{477 \times 0,80}{790} = 48,5\%$$

полной табличной мощности всѣхъ приемниковъ.

Въ іюлѣ 1906 года работа одного альтернатора вполне удовлетворяла потребности завода въ электрической энергіи не только днемъ, но и ночью; но надо принять во вниманіе, что въ это время производительность завода была значительно ниже нормы и нѣкоторые электромоторы совсѣмъ не функционировали.

Очевидно, что табличная мощность всей центральной станціи при нормальной мощности альтернаторовъ составляетъ 84 % <sup>1)</sup>, а при перегрузкѣ станціи—97% табличной мощности всѣхъ заводскихъ электроприемниковъ.

*Сопоставленіе электрической, паровой и газовой силы на заводѣ.* При основаніи завода, онъ былъ оборудованъ исключительно паровыми двигателями. Затѣмъ была построена, съ цѣлью освѣщенія, уже описанная электрическая станція постоянного тока. Наконецъ, съ цѣлью утилизациі тепловой энергіи доменнаго газа, нѣкоторые паровые двигатели были замѣнены газовыми и устроена газо-электрическая центральная станція, съ цѣлью вести дальнѣйшее оборудованіе завода электромоторами, а также съ цѣлью замѣны, гдѣ окажется выгоднымъ, нѣкоторыхъ паровыхъ двигателей электрическими.

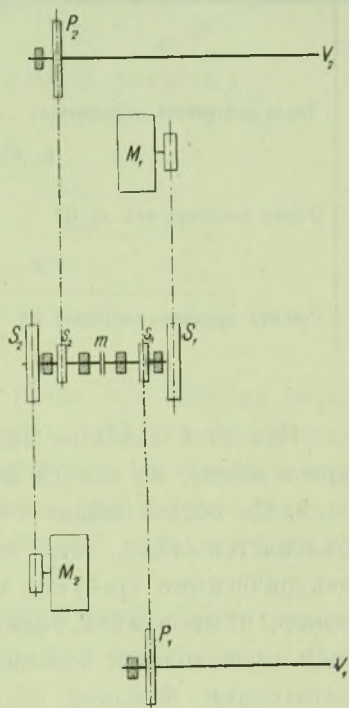
Такимъ образомъ, въ настоящее время, на заводѣ одновременно функционируютъ при исполнительныхъ механизмахъ: электрическіе, паровые и газовые двигатели. Число и мощность первыхъ мы уже указали; сдѣлаемъ тоже и для послѣднихъ.

#### *Паровые двигатели <sup>2)</sup>.*

	Число двигателей.	Мощность.
Въ доменномъ цехѣ . . . .	11	1.040 НР.
„ мартеновскомъ цехѣ. . . .	2	24 „
„ прокатномъ цехѣ. . . .	11	3.352 „
„ механическомъ цехѣ . . . .	8	589 „
„ огнеупорномъ „ . . . .	1	50 „
Всего . . . .	33	5.055 НР.

<sup>1)</sup> Это отношеніе мы будемъ дальше называть буквою  $\beta$ .

<sup>2)</sup> Двигатели электрическихъ станцій сюда не относятся.



Фиг. 6.

*Газовые двигатели <sup>1)</sup>.*

Въ прокатномъ цехѣ имѣется 2 двигателя, мощностью 1.800 НР.

На основаніи вышеприведенныхъ данныхъ составлена слѣдующая сравнительная таблица:

Т А Б Л И Ц А № 1.

	Электрич.	Паровые.	Газовые.	И т о г о.
Число двигателей (абсолютное) . . . . .	44	33	2	79
Въ ‰ общего типа . . . . .	55,5‰	42‰	2,5‰	100‰
Общая мощность ихъ въ НР . . . . .	946	5052	1800	7801
‰ . . . . .	13‰	64‰	23‰	100‰
Средняя мощность двигателя НР . . . . .	21.5	164	900	99

Изъ этой таблицы видно, что электродвигатели, по числу занимаютъ первое мѣсто; на заводѣ ихъ болѣе половины общаго числа всѣхъ двигателей. По общей мощности они занимаютъ *пока* послѣднее мѣсто; но это объясняется тѣмъ, что замѣна менѣе мощныхъ паровыхъ двигателей электрическими требуетъ меньшихъ единовременныхъ капитальныхъ расходовъ, чѣмъ замѣна болѣе мощныхъ, а также и тѣмъ, что при расширеніи производства большого завода, оборудованнаго вначалѣ паровыми двигателями большой силы, при расширеніи производства, чаще приходится обзаводиться новыми моторами, по преимуществу, малой мощности.

*Стоимость электрической энергии.* Вотъ данныя, полученныя мною, по этому вопросу, отъ конторы Надеждинскаго завода, за періодъ времени съ 1 іюля 1905 г. по 1 мая 1906 г., т. е. за 10 мѣсяцевъ.

*Станція трехфазнаго тока.*

Содержаніе машинъ . . . . .	5.999 р. 29 к.
Ремонтъ машинъ . . . . .	1.122 „ 14 „
Содержаніе распредѣлительной доски и альтернаторовъ . . . . .	1.519 „ 28 „
Ремонтъ ихъ. . . . .	122 „ 50 „
Общіе расходы . . . . .	1.972 „ 79 „
Чистка газа . . . . .	948 „ 56 „
Итого . . . . .	11.684 р. 56 к.

<sup>1)</sup> Двигатели электрическихъ станцій сюда не относятся.



За этотъ же промежутокъ времени произведено энергіи въ формѣ трехфазнаго тока 1.113.882 килоуаттъ-часа, слѣдовательно стоимость одного килоуаттъ-часа равна 1,05 коп. Такая дешевизна объясняется тѣмъ, что газъ доменныхъ печей оцѣнкѣ не подвергается.

#### *Станція постоянного тока.*

Содержаніе паровой машины . . . . .	5.801 р. 33 к.
Ремонтъ ея . . . . .	786 „ 97 „
Содержаніе динамо и распредѣлительной доски . . . . .	1.615 „ 80 „
Ремонтъ ихъ. . . . .	556 „ 78 „
Общіе расходы . . . . .	2.011 „ 38 „
Итого . . . . .	10.722 р. 26 к.

Количество энергіи, произведенной за это время при помощи парово-электрической генераторной группы составляетъ 101.849 килоуаттъ-часовъ. Слѣдовательно стоимость одного килоуаттъ-часа постоянного тока равна 10,58 коп., т. е. въ 10 разъ болѣе стоимости трехфазнаго тока.

Въ среднемъ, производство электрической энергіи обходится заводу въ 1,85 коп. за килоуаттъ-часъ.

Принимая же во вниманіе содержаніе сѣти проводовъ, стоящее 372 руб. 28 коп. и ремонтъ ея, обошедшійся въ 192 руб. 75 коп., придется еще добавить на каждый килоуаттъ-часъ по 0,05 коп.

Такимъ образомъ, полная стоимость электрической энергіи составляетъ 1,90 копѣйки за килоуаттъ-часъ.

### **Васильевскій мѣдный рудникъ Богословскаго горнаго округа.**

Васильевскій мѣдный рудникъ, вертикальной шахтой, глубиною въ 190 метровъ, разрабатываетъ мѣсторожденіе мѣдной руды, залегающее въ контактахъ между известнякомъ и вениссой, а главнымъ образомъ, въ вулканическихъ туфахъ. Содержаніе мѣди въ добытой, но не отсортированной рудѣ составляетъ отъ 3,8 до 4<sup>6</sup>/<sub>100</sub>. Средняя годовая добыча мѣдной руды считается около 6560 тоннъ. За первое полугодіе 1906 года выработано 3670 м<sup>3</sup> мѣсторожденія, что, при среднемъ удѣльномъ вѣсѣ руды въ 2,48, составляетъ 9100 тоннъ.

Электрическія установки на этомъ рудникѣ закончены и пущены въ ходъ въ іюнь 1901 года.

**Электрическая станція.** Котельное помѣщеніе отдѣлено отъ машиннаго брандмауэромъ толщиною въ 0,9 метра. Машинное помѣщеніе барьеромъ раз-

горожено на два отдѣленія: въ одномъ отдѣленіи установлены двѣ совершенно одинаковыя электропроизводительныя группы и насосъ, а въ другомъ отдѣленіи поставленъ моторъ и два тождественные динамо-коммутатора, а также и распределительная доска.

*Электро-генераторныя группы.*—Каждая изъ двухъ совершенно одинаковыхъ группъ состоитъ изъ парового котла, парового двигателя и генератора *постояннаго тока*. Изъ нихъ постоянно въ работѣ находится только одна группа.

*Паровые котлы.*—Въ котельномъ зданіи находится три совершенно одинаковыхъ паровыхъ котла съ двумя внутренними жаровыми трубами и кипятильниками Галлоуея. Въ работѣ находится всегда только одинъ котель; одинъ въ чисткѣ и одинъ въ ремонтѣ. Давленіе пара въ котлахъ 10 атмосферъ. Поверхность нагрѣва cadaго котла 85 м<sup>2</sup>; при указанномъ давленіи пара, такая поверхность нагрѣва соотвѣтствуетъ 100 НР. Питаніе котловъ производится рудничною водою, при помощи трехъ инжекторовъ и одного насоса Вортингтона изъ особаго бака. Производительность cadaго инжектора 4900 литровъ въ часъ. Каждый изъ нихъ можетъ обслуживаться паромъ изъ cadaго котла и питать водою каждый котель. Насосъ Вортингтона, производительностью въ 18500 литровъ въ часъ, соединенъ съ общею сѣтью трубопроводовъ также какъ и инжекторы. Котлы отапливаются березовыми дровами, *кубическій метръ* которыхъ съ доставкою обходится около 95 копѣекъ. Расходъ дровъ на одинъ котель ежемѣсячно составляетъ отъ 1120 до 1200 м.<sup>3</sup>; что, при вышеозначенной цѣнѣ ихъ, обходится отъ 1064 до 1140 рублей. За іюнь 1906 года содержаніе котловъ обошлось въ 1238 руб. 42 коп. Стоимость cadaго котла, съ полной арматурой, гарнитурой и доставкой на мѣсто установка, составляетъ 10881 руб.; такимъ образомъ, стоимость на 1 м.<sup>2</sup> поверхности нагрѣва равна 128 руб.

*Паровые двигатели.*—Оба двигателя одинаковы: двухцилиндровые, горизонтальные, двойного расширенія. Цилиндры большого и малаго давленія расположены параллельно; при чемъ, поршень cadaго изъ нихъ соединенъ съ особымъ кривошипомъ. Оба кривошипа насажены подъ прямымъ угломъ на концы вала маховика, охваченнаго вмѣстѣ со шкивомъ динамо безконечнымъ ремнемъ. Двигатели работаютъ съ охлажденіемъ пара.

Диаметръ цилиндра высокаго давленія 382 мм., ходъ поршня 760 мм. Отношеніе объемовъ цилиндровъ 1:2,25. Нормальная мощность двигателя 150 НР.; максимальная—195 НР. Наибольшее давленіе пара въ цилиндрахъ 10 атмосферъ, обыкновенно же работаетъ при начальномъ давленіи пара отъ 7½ до 9 атмосферъ. Среднее давленіе 2,20 килограмма на см<sup>2</sup>. Наполненіе цилиндра высокаго давленія 14,3%, а цилиндра малаго давленія 40%. Нормальная скорость равна 85 оборотамъ въ минуту, а максимальная отъ 92 до 100. Расходъ пара на индикаторную силу-часъ составляетъ



6,9 килограммъ. Система парораспределенія клапанная. Смазка цилиндровъ производится цилиндровымъ масломъ; смазка же прочихъ трущихся частей—олеонафтомъ. Маховое колесо расположено между цилиндрами; діаметръ его 4,5 метра. Оба двигателя построены „Рижскимъ чугуно-литейнымъ и машиностроительнымъ заводомъ бывшимъ Фельзеръ и К<sup>о</sup>“. Цѣна каждой машины 21.702 рубля, т. е. по 146 рублей за HP.

*Электрическіе генераторы.*—Въ составъ каждой электропроизводительной группы входитъ по одной динамо *постояннаго тока*. Обѣ динамо одинаковы, шестиполусныя; полюса круглаго сѣченія съ надставками. Индукторныя рамы круглой формы, но прямоугольнаго сѣченія. Возбужденіе компаундъ. Арматура зубчатая, барабанная, о двухъ вентиляціонныхъ щеляхъ. Система обмотки якоря—параллельная. Число рядовъ щетокъ 6, въ каждомъ ряду по три щетки. Щетки—угольные. Напряжение на борнахъ при полной нагрузкѣ 550 вольтъ; этому напряженію соотвѣтствуетъ сила тока въ 200 амперъ; слѣдовательно, мощность динамо 110 килоуаттъ. Скорость—600 оборотовъ въ минуту. Функционируетъ чаще при напряженіи въ 500 вольтъ. Смазка кольцевая и производится олеонафтомъ марки О. Построены бывшей фирмой „Русское элеткрическое О-во Уніонъ“. Цѣна каждого изъ этихъ электрическихъ генераторовъ 5260 рублей: что составляетъ около 48 рублей за килоуаттъ, или 35 руб. за лошадиную силу. Обѣ динамо работаютъ поочередно. Такимъ образомъ, *общая электрическая мощность* станціи равна 220 килоуаттамъ.

*Передача отъ парового двигателя къ динамо*—ременная. Безконечный ремень шириною 430 мм. и толщиною 10 мм. охватываетъ маховое колесо паровой машины діаметромъ 4,5 метра, и шкивъ динамо діаметромъ 0,62 метра. Такимъ образомъ, номинальной скорости динамо въ 600 оборотовъ въ минуту соотвѣтствуетъ  $(600 \times 0,62) : 4,5 = 82,6$  оборота парового двигателя, что немногимъ меньше показанной выше скорости его.

*Группы*, составляющія соединенія мотора съ динамо-коммутаторами, хотя и находятся въ зданіи центральной станціи, но, относительно генераторовъ, онѣ являются пріемниками, а потому и будутъ описаны въ числѣ послѣднихъ.

*Распределительная доска.*—На ней установлены всѣ необходимые измѣрительные, пусковые и предохранительные приборы не только для динамо, но также и для коммутаторныхъ группъ. Устройство ея никакихъ особенностей не представляетъ, а потому описывать ее мы не будемъ.

*Пріемники электрической энергіи.* Электрическая энергія, производимая центральной станціей расходуется слѣдующимъ образомъ:

- А. для *подъема грузовъ и людей* по вертикальной Васильевской шахтѣ,
- В. для *водоотлива* изъ той же шахты,
- С. для движенія *рудничнаго вентилятора*,

- Д. для электрическаго буренія шпуровъ,  
 Е. для потребностей самой электрической станицы,  
 Г. для освѣщенія.

А. Электрическій подъемъ. Условія подъема по вертикальной Васильевской шахтѣ суть слѣдующія:

- а) Глубина шахты. . . . . 190 м.  
 б) Полезная нагрузка вагончика, а также заразъ  
     поднимаемый грузъ . . . . . 410 кгр.  
 в) Въсь порожняго вагончика . . . . . 245 „  
 г) Число этажей въ каждой клѣтѣ. . . . . 1 „  
 е) Число вагончиковъ въ этажѣ. . . . . 1 „  
 ф) Въсь клѣти <sup>1)</sup>. . . . . 570 „  
 г) Диаметръ стального котла <sup>2)</sup>. . . . . 22 мм.  
 h) Средняя скорость подъема груза . . . . . 4,85 м/сек.

При этихъ условіяхъ: время подъема груза равно  $\frac{190}{4,85} = \infty 40$  секундамъ. Принимая время, необходимое для нагрузки и разгрузки клѣтей, при медлительности уральскаго рабочаго, равнымъ 2 минутамъ, получимъ, что время, потребное для подъема одного вагончика, равно 160 секундамъ. При 20 рабочихъ часахъ въ сутки, *пропускная способность шахты* (ствола) будетъ:

$$\frac{20 \times 60 \times 60}{160} = 450 \text{ вагончиковъ,}$$

или  $450 \times 410 = 184,5$  тонны.

Принимая, при большой склонности русскаго рабочаго къ праздникамъ, 220 рабочихъ дней въ году, получимъ, что *годовая пропускная способность ствола шахты* должна быть  $184,5 \times 220 = 40.590$  тоннъ.

По свѣдѣніямъ рудничной конторы, за первое полугодіе 1906 года, добыто и выдано на поверхность 9100 тоннъ, что соотвѣтствуетъ годовой производительности въ 18200 тоннъ. Такимъ образомъ, дѣйствительная *производительность* рудника составляетъ немного менѣ половины пропускной способности шахты. Разумѣется, что при такихъ условіяхъ подъемъ груза можетъ производиться при скорости меньшей половины нормальной скорости. Послѣднимъ обстоятельствомъ и объясняется, почему техническій персоналъ рудника принимаетъ за нормальную скорость подъема груза 2,2 метра въ секунду.

<sup>1)</sup> Такимъ образомъ, отношеніе мертваго груза къ полезному здѣсь принято равнымъ 1,91, а отношеніе въса клѣти къ въсу поднимаемыхъ вагончиковъ—2,33. Первое отношеніе надо считать допустимымъ, второе же слишкомъ большимъ (см. Спр. кн. И. А. Тиме стр. 53 изд. 1899).

<sup>2)</sup> Въсь погоннаго метра такого каната приблизительно равенъ 1,7 кгр. (См. ту же Спр. кн. стр. 18).



Такимъ образомъ, нормальная средняя эффективная мощность подъема  $= (410 \times 4,85) : 75 = 26,51$  HP, а эффективная мощность подъема соотвѣтствующая скорости 2,2 м/сек. составляетъ  $(410 \times 2,2) : 75 = \infty 12$  HP.

**Электрическая подъемная машина.** *Исполнительный механизмъ* подъемной машины состоитъ изъ двухъ цилиндрическихъ барабановъ  $B_1$  и  $B_2$  (фиг. 7), діаметромъ 3,00 метра и шириною 0,756 метра. Обшивка барабановъ—деревянная, со спиральнымъ углубленіемъ для оборотовъ каната. Лѣвый барабанъ  $B_1$  неподвижно скрѣпленъ съ валомъ  $VV$ ; правый  $B_2$ —холостой. Барабаны между собою соединены болтами, оси которыхъ равномерно распредѣлены по окружности, имѣющей центръ на оси вала, что даетъ возможность регулировать канаты послѣ ихъ вытяжки, а также укорачивать ихъ въ случаѣ перехода отъ подъема съ одного гаризонта на другой. Къ правому диску лѣваго барабана  $B_1$  прикрѣплено зубчатое колесо  $Z_1$  передачи, имѣющее 168 зубцовъ, а къ лѣвому диску праваго барабана  $B_2$ —тормазное колесо  $T$ . Среднее число оборотовъ барабана въ минуту у равно 29, чему соотвѣтствуетъ средняя скорость подъема равная

$$\frac{\pi. (3,00 + 0,022) \times 29}{60} = 4,6 \frac{\text{м}}{\text{сек}} ,$$

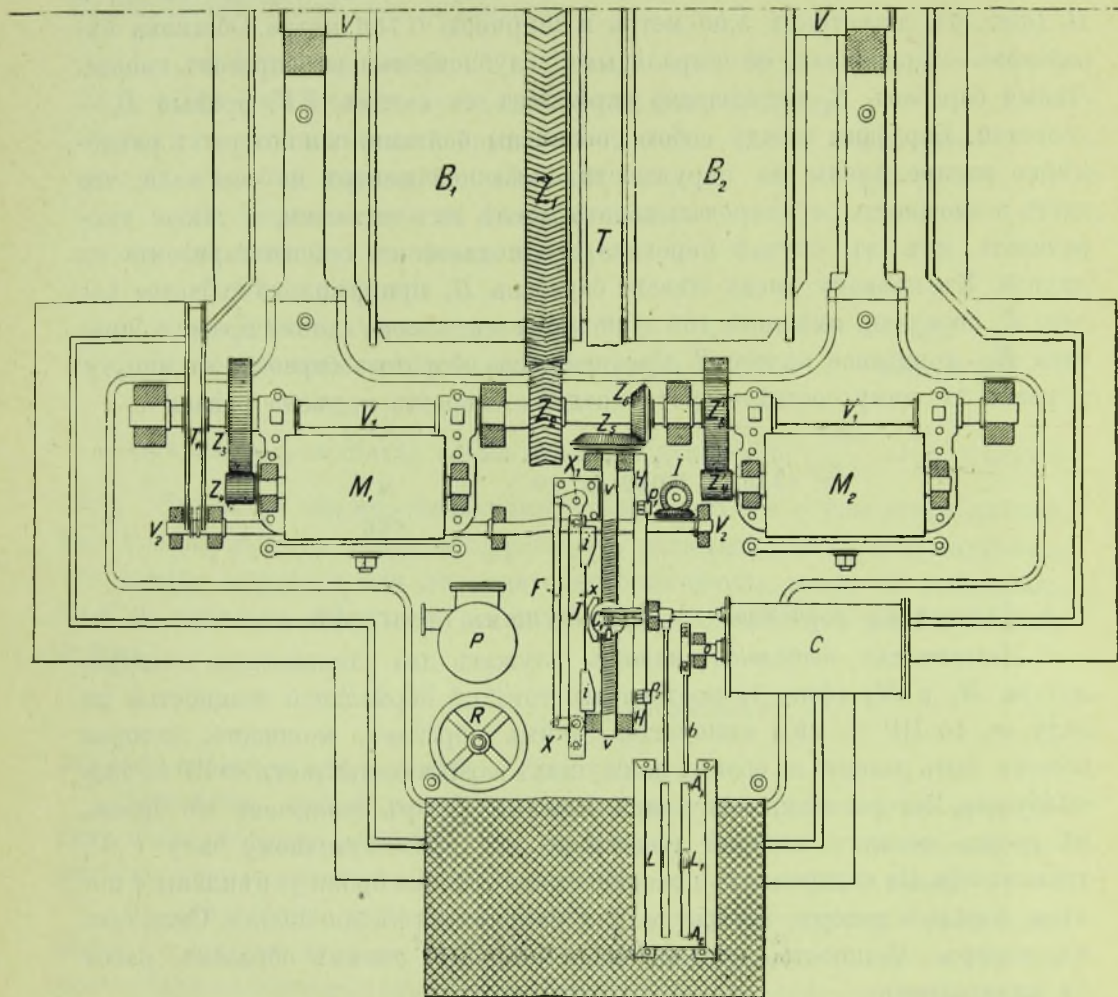
т. е. близкая къ указанной въ предыдущемъ параграфѣ.

*Двигателемъ* подземной машины служатъ два одинаковыхъ электромотора  $M_1$  и  $M_2$  (фиг. 7) постоянного тока съ нормальной мощностью на валу въ 40 HP = 29,4 килоуатта. Такимъ образомъ, мощность, которая можетъ быть развита на обоихъ движущихъ валахъ составляетъ 80 HP = 58,8 килоуатта. Моторы трамвайнаго типа. Каждый моторъ заключенъ въ броню, на двухъ петляхъ которой подвѣщенъ къ промежуточному валу  $V_1 V_1$  трансмисіи. На внутреннихъ поверхностяхъ стѣнокъ брони укрѣплены 4 полюса. Каждый моторъ построенъ для напряженія въ 500 вольтъ. Сила тока 68 амперъ. Мощность, поглощаемая моторомъ, такимъ образомъ, равна 34 килоуаттамъ.

Пара одинаковыхъ моторовъ даетъ возможность, соединяя ихъ, то послѣдовательно, то параллельно, производить подъемъ при двухъ различныхъ скоростяхъ. При послѣдовательномъ соединеніи, напряженіе 500 вольтъ, получаемое ими отъ электрической станціи, распредѣляется такимъ образомъ, что между борнами каждаго мотора развивается разность потенциаловъ въ 250 вольтъ. При параллельномъ соединеніи, каждый моторъ работаетъ подъ напряженіемъ въ 500 вольтъ. Но, такъ какъ число оборотовъ въ минуту приблизительно пропорціонально напряженію на его борнахъ, то, очевидно, первая комбинація даетъ вдвое меньшую скорость, чѣмъ вторая. Переходъ отъ одного способа соединенія моторовъ къ другому производится при помощи контроллера  $C$ , валикъ  $O$  котораго

соединенъ съ рукояткой  $L_1$ , управляемой машинистомъ, при посредствѣ системы рычаговъ, которая будетъ описана ниже.

Трансмиссія между валомъ электродвигателя и валомъ барабановъ состоитъ изъ двухъ зубчатыхъ зацепленій  $Z_4, Z_3$  и  $Z_2, Z_1$ —для мотора  $M_1$ ,



Фиг. 7. Эскизный планъ электрической подъемной машины Васильевской шахты.

и такихъ же зацепленій  $Z'_4, Z'_3$  и  $Z_2, Z_1$ —для мотора  $M_2$ . Обозначая буквою  $Z$  съ тѣми же значками, соответственные числа зубьевъ на этихъ колесахъ, находимъ передаточное число

$$m = \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_1}{Z_2}.$$

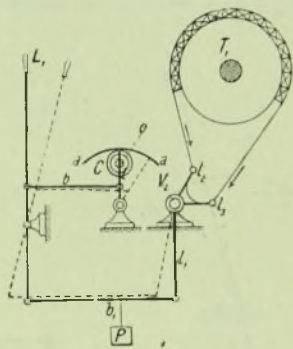
Но  $Z_1 = 168, Z_2 = 31, Z_3 = Z'_3 = 104$  и  $Z_4 = Z'_4 = 31$ . Подставляя эти величины въ предыдущую формулу, получаемъ  $m = 18,18$ . Такимъ обра-



зомъ, при скорости барабановъ равной 29 оборотамъ въ минуту, скорость электромоторовъ должна быть равной 527 оборотамъ въ минуту.

*Тормажение электрическаго ворота.* — Для этой цѣли имѣется два тормазы: ручной и пневматическій.

*Ручной тормазъ.* — Приводъ къ ручному тормазу схематически показанъ на фиг. 8 и отчасти на фиг. 7, на которыхъ одинаковыми буквами показаны одинаковыя части. Дуга *aa*, зубчатая на внутренней цилиндрической поверхности, сдѣплена съ зубчатымъ колесомъ, насаженнымъ на валъ *O* контроллера *C*. Во всемъ остальномъ дѣйствіе этого тормазы понятно безъ объясненій. Одновременно съ нажимомъ тормазы *T*<sub>1</sub> происходитъ и выключеніе электромоторовъ при помощи контроллера *C*, и наоборотъ, при пускѣ въ ходъ машины одновременно ослабляется лента тормазы *T*<sub>1</sub> и включаются моторы, при помощи того же контроллера *C*. Описанныя манипуляціи совершаются при помощи рукоятки *L*<sub>1</sub>, соединенной съ одной стороны стержнемъ *b* и рычагомъ *l* съ дугой *aa*, а съ другой стороны тягой *b*<sub>1</sub> и рычажной системой *t*<sub>1</sub>, *l*<sub>2</sub>, *l*<sub>3</sub> съ лентой тормазы *T*<sub>1</sub>. Описаннымъ ручнымъ тормазомъ работаютъ во время нормальнаго подъема.



Фиг. 8.

*Пневматическій тормазъ* дѣйствуетъ на тормазной шкивъ *T* (фиг. 7), насаженный на главномъ валу. Онъ имѣетъ два назначенія: а) останавливать машину въ тѣхъ случаяхъ, когда дѣйствіе ручного тормазы считается не надежнымъ и б) автоматически приводитъ въ дѣйствіе тотъ же тормазъ во время дѣйствія шкивоизбѣгателя (*évitte molette*) <sup>1)</sup>, т. е. тогда, когда грозитъ опасность удара клѣти о шкивы.

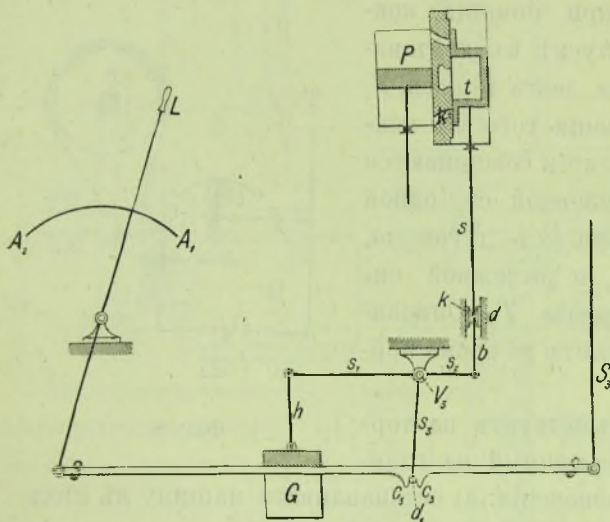
Въ первомъ случаѣ а), дѣйствіе пневматическаго тормазы легко уясняется при помощи схематической фиг. 9. Въ самомъ дѣлѣ, при передвиженіи рычага *L* справа налѣво, т. е. отъ *A*<sub>1</sub> къ *A*<sub>2</sub>, стержень *SS* перемещается слѣва направо; рычагъ *s*<sub>3</sub>, заклиненный на валу *V*<sub>3</sub>, поворачиваетъ этотъ валъ по направленію обратному движенію часовой стрѣлки. Рычажное плечо *s*<sub>2</sub>, вращаясь въ ту же сторону, приподнимаетъ, при помощи шатуна *b* крестовину *k*, движущуюся между направляющими *d*, штангу *s* и золотникъ *t*. Такимъ образомъ, нижній каналъ *K*<sub>0</sub> пневматическаго цилиндра открывается; черезъ него сжатый воздухъ поступаетъ подъ поршень *P* и приподнимаетъ его, причемъ, при помощи рычажной системы, не показанной на фигурѣ, происходитъ нажатіе тормазной ленты на тормазное колесо *T*.

Второй случаѣ б) дѣйствія тормазы имѣетъ мѣсто во время дѣйствія

<sup>1)</sup> Предохранительный приборъ, ограничивающій подъемъ рудничной клѣти.

шкивоизбѣгателя, а потому онъ будетъ описанъ при описаніи этого прибора.

**Шкивоизбѣгатель.** (*évite-molette*).—Горизонтальная проекція этого прибора и его привода показаны на фиг. 7. Дѣйствіе же его уясняется схематическими фиг. 9 и 10. Одинаковыя буквы на всѣхъ трехъ чертежахъ обозначаютъ одинаковыя части. Винтъ  $vv$  приводится въ движеніе отъ промежуточного вала  $V_1, V_1$  главной передачи при посредствѣ коническихъ зубчатыхъ колесъ  $Z_5$  и  $Z_6$  (фиг. 7). Во время работы подъемной машины, гайка  $E$  (фиг. 10), снабженная лапками  $c$ , обнимающими стержень  $S_1S_2$ , движется вдоль винта  $vv$  въ ту, или другую сторону, смотря по направленію хода

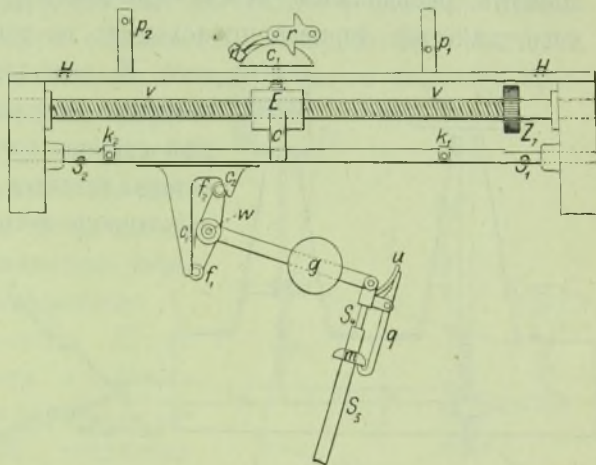


Фиг. 9.

машины. Когда клѣти начинаютъ переходить дозволенный предѣлъ, то лапки  $c$  начинаютъ давить на одинъ изъ хомутиковъ  $K_1$  или  $K_2$  прирѣпленныхъ къ стержню  $S_1S_2$ . Разсмотримъ тотъ случай, когда лапки  $c$  давятъ на хомуты  $K_1$ . Въ этомъ случаѣ стержень  $S_1S_2$  передвигается вправо; выступъ  $c_1$  давитъ на палецъ  $f_1$  колѣнчатого рычага, плечи котораго  $f_1$  и  $g$  заклинены на валу  $w$ ; вслѣдствіе этого давленія, части рычага поворачиваются около оси вала  $w$  по направленію обратному часовой стрѣлкѣ. Правый конецъ плеча  $g$  поднимается, а одновременно съ этимъ происходятъ слѣдующія два расщѣпленія: сначала стержень  $S_3$  (фиг. 10 и 9) увлекается вверхъ, правый конецъ стержня  $SS$  (фиг. 9) поднимается, палецъ  $d_1$  рычажнаго плеча  $s_3$  освобождается отъ углубленія между выступами  $c_3c_3$ ; затѣмъ, вслѣдствіе дальнѣйшаго поднятія плеча  $g$  (фиг. 10) сила нажатія пружины  $u$  на верхній конецъ крючка  $q$  на столько ослабѣваетъ, что нижній его конецъ срывается съ поверхности муфты  $t$ , вслѣдствіе чего пустотѣлая штанга  $S_3$  падаетъ внизъ, скользя по вложенной въ нее штангѣ  $S_4$ . Одновременно съ этимъ падаетъ внизъ, вращаясь около лѣваго своего шарнира, штанга  $SS$  (фиг. 9); лежащій на ней грузъ  $G$  опускается ниже и, при помощи системы рычаговъ и тягъ  $h, s_1, s_2, b, s$  (фиг. 9) поднимаетъ золотникъ  $t$ , открывая нижній каналъ  $K_0$  для входа подъ поршень  $P$  сжатого воздуха и приведенія въ дѣйствіе тормазы  $T$ , останавливающаго машину. Очевидно, что съ момента выхода пальца  $d_1$  изъ углубленія между выступами  $c_3c_3$ , тормазъ  $T$  уже не можетъ быть въ распоряженіи машиниста, такъ какъ движеніемъ рукоятки  $L$  уже



нельзя дѣйствовать на золотникъ  $t$ . Для того, чтобы послѣ автоматическаго останова можно было вновь привести машину къ ея обычному состоянію, необходимо закрѣпить тормазъ  $T$  еще какимъ-либо другимъ способомъ, не зависящимъ отъ описаннаго. Для этой цѣли служить приспособленіе, показанное на фиг. 11. Винтъ  $H$  можетъ вращаться въ подпятникѣ  $p$  и каналѣ вкладыша  $c$ , не имѣя поступательнаго движенія вдоль своей оси, благодаря отсутствію винтовой рѣзбы въ упомянутыхъ частяхъ. Такимъ образомъ, если дѣйствуя на маховичекъ  $M$ , вращать винтъ  $H$  по направленію часовой стрѣлки, то гайка  $e$ , удерживаемая отъ вращенія лапами  $m, m$ , получить поступательное движеніе вверхъ; рычагъ  $R$ , покоящійся лапами  $m, m$  на выступахъ  $n, n$ , станетъ вращаться тоже по направленію часовой стрѣлки, содѣйствуя еще большому нажиму тормазъ  $T$ .



Фиг. 10.

*Способъ выключенія моторовъ во время автоматическаго останова машины* производится также автоматически при посредствѣ особой системы стержней и рычаговъ, получающихъ движеніе отъ того же винта  $vv$  (фиг. 7 и 10), который приводитъ въ дѣйствіе шкивоизбѣгатель. Во время описаннаго уже автоматическаго тормаженія, брусокъ  $x$  (фиг. 7) одною изъ скошенныхъ своихъ поверхностей приходитъ въ соприкосновеніе со скошенной частью поверхности одного изъ брусковъ  $i, i$ , надавливая на эту послѣднюю. Замѣтимъ предварительно, что стержни  $J$  и  $F'$  (фиг. 7) вмѣстѣ съ колѣнчатыми рычагами, насаженными на концы вертикальныхъ осей  $X$  и  $X_1$ , составляютъ шарнирный параллелограммъ; слѣдовательно, оси стержней  $J$  и  $F'$  всегда параллельны вертикальной плоскости, проходящей черезъ  $X$  и  $X_1$ . Такимъ образомъ, отъ давленія бруска  $x$  на одинъ изъ брусковъ  $i, i$ , геометрическая ось стержня  $J$  перемѣстится параллельно своей оси, причемъ оба колѣнчатые рычага, а за ними и оси  $X$  и  $X_1$ , повернутся на одинъ и тотъ же уголъ по направленію часовой стрѣлки. Нижній конецъ вертикальнаго вала  $X$ , при помощи системы коническихъ зубчатыхъ колесъ, соединенъ съ горизонтальнымъ валомъ  $V_1$  (фиг. 12) такимъ образомъ, что при вращеніи  $X$  по направленію часовой стрѣлки, валъ  $V_1$  вращается по направленію обратному, побуждая, при посредствѣ системы рычаговъ, къ такому же движенію и валикъ  $o$  контроллера  $C$ . Такимъ образомъ, контроллеръ  $C$  ставится въ положеніе, выключающее изъ цѣпи. оба мотора. Очевидно, что одновременно съ автоматическимъ выключе-

ніемъ моторовъ происходитъ и нажатіе тормоза  $T_1$ , такъ какъ рукоятка  $L_1$  ставится при этомъ въ положеніе, соотвѣтствующее нажатію ленты этого тормоза, что видно при разсмотрѣніи фиг. 8. Грузъ  $G$  имѣетъ назначеніемъ возвращать рукоятку  $L_1$  въ ея обыкновенное положеніе.

Такимъ образомъ, автоматическій приборъ приводитъ въ дѣйствіе оба тормоза  $T$  и  $T_1$ ; при чемъ тормозъ  $T_1$  начинаетъ свое дѣйствіе ранѣе тормоза  $T$ , такъ какъ спѣшеніе бруска  $x$  съ брускомъ  $i$  начинается нѣсколько ранѣе момента расцѣпленія между крючкомъ  $q$  и муфтой  $m$  (фиг. 10). Кромѣ того, дѣйствіе тормоза происходитъ постепенно, по мѣрѣ поворачиванія



Фиг. 11.

нокъ  $C_1$  прикрѣпленъ къ вертикальному стержню, ввинченному въ верхнюю часть тѣла гайки  $E$ . На верхней поверхности звонка, на горизонтальной оси, вращается рычажекъ  $v$ , лѣвое плечо котораго несетъ на себѣ молоточекъ  $n$ , а правое—два кулачка: верхній и нижній. Въ равныхъ разстояніяхъ отъ среднего положенія центра гайки  $E$ , въ пунктахъ, соотвѣтствующихъ глубинѣ шахты, съ которой необходимо начинать замедленіе клѣтей, на балкѣ  $HH$  укрѣплены двѣ пластинки  $p_1$  и  $p_2$  съ горизонтальными пальцами, которые должны ударять о кулачки рычага  $v$ , когда звонокъ  $C_1$  проходитъ мимо нихъ.

Указатель положенія клѣтей въ шахтѣ помѣщенъ въ пунктѣ  $I$  (фиг. 7), гдѣ показаны два коническіе зубчатые колеса: одно вертикальное, движущее стрѣлку по циферблату, а другое горизонтальное, насаженное, на вертикальный валъ передачи и сцѣпляющееся съ системой зубчатыхъ болесъ, не показанныхъ на фигурѣ, но сообщающихъ его со стержнемъ винта  $vv$  при посредствѣ зубчатого колеса  $Z_1$  (фиг. 10). Циферблатъ указателя снабженъ цифрами, непосредственно показывающими глубину

вала  $X$ , вслѣдствіе чего машина сначала постепенно замедляетъ свой ходъ, а потомъ уже дѣйствіемъ большого тормоза  $T$  окончательно останавливается. Само собою разумѣется, что выключеніе моторовъ должно производиться ранѣе окончанія не установившагося періода тормаженія малымъ тормозомъ  $T_1$ , что легко достигается надлежащей конструкціей контроллера.

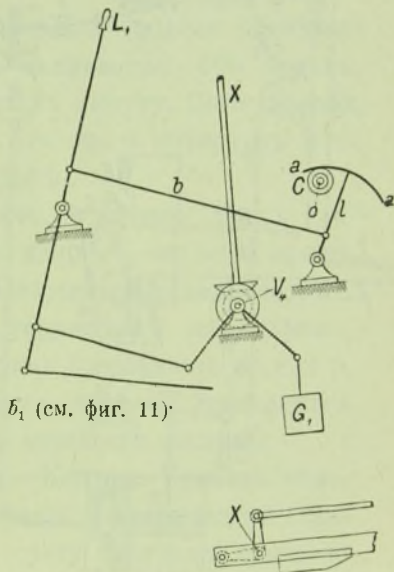
**Сигнальные приборы.**—Для того, чтобы машинистъ могъ слѣдить за движеніемъ клѣти по шахтѣ, имѣется два сигнальных прибора: сигнальный звонокъ и указатель положенія клѣтей въ шахтѣ.

**Сигнальный звонокъ.** Дѣйствіе его легко уясняется при помощи фиг. 7 и 10. Звонокъ



поднимающейся клѣти и находится прямо передъ глазами машиниста.

*Автоматическій регуляторъ давленія въ воздушномъ тормазномъ цилиндрѣ.* — Схема этого приспособленія показана на фиг. 13. Шунтовый электромоторъ  $M$ , мощностью 2,75 килоуатта, зажимами  $B_1'$  и  $B_2'$  соединенъ съ шинами (+) и (—) распределительной доски электрической станціи. Валъ его муфтой  $D$  соединенъ съ безконечнымъ винтомъ  $v$ , ось котораго составляетъ продолженіе оси мотора. Винтъ  $v$  цапфами своими вращается въ подшипникахъ  $cc$  и сцѣпляется съ зубчатымъ колесомъ  $z$ , насаженнымъ на концѣ горизонтальнаго вала. Зубчатое колесо  $z$  снабжено кривошипомъ, цапфа котораго соединена съ головкой шатуна  $b$ , другой конецъ шатуна соединенъ съ крестовиной  $K$ , движущейся въ направляющихъ и сообщающей, при посредствѣ штока, прямолинейное качательное движеніе поршню компрессора  $C$ . Сжатый воздухъ изъ компрессора  $C$ , по желѣзной трубкѣ  $t_1$  поступаетъ въ резервуаръ  $R$ , исполняющій роль воздушнаго регулятора. Резервуаръ  $R$  трубкой  $t_1$  соединенъ съ золотниковой коробкой воздушнаго цилиндра  $P$  пневматическаго тормазы  $T$  (фиг. 7). Пневматическій тормазъ рассчитанъ такимъ образомъ, что, при давленіи въ  $2\frac{1}{2}$  атмосферы, лента его начинаетъ слабо нажимать на колесо, постепенно уменьшая скорость машины, а при давленіи въ 5 атмосферъ временный періодъ тормаженія заканчивается и машина останавливается. Такимъ образомъ, очевидно, что послѣ остановка машины, необходимо прекратить дальнѣйшее нагнетаніе воздуха въ резервуаръ и сообщаящійся съ нимъ цилиндръ  $P$ . Съ другой стороны, непрерывно сообщаящіяся между собою пространства, заполненные воздухомъ, сжатымъ до 5 атмосферъ, имѣя много стыковъ, постепенно теряютъ черезъ нихъ сжатый воздухъ, благодаря чему давленіе воздуха на поршень  $P$  уменьшается и можетъ достигнуть величины менѣе той, которая необходима для надлежащаго нажатія тормазы въ началѣ періода тормаженія. Въ виду сказаннаго, является необходимость въ томъ, чтобы: *съ одной стороны* автоматически прекращать дѣйствіе компрессора по достиженіи въ резервуарѣ  $R$ , а слѣдовательно и подъ поршнемъ  $P$ , давленія въ 5 атмосферъ, а *съ другой стороны*—вновь автоматически пускать въ ходъ компрессоръ при паденіи давленія до  $2\frac{1}{2}$  атмосферъ. Этой необходимости въполнѣ удовлетворяетъ слѣдующее приспособленіе: къ стержню поршня  $P$  воздушнаго цилиндра прикрѣпленъ штокъ, проходящій черезъ верхнюю



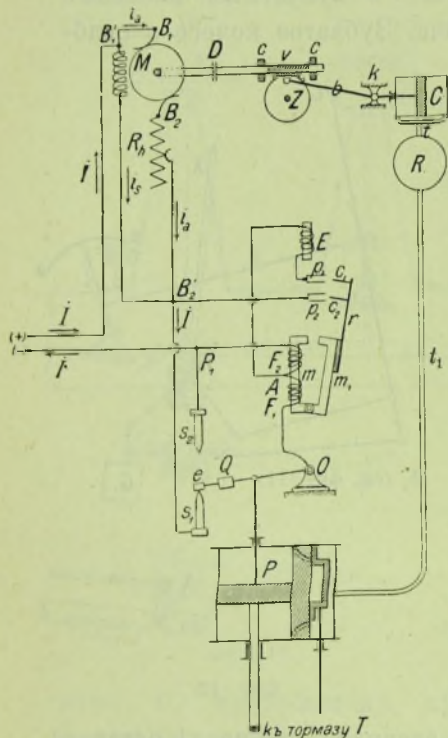
Фиг. 12.

крышку цилиндра; этотъ штокъ, при помощи маленькаго шатуна, соединенъ шарниромъ съ рычагомъ  $oe$ , вращающимся около неподвижной оси  $o$ . Наконечникъ  $e$  рычага  $oe$ , въ нижнемъ своемъ положеніи, ложится на остріе штифта  $s_1$ , а въ верхнемъ нажимаетъ на остріе штифта  $s_2$ . Грузъ  $Q$ , насаженный на стержень  $oe$ , имѣетъ назначеніе: вѣсомъ своимъ опустить рычагъ  $oe$ , когда давленіе на поршень достигнетъ своего минимума, т. е.  $2\frac{1}{2}$  атмосферъ. Кромѣ того, величина этого груза такова, что давленіе на поршень, равное 5 атмосферамъ, съ надлежащимъ усиленіемъ прижимаетъ его къ штифту  $s_2$ .

Послѣ всего сказаннаго, легко понять дѣйствіе этого устройства. Въ самомъ дѣлѣ: когда давленіе подъ поршнемъ сдѣлалось равнымъ  $2\frac{1}{2}$  атмосферамъ, то наконечникъ  $e$  стержня  $oe$  лежитъ на остріѣ  $s_1$  и моторъ  $M$  находится въ замкнутой цѣпи.

Токъ  $I$  отъ положительной шины (+) течетъ къ зажиму  $B_1'$ ; въ этой точкѣ онъ развѣтвляется и одна часть его  $i_a$ , пробѣжавъ катушку мотора, а другая  $i_s$  — обмотку его индукторовъ, направляются по двумъ параллельнымъ вѣтвямъ къ зажиму  $B_2'$ , откуда, соединясь вмѣстѣ, въ видѣ полного тока  $I$  идутъ по пути  $B_2's_1eoF_1F_2P_1$  и далѣе къ отрицательной шинѣ электрической станціи. Проходя спирали  $F_1$  и  $F_2$  электромагнита  $m$ , токъ намагничиваетъ его и якорь  $m_1$ , соединенный съ  $m$  шарниромъ; такимъ образомъ,  $m_1$  притягивается къ  $m$ . Ножи  $c_1$  и  $c_2$  рубильника  $r$  (изолированнаго прокладкой отъ  $m_1$ ) входятъ въ зажимы  $p_1$ ,  $p_2$ ;

послѣ этого возникаютъ двѣ параллельныя цѣпи; т. е., кромѣ цѣпи  $B_2's_1eoF_1F_2P_1$ , еще цѣпь  $B_2'p_2c_2c_1p_1F_2P_1$ , которая дѣйствуетъ на магнитныя массы  $m$  и  $m_1$  въ томъ же направленіи, какъ и одна предыдущая цѣпь. Но послѣднія двѣ цѣпи имѣютъ одновременное существованіе въ продолженіе весьма короткаго промежутка времени, такъ какъ послѣ одного, двухъ ходовъ компрессора давленіе на  $P$  возрастаетъ, рычагъ  $oe$  поднимается, первая вѣтвь размыкается, остается одна вторая вѣтвь  $B_2'p_2c_2c_1p_1F_2P_1$ , дѣйствующая на магнитныя массы, опять таки въ томъ же направленіи, въ продолженіе всего промежутка времени, необходимаго для перехода рычага  $oe$  изъ нижняго положенія въ верхнее, т. е., въ продолженіе времени, необходимаго для перехода отъ давленія въ  $2\frac{1}{2}$  атмосферъ къ 5 атмосферамъ. При достиженіи подъ поршнемъ 5 атмосферъ, наконечникъ  $e$  прижмется къ штифту  $s_2$ , весь внѣшній токъ  $I$



Фиг. 13.



въ точкѣ  $A$  раздѣлится на двѣ параллельныя вѣтви  $AF_2P_1$  и  $AF_{1os_2}P_1$ . Такъ какъ сопротивленія обмотокъ  $F_1$  и  $F_2$  равны между собою, а сопротивленія связей ничтожны, то по  $F_1$  и  $F_2$  будутъ проходить токи, равные по величинѣ, но разныхъ направленій, вслѣдствіе чего, магнитное поле одной обмотки уничтожается магнитнымъ полемъ другой. Такимъ образомъ, массы  $m$  и  $m$ , размагничиваются и пружина (не показанная на фигурѣ) разъединяетъ ихъ, прерывая токъ въ пунктахъ  $c_1$ ,  $c_2$  и  $p_1$ ,  $p_2$ . Послѣ этого, моторъ  $M$  останавливается до того мгновенія, пока давленіе въ  $P$  вновь достигнетъ  $2\frac{1}{2}$  атмосферъ. Затѣмъ, ходъ прибора повторяется описаннымъ порядкомъ.

*Компрессоръ пневматическаго тормазы* подъемной машины обслуживается электромоторомъ фирмы „Уніонъ“, при напряженіи 500 вольтъ, силѣ тока 5,5 амперъ, скорости 1.875 оборотовъ въ минуту. Поглощаемая имъ мощность равна 2,75 килоуатта. Передача отъ этого мотора къ компрессору уже описана въ предыдущемъ параграфѣ.

*Стоимость электрической подъемной машины*, а именно: двухъ электромоторовъ по 40 НР, каждый съ запаснымъ якоремъ, со всею предохранительною арматурою, шкивоизбѣгателемъ, воздушнымъ компрессоромъ, автоматическимъ выключателемъ, воздушнымъ тормазнымъ цилиндромъ, резервуаромъ и всѣми механическими аксессуарами составляетъ 31.824 р. съ доставкой на мѣсто установка. Такимъ образомъ, на 1 НР приходится 397 руб. 80 коп., или 540 руб. на 1 килоуаттъ мощности машины.

*Стоимость энергии, расходуемой на подъемъ*.—Контора рудника отнести на счетъ подъема 0,35 расходовъ по содержанію электрической станціи. Такимъ образомъ, въ іюнѣ 1906 года по счету подъема отнесено электрической энергіи на сумму 507 р. 77 к.

*В. Водотливъ. Условія водоотлива*.—Общій притокъ воды въ рудникъ въ обыкновенное время составляетъ 425 литровъ въ минуту, а во время весенняго половодья 510 метровъ въ минуту. Притокъ этотъ распредѣляется на двухъ горизонтахъ неравными частями, колеблющимися въ широкихъ предѣлахъ. Первый горизонтъ соотвѣтствуетъ глубинѣ 102 метра, а второй—глубинѣ 165 метровъ отъ поверхности земли. Съ перваго горизонта, благодаря мѣстнымъ условіямъ, водоотливъ долженъ производиться на высоту 107 метровъ, а со второго на высоту 170 метровъ. Въ виду отсутствія точныхъ свѣдѣній относительно притока на каждомъ горизонтѣ, предположимъ, что весь весенній притокъ необходимо откачивать съ нижняго горизонта; тогда полезная мощность водоотлива при *безпрерывномъ* откачиваніи должна быть равной

$$\frac{510 \kappa \cdot 170 \text{ м}}{60 \cdot 75} = 18.9 \text{ НР.}$$

*Примѣчаніе*. Въ 1903 году на Васильевскомъ рудникѣ водоотливъ производился двумя электрическими насосами: однимъ горизон-

тальнымъ и однимъ вертикальнымъ. По причинѣ поломки ихъ *водяныхъ* частей, ихъ временно удалили и вновь возвратились къ старымъ паровымъ насосамъ. Въ виду экономіи топлива, лѣтомъ 1906 года ихъ вновь собирались установить и пустить въ ходъ. Въ настоящее время, нѣтъ сомнѣнія, что электрическіе насосы опять функционируютъ.

*Горизонтальный электрическій насосъ.* Изъ осмотра этого насоса въ рудничной кладовой, а также и по даннымъ конторы рудника, оказалось, что подобно всѣмъ прочимъ электрическимъ машинамъ Васильевского рудника, этотъ насосъ построенъ бывшей фирмой „Уніонъ“ съ моторомъ для напряженія 500 вольтъ, силы тока 66 амперъ и скорости 400 оборотовъ въ минуту. Такимъ образомъ мощность мотора на борнахъ 33 килоуатта = 45 НР. Насосъ трехъ-цилиндровый. Діаметры скалокъ 155 мм., а ходъ ихъ 200 мм. Число двойныхъ ходовъ въ минуту—75. Насосъ построенъ для подачи воды на высоту 110 метровъ, гдѣ очевидно на потери прибавлено 3 метра. На основаніи этихъ данныхъ, легко видѣть, что производительность насоса въ минуту равна

$$3 \left( 0,9^1 \right) \cdot \frac{\pi \cdot 1,55^2}{4} \cdot 0,2 \times 2 \times 75 = 1530 \text{ литрамъ,}$$

т. е. ровно втрое болѣе максимальнаго притока воды въ шахтѣ. Слѣдовательно, такой насосъ при полной своей мощности могъ бы работать всего 8 часовъ въ сутки въ періодъ весенняго половодія и около 6½ часовъ въ сутки въ остальное время, если бы имѣлся резервуаръ для скопа рудничныхъ водъ.

Эффективная мощность водоотлива, такимъ образомъ, составляетъ

$$\frac{1530 \text{ к.} \times 110 \text{ м.}}{60 \cdot 75} = 37,5 \text{ НР.}$$

Эффективная отдача насоса, слѣдовательно, равна

$$\frac{37,5}{45} = 83,5\%.$$

Замѣтимъ при этомъ, что линейная скорость скалокъ равна

$$\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м.} \cdot 75 \text{ об./м.}}{60} = 0,50 \text{ м./сек.,}$$

т. е. насосъ относится къ типу тихоходячихъ.

<sup>1)</sup> 0,9 = объемной отдачѣ насоса.



Этотъ насосъ былъ установленъ на глубинѣ 102 метра отъ поверхности и подавалъ воду на высоту 107 метровъ. Онъ имѣетъ двойную зубчатую передачу. Стоимость его 11.466 рублей, т. е. по 286,65 рубля за 1 НР.

*Вертикальный насосъ* былъ установленъ и работалъ на глубинѣ 165 метровъ отъ поверхности и подавалъ воду на высоту 170 метровъ. Размѣры водяной части и электромотора тождественны соотвѣтственнымъ частямъ выше описаннаго насоса, но отличается отъ предыдущаго устройствомъ зубчатой передачи. Стоимость 14.040 руб., слѣдовательно, на 1 НР. падаетъ 351 рубль.

*Примѣчаніе.* Паровой водоотливъ за іюнь 1906 года обошелся въ 206,40 руб.; въ эту сумму входитъ стоимость матеріаловъ и рабочей силы. Вообще на паровой водоотливъ контора рудника относитъ  $\frac{1}{6}$  расходовъ по котельному зданію.

*С. Вентиляція.* Установленный на одной изъ воздушныхъ шахтъ вентиляторъ построенъ для провѣтриванія 10.000 метровъ выработокъ съ среднимъ сѣченіемъ, имѣющимъ форму прямоугольника размѣрами  $1,75 \times 2,5$  метра и для  $7,5 \text{ м.}^3$  воздуха вытягиваемаго изъ рудника въ секунду времени. Вентиляторъ самый простой, съ радіальными лопатками; такъ какъ онъ постоянно находился въ движеніи, то измѣрить его размѣры было невозможно. Валъ вентилятора соединенъ съ валомъ электромотора муфтою Цобеля. Электромоторъ построенъ для 500 вольтъ, 26 амперъ и 700 оборотовъ въ минуту. Мощность на его борнахъ, такимъ образомъ, равна 13 килоуаттамъ. Фирма: „Электр. О-во Уніонъ“. Стоимость вентилятора съ электромоторомъ, коммутаціонной доской, необходимыми приборами и мелкимъ установочнымъ матеріаломъ обошлась въ 584 рубля, что составляетъ почти 45 руб. за килоуаттъ.

Провѣримъ расчетомъ эту установку. Въ самомъ дѣлѣ примемъ, что упомянутыя выработки не закрѣплены, а сопротивляемость ихъ  $\alpha = 0.0009$ ; тогда при данныхъ: длинѣ  $L = 10.000 \text{ м.}$ , сѣченіи  $S = 4,375 \text{ м.}^2$  и периметрѣ  $p = 8,5 \text{ м.}$ , сопротивленіе опредѣлится по формулѣ  $R = \alpha$

$$\frac{Lp}{S^3} = 0.0009 \cdot \frac{10.000 \cdot 8,5}{4,375^3} = 0,92 \text{ килоюргамъ.}$$

Депрессія  $H = 0,92 \cdot 7,5^2 = 51 \text{ мм.}$  водяного столба  $= \infty 40 \text{ метрамъ}$  воздушнаго столба. Полезная мощность вентилятора равна

$$\frac{1,25 \text{ к.} \cdot 7,5 \text{ м.}^3 \cdot 40 \text{ м.}}{75} = 5 \text{ НР.}$$

Такъ какъ для вентилятора съ радіальными лопатками механическая отдача можетъ быть принята равной 30%, то мощность, развиваемая на

его валу должна быть равной  $5 : 0,3 = 16,66$  НР. Такъ какъ электромоторъ насаженъ на тотъ же валъ, то потребляемая имъ мощность равна  $16,66 : 0,92 = 18,2$  НР. = 13,4 киловаттамъ. Последняя цифра весьма мало отличается отъ вышеуказанной, соответствующей установленному мотору.

*Примѣчаніе.* На вентиляцію сносится  $\frac{1}{10}$  часть расходовъ по электрической станціи. Такимъ образомъ въ іюнѣ 1906 года электрическая энергія, израсходованная вентиляторомъ, обошлась въ 145 рублей 8 коп.

Д. Электрическое буреніе шпуровъ. Прохожденіе штрековъ ведется въ породахъ различной твердости. Самою твердою породою здѣсь считается венисса, а самыми мягкими—вулканическіе туфы и разрушенные известняки. Электрическое буреніе примѣняется по преимуществу въ породахъ твердыхъ; въ мягкихъ породахъ буреніе ручное. Число забоевъ, въ которыхъ работаютъ электрическими перфораторами колеблется отъ 4 до 8.

*Электрическіе перфораторы*, примѣняемые здѣсь, суть соленоидальныя, ударной системы, построены бывшей фирмой Уніонъ. Я не буду приводить детальнаго описанія ихъ устройства; что же касается принципа его дѣйствія, то таковой будетъ указанъ далѣе.

Перфораторы построены для напряженія на ихъ борнахъ въ 111 вольтъ при токѣ 25 амперъ. Такимъ образомъ, мощность, поглощаемая перфораторомъ = 2,775 киловатта, т. е. 3,76 НР. Число ударовъ штока въ минуту 400. Длина хода 75—125 мм. Диаметръ примѣняемыхъ буровъ 38—22 мм.

Устанавливается перфораторъ во время работы, смотря по условіямъ послѣдней, или при помощи установительныхъ колоннъ, или при посредствѣ особой треноги. Такъ какъ перфораторы нуждаются въ частомъ ремонтѣ, то на рудникѣ ихъ имѣется 24 штуки. Кромѣ того, къ нимъ имѣется 10 установительныхъ колоннъ и одна тренога. Стоимость каждаго перфоратора 962 руб. 45 коп.; стоимость одной колонны 222 руб. 40 коп. и стоимость треноги 242 руб.

*Результаты наблюденій надъ буреніемъ электрическими перфораторами.* Ниже приводится протоколъ комиссіи, производившей наблюденія надъ буреніемъ шпуровъ описанными перфораторами въ забой одного изъ штрековъ Васильевского рудника. Въ составъ комиссіи входили: директоръ рудниковъ Горный Инженеръ В. А. Степановъ, Штейгеръ, завѣдывавшій рудникомъ и я. Протоколъ велся мною. Данные протокола сконцентрированы въ слѣдующей табличкѣ № 2.



ТАБЛИЦА № 2.

№ шпуровъ.	Обозначенія перфораторовъ.	Діаметръ въ мм.		Продолжительность.			Длина шпура въ сп.	Примѣчанія.
		Забурника.	Бура.	Установа или перемѣны перфоратора.	Перемѣны бура.	Собственно буренія.		
1	А	32	—	*) 15'0''	—	3'16''	25	*) Эта цифра включаетъ въ себя продолжительность: установка колонны, установка на ней перфоратора и вставки забурника въ ударную штангу.
		—	30	—	3'0''	3'31''	20	
		—	27	—	3'0''	2'58''	25	
2	В	32	—	6'18''	—	5'57''	38	
		—	27	—	1'30''	4'9''	33	
3	А	32	—	8'36''	—	4'52''	28	
		—	30	—	1'1''	3'48''	19	
4	В	30	—	5'6''	—	8'16''	37	
		—	28	—	1'9''	3'19''	32	

На основаніи таблицы № 2 дѣлаемъ слѣдующіе выводы, которые приводимъ въ видѣ табл. № 3.

ТАБЛИЦА № 3.

№ шпуровъ.	Діаметръ шпуровъ.		Продолжительность.			Общая длина шпура въ с/м.	Скорость буренія въ м/час.	
	Отъ м/м.	До м/м.	Собственно буренія.	Прочихъ манипуляцій.	Итого.		Netto (т. е. собственно буренія).	Brutto (т. е. въ часъ всего рабочаго времени).
1	32	27	9'45''	20' 0''	30'45''	70	4,30	1,36
2	32	27	7'48''	10' 6''	17'54''	71	5,50	2,38
3	32	30	9'37''	8'40''	18'17''	47	2,95	1,52
4	30	28	6' 5''	11'35''	17'40''	69	4,20	2,34
	32	27	33'15''	51'21''	84'36''	257	4,65	1,83

Разумѣется, свободные отъ такого экстраординарнаго надзора за работой, какой имѣлъ мѣсто во время опытовъ, рабочіе работаютъ съ меньшей производительностью. Этимъ объясняется, почему администрація рудника принимаетъ чистую (netto) скорость буренія въ твердыхъ поро-

дахъ въ 2,4 метра въ часть, а въ мягкихъ—3,2 метра въ часть. На основаніи табл. № 3 легко также подсчитать, что для шпура въ 1 метръ длины, діаметромъ отъ 32 до 27 мм., въ среднемъ, необходимо затратить

$$\frac{2,775 \times 84,6}{60 \cdot 1,83} = 2,14 \text{ килоуаттъ-часа энергии на зажимахъ перфоратора,}$$

при буреніи въ мягкихъ известнякахъ.

Во время производства опытовъ было обнаружено, что оболочка перфоратора весьма сильно нагрѣвается: при поливаніи ея водою, послѣдняя обращается въ паръ. Явленіемъ такого сильного нагрѣванія прибора объясняется, почему послѣ каждыхъ 50—70 с./м. выбуреннаго шпура необходимо мѣнять перфораторъ.

*Мѣсячное подвиганіе забоевъ штрековъ.* Описанныхъ опытовъ, понятно, не достаточно для того, чтобы судить съ достаточною точностью о среднемъ возможномъ мѣсячномъ подвиганіи забоевъ штрековъ, а потому приведемъ здѣсь тѣ цифры, которыя сообщены конторой рудника. Оказывается, что въ дѣйствительности проходится ежемѣсячно въ самыхъ твердыхъ породахъ (венисса) по 6,4 метра, а въ мягкихъ породахъ по 23—24 метра. Такое малое подвиганіе забоя администрація рудника объясняетъ малой производительностью уральскаго рабочаго, или вѣрнѣе сказать, незначительностью числа часовъ дѣйствительной работы въ продолженіе смѣны.

*Полная стоимость прохождения погоннаго метра выработки* сѣченіемъ 4,5 м.<sup>2</sup> обходится въ среднемъ въ 37 руб. и колеблется между 23 и 60 руб.

*Генераторъ электрическаго тока для перфораторовъ.* Какъ было уже ранѣе сказано, принятая система перфораторовъ требуетъ электрическаго тока подъ напряженіемъ въ 111 вольтъ. Кромѣ того, требуется, чтобы токъ мѣнялъ свое направленіе 400 разъ въ минуту. Дабы удовлетворить этимъ двумъ требованіямъ, необходимо: а) трансформировать постоянный токъ, производимый центральной станціей подъ напряженіемъ 550 вольтъ въ токъ подъ напряженіемъ 111 вольтъ и б) измѣнять направленіе этого тока 400 разъ въ минуту. Оба эти требованія удовлетворяются слѣдующимъ образомъ: особый генераторъ, или вѣрнѣе, динамо-коммутаторъ приводится въ движеніе электромоторомъ *М* постоянного тока, питающимся отъ электрической станціи и такимъ образомъ составляетъ вмѣстѣ съ нимъ вращающійся трансформаторъ.

Моторъ этого вращающагося трансформатора работает подъ напряженіемъ 550 вольтъ, а динамо-коммутаторъ, развивая токъ подъ напряженіемъ 111 вольтъ, при помощи особаго приспособленія (коммутатора), измѣняетъ его направленіе.

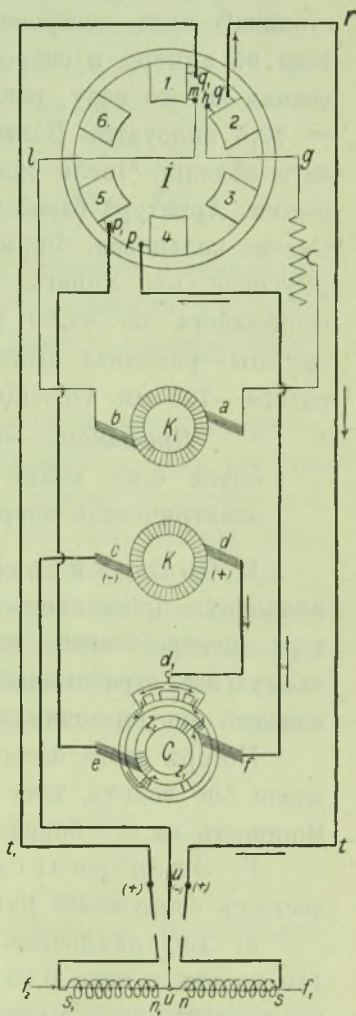
Схема динамо-коммутатора и связей его съ соленоидомъ перфоратора показана на схемѣ, представленной на фиг. 14, гдѣ *I* представляетъ собою систему шести индукторовъ, обозначенныхъ цифрами отъ 1 до 6.



$K_i$ —коллекторъ, обслуживающій исключительно цѣпь индукторовъ  $agh$  234.561 mlb.  $K$ —другой коллекторъ, обслуживающій попеременно одну изъ двухъ главныхъ цѣпей, изъ которыхъ каждая заключаетъ въ себѣ послѣдовательно съ нею соединенную особую цѣпь индукторовъ. Такимъ образомъ, динамо-коммутаторъ имѣетъ смѣшанную систему возбужденія индукторовъ.

На фиг. 14 показано такое положеніе частей коммутатора  $C$ , при которомъ токъ, идя по направленію стрѣлокъ, обслуживаетъ цѣпь  $dd_1fpqrtsnuc$ , заключающую въ себѣ соленоидъ  $sn$ . Коммутаторъ  $C$  устроенъ слѣдующимъ образомъ: цилиндръ  $z_1, z_2$  собранъ изъ такихъ мѣдныхъ пластинокъ, изъ какихъ, обыкновенно, собираются коллекторы, но въ одной половинѣ  $z_1$  эти пластинки не раздѣлены между собою никакимъ изолирующимъ веществомъ. Другая половина  $z_2$ , у образующихъ прилегающихъ къ половинѣ  $z_1$ , имѣетъ между нѣсколькими мѣдными пластинками слюдяную изоляцію. Такимъ образомъ, при положеніи коммутатора, показанномъ на фиг. 14, токъ, минуя половину  $z_2$  и щетку  $e$ , весь устремляется въ половину  $z_1$  и щетку  $f$ , продолжая свой путь по указанному стрѣлками пути. Очевидно, что когда, вслѣдствіе вращенія, половина  $z_1$  придетъ въ соприкосновеніе со щеткой  $e$ , то и токъ отъ полюса  $d$  потечетъ по цѣпи  $ep, q, t, s, n, uc$ , при чемъ, проходя по соленоиду  $s, n$ , онъ будетъ имѣть направленіе обратное тому, какое имѣлъ передъ этимъ въ соленоидѣ  $sn$ . Такимъ образомъ, если при положеніи коммутатора, показанномъ на фигурѣ, буръ движется въ сторону, показанную стрѣлкой  $f_1$ , то, при положеніи его, вводящемъ въ цѣпь соленоидъ  $s, n$ , онъ будетъ двигаться въ обратную сторону, т. е. по направленію  $f_2$ .

Коллекторы  $K_i, K$  и коммутаторъ  $C$  насажены на общемъ валу съ арматурой динамо, не показанной на схемѣ. Коллекторъ  $K_i$  имѣетъ два ряда щетокъ и по двѣ щетки въ каждомъ ряду. Коллекторъ  $K$  обслуживается двумя рядами щетокъ, при чемъ въ каждомъ ряду по 5 щетокъ. Цилиндръ  $z_1, z_2$  коммутатора имѣетъ такія же щетки, какъ и коллекторъ  $K$ . Всѣ щетки—угольные. Полюса круглые съ надставками. Ярмо—круглое, прямоугольнаго сѣченія. Арматура барабана зубчатая. Напряжение на борнахъ, при нормальной нагрузкѣ 110, а при перегрузкѣ 120 вольтъ. Скорость 400 оборотовъ въ минуту. Мощность 30 кило-



Фиг. 14.

уаттъ. Трансформаторная группа при одномъ моторѣ имѣетъ два одинаковыхъ генератора  $G_1$  и  $G_2$ , работающих поочередно. Стоимость каждой динамо-коммутатора 6277 руб., что составляетъ по 209,23 рубля за 1 килоуаттъ.

*Моторъ, вращающій динамо-коммутаторъ*, какъ уже сказано,—постояннаго тока, построенъ для нормальнаго напряженія въ 500 вольтъ, тока 65 амперъ и скорости 900 оборотовъ въ минуту. Мощность, развиваемая на его валу, равна 40 *HP*, а получаемая на борнахъ 44 *HP* = 32,5 килоуатта. Полюса круглаго сѣченія; ярмо круглое, прямоугольнаго сѣченія. Число рядовъ щетокъ 4; въ каждомъ ряду по 2 угольныхъ щетки. Арматура барабана зубчатая, о двухъ вентиляціонныхъ щеляхъ. Смазка кольцевая. Фирма, изготовившая всю трансформаторную группу: „Русское О-во Уніонъ. СПБ.—Рига“. Стоимость мотора 2714 руб., что составляетъ по 83,50 руб. за килоуаттъ. Передача трансформаторной группы—ременная. Шкивъ мотора имѣетъ діаметръ 315 мм. Шкивъ генератора—700 мм. Сѣченіе ремня 270 × 5 мм.

*Примѣчаніе.*—На электрическое буреніе конторою рудника сносится 0,35 всѣхъ расходовъ по электрической станціи. Расходъ электрической энергіи за іюнь 1906 года составляетъ 507 р. 77 к.

Е. Обслуживаніе электрической станціи. Въ числѣ механическихъ пріемниковъ электрической энергіи необходимо упомянуть моторъ центробѣжнаго насоса, подающій конденсированную воду, получаемую изъ отработаннаго пара, въ градирню, гдѣ эта вода подвергается очисткѣ отъ смазочныхъ веществъ.

Моторъ этого насоса построенъ фирмою „Норре“ (Berlin) для напряженія 500 вольтъ, тока 5,5 амперъ, скорости 1875 оборотовъ въ минуту. Мощность на его борнахъ 2,75 килоуаттъ = 3,7 *HP*.

Г. Электрическое освѣщеніе. Для освѣщенія всѣхъ техническихъ сооружений рудника имѣется:

а) 130 лампочекъ накаливанія въ 16 свѣчей для напряженія въ 110 вольтъ и тока 0,55 амперъ. Принимая, что каждая такая лампочка поглощаетъ 60,5 уаттъ электрической мощности, легко найти, что всѣ 130 лампочекъ потребляютъ при одновременномъ функционированіи 7,88 килоуаттъ.

б) 5 дуговыхъ фонарей для напряженія 110 вольтъ и силы тока 5 амперъ, соединенныхъ послѣдовательно. Общая ихъ мощность = 2,75 килоуаттамъ.

Общая мощность всѣхъ свѣтовыхъ пріемниковъ, такимъ образомъ составляетъ  $7,88 + 2,75 = 10,63 = \infty 11$  килоуаттовъ.

*Примѣчаніе.*—На освѣщеніе конторою рудника сносится 0,2 всѣхъ расходовъ по содержанію электрической станціи. Сумма эта за іюнь 1906 года составляетъ 290 руб. 16 коп.



Общая номинальная мощность на борнахъ всѣхъ механическихъ приемниковъ электрической энергии, такимъ образомъ, складывается изъ слѣдующихъ элементовъ:

А. 2 мотора подъемной машины . . . . .	68	kw.
1 моторъ тормазнаго компрессора . . . . .	2,75	„
В. 2 мотора при двухъ насосахъ. . . . .	66,00	„
С. 1 моторъ при вентиляторѣ . . . . .	13,00	„
Д. 1 моторъ при бурильной динамо <sup>1)</sup> . . . . .	32,50	„
Е. 1 моторъ при центробѣжномъ насосѣ . . . . .	2,75	„
<hr/>		
Итого 8 моторовъ . . . . .	185	kw.

Прибавляя сюда мощность, потребляемую свѣтовыми приемниками, т. е. 11 килоуаттовъ, получимъ общую нормальную мощность 196 килоуаттовъ, потребляемую всѣми приемниками въ случаѣ одновременнаго ихъ функціонированія.

Соотношеніе между табличною мощностью электрическихъ генераторовъ и таковою же мощностью электрическихъ приемниковъ.—Какъ мы уже видѣли, нормальная мощность каждой изъ двухъ динамо электрической станціи равна 110 kw., а мощность всей станціи 220 kw. Такимъ образомъ, нормальная мощность электрической станціи вполне обезпечиваетъ одновременное функціонированіе всѣхъ электрическихъ приемниковъ рудника. Но такъ какъ въ дѣйствительности всѣ приемники почти никогда не работаютъ одновременно, то оказывается достаточнымъ для потребностей рудника работы одной динамо. Такимъ образомъ, другая динамо является какъ бы запасной. Отношеніе

$$\alpha = \frac{\text{табл. мощн. дѣйствующихъ генераторовъ}}{\Sigma \text{ табл. мощн. всѣхъ приемниковъ}} = \frac{110}{196} = 56\%$$

оказывается обезпечивающимъ потребность описанныхъ рудничныхъ электрическихъ приемниковъ.

Экономическія данныя, сообщенныя конторою рудника, приводились въ соответственныхъ мѣстахъ отчета; здѣсь же я приведу только данныя не показанныя выше, а также, относящіяся къ текущимъ расходамъ по содержанію электрической станціи за іюнь 1906 года.

Эти данныя суть слѣдующія:

а) <sup>5</sup> / <sub>6</sub> содержанія паровыхъ котловъ . . . . .	1032,02	руб.
б) содержаніе собственно электрическаго отдѣла. . . . .	418,76	„
<hr/>		
Итого . . . . .	1450,78	руб.

<sup>1)</sup> Такъ какъ одновременно можетъ работать только одна динамо-коммутаторъ или бурильная динамо.

*Общая стоимость* всѣхъ дѣйствующихъ и запасныхъ машинъ, лампъ и прочихъ приборовъ, а также канализаціи составляетъ сумму въ 250457 руб., не считая рабочей силы по установу, стоимости построекъ и расходовъ по администраціи.

*Стоимость электрической энергіи на электрической станціи.* Контора рудника не ведетъ учета стоимости единицы количества производимой и расходуемой электрической энергіи; а поэтому опредѣлимъ хотя бы *приблизительно* стоимость 1-го килоуаттъ-часа. Принимая въ іюнѣ 24 рабочихъ сутокъ и непрерывность работы электрической станціи, за этотъ промежутокъ времени, получимъ, что количество электрической энергіи, произведенное въ продолженіе этого мѣсяца, составляетъ:

$$110 \text{ kw.} \times 24 \text{ ч.} \times 24 \text{ д.} = 63.360 \text{ kw.} \text{ — часовъ.}$$

Слѣдовательно стоимость произведеннаго килоуаттъ-часа равна

$$\frac{1450,78}{63360} = 2,28 \text{ коп. (приблизительно).}$$

Разумѣется стоимость энергіи, поглощенной пріемниками, будетъ выше, приблизительно на 5—7%.

*Ближайшій надзоръ за электрическими установками* на Васильевскомъ рудникѣ лежитъ на практикѣ-монтерѣ, не получившемъ спеціальнаго образованія.

(Продолженіе слѣдуетъ).



## ЕСТЕСТВЕННЫЯ НАУКИ, ИМѢЮЩАЯ ОТНОШЕНІЕ КЪ ГОРНОМУ ДѢЛУ.

### ПЕРВЫЯ ВЪ РОССІИ ИСПЫТАНІЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХЪ ВЗРЫВЧАТЫХЪ ВЕЩЕСТВЪ.

Проф. А. А. Скочинскаго.

Вопросъ о предохранительныхъ взрывчатыхъ веществахъ регламентированъ у насъ впервые въ 1892 году, опубликованіемъ утвержденныхъ Г. Министромъ Государственныхъ Имуществъ правилъ, содержащихъ въ себѣ опредѣленные указанія относительно того, какіе именно составы могутъ быть примѣняемы для взрывныхъ работъ въ рудникахъ, находящихся на газовомъ положеніи.

Въ то время, единственной научно-обоснованной теоріей предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ, т. е. пригодныхъ для употребленія въ выработкахъ, гдѣ выдѣляется гремучій газъ или имѣется въ значительномъ количествѣ угольная пыль, была теорія, установленная въ 1888 году трудами извѣстной Французской Комиссіи по рудничному газу, признавшей главнымъ основаніемъ для сужденій о степени предохранительности взрывчатыхъ составовъ — температуру ихъ взрыва. Эта теорія и была положена въ основаніе изданныхъ во Франціи, послѣ окончанія работъ названной Комиссіи, правилъ веденія взрывныхъ работъ въ газовыхъ рудникахъ, а затѣмъ перенесена въ упомянутыя выше наши правила, заключающія требованіе (§ 50), чтобы въ рудникахъ и коняхъ, находящихся на газовомъ положеніи, были употребляемы при проведеніи выработокъ по пустымъ породамъ, только такіе взрывчатые составы, температура взрыва которыхъ не превышаетъ 1900°, а при работахъ въ пластахъ каменнаго угли — только такіе, температура взрыва которыхъ не выше 1500°.

Между тѣмъ, многочисленными экспериментальными изслѣдованіями, произведенными въ теченіе послѣднихъ 15—20 лѣтъ за границей, уста-

новлено, что при опредѣленіи пригодности взрывчатыхъ составовъ къ употребленію въ присутствіи газа или угольной пыли, недостаточно руководиться одной лишь температурой ихъ взрыва, ибо способность взрывчатыхъ веществъ невоспламенять газъ или пыль, существенно зависитъ также и отъ нѣкоторыхъ другихъ свойствъ ихъ, а главное, что для всякаго предохранительнаго взрывчатого вещества существуетъ нѣкоторый предѣльный зарядъ, при превышеніи котораго оно теряетъ свои предохранительныя свойства и становится столь же опаснымъ, какъ порохъ, динамитъ и т. п. Вслѣдствіе этого, въ однихъ западно-европейскихъ странахъ уже свыше 10—15 лѣтъ (Германія, Англія, Австрія), а въ другихъ—въ теченіе послѣдняго десятилѣтія (напримѣръ, Бельгія, Испанія, С.-А. Штаты), пришли къ заключенію, что предохранительность взрывчатыхъ веществъ можетъ быть установлена только экспериментальнымъ путемъ и приняли за правило—каждый взрывчатый составъ, предлагаемый въ качествѣ предохранительнаго, обязательно подвергать изслѣдованію въ испытательной штольнѣ для провѣрки предохранительности его и опредѣленія величины предѣльнаго заряда.

У насъ до настоящаго времени, регламентація предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ, основанная на французской теоріи, остается формально имѣющей силу, ибо, хотя проектъ новыхъ правилъ о взрывныхъ работахъ въ газовыхъ рудникахъ уже составленъ, но утвержденія высшихъ инстанцій еще не получилъ. Однако, фактически и наше горное вѣдомство въ послѣдніе годы, при допущеніи къ употребленію новыхъ предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ, уже перестало руководиться одной лишь температурой взрыва ихъ и обязательно выясняло, былъ ли данный взрывчатый составъ испытанъ за границей на предохранительность и какіе далъ при этомъ результаты.

Производить испытанія само горное вѣдомство было до самаго послѣдняго времени лишено возможности, за отсутствіемъ въ Россіи испытательной штольни. Между тѣмъ заграничныя испытанія не всегда могли давать матеріалъ для увѣреннаго сужденія о истинныхъ свойствахъ того или иного взрывчатого вещества, а кромѣ того, вещество это могло быть совершенно новое и за границей неиспытанное. Въ виду этого, какъ только Русское Общество для выдѣлки и продажи пороха устроило, на принадлежащемъ ему Шлиссельбургскомъ динамитномъ заводѣ, испытательную штольню, Горный Департаментъ вошелъ съ упомянутымъ Обществомъ въ соглашеніе на предметъ разрѣшенія пользоваться этой штольней для испытанія предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ. Условія, на которыхъ послѣдовало это соглашеніе, приведены на стр. 231 № 5 „Горнаго Журнала“ за 1910 г.

Первыя испытанія предохранительныхъ взрывчатыхъ составовъ были произведены въ Шлиссельбургской штольнѣ весной этого года, состоящей при Горномъ Департаментѣ, Комиссіей для испытанія новыхъ взрывчатыхъ



веществъ въ видахъ допущенія ихъ въ Россіи къ употребленію при горныхъ работахъ.

Въ виду того, что это были первыя въ Россіи испытанія предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ, считаю небезынтереснымъ подробно ознакомить съ ними читателей „Горнаго Журнала“.

Возникновеніе вопроса объ испытаніяхъ нобелита и гризутиновъ. Подготовка испытаній и программа ихъ.

Въ концѣ прошлаго года, Русское Общество для выдѣлки и продажи пороха, приступая къ производству разрѣшеннаго уже къ изготовленію и употребленію въ Имперіи взрывчатого вещества—„нобелитъ“, обратилось въ упомянутую выше Комиссію съ просьбой произвести въ опытной штольнѣ Шлиссельбургскаго динамитнаго завода испытанія предохранительныхъ свойствъ изготовленнаго на этомъ заводѣ „нобелита“ въ отношеніи гремучаго газа и каменноугольной пыли.

Комиссія охотно выразила согласіе удовлетворить изложенное ходатайство Общества, но, принимая во вниманіе, что штольня названнаго завода находится въ такихъ условіяхъ, что снабженіе ее естественнымъ гремучимъ газомъ невозможно, а полученіе чистаго метана искусственнымъ путемъ стоитъ крайне дорого, вслѣдствіе чего, опыты приходилось производить на какомъ-либо суррогатѣ рудничнаго газа, поставила, по предложенію Предсѣдателя Комиссіи, непремѣннымъ условіемъ, чтобы: 1) параллельно съ нобелитомъ испытаны были и другія нитроглицериновые предохранительныя вещества, употребляемыя нынѣ въ нашихъ газовыхъ рудникахъ; 2) испытанія указанныхъ веществъ были произведены съ присадкой къ взрывчатой газовой смѣси каменноугольной пыли изъ наиболѣе опасныхъ пластовъ Донецкаго бассейна, гдѣ эти вещества и находятъ главнѣйшее употребленіе.

Русское Общество выразило полное согласіе на принятіе вышеизложенныхъ условій. Послѣ этого Комиссія вошла въ сношенія съ заводами, изготовляющими въ предѣлахъ Имперіи предохранительныя взрывчатые вещества, на предметъ полученія сихъ послѣднихъ для испытанія. каждому въ количествѣ одного полуторапудоваго ящика, и выписала, при посредствѣ Постоянной Комиссіи по рудничнымъ газамъ, партію свѣжаго угля Смоляниновскаго пласта изъ шахты № 4-й-bis Рыковскихъ колеи Екатерининскаго Общества, извѣстныхъ по сильному взрыву, происшедшему въ нихъ 18 іюня 1908 года, при весьма дѣятельномъ участіи угольной пыли.

Подвергнувъ затѣмъ детальному выясненію условія и обстоятельства, при которыхъ предстояло произвести проектируемые опыты, Комиссія выработала нижеслѣдующую программу ихъ:

1) Въ настоящее время, въ Россіи изготовляются и разрѣшены къ употребленію въ рудникахъ, содержащихъ гремучій газъ, три нитроглицериновыхъ предохранительныхъ взрывчатыхъ вещества: а) гризутинъ

слабый—для работъ по углю (съ 11,16% нитроглицерина); б) гризутинъ сильный—для работъ по пустымъ породамъ (съ 29,1% нитроглицерина); в) нобелитъ—(съ 28% нитроглицерина). Эти три взрывчатыхъ состава и надлежитъ подвергнуть параллельнымъ испытаніямъ.

2) Принимая во вниманіе, что Шлиссельбургскій динамитный заводъ Русскаго Общества для выдѣлки и продажи пороха, изготовляетъ всѣ три вышеуказанныхъ взрывчатыхъ вещества, представляется цѣлесообразнымъ и достаточнымъ испытать только фабrikаты Русскаго Общества.

3) Вслѣдствіе того, что опыты могутъ быть произведены только на какомъ-либо суррогатѣ рудничнаго газа, они должны послужить лишь къ сравненію испытываемыхъ взрывчатыхъ веществъ между собой, по степени безопасности ихъ употребленія при работахъ въ газовыхъ угольныхъ копяхъ.

4) Въ основаніе для сравненія степени безопасности испытываемыхъ веществъ должны быть положены: а) *величина предѣльнаго заряда*; б) *относительная сила* каждаго изъ нихъ, разумѣя подъ *предѣльнымъ зарядомъ* даннаго вещества, то наибольшее количество его, которое, будучи помѣщено въ мортиру штольны и взорвано, не воспламеняетъ гремучей смѣси заполняющей штольну.

5) Штольна Шлиссельбургскаго завода, какъ это видно изъ нижеприведеннаго краткаго описанія ея, представляетъ почти точную копію испытательной штольны завода (Sprengstoff—A.G. Carbonit въ Шлебушѣ (Прирейнская Пруссія), а эта послѣдняя по размѣрамъ и устройству взрывчатой камеры тождественна съ таковою же камерой Весфальской опытной штольны близъ Гельзенкирхена. Въ этихъ послѣднихъ штольняхъ, нѣкоторыя изъ взрывчатыхъ веществъ, которыя Комиссія предполагала испытать, были уже испытаны. Принимая во вниманіе изложенное и въ цѣляхъ полученія результатовъ, сравнимыхъ съ тѣми, которые были получены при аналогичныхъ опытахъ въ Западной Европѣ, Комиссія признала наиболѣе цѣлесообразнымъ произвести опыты, придерживаясь способа, принятаго на упомянутыхъ штольняхъ, и постановила:

а) послѣ выясненія, путемъ предварительныхъ опытовъ, приблизительной величины предѣльнаго заряда каждаго изъ испытываемыхъ веществъ, провѣрять величину такового—пятью послѣдовательными выстрѣлами и, если ни при одномъ изъ повѣрочныхъ выстрѣловъ не послѣдуетъ воспламененія гремучей смѣси, заполняющей взрывную камеру штольны, считать данную величину предѣльнаго заряда—удостоверенной;

б) за отсутствіемъ рудничнаго газа, вести опыты, подобно тому, какъ это принято на заводѣ въ Шлебушѣ, на гремучей смѣси, полученной испареніемъ въ камерѣ штольны—650 куб. сантим. смѣси петролейнаго эфира и бензина, удѣльнаго вѣса 0,6—0,9, съ присадкой двухъ литровъ пыли, прошедшей черезъ сито съ 1024 отверстіями на кв. сантиметръ;



в) при испытаніяхъ поддерживать въ камерахъ штольны постоянную температуру, около  $+22^{\circ} - 23^{\circ} \text{ C.}$ ;

г) выстрѣлы изъ мортиры, производить безъ забойки, примѣняя для детонаціи заряда капсюль № 8, т. е. двуграммовый;

д) взрывчатые вещества употреблять для опытовъ — все въ патронахъ одинаковаго діаметра;

е) послѣ каждого испытательнаго выстрѣла, не воспламенившаго гремучей смѣси, очищать штольну отъ пыли, помимо тщательнаго провѣтриванія, еще при помощи очистительнаго выстрѣла, заполняя камеру штольны гремучей смѣсью безъ присадки пыли и воспламеняя эту смѣсь взрывомъ соотвѣтственнаго количества студенистаго динамита.

По установленіи программы испытаній и подготовительныхъ опытовъ, исполненныхъ Правительственнымъ Инспекторомъ означеннаго завода Шуманомъ и Профессоромъ Скочинскимъ, Членами Комиссіи и Директоромъ Шлиссельбургскаго завода г. Грюнингомъ, Коммисія<sup>1)</sup> 11-го и 12-го мая 1910 г., произвела оффиціальныя испытанія нобелита и двухъ гризутиновъ.

Передъ началомъ опытовъ были вскрыты три ящика съ нобелитомъ и гризутинами, взяты пробы (по одному патрону) каждого изъ этихъ взрывчатыхъ веществъ для контрольнаго анализа, а затѣмъ произведенъ подробный осмотръ штольны и провѣрено исправное состояніе всехъ частей ея.

**Краткое описаніе испытательной штольны.** Шлиссельбургская штольня представляетъ собою склепанную изъ 10-ти миллиметр. листового желѣза галерею, длиною въ 20 метр., съ поперечнымъ сѣченіемъ, по площади = 1,96 кв. метра и имѣющимъ форму эллипса, котораго длинная ось (соотвѣтствующая высотѣ штольны) = 1,85 метр., а короткая (ширина штольны) = 1,35 метра. Галерея имѣетъ небольшой уклонъ къ устью и лежитъ на двѣ трети высоты въ землѣ, причемъ заднимъ концомъ опирается на бетонный массивъ, будучи запущена въ него на 0,8 метр. Передъ противоположнымъ, открытымъ, концомъ галлерей, представляющемъ устье штольны, имѣется защитный валъ.

Взрывной камерой, т. е. пространствомъ, заполняемымъ гремучей смѣсью, служить задняя часть штольны, длиною въ 5,1 метр., отдѣляемая отъ остальной части ея желѣзнымъ обручемъ, затянутымъ плотной бумагой и точно соотвѣтствующимъ по размѣрамъ своимъ и формѣ — поперечному сѣченію штольны. Емкость образованной такимъ образомъ камеры равна 10 куб. метр. Вдоль одной изъ боковыхъ сторонъ штольны имѣется рядъ оконъ,  $10 \times 12$  сантиметр. въ свѣту, съ толстыми стеклами, расположенныхъ на протяженіи задняго участка штольны на разстояніи около 1,1—1,3 метр. другъ отъ друга. Эти окна служатъ для опредѣленія на глазъ разстоянія, на которое распространяется при опытахъ пламя.

<sup>1)</sup> Въ составѣ: И. Ф. Шредеръ, Н. Я. Нестеровскій, А. А. Скочинскій и В. Ю. Шуманъ.

Взрывная камера снабжена продѣланными въ гребнѣ штольны отверстиями для подведенія въ камеру взрывчатыхъ газовъ или паровъ, для засыпанія угольной пыли и вставленія термометра, служащаго для опредѣленія температуры воздуха въ камерѣ.

Для перемѣшиванія воздуха въ камерѣ, въ цѣляхъ полученія однородной гремучей смѣси, а равно и для поддержанія въ повышенномъ состояніи засыпанной въ камеру угольной пыли, служитъ ручной вентиляторъ, помѣщенный у потолка камеры, ближе къ переднему концу ея. Вентиляторъ діаметромъ въ 80 сантиметр., съ кривыми перьями, посаженъ на вертикальный стержень, приводимый въ вращательное движеніе, посредствомъ пары коническихъ зубчатыхъ колесъ (передача = 5 : 2) и рукоятки съ радіусомъ вращенія = 30 сантиметр. Когда описанный вентиляторъ приводится въ движеніе рабочимъ, вращающимъ рукоятку привода, весь воздухъ въ камерѣ приходитъ въ сильное движеніе по спирали, подымаясь въ центральной части камеры и опускаясь расходящимися кольцами по периферіи.

У задней стѣнки взрывной камеры, находится стальная мортира ( $D = 490$ ,  $L = 710$  миллиметр.), съ каналомъ, діаметромъ въ 50 миллиметр. и длиной въ 450 миллиметровъ. Мортира опирается глухимъ концомъ въ бетонный массивъ, ограничивающій штольну съ задняго конца и направлена вдоль штольны, съ такимъ возстаніемъ, что ось ея проходитъ черезъ центръ поперечнаго сѣченія штольны, приблизительно въ томъ мѣстѣ, гдѣ находится бумажная перегородка, образующая переднюю стѣнку взрывной камеры штольны.

Для скорѣйшей очистки атмосферы штольны послѣ выстрѣла, служитъ вытяжной электрическій вентиляторъ, сообщающійся съ штольной — трубой, пропущенной чрезъ бетонный массивъ этой послѣдней. Кромѣ того, для той же цѣли служитъ рядъ отверстій, діаметромъ въ 15 сантиметровъ, расположенныхъ по гребню штольны и снабженныхъ коническими горловинами съ пробками на цѣпочкахъ.

Прогрѣваніе штольны при низкихъ температурахъ, производится пропусканіемъ пара по проложеннымъ внутри ея трубамъ, а охлажденіе, при высокихъ температурахъ, орошеніемъ снаружи водой, для чего имѣется специальная система трубъ, соединенныхъ съ заводскимъ водопроводомъ.

Для превращенія эфира и бензина въ паръ, служитъ особый пульверизаторъ, дѣйствующій сжатымъ воздухомъ.

Въ 50 метр. отъ штольны находится помѣщеніе, изъ котораго производится наблюденіе за эффектами взрывовъ и гдѣ помѣщается ручная электрическая машинка, соединенная съ взрывной камерой штольны — проводами.



Данныя о взрывчатыхъ веществахъ, подвергнутыхъ испытаніямъ.

Подвергнутыя испытанію взрывчатыя вещества нобелита и два гризутина—всѣ три, фабрикаты Шлиссельбургскаго динамитнаго завода, представлены были въ видѣ патроновъ въ обыкновенной укупоркѣ, вѣсомъ каждый около 70—80 грам., діаметромъ—около 23 миллиметровъ.

Изъ нижеслѣдующей таблицы А, видно соотвѣтствіе состава испытанныхъ веществъ, такому же нормальному—взрывчатымъ веществамъ, допущеннымъ къ употребленію при горныхъ работахъ въ Россіи, подъ названіемъ „нобелита“ и „гризутиновъ“.

Вычисленная по химическому составу продуктовъ полного разложенія, температура взрыва слабаго (съ 11,16% нитроглицерина) гризутина, равна приблизительно 1400° С., таковая же—сильнаго гризутина ∞ 1850° С. По даннымъ Лабораторіи Шлебушскаго завода—Dynamit-Aktien-Gesellschaft vorm. Alfred Nobel & Co, опубликованнымъ въ „Zeitschrift für das gesammte Schiess-und Sprengstoffwesen“ (1906, № 5), температура взрыва нобелита, подсчитанная по количеству теплоты, наблюденной въ калориметрѣ, и по дѣйствительному составу продуктовъ взрыва, почти равна 2070° С.

Гризутины допущены къ употребленію въ 1892 году, безъ какихъ-либо испытаній и безъ всякаго ограниченія величины заряда. Изъ нихъ—гризутинъ, содержащій 29,1% нитроглицерина, можетъ быть употребляемъ въ газовыхъ рудникахъ, только при работахъ по пустымъ породамъ.

Нобелитъ допущенъ къ употребленію въ Россіи въ 1908 году (см. Собр. Узак. и Расп. Правит., ст. 405, № 69 за 1908 годъ), съ условіемъ, чтобы въ газовыхъ рудникахъ онъ былъ примѣняемъ только при работахъ по пустымъ породамъ, и, чтобы количество его, помѣщаемое въ каждый отдѣльный шнуръ, не превосходило 128 золотниковъ (около 550 граммъ). Предварительно разрѣшенія, нобелитъ былъ изслѣдованъ на стойкость и степень опасности при перевозкѣ и обращеніи, упомянутой выше Коммиссіей для испытанія новыхъ взрывчатыхъ веществъ (см. Горный Журналъ, 1910, № 6). Какъ предохранительный взрывчатый составъ, нобелитъ, при его допущеніи, испытанъ не былъ и разрѣшенъ на основаніи официально-удовѣренныхъ данныхъ о результатахъ его испытаній въ Пруссіи въ 1905 году, въ опытной штольнѣ близъ Гельзенкирхена, каковыми было установлено, что при зарядахъ не свыше 550 граммъ, нобелитъ не воспламеняетъ гремучаго газа и пыли.

Т А Б Л И Ц А А.

ХИМИЧЕСКІЙ СОСТАВЪ ВЪ ПРОЦЕНТАХЪ ПО ВѢСУ:	
а) Н о р м а л ь н ы й.	б) По контрольному анализу <sup>1)</sup> образцовъ, отобранныхъ Комиссіей:
А. Нобелитъ . . . . .	Влажность . . . . . 0,31%
Нитроглицеринъ . . . . . 28,0 %	Нитроглицеринъ . . . . . 27,90%
Пироксилинъ . . . . . 0,7 %	Пироксилинъ . . . . . 0,68%
Амміачная селитра . . . . . 39,7 %	Амміачная селитра . . . . . 39,77%
Хлористый натрій . . . . . 17,6 %	Хлористый натрій . . . . . 17,42%
Декстринъ . . . . . отъ 12,5 до 11,5 %	Изъ разности { углеводы } { древес. м. } 13,34%
Древесн. мука „ 1 „ 2 %	
Растительное масло . . . . . 0,5 %	Растительное масло . . . . . 0,58%
Итого . . . . . 100 %	Итого . . . . . 100 %
Б. Гризутинъ слабый . . . . .	Влажность . . . . . 0,27%
Нитроглицеринъ . . . . . 11,16%	Нитроглицеринъ . . . . . 11,18%
Амміачная селитра . . . . . 88,00%	Амміачная селитра . . . . . 87,79%
Пироксилинъ . . . . . 0,84%	Пироксилинъ (изъ разн.) . . . . . 0,76%
Итого . . . . . 100 %	Итого . . . . . 100 %
В. Гризутинъ сильный . . . . .	Влажность . . . . . 0,29%
Нитроглицеринъ . . . . . 29,1 %	Нитроглицеринъ . . . . . 29,18%
Амміачная селитра . . . . . 70,0 %	Амміачная селитра . . . . . 70,21%
Пироксилинъ . . . . . 0,9 %	Пироксилинъ (изъ разн.) . . . . . 0,32%
Итого . . . . . 100 %	Итого . . . . . 100 %

<sup>1)</sup> Исполненному членомъ Комиссіи В. Ю. Шуманомъ.



Данные о матеріа-

Передъ каждымъ взрывомъ въ камерѣ штольны испалахъ, служившихъ ржали 650 куб. сантиметр. смѣси петролейнаго эфира съ при испытаніяхъ бензиномъ. Смѣсь эта имѣла составъ:  $C=83,68\%$   $H=16,12\%$ , а удѣльный вѣсъ— $0,672$  и при перегонкѣ закипала при  $-29^{\circ}C$ , давая перегона до  $35^{\circ}=2,5\%$ ; до  $40^{\circ}=12,3\%$ ;  $45^{\circ}=33,0\%$ ; до  $55^{\circ}=51,0\%$ ; до  $60^{\circ}=58,0\%$ ; до  $65^{\circ}=67,0\%$ ; до  $70^{\circ}=72,0\%$ ; до  $75^{\circ}=75,0\%$ ; до  $80^{\circ}=78,5\%$ ; до  $85^{\circ}=85,0\%$ ; до  $90^{\circ}=88,0\%$ ; до  $95^{\circ}=93,0\%$ ; до  $100^{\circ}=95,0\%$  и остатка, кипящаго свыше  $100^{\circ}=5,0\%$ . Удѣльный вѣсъ паровъ ея былъ приблизительно  $= 3,5$ .

Изъ этихъ данныхъ слѣдуетъ, что 650 куб. сантиметровъ означенной смѣси занимали въ камерѣ штольны, въ видѣ паровъ, пространство въ 0,1 куб. метра, что соотвѣтствуетъ 1% объема воздуха, заполняющаго упомянутую камеру. Получавшаяся при этомъ гремучая смѣсь, давала безъ отказа, при выстрѣлѣ изъ мортиры однимъ патрономъ студенистаго динамита, сильный взрывъ.

Помимо паровъ петролейнаго эфира и бензина, въ камеру штольны, передъ каждымъ испытательнымъ выстрѣломъ, вводили 2 литра или около 1200 граммъ пыли, полученной отъ размола крупныхъ кусковъ угля Смоляниновскаго пласта, шахты № 4 бисъ Рыковскихъ копей Екатерининскаго Общества (изъ лавъ уклона Лазебнаго) и просѣянной черезъ сито съ 1024 отверстіями на квадр. сантиметръ, т. е. представлявшей смѣсь пылинокъ отъ 0 до  $\frac{1}{2}$  миллиметра въ поперечникѣ. Анализъ пробной порціи этой пыли обнаружилъ въ ней: углерода— $88,12\%$ , водорода— $4,12\%$ , сѣры— $0,59\%$ , влаги— $0,67\%$ , золы— $1,61\%$  и  $(O+N)$ —изъ разности— $4,88\%$ . Летучихъ веществъ пыль содержала— $16,5\%$ . Въ дни испытаній содержаніе влаги въ пыли было— $0,90\%$ — $0,97\%$ .

Изъ приведенныхъ данныхъ слѣдуетъ, что въ 10 куб. метр. гремучей смѣси, которой была заполняема взрывная камера штольны, заключалось 650 куб. сантиметр. или 437 граммъ петролейнаго эфира и бензина, около 1200 граммъ угольной пыли и около  $\left[ \frac{11920 \cdot 23,1}{100} \right] = 2737$  грм.

кислорода, причемъ, для полного сжиганія петролейнаго эфира и бензина, требовалось теоретически:  $\frac{437 \cdot 16,21}{100} \cdot \frac{32}{12} + \frac{437 \cdot 16,21}{100} \cdot \frac{16}{2} =$

$= 1544$  граммъ кислорода, а для такого же сжиганія пыли:

$\frac{1200 \cdot 88,12}{100} \cdot \frac{32}{12} + \frac{1200 \cdot 4,12}{100} \cdot \frac{16}{2} + \frac{1200 \cdot 0,59}{100} \cdot \frac{32}{32} = 3222$  грамма

кислорода.

Ходъ испытаній въ штольнѣ и результаты ихъ.

Испытанія въ штольнѣ были начаты пробнымъ выстрѣломъ (по описи № 1), имѣвшимъ цѣлью удостовѣрить взрывчатость гремучей смѣси, которою предстояло пользоваться при опытахъ, для чего въ мортиру положенъ былъ снабженный капсулюю № 8 и электрическимъ запаломъ, патронъ студенистаго дина-

мита (62% нитроглицерина, 3% пироксилина, 27% селитры и 8% поглотителя = 100%), діаметромъ въ 23 миллиметра, вѣсомъ около 75 граммъ. Взрывная камера штольны разобщена отъ остальной части ея бумажной перегородкой. Вентиляціонныя горловины также затянуты бумагой. Затѣмъ приведенъ въ дѣйствіе ручной вентиляторъ и при помощи паропровода, температура воздуха въ штольнѣ доведена до  $+22^{\circ}$ — $23^{\circ}$  C. Затѣмъ, при помощи инжектора, дѣйствующаго сжатымъ воздухомъ, распылено по камерѣ—650 куб. сантиметр. смѣси петролейнаго эфира съ бензиномъ. По окончаніи распыливанія, экспериментаторы быстро удалились въ наблюдательное помѣщеніе, а у штольны остался только рабочій, приводившій въ дѣйствіе ручной вентиляторъ и продолжавшій его вращать еще около 20—25 секундъ. Какъ только по сигналу удалился въ наблюдательное помѣщеніе и этотъ рабочій, тотчасъ произведенъ былъ, посредствомъ электрической машинки, взрывъ заряда мортиры. Послѣдовалъ взрывъ заполнявшей камеру смѣси, сопровождавшійся очень сильными звуковыми эффектами и появленіемъ ярко-краснаго пламени, распространившагося съ взрывообразной быстротой, не только по всей штольнѣ, но и ударившаго въ защитный валъ передъ устьемъ ея.

По очисткѣ атмосферы въ штольнѣ, посредствомъ электрическаго вентилятора, приступили къ собственно-испытательнымъ выстрѣламъ, чередовавшимися съ очистительными. Очистительные выстрѣлы ничѣмъ не отличались отъ пробнаго выстрѣла. Разница же между очистительными и испытательными—состояла, помимо того, что въ мортиру заряжаемы были другія взрывчатые вещества и въ иныхъ количествахъ, лишь въ томъ, что, одновременно съ распыливаніемъ бензина, въ камеру вводили еще два литра пыли. Пыль засыпалась черезъ воронку въ отверстіе, имѣющееся въ гребнѣ штольны и расположенное надъ перьями ручного вентилятора, который въ это время находился въ быстромъ вращеніи. Время, между моментомъ остановки этого вентилятора и моментомъ взрыва заряда въ штольнѣ, составляло отъ 30 до 50 секундъ. Наблюденіе за появленіемъ пламени въ окнахъ штольны было распредѣлено между тремя наблюдателями, изъ коихъ одинъ слѣдилъ за окнами взрывной камеры, другой—за окнами въ средней трети штольны, третій—за остальной частью штольны и ея устьемъ.

Передъ каждымъ выстрѣломъ температура въ камерѣ штольны была поднимается, или понижается, при помощи паропроводовъ, или орошенія штольны снаружи водой, до  $+22^{\circ}$ — $23^{\circ}$  C. Температура и влажность воздуха на дневной поверхности, регистрировалась самопишущими приборами. Свѣдѣнія о барометрическомъ давленіи были получаемы по телефону изъ Лабораторіи порохового завода Русскаго Общества, находящейся, приблизительно, въ 3 верстахъ отъ мѣста испытаній.

Подробныя данныя о каждомъ выстрѣлѣ приведены въ нижеприведенныхъ свѣдѣніяхъ. Изъ нихъ видно, между прочимъ, что въ теченіе



ніи опытовъ, барометрическое давленіе было 755—759 миллиметр., а температура и относительная влажность воздуха внѣ штольны колебалась отъ  $+12^{\circ}$  до  $+8^{\circ}$  C. и отъ 40% до 90%.

Въ общей сложности, Коммиссіей было произведено пятьдесятъ выстрѣловъ: одинъ — пробный, двадцать три очистительныхъ и двадцать шесть — испытательныхъ.

Изъ этихъ послѣднихъ, десять выстрѣловъ — нобелитомъ, семь — гризутиномъ слабымъ и девять — сильнымъ.

Испытанія нобелита начаты съ заряда въ 550 грамм. (7 патроновъ), но пятый выстрѣлъ (№ 10) — взорвалъ гремучую смѣсь, а потому произведена новая серія опытовъ, съ зарядомъ въ 500 граммъ: ни одинъ изъ пяти послѣдовательныхъ выстрѣловъ (по описи №№ 11, 13, 15, 17 и 19), смѣси не воспламенилъ.

Для первыхъ выстрѣловъ (№№ 21 и 23) — слабымъ гризутиномъ были взяты заряды въ 400 и 350 граммъ, при чемъ, въ обоихъ случаяхъ, гремучая смѣсь была воспламеняема. При уменьшеніи заряда до 300 граммъ ни одинъ изъ пяти послѣдовательныхъ выстрѣловъ (№№ 24, 26, 28, 30 и 32) смѣси не воспламенилъ.

Испытанія сильнаго гризутина начаты съ 150 граммами, но второй же выстрѣлъ (№ 40) — далъ взрывъ, а потому зарядъ былъ уменьшенъ до 100 граммъ, и тогда ни при одномъ изъ пяти послѣдовательныхъ выстрѣловъ (№№ 42, 44, 46, 48 и 50) воспламененія смѣси не наблюдалось.

Діаметръ шпура мортиры, служившей для опытовъ, былъ равенъ — 50 миллиметр., патроновъ — 23 миллиметр. Какъ видно изъ описи, патроны испытуемыхъ веществъ были помѣщаемы въ мортиру — парами. Изъ этого слѣдуетъ, что при испытаніяхъ, какъ нобелита, такъ и гризутиновъ,

плотность заряда была примѣрно одна и та же, а именно:  $= \left( 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 23^2 \right) : \frac{\pi}{4} \cdot 50^2 =$  приблизительно 0,4.

Испытанія въ цилиндрахъ Трауцля и ихъ результаты. По окончаніи опытовъ въ штольнѣ, испытуемая вещества были подвергнуты сравненію въ отношеніи взрывной силы ихъ по способу Трауцля, съ соблюденіемъ постановленій, сдѣланныхъ относительно такихъ пробъ V-мъ Международнымъ Конгрессомъ по Прикладной Химіи, а именно: 1) свинцовые цилиндры были діаметромъ въ 200 и высотой также въ 200 миллиметр.; 2) шпуръ, глубиной въ 125 миллиметр. и діаметромъ около 25 миллим.; 3) навѣска испытуемаго взрывчатаго вещества бралась въ 10 граммъ и обертывалась листочкомъ оловянной фольги, размѣрами  $\frac{(150 + 120) \cdot 70}{2}$  квад. миллиметр.; 4) детонаторомъ служилъ капсюль № 8; 5) забойка — мелкій песокъ. Каждого вещества было испытано по три навѣски, т. е. всего произведено девять пробъ:

Въ результатѣ:

1) *Нобелитъ* далъ увеличеніе объема шпура цилиндра—нетто на  $\{(330-60) + (320-60) + (320-60)\} : 3 = 263$  куб. сантиметр.;

2) *Гризутинъ съ 29,1% нитроглицерина*—на  $\{(310-60) + (325-60) + (320-60)\} : 3 = 255$  куб. сантиметр.;

3) *Гризутинъ съ 11,16% нитроглицерина*—на  $\{(240-60) + ((245-60) + (255-60))\} : 3 = 186$  куб. сантиметр.

По опытамъ Бихеле (см. Glöckauf, 1904, № 35) студенистый (65%-ный) динамитъ даетъ при испытаніяхъ въ цилиндрахъ Трауцля—увеличеніе объема шпура, приблизительно въ 420 куб. сантиметр. Слѣдовательно, взрывная сила студенистаго динамита, нобелита, гризутина сильнаго и гризутина слабаго, относятся какъ:

$$100 : 63 : 61 : 39.$$

**Заключеніе.**

Такимъ образомъ, согласно произведеннымъ испытаніямъ:

1) предѣльные безопасные заряды нобелита, гризутина съ 11,16% и гризутина съ 29,1% нитроглицерина, находятся въ отношеніи:

$$5 : 3 : 1;$$

2) по взрывной же силѣ—нобелитъ и гризутинь съ 29,1% нитроглицерина—почти равны, гризутинь же съ 11,16% нитроглицерина приблизительно въ 1,4 раза слабѣе;

3) предѣльный зарядъ *нобелита*—эквивалентенъ по силѣ— $500 \cdot 0,63 = 315$  гр., студенистаго (65%) динамита, *гризутина сильнаго*— $100 \cdot 0,61 = 61$  гр. и *гризутина слабаго*— $300 \cdot 0,39 = 117$  граммъ того же динамита.

Поэтому, всѣ преимущества, повидимому, на сторонѣ нобелита.

Но нельзя не считаться съ тѣмъ обстоятельствомъ, что настоящія испытанія были произведены не на рудничномъ газѣ (гремучемъ газѣ), а на парахъ бензина и петролейнаго эфира съ присадкой угольной пыли и притомъ только на смѣси указанныхъ паровъ и пыли. Испытаній же отдѣльно на парахъ и отдѣльно на пыли, Коммиссія не производила. Вслѣдствіе этого возникаетъ вопросъ: можно ли считать, что при описанныхъ испытаніяхъ всѣ три взрывчатыхъ вещества находились въ одинаковыхъ условіяхъ, въ отношеніи возможности обнаружить свойственную каждому изъ нихъ степень безопасности, въ отношеніи гремучаго газа и въ отношеніи угольной пыли?

Директоръ испытательной штольны близъ Гельзенкирхена, Бергассессоръ *Бейлингъ*, замѣчательнымъ работамъ котораго, произведеннымъ въ теченіе послѣднихъ трехъ-четырехъ лѣтъ, мы обязаны нѣсколькими замѣчательными открытіями въ области предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ и предохранительныхъ лампъ, изслѣдовалъ въ 1907 году предохранительные желатинъ-динамиты (*wettersichere Gelatindynamite*), къ



классу которыхъ относится нобелитъ, и констатировалъ <sup>1)</sup>, что многія изъ веществъ этого класса, если въ камерѣ нѣтъ пыли, воспламеняютъ гремучую смѣсь рудничнаго газа при зарядахъ значительно меньшихъ, чѣмъ если въ камеру присажена пыль (два литра). Мы неизвѣстно, наблюдалъ ли Бейлингъ это явленіе съ нобелитомъ нашего состава, но изъ его отчета <sup>2)</sup> видно, что онъ подробно изслѣдовалъ такъ называемый „усиленный нобелитъ“ состава:

Нитроглицерина . . . . .	30%,
Пироксилина . . . . .	1%,
Азотнокислаго аммонія . . . . .	41,0%,
Углеводовъ . . . . .	7,5%,
Хлористаго натра . . . . .	20,5%,
	<hr/> 100%.

Указанныя наблюденія *Бейлинга* даютъ основаніе предполагать, что при испытаніяхъ безъ пыли нобелитъ, быть можетъ, далъ бы предѣльный зарядъ болѣе низкій, чѣмъ тотъ, который наблюдался при нашихъ опытахъ (500 граммъ), а равно и при испытаніяхъ въ штольнѣ близъ Гельзенкирхена (550 граммъ), гдѣ къ гремучему газу также была присаживаема угольная пыль.

Было бы весьма желательно опыты продолжить. Они представляютъ для насъ большой интересъ и могутъ дать, несмотря на то, что ведутся на суррогатъ рудничнаго газа, практическіе результаты не малой важности, ибо въ настоящемъ случаѣ, испытываются параллельно три взрывчатыхъ состава, примѣняемые у насъ и нигдѣ, насколько мы извѣстно, параллельно не испытывавшіеся.

Впрочемъ, что касается гризутиновъ нашего состава, то неподлежитъ сомнѣнію, что предѣльные и эквивалентные заряды ихъ очень низки.

Нѣкоторые гризутины уже были испытаны на естественномъ газѣ въ 1904—1905 годахъ въ Бельгійской штольнѣ въ Фрамери и въ 1909 году въ Французской—въ Льевенѣ, причемъ оказалось <sup>3)</sup>, что гризутинъ, содержащій 29% нитроглицерина (*grisoutine roche*), воспламеняетъ газъ при выстрѣлахъ изъ мортиры *безъ забойки*—зарядомъ въ 50 и даже въ 30 гр., если плотность заряда незначительна ( $\infty 0,25$ ), и зарядомъ въ 150 граммъ, если плотность этого послѣдняго больше ( $\infty 0,5$ ). Соответственные заряды для гризутина съ 11%—12% нитроглицерина (*grisoutine couche*) были 200 и 300 грамм. Правда, забойка, даже небольшая (напримѣръ, въ 10 санти-

<sup>1)</sup> Glückauf, 1907, стр. 1150.

<sup>2)</sup> Ibid., стр. 1145.

<sup>3)</sup> Annales des mines de Belgique, 1905, стр. 1088; Annales des mines, Novembre, 1909.

метр. длиной), уже значительно (на 100—200 грамм.) повышаетъ предѣльный зарядъ гризутиновъ, но особенно считается съ этимъ обстоятельствомъ, при оцѣнкѣ предохранительности взрывчатыхъ веществъ, нельзя, ибо во-первыхъ, въ рудничной практикѣ возможны случаи отсутствія забойки, а во-вторыхъ, необходимо имѣть въ виду возможность нѣкоторой неодинаковости состава и строенія взрывчатыхъ веществъ съ таковыми же тѣхъ образцовъ этихъ веществъ, которые послужили для установленія предѣльнаго заряда.

Невольно возникаетъ поэтому вопросъ, можно ли относить къ предохранительнымъ такіе составы, какъ гризутинъ съ 29,1% нитроглицерина, котораго предѣльный безопасный зарядъ меньше полупатрона, и даже гризутина съ 11,16% нитроглицерина, котораго предѣльный зарядъ, 200—300 граммъ,—приблизительно эквивалентенъ по силѣ 80—120 граммъ студенистаго динамита? И не было ли бы цѣлесообразно, въ настоящее время, когда извѣстны предохранительныя взрывчатые вещества съ значительно болѣе высокими предѣльными и эквивалентными зарядами, изъять у насъ изъ употребленія на газовыхъ рудникахъ всѣ тѣ составы, предѣльный зарядъ которыхъ такъ малъ и слабъ, какъ у нашихъ гризутиновъ?

Въ Бельгіи съ 1905 года, въ списокъ предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ заносятъ только тѣ, которыхъ предѣльный зарядъ эквивалентенъ по силѣ не менѣе чѣмъ 175 граммъ 75% кизельгуръ-динамита.

Какую-либо подобную норму слѣдовало бы установить въ отношеніи предохранительныхъ веществъ и у насъ.

Кромѣ того, совершенно необходимо подчинить требованію о предѣльномъ зарядѣ и всѣ тѣ изъ допущенныхъ у насъ предохранительныхъ взрывчатыхъ составовъ, въ отношеніи которыхъ требованіе это, по какому то недоразумѣнію, еще не установлено. Таковы: гризутины, вестфаль и составъ Фавье.



# ТАБЛИЦЫ.

## С В Ъ Д

объ опытахъ, произведенныхъ 11-го и 12-го мая 1910 года въ испытательной штольнѣ  
Горномъ Департаментѣ, для испытанія

Время опыта.	№ по порядку.	Нумера выстрѣловъ по порядку и назначеніе ихъ. оч. — очистка штольни отъ пыли, оставшей послѣ предыдущаго выстрѣла; исп. — испытаніе взрывчатого вещества.	Взрывчатое вещество.		Угольная пыль.								
			Наименованіе.	Зарядъ въ граммахъ.	Диаметръ патронъ. ихъ число и расположеніе въ шпурѣ.	Характеристика пыли.	Количество присаженной пыли.	Способъ присадки пыли.					
11 мая 1910 г. 1 ч. 45 м. пополудни.	1 пробный.		Студенистый динамитъ (82% нитроглицерина) . . . . .	75	23 mm. 1 патронъ.	Безъ при	садки	пыли.					
	2 исп.		Нобелитъ . .	550	23 mm. 2 патрона + + 2 патр. + + 2 патр. + + 2 полу-патрона.	Пыль изъ угля Смоляниновскаго пласта шахты № 4 bis Рыковскихъ копей Екатериновскаго Общества (Донецк. Басс.), прошедш. черезъ сито съ 1024 отверстиями на кв. сантиметръ.	2 литра (около 1200 гр.).	Распылена въ взрывной камерѣ штольни посредствомъ ручн. вентилятора.					
	3 оч.		Студенистый динамитъ . .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б	е	з	ъ	п	ы	л	и.
	4 исп.		Нобелитъ . .	550	То же,	что при вы	стрѣл	ѣ № 2.					
	5 оч.		Студенистый динамитъ . .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б	е	з	ъ	п	ы	л	и.
	6 исп.		Нобелитъ . .	550	То же,	что при вы	стрѣл	ѣ № 2.					
	7 оч.		Студенистый динамитъ . .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б	е	з	ъ	п	ы	л	и.



# Ъ Н І Я

Русскаго Общества для выдѣлки и продажи пороха Комиссіей, образованной при новыхъ взрывчатыхъ веществъ.

Температура воздуха въ камерѣ штольны + t° C.	Температура (+t° C), относительная влажность (п°/е) и барометрич. давленіе (Бр.) въ мм. ртути воздуха на дневн. поверхности.			Составъ  гремучей  смѣси.	Капсюль детонаторъ.	Результаты выстрѣла.			ПРИМѢЧАНІЯ.
	+ t.	п.	Бр.			В. — послѣдовалъ взрывъ; Вн. — варыва не послѣ- довало.	Разстояніе (въ метр.), на которое пламя распро- странилось по штолнѣ.	Быстрота распростира- ненія пламени.	
22—23	12	40	755	650 куб. сант. смѣси петролей- наго эфира съ бензиномъ, испаренныхъ въ камерѣ, со- держащ. 10 куб. метр. воздуха.	Двуграм- мовый № 8, Трайс- дорф- скаго завода.	В.	> 20	Варыво- образ- ная.	Погода пе- ремѣнная, въ общемъ сол- нечная, при не- большомъ вѣ- трѣ.
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	Дымъ изъ горловинъ штольны послѣ варыва, бѣло- вато-сѣрый.
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Варыво- образ- ная.	
Тоже.	11	45	755	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	

Время опыта.	Нумера выстрѣловъ по порядку в назначеніи ихъ.		Взрывчатое вещество.			Угольная пыль.		
	№№ по порядку.	оч. — очистка шtolны отъ пыли, оставшейся послѣ предыдущаго выстрѣла; исп. — испытаніе взрывчатого вещества.	Наименованіе.	Зарядъ въ граммахъ.	Диаметръ патроновъ, ихъ число и расположеніе въ шпурѣ.	Характеристика пыли.	Количество присаженной пыли.	Способъ присадки пыли.
11 мая 1910 г. 1 ч. 45 м. пополуночи.	8	исп.	Нобелить . .	550	То же,	что при выстрѣлѣ № 2		
	9	оч.	Студенистый динамить . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и .		
	10	исп.	Нобелить . .	550	То же,	что при выстрѣлѣ № 2.		
	11	исп.	То же . . . .	500	23 мм. 2 патрона + + 2 патр. + + 2 патр. + + $\frac{1}{3}$ патрона.	То же, что при выстрѣлѣ № 2.		
	12	оч.	Студенистый динамить . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и .		
	13	исп.	Нобелить . .	500	23 мм. 2 патрона + + 2 патр. + + 2 патр. + + $\frac{1}{3}$ патрона.	То же, что при выстрѣлѣ № 11.		
	14	оч.	Студенистый динамить . .	75	23 мм.	Б е з ъ п ы л и .		
	15	исп.	Нобелить . .	500	То же,	что при выстрѣлѣ № 11.		
	16	оч.	Студенистый динамить . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и .		
	17	исп.	Нобелить . . .	500	То же,	что при выстрѣлѣ № 11.		



Температура воздуха въ камерѣ штольны + t° C.	Температура (+. t° C), относительная влажность (п°/о) и барометрич. давленіе (Бр.) въ тм. ртути воздуха на дневи. поверхности.			Составъ  гремучей  смѣси.	Капсюль детонаторъ.	Результаты выстрѣла.			ПРИМѢЧАНІЯ.
	+ t.	п.	Бр.			В. — послѣдовать варывъ; Вн. — взрыва не послѣдовало.	Разстояние (въ метр.), на которое — пламя распространилось по штольнѣ.	Быстрота распространения пламени.	
22—23	11	45	755	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Тоже.	10	55	755	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	

Время опыта.	Нумера вы- стрѣловъ по порядку и назначеніе ихъ.		Взрывчатое вещество.		Угольная пыль.			
	№ по порядку.	оч. — очистка шпуль отъ пыли, оставшейся послѣ предыдущаго выстрѣла; исп. — испытаніе взрывчатого вещества.	Наименованіе.	Зарядъ въ граммахъ.	Діаметръ патроновъ, ихъ число и располо- женіе въ шпурѣ.	Характеристика пыли.	Количе- ство при- саженной пыли.	Способъ присадки пыли.
11 мая 1910 г. попо- лудни.	18	оч.	Студенистый динамитъ .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и .		
3 ч. 50 м. попо- лудни.	19	исп.	Нобелитъ . .	500	То же,	что при выстрѣлѣ № 1.		
	20	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и .		
4 ч. 5 м. попо- лудни.	21	исп.	Гризутинъ (съ 11,16% нитро- глицерина) . .	400	23 mm. 2 патрона + + 2 патр. + + 2 патр. + + 2 полу- патрона	То же, что при	выстрѣлѣ № 11.	
	22	оч.	Студенистый динамитъ .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и .		
	23	исп.	Гризутинъ (съ 11,16% нитро- глицерина) . .	350	23 mm. 2 патрона + + 2 патр. + + 2 патр. + + 1 полу- патронъ.	То же, что при	выстрѣлѣ № 21.	
	24	исп.	То же . . . . .	300	23 mm. 2 патрона + + 2 патр. + + 2 патр. + + 1 1/2 пат- рона.	То же, что при	выстрѣлѣ № 21.	
	25	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и .		



Температура воздуха въ камерѣ штольны + of C.	Температура (+ t° C), относительная влаж- ность (п°/о) и баро- метрич. давленіе (Бр.) въ ттм. ртути воздуха на дневн. поверх- ности.			Составъ  гремучей  смѣси.	Капсюль детонаторъ.	Результаты выстрѣла.			ПРИМѢЧАНІЯ.
	+ t.	п.	Бр.			В.—послѣдова- ніе взрыва; Вн.—взрыва не послѣ- довало.	Расстояние (въ метр.), на которое пламя распро- странилось по штольнѣ.	Быстрота распростра- ненія пламени.	
22—23	10	55	755	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	На крапы- ваетъ дождь.
То же.	9	80	755	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	
То же.	9	85	755	Т о ж е.		В	> 20	Взрыво- образ- ная.	Изъ горло- винъ штольны послѣ взрыва. дымъ бурый.
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		То же.	Т о ж е.	—	
То же.	8	90	755	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	

Время опыта.	Нумера вы- стрѣловъ по порядку и назначеніе ихъ:		Взрывчатое вещество.		У г о л ь н а я   п ы л ь .			
	№№ по порядку.	оч. — очистка штыль отъ пыли, оставшейся послѣ предыдущаго выстрѣла; исп. — испытаніе взрывчатого вещества.	Наименованіе.	Зарядъ въ граммахъ.	Діаметръ патроновъ, ихъ число и располо- женіе въ шпурѣ.	Характеристика пыли.	Количе- ство при- саженной пыли.	Способъ присадки пыли.
4 ч. 5 м. попо- лудни.	26	исп.	Гризутинъ(съ 11,16% нитро- глицерина) . .	300	То же,	что при вы	стрѣл въ № 21.	
	27	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ	п ы л и .	
	28	исп.	Гризутинъ(съ 11,16% нитро- глицерина) . .	300	То же,	что при вы	стрѣл въ № 21.	
	29	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ	п ы л и .	
5 ч. 10 м. попо- лудни.	30	исп.	Гризутинъ(съ 11,16% нитро- глицерина) . .	300	То же,	что при вы	стрѣл въ № 21.	
	31	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ	п ы л и .	
5 ч 25 м. попо- лудни.	32	исп.	Гризутинъ(съ 11,16% нитро- глицерина) . .	300	То же,	что при вы	стрѣл въ № 21.	
	33	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ	п ы л и .	
5 ч. 40 м. попо- лудни.	34	исп.	Гризутинъ(съ 29,1% нитро- глицерина) . .	150	23 мм. 2 патрона.	То же, что при	выстрѣл въ № 2.	
	35	оч.	Студенастый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ	п ы л и .	
	36	исп.	Гризутинъ (съ 29,1% нитро- глицерина) . .	150	23 мм. 2 патрона.	То же, что при	выстрѣл въ № 34.	



Температура воздуха въ камерѣ штольны + t° C.	Температура (+t° C), относительная влажность (п°/о) и барометрич. давленіе (Бр.) въ мм. ртуті воздуха на дневн. поверхности.			Составъ гремучей смѣси.	Капсюль детонагоръ.	Результаты выстрѣла.			ПРИМѢЧАНІЯ.
	+ t.	п.	Бр.			В.—последовалъ взрывъ; Вн. — взрыва не послѣдовало.	Расстояніе (въ метр.), на которое пламя распространилось по штольнѣ.	Быстрота распространенія пламени.	
22—23	8	90	755	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Тоже.	8	85	755	Т о ж е.		Вн.	0	—	Дождь пересталъ идти.
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Тоже.	8	80	755	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Тоже.	8	75	755	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	

Время опыта.	Нумера выстрѣловъ по порядку и назначеніе ихъ.		Взрывчатое вещество.			Угольная пыль.		
	№ по порядку.	оч. — очистка штоль и выстрѣлы, оставшейся послѣ предыдущаго выстрѣла, исп. — испытаніе взрывчатого вещества.	Наименованіе.	Зарядъ въ граммахъ.	Діаметръ патроневъ, ихъ число и расположеніе въ шпурѣ.	Характеристика пыли.	Количество при-саженной пыли.	Способъ присадки пыли.
6 ч. 40 м. вечера.  12 мая 9 ч. утра.	37	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и.		
	38	исп.	Гризутинъ(съ 29,1% нитро-глицерина) . .	150	23 мм. 2 патрона.	Тоже, что при	выстрѣлъ № 34.	
	39	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и.		
	40	исп.	Гризутинъ(съ 29,1% нитро-глицерина) . .	150	23 мм. 2 патрона.	Тоже, что при	выстрѣлъ № 34.	
	41	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и.		
	42	исп.	Гризутинъ(съ 29,1% нитро-глицерина) . .	100	23 мм. 1½ патрона	Тоже, что при	выстрѣлъ № 34.	
	43	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и.		
	44	исп.	Гризутинъ(съ 29,1% нитро-глицерина) . .	100	23 мм. 1½ патрона.	Тоже, что при	выстрѣлъ № 42.	
	45	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 мм. 1 патронъ.	Б е з ъ п ы л и.		



Температура воздуха въ камерѣ штольны + t° C.	Температура (+ t° C), относительна влаж- ность (п <sup>0/0</sup> ) и баро- метрич. давленіе (Бр.) въ мм. ртути воздуха на днени. поверх- ности.			Составъ  гремучей  смѣси.	Капсюль детонаторъ.	Результаты выстрѣла.			ПРИМѢЧАНІЯ.
	+ t.	п.	Бр.			В. — послѣдовалъ взрывъ; Вн. — взрыва не послѣ- довало.	Расстояніе (въ метр.), на которое пламя распро- странилось по штольнѣ.	Быстрота распростра- ненія пламени.	
22—23	8	75	755	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	Т о ж е.		
Тоже.	8	50	759	Т о ж е.		В.	Т о ж е.		Погода пе- ремѣнная, но въ общемъ сол- нечная, безъ вѣтра.
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрыво- образ- ная.	

Время опыта.	Нумера вы- стрѣловъ по порядку и назначеніе ихъ.		Взрывчатое вещество.		У г о л ь н а я   п ы л ь .			
	№ по порядку.	оч. — очистка шотель отъ пыли, оставшейся послѣ предыдущаго выстрѣла; исп. — испытаніе взрывчатого вещества.	Наименованіе.	Зарядъ въ граммахъ.	Діаметръ патроновъ, ихъ число и располо- женіе въ шпурѣ.	Характеристика  пыли.	Количе- ство при- саженной пыли.	Способъ присадки пыли.
12 мая 9 ч. утра.	43	исп.	Гризутинъ(съ 29,1% нитро- глицерина) . .	100	23 mm. 1 1/2 патрона.	Тоже, что при	выстрѣлѣ № 42.	
	47	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б е з ъ   п ы л и .		
	48	исп.	Гризутинъ(съ 29,1% нитро- глицерина) . .	100	23 mm. 1 1/2 патрона.	Тоже, что при	выстрѣлѣ № 42.	
	49	оч.	Студенистый динамитъ . .	75	23 mm. 1 патронъ.	Б е з ъ   п ы л и .		
	50	исп.	Гризутинъ(съ 29,1% нитро- глицерина) . .	100	23 mm. 1 1/2 патрона.	Тоже, что при	выстрѣлѣ № 42.	



Температура воздуха въ камерѣ штольны + ° С.	Температура (+ t° C), относительная влажность (п° c) и барометрич. давленіе (Бр.) въ мм. ртути воздуха на дневи. поверхности.			Составъ  гремучей  смѣси.	Капсюль детонаторъ.	Результаты выстрѣла.			ПРИМѢЧАНІЯ.
	+ t.	п.	Бр.			Вн. — послѣдовалъ взрывъ; Вн. — взрыва не послѣдовало.	Разстояніе (въ метр.), на которое пламя распространилось по штолѣ.	Быстрота распространения пламени.	
22—23	8	50	759	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		В.	> 20	Взрывообразная.	
Т	о	ж	е.	Т о ж е.		Вн.	0	—	

Смартногорскій обществ. В. Г. ТЕЛЕГРАФА ИМЕНИ

## УСИѢХИ ГОРНОЗАВОДСКОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ за 1907—1908 гг. <sup>1)</sup>

П. Г. Боголюбова.

**Желѣзо.** Всѣ извѣстныя до сихъ поръ реакціи открытія небольшихъ количествъ желѣза производятся въ кислотѣ растворѣ. *O. Dutz* (Chem. Ztg. 1907, S. 570) нашелъ, что при помощи протокатехиновой кислоты можно открыть слѣды Fe въ щелочномъ растворѣ. Получающееся при этомъ въ кислотѣ растворѣ зеленовато-голубое окрашиваніе переходитъ послѣ прибавленія углекислаго натра въ красное. *H. Grossmann* и *B. Schück* (Chem. Ztg. 1907, S. 911) нашли, что окисныя соли желѣза вполне осаждаются изъ раствора, содержащаго винную кислоту, при кипяченіи съ ѣдкимъ натромъ, если только винная кислота находится не въ слишкомъ большомъ избыткѣ и растворъ достаточно разбавленъ. *W. Strecker* (Chem. Ztg. 1907, S. 1217) подтвердилъ эти данныя и указалъ, что при извѣстныхъ условіяхъ желѣзо можетъ быть осаждено при продолжительномъ кипяченіи даже амміакомъ. Относительно обычныхъ способовъ объемнаго опредѣленія желѣза среди горнозаводскихъ химиковъ никогда не было полнаго однообразія во взглядахъ. Происходящія въ опредѣленіяхъ разницы, по всей вѣроятности, должны быть отнесены преимущественно къ различнымъ способамъ установки титра. *H. Kinder* (Chm. Ztg. 1907, S. 69) предпринялъ въ этомъ направленіи рядъ провѣрочныхъ опытовъ. Оказывается, что электролитическое желѣзо, полученное по способу *Skrabal*'я и *Treadwell*'я даетъ результаты, согласныя съ результатами, полученными по способу *Sorensen*'а съ щавелевокислымъ натромъ. Титръ, установленный въ солянокислыхъ растворахъ по способу *Reinhardt*'а, всегда немного ниже дѣйствительнаго. Однако эта разница уменьшается съ увеличеніемъ навѣски. Съ мягкимъ литымъ желѣзомъ получаютъ хорошіе результаты, если, во избѣжаніе ошибки, обусловливаемой содержаніемъ углерода въ желѣзѣ, растворъ сначала окислить, а уже затѣмъ, вновь возстановивши, титровать хамелеономъ. *Alexander Müller* (Chem. Ztg. 1907. Rep., S. 67) стремится устранить всѣ возможные источники ошибокъ

<sup>1)</sup> Составлено по Chem. Ztg. 1908 г., стр. 549 и 1909 г., стр. 809.



въ способъ *Reinhardt'a-Zimmermann'a* и описываетъ предложенное имъ видоизмѣненіе этого способа. Какъ извѣстно при опредѣленіи Fe по способу *Reinhardt-Zimmermann'a* передъ титрованіемъ прибавляютъ немного раствора сѣрноокислаго марганца, чтобы уничтожить дѣйствіе находящейся въ растворѣ соляной кислоты на марганцевоокисл. кали. Однако этимъ прибавленіемъ нельзя вполне достигъ указанной цѣли: хамелеона при этомъ способѣ всегда идетъ больше, чѣмъ при опредѣленіи Fe изъ сѣрноокислаго раствора по *Marguerit. L. Brand, Th. W. Harrison* и *F. M. Perkin* (*Chem. Ztg. 1908. Rep., S. 273*), вновь подтвердившіе это наблюдение, указываютъ настоятельно на необходимость оставить всѣ тѣ методы установки титра, при которыхъ приходится работать въ солянокисломъ растворѣ. Такъ какъ химически чистое желѣзо получить очень трудно, то *Brandt* рекомендуетъ для установки титра окись желѣза, которую онъ получаетъ изъ возможно чистаго металлическаго желѣза, переводя его предварительно въ азотнокисл. соединеніе. Чтобы возстановить окисную соль желѣза въ закисную, *W. S. Seamon* (*Chem. Ztg. 1908. Rep., S. 562*) и *F. I. R. Carulla* (*Journ. Soc. Chem. Ind. 1908. Bd. 27, S. 1049*) употребляютъ вмѣсто хлористаго олова или недавно вновь рекомендованнаго *M. M. P. Muir'*омъ (*Chem. Ztg. 1908. Rep., S. 158*) цинка—алюминіевую жель, которая дѣйствуетъ значительно быстрѣе и можетъ возстановить въ 3 раза большее количество желѣзной соли, чѣмъ равное ей по вѣсу количество цинка. Съ той-же цѣлью *H. D. Newton* (*Chem. Ztg. 1907. Rep., S. 329; 1908, Rep., S. 349, 409*) прибавляетъ къ желѣзному раствору сѣрноокислую закись титана и затѣмъ для уничтоженія избытка послѣдней прибавляетъ окиси мѣди или лучше окиси висмута. Послѣдняя не дѣйствуетъ на образовавшуюся закисную соль желѣза и можетъ быть передъ титрованіемъ отфильтрована вмѣстѣ съ возстановленнымъ металломъ. *H. Bollenbach* (*Chem. Ztg. 1908, S. 146*) указываетъ на преимущества употребленія раствора гидросульфита натрія для непосредственнаго титрованія окисной соли желѣза. При этомъ конецъ реакціи замѣтенъ очень рѣзко, если употреблять въ качествѣ индикатора 1—2 капли индиговаго раствора. Этотъ способъ опредѣленія желѣза удобенъ въ томъ отношеніи, что здѣсь превращеніе въ закисную соль происходитъ очень быстро и на холоду. Этотъ методъ довольно точенъ въ присутствіи *Mn, Co, Ni, Al, Cr*, но даетъ сомнительные результаты, если въ растворѣ находятся *As, Sb, Cu, Mo, Wo* и *Ti*. (*O. Brunck, Ann. Chem. 1903. Bd. 327, S. 240; 1904. Bd. 336, S. 281*). Съ точки зрѣнія постоянства титра растворъ гидросульфита натрія, равно какъ и предложенный еще раньше растворъ хлористой закиси титана, не представляетъ какихъ-либо преимуществъ по сравненію съ употребительнымъ до сихъ поръ въ горнозаводскихъ лабораторіяхъ растворомъ хлористаго олова. Нужно еще упомянуть о способѣ, предложенномъ *N. Stokes* и *I. Cain* (*Chem. Ztg. 1907. Rep., S. 329*) для калориметрическаго опредѣленія желѣза и основанномъ на употребленіи роданистыхъ соединеній.

Изъ важнѣйшихъ методовъ, предложенныхъ для опредѣленія углерода въ чугуны и различныхъ сортахъ стали могутъ быть рекомендованы для употребленія въ технику, какъ наиболѣе точные, только два: 1) видоизмѣненный способъ *Särnström'a* съ двойной солью хлористой мѣди и аммонія, провѣренный *M. Orthey'* (chem. Ztg. 1908, S. 31) и 2) сжиганіе по *E. Jabouley* (Rev. génér. chim. pur et appliq. 1906, 178) съ окисью висмута въ струѣ кислорода. Последний способъ даетъ при опредѣленіи углерода въ трудно разлагаемыхъ желѣзныхъ сплавахъ, какъ ферросилицій, феррохромъ, ферровольфрамъ, настолько-же хорошіе результаты, какъ употребительный въ настоящее время въ такихъ случаяхъ способъ *Wöhler'a* съ хлоромъ. *B. Neumann* (Stahl u Eisen 1908 Bd. 28, S. 128) и *C. M. Johnson* (Journ.-Amer. chem. Soc. 1908, S. 773) опредѣляютъ углеродъ въ желѣзныхъ сплавахъ непосредственнымъ сжиганіемъ въ струѣ кислорода при температурѣ не ниже 1.000°. *Neumann* употребляетъ для этой цѣли покрытую снаружи глазурью фарфоровую трубку, нагрѣваемую электричествомъ, или же иногда специальный, подробно описываемый имъ тигель, въ которомъ и происходитъ сжиганіе съ прибавленіемъ или безъ прибавленія окисляющихъ веществъ, смотря по роду сплава. Въ качествѣ окислителя *A. Caffin* и *F. Dhuique-Mayer* (Chem. Ztg. 1908. Rep., S. 171) рекомендуютъ перекись свинца. *L. L. de Koninck* и *E. von-Winiwarter* (Bull. soc. chim. Belg. 1908, p. 104) предлагаютъ для той-же цѣли борнокислый свинецъ, который не только отдаетъ свой кислородъ, но въ то же время и растворяетъ образовавшіеся окиси металловъ.

Изъ доклада *H. Kinder'a* (Chem. Ztg. 1908. Rep. S. 187) относительно работъ химической комиссіи, основанной обществомъ германскихъ горнозаводскихъ техникумовъ, видно, что эта комиссія предлагаетъ для рѣшенія спорныхъ аналитическихъ вопросовъ въ качествѣ нормальнаго способа для опредѣленія сѣры въ чугуны или стали слѣдующій: 10 gr. стружки нагрѣваютъ съ концентрированной соляной кислотой. Выдѣляющійся сѣроводородъ окисляютъ растворомъ брома въ соляной кислотѣ и затѣмъ, какъ обычно, опредѣляютъ полученную сѣрную кислоту хлористымъ баріемъ. Для производства точныхъ техническихъ анализовъ лучше всего годится способъ *Schulte*, который всегда даетъ хорошіе результаты, если только для растворенія стальной пробы брать концентрированную соляную кислоту. Трубка *Campredon-Schulte* для сжиганія въ этомъ случаѣ излишня. Въ качествѣ очень цѣлесообразнаго видоизмѣненія этого способа можно рекомендовать окисленіе выдѣлившагося сѣрнистаго кадмія, или кадмія-цинка, опредѣленнымъ количествомъ титрованнаго раствора іода, а затѣмъ опредѣленіе избытка іода обратнымъ титрованіемъ гипосульфитомъ. Можно избѣжать фильтрованія и промыванія осадка сѣрнистыхъ кадмія и цинка, если для поглощенія сѣроводорода взять амміачный растворъ уксуснокислыхъ солей, какъ это рекомендуетъ *M. Orthey* (Chem. Ztg. 1908. Rep. S. 467) въ своей работѣ „О различныхъ способахъ опредѣленія сѣры въ стали“.



Этимъ путемъ также исключается возможность случающагося по временамъ разложенія сѣрнистыхъ цинка-кадмія слѣдами приносимой соляной кислоты. Для этой же цѣли *E. Szasz* (Chem. Ztg. 1908 Rep. S. 642) рекомендуетъ прибавлять въ растворъ уксуснокислыхъ кадмія-цинка избытокъ уксуснокислаго натра.

*W. G. Nisson* (Chem. Ztg. 1908, S. 633) нашелъ, что если въ сильно разбавленный азотнокислый растворъ, содержащій фосфорную и ванадіеву кислоты прилить на холоду избытокъ амміачно-молибденовой соли, то получается оранжевое окрашиваніе, интенсивность котораго пропорціональна содержанію фосфора въ пробѣ. На этомъ свойствѣ *Nisson* основываетъ колориметрическій способъ опредѣленія фосфора въ стали, способъ очень быстрый, но примѣнимый только для предварительнаго ориентированія въ содержаніи фосфора. *F. W. Hinrichsen* и *M. Frank* (Chem. Ztg. 1908. Rep., S. 188) точными опытами установили, что если содержаніе мышьяка въ стали доходить до 0,05%, то количество фосфора можетъ оказаться, вѣдствие осажденія вмѣстѣ съ фосфорной кислотой и мышьяковой кислоты, выше дѣйствительнаго количества на 0,012%. Выпаденію мышьяка до нѣкоторой степени можно воспрепятствовать прибавленіемъ небольшого количества соляной кислоты или же употребляя избытокъ молибденоваго раствора. Непосредственное опредѣленіе фосфорной кислоты въ видѣ фосфорно-молибденовоамміачной соли, предложенное вновь *F. Raben*омъ (Chem. Ztg. 1908. Rep., S. 630) можетъ дать только тогда удовлетворительные результаты, если осажденіе производится всегда при однихъ и тѣхъ-же условіяхъ. Что дѣйствительно условія осажденія имѣютъ громадное вліяніе на составъ фосфорно-молибденово-амміачнаго осадка, видно изъ того, что различные авторы, напр. *Debray, Carnot, Rivot, Sonnenschein, Eggertz, Jörgensen* и др., даютъ разные факторы для вычисленія анализа по этому осадку. То же самое было подтверждено затѣмъ *G. Chesneau* (Chm. Ztg. 1908, S. 328), по изслѣдованію котораго только предложенное *Carnot* двойное осажденіе, съ соблюденіемъ извѣстныхъ имъ подробно описанныхъ приѣмовъ, даетъ всегда осадокъ постояннаго состава, содержащій послѣ высушиванія при 105° С. 1,60 % фосфора.

Для опредѣленія хрома въ стали или желѣзныхъ сплавахъ, сплавляютъ пробу съ перекисью натрія. Иногда необходима предварительная обработка пробы азотной кислотой. Объемное опредѣленіе хрома, предложенное еще давно *Zulkowsky*мъ, основанное на непосредственномъ титрованіи выдѣляющагося отъ хромовой кислоты изъ іодистаго калия іода, даетъ по изслѣдованію *I. A. Müller*а (Bull. Soc. chim. Franc. 1908, стр. 1133) очень точные результаты, если только на ряду съ хромовой кислотой нѣтъ никакихъ другихъ, трудно устранимыхъ окислителей. Для опредѣленія хромовой кислоты былъ предложенъ новый объемный способъ, разработанный *S. B. Jämar*омъ (Journ. Soc. Chem. Ind. 1908. 27, стр. 672) и основанный на томъ, что щелочная соль хромовой кислоты въ присутствіи соляной

кислоты при титрованіи растворомъ закисной соли хлористаго титана легко и вполне переводится въ окисную соль хрома. Титрованіе заканчивается, когда капля жидкости, прибавленная къ раствору закисной соли желѣза, не даетъ никакого окрашиванія съ роданистымъ калиемъ.

Въ растворѣ, содержащимъ ванадіеву кислоту и окись желѣза (напр. послѣ растворенія ванадіевой стали или содержащаго ванадій бураго желѣзняка), можно удобно и точно опредѣлить ванадій и желѣзо по *G. Edgar*'у (*Chem. Ztg.* 1908 *Rep.*, *S.* 409) двумя послѣдовательными титрованіями марганцево-кислымъ кали. Растворъ сначала возстановляется двуокисью сѣры и послѣ окончанія перваго титрованія обрабатывается амальгамированнымъ цинкомъ въ редуторѣ *Jones*'а. При этомъ окисная соль желѣза подѣ влияніемъ того и другого возстановителей переходитъ въ закисную соль. между тѣмъ какъ ванадіева кислота сѣрнистымъ газомъ возстановливается въ четырех-окись ванадія, а въ редуторѣ это возстановленіе идетъ далѣе до образованія двуокиси ванадія.—Слѣдуя по пути, намѣченному еще *Friedheim*'омъ и *H. Euler*'омъ (*Ber. d. chem. Ges.* 1895, *Bd.* 28 *S.* 2067), *G. Edgar* (*Chem. Ztg.* 1909, *S.* 133) выработалъ очень точный способъ іодометрическаго опредѣленія ванадіевой и хромовой кислотъ и окисной соли желѣза при совмѣстномъ ихъ присутствіи. Способъ этотъ основывается на томъ, что указанная соединенія при двухъ слѣдующихъ другъ за другомъ перегонкахъ съ бромисто-или іодистоводородной кислотой въ различной степени возстановляютъ эти кислоты. Освобождающійся при каждой дистиляціи галоидъ улавливается въ растворъ іодистаго калия и опредѣляется обычнымъ путемъ. Чтобы можно было вычислить результаты, необходимо въ опредѣленной части первоначальнаго раствора опредѣлить хромовую кислоту титрованіемъ мышьяковистой кислотой.

Сталь съ большимъ содержаніемъ хрома или вольфрама очень трудно поддается дѣйствію кислоты. Для переведенія металла въ растворъ обыкновенно сплавляютъ его съ какимъ-нибудь окислителемъ, но такое сплавленіе предполагаетъ тщательное измельченіе матеріала и даже при этомъ условіи въ большинствѣ случаевъ приходится повторять сплавленіе два раза. Этотъ недостатокъ *G. Gallo* (*Chem. Ztg.* 1907, *S.* 228) устраняетъ такимъ образомъ, что хромовую сталь онъ употребляетъ въ качествѣ анода при электролизѣ 15% раствора хлористаго кали, а катодомъ служитъ платиновая проволока. При этомъ желѣзо осаждается въ видѣ окиси, а хромъ переходитъ въ растворъ въ видѣ хромовой соли. *Hannak* (*Stahl u. Eisen* 1907, *Bd.* 27, *S.* 143) обрабатываетъ сталь соляной кислотой, выпариваетъ и остатокъ сплавляетъ съ перекисью натрія. Совершенно такъ же поступаетъ и *G. von Knorre* (*Stahl u. Eisen*, 1907, *Bd.* 27, *S.* 1251), только въ качествѣ окислителя онъ употребляетъ персульфатъ аммонія. Если въ растворѣ на ряду съ хромомъ находится еще и вольфрамъ, то вольфрамовую кислоту онъ переводитъ фосфорнокислымъ натромъ въ раствори-



мую фосфорновольфрамową кислоту, которая нисколько не мѣшаетъ дальнѣйшему опредѣленію хрома.

*F. W. Hinrichsen* (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 572) описываетъ свои опыты опредѣленія вольфрама въ хромовольфрамовой стали. По его словамъ, при опредѣленіи *W* по способу *Knorre* съ бензидиномъ онъ не могъ получить безупречныхъ результатовъ. По новымъ изслѣдованіямъ *G. von Knorre* (Stahl u. Eisen 1908, Bd. 28, S. 984) можно, между прочимъ, этимъ путемъ довольно точно опредѣлить *W* въ присутствіи хрома, если растворъ, содержащій вольфрамово—и хромовокислыя соли и подкисленный соляной кислотой передъ прибавленіемъ избытка бензидина обработать при кипяченіи двуокисью сѣры для возстановленія хромовой кислоты. Еще быстрѣе можно достичь той же цѣли, если къ раствору передъ осажденіемъ бензидиномъ прибавить солянокислаго гидроксиламина, который препятствуетъ окисленію хромовой кислотой бензидиновыхъ соединений. *L. C. Lind* и *B. C. Trueblood* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 372) усовершенствовали алкалиметрическое опредѣленіе вольфрама въ стали по способу *Herting*'а и *Hundeshagen*'а, введя нѣкоторые цѣлесообразныя видоизмѣненія. Наиболѣе простой и быстрый, но зато, можетъ быть, менѣе точный способъ, предложенный *S. Zinberg*'омъ (Stahl u. Eisen 1908, Bd. 28, S. 1819) для опредѣленія *W*, *Cr* и *Si* въ вольфрамовой стали. Способъ этотъ состоитъ въ томъ, что послѣдовательной обработкой стальной пробы сначала разбавленной соляной кислотой, а затѣмъ концентрированной азотной кислотой, вольфрамъ переводится въ вольфрамową кислоту, которая отфильтровывается, а въ фильтратѣ кремневая и хромовая кислоты опредѣляются обычнымъ путемъ. Отдѣленіе вольфрамовой кислоты отъ примѣшанной обыкновенно къ ней кремневой производится или выпариваніемъ съ сѣрной и плавиковой кислотами или сплавленіемъ вольфрамовой кислоты съ кислымъ сѣрнокислымъ кали. Однако, послѣдній приемъ по изслѣдованію *P. Nicolardot* (Compt Rend. 1908, стр. 795) не даетъ точныхъ результатовъ при маломъ содержаніи кремневой кислоты. Онъ рекомендуетъ пропускать надъ смѣсью обѣихъ кислотныхъ ангидридовъ, вольфрамоваго и кремневаго, пары хлороформа и влажнаго воздуха, нагревая все до 500°. При этомъ вольфрамовая кислота переходитъ въ хлорокись, которая отгоняется отъ неизмѣнлившейся кремневой кислоты. Необходимо указать также на описанные подробно *C. Svensson*'омъ (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 367) и *A. A. Blair*'омъ (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 515) способы опредѣленія *W*, *Mo*, *Va*, *Cr* и *Ni* въ стали при одновременномъ ихъ присутствіи.

Опредѣленіе никкеля въ никкелевой стали очень сложная работа, такъ какъ необходимо выдѣлить большую часть желѣза, а при обычномъ выдѣленіи осажденіемъ амміакомъ осадокъ водной окиси желѣза всегда заключаетъ въ себѣ значительныя количества никкеля. *George F. Dougherty* (Iron Age 1907), стремится избѣжать этого, осаждавая желѣзо при

опредѣленныхъ условіяхъ, изъ которыхъ наиболѣе существенное—прибавка 75 gr. хлористаго аммонія. Въ фильтратѣ онъ опредѣляетъ никкель титрованіемъ ціанистымъ кали. Работа съ такимъ концентрированнымъ растворомъ мало привлекательна, если бы даже этимъ путемъ и было достигнуто полное отдѣленіе желѣза отъ никкеля. По *O. Brunch'u* (*Chem. Ztg.* 1908, Rep. S. 188) можно очень точно опредѣлить никкель въ никкелевой и хромониккелевой стали, не осаждая и не отдѣляя при этомъ желѣза. Сталь растворяютъ въ соляной кислотѣ, прибавляютъ винной кислоты, для переведенія желѣза въ комплексныя соли и осаждаютъ никкель диметилглюксимомъ. Осадокъ собираютъ въ тигель *Gooch'a* или *Neubauer'a*, высушиваютъ и взвѣшиваютъ. Анализъ продолжается  $1\frac{1}{2}$  часа. *H. Wdowiszewski* (*Stahl u. Eisen* 1908, Bd. 28 S. 960) и *A. Iwanicki* (*Chem. Ztg.* 1908, Rep. S. 644) передъ осажденіемъ *Ni* диметилглюксимомъ удаляютъ все желѣзо, или только болѣшую часть его взбалтываніемъ солянокислаго раствора съ эфиромъ и ацетономъ въ аппаратѣ *Rote*. Чтобы избѣжать употребленія дорогого стоящаго тигля *Neubauer'a*, *Wdowiszewski* предлагаетъ взвѣшивание прокаленного осадка глюксима никкеля, а *Iwanicki*—опредѣленіе на взвѣшенномъ фильтрѣ.

**Мѣдь.** Попытки замѣнить въ аналитической химіи сѣроводородъ другими менѣе непріятными реагентами появлялись уже давно. Было предложено много способовъ, но прійти къ чему-либо опредѣленному не удалось и употребленіе сѣроводорода въ химическихъ лабораторіяхъ не уменьшилось. Еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ *H. Erdmann* предложилъ пользоваться при анализѣ металловъ вмѣсто сѣроводорода болѣе удобнымъ и сравнительно дешевымъ ацетиленомъ. Въ послѣднее время тотъ-же *Erdmann* (*Chem. Ztg.* 1907, Rep. S. 129) снова даетъ отчетъ о своихъ работахъ, произведенныхъ имъ съ этимъ реагентомъ въ его лабораторіи. Ацетиленомъ онъ пользуется или въ видѣ газа, или употребляя его водный растворъ, или еще удобнѣе—пользуясь его концентрированнымъ растворомъ въ ацетонѣ. Особенно ацетиленъ пригоденъ для количественнаго выдѣленія мѣди изъ амміачнаго, уксусно—или виннокислаго раствора послѣ предварительнаго возстановленія мѣдной соли хлористымъ гидроксидомъ. Влажный еще осадокъ ацетиленовой мѣди окисляютъ азотной кислотой, прокаливаютъ и взвѣшиваютъ въ видѣ окиси мѣди. Этимъ путемъ можно отдѣлить мѣдь отъ большинства металловъ отъ щелочей, щелочноземельныхъ, отъ *Al, Cr, Fe, Zn, Mn, Ni, Co, Cd, Pb, Bi, As, Sb, Sn*. Только *Ag* и *Hg* должны быть предварительно выдѣлены.

Относительно іодометрическаго опредѣленія мѣди въ литературѣ встрѣчаются довольно противорѣчивыя мнѣнія. Въ виду практическаго значенія этого способа *F. A. Goock* и *F. H. Heath* (*Chem. Ztg.* 1907, Rep. S. 469, *Chem. Ztg.* 1908, Rep., S. 318) старались опредѣлить условія, при которыхъ предложенный въ первый разъ *von-de Haën'*омъ способъ іодометрическаго опредѣленія мѣди, особенно сильно распространенный



въ Америкѣ, можетъ дать дѣйствительно точные результаты. На основаніи своихъ изслѣдованій о вліяніи концентраціи, количества кислоты и избытка іодистаго калия на результаты анализа, они приходятъ къ заключенію, что можно получить результаты точные до нѣсколькихъ десятыхъ долей миллиграмма только при условіи, если объемъ всего раствора не будетъ превышать 100 см., количество кислоты будетъ не болѣе 3 см. и количество іодистаго калия около 5 gr. Избытокъ уксусной кислоты не мѣшаетъ. Сомнѣнія, высказанныя обоими авторами относительно правильности полученныхъ раньше *L. Moser*'омъ (*Ztsch. f. anal. Ch.* 1904. Bd. 43 S. 597) результатовъ, послѣдній считаетъ необоснованными (*Chem. Ztg.* 1908 S. 593). Не останавливаясь на опытахъ *Ehrenfeld*'а (*Chem. Ztg.* 1908, Rep. S. 458) надъ возстановленіемъ окисныхъ солей мѣди мышьяковистыми солями въ сильно щелочныхъ растворахъ, необходимо указать на извѣстные объемные способы *Volhard*'а и *von-de Haën*'а, которые съ большими или меньшими измѣненіями въ ходѣ работы снова горячо рекомендуются для примѣненія на практикѣ. Такъ *H. Theodor* (*Chem. Ztg.* 1908 S. 889) подробно описываетъ наиболѣе цѣлесообразное выполненіе объемнаго опредѣленія мѣди по *Volhard*'у. *O. Kuhn* (*Chem. Ztg.* 1908, S. 1506) обращаетъ вниманіе на то, что при осажденіи роданистаго соединенія изъ азотнокислаго раствора мѣди необходимо позаботиться о нейтрализованіи выдѣляющейся при этомъ свободной азотной кислоты. Это достигается прибавленіемъ вмѣсто воднаго раствора сѣрнистаго газа избытка сѣрнисто натровой соли. *G. S. Jamieson*, *L. H. Levy* и *H. L. Wells* (*Chem. Ztg.* 1908, Rep. S. 349) видоизмѣнили способъ *Volhard*'а для опредѣленія мѣди въ рудѣ такимъ образомъ, что вполне промытый осадокъ рода нистой мѣди они титруютъ въ присутствіи большого избытка соляной кислоты растворомъ іодистаго калия, пока прибавленный въ качествѣ индикатора хлороформъ не будетъ больше показывать фіолетоваго оттѣнка. По изслѣдованіямъ *Bollenbach*'а (*Chem. Ztg.* 1908, S. 146) рекомендованный еще *Berntsen*'омъ способъ опредѣленія мѣди титрованіемъ гидросульфитомъ натрія въ амміачномъ растворѣ нужно предпочесть всѣмъ другимъ объемнымъ опредѣленіямъ мѣди, если только титрованіе производить безъ доступа воздуха и употреблять въ концѣ титрованія, какъ индикаторъ, растворъ индиго. *Antoin de Saporta* (*Rev. génér. chim. pur. et appliq.* 1907, стр. 338) опредѣляетъ мѣдь, измѣряя выдѣляющійся изъ мѣднаго раствора, послѣ прибавленія сѣрнокислаго гидразина, азотъ, какъ это дѣлалъ еще раньше *E. Ebler* (*Ztsch. f. anorg. Ch.* 1905, Bd. 47, S. 371).

**Олово.** *A. Lampén* (*Chem. Ztg.* 1907, Rep. S. 196) производитъ отдѣленіе олова отъ мышьяка электролизомъ раствора оловянной и мышьяковой кислотъ при нагреваніи и въ присутствіи избытка ѣдкаго кали. Олово при этомъ всегда выпадаетъ безъ примѣси мышьяка. *H. A. Пушкинъ* (*Zsch. f. Elektroch.* 1907, Bd. 13, S. 153) предлагаетъ отдѣлять олово отъ *Mn*, *Cr* и закиси желѣза электролизомъ щавелевокислыхъ растворовъ

этихъ солей. Старый довольно хорошій способъ отдѣленія *Sn*, *As*, и *Sb* отъ другихъ металловъ, дающихъ нерастворимыя въ водѣ сѣрнистыя соединенія, сплавленіемъ съ содой и сѣрой, въ общемъ очень мало распространенъ, такъ какъ не всегда удается, но это отъ того, что не всегда точно придерживаются всѣхъ условій опредѣленія. *A. Berg* (Bull. Soc. Chim. Franc. 1907, стр. 905) указываетъ эти условія, при которыхъ возможно полное отдѣленіе. Его данныя относятся, главнымъ образомъ, къ опытамъ, произведеннымъ въ Фрейбергской лабораторіи, гдѣ этотъ методъ находитъ примѣненіе при анализѣ сплавовъ, минераловъ, рудъ и т. д. Однако нѣтъ необходимости сплавленіе производить непременно въ муфель, какъ это совѣтуетъ *Berg*. Можно ограничиться обыкновенной бунзеновской горѣлкой, если только слѣдить за тѣмъ, чтобы температура поднималась постепенно и очень медленно и чтобы въ концѣ концовъ весь тигель, а не одно дно его, нагрѣвался въ продолженіе 10 мин. до слабо краснаго каленія. При выщелачиваніи охлажденнаго сплава водой сѣрнистые металлы остаются въ видѣ блестящаго, крупно-кристаллическаго порошка, который легко отфильтровывается и промывается горячей водой. Иногда при этомъ получается зеленый растворъ вслѣдствіе образованія коллоидальнаго сѣрнистаго желѣза. Этого можно избѣжать, замѣняя соду поташемъ, но тогда переходить въ растворъ сульфо-солей немного большее чѣмъ при употребленіи соды, количество мѣди. Можно также предотвратить образованіе зеленого раствора достаточно сильнымъ прокаливаніемъ сплава.

Въ теченіе 1908 году существенно новыхъ методовъ для опредѣленія олова не было указано, между тѣмъ какъ относительно отдѣленія этого металла отъ сурьмы при анализѣ бронзы, бѣлыхъ металловъ, латуни и т. п. сплавовъ было сдѣлано довольно много очень важныхъ сообщеній. *E. Schürmann* и *W. Scharfenberg* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 156), *E. Schürmann* и *H. Arnold* (Chem. Ztg. 1908, S. 886) и наконецъ *M. Dinam* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 527) предлагаютъ для отдѣленія олова отъ сурьмы методъ, указанный еще *Klarke* и съ послѣднее время провѣренный *Rössing*омъ, *Ratner*омъ, и *Henz*омъ. *E. Schürmann* и *W. Scharfenberg* точно установили условія, которыя необходимы для полного осажденія олова изъ щавелево-кислаго раствора, содержащаго трехсѣрнистые *As* и *Sb*. Обработывая бронзовую пробу смѣсью азотной и винной кислотъ, они получаютъ прозрачный растворъ, изъ котораго выдѣляютъ главную массу мѣди электролизомъ по *Frany*. *M. Dinam* нагрѣваетъ остающійся послѣ обработки бронзы азотной кислотой остатокъ, заключающій въ себѣ *As*, *Sb*, *Sn* и немного *Pb* и *Cu*, съ растворомъ щавелевой кислоты и щавелевокислаго аммонія. При этомъ получается прозрачный растворъ, который затѣмъ обрабатываютъ при кипяченіи сѣроводородомъ для отдѣленія *Sn* отъ *As*, *Sb*, *Cu* и *Pb*. *D. B. Dott* (Pharmac. Journ. 1908, стр. 486) анализъ чистыхъ сплавовъ сурьмы и олова производитъ такимъ образомъ, что оба металла



обычнымъ путемъ переводить въ окиси, опредѣляетъ ихъ сумму и затѣмъ ѣдкимъ натромъ переводить ихъ въ растворъ. Изъ этого раствора послѣ насыщенья щавелевой кислотой осаждаетъ сурьму сѣроводородомъ и взвѣшиваетъ въ видѣ трехокиси сурьмы. Интересно еще сообщеніе *W. Gemmel* и *S. L. Archrutt* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 336) относительно опредѣленія фосфора въ технически важныхъ сортахъ фосфористаго олова. Обычный въ этихъ случаяхъ пріемъ—обработка фосфористаго олова азотной кислотой, сплавление осадка, состоящаго изъ оловянной кислоты и фосфорнокислаго олова съ содой и сѣрой или съ ціанистымъ кали,—не даетъ точныхъ результатовъ. Авторы рекомендуютъ выдѣляющійся, при нагрѣваніи фосфористаго олова съ концентрированной соляной кислотой, газъ, содержащій фосфористый водородъ, улавливать въ нѣсколькихъ промывныхъ склянкахъ, наполненныхъ бромной водой и затѣмъ опредѣлять образующуюся фосфорную кислоту обычнымъ путемъ. Если олово содержитъ *As*, то, конечно необходимо, послѣ удаленія брома, прежде чѣмъ осаждаютъ  $H_2Po_4$ , удалить *As* сѣроводородомъ.

**Сурьма.** Вполнѣ безукоризненнаго способа электролитическаго опредѣленія сурьмы до сихъ поръ еще неизвѣстно. Даже методъ *Classen*'а, сравнительно лучший изъ всѣхъ, имѣетъ много недостатковъ. Между прочимъ онъ всегда даетъ слишкомъ высокіе результаты. Уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ *F. Henz* (Ztsch. f. anorg. Ch. 1903, Bd. 37, S. 1) наблюдалъ, что количество металла осаждающагося изъ раствора сульфо-солей въ присутствіи ціанистаго кали выше дѣйствительнаго на 1—1,5%. Ошибку нужно отнести на счетъ, главнымъ образомъ, поглощеннаго кислорода, а также, хотя и въ меньшей степени, на счетъ механически увлеченной при осажденіи сѣры, какъ это доказали *Foerster* и *Wolf* (Ztsch. f. Electroch. 1907, Bd. 13, S. 205). Точно къ такимъ-же результатамъ пришли *Henry Sand* (Ztsch. f. Electroch. 1907, Bd. 13, S. 326) и *J. M. Dormaar* (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 227). Первый, примѣняя при электролизѣ діафрагму могъ понизить ошибку съ 1,9% до 0,4%. По опытамъ *Dormaar*'а ошибка возрастаетъ вмѣстѣ съ увеличеніемъ плотности тока и количества сурьмы и при неблагоприятныхъ соотношеніяхъ можетъ достигнуть 3%. *O. Scheen* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 349) предпринялъ провѣрку этого способа. По изслѣдованіямъ его можно получить достаточно хорошіе результаты, если избѣгать большого избытка ѣдкаго натра, очень высокаго напряженія и большой плотности тока. Количество анализируемаго вещества должно быть не болѣе 0,2 гр. При этомъ необходимо брать въ качествѣ катода слабо матовую платиновую чашку. При сильно матовыхъ чашкахъ, или при работѣ съ сѣтчатыми электродами, осадокъ сурьмы всегда содержитъ включенія, которыя естественно вызываютъ увеличеніе въ вѣсѣ. Для быстрого электролитическаго опредѣленія сурьмы въ присутствіи олова *H. J. S. Sand* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 597) растворяетъ сплавъ или сѣрнистыя соединенія обонхъ металловъ въ горячей концентрированной

сѣрной кислотѣ съ прибавленіемъ небольшого количества концентрированной азотной кислоты, разбавляетъ растворъ водой и подвергаетъ электролизу при  $120^{\circ}$ , прибавивъ въ качествѣ деполяризатора гидразин-сульфата. При плотности тока въ 4 амп. уже въ теченіе 15—20 мин. вся сурьма вполне осаждается безъ малѣйшей примѣси олова. Затѣмъ растворъ нейтрализуютъ амміакомъ, прибавляютъ щавелевой кислоты и точно такъ-же подвергаютъ электролизу, постепенно повышая температуру съ  $70^{\circ}$  до  $100^{\circ}$ . При этомъ все олово осаждается на чисто. Въ виду неточности электролитическихъ способовъ опредѣленія сурьмы, болѣе значеніе приобретаютъ объемные способы опредѣленія. Разработанный *Nissenson*'омъ и *Siedler*'омъ (Chem. Ztg. 1903, S. 749) способъ опредѣленія сурьмы въ сплавахъ былъ вновь видоизмѣненъ *I. B. Duncan*'омъ (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 105) съ цѣлью примѣнить его для анализа рудъ и шлаковъ. *W. H. Low* (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 167) опредѣляетъ сурьму и олово въ бабитѣ, типографскомъ сплавѣ и др., растворяя сплавъ въ концентрированной сѣрной кислотѣ, или сплавляя сѣрнистыя соединения съ кислымъ сѣрно-кислымъ кали и титруя въ присутствіи винной кислоты сурьмяную кислоту хамелеономъ. Затѣмъ онъ восстанавливаетъ оловянную кислоту, нагревая ее съ порошкомъ сурьмы и крѣпкой соляной кислотой, и титруетъ полученный растворъ двухлористаго олова іодомъ. На свойствѣ сурьмяной кислоты при обработкѣ соляной кислотой и растворомъ іодистаго калия выдѣлять іодъ, восстанавливаясь при этомъ въ трехокись сурьмы, *A. Kolb* и *R. Formhals* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 369) основываютъ способъ объемнаго опредѣленія сурьмы, представляющій въ нѣкоторыхъ пунктахъ улучшенія по сравненіи съ рекомендованнымъ раньше *L. Parry* и *H. Jokey*. Для полного переведенія выдѣляемой въ обычномъ ходѣ анализа трехсѣристой сурьмы въ сурьмяную кислоту растворяютъ ее въ ѣдкомъ кали и окисляютъ перекисью водорода, сначала въ слабо, а потомъ въ сильно щелочномъ растворѣ. *H. Beckmann* (Chem. Ztg. 1907, Rep., 320) стремится опредѣлить содержаніе сурьмы въ продажномъ свинцѣ, по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ до 10%, опредѣляя точку плавленія и отсчитывая результаты на кривой плавленія смѣси свинца и сурьмы. Общеупотребительный способъ *Berzelius-Marsch*'а для опредѣленія небольшихъ количествъ мышьяка, можетъ быть примѣненъ по изслѣдованію *Ch. R. Sanger*'а и *I. A. Gibson*'а (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 469) при извѣстныхъ условіяхъ также и для опредѣленія небольшихъ количествъ сурьмы.

**Мышьякъ.** На собраніи германскихъ естествоиспытателей и докторовъ въ Дрезднѣ *G. Locketann* (Chem. Ztg. 1907, S. 977) сдѣлалъ докладъ объ опредѣленіи небольшихъ количествъ мышьяка при помощи аппарата *Marsch*'а. 0,0015—0,002 mgr. мышьяка можно еще опредѣлить количественно въ видѣ зеркальнаго налета. При большихъ количествахъ этого можно достигъ только въ томъ случаѣ, если вещество вносится въ аппа-



ратъ небольшими порціями. Для опредѣленія небольшихъ количествъ мышьяковистаго водорода въ газообразномъ водородѣ, пропускаютъ послѣдній черезъ амміачный растворъ серебра и опредѣляютъ эквивалентное мышьяку количество выдѣлившагося серебра. Что этотъ методъ вполне надежный, доказали своими изслѣдованіями *H. Reckleben* и *G. Loekemann* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 249). Они указываютъ, что для поглощенія мышьяковистаго водорода съ одинаковымъ успѣхомъ можно употреблять титрованный растворъ іода въ іодистомъ кали или растворъ іодной кислоты. Въ первомъ случаѣ опредѣляютъ израсходованное количество іода, а во-второмъ—выдѣлившееся количество іода. По даннымъ *F. A. Gooch'a* и *M. A. Phelps'a* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 73) можно отдѣлить небольшія количества мышьяка отъ мѣди въ видѣ амміачно-магнезіально-мышьяковой соли. Если въ растворѣ находится нѣсколько миллиграммовъ мышьяка, то необходимо двойное, при большихъ количествахъ даже тройное осажденіе. Обратный случай, именно отдѣленіе небольшихъ количествъ *Cu* въ присутствіи большого количества *As*, встрѣчается гораздо чаще. При упомянутомъ выше сплавленіи съ содой и сѣрой, въ растворъ переходитъ вмѣстѣ съ мышьякомъ также и мѣдь, что можно замѣтить по синей окраскѣ амміачнаго раствора мышьяковой кислоты. Эти небольшія количества мѣди не мѣшаютъ нисколько опредѣленію мышьяковой кислоты и могутъ быть удалены изъ подкисленнаго фильтрата сѣроводородомъ. Для іодометрическаго опредѣленія мышьяка или сурьмы въ присутствіи мѣди *F. H. Heath* (Chem. Ztg. 1908, Rep., S. 409, 441) выработалъ способъ, который при точномъ исполненіи всѣхъ предписаній автора даетъ удовлетворительные результаты. *E. W. Waschburn* (Chem. Ztg. 1908, Rep., S. 181) на основаніи своихъ физико-химическихъ изслѣдованій указываетъ, что при упомянутомъ выше очень распространенномъ іодометрическомъ опредѣленіи мышьяка необходимо имѣть растворъ всегда нейтральнымъ, поэтому послѣдній долженъ содержать такія соли, которыя, какъ напр. двууглекислый натръ, двуфосфорно-натровая соль, борно-кислый натръ, могли-бы избытокъ гидроксильныхъ іоновъ связывать своими водородными іонами. Изъ этихъ солей *Waschburn* въ общемъ отдаетъ предпочтеніе двуфосфорно-натровой соли передъ двууглекислой солью. Въ случаѣ, если хотятъ употребить послѣднюю соль, то необходимо растворъ трехокиси мышьяка насытить углекислотой и брать углекислаго натра около 10 gr. на литръ. Для опредѣленія мышьяка въ сѣрнистыхъ рудахъ или въ горнозаводскихъ продуктахъ *W. C. Ebaugh* и *C. B. Sprague* (Chem. Ztg. 1908, Rep., S. 349) нагрѣваютъ смѣсь изслѣдуемаго вещества съ 1 частью соды и 4 частями окиси цинка въ продолженіе 15—20 мин. до краснаго каленія, затѣмъ сплавъ выщелачиваютъ водой, подкисляютъ уксусной кислотой и осаждаютъ *As* въ видѣ мышьяковистаго серебра, и затѣмъ опредѣляютъ количество серебра по *Volhard'u*. Если-бы этимъ путемъ можно было до-

стичь дѣйствительно полнаго и точнаго отдѣленія мышьяка отъ сурьмы и остальныхъ металловъ, то указанный способъ былъ-бы очень удобнымъ и практичнымъ.

**Свинецъ.** Вопросомъ объ электролитическомъ осажденіи свинца въ видѣ перекиси занимался *G. Vortmann* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 145). Количественное осаждение возможно только изъ сильно азотно-кислаго раствора. Если количество кислоты меньше 7%, то свинецъ отчасти выдѣляется на катодѣ. Въ присутствіи мышьяковой или фосфорной кислоты получаются слишкомъ низкіе результаты вслѣдствіе неполнаго осажденія, а въ присутствіи сѣрной, кремневой и хромовой кислотъ, а также многихъ металловъ, за исключеніемъ мѣди, наоборотъ, получаются слишкомъ высокіе результаты. *H. Bollenbach* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 545) описываетъ объемное опредѣленіе свинца. Свинецъ окисляется въ щелочномъ растворѣ избыткомъ хамелеона и избытокъ окислителя обратно титруется опредѣленнымъ растворомъ свинца. Можно также щелочной растворъ свинца влить въ бюретку и постепенно приливать его къ отмѣренному количеству хамелеона. Предложенный въ свое время *H. Schwarz* емъ способъ объемнаго опредѣленія свинца, основанный на осажденіи титрованнымъ растворомъ двуххромовокислаго калия нейтральнаго азотно-кислаго раствора свинца по опредѣленію *J. A. Müller* (Bull. soc. chim. Franc. 1908, стр. 1131) даетъ невѣрные результаты, такъ какъ при этомъ выпадаетъ и азотно-кислый свинецъ. Опредѣленіе небольшихъ количествъ свинца производится обычно колориметрическимъ путемъ. Способъ этотъ, какъ извѣстно, основывается на образованіи коллоидальнаго, болѣе или менѣе интенсивно окрашивающаго растворъ, сѣрнистаго свинца. Этимъ путемъ, если придерживаться правилъ, предложенныхъ *H. W. Woudstra* (Chem. Ztg. 1908, Rep., S. 370), можно опредѣлить 0,05 mgr. свинца въ одномъ литрѣ жидкости. Изъ сухихъ пробъ на свинецъ, по изслѣдованію *I. Loevy* (Chem. Ztg. 1908, S. 220), бельгійская наиболѣе точная. Она даетъ результаты, которые при высокопроцентныхъ, бѣдныхъ цинкомъ сѣрнистыхъ рудахъ достигаютъ 98—100 % дѣйствительнаго содержанія свинца. Если сплавъ свинца и олова окислять азотной кислотой, то оловянная кислота выдѣляется всегда съ большей или меньшей примѣсью метаоловянно-кислаго свинца. По изслѣдованію *Arthur Westerkamp*'а (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 227) содержаніе свинца въ осадкѣ тѣмъ меньше, чѣмъ концентрированнѣе азотная кислота, а если употреблять дымящую азотную кислоту, то количество остающагося въ осадкѣ свинца едва достигаетъ 0,07—0,09%. Прокаленная оловянная кислота сплавляется съ сѣрой и содой и въ водной вытяжкѣ олово опредѣляется электролитически. Остатокъ отъ водной вытяжки растворяютъ въ азотной кислотѣ и опредѣляютъ свинецъ также электролизомъ въ видѣ перекиси. Для быстраго опредѣленія свинца въ оловянныхъ сплавахъ *S. Holzmann* (Pharm. Zentr. 1908, Bd. 49, S. 417) выпариваетъ азотно-кислый растворъ металловъ



дважды до-суха, обрабатываетъ осадокъ 10<sup>0</sup>/о азотной кислотой и подвергаетъ растворъ электролизу, не отфильтровывая выдѣлившуюся оловянную кислоту. Въ качествѣ анода онъ употребляетъ небольшую платиновую чашку, на внѣшней матовой поверхности которой и осаждается церекись свинца. Интересныя указанія относительно того, чѣмъ нужно руководствоваться при анализахъ для торговыхъ цѣлей находятся въ сообщеніяхъ *I. E. Sacher'a* (Chem. Ztg. 1908, S. 62); *E. Pieszezer'a* (Phar. Ztg. 1908, Bd. 53, S. 87) и особенно *P. Beck'a* (Chem. Ztg. 1908, Rep., S. 520).

**Цинкъ.** Для открытія небольшихъ количествъ цинка *A. del Campo Cerdan* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 133) прибавляетъ въ слабо амміачный растворъ испытуемой соли 1 см. эфирнаго раствора резорцина. Въ мѣстѣ соприкосновенія жидкостей образуется желтоватое окрашиваніе, постепенно переходящее въ интенсивно голубое. Граница чувствительности этой реакціи можетъ доходить до 5 mmgr. цинка на 1 litr. жидкости, особенно, если при этомъ взять для сравненія жидкость, не содержащую цинка. При количественномъ опредѣленіи цинка электролизомъ раствора, въ которомъ находится избытокъ ѣдкаго натра, играетъ большую роль продолжительность осажденія. *Francis C. Frary* (Ztsch. f. ang. Ch. 1907, Bd. 20 S. 2.247) производитъ осажденіе въ теченіе 30 мин. Такая быстрота осажденія достигается легкимъ колебаніемъ электролита. Оригиналенъ способъ, при помощи котораго *Frary* производитъ колебаніе жидкости. Онъ ставитъ стаканъ съ электролитомъ на желѣзный цилиндръ, который находится внутри соленоида. Черезъ соленоидъ пропускается сильный токъ. Этимъ путемъ можно достичь легкаго магнитнаго перемѣшиванія жидкости, не двигая электродовъ. Въ качествѣ катода онъ употребляетъ никкелевый сѣтчатый цилиндрикъ. *P. Truchot* (Chem. Ztg. 1908, Rep., S. 335) рекомендуетъ для электролитическаго опредѣленія цинка слѣдующій способъ, какъ очень точный. Въ растворъ сѣрнокислой, хлористой или азотнокислой соли цинка, не содержащій свободной минеральной кислоты, прибавляютъ 4—5 гр. винной кислоты и подвергаютъ электролизу при плотности тока въ 1,2—1,5 ампера и напряженіи 4,3—4,5 вольтъ. Катодъ долженъ быть изъ амальгированной мѣди. *T. Slater Price* (Chem. News. 1908, стр. 89) работаетъ съ вращающимся посеребреннымъ или покрытымъ мѣдью катодомъ и употребляетъ въ качествѣ электролита холодный, содержащій 2 гр. сѣрнокислаго натра и 1 гр. уксуснокислаго натра, растворъ сѣрнокислаго цинка. По изслѣдованію автора рекомендованныя *Kollock'омъ* и *Smith'омъ* ртутные катоды оказываются непригодными. Объемное опредѣленіе цинка на практикѣ гораздо больше распространено, чѣмъ вѣсовое. Очень широко примѣняется, особенно въ Америкѣ, способъ съ желтой солью, при помощи котораго *W. H. Seaman* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 181) получилъ результаты болѣе точные, чѣмъ при помощи вѣсового анализа. Наиболѣе цѣлесообразное выполненіе этого метода подробно описываютъ *W. H. Keen* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 182)

и *G. C. Stone* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 317). При объемномъ опредѣленіи цинка по *Pouget* нерѣдко получаютъ ошибки вслѣдствіе того, что выдѣляющаяся сѣра захватываетъ съ собою небольшія количества сѣрнистаго цинка. *I. A. Müller* (Bull. Soc. Chim. 1907, стр. 13) старается этого избѣжать тѣмъ, что растворяетъ осадокъ сѣрнистаго цинка въ соляной кислотѣ и опредѣляетъ іодометрически выдѣляющійся сѣроводородъ. *A. B. Thornwell* (Chem. and Drugg. 1907, стр. 413) осаждаетъ цинкъ въ измѣрительной колбѣ растворомъ гидросульфита натрія, который онъ получаетъ, насыщая нормальный растворъ ѣдкаго натра сѣроводородомъ и опредѣляетъ далѣе ацидометрически въ опредѣленной части этого раствора избытокъ щелочи. *G. C. Stone* и *W. G. Waring* (Jour. Amer. Chem. Soc. 1907, стр. 262) даютъ отчетъ о дѣятельности образованной по инициативѣ *American chemical Society* комиссіи для изысканія наилучшаго способа опредѣленія цинка въ рудѣ. Три пробы различной цинковой руды были изслѣдованы 42 химиками и 8 различными способами. При этомъ оказалось, что только способъ *Waring*'а для всѣхъ рудъ является наиболѣе подходящимъ. Особенности способа, которые точно должны при этомъ соблюдаться, подробно описаны въ указанномъ отчетѣ. (Chem. Zentralblatt 1904, S. 694). По *V. Hassreidter*'у (Ztsch. f. ang. Ch. 1908, S. 66) можно при опредѣленіи цинка по способу *Schaffner*'а, технически очень важному, предложенное *Nissenson*'омъ двойное осажденіе желѣза амміакомъ замѣнить еще раньше предложеннымъ *Hassreidter*'омъ и *Prost*'омъ (Ztsch. f. ang. Ch. 1893, Bd. 5 S. 166) приѣмомъ компенсаціи. *Prost* указываетъ на необходимость производить титрованіе при достаточно низкой температурѣ, не превышающей 20° C., такъ какъ при болѣе высокой температурѣ, равно какъ при чрезмѣрномъ содержаніи въ растворѣ амміачныхъ солей, получаемое на свинцовой бумагѣ пятно не достаточно отчетливо, благодаря чему опредѣленіе конца титрованія становится затруднительнымъ. Какъ видно изъ произведенной *P. Truchot* сравнительной провѣрки технически употребительныхъ способовъ опредѣленія цинка, методъ *Schaffner*'а, видоизмѣненный *Hassreidter*'омъ и *Prost*'омъ и методъ іодометрическій даютъ вполне удовлетворительные результаты. Отдѣленіе цинка отъ остальныхъ металловъ группы сѣрнистаго аммонія, особенно отъ никкеля и кобальта, представляетъ довольно трудную операцію. Поэтому *W. Funk* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 241) подвергнулъ сравнительной провѣркѣ разнообразныя способы отдѣленія цинка отъ этихъ металловъ. На основаніи своихъ опытовъ онъ находитъ осажденіе цинка по способу *Smith*'а *Brunner*'а сѣроводородомъ изъ нейтральнаго раствора не надежнымъ. Осажденіе изъ уксуснокислаго раствора онъ рекомендуетъ только для отдѣленія отъ марганца, но не отъ *Ni* и *Co*, такъ какъ въ присутствіи относительно большаго количества свободной уксусной кислоты особенно въ концѣ осажденія выпадаютъ также и указанные металлы. Очень хорошо удастся отдѣленіе изъ муравьинокислаго раствора въ присутствіи муравьино-



кислаго натра и по способу *Treadwell*'я, основанному, какъ извѣстно, на осажденіи цинка изъ очень слабо кислаго раствора какой-нибудь минеральной кислоты прибавленіемъ амміачной соли соотвѣтствующей кислоты. Однако отдѣленіе идетъ гладко не при всѣхъ условіяхъ. Если количество постороннихъ металловъ переходить извѣстныя границы, которыя для никкеля лежать дальше, чѣмъ для кобальта, то необходимо двойное осажденіе.

**Кадмій.** Отдѣленіе кадмія отъ своего постоянного спутника цинка, достигается, и то только съ трудомъ, осажденіемъ сѣроводородомъ. При этомъ или цинкъ можетъ осѣсть вмѣстѣ съ кадміемъ или, если количество кислоты было очень значительно, часть кадмія остается въ растворѣ. *John Jacob Fox* (Chem. Ztg. 1907, S. 716) производитъ осажденіе кадмія изъ раствора, къ которому предварительно прибавлена трихлоруксусная кислота. Послѣдняя даже въ большихъ количествахъ не дѣйствуетъ на осадокъ сѣрнистаго кадмія. Относительно электролитическаго опредѣленія кадмія *M. E. Holmes* (Chem. Ztg. 1909, Rep. S. 70) опредѣлилъ условія, при которыхъ можетъ быть достигнуто при вращающемся анодѣ полное отдѣленіе кадмія отъ *Zn, Al, Mg, Cr, Fe, Mn, Co* и *Ni*.

**Ртуть.** Въ качествѣ возстановителя при опредѣленіи ртути въ видѣ однохлористой, въ большинствѣ случаевъ служитъ фосфористая кислота. *A. Kolb* и *A. Feldhofen* (Zsch.f. ang. Ch. 1907. Bd. 20, S. 1977) вмѣсто нея употребляютъ перекись водорода и опредѣляютъ количество однохлористой ртути или вѣсовымъ путемъ или іодометрически. Выдѣлившуюся при реакціи соляную кислоту лучше всего уничтожить прибавленіемъ виннокислаго аммонія. *P. W. Polertson* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 329) описываетъ способъ опредѣленія ртути, основанный на образованіи нерастворимой двойной соли роданистой ртути и роданистаго цинка. Осажденіе ртути производится роданистымъ аммоніемъ въ присутствіи сѣрнокислаго цинка, при чемъ избытокъ роданистаго аммонія обратно титруется растворомъ серебра. *D. L. Randall*. (Chem. Ztg. 1907. Rep., S. 181) титруетъ ртутныя соли марганцевокислымъ кали. *E. Rupp* (Chem. Ztg. 1908, S. 1077) предложилъ способъ опредѣленія ртути, основанный на способности ціанистой ртути давать двойныя соли и аналогичный способу, предложенному нѣсколько раньше *L. W. Andrews*'омъ (Amer. Chem. Journ. 1903, стр. 187). Чистый, нейтральный растворъ хлорной ртути титруютъ  $\frac{n}{4} - \frac{n}{2}$  растворомъ ціанистаго кали, до появленія рѣзкаго краснаго окрашиванія, употребляя въ качествѣ индикатора фенолфталинъ. Эта перемѣна цвѣта служитъ признакомъ, что ціанистаго кали прибавлено какъ разъ столько, сколько необходимо для образованія ціанистой ртути. Кислыя ртутныя соли нейтрализуютъ разбавленнымъ ѣдкимъ натромъ, а затѣмъ прибавляютъ избытокъ раствора ціанистаго кали и обратно титруютъ  $\frac{n}{5}$  растворомъ соляной кислоты. Индикаторъ-метил-

оранжъ. При этомъ измѣненіе окрашиванія наблюдается очень рѣзко, такъ какъ ціанистая кислота не дѣйствуетъ на метилоранжъ. *Marwitz* (Chem. Ztg. 1909. Rep., S. 25) также титруетъ растворъ хлористой ртути ціанистымъ кали, предварительно удаливъ хлористымъ баріемъ углекислыя соли. Такъ какъ реакція въ сильно разбавленныхъ растворахъ протекаетъ не достаточно быстро, то онъ прибавляетъ въ качествѣ катализатора и индикатора при каждомъ опредѣленіи 10 капель насыщенной *p*-нитро-феноломъ  $\frac{n}{50}$  соляной кислоты. При этомъ, конечно, необходимо вводить поправку. Очень малыя количества ртути, какъ указываетъ *P. Mènière* (Chem. Ztg. 1908. Rep., S. 330) лучше всего опредѣлять калориметрически диметилкарбазидомъ.

**Никкель и кобальтъ.** Относительно этихъ двухъ металловъ съ аналитической точки зрѣнія можно указать очень немного новаго. Обычныя въ настоящее время способы опредѣленія были извѣстны еще лѣтъ 25 тому назадъ. Однако въ текущей литературѣ оба „нераздѣлимые“ другъ отъ друга металлы играли выдающуюся роль. Рядомъ съ вполне точнымъ способомъ *Fresenius*'а электролитическаго опредѣленія никкеля въ нѣкоторыхъ руководствахъ всегда еще рекомендуется почти въ такой же мѣрѣ способъ *Classen*'а съ щавелевой кислотой, несмотря на то, что *Wolmann* уже лѣтъ 10 тому назадъ показалъ, что этотъ методъ даетъ слишкомъ высокіе результаты. Тоже самое подтверждаютъ и сравнительные анализы, произведенные самимъ *Classen*омъ. *A. Thiel* и *A. Windelschmidt* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 416) показали на большомъ рядѣ опытовъ, что ошибка въ среднемъ можетъ достигать 2,8% употребленнаго количества никкеля, и происходитъ вслѣдствіе выпаденія на катодѣ, вмѣстѣ съ никкелемъ органическихъ продуктовъ разложенія. *A. Fischer* (Ztsch. f. Elektroch. 1907, Bd. 13 S. 361) подтвердилъ эти данныя. Однако онъ удерживаетъ способъ *Classen*'а для отдѣленія никкеля отъ хрома въ хромониккелевой стали. Въ этомъ случаѣ никкелевый осадокъ, содержащій углеродъ, онъ растворяетъ въ азотной кислотѣ и затѣмъ вновь осаждаетъ по способу *Fresenius*'а. *Holland* и *Bertiaux* (Bull. Soc. Chim. 1907, Bd. 31, S. 102) отдѣляютъ электролитически никкель отъ цинка въ амміачномъ растворѣ. Необходимо, чтобы электролизъ производился при температурѣ по крайнѣй мѣрѣ въ 90° и при сравнительно небольшой, но постоянной катодной плотности тока. Для лучшаго осажденія никкеля очень часто въ электролитъ прибавляютъ сѣрноокислаго натра. Однако въ нѣкоторыхъ случаяхъ благодаря послѣднему, по изслѣдованію *A. Windelschmidt*'а, никкель получается съ содержаніемъ сѣры. Что ошибка происходитъ дѣйствительно отъ примѣшанной сѣры *F. Foerster* (Ztsch. f. Elektroch. 1907, Bd. 13, S. 561) подтвердилъ тѣмъ, что растворялъ осажденный металлъ и вновь его выдѣлялъ уже безъ прибавленія сѣрноокислой соли. На основаніи способа *Holland*'а и *Bertiaux*, *A. Fischer* (Chem. Ztg. 1908, S. 185)



выработалъ быстрый электролитическій способъ опредѣленія никкеля. При этомъ можно пользоваться очень сильнымъ токомъ и кончать электролизъ въ теченіи 20 мин. *A. Schumann* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 57) взялъ на себя благодарный трудъ провѣрки различныхъ способовъ электролитическаго опредѣленія никкеля. Данные, полученные имъ, вполне совпадаютъ съ результатами другихъ изслѣдователей по тому-же самому предмету, а именно, что для этой цѣли самый подходящій катодъ—сѣтчатый электродъ *Winkler*'а и что предложенный *Fresenius*'омъ и *Bergmann*'омъ способъ осажденія изъ сильно амміачнаго раствора въ присутствіи сѣрнокислаго аммонія даетъ вполне безукоризненные результаты, между тѣмъ какъ никкель, осажденный изъ раствора, содержащаго щавелевую или какую-либо другую органическую кислоту, всегда заключаетъ въ себѣ углеродъ. Важно также наблюденіе *Schumann*'а, что никкель осаждается въ амміачномъ растворѣ одинаково хорошо и вполне какъ изъ сѣрнокислыхъ, такъ и изъ хлористыхъ и азотнокислыхъ своихъ соединений. Фактъ, что никкель можетъ быть осажденъ количественно и въ видѣ хорошо пристающаго осадка изъ азотнокислаго раствора, былъ еще указанъ *A. Thiel*'омъ (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 294) и имѣетъ значеніе при анализѣ сплавовъ мѣди съ никкелемъ. Въ теченіе 1907 года были сообщенія о двухъ новыхъ реагентахъ для качественного открытія никкеля—это дициандіамидинъ *Grossmann*'а и *Schück*'а и диметилглюксимъ *Чуаева*. Оба указанные реагента между прочимъ также употребляются не только для количественнаго опредѣленія никкеля, но и для отдѣленія его отъ другихъ металловъ. По изслѣдованію *Grossmann*'а и *Schück*'а (Chem. Ztg. 1907, S. 535) никкель количественно выпадаетъ отъ дициандіамидинсульфата, если въ амміачный растворъ соли прибавить достаточное количество ѣдкаго кали и оставить стоять въ теченіе ночи. Образовавшійся желтый кристаллическій осадокъ переводятъ въ сѣрнокислый никкель и въ этомъ видѣ взвѣшиваютъ, при чемъ результаты по точности не оставляютъ желать лучшаго. Позднѣе (Chem. Ztg. 1907, S. 911) оказалось болѣе цѣлесообразнымъ осадокъ дициандіамидина никкеля взвѣшивать въ видѣ таковаго, удаливъ предварительно высушиваніемъ при  $110^{\circ}$  С. воду, отчего методъ значительно выигрываетъ въ простотѣ и точности. Точно такимъ-же образомъ производится опредѣленіе никкеля въ присутствіи кобальта и цинка; необходимо только, чтобы первый металлъ находился въ видѣ окисной соли. Окисленіе производится проще всего перекисью водорода или пропусканіемъ кислорода въ амміачный растворъ. Этимъ же путемъ можно отдѣлить никкель и отъ желѣза, если послѣдній металлъ удержатъ въ растворѣ винной кислотой. Впослѣдствіи *H. Grossmann* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 398) своими специальными опытами, произведенными отчасти совмѣстно съ *W. Heilborn*'омъ, показалъ, что введенный имъ и *B. Schück*'омъ въ количественный анализъ дициандіамидинсульфатъ можетъ служить для открытія и опредѣленія никкеля въ рудахъ съ боль-

шимъ содержаніемъ кобальта, марганца и желѣза. Чтобы удержать въ растворѣ кобальтъ, не нужно, какъ это дѣлалось раньше, переводить его въ окисную соль—достаточно къ раствору передъ осажденіемъ дициандиамидиномъ прибавить тростниковаго сахара. При употребленіи достаточно концентрированныхъ растворовъ, какъ показалъ *Grossmann*, весь никкель въ короткое время выпадаетъ количественно. *O. Brunck* (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 573) осаждаетъ никкель диметилглюксимомъ при кипяченіи и послѣ прибавленія амміака или уксуснокислаго натра. Красный кристаллическій осадокъ отсасываютъ въ тигель *Neubauer*'а или *Gooch*'а, высушиваютъ и взвѣшиваютъ. Вся операція, включая и высушивание продолжается всего 1 часъ. Точно такимъ же образомъ производится и отдѣленіе никкеля отъ кобальта и другихъ металловъ группы сѣрнистаго аммонія. Металлы, осаждающіеся отъ амміака, переводятся винной кислотой въ комплексныя соли. Можно также опредѣлить никкель диметилглюксимомъ въ присутствіи мѣди и мышьяка, при чемъ безразлично, присутствуетъ ли мышьякъ въ видѣ мышьяковой или мышьяковистой кислоты. Вначалѣ затрудненія представляла довольно высокая цѣна диметилглюксима, но потомъ она значительно упала и есть надежда, что въ дальнѣйшемъ при возрастаніи спроса она еще сильнѣе понизится. По сравненіи съ этими двумя способами, способъ, предложенный *Pozzi-Escott* (Chem. Ztg. 1907, S. 1.007) для количественнаго опредѣленія никкеля молибденовокислымъ аммоніемъ, едва-ли представляетъ шагъ впередъ. Въ теченіе 1908 года этотъ способъ былъ рекомендованъ въ цѣломъ рядѣ сообщеній не только для быстрого открытія этого элемента рядомъ съ другими металлами, не осаждающимися въ кисломъ растворѣ отъ сѣроводорода, но и для количественнаго опредѣленія никкеля и отдѣленія его отъ кобальта и другихъ металловъ группы сѣрнистаго аммонія. Что этотъ методъ непримѣнимъ на практикѣ показалъ *Grossmann* (Chem. Ztg. 1908, S. 315), результаты котораго сильно расходятся съ данными *Pozzi-Escott*. Несомнѣнно слабыя стороны этого способа опредѣленія никкеля состоятъ, какъ доказали *H. Grossmann* и *B. Schück* (Bull. Soc. Chim. Franc. 1908, Стр. 14), въ замѣтной растворимости амміачно-молибденоваго осадка никкеля, а также въ трудности избѣжать, чтобы при опредѣленіи небольшихъ количествъ никкеля въ присутствіи большого количества кобальта или марганца не выпадали вмѣстѣ съ тѣмъ и молибденовыя осадки этихъ послѣднихъ металловъ. *H. Cantoni* и *M. Rosenstein* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 125) снова провѣрили способъ объемнаго опредѣленія никкеля, употребляя, въ качествѣ осадителя, желѣзо и желѣзистосинеродистый калий. Лучше всего оказывается производить осажденіе никкеля изъ уксуснокислаго раствора избыткомъ желѣзосинеродистаго кали и титровать избытокъ послѣдняго, употребляя въ качествѣ индикатора желѣзный купоросъ. Къ сожалѣнію, способъ этотъ непримѣнимъ въ присутствіи другихъ металловъ. Осажденіе кобальта въ видѣ двойной азотисто-кислой



кобальто-каліевой соли обыкновенно употребляется только для отдѣленія его отъ никкеля. По изслѣдованію *W. Funk'a* (Chem. Ztg. 1907, Rep., S. 173) можно этимъ путемъ кобальтъ отдѣлить также и отъ марганца и желѣза, если только послѣдніе металлы находятся въ количествѣ, не превышающемъ 0,05 gr. Предложенный уже давно *Moore'омъ* способъ для опредѣленія никкеля титрованіемъ растворомъ ціанистаго калия былъ вновь провѣренъ *E. de Mille Campbell'омъ* и *W. Arthur'омъ* (Journ. Amer. Chem. Soc. 1908, Стр. 1.116). Примѣнимость этого способа въ присутствіи *Zn, Mn, Fe, Wo, Mo, Vd* и *Cr* стоитъ внѣ всякаго сомнѣнія, необходимо только послѣдній металлъ сначала перевести въ хромовую соль и титровать въ очень слабомъ амміачномъ растворѣ съ прибавленіемъ большого количества пиропосфорнокислаго натра. Однако, способъ негодится въ присутствіи большихъ количествъ кобальта. Этотъ недостатокъ *H. Grossmann* (Chem. Ztg. 1908, S. 1.223) старается устранить такимъ образомъ, что осаждаетъ сначала никкель диціанціамидиномъ, растворяетъ осадокъ въ соляной кислотѣ и титруетъ ціанистымъ кали.

**Марганецъ.** Какъ извѣстно, при электролизѣ марганцевыхъ растворовъ очень трудно получить на электродахъ обычной формы перекись марганца въ видѣ плотно пристающаго осадка. Поэтому *F. A. Gooch* и *F. B. Beyer* (Chem. Ztg. Rep. 1908, S. 317; 1909, S. 133) рекомендуютъ употреблять для опредѣленія марганца и свинца въ качествѣ анода платиновый тигель *Neubauer'a* со стеклянной подставкой. Азбестовый слой тигля покрываютъ обрѣзками платиновой жести. Верхняя часть тигля соединяется плотно съ трубкообразнымъ сосудомъ, въ которомъ помѣщается электролитъ. Въ верхнюю часть сосуда вставляютъ воронку, сквозь которую проходитъ катодъ. Послѣ окончанія анализа стеклянная подставка удаляется, содержимое тигля отсасывается аспираторомъ, а оставшійся осадокъ промывается, высушивается и взвѣшивается. Предложенный первоначально *E. Lenssen'омъ* способъ переводить марганецъ въ гидратъ перекиси марганца обработкой избыткомъ щелочнаго раствора желтой соли и затѣмъ въ сильно подкисленномъ растворѣ опредѣлять титрованіемъ хамелеономъ количество желтой соли по *de Haen'u* не даетъ даже въ усовершенствованной *H. Bollenbach'омъ* и *E. Luchmann'омъ* (Chem. Ztg. 1908, S. 1101, 1114, Rep. S. 645) формѣ надежныхъ результатовъ. *M. Orthey* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 630) предпринялъ сравнительную провѣрку различныхъ практически употребительныхъ способовъ опредѣленія марганца въ марганцовыхъ и желѣзныхъ рудахъ. Онъ приходитъ къ заключенію, что точный вѣсовый способъ, при которомъ отдѣленіе марганца отъ желѣза, алюминія и фосфорной кислоты производится укусно-кислымъ натромъ, для техническаго анализа непригоденъ вслѣдствіе своей кропотливости и что объемный способъ *Sneider'a*, въ видоизмѣненіи *Blair'a* (Tsch. f. anal. Ch. 1904, Bd. 43, S. 647), можетъ быть рекомендованъ для изслѣдованія рудъ съ приблизительно извѣстнымъ

содержаніемъ марганца. Въ противоположность этому методъ *Vollhard-Wolffs'a*, а также методъ *Knorres'a* могутъ быть рекомендованы, какъ практичныя, точныя и въ общемъ легко-выполнимыя.

**Аллюминій.** Важное для анализа силикатовъ наблюдение сдѣлалъ *T. Willi Hinrichsen* (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 329). Оказывается, въ присутствіи фтора аллюминій не можетъ быть полностью осажденъ амміакомъ, вслѣдствіе образованія фтористаго аллюминія. При разложеніи силикатовъ фтористо-водородной и сѣрной кислотами, фторъ отчасти остается въ сухомъ остаткѣ, если-бы даже вся масса и была нагрѣта до появленія паровъ сѣрной кислоты. Только когда вся сѣрная кислота будетъ удалена и осадокъ довольно сильно прокаленъ, можно быть увѣреннымъ, что фтора больше не осталось.

**Висмутъ.** Нѣсколько лѣтъ тому назадъ *Arthur Stähler* (Ber. d. chem. Ges. 1905, Bd. 38, S. 3862) предложилъ способъ вѣсового опредѣленія висмута и отдѣленія его отъ ртути, способъ, основанный на осажденіи висмута въ видѣ фосфорнокислой соли. Такъ какъ при этомъ не исключается возможность образованія хлорокиси, то авторъ снова повторилъ свои опыты съ цѣлью устранить указанное неудобство и найти условія при какихъ необходимо производить осажденіе. Для объемнаго опредѣленія висмута былъ предложенъ цѣлый рядъ способовъ, но ни одинъ изъ нихъ не нашелъ примѣненія на практикѣ. *L. Moser* (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 405) поставилъ себѣ задачу провѣрить эти способы. На основаніи своихъ изслѣдованій онъ приходитъ къ заключенію, что всѣ существующіе способы опредѣленія висмута непримѣнимы на практикѣ за исключеніемъ только одного съ хромовокислыми солями въ видоизмѣненіи *Rupp'a* и *Schaumann'a*. Къ сожалѣнію способъ этотъ годится только въ отсутствіи свинца, сопровождающаго почти всегда висмутъ въ его рудахъ и во всѣхъ горнозаводскихъ продуктахъ. Разъ оба металла раздѣлены, что надежнѣе всего можетъ быть произведено по *Löwe* осажденіемъ висмута въ видѣ основной азотно-кислой соли, то гораздо проще перевести его въ окись и въ этомъ видѣ взвѣшивать. Что касается электролитическаго опредѣленія висмута, то по изслѣдованіямъ *F. J. Metzger'a* и *H. T. Beans'a* (Chem. Ztg. 1908, Rep. S. 249) очень крѣпко пристающій и безукоризненный осадокъ висмута можно получить, если подвергать электролизу при 70—80° съ вращающимся катодомъ растворъ висмута, нейтрализованный избыткомъ ѣдкаго натра и затѣмъ снова подкисленный уксусной кислотой. При этомъ на анодѣ совсѣмъ незамѣтно образованія перекиси. Для опредѣленія очень малыхъ количествъ висмута *H. W. Rowell* (Chem. Ztg. 1908, S. 127) рекомендуетъ видоизмѣненный имъ колориметрическій способъ *P. Planès*. Этотъ способъ основывается на томъ, что разбавленные растворы висмута даютъ съ избыткомъ іодистаго кали желтое окрашиваніе, интенсивность котораго прямо пропорціональна содержанію висмута въ растворѣ.



**Серебро.** *A. W. Gregory* (Chem. Ztg. 1908, S. 533) нашелъ очень чувствительный реагентъ на серебро—это растворъ, содержащій персульфатъ аммонія и салицилово-кислый натръ. Этотъ растворъ съ очень разбавленнымъ растворомъ серебра даетъ при обыкновенной температурѣ интенсивное коричневое окрашиваніе. Въ присутствіи крайне незначительныхъ количествъ серебра, окрашиваніе появляется послѣ долгаго стоянія. Еще рѣзче серебро и золото могутъ быть обнаружены по *P. Pascual'*ю (Comp. Rend. 1908, стр. 862), благодаря интенсивной красной, а для золота голубой или фіолетово-голубой окраскѣ, которая появляется, если къ раствору указанныхъ металловъ прибавить раствора двойной соли пиро-фосфорно-кислаго кали (или натра) и желѣза. Для количественнаго и въ частности объемнаго опредѣленія серебра наиболѣе простымъ и точнымъ способомъ остается способъ *Volhard'a*. При нѣкоторыхъ исполнѣ опредѣленныхъ условіяхъ *E. A. Smith* (Chem. Ztg. 1907, Rep. S. 196) могъ достигнуть точности 0,1:1000. *H. W. Gillet* (Journ. of. Phys. Ch. 1908, стр. 26) описываетъ способъ электролитическаго раздѣленія серебра и мѣди въ растворахъ, содержащихъ большое количество винно-кислаго аммонія. При этомъ серебро выпадаетъ совершенно безъ примѣси мѣди и въ видѣ плотно пристающаго осадка. Опредѣленія ведутся съ вращающимся катодомъ при  $70^{\circ}$ . Такъ какъ остающійся при этомъ растворъ мѣди не можетъ быть использованъ для дальнѣйшихъ опредѣленій, то указанный способъ не представляетъ какихъ-либо преимуществъ передъ осажденіемъ серебра въ видѣ *AgCl*. Въ исключительномъ случаѣ, именно при количественномъ раздѣленіи металловъ группы свѣродорода ціанистымъ кали, серебро и мѣдь находятся вмѣстѣ въ растворѣ ціанистаго кали. Раздѣленіе этихъ металловъ можно произвести, какъ показали раньше *O. Brunck* (Ber. d. chem. Ges. 1901, Bd. 34, S. 1604) гораздо удобнѣе и проще, если подвергать электролизу растворъ, содержащій избытокъ ціанистаго кали при напряженіи въ 4 вольта и плотности тока въ 0,25—0,50 амперъ.



С М Ъ С Ь.

## ОПРЕДѢЛЕНІЕ ХРОМА ВЪ ВОЛЬФРАМОВОЙ СТАЛИ.

П. Боголюбова.

Самымъ лучшимъ способомъ для опредѣленія хрома въ вольфрамовой стали нужно, несомнѣнно, считать способъ, предложенный въ 1907 году проф. Г. Кнорге <sup>1)</sup>. Въ главныхъ чертахъ способъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ: 2—3 гр. стали растворяютъ при нагреваніи въ 45—50 куб. сант. разбавленной сѣрной кислоты, окисляютъ небольшимъ количествомъ разбавленной азотной кислоты и кипятятъ до тѣхъ поръ, пока весь металлическій осадокъ вольфрама не перейдетъ въ вольфрамовую кислоту. Последнюю переводятъ въ растворъ при помощи фосфорнокислаго натра. Для этого къ полученному раствору приливаютъ фосфорнокислаго натра и, затѣмъ избытокъ, концентрированного раствора ѣдкаго кали. Образовавшійся осадокъ, состоящій преимущественно изъ гидрата окиси желѣза, растворяютъ при кипяченіи въ разбавленной сѣрной кислотѣ, прибавляя последнюю постепенно, небольшими порціями. Въ полученную прозрачную жидкость всыпаютъ до 5 гр. персульфата аммонія, кипятятъ до полного разрушенія персульфата, охлаждаютъ и титруютъ солью Мора и хамелеономъ.

Способъ въ общемъ простой и очень точный, но при выполненіи на практикѣ онъ оказывается довольно кропотливымъ. Прежде всего, при окисленіи металлическаго вольфрама въ сѣрнокислымъ растворѣ приходится его очень долго кипятить съ разбавленной азотной кислотой, чтобы перевести весь вольфрамъ въ вольфрамовую кислоту. Конецъ реакціи при этомъ замѣтить довольно трудно, такъ какъ прежній осадокъ металлическаго вольфрама переходитъ въ новый осадокъ—вольфрамовой кислоты. Далѣе приходится, послѣ прибавленія фосфорнокислаго натра, приливать довольно большое количество ѣдкаго кали, а именно до 30—40 gr. Еще больше неудобствъ представляетъ переведеніе въ растворъ образовавшагося осадка, такъ какъ послѣдній довольно трудно расторгается и только послѣ продолжительнаго кипяченія и въ присутствіи избытка кислоты (до 15 куб. сант. уд. в. 1,65).

Предлагаемый ниже способъ, представляющій видоизмѣненіе способа Г. Кнорге, свободенъ отъ всѣхъ указанныхъ недостатковъ, по точности не уступаетъ предыдущему и, помимо своей простоты, обходится дешевле, такъ какъ не требуетъ совершенно ѣдкаго кали.

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen. 1907, стр. 1257.



Я поступаю слѣдующимъ образомъ: 1 гр. стали обливается въ колбѣ Эрленмейера 10—15 куб. сант. насыщеннаго раствора фосфорнокислаго натра (что соотвѣтствуетъ 1,5—2 гр. твердой кристаллической соли), затѣмъ приливается 7—8 куб. сант. сѣрной кислоты, уд. в. 1,65 и около 5 куб. сант. воды, такъ, чтобы общее количество раствора было не болѣе 25 куб. сант. Колба ставится въ умеренно горячее мѣсто и нагревается до тѣхъ поръ пока не прекратится раствореніе и перестанутъ выдѣляться мелкіе пузырьки водорода. При этомъ на днѣ колбы остается черный осадокъ вольфрама, который очень легко растворяется, если прибавить 2 куб. сант. крѣпкой азотной кислоты уд. в. 1,4 (или 10 куб. сант. уд. в. 1,2) и нагрѣть жидкость до кипѣнія. Вполнѣ прозрачный растворъ разбавляю 300—500 куб. сант. горячей воды, всыпаю 3—4 гр. твердаго персульфата аммонія и кипячу до полного окисленія хрома и разрушенія избытка персульфата. Далѣе поступаю какъ обыкновенно: охлаждаю, приливаю избытокъ соли Мора и титрую хамелеономъ.

Продолжительность анализа  $1\frac{1}{2}$  часа.

Результаты вполнѣ согласны съ анализами, полученными по оригинальному способу G. Кногге. какъ показываютъ слѣдующія данныя:

С о д е р ж а н і е х р о м а.

№№	На з в а н і е с т а л и	С о д е р ж а н і е х р о м а.		
		Прежній способъ Кногге.	Видоиз- мѣненный	Разность.
1.	Сталь «Тріаксъ-Савиль».	3,98%	3,95	— 0,03
2	»           »	»	3,98	+ 0,00
3	»           »	»	3,98	+ 0,00
4	»           »	»	4,04	+ 0,06
5	»           »	4,40	4,40	+ 0,00
6	»           »	»	4,46	+ 0,06
7	Сталь «Титанъ»	5,13	5,05	— 0,08
8	»           »	»	5,16	+ 0,03
9	» «Максимумъ».	4,98	4,90	— 0,08
10	» «Самозакалка».	5,81	5,75	— 0,06
11	»           »	5,81	5,73	— 0,08







**Проволочные Канаты.**

Проволочн. Стальные  
Плетни, Колочия  
Пояса, Влоцлавский  
Погообтиратели, заводъ.  
К. КЛЯУКЕ.  
Влоцлавскъ,  
Варш. губ.  
Проволоки,  
Проволока  
для  
Укупорки.  
Железные заборы и Предохран. Ограды  
изъ Проволочн. Плетня.  
и ироз. и ироз.  
Прейс-курранты и образцы  
безвозмездно и франко.

Кругло плетенный кабельный «Гега» канатъ.  
Квадратно плетенные пеньковые канаты.  
Кругло плетенные «Гега» канаты.

—9

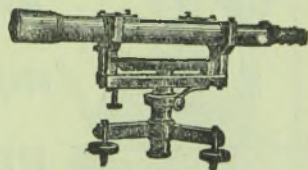
СПЕЦИАЛЬНАЯ



ФАБРИКА

МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ и ЧЕРТЕЖНЫХЪ

ИНСТРУМЕНТОВЪ



**Г. ГЕРЛЯХА,**

въ ВАРШАВѢ.—Магазинъ по улицѣ Чистой, № 4.  
Отдѣленія: въ С.-ПЕТЕРБУРГѢ, Караванная, № 11.  
„ въ МОСКВѢ, Большая Лубянка, № 14.

Главный Представитель Американской Фабрики  
лучшихъ во всѣхъ отношеніяхъ

**ПИШУЩИХЪ МАШИНЪ „УНДЕРВУДЪ“**  
**ПЕРВЫХЪ**



съ виднымъ шрифтомъ, которыя за свои  
цѣнные преимущества и выдающіяся ка-  
чества получили въ послѣдніе 9 лѣтъ  
15 наивысшихъ наградъ.

ПРЕЙС-КУРАНТЫ и ОПИСАНІЯ БЕЗПЛАТНО.



**К. Рифлеръ—Clemens Riefler.**

Нессельвангъ и Мюнхенъ—Nesselwang u. München.

**Точныя готовальни.**

**Точные**

**Секундо-маячные**

**Никеле-стальные**

**ЧАСЫ**

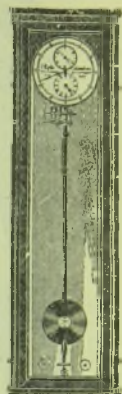
**Уравнительные маятники**

Paris 1900. St. Louis 1904. Lüttich 1905 Grand Prix.

Brüssel 1910 zwei Grand Prix.

Настоящіе инструменты Рифлера мѣчены маркою „Riefler“

Иллюстриров. прейс-куранты бесплатно.



**МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ и ЧУГУННОЛИТЕЙНЫЙ ЗАВОДЪ**  
**БРАТЬЕВЪ ПФЕЙФЕРЪ ВЪ КАЙЗЕРСЛАУТЕРНЪ (ГЕРМАНИЯ).**

**ОСНОВАНЪ ВЪ 1864 г.**

Представительство въ Москвѣ, 1-я Мѣщанская, 74. ИНЖЕНЕРЪ А. А. БАУЭРЪ.

Адресъ для телеграммъ: Москва—Сепараторъ.

**ТЕЛЕФОНЪ 39-25.**

Полноеоборудованіе **ЦЕМЕНТНЫХЪ, ГОРНЫХЪ, ШЛАКОВЫХЪ,**  
**ИЗВЕСТКОВЫХЪ, ДОЛОМИТНЫХЪ, КИРПИЧНЫХЪ И ДР. ЗАВОДОВЪ.**

**СПЕЦИАЛЬНОСТИ:**

**ШАРОВЫЯ МЕЛЬНИЦЫ БЕЗЪ ВСЯКИХЪ СИТЪ**  
**Пфейффера. Болѣе 350 мельницъ въ ходу.**

**ВОЗДУШНЫЕ СЕПАРАТОРЫ И СЕЛЕКТОРЫ** пат. Пфейф-  
 фера.  
 Болѣе 1000 шт. въ ходу.

**ВРАЩАЮЩИЯСЯ ТРУБОПЕЧИ** собств. сист., сушильные  
 барабаны.

**КАМНЕДРОБИЛКИ, вальцовки, дезинтеграторы и др.**  
 измельчающія машины.

**СОБСТВЕННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СТАНЦІЯ ДЛЯ РАЗМОЛА СЫРЫХЪ МАТЕРІАЛОВЪ**  
**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВЪ И СМѢТЪ.**

Каталоги высылаются бесплатно по первому требованію.

—4

**ВНИМАНИЕ !!**

**КОВКАГО ЖЕЛѢЗНАГО ЧУГУНА,**

За 100 руб. посылаю съ полной гарантіей совершенный  
 методъ, руководство и чертежи и т. д., для самостоя-  
 тельнаго устройства тигельной печи для плавленія  
 способенъ къ ковкѣ, сваркѣ и закаливанію.

Ц. Кретъ, инженеръ по литейной части, Гильдесгеймъ (Германія).

C. Kreth, Giesserei-Jng. Hildesheim (Deutschland).

—6



**\* ПРИВОДНЫЕ РЕМНИ**  
изъ верблюжьей шерсти, хлопчатой  
— БУМАГИ И ПЕНЬКИ.

**РЕМНИ ДЛЯ ЭЛЕВАТОРОВЪ**  
РЕМНИ ДЛЯ ПОДЪЕМОВЪ  
РЕМНИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬ-  
НЫХЪ ТРАНСПОРТИРОВЪ

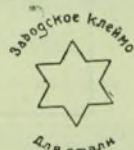
**ПЕРЕДАТОЧНЫЕ**  
**КАНАТЫ.**

**ПЕРВЫЙ РИЖСКИЙ ЗАВОДЪ**  
**К-Л-ШВЕЙНФУРТЪ**  
Приводныхъ Ремней Пожарныхъ Рукавовъ и Прессового Сукна  
РИГА-ТОРЕНСБЕРГЪ.  
Адресъ для телеграммъ: Швейнфуртъ Торенсбергъ.

ТЕЛЕФОНЪ № 629.  
ТЕЛЕФОНЪ № 629.

**ПОЖАРНЫЕ**  
**РУКАВА**  
сырые и насыщенные  
прессовые и фильтерные  
сукна всякаго рода для  
маслобойной, стеариновой  
и химической промышленности

**НАБИВКИ для сальниковъ:**  
ПАРОВЫХЪ ЦИЛИНДРОВЪ И Т.Д.  
**НЕПРОМОКАЕМЫЕ БРЕЗЕНТЫ**  
РАЗЛИЧНОЙ ПРОПИТКИ и ВЕЛИЧИНЫ.  
**ПРЕЙСЪ-КУРАНТЫ и ОБРАЗЦЫ** ВЫСЫЛАЮТСЯ БЕЗПЛАТНО.



# БР. БЁЛЕРЪ и К<sup>о</sup>. Акц. О-во, горные и сталелитейные заводы.

СОБСТВЕННЫЯ ОТДѢЛЕНИЯ И СКЛАДЫ:

МОСКВА, Мясницкая, д. Кузнецова. С.-ПЕТЕРБУРГЪ, Николаевская ул., 14.

ЕКАТЕРИНБУРГЪ, Покровский просп., д. Мередина.

ВЛАДИВОСТОКЪ, Алеутская ул., № 25.

Тигельно-литая инструментальная сталь изъ рудъ собственныхъ руд-  
никовъ испытанныхъ марокъ для всякихъ назначеній, высше  
сорта „РАПИДЪ-САМОЗАКАЛКА“, стали специальныхъ свойствъ:  
никелевая, марганцевая „ХРОНОСЪ“ и проч. Сталь для горныхъ  
буравовъ, сталь бурильная пустотѣлая и витая (змѣевиковая).

Напильники, сверла спиральные, всевозможные ножи, пилы по  
дереву и металлу, шариковые подшипники (для вагонетокъ), наждач-  
ные издѣлія и проч., кирки (найла), проволочные стальные канаты.

Адресъ для телеграммъ: „Сталь-белеръ“.

# Акціонерное Промышленное Общество

1865—1882—1870

## МЕХАНИЧЕСКИХЪ ЗАВОДОВЪ

# „ЛИЛЬПОПЪ, РАУ и ЛЕВЕНШТЕЙНЪ“ ВЪ ВАРШАВЪ.

Основной капиталъ 4.000.000 рублей.

Заводъ существуетъ съ 1818 года.

Механическія и котельныя издѣлія.  
Товарные вагоны всякаго рода.  
Стрѣлки и принадлежности желѣзныхъ  
дорогъ.

Мосты, трубы чугунныя вертикальной  
отливки отъ 1 1/4 до 36 дюймовъ діаметр.

Лафеты, снаряды и повозки.

Заказы принимаетъ заводъ въ Варшавѣ по улицѣ Княжеской, № 2 А

## ПРЕДСТАВИТЕЛИ ОБЩЕСТВА:

въ С.-Петербургѣ: Адольфъ Адольфовичъ Бѣльскій, Фонтанка, № 6—12, уголъ  
Чернышева. Телефонъ № 225,

въ Москвѣ: Левъ Яковлевичъ Гадомирскій, Мясницкая ул., д. Микини, кв. № 7,  
въ Кіевѣ: Юліанъ Фаустиновичъ Жилинскій, Театральная ул., № 10-30, уголъ  
Фундуклеевской,

въ Варшавѣ, Царствѣ Польскомъ и Северо-Западномъ Краѣ: Владиславъ Ивановичъ  
Хроминскій, Варшава, Мокотовская, № 50 Телефонъ № 2500.

въ Минской губ.: Іоиль Наумовичъ Барашъ.

въ Ташкентѣ: Левъ Григорьевичъ Ридникъ.

въ Иркутскѣ: Григорій Александровичъ Яковлевъ, 4-я Солдатская ул. № 11/8.

въ Томскѣ: Константинъ Ивановичъ Пляцескій, Кривая ул. д. Паутова, 23.



—6

ВЫШЛА ИЗЪ ПЕЧАТИ НОВАЯ КНИГА

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.

Любавина.

Томъ V. Органическія вещества, 1-ая часть, ц. 5 р. Продается  
въ книжныхъ магазинахъ Думнова, Карбасникова въ Петер-  
бургѣ и Москвѣ. Тамъ же продаются—томы I—IV, по 5 р. за  
томъ. Выписывающіе отъ автора, по адресу Москва, Новин-  
скій бульваръ, д. Шанявской, *Николаю Николаевичу Любавину*,—

за пересылку не платятъ.

## ИНЖЕНЕРЪ-МЕХАНИКЪ.

(И. М. Т. У.) 34 л., женатъ, съ рѣдкой практик. на больш. газов. машин., въ наст. время  
заним. самостоят. постъ по электротехн. оборудованію (5-й годъ) всевозможн. предпріятій  
въ первоклас. электротехн. фирмъ, желаетъ перемѣн. мѣсто на завѣд. соотв. установк.  
Прекрасн. референц. Письмо.: Москва, Садовники, 11, г-ну А. Н. Ефремову для инж. А.



# КРАМАТОРСКОЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

Машиностроительный, Литейный, Чугуноплавильный,  
Прокатный и Сталелитейный Заводы

при ст. Краматорская, Южных жел. дор.

въ соединеніи съ фирмами:

**А. БОРЗИГЪ,**

Тегель—Берлинъ.

ДУИСБУРГСКОЕ

**МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО**

бывш. БЕХЕМЪ и КЕЕТМАНЪ, Дуисбургъ.

АКЦИОНЕРНОЕ О-ВО

**ЛЮДВИГЪ ШТУКЕНГОЛЬЦЪ,**

Веттеръ на Рурѣ.

АКЦИОНЕРН. О-ВО

**БЕНРАТСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОДЪ.**

БЕНРАТЬ.

Акц. О-во ДОННЕРСМАРКГЮТТЕ, Забрже.

**СПЕЦИАЛЬНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА:**

Машины для металлургическихъ заводовъ.  
Прокатныя паровыя машины.

Оборудованіе сталелитейныхъ. Воздухондувные машины, аккумуляторы, маятниковыя пилы, ножницы, разливныя тележки съ ковшами, станки для загибания и правки листового и фасоннаго желѣза, вальцетокарныя станки, дыропробивныя станки, строгальныя станки для листового желѣза, паровыя молота и пр.

Машины для загрузки мартеновскихъ и нагрѣвательныхъ печей.

Гидравлическія машины всякаго рода. Штамповальныя и кузнечныя прессы, гидравлическія болваночныя ножницы, прессы для шпаль, станки для загибания броневыхъ плитъ.

Машины для горныхъ заводовъ: угле- и рудоподъемныя машины, водоподъем-

ныя машины, паровыя лебедки, компресоры.

Паровыя машины: одноцилиндровыя, компаунды, тройного расширенія до 3000 лошадиныхъ силъ.

Паровозы всевозможныхъ конструкцій, танкъ-паровозы отъ 5 до 45 тоннъ служебнаго вѣса.

Краны и подъемныя машины испытанныхъ системъ.

Подъемы, лебедки, ворота, шпиль и проч. Специальныя машины для обработки металловъ.

Отливка валковъ и изложницъ: Валки съ закаленной поверхностью, мягкіе валки и валки съ ручьями. Изложницы для сталелитейныхъ. Чугунныя отливки вѣсомъ до 75000 кгр.—4500 пудовъ.

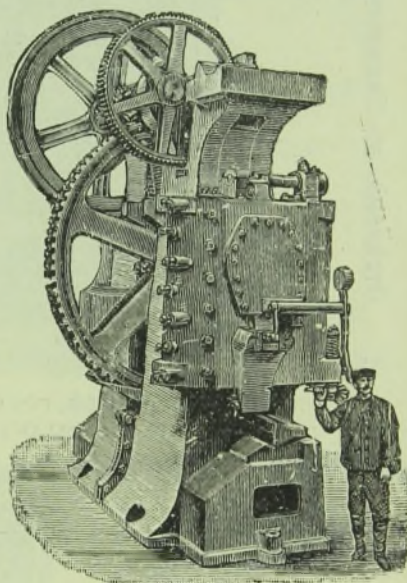
Желѣзныя конструкціи всякаго рода.

**СПЕЦИАЛЬНОСТИ ДОМЕННЫХЪ ПЕЧЕЙ:**

Гематитъ 0, 1 и 2, чугуны для литейныхъ заводовъ 0, 1, 2 и 3, бессемеровскій и веркальскій чугуны, ферромарганецъ.

**СПЕЦИАЛЬНОСТИ СТАЛЕ-ЛИТЕЙНОГО И ПРОКАТНАГО ЗАВОДОВЪ:**

Сортовое и фасонное желѣзо, балки, швеллера, проволоки, заготовки, болванки.

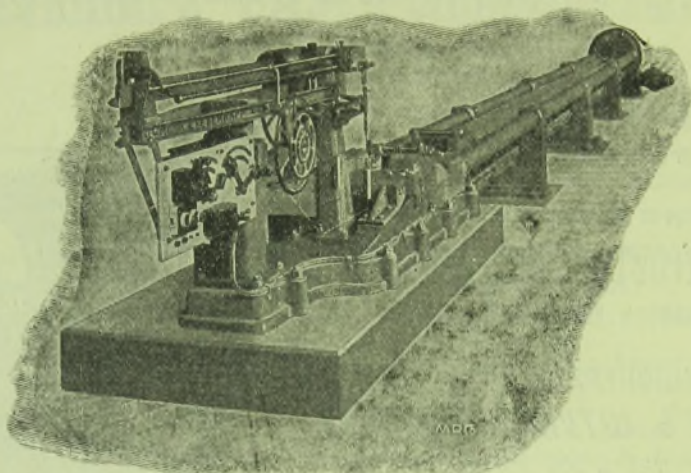


# ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНТОРА К. ШПАНЪ и СЫНОВЬЯ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ, Почтамтская, 4. — МОСКВА, Мясницкая, № 13.

РАЗНАГО РОДА ИСПЫТАТЕЛЬНЫЯ МАШИНЫ.

Отдѣленіе въ Ташкентѣ.



Универсальная горизонтальная испытательная машина въ 50,000 кгрм. силы натяженія.

—5

Высшая Награда  
„Grand Prix“



на Всемирной выставкѣ 1900 г.  
въ Парижѣ.

## Акціонерное Общество Котельныхъ и Механическихъ Заводовъ „В. ФИЦНЕРЪ и К. ГАМПЕРЪ“.

ЗАВОДЫ:

КОТЕЛЬНЫЙ, МОСТОСТРОИТЕЛЬНЫЙ и МЕХАНИЧЕСКІЙ.

въ Сосновицахъ, ст. Варшавско-Вѣнской ж. д.

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ и ЧУГУНОЛИТЕЙНЫЙ

въ Домбровѣ, ст. Варшавско-Вѣнской ж. д.

ТЕХНИЧЕСКІЯ КОНТОРЫ:

Въ С.-Петербургѣ: Набережная рѣки Мойки, 66.

„ Москва: Мясницкія ворота, домъ Кабанова.

„ Кіевѣ: Пушкинская, № 11.

„ Одессѣ, Казарменный пер., № 7.

„ Баку, Стукентъ и К<sup>о</sup>.

Въ Харьковѣ: Сушская, № 15.

„ Варшавѣ: Іерусалимская, № 66.

„ Лодзи: Евангелицкая, № 5.

„ Ригѣ: Николаевская, № 9.

„ Вильнѣ, В. Бокшанскій, Набережная, 8, кв. 6.

ГЛАВНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ:

Паровые котлы всевозможныхъ системъ. Пароперегрѣватели, подогреватели, экономайзеры, питательные насосы, автоматическіе котлопитающіе аппараты, водоочистительные аппараты. Полное устройство паровичень. Исслѣдованіе и исправленіе существующихъ и неправильно дѣйствующихъ паровичень. Трубопроводы, резервуары, желѣзные мосты, стропила, башни, колонны, балки и т. п. Подъемные краны всевозможныхъ системъ съ ручною и электрическою передачею. Полное оборудованіе сахарныхъ заводовъ. Аппараты для целлюлозныхъ, писчебумажныхъ, химическихъ, винокуренныхъ и пивоваренныхъ заводовъ. Оборудованіе доменныхъ печей, сталелитейныхъ и прокатныхъ заводовъ. Горнозаводскія сооруженія. Тюбинги. Транспортныя устройства проволоочными канатами и цѣпями. Вагонетки. Всевозможныя сварочныя работы. Гидравлическ. прессован. издѣлія: днища для паровыхъ котловъ, рамы для вагон. и паров. и т. п. Волнистыя грубы для топковъ котловъ. Желѣзн. фланцы. Чугунное литье. Колосники обыкн. и закален. Изложницы и Валики.

Адресъ для телеграммъ: „ФИЦГАМЪ“.



# АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО „СОЕДИНЕННЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ“ ВЪ С.-ПЕТЕРБУРГѢ.

ПРАВЛЕНИЕ и КОНТОРА: Васильевск. Остр., Николаевская наб., 11.

Телефоны Правленія: №№ 246-55, 247-35 и 298-18.

Адр. для писемъ: Почтовый ящикъ № 218. Адр. для телегр.: Кабель — Петербургъ.

## ПРЕДСТАВИТЕЛИ:

**Баку**, Э. Ф. Бьерингъ и К-о.  
**Варшава**, Л. Ф. Зелинскій, Ма-  
зовецкая, 4.  
**Кіевъ**, А. Л. Грунау, Тимофѣв-  
ская, 5.  
**Москва**, А. Л. Самельсонъ, Рож-  
дественскій бул., д. Ценкеръ.

**Одесса**, Д. Кальмбахъ, Нѣжин-  
ская ул., № 59.

**Рига**, Р. Ристъ, Почтов. ящикъ 473,  
Александр. ул., 31.

**Харьковъ**, А. Кубо, Чернышев-  
ская, № 30.

**ПРОВОЛОКА:**  
КРУГЛАЯ, ФАСОННАЯ и ТРОЛЛЕЙНАЯ;  
Прутья, полосы и ленты,  
ПРЯДИ и КАНАТЫ  
изъ электролитической мѣди.

## КАБЕЛИ

всякаго рода

для сильнаго тока, для  
электрическаго освѣще-  
нія и для передачи элек-  
трической энергіи.

## ШАХТОВЫЕ КАБЕЛИ.

## КАБЕЛИ

всякаго рода для слабого тока,

телефонные, телеграф-  
ные, сигнальные и мин-  
ные.

## АРМАТУРНЫЯ ЧАСТИ

къ КАБЕЛЯМЪ и т. п.

## ИЗОЛИРОВОЧНЫЙ МАТЕРІАЛЪ:

РЕЗИНА, ГУТТАПЕРЧА-  
КОМПАУНДЪ, ИЗОЛИ-  
РОВОЧНАЯ ЛЕНТА.

Бронзовая проволока.  
РЕЛЬСОВЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ  
„НЕПТУНЪ“.

Реотановая проволока  
для РЕОСТАТОВЪ.

## ПРОВОДНИКИ

изолированные всякаго рода,  
для электрическаго  
освѣщенія и передачи  
энергіи.

## ПРОВОДНИКИ

ТЕЛЕГРАФНЫЕ и ТЕЛЕФОННЫЕ.

ПРОВОДНИКИ электросигналь-  
ные для рудниковъ.

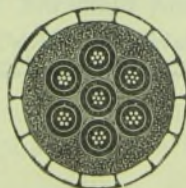
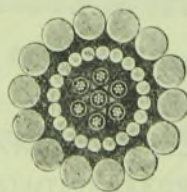
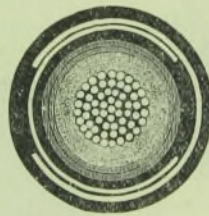
ТРУБЧАТЫЕ ПРОВОДА.

## ПРОВОЛОКА

изолированная  
для динамо-машинъ,  
трансформаторовъ, звон-  
ковъ и проч.

## ТРОССЫ

гибкіе, стальные проволочные  
для подвѣшиванія  
дуговыхъ фонарей.





# ТОВАРИЩЕСТВО МОСКОВСКАГО МЕТАЛЛИЧЕСКАГО ЗАВОДА.

ПРАВЛЕНИЕ

**МОСКВА**, у РОГОЖСКОЙ ЗАСТАВЫ ТЕЛЕФ 90-50.  
СКЛАДЪ 20-08.

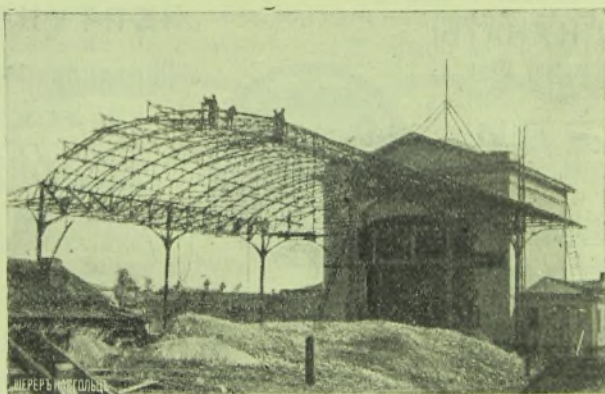
и ПРОДАЖНАЯ КОНТОРА, МЯСНИЦКАЯ, №20. ТЕЛЕФ 5-54.

## СТАЛЬНЫЕ ПРОВОЛОЧНЫЕ КАНАТЫ

ГАРАНТИЯ ЗА НАИВЫСШУЮ ПРОЧНОСТЬ

СОРТОВОЕ ЖЕЛѢЗО

ТЕЛЕГРАФНАЯ ПРОВОЛОКА и КРЮКИ



РЕЛЬСОВЫЯ СРѢПЛЕНІЯ

## МОСТЫ, СТРОПИЛА

и ДРУГІЯ СООРУЖЕНІЯ ИЗЪ ЖЕЛѢЗА

**СТАЛЬНОЕ ЛИТЬЕ** по ЧЕРТЕЖАМЪ и МОДЕЛЯМЪ

ПРОВОЛОКА, ГВОЗДИ, БОЛТЫ, ГАЙКИ и ЗАКЛЕПКИ

**ЧЕРНАЯ и БѢЛАЯ ЖЕСТЬ**

ПРОВОЛОЧНАЯ КОЛЮЧАЯ ИЗГОРОДЬ,

МЕБЕЛЬНЫЯ ПРУЖИНЫ.





Правленіе акціонернаго общества

„Б. И. ВИННЕРЪ“

для выдѣлки и продажи пороха, динамита и дру-  
гихъ взрывчатыхъ веществъ.

С.-Петербургъ, Пантелеймонская ул., № 4.

Телефонъ № 2367.

Склады динамита съ принадлежностями, бѣлаго горн. пороха  
обыкновеннаго миннаго пороха, зажигательныхъ шнуровъ и капсюлей  
расположены въ слѣдующихъ мѣстахъ:

**Ураль и западная Сибирь:**

Главныйуполномоченный Алексѣй Афиногеновичъ Желѣзновъ.  
Пермской губерніи—г. Екатеринбургъ, собств. домъ.  
Мѣстный агентъ въ Миассѣ Н. А. Желѣзновъ.

**На Кавказѣ:** Близъ города Тифлиса.

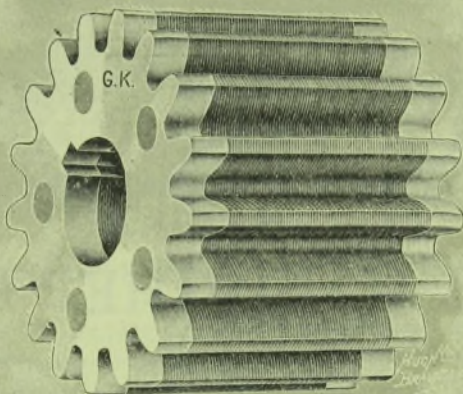
Главный уполномоченный Самуилъ Львовичъ Клебанскій  
Тифлисъ, Елизаветинская, 45.

**Въ Донецкомъ бассейнѣ и въ Кривомъ Рогѣ.**

Главный уполномоченный Т-во „Файнбергъ и Кардонскій“.  
Мѣстный Агентъ въ Кривомъ Рогѣ К. Д. Перри.

# III БЕЗШУМНЫЙ ХОДЪ. III

Только самый  
лучшій  
матеріаль  
и  
точная,  
прецизіонная  
работа.



Цѣны  
дешевыя  
внѣ  
конкуренціи,  
немедленная  
поставка.

## ШЕСТЕРНИ и ПРИВОДНЫЯ КОЛЕСА

изъ сырой кожи, соединенной со шведской бумажной массой.

■ ГЕРМ. ПРИВИЛЕГІЯ. ■

Значительно прочнѣе, крѣпче и нечувствительнѣе колесъ изъ сырой кожи.

Испытанія, сдѣланныя въ Корол. Техническомъ Институтѣ въ Шарлоттенбургѣ, доказали значительное превосходство комбинированныхъ колесъ надъ приводными колесами изъ сырой кожи!

Кромѣ того, Доставляемъ шестерни и приводныя колеса изъ: сырой кожи, шведской бумажной массы и специальной фибры. Прецизионныя шестерни, какъ напр.: цилиндрическія, коническія и винтовыя колеса съ фрезерованными и строганными зубьями изъ желѣза, стали, бронзы и пр. Полныя червячныя передачи.

Самая солидная работа. — Самыя дешевыя цѣны. — Скорѣйшая поставка.

**АЛЬФОНСЪ ЯНЕЛЬ,** Бохумъ  
(Пруссія)

прежде Гергардъ Кестерманъ.

Адресъ для телегр. JANNEL-BOCHUM.

Главный представитель для всей Россіи

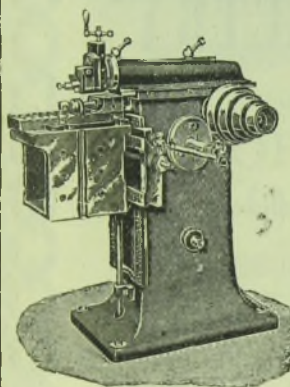
А. Миллеръ, Невскій, 57, С.-Петербургъ.



**ЗАНДЕРЪ МАРТИНСОНЪ въ г. Ригѣ**

— Дерптская улица №. 16/18 —

**Специальная фабрика цѣпей Галля** —12



## СТРОГАЛКИ И ШЕПИНГЪ-МАШИНЫ

(поперечно-строгательныя машины)

НАИБОЛЬШЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ  
И САМОЙ ЛУЧШЕЙ КОНСТРУКЦИИ.

ПОСТАВЛЯЮТЪ СЪ МНОГИХЪ ЛѢТЪ КАКЪ СПЕЦІАЛЬНОСТЬ

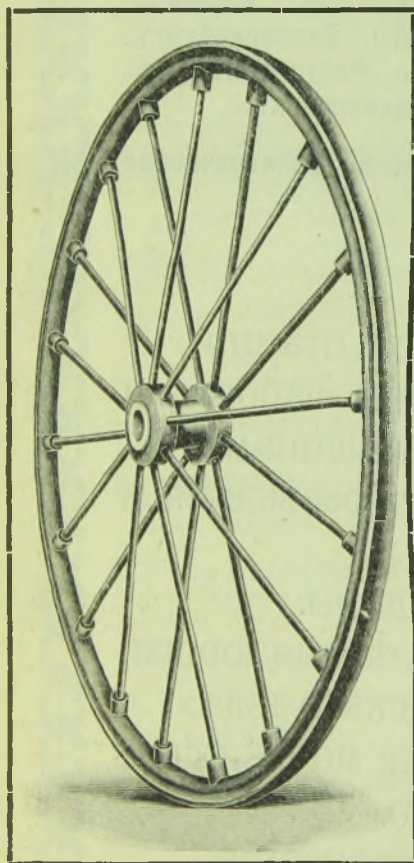
**Ф. И. ДРЕШЪ СЫНОВЬЯ** Тов. съ огран. отв.

Хемнитцъ—Саксонія.

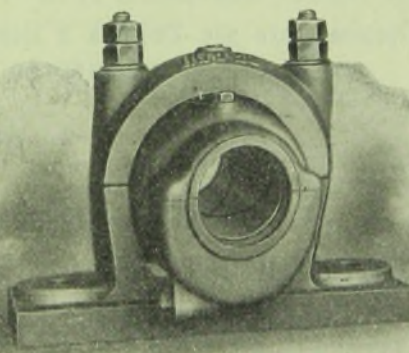
(F. I. Dresch Soehne G. m. b. H. Chemnitz—Sachsen).

Корреспонденція на нѣмецк., англійск. и французск. языкахъ.

—8



Требуйте каталогъ № 251.



## ТРАНСМИССИИ

новѣйшихъ конструкцій съ кольцевой самосмазкой.

Акц. Общ. **І. ЮНЪ.** Лодзь.

—1

РУССКОЕ ОБЩЕСТВО  
**„ВСЕОБЩАЯ КОМПАНИЯ  
 ЭЛЕКТРИЧЕСТВА“.**

„А. Е. Г.“

Заводы въ Ригѣ.

(Акціонерный капиталъ 7.000.000 р.).

С.-Петербургъ, Караванная, 9. Москва, Лубянской про-  
 ѣздъ, д. Стахѣева. Кіевъ, Прорѣзная, 17. Харьковъ,  
 Рыбная, 28. Рига (Заводы и Отдѣленіе), Петербург-  
 ское шоссе, 19. Одесса, Ришельевская, 14. Варшава,  
 Маршалковская, 130. Лодзь. Сосновицы. Екатеринбургъ.  
 Екатеринославъ, Проспектъ д. Когана. Ростовъ на Д/ну.  
 Самара, Омскъ, Иркутскъ, Владивостокъ.

Представители для Тифлиса и Баку: „Бакинское Электрическое  
 Общество въ Баку“.

Устройство центральныхъ станцій.  
 Электрическое оборудованіе фабрикъ и  
 заводовъ спеціальными машинами.  
 Устройство электрическаго освѣщенія и  
 передачи силы.  
 Турбо-динамо-машины.  
 Электрическія городскія желѣзныя дороги.  
 Машины для горнозаводекаго дѣла.  
 Электрическое оборудованіе морскихъ и  
 рѣчныхъ судовъ.  
 Желѣзнодорожная сигнализациа.





Русское  Общество

Д Л Я

**ВЫДѢЛКИ и ПРОДАЖИ ПОРОХА.**

Правленіе: С.-Петербургъ, Казанская ул., № 12.

**ПОРОХОВЫЕ ЗАВОДЫ:**

Близъ гор. Шлиссельбурга и близъ ст. „Заверце“, Варш.-Вѣнск. жел. дор.

**Отдѣленіе для выдѣлки ДИНАМИТА**

при Шлиссельбургскомъ пороховомъ заводѣ.

**Собственные склады Общества для горнаго миннаго пороха, динамита и принадлежностей для взрыва:**

**НА КАВКАЗѢ:**

бл. ст. „БЕСЛАНЪ“, Владикавказ-  
ской жел. дор.  
бл. ст. „ГОМИ“, Закавказск. ж. д.  
бл. г. БАТУМА.

Завѣд. Представитель для Кавказа  
**А. Г. Снѣжковъ**, Тифлисъ, Фрей-  
линская, 3.

**ВЪ ДОНЕЦКОМЪ БАСЕЙНѢ:**

бл. г. АЛЕКСАНДРОВСКА - ГРУ-  
ШЕВСКАГО, Обл. Войска Донск.  
бл. сел. МАКЪЕВКИ, Обл. Войска  
Донского.  
бл. г. БАХМУТА (при ст. „Попас-  
ная“, Екатерининской жел. дор.).

Завѣд. **А. И. Липскій**, Почт. Конт.  
„Дебальцево“, Енатеринославск. губ.

**ВЪ КРИВОРОГСКОМЪ БАСЕЙНѢ:**

бл. м. КРИВОЙ РОГЪ, Екатери-  
нославской губ.  
бл. стан. „ДОЛГИНЦЕВО“, Ека-  
терин. жел. дор.

Завѣд. Представитель для Юго-  
Западной Россіи **В. Левенсонъ**,  
г. Енатеринославъ, Проспектъ, № 115.

**НА УРАЛѢ и въ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ:**  
при НИЖНЕТАГИЛЬСКОМЪ ЗА-  
ВОДѢ, Пермск. губ.

бл. ст. „МІАССЪ“, Оренб. губ.

Завѣд. **М. А. Дмитріевъ**, г. Ена-  
теринбургъ, Коробковская, 38, соб. д.

**ВЪ СРЕДНЕЙ СИБИРИ:**

бл. г. ИРКУТСКА.

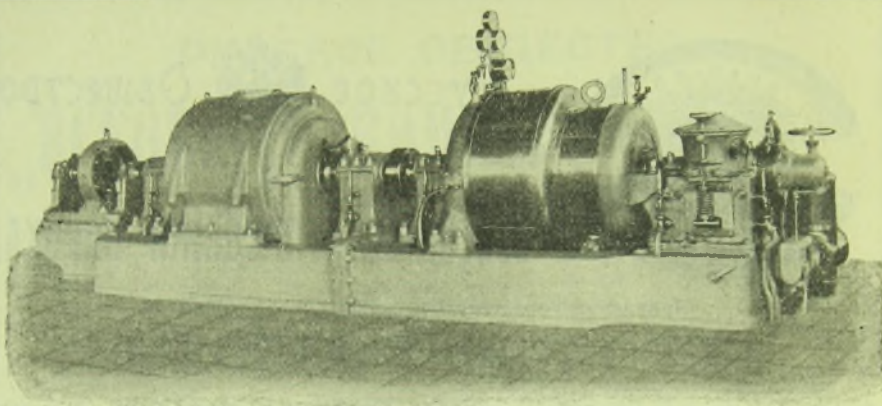
Завѣд. **А. В. Ивановъ**, г. Ир-  
кутскъ, 6-я Солдатская, соб. домъ.

**ВЪ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ:**

бл. г. ВЛАДИВОСТОКА, Прим.  
Области.

Завѣд. Торговый Домъ **Кунстъ**  
и **Альберсъ**, г. Владивостокъ.

Съ заказами на минный порохъ специально для соляныхъ копей  
просить обращаться въ Правленіе Общества.



КОМПАНИЯ

**С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО МЕТАЛЛИЧЕСКАГО ЗАВОДА.**С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
(Выб. стор.).Полустровская наб., 19.  
Телефонъ № 361.**ТУРБОГЕНЕРАТОРЫ**

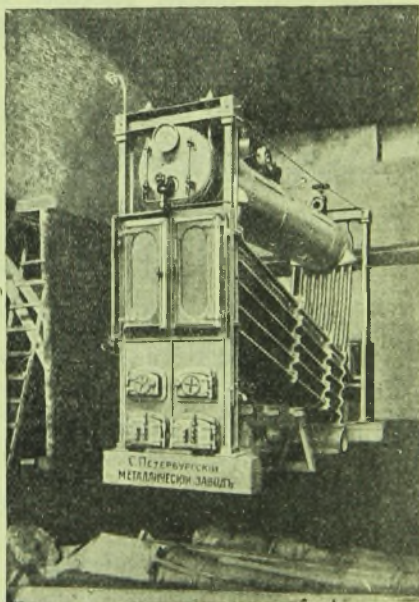
переменнаго и постояннаго тока.

**ТУРБОНАСОСЫ**

высокаго давления.

**ТУРБОКОМПРЕССОРЫ**высокаго и низкаго давления для  
утилизациі отработаннаго пара па-  
ровыхъ механизмовъ.**ПАРОВЫЯ ТУРБИНЫ**для приведенія въ дѣйствіе бы-  
строходныхъ судовъ.**ПРЕИМУЩЕСТВА:**

меньшее число деталей, большіе зазоры между подвижной и неподвижной частями, удобство и безопасность сборки и разборки, самый незначи-  
тельный уходъ, автоматическая смазка подшип-  
никовъ, конденсатъ свободный отъ масла, высокій  
коэффициентъ полезнаго дѣйствія, малый вѣсъ.

**ПОЛНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ СТАНЦІЙ.**

ПАРОВЫЕ КОТЛЫ РАЗНЫХЪ СИСТЕМЪ.

**ВОДОТРУБНЫЕ КОТЛЫ системы БАБКОКЪ и ВИЛЬКОКСЪ**

съ выключающимися пароперегрѣвателями.

**ПОЛНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОТЕЛЬНЫХЪ.**

ЦѢНЫ И ЧЕРТЕЖИ ПО ЗАПРОСАМЪ.



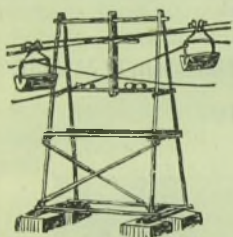
# АКЦ. ОБЩ. „АРТУРЪ КОППЕЛЬ“.

Собственные заводы въ С.-Петербургѣ и Варшавѣ.

Правленіе: С.-Петербургъ, Невскій пр. 116.

Отдѣленія: Москва, Варшава, Харьковъ, Кіевъ. Одесса. Рига, Гельсингфорсъ,  
Владивостокъ.

## ГЛАВНѢЙШІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТИ:



Полевые и подъездныя желѣзныя дороги.  
Автоматическіе откаты, подъемники и спуски.  
Проволочно-канатныя дороги.  
Сооруженія для добыванія торфа.  
— Складъ вагонетокъ, рельсъ, стрѣлокъ,  
паровозовъ и проч. —



Подъемные краны всѣхъ системъ.

Шахтные подъемники.

Элеваторы. Зернохранилища.

Желѣзн. конструкціи.

Землечерпательныя машины  
и экскаваторы.

Паровыя машины и котлы.  
Насосы.

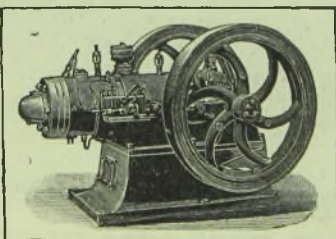
Локомобили промышл. и  
сельско-хозяйственные.

Двигатели нефтяные и газо-  
генераторные.

Конденсаціон. и водоохла-  
дительныя сооруженія.

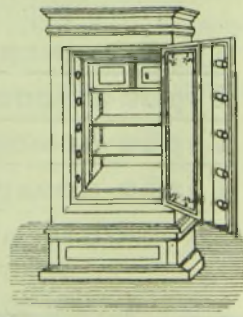
Воздушные компрессоры и перфораторы.

Лѣсообдѣлочныя машины.



Несгораемые шкафы и двери.

Бронированныя кассы и кладовыя.



— Каталоги и смѣты бесплатно. —

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКІЕ ЗАВОДЫ

Акціонернаго Общества

# Броунъ, Бовери и Ко

въ БАДЕНЪ (въ Швейцаріи).

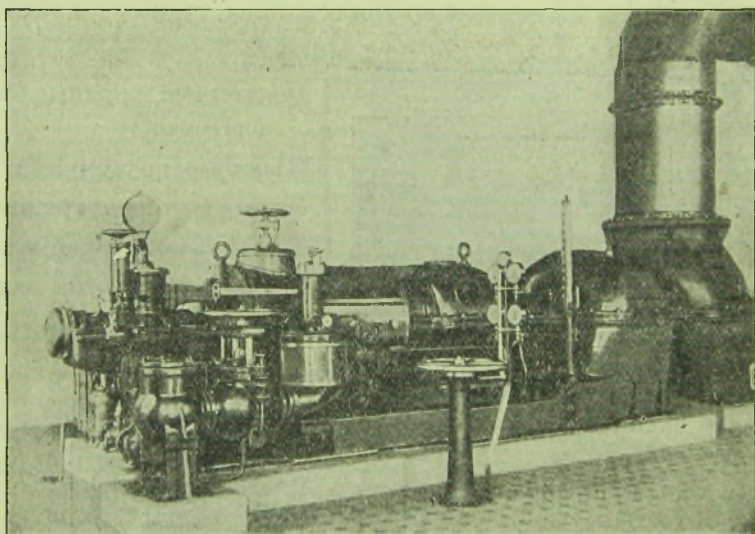
ЕДИНСТВЕННЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ДЛЯ ВСЕЙ РОССИИ  
Инженеръ Р. Э. ЭРИХСОНЪ.

ГЛАВНАЯ КОНТОРА:

МОСКВА, Мясницкая, д. 20. Телефонъ № 1322.

ОТДѢЛЕНІЕ: С.-ПЕТЕРБУРГЪ, Невскій просп., 92. ТЕЛЕФОНЪ № 2151.

Телеграммы:	Москва	} Турбо.
	Петербургъ	



**Паровыя турбины** системы Броунъ-Бовери-Парсонсъ.

**Паровыя турбины** низкаго давленія, для работы мя-  
тымъ паромъ.

**Турбо-генераторы** постояннаго и переменнаго тока.

**Турбо-насосы** высокаго давленія (до 60 атм.).

**Турбо-компрессоры** высокаго давленія.

**Турбо-воздуходувки** для доменныхъ печей.

Электрическая передача силы на разстояніе. ✻ Электрическое распредѣленіе силы.

Электрическое освѣщеніе. ✻ Электрическая тяга.

—1



## РУССКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

## — ВЕСТИНГАУЗЪ —

Акционерное Общество съ основнымъ капиталомъ въ 2.500.000 руб.

МОСКВА

|| Электромеханическіе заводы въ Москвѣ, || С.-ПЕТЕРБУРГЪ

Мясницкій пр. 2.

|| по Камеръ-Коллежскому валу, у Симонова Мон. ||

Гороховая, 61.

Телеграфный адресъ для Москвы и СПб.: „РУСЕЛЕКЪ“.

*Представители* въ г.г. Бану, Варшавѣ, Владивостокѣ, Екатеринославѣ, Иваново-Вознесенскѣ, Кіевѣ, Одессѣ, Ригѣ, Вильнѣ, Ростовѣ н/Д, Рязани, Самарѣ, Саратовѣ, Сызрани, Томскѣ и Харьковѣ.

полное устройство **электрическихъ** желѣзныхъ дорогъ, городскихъ и междугороднихъ электрическихъ **трамваевъ**, электрическаго освѣщенія городовъ; электрическое **оборудованіе фабрикъ, заводовъ, рудниковъ** и всякаго рода **горныхъ** предприятий.

**ШАХТНЫЕ** подъемники системы **ВЕСТИНГАУЗЪ**.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО

и право продажи

для всей

РОССІЙСКОЙ ИМПЕРІИ

ВРУБОВЫХЪ

электрич. машинъ

сист.

ВЕСТИНГАУЗЪ-ГУДМЭНЪ

для механической  
подняти

каменнаго угля,  
антрацита, камен-  
ной соли, желѣзной  
руды и пр.



Электрическая врубовая машина сист. ВЕСТИНГАУЗЪ-ГУДМЭНЪ  
дѣльного типа „Standard—E“ на автоматич. тележкѣ.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ЭЛЕКТР. ВРУБОВЫХЪ МАШИНЪ ВЕСТИНГАУЗЪ-ГУДМЭНЪ:

- 1) ВРУБОВАЯ МАШИНА успешно работаетъ въ **самыхъ твердыхъ породахъ** каменнаго угля, антрацита, песчаника, желѣзной руды, каменной соли и пр. и пр.
- 2) ВРУБОВАЯ МАШИНА вполне успешно работаетъ въ **низкихъ пластахъ** отъ 22 дюйм.
- 3) **ВЫСОТА ВРУБА** отъ 3 до 4 дюйм.

4) ВРУБЪ можно дѣлать **вполнѣ на уровнѣ пола**, а также **подъ угломъ** паденія до 22 градусовъ.

5) ВЪ 10 ЧАСОВЪ врубовая машина подкалываетъ **до 80 кв. сажень** каменнаго угля.

6) **СТОИМОСТЬ ПОДРУБКИ** одного пуда каменнаго угля—отъ 0,15 до 0,5 коп.

СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОВЪ И СМѢТЪ.—КАТАЛОГИ—ПО ВОСТРЕБОВАНИЮ.



МОСКВА. Исполненные оборудованія на Всемирной  
— Парижской Выставкѣ 1900 года. —

Grand Prix. Большая золотая медаль.

Н. НОВГОРОДЪ.

1882. 1896.

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
МЕХАНИЧЕСКИХЪ ЗАВОДОВЪ  
**БОРМАНЪ, ШВЕДЕ и К<sup>о</sup>**  
— ВЪ ВАРШАВѢ. —

Паровые котлы всѣхъ системъ. Водотрубные специально для высокаго давления. Гидравлическая напелка. Сварныя работы и Гидравлически прессованныя издѣлія. Желѣзные конструкции, колонны, окна. Подогреватели. Пароперегреватели и Экономейзеры.

Вполнѣ оборудуютъ согласно новѣйшимъ требованіямъ техники:

Сахарные, Рафинадные, Винокуренные, Ректификаціонные, Дрожжевые, Коньячные, Крахмальные, Крахмально-Паточные. Пивоваренные, Сушильные для картофеля, хлѣба и барды Заводы. Аппараты системы «БАРБЕ», производящіе въ одинъ приемъ изъ бражки или сырца до 98% ректификата самаго высокаго качества. Аппараты для очистки и опрѣсненія питательныхъ водъ и для другихъ промышленныхъ цѣлей. Бронзовые клейменныя мѣры для жидкости. Всякія работы, входящія въ область Желѣзнаго и Мѣднаго котельнаго дѣла. Желѣзные герметическія бочки.

Собственныя конторы:

въ Варшавѣ, Сребрная ул., № 16.  
въ Кіевѣ, Музыкальный пер., д. Росс. Страх. Общ.  
въ Москвѣ, Мясницкая ул., № 61.

Адресъ для телеграммъ: „Варшава Борманшведе“. — 3

ГОДОВ. ПРОИЗВ. 2000 ЛОКОМОБИЛЕЙ.

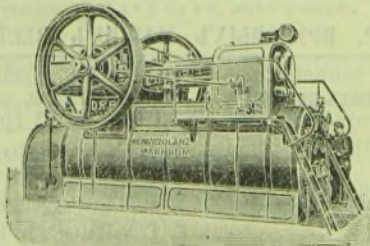
ГЕНРИХЪ **ЛАНЦЪ**, МОСКВА.  
Мясницкая. № 1.

ЗАВОДЪ въ МАНГЕЙМЪ — Германія.

ПАТЕНТОВАННЫЕ СЪ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯМИ

**ЛОКОМОБИЛИ**

и клапаннымъ парораспределеніемъ системы Ланцъ.



НАДЕЖНѢЙШІЙ, УДОБНѢЙШІЙ И ПРОСТѢЙШІЙ  
МОТОРЪ СОВРЕМЕННОСТИ.

МОЩНОСТЬЮ отъ 10—1000 Д. Л. С.

ОБЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО 26000 ЛОК.



ПИШУЩАЯ МАШИНА



„КОНТИНЕНТАЛЬ“

Лучшая по конструкции и прочности.

1. Видимый во время письма шрифт.
2. Большое количество знаков, въ томъ числѣ V и готовые дробн  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ .
3. Обратное передвиженіе каретки на одну букву.
4. Двухцѣтная лента.
5. Десятичный табуляторъ и много другихъ важныхъ преимуществъ.

ВЕЛОСИПЕДЫ И МОТОЦИКЛЫ

„Вандереръ“ =  
= и „Марсъ“.



Принадлежности для велосипедовъ и мотоцикловъ.

ФОНАРИ

для велосипедовъ, мотоцикловъ, автомобилей. а также ручные.

Спеціальные прейсъ-курранты высылаются бесплатно.

ЕДИНСТВЕННЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ

ТОРГОВЫЙ ДОМЪ

Телефоны  
421-54 и  
38-75.

ЛИРЪ и РОССБАУМЪ.

Телефоны  
421-54 и  
38-75.

С.-Петербургъ. Главнй складъ: Гороховая, 48.

Отдѣленіе: Литейный пр., 40.

1—2

Тре-  
буйте

Каталогъ 48

для заводовъ  
училищъ  
казармъ  
и т.п.

Умывальниковъ  
Клозетовъ  
Ночныхъ горшковъ  
Купалень  
Душей  
Кофейныхъ и чайныхъ варильныхъ аппаратовъ  
Железныхъ шкафовъ для одежды  
Огнетушительныхъ аппаратовъ

Юлия ЦИНТГРАФА

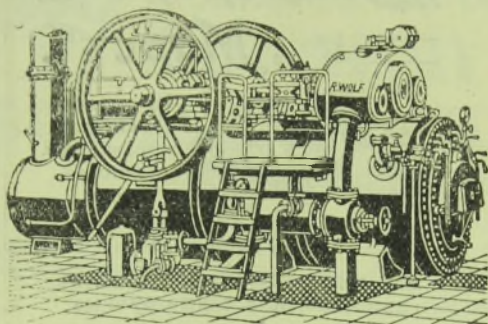
СПЕЦІАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО  
САНИТАРНЫХЪ УСТРОЙСТВЪ.

Клеймо Адселля.

КЕЛЬНЬ на Рейнѣ, Германія.

ищутъ  
представителей-техниковъ

Брюссель и Буэнос-Айресъ 1910: 3 Grands-Prix.

**Р. ВОЛЬФЪ.**МАГДЕБУРГЪ—БУКАУ.  
(ГЕРМАНИЯ).**ОТДѢЛЕНІЯ:**

МОСКВА. Мясницкая, домъ Мишина.  
С.-ПЕТЕРБУРГЪ. Каменноостр. пр. №16.  
КИЕВЪ. Пушкинская. № 6.  
РОСТОВЪ н. ДОНУ. Больш. Садовая. №28.  
ЕКАТЕРИНБУРГЪ. Тарасовская наб.. 2.

ПАТЕНТОВАННЫЕ

# ЛОКОМОБИЛИ

СЪ ПЕРЕГРѢТЫМЪ ПАРОМЪ  
СЪ БЕЗКЛАПАНЫМЪ

=====

вполнѣ точнымъ парораспределеніемъ.

=====

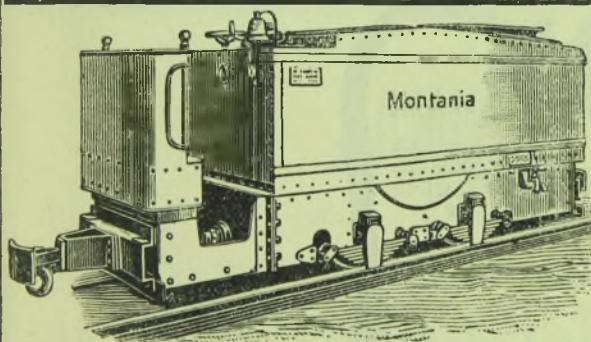
Оригинальная конструкція Вольфа отъ 10—800 дѣйств. лош. силъ.

## Двигатели высш. совершенства и наибольшей экономичности.

Лишь въ горнозаводской промышленности  
находятся въ настоящее время **837** локомотилей Вольфа  
въ дѣйствиіи.

--12

Построено локомотилей свыше 720.000 лошадиныхъ силъ.



## РУДНИЧНЫЕ ЛОКОМОТИВЫ

для привода бензиномъ, бен-  
золомъ, спиртомъ и т. д. Самая  
дешевая и прочная откатка  
подъ поверхностью земли и на  
дневной поверхности.

*Совершенная безуходность!*

*Безъ опасности отъ огня!*

*Сейчасъ готовый для*

*■ ■ ■ употребленія!*

## Машиностроительный заводъ „МОНТАНІА“.

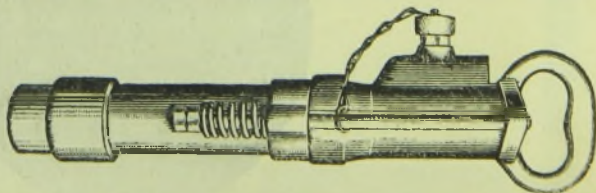
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО прежде ГЕРЛАХЪ и КЕНИГЪ.  
НОРДГАУЗЕНЪ (ГЕРМАНИЯ).

## Maschinenfabrik „MONTANIA“.

ACTIEN GESELLSCHAFT vormal's GERLACH & KÖNIG.  
NORDHAUSEN (DEUTSCHLAND).

## БУРОВЫЯ МАШИНЫ ДЛЯ КАМНЯ

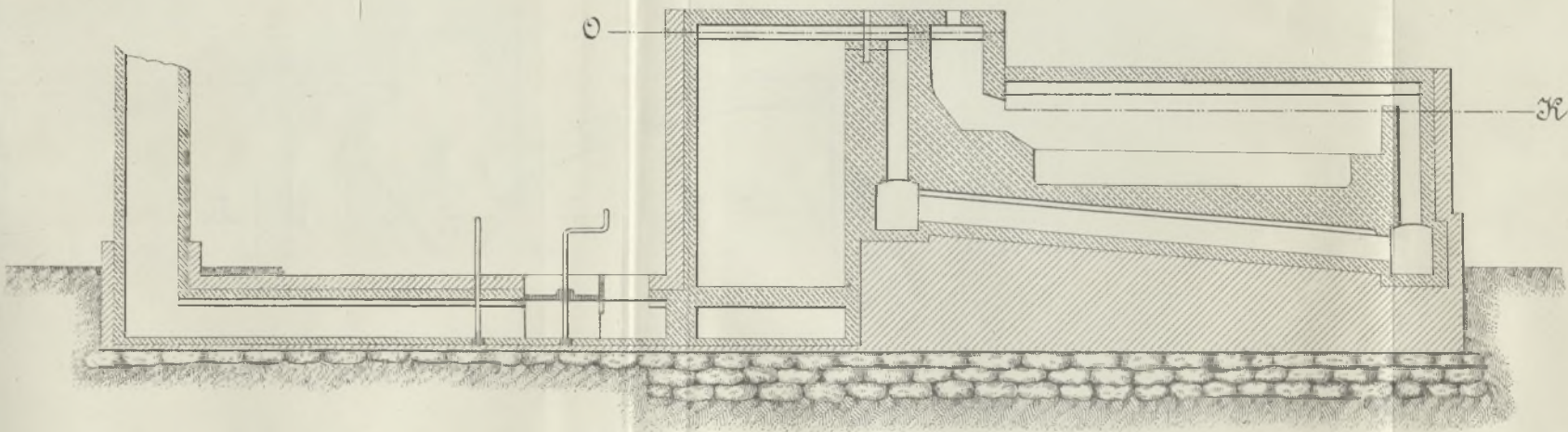
съ воздушнымъ и электри-  
ческимъ приводомъ  
самой большой крѣпкости и произ-  
водительности.



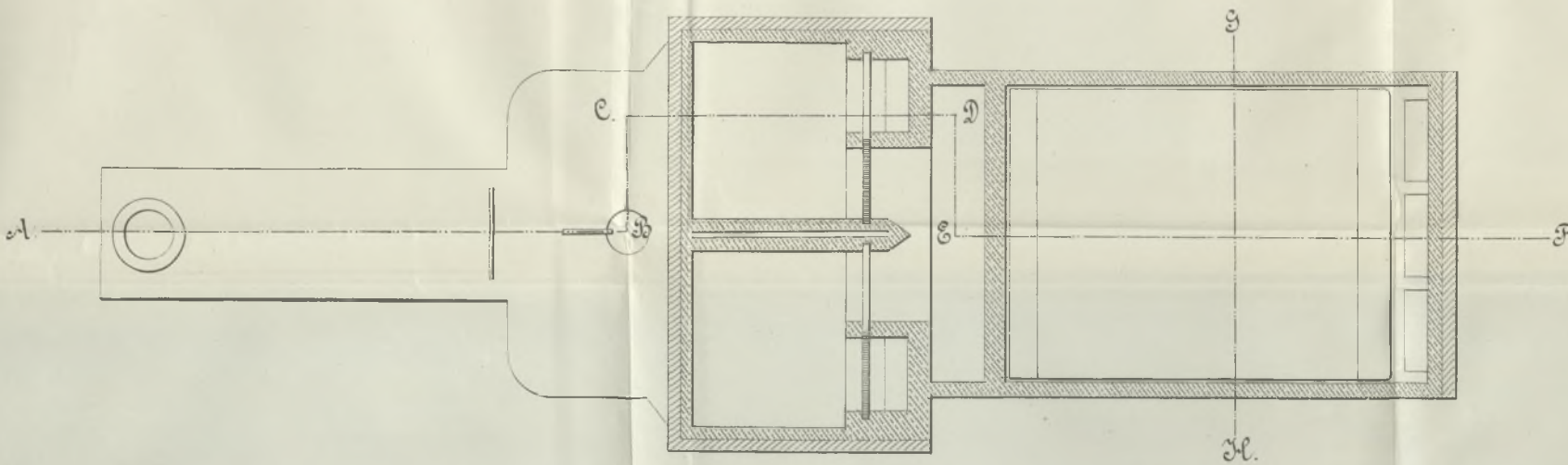


Чертежъ № 1.

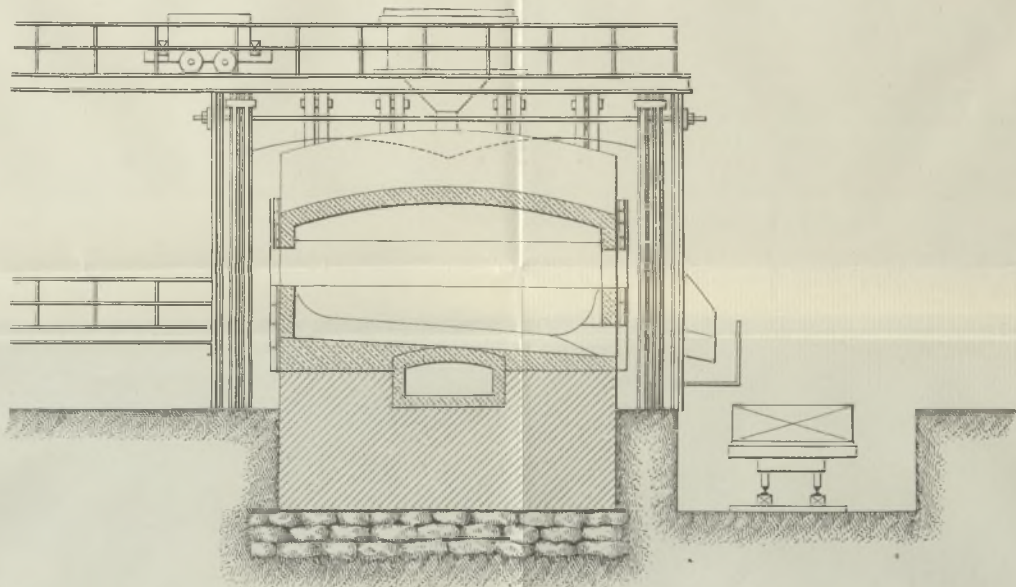
а) Разрѣзъ по ABCDEF.



б) Разрѣзъ по ОК.

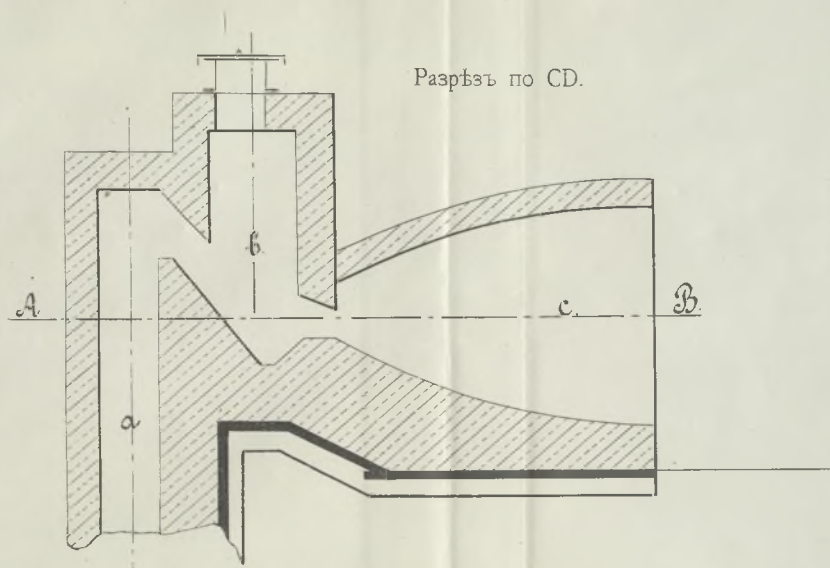


в) Разрѣзъ по ГН.

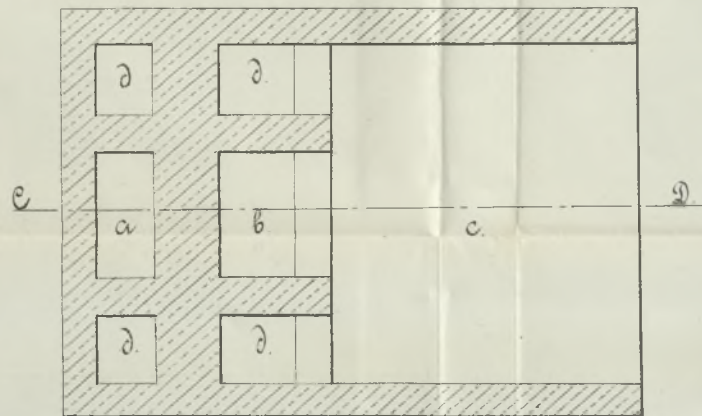




Чертежъ № 3.



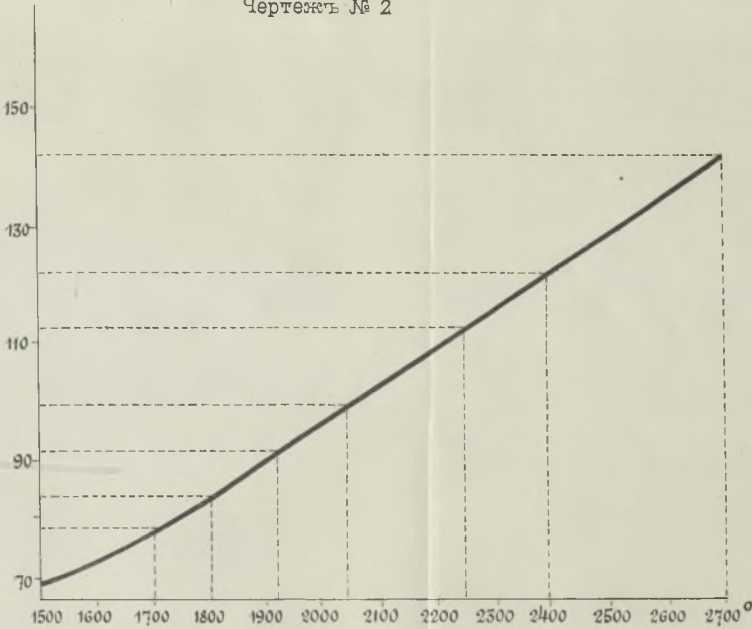
Разрѣзъ по AB.



ОБОЗНАЧЕНІЯ:

- a* — воздушный каналъ изъ регенератора.
- b* — генераторъ.
- c* — рабочее пространство.
- d* — воздушные каналы изъ регенератора.

Чертежъ № 2



Чертежъ № 4.

