

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЫЙ
ГОРНЫМЪ УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

Томъ четвертый.

ОКТАБРЬ.

1914 годъ.

СОДЕРЖАНИЕ:

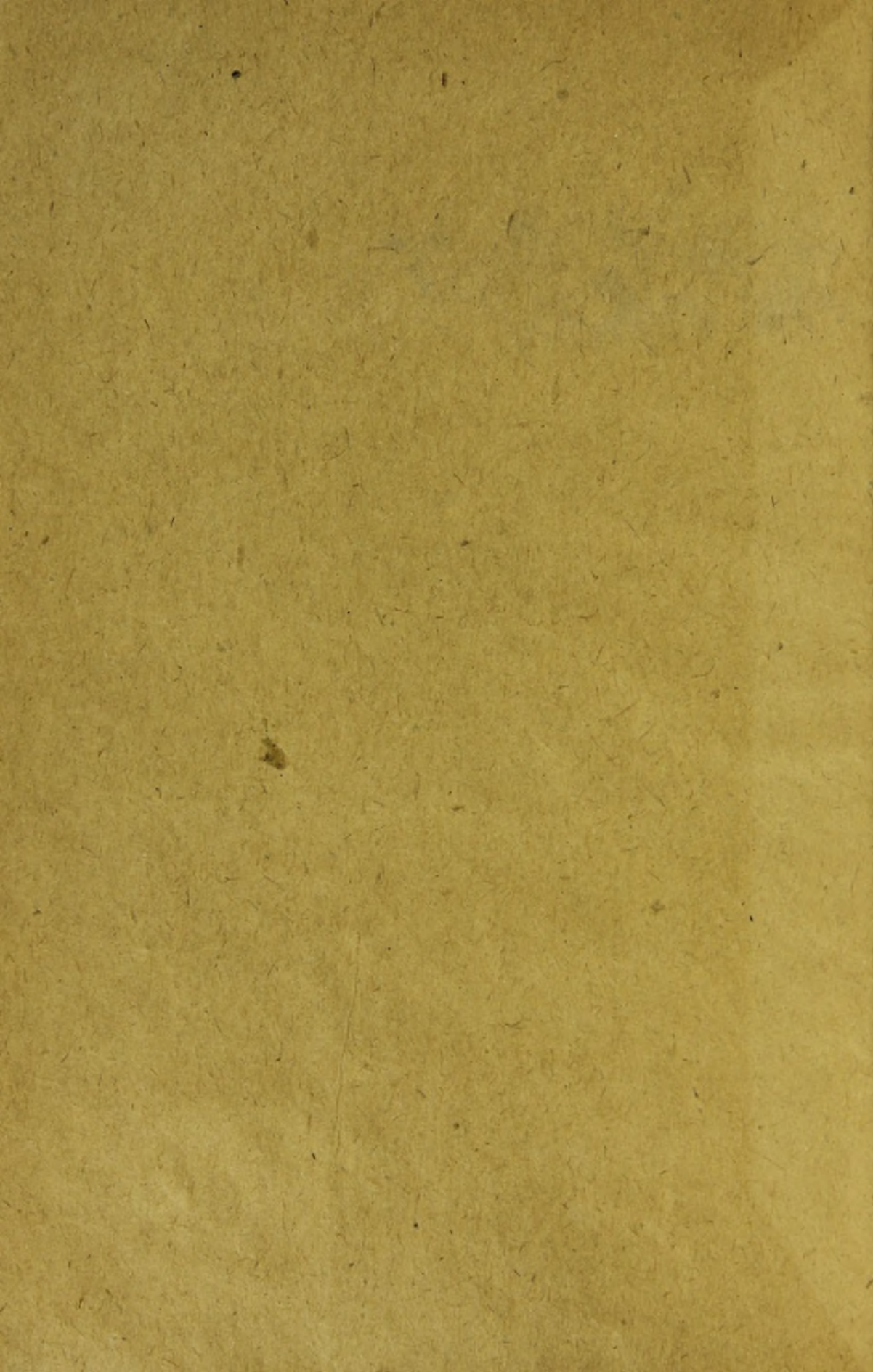
ЧАСТЬ ОФИЦИАЛЬНАЯ.

Узаконенія и распоряженія Прави- тельства.

	СТР.
О продленіи срока для собранія пер- вой части основного капитала гор- нопромышленнаго акціонернаго Общества Е. Ф. Верфель	159
О продленіи срока для собранія пер- вой части основного капитала золотопромышленнаго Товарище- ства на паяхъ „Синташты“	—
Объ измѣненіи устава Общества Ста- раховицкихъ горныхъ заводовъ	—
О ъ увеличеніи основного капитала Грозненскаго Общества каменно- угольной и заводской промышлен- ности	—
О размѣрѣ преміи по акціямъ допол- нительнаго выпуска Донецко-Гру- шевскаго акціонернаго Общества каменноугольныхъ и антрацито- выхъ копей	—
Объ измѣненіи устава акціонернаго Общества Подольскихъ гранит- ныхъ ломовъ и мастерскихъ гра- нитныхъ издѣлій	—
Объ утвержденіи устава Урало-Гурьев- скаго нефтепромышленнаго и тор- говаго акціонернаго Общества	—
Объ утвержденіи устава акціонернаго Общества „Радосаль“	—
Объ измѣненіи наименованія акціонер- наго Общества „Радосаль“	—
О размѣрѣ преміи по акціямъ допол- нительнаго выпуска акціонернаго Общества Эрастовскихъ каменно- угольныхъ копей	—

	СТР.
Объ уменьшеніи основного капитала Голубовскаго Берестово-Вогоду- ховскаго горнопромышленнаго То- варищества	159
Объ увеличеніи основного капитала акціонернаго Общества ртутное и угольное дѣло А. Ауэрбаха и К ^о	—
О продленіи срока для собранія ка- питала по акціямъ дополнитель- наго выпуска Сибирско-Ураль- скаго золотопромышленнаго О-ва	—
Объ измѣненіи устава Русскаго Тowa- рищества „Нефть“ для добычи, перевозки, храненія и торговли продуктами нефти	—
Объ утвержденіи устава Товарище- ства на паяхъ Грозненскихъ нефте- промышленныхъ заводовъ „Ус- пѣхъ“	—
Объ утвержденіи устава Московско- Бакинскаго нефтянаго акціонер- наго Общества	—
Объ утвержденіи устава подрядно- бурового и нефтепромышленнаго акціонернаго Общества	160
О продленіи срока для собранія пер- вой части основного капитала Уральскаго золотопромышленнаго и платинового акціонернаго О-ва	—
О пониженіи преміи по акціямъ до- полнительнаго выпуска Никополь- Маріупольскаго горнаго и метал- лургическаго Общества	—
Объ измѣненіи устава нефтепромыш- леннаго и торговаго Общества подъ фирмою „Каспійское Тowa- рищество“	—





ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА 1914 г.

НА

„ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ“

ГОДЪ ИЗДАНИЯ ХС.

«ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ» выходитъ ежемѣсячно книгами въ восемь и болѣе печатныхъ листовъ, съ надлежащими при нихъ картами и чертежами.

Цѣна 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 Петроградѣ, въ Горномъ Ученомъ Комитетѣ, и во всѣхъ книжныхъ магазинахъ.

За напечатаніе объявленій въ „Горномъ Журналѣ“ взимается слѣдующая плата по мѣсту, занимаемому объявленіемъ.

на сколько разъ.	НА ОБЛОЖКѢ.				ВПЕРЕДИ ТЕКСТА.				ПОЗАДИ ТЕКСТА.			
	1 стр.	1/2 стр.	1/4 стр.	1/8 стр.	1 стр.	1/2 стр.	1/4 стр.	1/8 стр.	1 стр.	1/2 стр.	1/4 стр.	1/8 стр.
	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.	Р. К.
1	17 —	10 —	6 —	3 35	13 40	8 —	4 10	2 70	10 —	6 —	3 50	2 —
2	30 —	18 —	10 50	6 —	24 —	13 75	8 40	4 80	18 —	10 30	6 30	3 60
3	40 —	24 —	14 —	8 —	32 —	19 20	11 20	6 40	24 —	14 40	8 40	4 80
4	50 —	30 —	17 50	10 —	40 —	24 —	14 —	8 —	30 —	19 —	10 50	6 —
5	60 —	36 —	21 —	12 —	48 —	28 80	16 80	9 60	36 —	21 60	12 60	7 20
6	70 —	42 —	24 50	14 —	56 —	33 60	19 60	11 20	42 —	25 20	14 70	8 40
7	77 —	46 —	26 90	15 35	62 —	36 80	21 50	12 25	46 —	27 60	16 10	9 20
8	83 —	50 —	29 18	16 70	67 —	40 —	23 35	13 35	50 —	30 —	17 50	10 —
9	90 —	54 —	31 50	18 —	72 —	43 20	25 20	14 40	54 —	32 40	18 90	10 80
10	93 —	56 —	32 70	18 70	74 —	44 80	26 15	14 95	56 —	33 60	19 60	11 20
11	97 —	58 —	33 82	19 35	78 —	46 40	27 —	15 50	58 —	34 80	20 30	11 60
12	100 —	60 —	35 —	20 —	80 —	48 —	28 —	16 —	60 —	36 —	21 —	12 —

За вкладныя объявленія, взимается 10 руб. за каждый лотъ въса, при разсылкѣ 1000 экземпляровъ.

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., вып. 29—3 р.).

2) Изданныя комиссіею для изслѣдованія Сибирской золотопромышленности карты золотыхъ пріисковъ 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) Полезныя ископаемыя Закаспійской области. Сост. Горн. Инж. Нв. Маевскій, съ картами и табл. Ц. 1 р.

6) Золотопромышленность въ Томской Горной области. Шостаковъ. Ц. 50 к.

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

Выпускъ 1. Группа IV. Соль. ст. Горн. Инж. Гаркемы. Цѣна 36 к. 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. Коцовскаго, В. Алексѣева и І. 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.

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

9) Горнозаводская промышленность Россіи и въ особенности ея желѣзное производство. П. фонъ-Туннера, перев. съ нѣмецкаго Н. Кулибикимъ. Ц. 1 р.

10) 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 минеральные источники). Изданіе Горнаго Департамента. Цѣна 1 р. 50 к.

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

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

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

14) 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.

15) Геологическія и топографическія карты шести уральскихъ горныхъ округовъ, составл. Л. Гофманомъ. Изд. 1870 г. Цѣна по 2 руб.

16) Исторія Химіи. О. Савченкова. Цѣна 50 к.

17) Графическія статистическія таблицы по горной промышленности Россіи, сост. А. Кеппеномъ. Цѣна 1 р.

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

19) **Вспомогательныя таблицы** для скорѣйшаго опредѣленія вѣса чистыхъ металловъ въ лигатурныхъ сплавахъ, передѣланной цѣны чистыхъ металловъ по вѣсу, и обратно, вѣса ихъ по суммѣ денегъ, а также для исчисленія платы въ возмѣщеніе расходовъ казны за раздѣленіе золото-серебряныхъ сплавовъ и за передѣлъ ихъ въ монету и для опредѣленія взимаемой съ золота, серебра и платины натурою горной подати. Составлены С.-Петербургскимъ Монетнымъ Дворомъ. Цѣна 5 руб.

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

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

22) **Та-же карта** отдѣльными листами въ увелич. масштабѣ продается по 1 р. за листъ.

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

24) **Сводъ дѣйствующихъ узаконеній и правилъ о солянномъ промыслѣ въ Россіи** съ разъясненіями и распоряженіями правительствъ, учрежд., сост. Ш о ш и н ѣ. Ц. 1 р. 50 к.

25) **Code Minier Russe**. Ц. 3 р. въ переплетѣ.

26) **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 руб.

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

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

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

30) **Металлургія чугуна**, соч. Валеріуса, переведенная и дополненная В. Ковригинымъ, съ 29 табл. чертежей въ особомъ атласѣ. Цѣна 1 руб.

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

32) **Списокъ главнѣйшихъ горнопромышленныхъ К^о и фирмъ**. Сост. Горн. Инж. Поповымъ. Ц. 2 р.

33) **Современные способы разработки мѣсторожденій каменнаго угля**. Извлеченія изъ отчетовъ по заграничной командировкѣ Горнаго Инженера Сабанѣва и Оберъ-Штейгера К. Шмидта, изданной подъ редакціей Г. Д. Романовскаго. Съ 12-ю таблицами чертежей въ особомъ атласѣ. Цѣна 1 р. 50 к.

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

35) **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. Инж. Внуковского, въ 2-хъ книгахъ. Цѣна 5 руб.

36) **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. Инж. Тове и Агроном. Иванова, ц. 5 р. и ч. II. Горн. Инж. Рязанова, въ 2-хъ книгахъ, ц. 7 р. 50 к. Тоже, въ Семипалатинскомъ въ Семирѣченскомъ округѣ, ч. I. Горн. Инж. Коцовскаго, ц. 1 руб. Ленскаго округа Горбачева, цѣна 6 руб.

37) **Отчетъ по статистико-экономическому и техническому изслѣдованію золотопромышленности Алтайскаго горнаго округа**. Фреймана, ц. 3 р.

38) **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.

39) **Указатель статей «Горнаго Журнала»** 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., 1902—1911 г.—2 р.

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

Октябрь.

№ 10.

1914 г.

Официальная часть.

УЗАКОНЕНИЯ И РАСПОРЯЖЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА ¹⁾).

- № 114, ст. 974. О продлении срока для собрания первой части основного капитала горнопромышленного акционерного Общества Е. Ф. Верфель.
- № 114, ст. 978. О продлении срока для собрания первой части основного капитала золотопромышленного Товарищества на паяхъ „Синташты“.
- № 114, ст. 980. Объ измѣненіи устава Общества Стараховицкихъ горныхъ заводовъ.
- № 114, ст. 982. Объ увеличеніи основнаго капитала Гродзецкаго Общества каменно-угольной и заводской промышленности.
- № 114, ст. 983. О размѣрѣ преміи по акціямъ дополнительнаго выпуска Донецко-Грушевскаго акционернаго Общества каменноугольныхъ и антрацитовыхъ копей.
- № 114, ст. 984. Объ измѣненіи устава акционернаго Общества Подольскихъ гранитныхъ ломовъ и мастерскихъ гранитныхъ издѣлій.
- № 117, ст. 1000. Объ утверженіи устава Урало-Гурьевскаго нефтепромышленнаго и торговаго акционернаго Общества.
- № 117, ст. 1001. Объ утверженіи устава акционернаго Общества „Родосаль“.
- № 117, ст. 1002. Объ измѣненіи наименованія акционернаго Общества „Родосаль“.
- № 117, ст. 1015. О размѣрѣ преміи по акціямъ дополнительнаго выпуска акционернаго Общества Эрастовскихъ каменноугольныхъ копей.
- № 123, ст. 1053. Объ уменьшеніи основнаго капитала Голубовскаго Берестово-Богородовскаго горнопромышленнаго Товарищества.
- № 123, ст. 1054. Объ увеличеніи основнаго капитала акционернаго Общества ртутное и угольное дѣло А. Ауэрбаха и К^о.
- № 123, ст. 1058. О продлении срока для собрания капитала по акціямъ дополнительнаго выпуска Сибирско-Уральскаго золотопромышленнаго Общества.
- № 124, ст. 1078. Объ измѣненіи устава Русскаго Товарищества „Нефть“ для добычи, перевозки, храненія и торговли продуктами нефти.
- № 128, ст. 1102. Объ утверженіи устава Товарищества на паяхъ Грозненскихъ нефтеперегонныхъ заводовъ „Успѣхъ“.
- № 128, ст. 1103. Объ утверженіи устава Московско-Бакинскаго нефтянаго акционернаго Общества.

¹⁾ Распубликовано въ Собр. узак. и расп. Прав. за 1914 г., отдѣлъ II.

- № 132, ст. 1117. Обь утвержденіи устава подрядно-бурового и нефтепромышленнаго акціонернаго Общества.
- № 132, ст. 1123. О продленіи срока для собранія первой части основнаго капитала Уральскаго золотопромышленнаго и платиноваго акціонернаго Общества.
- № 132, ст. 1128. О пониженіи преміи по акціямъ дополнительнаго выпуска Никополь-Маріупольскаго горнаго и металлургическаго Общества.
- № 132, ст. 1132. Обь измѣненіи устава нефтепромышленнаго и торговаго Общества подь фирмою „Каспійское Товарищество“.
- № 132, ст. 1133. О размѣрѣ преміи по акціямъ дополнительнаго выпуска каменно-угольнаго акціонернаго Общества „Флора“.
- № 132, ст. 1144. Обь увеличеніи основнаго капитала и измѣненіи устава акціонернаго Общества горныхъ чугуноплавильныхъ заводовъ и фабрикъ Стомпорковъ.
-

Неофициальная часть.

ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

Взрывъ гремучаго газа въ Нарневскомъ рудникѣ.

Проф. А. А. Скочинскаго.

Въ Нарневскомъ каменноугольномъ рудникѣ Горнаго Инженера П. П. Казакевича, 26 ноября минувшаго года, произошелъ взрывъ гремучаго газа, причемъ пострадало 18 рабочихъ, изъ коихъ—пять были убиты на мѣстѣ, двое умерли отъ ожоговъ, а остальные одиннадцать получили частью легкіе, частью же болѣе тяжелые, но не опасные для жизни ожоги и поврежденія.

Взрывъ этотъ интересенъ во многихъ отношеніяхъ, а между прочимъ по слѣдующему. Во-первыхъ, среди рабочихъ, находившихся въ охваченномъ взрывомъ участкѣ рудника, уцѣлѣло нѣсколько очевидцевъ, весьма правдиво и согласно описавшихъ то, что имъ пришлось пережить и видѣть. Ихъ показанія дали возможность возстановить картину взрыва съ полнотой, почти исчерпывающей, что въ подобныхъ случаяхъ удается очень рѣдко, ибо обычно очевидцы взрывовъ погибаютъ или же получаютъ столь тяжкія поврежденія, что не бываютъ въ состояніи дать отчетъ о происшедшемъ. Во-вторыхъ, несмотря на присутствіе въ выработкахъ (въ особенности, мѣстами) весьма значительнаго количества угольной пыли, послѣдняя не приняла активнаго участія во взрывѣ.

Нижеприводимое описаніе взрыва, съ разсмотрѣніемъ причинъ его, извлечено изъ составленнаго мной по официальнымъ матеріаламъ доклада моего Горному Ученому Комитету, при разсмотрѣніи симъ послѣднимъ дѣла о настоящемъ взрывѣ, и представлено для напечатанія въ Горномъ Журналѣ въ виду высказаннаго Комитетомъ пожеланія объ опубликованіи результатовъ разслѣдованія этого довольно крупнаго массоваго несчастнаго случая.

Нарневскій рудникъ находится на главномъ антиклиналѣ Донецкаго бассейна въ Горловскомъ горномъ округѣ и разрабатываетъ свиту крутопадающихъ пластовъ курнаго угля двумя шахтами № 1-й и № 2-й, несбитыми одна съ другой и представляющими, такимъ образомъ, двѣ отдѣльныя копи.

Взрывъ произошелъ въ работахъ шахты № 2-й, а именно—въ откаточномъ штрекѣ пласта „Толстаго“, на горизонтѣ 115 сажень.

Шахта № 2-й глубиною 90 саж., разрабатываетъ три пересѣченные квершлагами пласта: „Куцый“, „Толстый“ и „Тонкій“, на горизонтѣ 60—90 саж., а кромѣ того, въ пластѣ „Толстомъ“, изъ откаточного штрека горизонта 90 саж., былъ проведенъ по пласту уклонъ до горизонта 115 саж. Въ восточномъ крылѣ вскрытаго указаннымъ уклономъ этажа только что начата очистная добыча и забой откаточного штрека отошелъ отъ уклона всего лишь на 57 саж.; въ западномъ же крылѣ штрекомъ пройдено только 11 саж., и очистныхъ работъ еще не начинали.

Пластъ „Толстый“ мощностью въ $1\frac{3}{4}$ арш., имѣетъ паденіе въ 72° . Уголь мягкій, съ 20% летучихъ и 8% золы. Кровля и почва—устойчивыя. Кровля—влажная.

На горизонтѣ 90—115 саж. выемка названнаго пласта производится потолокуступно, въ два подъэтажа. съ оставленіемъ предохранительныхъ цѣликовъ подъ верхнимъ штрекомъ, выше и ниже промежуточнаго и надъ откачнымъ штрекомъ, и съ частичной закладкой верхняго подъэтажа, перепускомъ бута изъ верхняго горизонта. Нижній откачный штрекъ и штрекъ промежуточный проводятъ съ параллельными воздушными выработками, сбивая съ этими послѣдними, черезъ каждые 8 арш., гезенками по возстанію, имѣющими длину, равную толщинѣ перерѣзаемыхъ ими предохранительныхъ цѣликовъ, а именно: надъ откачнымъ штрекомъ—5 арш., на промежуточномъ—4 арш. Кромѣ этихъ гезенковъ, въ нижнемъ подъэтажѣ проводятся также по возстанію капитальные гезенки, длиной въ 10 саж., соединяющіе, черезъ каждые 12 саж., промежуточный штрекъ съ нижнимъ откачнымъ.

До несчастнаго случая, рудникъ числился въ категоріи негазовыхъ и провѣтривался нисходящей струей, при помощи естественной тяги, усиливаемой присутствіемъ въ подъемной шахтѣ № 2-й, черезъ которую выходилъ изъ рудника испорченный воздухъ, паропровода къ подземному насосу. Свѣжій воздухъ поступалъ черезъ нѣсколько мелкихъ шахтъ (шурфовъ). Путь вентиляціонной струи выработокъ въ пластѣ „Толстомъ“ былъ въ общемъ таковъ: воздухъ поступалъ съ дневной поверхности черезъ неглубокую шахту (шурфъ), находящуюся у границы рудничнаго поля, приблизительно въ разстояніи 500 саж. отъ шахты № 2-й, на горизонтѣ 60 саж., шелъ по штреку, опускался по забоямъ этажа 60—90 саж. въ откачный штрекъ на горизонтѣ 90 саж. и слѣдовалъ по этому послѣднему, по направленію къ квершлагоу, причемъ на этомъ пути къ

нему присоединился воздухъ, поступившій по другому шурфу въ пластъ „Тонкій“ южный и обошедшій выработки этого послѣдняго. Соединившіяся струи шли затѣмъ въ этажъ 90—115 саж., омывали въ этомъ послѣднемъ какъ очистные забои, такъ и забои штрековъ и черезъ нижній откаточный штрекъ слѣдовали къ уклону, по каковому, а также и по путевому ходку уклона, поднимались на горизонтъ 90 саж., по штреку и главному квершлагу котораго слѣдовали затѣмъ къ шахтѣ № 2-й.

Глухіе забои подготовительныхъ выработокъ (штрековъ и гезенковъ) провѣтривались, въ случаѣ застаиванія въ нихъ воздуха, выпускомъ сжатого воздуха, трубопроводъ котораго былъ проложенъ по нижнему откаточному штреку для питанія пневматическихъ буровыхъ молотковъ, которыми бурили шпуръ въ забой указаннаго штрека.

Хотя рудникъ, какъ было указано, состоялъ въ категоріи негазовыхъ, но, въ виду того, что пластъ „Толстый“ на смежномъ съ Нарневскимъ Вѣровскомъ рудникѣ Русско-Бельгійскаго общества — газовый, на горизонтѣ 90—115 саж. этого пласта, въ шахтѣ № 2-й были приняты, помимо мѣръ, предписанныхъ § 188 Рудничныхъ Правилъ безопасности, администраціей рудника еще и нѣкоторыя другія мѣры предосторожности на случай встрѣчи газа. Такъ, освѣщеніе производилось предохранительными бензиновыми лампами съ магнитнымъ затворомъ, паленіе шпуровъ было электрическое. Также, по всей вѣроятности, рабочимъ воспрещали на указанномъ горизонтѣ курить. Прямыхъ указаній на то, что эта предосторожность была принята, въ дѣлѣ нѣтъ, но, разъ рабочимъ выдавали замагниченныя лампы, то, трудно допустить, чтобы не воспрещали курить и имѣть при себѣ спички и табакъ. Кромѣ того, десятникамъ вмѣнено было въ обязанность, при обходѣ работъ, ежедневно изслѣдовать воздухъ въ глухихъ забояхъ на присутствіе газа при помощи обыкновенныхъ предохранительныхъ лампъ. Результаты изслѣдованія заносились въ книгу.

Въ работахъ горизонта 60—90 саж. примѣнялись также предохранительныя лампы, но онѣ выдавались рабочимъ незапертыми, причемъ, на десятниковъ было возложено слѣдить за тѣмъ, чтобы въ выработки нижняго этажа рабочіе не входили съ незапертыми лампами.

Для взрывныхъ работъ, какъ въ верхнихъ, такъ и въ нижнемъ этажѣ, былъ примѣняемъ обыкновенный непереходимый динамитъ.

Зная о довольно значительномъ выдѣленіи газа въ пластъ „Толстой“ на смежномъ съ даннымъ Вѣровскомъ рудникѣ, мѣстный горный надзоръ также обращалъ на „Толстый“ пластъ Нарневскаго рудника особое вниманіе и при инспектированіи работъ названнаго рудника всегда производилъ испытанія воздуха въ глухихъ забояхъ при помощи предохранительной лампы.

Несмотря на указанныя мѣры предосторожности, которыя, при условіи дѣйствительнаго ихъ выполненія, казалось бы, должны гарантировать,

какъ отъ того, что появленіе газа не будетъ незамѣчено, такъ, въ особенности, отъ возможности незамѣтнаго образованія значительнаго скопленія газа. Между тѣмъ, 26 ноября прошлаго года, на горизонтѣ 115 саж., въ откаточномъ штрекѣ пласта „Толстаго“ такое скопленіе газа образовалось и около 1 часа дня произошелъ взрывъ, ближайшія обстоятельства котораго представляются въ слѣдующемъ видѣ.

Въ день несчастнаго случая, послѣдній сбитый гезенкъ между откаточнымъ штрекомъ и его воздушнымъ (см. планъ) былъ № 15, отъ котораго забой воздушнаго штрека, или такъ называемой параллельной печи, отстоялъ на 9 арш., а откаточнаго на 21 арш., т. е. на разстояніе значительно большее обычнаго въ разсматриваемыхъ работахъ разстоянія между гезенками (= 8 арш.). Въ виду этого 26 ноября было приступлено къ проведенію слѣдующаго очереднаго гезенка № 16, на каковую работу былъ поставленъ забойщикъ М. Сивоплясовъ. Послѣдній установилъ въ штрекѣ, подъ устьемъ будущаго гезенка № 16, полокъ для свалки угля, который будетъ получаться при прохожденіи гезенка, и засѣкъ самый гезенкъ на длину около аршина, но былъ вызванъ изъ шахты вслѣдствіе полученія на его имя телеграммы. Ушедшаго Сивоплясова замѣнилъ, по распоряженію десятника Шаркова, рабочій Абакумовъ, работавшій на горизонтѣ 90 саж. и имѣвшій поэтому при себѣ незапертую лампу, съ каковой онъ и спустился въ нижній этажъ. Придя къ гезенку, Абакумовъ сталъ проводить его дальше по возстанію. Ближайшими сосѣдями Абакумова были рабочіе: Тимошенко—въ забоѣ откаточнаго штрека и Котовъ, работавшій въ забоѣ воздушнаго штрека (параллельной печи). Около часу дня, по словамъ Котова, пламя въ его лампѣ вытянулось, вспыхнуло и потухло. Котовъ отправился къ уклону перемѣнить потухшую лампу и когда онъ, дойдя до уклона, сѣлъ посидѣть въ откаточномъ штрекѣ къ западу отъ уклона, внезапно въ восточномъ крылѣ штрека появилось пламя и почувствовался сильный толчокъ воздуха, сопровождавшійся вихремъ угольной мелочи. Котовъ былъ опрокинутъ и получилъ переломъ правой руки, а кромѣ того, лицо у него было изсѣчено угольной мелочью. Находившійся, какъ было указано, у забоя откаточнаго штрека, т. е. въ 7-ми саж. къ востоку отъ начатаго гезенка, забойщикъ Тимошенко, былъ, по его словамъ, обращенъ въ моментъ взрыва лицомъ къ забою и вдругъ увидѣлъ свѣтъ, „послѣ чего — говоритъ онъ — меня толкнуло воздухомъ сперва въ самый забой, затѣмъ, воздухомъ же, толкнуло въ обратную сторону и я покатился внизъ по углю. Пламенемъ мнѣ обожгло спину, руки, грудь и голову. Послѣ взрыва я побѣжалъ на темную—къ уклону“. Тимошенко получилъ тяжелые ожоги и былъ найденъ въ безсознательномъ состояніи въ штрекѣ около гезенка № 7, т. е. онъ отбѣжалъ отъ забоя штрека сажень на 30.

Абакумовъ, работавшій въ гезенкѣ № 16, былъ найденъ мертвымъ въ штрекѣ, подъ полкомъ противъ гезенка, безъ механическихъ повре-

ждений, но съ сильными ожогами, преимущественно передней части тѣла: лица, шеи, груди и рукъ, а въ особенности пальцевъ. На полкѣ были найдены части предохранительной лампочки, а именно: резервуаръ № 372207, верхъ лампы № 1358436 и сѣтка. Повидимому, это была развинченная лампа Абакумова.

Помимо указанныхъ трехъ рабочихъ, въ откаточномъ штрекѣ было застигнуто взрывомъ еще девять рабочихъ, изъ которыхъ одинъ (Смирновъ), бывший неподалеку отъ вышеупомянутаго Котова, получилъ ушибы и легкіе ожоги, всѣ же остальные убиты на мѣстѣ или тяжело ранены. Всѣ они получили какъ ожоги, такъ и механическія поврежденія. Эти рабочіе находились въ слѣдующихъ мѣстахъ: а) трое—Пугачевъ, Ларичевъ и Климовъ—на нижней площадкѣ уклона (остался въ живыхъ только одинъ Пугачевъ); б) двое—Серегинъ и Собко—около гезенковъ №№ 4, 5 (оба убиты); в) трое—Хленинъ и Пасмурцевъ—около гезенковъ №№ 7, 8 и Руткунесъ—около гезенка № 10 (остался въ живыхъ только первый).

Какъ въ очистныя выработки, такъ и вверхъ по уклону взрывъ не распространился и отозвался тамъ лишь вихремъ пыли и сильнымъ толчкомъ воздуха, которымъ были свалены и при этомъ получили ушибы и легкія пораненія: двое рабочихъ въ нижнемъ уступѣ нижняго подъэтажа и четверо рабочихъ, находившихся близъ устья уклона на горизонтѣ 90 саж.

Наибольшія механическія поврежденія взрывъ произвелъ въ откаточномъ штрекѣ горизонта 115 саж., около нижняго устья уклона, гдѣ, было сильно повреждено деревянное крѣпленіе, какъ на площадкѣ уклона, такъ и въ штрекѣ, а подъемная платформа (лѣвая) оторвана отъ каната и упала въ зумпфъ уклона. Кромѣ того, взрывомъ были разбиты люки угольныхъ гезенковъ №№ 5, 7 и 8.

Полокъ для угля подъ гезенкомъ № 16 взрывомъ не поврежденъ, причемъ, хотя пространство между полкомъ и кровлей штрека со стороны уклона было наглухо зашито обаполами, эта обшивка также не была разрушена.

На горизонтѣ 90 саж. болѣе или менѣе серьезныхъ механическихъ поврежденій не было. Въ шахтѣ и въ надшахтномъ зданіи взрывъ проявился лишь выбросомъ чернаго облака и пыли.

При осмотрѣ штрека горизонта 115 саж. послѣ взрыва, крѣпь найдена покрытой тонкимъ слоемъ пыли, мягкой и сѣрой на сторонахъ крѣпи, обращенной къ породѣ, и грубой, черной съ блестками—съ внутренней стороны крѣпи. На почвѣ штрека около угольныхъ гезенковъ и около забоевъ обнаружено много угольной мелочи съ пылью. Такая же угольная мелочь, но болѣе тонкая, оказалась на параллельномъ воздушномъ штрекѣ около капитальнаго гезенка. Несмотря на указанное присутствіе, мѣстами, въ весьма значительномъ количествѣ угольной мелочи и пыли, не подлежитъ сомнѣнію, что пыль не приняла участія въ настоящемъ взрывѣ.

Доказательствомъ этого служить, между прочимъ, во-первыхъ, то, что взрывъ не распространился ни по уклону, ни, въ особенности, въ очистныя выработки, а, во-вторыхъ, то обстоятельство, что въ продуктахъ взрыва, повидимому, почти не было или же было очень мало окиси углерода. Последнее явствуетъ изъ того, что ни при самомъ взрывѣ, ни при спасательныхъ работахъ, никто не оказался сколько-нибудь серьезно отравившимся этимъ газомъ, что неизбѣжно бываетъ во всѣхъ случаяхъ, когда пыль принимаетъ участіе во взрывѣ.

Главнымъ образомъ, неучастіемъ пыли въ рассматриваемомъ взрывѣ объясняется не только самолокализациа его въ штрекѣ на горизонтѣ 115 саж. и отсутствіе сколько-нибудь серьезно пострадавшихъ внѣ этого штрека, даже въ близкомъ сосѣдствѣ съ нимъ, а также и то, что спасательныя работы были произведены безпрепятственно—безъ респираторовъ, и почти совершенно закончены, въ теченіе не болѣе, чѣмъ 2—3 часовъ послѣ взрыва. Спасательная команда вызываема не была и всѣ работы по извлеченію пострадавшихъ произведены администраціей рудника и рабочими.

На основаніи всего вышеприведеннаго, можно считать установленнымъ, что причиной рассматриваемаго несчастнаго случая былъ взрывъ гремучаго газа, скопившагося въ глухомъ гезенкѣ № 16, вслѣдствіе того, что провѣтриваніе гезенка было предоставлено одной диффузии, и воспламененнаго, по всей вѣроятности, рабочимъ Абакумовымъ, развинтившимъ свою лампу, съ цѣлью зажечь ее, или же, быть можетъ, для того, чтобы закурить.

Трудно допустить, что гремучая смѣсь была только въ гезенкѣ № 17, ибо длина его въ моментъ взрыва не превышала 3 арш., и слѣдовательно и количество газа въ немъ скопившееся, не могло быть значительнымъ. Между тѣмъ, пламя распространилось по штреку до уклона, т. е. почти на 50 саж. Сила взрыва ясно возрасла на западъ отъ гезенка № 16. Все это указываетъ на то, что гремучій газъ, повидимому, скопился не только въ упомянутомъ гезенкѣ, но и по сосѣдству съ нимъ въ штрекѣ, участокъ котораго къ востоку отъ гезенка № 15 былъ глухой. Газъ былъ передъ самымъ взрывомъ и въ томъ забоѣ параллельнаго воздушнаго штрека, въ которомъ у Котова потухла лампа. Вечеромъ, 26 ноября, когда производившіе разслѣдованіе случая чины горной инспекціи спустились для осмотра мѣста несчастія, ими было констатировано присутствіе газа къ востоку отъ гезенка № 12, по всему откаточному штреку и параллельному воздушному, въ количествѣ 2%—2 $\frac{1}{2}$ %, а въ гезенкѣ № 16—до вспышки, суффляровъ при этомъ нигдѣ обнаружено не было. Такимъ образомъ, выдѣленіе газа изъ угля, констатированное взрывомъ, происшедшимъ около 1 часу дня, не прекратилось, очевидно, и послѣ взрыва. Спрашивается теперь, былъ ли газъ въ выработкахъ горизонта 115 саж. пласта „Толстаго“ ранѣе 26 ноября, а если

былъ, то почему эти работы не были переведены полностью на газовое положеніе?

При производствѣ дознанія по настоящему случаю администрація рудника и два подрядчика показали совершенно опредѣленно, что до 26 ноября нигдѣ въ рудникѣ присутствіе газа обнаруживаемо не было, хотя замѣры его производились, въ работахъ ниже горизонта 90 саж., ежедневно при помощи предохранительныхъ лампъ, и періодически—при помощи индикаторныхъ.

Изъ допрошенныхъ рабочихъ пласта „Толстаго“, работавшихъ на горизонтѣ 115 саж., забойщикъ Прохоръ Сивоплясовъ, 33 лѣтъ, работающій на рудникѣ три года и проведеншій на горизонтѣ 115 саж., вмѣстѣ съ своимъ братомъ Митрофаномъ, нѣсколько гезенковъ, въ томъ числѣ два капитальныхъ, заявилъ, что газъ замѣрять умѣетъ, но ни одного раза при проведеніи указанныхъ выработокъ газа не замѣчалъ и десятники, ежедневно замѣрявшіе въ гезенкахъ газъ, ни разу не говорили ему, что газъ былъ. Откатчикъ вагоновъ по штреку на горизонтѣ 115 саж., Смирновъ, 22 лѣтъ, работавшій до взрыва 10 дней, и Корнѣевъ, 18 лѣтъ, бывшій около двухъ недѣль на отгребкѣ угля съ рѣштаконъ, показали, что о присутствіи газа отъ забойщиковъ они ни разу не слыхали. Трое же другихъ рабочихъ: Меркуловъ, Тимошенко и Пугачевъ, заявили, что газъ наблюдался на горизонтѣ 115 саж. и ранѣе 26 ноября. Особенно опредѣленны показанія послѣднихъ двухъ, ниже приводимыхъ дословно.

1. Яковъ Тимошенко, 25 лѣтъ, показалъ:

„Я работаю два мѣсяца въ штрекѣ № 8 горизонта 115 саж. забойщикомъ. За время этой работы мнѣ приходилось замѣрять газъ въ своемъ забоѣ нѣсколько разъ. Раза два я заявлялъ о томъ десятнику III. и уходилъ тогда, съ его разрѣшенія, изъ забоя. Прежде работалъ на газовыхъ рудникахъ и выучился замѣрять газъ; такъ, если синее пламя при прикрученномъ фитилѣ доходитъ до половины стекла, то это указываетъ на 2½%. Мнѣ было извѣстно отъ другихъ забойщиковъ, что въ гезенкахъ скопляется газъ, и что въ виду этого, передъ работой забойщики иногда сами, но большей частью вмѣстѣ съ десятникомъ, выдували газъ изъ гезенка помощью шлангъ отъ трубъ сжатого воздуха; послѣ такой продувки забойщики становились на работу.

Абакумовъ, передъ тѣмъ какъ работать въ гезенкѣ, продулъ его сжатымъ воздухомъ вмѣстѣ съ десятникомъ Шарковымъ.

Работая въ забоѣ, я повѣсилъ свою замагниченную лампу позади себя. Во время работы вдругъ я увидѣлъ свѣтъ отъ пламени; меня сперва толкнуло въ самый забой, затѣмъ воздухомъ же толкнуло въ обратную сторону и я покотился внизъ по углю. Пламенемъ мнѣ обожгло голову, грудь, руки и спину. Послѣ взрыва я побѣжалъ на темную къ наклонной шахтѣ; воздухъ при этомъ былъ тяжелый для дыханія.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда я или другіе забойщики выходили съ работы по причинѣ присутствія газа въ забоѣ, мы всегда, во избѣжаніе оштрафованій, заявляли штейгеру Матвѣеву о причинѣ ухода съ работы. При спускѣ на работы № 8 у насъ десятиниками всегда провѣрялось замагничиваніе лампъ“.

2. Антонъ Михайловъ Пугачевъ, 34 лѣтъ, показалъ:

„Я работаю стволовымъ у наклонной шахты на горизонтѣ 115 саж. За время моей работы мнѣ многократно приходилось видѣть и слышать, что въ забояхъ бываетъ газъ, что въ гезенкахъ часто примѣнялось выдуваніе газа по распоряженію десятичника и штейгера М., что бывали случаи, когда задерживался спускъ рабочихъ на штрекъ прежде, чѣмъ десятичникъ не выдуетъ газъ изъ забоевъ. Отъ штейгеровъ Д. и М. мнѣ приходилось слышать, какъ они приказывали рабочимъ не ходить въ забои съ незамагниченными лампами, такъ какъ, по ихъ словамъ, въ забояхъ скоплялся газъ. Во время взрыва я былъ обращенъ лицомъ къ забою штрека № 8; вдругъ я почувствовалъ сильный толчокъ воздуха, сопровождавшійся вихремъ пыли, и увидѣлъ блескъ пламени; при взрывѣ я получилъ переломъ ногъ и ожоги головы и рукъ“.

Основываясь на показаніяхъ этихъ послѣднихъ двухъ свидѣтелей, а равно и на нѣкоторыхъ обстоятельствахъ, выяснившихся при дознаніи и нижеприводимыхъ, Окружной Инженеръ въ заключеніи своемъ о виновникахъ разсматриваемаго несчастнаго случая высказалъ слѣдующее:

Разслѣдованіемъ установлено, что работы на горизонтѣ 115 саж. ведутся уклономъ послѣдніе 2½—3 мѣсяца. Рудничная администрація заявленія о началѣ работъ на этомъ горизонтѣ Окружному Инженеру не сдѣлала и, какъ видно изъ показанія управляющаго рудникомъ и по справкѣ въ Канцеляріи Окружного Инженера, не былъ представленъ проектъ этихъ новыхъ работъ, что требуется ст. 222³ Устава Горнаго, предусматривающей представленіе на утвержденіе проекта работъ, тѣмъ болѣе, что при переходѣ на горизонтъ 115 саж. система работъ была существенно измѣнена противъ практиковавшейся на верхнихъ горизонтахъ (приступлено къ работамъ ниже основного штрека). Также не было испрошено рудничной администраціей черезъ Окружного Инженера разрѣшеніе Горнаго Управленія о степени закладки выработаннаго пространства, что требуется § 343 Правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности. Какъ видно изъ показаній Меркулова, Тимошенко и Пугачева, гремучій газъ на горизонтѣ 115 саж. замѣчался и до 26-го ноября сего года; о выдѣленіи газа, по показаніямъ тѣхъ же свидѣтелей, знали десятичники и штейгеръ шахты. Послѣдній, какъ завѣдывающій всѣми работами въ шахтѣ и вентиляціей, обязанъ былъ о появленіи гремучаго газа донести управляющему рудникомъ, для извѣщенія о томъ Окружного Инженера, и немедленно привести шахту на газовое положеніе, чего онъ не сдѣлалъ, вопреки требованія § 188 помянутыхъ Правилъ.

Кромѣ того, штейгеръ обязанъ былъ, лично или черезъ специальныхъ лицъ, производить замѣры индикаторной лампой ежемѣсячно и заносить результаты этихъ замѣровъ въ шнуровую книгу. Изъ разсмотрѣнія этой книги, и показаній штейгера и управляющаго рудникомъ, оказалось, что названный штейгеръ не записывалъ своевременно результаты замѣровъ, относящихся къ работамъ горизонта 115 саж., а занесъ ихъ лишь послѣ взрыва 26 ноября, и при томъ выставилъ на всѣ три мѣсяца цифру, указывающую на содержаніе гремучаго газа въ 0%, каковая является завѣдомо невѣрной. Этимъ онъ нарушилъ требованія того же § 188.

Такимъ образомъ, по мнѣнію Окружнаго Инженера, рассматриваемый взрывъ, повлекшій за собой массовый несчастный случай, произошелъ по винѣ:

1) управляющаго рудникомъ, неисполнившаго требованій ст. 222³ Устава Горнаго и § 343 Правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности, и

2) завѣдывающаго шахтой № 2-й штейгера, нарушившаго требованія § 188 тѣхъ же Правилъ.

Эти нарушенія обоихъ лицъ стоятъ въ прямой причинной связи съ происшедшимъ несчастіемъ.

При разслѣдованіи настоящаго взрыва было обращено также вниманіе на выясненіе того, достаточно ли внимательно относился мѣстный надзоръ къ инспектированію работъ въ Нарневскомъ рудникѣ, который имъ считался угрожаемымъ по газу, и почему выдѣленіе газа было констатировано имъ слишкомъ поздно?

При этомъ разслѣдованіи выяснилось слѣдующее:

Въ 1913 году до взрыва Нарневскій рудникъ посѣтили Окружный Инженеръ и его помощникъ—шесть разъ; при этомъ помощникъ осматривалъ работы пласта „Толстого“ № 8-й горизонта 60—90 саж.—три раза, но обнаружить хотя бы слѣды газа ему ни разу не удалось. Въ одно изъ послѣднихъ посѣщеній онъ обратилъ вниманіе, что анализъ рудничнаго воздуха за настоящій годъ въ книгу не занесенъ; изъ опроса администраціи рудника выяснилось, что пробы для анализа уже взяты и отосланы для производства анализа на Макѣвскую спасательную станцію, результаты же еще не получены и ожидаются.

По анализу, производившемуся въ 1912 году, гремучаго газа въ рудничномъ воздухѣ не было найдено. Въ книгахъ ежемѣсячныхъ испытаній рудничнаго воздуха индикаторными лампами также было указываемо на отсутствіе газа.

Взрывъ произошелъ на штрекѣ горизонта 115 саж. пласта „Толстого“, гдѣ работы были начаты за 2¹/₂—3 мѣсяца до взрыва. О производствѣ этихъ работъ ни Окружному Инженеру, ни помощнику не было извѣстно по слѣдующимъ, по заявленію Окружнаго Инженера, причинамъ:

1) Администрація рудника не увѣдомляла горный надзоръ о началѣ этихъ работъ, не испрашивала разрѣшенія на ихъ производство, а также не представляла проекта разработки при помощи уклона, что обязана была сдѣлать согласно ст. 222³ Устава Горнаго и § 343 Правилъ для веденія горныхъ работъ.

2) Во время послѣдняго посѣщенія работъ № 8-го помощникомъ Окружного Инженера, когда уже производились работы на нижнемъ горизонтѣ 115 саж., маршрутъ его по руднику былъ таковъ: шахта № 2-й до горизонта 60 саж., штрекъ № 8-й, уступы съ горизонта 60 саж. на горизонтъ 90 саж., часть штрека горизонта 90 саж., квершлагъ (ходокъ) на пласть „Тонкій“ и затѣмъ по штреку пласта „Тонкаго“ на квершлагъ горизонта 90 саж. и черезъ № 2-й на поверхность; такимъ образомъ, помощнику Окружного Инженера не пришлось идти мимо уклона на штрекъ пласта „Толстаго“, и онъ не могъ быть имъ замѣченъ.

3) Изъ разсмотрѣнія шнуровыхъ книгъ нельзя было усмотрѣть, производятся ли какія либо работы на горизонтѣ ниже 90 саж., такъ какъ занесенныя въ свое время отмѣтки для № 8-го въ книгахъ испытанія воздуха на содержанія газа лампами Шено относились къ горизонту 90 саж., а новыя отмѣтки, относившіяся къ горизонту 115 саж., были сдѣланы штейгеромъ шахты, по его собственному показанію, послѣ происшедшаго на рудникѣ взрыва.

4) На маркшейдерскомъ планѣ, пополненномъ по августъ мѣсяць (примѣрно по 11-е августа), уклонъ не нанесенъ.

5) При послѣднемъ посѣщеніи рудника помощникомъ Окружного Инженера, 19 октября, въ перечнѣ работъ, кои въ то время велись на шахтѣ № 2-й, работъ горизонта 115 саж., указано не было.

Въ виду всѣхъ этихъ обстоятельствъ, до происшедшаго взрыва, работы на горизонтѣ 115 саж. ни Окружнымъ Инженеромъ, ни его помощникомъ, осматриваемы не были.

Послѣ происшедшаго взрыва Окружнымъ Инженеромъ было сдѣлано распоряженіе немедленно приступить на шахтѣ № 2-й къ выполнению всѣхъ правилъ безопасности, относящихся къ каменноугольнымъ рудникамъ съ гремучимъ газомъ и угольной пылью, и, въ частности, записью въ инспекторскую книгу, потребовано прекратить немедленно все, какъ очистныя, такъ и подготовительныя работы въ шахтѣ № 2-й впредь до выполнения слѣдующихъ условій: 1) установленія искусственной механической вентиляціи съ возстающимъ провѣтриваніемъ забоевъ; 2) примѣненія исключительно предохранительныхъ лампъ и предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ съ соблюденіемъ предѣльнаго заряда и орошеніемъ предѣ паленіемъ; 3) установленія наблюденія за состояніемъ въ газовомъ отношеніи всѣхъ забоевъ; 4) ознакомленія рабочихъ со способами работъ въ газовыхъ забояхъ и принятія мѣръ къ недопущенію въ рудникѣ открытаго огня и куренія табаку. Работы же на пластвѣ „Тол-

ОЖЗС

стомъ“, ниже горизонта 90 саж., могутъ быть допущены при выполненіи слѣдующихъ дополнительныхъ условій: 1) представленія проекта работъ и полученія разрѣшенія на его осуществленіе примѣнительно къ § 244 Правиль; 2) недопущенія паленія по углю, и 3) непримѣненія при подрывѣ штрековъ гризутина съ 12⁰/₀-мъ содержаніемъ нитроглицерина въ количествѣ, превышающемъ 200 граммъ на одинъ шпуръ.

Затѣмъ, на основаніи п. 4 § 244 Правиль, Горнымъ Управленіемъ было предложено очистныя работы по уклону, ниже основного штрека, производить лишь при условіи полной закладки выработанныхъ пространствъ, а на основаніи ст. 733 Устава Горнаго было предложено немедленно устранить штейгера, завѣдующаго горными работами шахты № 2-й, въ виду установленной дознаніемъ недостаточной его благонадежности (выразившейся въ составленіи завѣдомо невѣрныхъ записей въ книги по газу) и потребовано, на основаніи ст. 729 Устава Горнаго, пригласить отвѣтственнымъ руководителемъ рудника Горнаго Инженера.

35740.

Электрическіе насосы.

Горн. Инж. А. А. Лацинскаго.

Краткій историческій обзоръ развитія водоотлива.

Водоотливъ имѣетъ важное значеніе въ рудничномъ дѣлѣ. Онъ также старъ, какъ и само горное дѣло. Уже за три столѣтія до изобрѣтенія паровой машины существовали большія и сложныя водоотливныя машины.

Исторія горнозаводской механики представляетъ большой интересъ, и въ частности исторія водоотлива въ рудничномъ дѣлѣ, такъ какъ многія современныя машины ведутъ свое происхожденіе отъ машинъ, употреблявшихся долгое время только въ горномъ дѣлѣ. Останавливаться долго на этомъ не входитъ въ задачу статьи, но я считаю невозможнымъ обойти совершенно исторію примѣненія двигателей къ рудничнымъ насосамъ. Только, рассказавъ ее, хотя бы въ самыхъ общихъ чертахъ, можно будетъ ясно представить, почему именно электродвигатели получили такое широкое, почти исключительное, примѣненіе для водоотлива и вообще въ подземныхъ выработкахъ.

Въ культурѣ человѣчества техника заняла очень большое мѣсто. Для своего развитія она требуетъ и уголь и руды. Вначалѣ брали ихъ съ поверхности или съ небольшой глубины. Но съ окончаніемъ выработки легкодоступныхъ залежей, съ увеличеніемъ потребности въ полезныхъ ископаемыхъ, нужно было идти все глубже и глубже въ нѣдра земли. Тутъ встрѣтились разнообразныя техническія трудности, и главная изъ нихъ—затопленіе водою подземныхъ выработокъ. Чтобы бороться съ этимъ, нужно было откачивать воду. Были изобрѣтены различныя машины, съ помощью которыхъ и удаляли воду изъ рудника на поверхность. Но не въ устройствѣ этихъ машинъ лежало препятствіе, а въ отсутствіи двигателей для нихъ. Гдѣ была на поверхности вода, паденіе которой можно было использовать, устраивая запруды, тамъ двигателемъ служили водяныя колеса. Но такія благоприятныя условія были рѣдки. Тогда приходилось пользоваться мускульной силой людей, а для большихъ машинъ лошадьми. Но помимо того, что это обходилось дорого, при дальнѣйшемъ увеличеніи мощности водоотливной машины доходили

до предѣла, за которымъ примѣненіе животной силы становилось технически невозможнымъ. А люди, потребляя все больше и больше полезнаго ископаемаго, должны были идти за нимъ все глубже и глубже въ землю. Но здѣсь и притокъ воды иногда становился сильнѣй, да и подымать ее приходилось уже съ большей глубины, значить требовались болѣе сильныя двигатели для приведенія въ дѣйствіе водоотливныхъ машинъ. Ко времени изобрѣтенія Watt'омъ паровой машины положеніе во многихъ мѣстахъ было такое, что приходилось бросать рудники изъ-за невозможности справиться съ приливомъ воды въ нихъ. До паровой машины Watt'a были еще паровыя атмосферныя машины Newcomen'a, Smeaton'a и другихъ, но развитіе и широкое примѣненіе паровыхъ машинъ нужно считать съ изобрѣтенія Watt'a.

Первыя паровыя машины были рудничныя машины для водоотлива, первыя усовершенствованія были сдѣланы именно въ нихъ и долгое еще время главнымъ заказчикомъ на нихъ были рудники.

Сами насосы были штанговые, т. е. такіе, у которыхъ насосный цилиндръ находился внизу рудника и движеніе поршню насоса передавалось при помощи штангъ отъ паровой машины, помѣщавшейся у устья шахты. Штанговые насосы пользовались исключительнымъ распространеніемъ до конца 60-хъ и начала 70-хъ годовъ прошлаго столѣтія, когда случился большой экономическій кризисъ каменноугольной промышленности Западной Европы. Чтобы сократить затраты по оборудованію рудника, начали устанавливать, вмѣсто дорогихъ штанговыхъ насосовъ, паровые подземные насосы. Почему штанговые насосы дороже подземныхъ паровыхъ—это будетъ вполне понятно, если мы вспомнимъ, что въ первыхъ—для передачи движенія отъ парового цилиндра къ наносному имѣются тяжелыя штанги, которыя обуславливаютъ и остальныя части насоса и паровой машины тяжелыми, а большія массы, которымъ нужно давать возвратно поступательное движеніе, требуютъ, чтобы машины были тихоходныя. Между тѣмъ какъ подземные паровые насосы строятся болѣе быстроходными, такъ какъ движущіяся массы, вслѣдствіе непосредственнаго соединенія обоихъ цилиндровъ—парового и насоснаго—получаются небольшими. Слѣдовательно, эти насосы должны были стоить значительно дешевле штанговыхъ. Стоимость послѣднихъ по сравненію съ первыми будетъ раза въ три больше.

Относительно примѣненія подземныхъ паровыхъ насосовъ нужно оговориться, что и раньше, чуть не въ самомъ началѣ примѣненія паровыхъ машинъ къ водоотливу, были попытки ставить паровую машину съ насосомъ въ самомъ рудникѣ; но эти первыя попытки оказались неудачными.

Итакъ, подъ вліяніемъ промышленнаго кризиса, стали дѣлать установки паровыхъ подземныхъ насосовъ взамѣнъ надземныхъ штанговыхъ. Тутъ натолкнулись на рядъ техническихъ затрудненій, которыя въ концѣ

концовъ были побѣждены. Но отчасти рутина, отчасти встрѣтившіяся техническія затрудненія были причиною того, что штанговые машины еще долго существовали и что еще въ 80-хъ годахъ прошлаго столѣтія было сдѣлано довольно много новыхъ установокъ штанговыхъ машинъ, но это были уже послѣднія установки. За исключеніемъ особыхъ и рѣдкихъ случаевъ съ тѣхъ поръ больше не строятъ и не ставятъ новыхъ штанговыхъ машинъ.

Итакъ, исключительное распространеніе получили подземные паровые насосы. Но переходъ отъ надземныхъ насосовъ къ подземнымъ есть начало конца существованія паровыхъ рудничныхъ насосовъ.

Установка въ подземныхъ выработкахъ паровыхъ машинъ имѣетъ много недостатковъ. Самая главная изъ нихъ это паропроводъ по стволу шахты и въ рудникъ до насосной камеры. Устройство паропровода въ стволѣ сопряжено съ затрудненіями; поддержаніе его въ порядкѣ, чтобы флянцы не пропускали пара, тоже довольно хлопотливо. Но самыя главныя неудобства это неудобства, связанныя съ нагрѣваніемъ воздуха отъ паропровода.

Въ началѣ примѣненія подземныхъ паровыхъ насосовъ потери въ паропроводѣ были чрезвычайно велики. Это объясняется какъ тѣмъ, что паропроводы брались очень большого діаметра—для машинъ въ 200—300 лошадиныхъ силъ діаметръ паропровода доходилъ до 500 мм.,—а также и тѣмъ, что тепловая изоляція трубъ была очень несовершенна. Выборомъ правильнаго діаметра паропровода, усовершенствованіемъ паровой изоляціи его достигли гораздо меньшихъ потерь тепла въ немъ.

Помимо нагрѣванія, вызываемаго потерей тепла паропровода, еще существуетъ нагрѣваніе паромъ отъ утечки его черезъ неплотности во флянцахъ, что всегда неизбѣжно въ такомъ длинномъ паропроводѣ. Также и въ паровой машинѣ имѣются потери тепла и утечки пара. Нагрѣваніе же воздуха и потери пара чрезвычайно нежелательны въ рудникѣ. Кромѣ того, что это отражается иногда неблагоприятно на вентиляціи рудника, получающійся влажный и теплый воздухъ вызываетъ усиленное гніеніе деревянныхъ крѣпей въ рудникѣ. Пребываніе въ камерахъ паровыхъ насосовъ, вслѣдствіе господствующей тамъ высокой температуры и влажности воздуха, очень тягостно для рабочихъ.

Затѣмъ и съ экономической точки зрѣнія потери тепла и пара нежелательны, такъ какъ сильно понижаютъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія установки. Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія паровыхъ насосовъ еще сильнѣе падаетъ въ случаѣ, если насосъ работаетъ не круглыя сутки, такъ какъ потери въ паропроводѣ за сутки остаются примѣрно прежними.

Наконецъ, нужно указать, что для паровыхъ подземныхъ насосовъ существуетъ предѣльная глубина, больше которой примѣненіе ихъ становится практически невозможнымъ. Дѣло въ томъ, что съ увеличеніемъ глубины рудника увеличивается работа, потребная для поднятія одной

вѣсовой единицы воды, или, иначе говоря, расходъ пара на единицу совершенной работы остается тотъ же, но расходъ пара на одну поднятую вѣсовую единицу воды растеть съ высотой поднятія. Слѣдовательно, расходъ охлаждающей воды для конденсаціи отработаннаго пара на единицу поднятой воды увеличивается вмѣстѣ съ высотой ея подъема. Такъ какъ для конденсаціи служить вода, выдаваемая насосомъ наверхъ, то, имѣя максимальную температуру, до которой можно нагрѣть выдаваемую на поверхность воду, не трудно подсчитать соотвѣтственную глубину шахты, при каковой глубинѣ еще хватитъ воды для охлажденія. Эта глубина будетъ равна 600—700 метр. Собственно это и есть предѣльная глубина для примѣненія паровыхъ подземныхъ насосовъ. Если мы пойдемъ глубже, то расходъ пара начнетъ быстро возрастать, вслѣдствіе плохой конденсаціи и очень скоро достигнетъ величины, когда конденсація его будетъ уже невозможна, а слѣдовательно и работа насоса.

Указанные выше недостатки подземныхъ паровыхъ насосовъ очень существенны. Отъ примѣненія же штанговыхъ насосовъ нужно было отказаться, такъ какъ передача силы при помощи штангъ съ технической точки зрѣнія весьма несовершенный способъ.

Чтобы избѣжать пара, пробовали примѣнять гидравлическіе двигатели и двигатели сжатого воздуха, но вслѣдствіе дороговизны и неэкономичности они не получили распространенія.

Электрическіе насосы.

Скалковые насосы.

Примѣненіе электродвигателей къ подземнымъ насосамъ блестяще рѣшало вопросъ. Одно изъ главныхъ достоинствъ электричества, которое способствовало его широкому распространенію, это возможность легкой передачи его на большія разстоянія съ малыми потерями. Другимъ большимъ его достоинствомъ—это простота въ обращеніи и высокій коэффициентъ полезнаго дѣйствія электродвигателей. Прокладка кабеля въ стволѣ шахты и въ выработкахъ довольно проста и кабель не требуетъ особаго призора за собою. Мѣсто, занимаемое кабелемъ въ стволѣ, очень небольшое. Передача электрической энергіи по кабелю не вызываетъ никакихъ замѣтныхъ нагрѣваній въ рудникѣ. Двигатели, работающіе съ высокимъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія, немного повышаютъ температуру насосной камеры, поэтому вентиляція и крѣпленія находятся въ обычныхъ условіяхъ для рудника. Благодаря чистому воздуху и невысокой температурѣ его, люди работаютъ легко въ мѣстахъ, гдѣ стоятъ электродвигатели. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія небольшихъ установокъ выше для электрическихъ насосовъ. Что же касается до большихъ насосовъ, то только въ особыхъ случаяхъ, когда электрическая станція маломощная, а паровой котелъ находится вблизи самой шахты, коэффициентъ полез-

наго дѣйствія электрическаго и парового насосовъ будетъ примѣрно одинаковый. Обыкновенно коэффициентъ полезнаго дѣйствія электрическаго насоса будетъ выше, чѣмъ у парового насоса.

Перечисленные преимущества электрическаго насоса передъ паровыми были причиною широкаго распространенія первыхъ и вытѣсненія вторыхъ.

Чрезвычайно интересно подчеркнуть, что паровая машина, которая была изобрѣтена для цѣлей водоотлива, которая употреблялась вначалѣ только какъ двигатель для рудничныхъ насосовъ,—эта паровая машина прежде всего вытѣсняется именно въ рудничномъ водоотливѣ и замѣняется электродвигателемъ.

Но въ самомъ началѣ примѣненія электричества къ водоотливу въ горномъ дѣлѣ оно не получило сразу широкаго распространенія. Этому были двѣ причины. Одна изъ нихъ—та, что дѣло было новое и не все еще было разработано, да и сама электротехника начинала еще только развиваться. Другая причина—это нѣкоторая осторожность ко всему новому и малоизвѣстному.

Мнѣ не удалось найти точныхъ датъ, когда были сдѣланы первыя установки подземныхъ электрическихъ насосовъ въ различныхъ странахъ. Примѣрно въ серединѣ 80-хъ годовъ прошлаго столѣтія были уже установки электрическихъ подземныхъ насосовъ въ Англіи и Америкѣ ¹⁾. Примѣрно около этого же времени были сдѣланы первыя установки въ Германіи ²⁾. Во Франціи первая установка малой мощности была сдѣлана въ 1881 г. ³⁾. Но еще въ девяностыхъ годахъ были противники примѣненія электричества къ горному дѣлу, отдавая преимущество или канатной передачѣ или сжатому воздуху или гидравлическимъ машинамъ ⁴⁾. Въ 1892 году на пятомъ всенѣмецкомъ Сѣздѣ горныхъ дѣятелей въ г. Бреславлѣ, проф. Riedler, дѣлая докладъ, въ которомъ доказывалъ, что электричество непримѣнимо для водоотлива, вентиляціи и подъемныхъ машинъ, закончилъ свою рѣчь словами: „Dies ist wenig interessant, aber nicht zu andern“.

Въ первыхъ установкахъ двигатели для насосовъ были постоянного тока, такъ какъ 3-хъ-фазныхъ двигателей еще не существовало.

Черезъ нѣсколько лѣтъ послѣ Франкфуртской выставки (въ 1891 г.), гдѣ впервые былъ примѣненъ 3-хъ фазный токъ, начинаютъ распространяться двигатели 3-хъ-фазнаго тока. Съ 1897 г. 3-хъ-фазный токъ въ Германіи получаетъ исключительное распространеніе въ горномъ дѣлѣ.

Возвращаясь къ установкамъ съ двигателями постоянного тока, нужно сказать, что они ставились какъ съ шунтовой характеристикой,

¹⁾ Glückauf 1891, № 70, S. 571, № 84, S. 691.

²⁾ Glückauf 1892, № 29, S. 339.

³⁾ Habets. Cours d'exploitation des mines, t. II, p. 572.

⁴⁾ Glückauf 1892, № 100, S. 1137.

такъ и съ серіею. Выборъ двигателей съ серіею характеристикою объяснялся тѣмъ, что для скалковыхъ насосовъ (единственно употреблявшихся въ то время) начальный пусковой моментъ больше нормальнаго рабочаго, а такъ какъ серіенный двигатель развиваетъ наибольшій моментъ при пускѣ въ ходъ, то онъ считался подходящимъ въ этихъ условіяхъ. Говоря о двигателяхъ постоянного тока, нужно сказать, что большой недостатокъ ихъ—коллекторъ. Неудобство, связанное съ коллекторомъ, особенно сильно сказывается въ подземныхъ установкахъ, гдѣ уходъ за двигателями и коллекторомъ не можетъ быть особенно тщательнымъ, а если еще принять во вниманіе, что электродвигатели постоянного тока времени работали подчасъ съ сильнымъ искреніемъ на коллекторѣ, требовали передвиженія щетокъ для уменьшенія искренія при переѣмѣ нагрузки двигателей, то понятно какъ шло навстрѣчу требованіямъ горной техники появленіе 3-хъ-фазнаго двигателя, не имѣющаго коллектора. Кромѣ того, пользованіе двигателемъ постоянного тока съ неизбѣжнымъ искреніемъ на коллекторѣ представляетъ большія опасности въ газовомъ рудникѣ.

Широкое распространеніе электричества въ горномъ дѣлѣ, можно сказать, начинается съ введеніемъ въ технику 3-хъ-фазнаго тока. Трехфазные двигатели, изобрѣтенные Доливо-Добровольскимъ, имѣли короткозамкнутый якорь и такіе именно двигатели 3-хъ-фазнаго тока и употреблялись сперва для шахтныхъ насосовъ, такъ какъ двигатели съ роторною обмоткою не были еще извѣстны. Но вращающій моментъ 3-хъ-фазныхъ двигателей съ короткозамкнутымъ роторомъ при пускѣ въ ходъ меньше его нормальнаго момента, а для пуска въ ходъ скалковаго насоса требуется вращающій моментъ раза въ два больше нормальнаго. Чтобы обойти это затрудненіе, поступали слѣдующимъ образомъ. Двигатель былъ приключаемъ къ генератору до пуска въ ходъ послѣдняго, и пускъ двигателя происходилъ одновременно съ пускомъ генератора, которому давался сразу полный намагничивающій токъ. Сила тока въ цѣпи при такомъ способѣ пуска близка къ нормальной силѣ и моментъ, развиваемый двигателемъ насоса, достаточенъ, чтобы преодолѣть вредное начальное сопротивленіе въ насосномъ агрегатѣ и начать выдавать воду.

Генераторъ 3-хъ-фазнаго тока иногда находился вблизи устья шахты и двигателемъ для него служилъ электродвигатель постоянного тока. Это бывало въ томъ случаѣ, если для распредѣленія электрической энергіи по руднику пользовались уже постояннымъ токомъ. Но обыкновенно генераторъ 3-хъ-фазнаго тока приводился въ дѣйствіе отъ паровой машины на электрической станціи. Такъ какъ электрическій токъ вырабатывался главнымъ образомъ для электрическихъ насосовъ,—это были самые большіе и самые важные потребители электрической энергіи,—то для cadaго электродвигателя у шахтнаго насоса ставился особый генераторъ тока. Благодаря этому получалась чрезвычайно простая установка

самой насосной камеры. Никакихъ выключателей, предохранителей и приборовъ не было въ ней. Все это было наверху у генератора. Остановка и пускъ насоса производились сверху—со станціи. Кромѣ того при такой установкѣ получалась возможность, измѣняя число оборотовъ генератора тока, мѣнять число оборотовъ и работу насосовъ. Но распространіе примѣненія электричества для другихъ надобностей на рудникахъ, увеличеніе мощности станцій, требованіе большей экономичности работы ихъ, заставили присоединять двигатели насосовъ къ общей электрической сѣти рудника. Въ такомъ случаѣ прежній способъ пуска двигателя одновременно съ пускомъ въ ходъ генератора оказывался уже неудобнымъ. Требовалось останавливать для пуска насоса всю станцію и прекращать на это время работу другихъ электродвигателей и освѣщеніе. Въ виду этого потребовалось уже перейти къ 3-хъ-фазнымъ двигателямъ съ фазовой обмоткой ротора, съ контактными кольцами на роторѣ, и передъ пускомъ въ ходъ включать реостатъ въ цѣпь ротора, при чемъ, конечно, терялась первоначальная простота всего устройства.

Сами электродвигатели соединялись съ насосами, или при помощи канатовъ, или ремней, или зубчатыхъ колесъ. Непосредственное соединеніе было невозможно, такъ какъ обычное число оборотовъ насосовъ было между 40—60 оборотами въ минуту. Нормальное же число оборотовъ 3-хъ-фазнаго двигателя равнялось нѣсколькимъ сотнямъ. Конечно, всякаго рода передача отъ двигателя къ насосу нежелательна, такъ какъ понижаетъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія всей установки, требуетъ большаго мѣста и большаго ухода, но тогда это было неизбѣжно. Подземные насосы имѣли малое число оборотовъ соотвѣтственно числу оборотовъ паровой машины, съ которой они соединялись непосредственно. Электродвигатели же призваны были замѣнять паровую машину; специальныхъ насосовъ къ электродвигателямъ въ то время не начинали еще строить. Такъ какъ для электротехники постройка электродвигателей такого низкаго числа оборотовъ представляетъ большія затрудненія, то передача между электродвигателемъ и насосомъ неизбѣжна. Чтобы уменьшить передачу и приблизить число оборотовъ электродвигателя къ числу оборотовъ насоса, брали токъ въ 25 періодовъ.

Прогрессъ въ постройкѣ насосовъ и изготовленіе электродвигателей позволилъ увеличить число оборотовъ для первыхъ, уменьшить для вторыхъ, примѣняя при этомъ уже 50 періодовъ, и такимъ образомъ имѣть непосредственное соединеніе насоса съ двигателемъ. Несмотря на увеличеніе стоимости двигателей въ этомъ случаѣ, вслѣдствіе выбора тихоходнаго типа его, общая стоимость установки вмѣстѣ съ другими удобствами привели окончательно къ непосредственнымъ соединеніямъ двигателя и насоса безъ промежуточныхъ передачъ. На Парижской выставкѣ 1900 г. были выставлены быстроходные насосы Riedler'a—такъ называемые Express-Pumpen, которые работали до 300 оборотовъ въ ми-

нута; другія фирмы также выставили быстроходные насосы. Но оказалось, что при такихъ большихъ скоростяхъ клапаны насосовъ быстро разрабатываются. Въ современныхъ насосахъ число оборотовъ значительно меньше, понижаясь для очень большихъ мощностей до 80-ти оборотовъ въ минуту, доходитъ до 180 оборотовъ для двигателей средней мощности—до 100 лошадиныхъ силъ. Для двигателей же меньшей мощности, чѣмъ 100 лошадиныхъ силъ, ставятъ зубчатую передачу. Отъ примѣненія ременной передачи или канатной отказались, такъ какъ въ сыромъ воздухѣ рудника онѣ работаютъ неудовлетворительно и кромѣ того занимаютъ много мѣста.

Наибольшая мощность двигателей для скалковыхъ насосовъ доходитъ до 1000 лошадиныхъ силъ по даннымъ фирмъ А. Е. G. и S. Sch.

Центробѣжные насосы.

За послѣднія десять лѣтъ получили громадное распространеніе для цѣлей водоотлива центробѣжные насосы, исключительно приводимые электродвигателями.

Мысль о центробѣжныхъ насосахъ зародилась еще у знаменитаго Папина ¹⁾. Въ своемъ сочиненіи, опубликованномъ въ Касселѣ въ 1695 г., онъ пишетъ, что устройство центробѣжныхъ вентиляторовъ навело его на мысль использовать принципъ ихъ для устройства водяныхъ центробѣжныхъ насосовъ. Опыты съ центробѣжными насосами, произведенные въ маломъ масштабѣ, были удачны, но для поднятія большихъ количествъ воды центробѣжные насосы не могли быть примѣнены за отсутствіемъ въ то время паровыхъ двигателей. Первые центробѣжные насосы очень мало походили на современные. Устройство центробѣжнаго насоса начала XVIII столѣтія было очень простое: параболически изогнутая труба, нижнее отверстіе которой было погружено въ воду. При вращеніи этой трубы около вертикальной оси, вода подымалась подъ вліяніемъ центробѣжной силы вверхъ по трубѣ и разбрызгивалась черезъ верхнее ея отверстіе. Только въ серединѣ XIX столѣтія англичанинъ Appold изготовилъ центробѣжный насосъ, по своей конструкціи приближающійся къ нынѣшней. Высота подъёмовъ насосовъ не превосходила 9 метр. Вслѣдъ за этими насосами появились различнаго рода усовершенствованія, особенно въ Англіи, и центробѣжные насосы получили вскорѣ весьма широкое распространеніе въ технику. Но всѣ эти насосы подымали воду на небольшую высоту и почти не имѣли примѣненія въ подземныхъ выработкахъ ²⁾. Причиной этого, кромѣ несовершенства самихъ

¹⁾ Историческія свѣдѣнія о центробѣжныхъ насосахъ заимствованы изъ статей, помѣщенныхъ въ Z. f. d. gesamte Turbinenwesen 1904, Н. 12, 1905, Н. 4, S. 55.

²⁾ Въ Glückauf за 1893 г. въ № 97, на 1470 стр. имѣется описаніе установки центробѣжнаго насоса для водоотлива. Высота поднятія 17 м. Количество выдаваемой воды 1,5 м.³/мин., число оборотовъ насоса 900 въ мин. Электродвигатель постоянного тока на А. и 450 В., непосредственно соединенный съ насосомъ.

насосовъ—малой мощности и малой высоты подъема воды—было большое неудобство ременной передачи отъ (парового) двигателя къ центробѣжному насосу. Къ концу прошлаго столѣтія электричество уже получило широкое распространеніе въ горномъ дѣлѣ и электродвигатели ставились къ скалковымъ насосамъ. Но непосредственное соединеніе со скалковымъ насосомъ, какъ уже было сказано, требуетъ тихоходныхъ двигателей, а такъ какъ и электродвигателямъ и центробѣжнымъ насосамъ свойственно большое число оборотовъ, то они оказались чрезвычайно подходящими другъ къ другу. Поэтому какъ только появились центробѣжные насосы, удовлетворявшіе требованіямъ рудничнаго водоотлива, такъ они сейчасъ нашли широкое примѣненіе.

Эру въ распространеніи центробѣжныхъ насосовъ для водоотлива составляетъ установка ихъ на серебряномъ рудникѣ въ Ногсајо въ Испаніи, сдѣланная фирмою Зульцеръ въ 1900 г.

Дадимъ краткія свѣдѣнія объ этой установкѣ ¹⁾. Вода подавалась не сразу наверхъ, а черезъ промежуточные насосы, установленные по высотѣ на 130 м. другъ отъ друга. Всего было три горизонта, на каждомъ стояло по насосу. Всѣ насосы были соединены послѣдовательно. Каждый насосъ подымалъ по 130 м. и выдавалъ 4,2 м³/мин. Общая высота поднятія, значить, 390 м. Число оборотовъ каждого насоса 870 въ мин., и каждый насосъ состоитъ изъ четырехъ рабочихъ колесъ. Впослѣдствіи глубина рудника увеличилась и былъ прибавленъ сперва одинъ, а затѣмъ еще и другой насосъ. Общая высота паденія стала равняться 600 м.

Такіе результаты въ постройкѣ центробѣжныхъ насосовъ высокаго давленія были достигнуты благодаря увеличенію давленія на каждое рабочее колесо, доходящему въ нынѣшнихъ насосахъ до 100 метр. водяного столба, и благодаря соединенію нѣсколькихъ ступеней въ одномъ насосѣ. Послѣ установки въ Ногсајо центробѣжные насосы получили чрезвычайно широкое распространеніе, о которомъ можно судить по слѣдующимъ цифрамъ. По даннымъ фирмы Зульцера число изготовленныхъ ею насосовъ со времени 1896 г. до 1902 г. равнялось ста. Такое же число насосовъ было выпущено за одинъ 1902 г. Въ слѣдующіе годы фабрикація насосовъ еще больше разрослась и къ концу 1911 г. фирмою Зульцеръ было изготовлено, начиная съ 1896 г., 3600 центробѣжныхъ насосовъ высокаго давленія, общою мощностью 437000 лощ. силъ. Весьма значительная часть изъ этихъ насосовъ должна служить для цѣлей водоотлива въ рудникахъ. Фирма Weise и Monski до конца 1909 г. построила центробѣжныхъ насосовъ высокаго давленія, общою мощностью въ 150000 лощ. силъ ²⁾.

Въ слѣдующихъ установкахъ стали ставить насосы въ самомъ нижнемъ этажѣ рудника, собирая въ нижнемъ зумпфѣ всю воду съ верх-

¹⁾ Z. d. V. d. I. 1901.

²⁾ Z. f. d. gesamte Turbinenwesen 1909, H. 15, S. 234.

нихъ горизонтовъ. Благодаря такому устройству значительно сокращаются расходы какъ по первоначальному оборудованію, такъ и по обслуживанію.

Для поднятія воды на очень большія высоты—400 м. и болѣе—ставятъ иногда два насоса, соединяя ихъ послѣдовательно; въ этомъ случаѣ какъ работа, такъ и давленіе распредѣляются поровну на оба насоса, и такимъ образомъ одинъ насосъ будетъ работать на „низкое“ давленіе, а другой на „высокое“. Каждый изъ насосовъ имѣетъ или по особому двигателю, или, въ цѣляхъ экономіи и сбереженія мѣста, оба насоса приводятся въ дѣйствіе однимъ двигателемъ, помѣщаемымъ между ними. Число оборотовъ прежнихъ насосовъ бралось примѣрно равнымъ 1000 въ минуту. (Говоря дальше, я буду указывать синхронное число оборотовъ двигателя, на самомъ дѣлѣ, при полной нагрузкѣ число оборотовъ для мощныхъ двигателей будетъ процента на два ниже). Затѣмъ поднимали число оборотовъ до 1500. Въ послѣднее время начали входить въ употребленіе насосы съ 3000 оборотовъ въ минуту. Въ этомъ случаѣ насосы и двигатели обходятся дешевле, но коэффициентъ полезнаго дѣйствія нѣсколько ниже и изнашиваніе насоса сильнѣе. Указанныя числа являются обязательными, если двигатели берутся 3-хъ-фазнаго тока и 50 періодовъ. Въ настоящее время въ рудникахъ употребляется только 3-хъ-фазный токъ и въ цѣляхъ однообразія принять токъ въ 50 періодовъ (все это примѣнимо только къ Европѣ, и, главнымъ образомъ, къ Германіи).

Мощность отдѣльныхъ насосовъ значительно возросла по сравненію съ прежними. Можно указать на современную установку въ В. Силезіи на рудникѣ Cleorphas, гдѣ насосъ Зульцера подымаетъ 10 м.³/въ мин., на высоту 454 метр., мощность двигателя (фирмы „Сименса“) 1560 лош. силъ и число оборотовъ въ минуту 1485 ¹⁾. Самый мощный центробѣжный насосъ построенъ фирмою Зульцеръ для Итальянскаго Общества въ Турино. Данныя этого насоса слѣдующія: мощность двигателя 4000 лош. силъ, количество подымаемой воды въ минуту 96 м.³., на высоту 152 м., число оборотовъ въ минуту 1000, двигатель 3-хъ-фазный ²⁾.

Особый классъ центробѣжныхъ насосовъ составляютъ *вертикальные центробѣжные насосы*, служащіе для водоотлива при проходкѣ шахтъ.

При углубленіи шахтъ давно уже употреблялись, наряду съ паровымъ приводомъ для скалковыхъ насосовъ, также и электрическій ³⁾. Но, конечно, наиболѣе подходящимъ насосомъ въ этомъ случаѣ долженъ быть центробѣжный насосъ, благодаря своему малому вѣсу и своимъ небольшимъ размѣрамъ въ сравненіи со скалковымъ насосомъ на ту же

¹⁾ Z. f. d. g. T. 1911, N. 3, S. 46.

²⁾ Z. f. d. g. T. 1911, N. 12.

³⁾ Glückauf, 1895, N. 4, S. 56.

мощность. Первый центробѣжный насосъ, построенный фирмою Зульцера, для водоотлива при углубкѣ шахты былъ выставленъ на Дюссельдорфской выставкѣ въ 1892 году.

Первые мощные углубительные центробѣжные насосы той же фирмы были построены въ 1905 году для шахты Donnersmark ¹⁾. При проходкѣ шахты, на глубинѣ 100 м. оказался такой сильный притокъ воды, что шахта была затоплена. Притокъ воды въ минуту былъ равенъ 15 м³. Пробовали поставить паровые насосы, но три насоса, загрозившихъ отверстію шахты, откачивали при одновременной работѣ всего только 10 м³. Тогда рѣшили прибѣгнуть къ центробѣжнымъ насосамъ. Было поставлено три одинаковыхъ насоса, каждый изъ нихъ могъ поднять 6 м³. въ минуту на высоту 160 м., при числѣ оборотовъ 970 въ минуту. Опытъ оказался удачнымъ.

Въ настоящее время при проходкѣ шахтъ почти исключительно примѣняются вертикальные центробѣжные насосы.

Мощность нѣкоторыхъ изъ нихъ доходитъ до 400 лош. силъ.

Сравненіе центробѣжныхъ насосовъ со скалковыми.

Теперь перейдемъ къ вопросу: какой насосъ, центробѣжный или скалковый, нужно выбирать для рудничнаго водоотлива? Каждый изъ этихъ двухъ типовъ насоса имѣетъ свои преимущества и вопросъ рѣшается какъ почти всегда въ техникѣ, что будетъ дешевле для даннаго случая.

Установка для центробѣжнаго насоса дешевле, чѣмъ для скалковаго. Мѣсто, занимаемое центробѣжнымъ насосомъ съ двигателемъ приблизительно раза въ два меньше, чѣмъ требуется для скалковаго той же мощности. Слѣдовательно, устройство насосной камеры обойдется дешевле для центробѣжнаго насоса. Фундаментъ подъ центробѣжный насосъ легче и дешевле, чѣмъ для скалковаго. Объясняется послѣднее особенностями въ работѣ центробѣжнаго насоса и скалковаго. Первый для своей работы требуетъ постояннаго вращающаго момента: вода подается насосомъ подъ постояннымъ давленіемъ ровной струей. Всѣ массы уравновѣшены и имѣютъ только вращательное движеніе. Поэтому фундаментъ получается легкій, а слѣдовательно и болѣе дешевый.

Между тѣмъ въ скалковыхъ насосахъ мы имѣемъ возвратно-поступательное движеніе тяжелыхъ массъ въ видѣ штангъ, поршней и т. п. Затѣмъ вода подается не ровной струей, а толчками, что отзывается на самомъ насосѣ и на трубопроводѣ. Для равномернаго хода двигателя требуется маховикъ. Всѣ части насоса, равно какъ и двигатель къ нему, имѣютъ значительный вѣсъ, такъ какъ число оборотовъ скалковаго насоса довольно низко. Поэтому фундаментъ скалковаго насоса долженъ быть взятъ болѣе тяжелый, а слѣдовательно и болѣе дорогой, чѣмъ для центро-

¹⁾ Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1905

бѣжнаго насоса. Сами насосы и двигатели, какъ тихоходные, будутъ дороже, чѣмъ центробѣжные насосы. Смазка и ремонтъ обходятся тоже дороже для скалковыхъ насосовъ.

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что центробѣжные насосы очень требовательны къ условіямъ работы.

Высота поднятія воды центробѣжнымъ насосомъ зависитъ отъ числа его оборотовъ. Въ первомъ приближеніи она прямо пропорціональна квадрату числа оборотовъ насоса. Это свойство центробѣжныхъ насосовъ въ связи съ примѣненіемъ къ нимъ асинхронныхъ двигателей имѣетъ большое значеніе. Число оборотовъ асинхронныхъ двигателей строго зависитъ отъ числа періодовъ питающаго тока. Поэтому всякія колебанія въ числѣ оборотовъ генераторовъ тока на электрической станціи должно отозваться на числѣ оборотовъ центробѣжнаго насоса. Если послѣдній при нормальномъ числѣ оборотовъ не имѣетъ лишняго давленія, т. е. манометрическая высота идетъ всецѣло на преодоленіе вредныхъ сопротивленій въ трубопроводѣ и поднятіе воды, то съ уменьшеніемъ числа оборотовъ центробѣжный насосъ перестаетъ выдавать воду на поверхность и вода останется на нѣкоторой высотѣ въ трубопроводѣ (будетъ „играть“). Принимать же во вниманіе колебаніе числа оборотовъ генератора необходимо, такъ какъ электрическія станціи рудниковъ—силовыя станціи, гдѣ нагрузка сильно колеблется вслѣдствіе періодичности работъ лебедокъ (подъемниковъ). Если мощность ихъ будетъ относительно велика по сравненію съ мощностью станціи, то колебанія въ нагрузкѣ должны отразиться на числѣ оборотовъ генераторовъ,—довольно слабо на установкахъ съ паровыми турбинами и сильно на установкахъ съ паровыми поршневыми машинами.

Также нужно считаться въ центробѣжныхъ насосахъ съ уменьшеніемъ напора вслѣдствіе изнашиванія лопатокъ и направляющихъ. Если напоръ центробѣжнаго насоса будетъ недостаточенъ, чтобы выдавать воду наверхъ, то нѣтъ возможности поправить дѣло, такъ какъ единственный выходъ—это увеличеніе числа оборотовъ насоса, что при асинхронныхъ двигателяхъ совершенно невозможно.

Поэтому при подсчетѣ требуемой манометрической высоты для центробѣжнаго насоса нужно учесть и возможное колебаніе числа оборотовъ двигателя и изнашиваніе насоса, а также не оцѣнять низко—при подсчетѣ потерь въ трубопроводѣ.

Въ скалковыхъ насосахъ мы не встрѣчаемся съ этими вопросами, такъ какъ высота поднятія воды не мѣняется отъ уменьшенія числа оборотовъ насоса, а изнашиваніе насоса отзывается только на его коэффициентъ полезнаго дѣйствія.

Что же касается до коэффициента полезнаго дѣйствія, то онъ ниже для центробѣжныхъ насосовъ, чѣмъ для скалковыхъ. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія центробѣжнаго насоса колеблется, въ зависимости

отъ соотношеній между высотой подъема и количествомъ выдаваемой воды, въ предѣлахъ между 70—80 %. Онъ тѣмъ ниже, чѣмъ больше высота подъема и меньше количество подаваемой воды. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія скалковыхъ насосовъ доходитъ до $92\frac{1}{2}\%$.

Такъ какъ 3-хъ-фазные двигатели, по числу оборотовъ, наиболѣе подходятъ къ центробѣжнымъ насосамъ, чѣмъ къ скалковымъ, для которыхъ требуются очень тихоходные двигатели, то коэффициентъ полезнаго дѣйствія двигателей центробѣжныхъ насосовъ будетъ процентовъ на $2\frac{1}{2}$ выше, чѣмъ для скалковыхъ. Кромѣ того, $\cos \varphi$ двигателей скалковыхъ насосовъ ниже, чѣмъ для центробѣжныхъ: для первыхъ онъ будетъ между 0,80—0,85, а для вторыхъ отъ 0,90 до 0,92.

Извѣстно, однако, что низкій $\cos \varphi$ неблагоприятенъ для сѣти и станціи.

Общій же коэффициентъ полезнаго дѣйствія для насоса съ двигателемъ для скалковыхъ насосовъ, въ худшемъ случаѣ, процентовъ на десять выше, чѣмъ для центробѣжныхъ насосовъ.

Окончательное рѣшеніе вопроса зависитъ отъ стоимости электрической энергіи на рудникѣ и продолжительности работы насоса.

Не имѣя данныхъ для русскихъ условий, я приведу свѣдѣнія, сообщенныя въ журналѣ Glückauf ¹⁾. Онѣ могутъ, съ одной стороны, освѣтить до нѣкоторой степени этотъ вопросъ, а съ другой стороны, указать ходъ подсчета.

	Центробѣжный насосъ.	Скалковый насосъ.
Число оборотовъ въ минуту . . .	1480—1490	71,2
Количество воды „ „ . . .	3,544 м ³ .	3,08 м ³ .
Коэффиц. полезн. дѣйствія двигателя.	94,5	91,8
„ „ „ насоса . .	75,3	92,5
Общій коэффиц. полезн. дѣйствія .	71,2	85,0

Изъ этой таблицы мы видимъ, что коэффициентъ полезнаго дѣйствія установки съ центробѣжнымъ насосомъ былъ ниже, чѣмъ для установки скалковаго насоса на 13,8%. При стоимости 1 KW-часа—3 пфенига, стоимость 8-часовой работы въ сутки центробѣжнаго насоса дороже, въ сравненіи со скалковымъ, на 13,05 марокъ, а въ годъ на 4736 мар. Рабочая плата одинакова въ обоихъ случаяхъ.

Стоимость установки такова:

	Центробѣжный насосъ.	Скалковый насосъ.
Насосъ	22000 мар.	65000 мар.
Камера	15200 „	28000 „
Фундаментъ	1800 „	6000 „
	<u>39000 мар.</u>	<u>99000 мар.</u>

¹⁾ Glückauf, 1908, N. 31, S. 1111.

Разница въ оборудованіи составитъ 99000 — 39000 мар. = 60000 мар. Если на амортизацію положить 10%, то ежегодная экономія для центробѣжнаго насоса составитъ 6000 мар. Ремонтъ и смазка въ годъ обходится для центробѣжнаго насоса 1100 мар., а для скалкового 2100 мар. Слѣдовательно, въ пользу центробѣжнаго насоса получается выгода въ 7000 м. Вычитая отсюда большую стоимость энергіи, равную 4763 мар., получимъ экономію въ 2237 мар. ($7000 - 4763 = 2237$) при пользованіи центробѣжнымъ насосомъ. Вышеприведенный расчетъ велся въ предположеніи 8 часовъ работы насоса въ сутки. Если же насосъ долженъ работать большее число часовъ въ сутки, то выгодность примѣненія центробѣжнаго насоса уменьшается и при дальнѣйшемъ увеличеніи числа рабочихъ часовъ скалковый насосъ становится экономичнѣе центробѣжнаго насоса.

Очень распространенное и вѣрное рѣшеніе вопроса въ Германіи состоитъ въ томъ, что для постоянной работы ставится скалковый насосъ, а въ качествѣ резервнаго центробѣжный насосъ.

Также и въ началѣ работы рудника можно поставить центробѣжный насосъ, а въ дальнѣйшемъ, съ увеличеніемъ притока воды, поставить скалковый насосъ для постоянной работы, оставивъ центробѣжный резервомъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ составъ воды можетъ служить препятствіемъ къ пользованію центробѣжными насосами.

Если вода кислая, то бронзовыя лопатки центробѣжныхъ насосовъ быстро разѣдаются и коэффиціентъ полезнаго дѣйствія настолько низко падаетъ, что насосъ почти перестаетъ подавать воду. Въ скалковыхъ же насосахъ вліяніе кислой воды значительно слабѣе. Для возможности пользованія центробѣжными насосами въ такихъ случаяхъ нужно, чтобы лопатки были сдѣланы изъ состава, мало подверженнаго химическому дѣйствію кислотъ.

Вода, которая даетъ большіе осадки (инкрустаціи), дѣлаетъ часто центробѣжные насосы непримѣнимыми, вслѣдствіе быстрого паденія коэффиціента полезнаго дѣйствія. Между тѣмъ какъ скалковые насосы менѣе чувствительны къ такой водѣ. Такая вода, въ которой находится во взвѣшенномъ состояніи песокъ или глина, чрезвычайно вредна для центробѣжныхъ насосовъ, такъ какъ лопатки ихъ въ этомъ случаѣ очень скоро изнашиваются. Въ скалковыхъ насосахъ такого быстрого стиранія частей не наблюдается, такъ какъ скорость теченія струи воды въ самихъ насосахъ невелика. Съ устройствомъ соотвѣтственныхъ отстойныхъ колодцевъ для очистки воды пользованіе центробѣжными насосами становится вполне возможнымъ. Въ Силезскомъ бассейнѣ, гдѣ ведутся работы съ закладкою выработокъ мокрою породой, слѣдовательно, гдѣ въ рудничной водѣ должно находиться большое количество взвѣшенныхъ частицъ песку, центробѣжные насосы работаютъ вполне удовлетворительно, благодаря тому, что вода предварительно хорошо отстаивается и, такимъ образомъ, освобождается отъ песку.

Пускъ въ ходъ электродвигателей насосовъ.

Пускъ въ ходъ двигателей насосовъ составляетъ важный вопросъ въ рудничныхъ подземныхъ установкахъ. Первое требованіе, предъявляемое къ подземнымъ насосамъ,—это полная надежность въ непрерывной эксплуатаціи. Какъ насосы, такъ и двигатели къ нимъ, должны быть построены прочно, и всякая возможность неполадокъ должна быть сведена до минимума. Въ первыхъ установкахъ 3-хъ-фазныхъ электрическихъ двигателей къ насосамъ пускъ ихъ, какъ уже было выше сказано, происходилъ одновременно съ пускомъ генератора. Съ точки зрѣнія простоты и надежности эксплуатаціи такое устройство нужно признать превосходнымъ. Но, при дальнѣйшемъ распространѣніи примѣненія электричества на рудникахъ, такой способъ оказался уже непригоднымъ. Пришлось ставить двигатели съ роторною обмоткою, контактными кольцами и пусковыми реостатами. Отъ этого въ значительной степени терялась простота и надежность установки, такъ какъ появились новыя возможные мѣста поврежденій въ двигателѣ, именно: на щеткахъ, кольцахъ и обмоткѣ ротора. Въ настоящее время вопросъ о пускѣ въ ходъ двигателя для насоса рѣшается различно, смотря по обстоятельствамъ. Употребляются двигатели 3-хъ-фазнаго тока, какъ съ коротко замкнутою обмоткою (обмотка ротора въ видѣ бѣличьяго колеса), такъ и двигатели съ фазовою роторною обмоткою.

Прежде чѣмъ перейти къ указаніямъ, въ какихъ случаяхъ пользуются этими двумя типами двигателей, остановимся нѣсколько на свойствахъ ихъ при пускѣ въ ходъ.

Если мы для пуска въ ходъ приключимъ къ цѣпи двигатель съ коротко замкнутымъ якоремъ, то сила тока, которая пойдетъ въ первый моментъ въ двигатель, будетъ болѣе разъ въ шесть нормальной для него силы тока. Не говоря уже о цѣлости обмотки самого двигателя, такой токъ чрезвычайно вреденъ для электрической сѣти и электрической станціи и въ большинствѣ случаевъ, можно сказать, недопустимъ. Затѣмъ вторымъ недостаткомъ двигателя съ коротко замкнутымъ якоремъ будетъ ихъ небольшой начальный вращающій моментъ. При пускѣ этотъ моментъ будетъ равенъ примѣрно половинѣ нормальнаго рабочаго момента.

Только двигатели очень малой мощности (силъ до 5) могутъ приключаться къ цѣпи, если требуемый отъ него моментъ начальный будетъ достаточно малъ. Вслѣдствіе малой мощности двигателя толчокъ въ цѣпи пройдетъ незамѣченнымъ.

Но въ виду болѣе простоты двигателя съ коротко замкнутымъ якоремъ, болѣе надежности въ работѣ, болѣе простоты въ оборудованіи установки, меньшей стоимости, а также и меньшей площади, занимаемой двигателемъ, такъ какъ онъ короче, чѣмъ двигатель съ контактными кольцами, то по всѣмъ этимъ причинамъ предпочитаютъ ста-

вить, гдѣ только возможно, двигатели съ коротко замкнутымъ якоремъ. Но свойства ихъ ограничиваютъ область ихъ примѣненія. Они могутъ найти только тамъ мѣсто, гдѣ начальный пусковой моментъ меньше нормальнаго рабочаго момента. А такой случай мы имѣемъ въ примѣненіи центробѣжныхъ насосовъ. Они пускаются въ ходъ при залертомъ рабочемъ вентилѣ насоса, безъ нагрузки, въ холостую. Слѣдовательно, двигатель долженъ преодолѣть только вредныя сопротивленія въ насосѣ и сообщить ускоренія вращающимся массамъ. Затѣмъ центробѣжный насосъ есть машина быстроходная, т. е. съ небольшими вращающимися массами, слѣдовательно моментъ, требуемый для ускоренія вращающихся массъ будетъ незначителенъ. Въ среднемъ вращающій моментъ во время пуска насоса будетъ около 0,4 нормальнаго рабочаго момента. Итакъ небольшой пусковой моментъ, требуемый для центробѣжныхъ насосовъ, позволяетъ примѣненіе къ нимъ двигателей съ коротко замкнутымъ якоремъ. Для пользованія такими двигателями нужно только какимъ-нибудь способомъ избѣжать толчковъ въ цѣпи, которые получаются при пускѣ въ ходъ двигателя. Для этого двигатель нужно пускать при пониженномъ вольтажѣ у зажимовъ статора и только, когда двигатель уже приобрѣтитъ нѣкоторую скорость, тогда только включать его къ полному напряженію цѣпи. Этого можно достигнуть, или включая реостатъ въ цѣпь статора и выводя его постепенно по мѣрѣ пуска, или же пользоваться автотрансформаторомъ. Способъ введенія реостата въ цѣпь статора не имѣетъ примѣненія. Во-первыхъ, устройство такого реостата, включаемаго въ высоковольтную цѣпь, сопряжено съ затрудненіями и обходится дорого, а во-вторыхъ, при той же самой силѣ тока въ главной цѣпи моментъ развиваемый двигателемъ будетъ больше, когда мы пользуемся автотрансформаторомъ, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда мы беремъ реостатъ въ цѣпи статора. Въ современныхъ установкахъ двигателю для пуска въ ходъ дается отъ автотрансформатора половинное напряженіе нормальнаго въ цѣпи. Когда уже двигатель приобрѣтитъ нѣкоторую скорость, его переключаютъ непосредственно на цѣпь и двигатель начинаетъ работать съ полнымъ числомъ оборотовъ. Только послѣ этого начинаютъ постепенно нагружать центробѣжный насосъ, открывая понемногу рабочій вентиль его до полного открытія. (Насосъ и трубопроводъ передъ началомъ пуска наполняются водою и выпускается скопившійся воздухъ во время стоянки центробѣжнаго насоса).

Двигатели при вертикальныхъ центробѣжныхъ насосахъ, примѣняемыхъ при проходкѣ шахтъ, дѣлаются исключительно съ коротко замкнутымъ якоремъ. Это объясняется тѣмъ, что двигатели въ этомъ случаѣ ставятся совершенно закрытаго типа, для предохраненія отъ прониканія воды и присмотръ за такими двигателями долженъ быть сведенъ до минимума. Кромѣ того, двигатель съ фазовою обмоткою и роторными кольцами усложнилъ бы установку, такъ какъ потребовался бы особый

кабель съ проводами къ пусковому реостату. Обыкновенно въ установкахъ вертикальныхъ насосовъ при углубленіи шахтъ пускъ въ ходъ двигателя происходитъ на поверхности при помощи автотрансформатора, установленнаго у устья шахты. Такимъ образомъ отъ двигателя идетъ на поверхность только одинъ кабель, гдѣ онъ намотанъ на барабанъ, который приводится въ дѣйствіе особой лебедкой, при помощи которой удлиняютъ или укорачиваютъ кабель въ шахтѣ, соотвѣтственно перемѣщеніямъ насоса.

Удобства связанныя съ употребленіемъ двигателей съ коротко замкнутымъ якоремъ въ подобныхъ установкахъ настолько велики, что они имѣютъ исключительное примѣненіе, несмотря на то, что мощность нѣкоторыхъ такихъ двигателей доходитъ до 400 лощ. силъ.

Если теперь обратиться къ постояннымъ установкамъ центробѣжныхъ насосовъ, то тотъ или иной способъ пуска въ ходъ двигателя зависитъ, какъ отъ мощности его, такъ и отъ мощности станціи. Это объясняется тѣмъ, что и пользуясь автотрансформаторомъ для пуска въ ходъ двигателя, мы только уменьшаемъ толчки въ цѣпи, но не устраняемъ ихъ. Если мощность двигателя по отношенію къ мощности станціи значительна, то пускъ его въ ходъ отъ автотрансформатора сильно отражается на работѣ станціи и цѣпи. Въ такомъ случаѣ приходится ставить двигатель съ пусковымъ реостатомъ. Если мощность двигателя центробѣжнаго насоса не велика сама по себѣ и по отношенію къ станціи, то ставятъ двигатель съ коротко замкнутымъ роторомъ.

Такъ въ Бельгіи, гдѣ мощность двигателей центробѣжныхъ насосовъ водоотлива небольшая, не превосходящая 200—300 лощ. силъ, тамъ мы имѣемъ установки двигателя съ коротко замкнутымъ якоремъ и пускъ ихъ совершается отъ автотрансформатора. Въ Германіи же, гдѣ очень часто, вслѣдствіе значительнаго притока воды въ рудникахъ, мощность насосовъ большая, двигатели ставятся съ фазовою роторною обмоткою и пусковымъ реостатомъ.

Къ скалковымъ насосамъ двигатели съ коротко замкнутымъ роторомъ непримѣнимы. Скалковые насосы — тихоходныя машины — съ большими движущимися массами. Двигатели къ нимъ тоже тихоходные, причемъ роторъ служитъ одновременно и маховикомъ. Поэтому массы, которымъ нужно придать ускореніе при пускѣ въ ходъ, значительны, затѣмъ насосъ обыкновенно начинаетъ выдавать воду наверхъ одновременно съ пускомъ въ ходъ двигателя. Поэтому моментъ требуемый отъ двигателя при пускѣ въ ходъ доходитъ до двойного противъ нормальнаго. Значитъ для скалковаго насоса требуется ставить двигатель съ пусковымъ реостатомъ въ роторѣ. Такіе двигатели свободно могутъ развивать моментъ равный удвоенному нормальному. Также и для скалковыхъ насосовъ небольшой

мощности начальный пусковой моментъ больше нормальнаго. Хотя для насосовъ малой мощности, — меньше ста лощ. силъ — берутся двигатели быстроходные, болѣе легкіе, но имѣется зубчатая передача и массы, подлежащія ускоренію, получаютъ относительно большими. Пускъ скалковыхъ насосовъ малой мощности тоже происходитъ подѣ нагрузкою, слѣдовательно, скалковые насосы могутъ ставиться исключительно только съ двигателями, имѣющими фазовую обмотку на роторѣ.

Заканчивая вопросъ о примѣненіи двухъ типовъ двигателей — съ коротко замкнутымъ якоремъ и съ фазовою роторною обмоткою — нужно указать на приспособленія для короткаго замыканія ротора. Послѣ пуска въ ходъ двигателя, когда весь реостатъ въ цѣпи ротора выведенъ, при помощи особаго приспособленія замыкають контактные кольца на короткое на самомъ роторѣ и затѣмъ поднимають щетки. Благодаря этому, во-первыхъ, уменьшаются потери на треніе щетокъ и электрическія потери въ контактахъ щетокъ и въ соединительныхъ проводахъ между роторомъ и реостатомъ, а во-вторыхъ, избѣгается возможность порчи, изнашивания колець, такъ какъ они работаютъ только въ моментъ пуска въ ходъ двигателя. Такимъ образомъ получается двигатель, приближающійся по своей простотѣ къ двигателю съ коротко замкнутымъ якоремъ. Эти приспособленія имѣются теперь почти на всѣхъ двигателяхъ центробѣжныхъ насосовъ, такъ какъ эти двигатели быстроходные и скользящіе контакты особенно не желательны. На двигателяхъ же скалковыхъ насосовъ, двигателяхъ тихоходныхъ, приспособленіе для короткаго замыканія часто не ставятся, такъ какъ окружная скорость контактныхъ колець весьма незначительна, вѣроятность поврежденій на щеткахъ мала, изнашивание колець и электрическія потери тоже очень малы.

Что же касается реостатовъ, включаемыхъ въ цѣпь ротора, то они часто берутся жидкіе, такъ какъ пускъ двигателя производится не часто и продолжается очень короткое время.

Приключеніе двигателя (или трансформатора) къ цѣпи переменнаго тока высокаго напряженія связано съ довольно сложными процессами въ цѣпи включаемаго прибора.

Въ зависимости отъ магнитнаго состоянія двигателя и отъ фазы электродвижущей силы въ моментъ включенія, въ обмоткѣ двигателя можетъ возникнуть кратковременный токъ силы, *превышающей во много разъ нормальную силу тока*. Это явленіе не имѣетъ особаго значенія для цѣлости двигателя. Токъ большой силы можетъ выгнуть головки обмотки статора. Противъ этого легко бороться болѣе прочнымъ закрѣпленіемъ обмотки въ слабыхъ мѣстахъ, какъ это дѣлается, на примѣръ, въ турбинахъ, гдѣ обмотка на лобовой поверхности статора резворачивается при короткомъ

замыканіи въ цѣпи вслѣдствіе взаимодѣйствія между отдѣльными проводниками, если они недостаточно скрѣплены между собою.

Болѣе опаснымъ для цѣлости двигателя будетъ *перенапряжение*, появляющееся въ первыя мгновенія послѣ включенія, причемъ разность потенциаловъ между рядомъ лежащими проводниками одного витка можетъ превосходить во много, много разъ ту разность потенциаловъ, которая существуютъ нормально во время работы двигателя. Въ этихъ мѣстахъ изоляція слабѣетъ и при повторныхъ включеніяхъ она пробивается. Чтобы избѣжать этого, въ моментъ включенія вводятъ передъ двигателемъ большое добавочное омическое сопротивленіе. Дѣлается это такъ, что при включеніи рубильника этимъ же движеніемъ вводится послѣдовательно въ цѣпь большое сопротивленіе, которое выключается постепенно при дальнѣйшемъ движеніи рукоятки рубильника и, когда рукоятка заняла крайнее положеніе, т. е. произошло окончательное включеніе рубильника, то и добавочное сопротивленіе уже выведено изъ цѣпи. Такъ какъ для включенія требуется всего какихъ нибудь 2 секунды, то плотность тока въ добавочномъ сопротивленіи берется большая, благодаря чему размѣры такого реостата получаются очень малыми и онъ помѣщается тутъ же у рубильника сзади распредѣлительной доски. Такія приспособленія имѣются у всѣхъ болѣе или менѣе мощныхъ и высоковольтныхъ двигателей.

Камера электрическаго насоса.

Въ то время какъ въ первыхъ электрическихъ насосахъ напряженіе въ 500 вольтъ считалось высокимъ и было предѣльнымъ, въ современныхъ установкахъ вольтажъ допускаемый внутри рудника для двигателей главнаго насоса доходитъ до 6500 вольтъ. Этотъ вольтажъ собственно является максимальнымъ внутри рудника. Дѣло въ томъ, что практически невыгодно строить двигатели на болѣе высокое напряженіе, слѣдовательно, и нѣтъ никакого основанія вводить внутрь рудника болѣе высокое напряженіе, чѣмъ 6500 вольтъ.

Электрическое оборудованіе насосной камеры ничѣмъ не отличается отъ обычныхъ распредѣлительныхъ устройствъ у двигателей на поверхности; отклоненія имѣются только въ требованіяхъ большей безопасности, предъявляемыхъ вообще ко всѣмъ подземнымъ электрическимъ устройствамъ. Повышенное требованіе безопасности къ подземнымъ электрическимъ установкамъ объясняется болѣею влажностью предметовъ и воздуха, что влечетъ за собой ухудшеніе изоляціи и болѣшую опасность для чело-вѣческаго организма отъ соприкосновенія съ токонесущими частями ¹⁾).

¹⁾ „Правила безопасности при сильныхъ токахъ низкаго и высокаго напряженія для электрическихъ сооружений на рудникахъ, копяхъ, приискахъ и горныхъ заводахъ“ помѣщены въ Горномъ журналѣ за 1912 г въ мартовской книжкѣ.

Переходя затѣмъ къ самой камерѣ, можно указать, что она должна быть сухою и хорошо провѣтриваться. Если возможно затепленіе камеры, то необходимо предвидѣть устройства, преграждающія доступъ воды во время поднятія уровня ея въ рудникѣ. Во избѣжаніе облитія и забрызгиванія водою двигателей желательно имѣть прикрытіе на флянцахъ трубъ и вообще всякихъ соединеній насоса, чтобы въ случаѣ порчи въ нихъ, предохранить отъ забрызгиванія водою двигателей, если только самъ двигатель не защищенъ отъ этого. Все это дѣлается съ той цѣлью, чтобы не замочить обмотки двигателя и не попортить его.

Въ камеру обыкновенно идутъ два кабеля отъ электрической станціи. Въ случаѣ порчи одного имѣется другой запасной. Это очень важно для эксплоатаціи рудника, такъ какъ остановка водоотлива на продолжительное время можетъ повлечь за собою неисчислимые бѣдствія.

Въ насосной камерѣ обыкновенно устраивается подстанція для подземныхъ выработокъ рудника.

Для скалковыхъ насосовъ въ насосной камерѣ ставится компрессоръ воздуха. Приводится онъ въ дѣйствіе—черезъ посредство зубчатой передачи—небольшимъ трехфазнымъ двигателемъ, питаемымъ отъ низковольтной (освѣтительной) цѣпи.

Обязательно камера должна быть соединена телефономъ съ электрической станціей. Устройство крана въ камерѣ нужно считать обязательнымъ, затраты на него окупятся быстро при монтажѣ насосовъ и ихъ ремонтѣ.

Заканчивая этотъ бѣглый обзоръ устройства насосной камеры можно прибавить, что такая камера съ полнымъ ея оборудованіемъ обходится довольно дорого и такъ какъ это сооруженіе существуетъ до тѣхъ поръ пока работаетъ рудникъ, то идутъ на траты, по отношенію ко всей затраченной суммѣ на водоотливъ—траты не большія, чтобы придать болѣе нарядный видъ камерѣ.

Что же касается самихъ двигателей, то о нихъ можно сказать слѣдующее. Если мощность двигателя большая, если размѣры его получаются такіе, что онъ не можетъ пройти черезъ отверстіе въ шахтѣ или по выработкамъ къ насосной камерѣ, то въ этомъ случаѣ онъ дѣлается изъ нѣсколькихъ частей. Обыкновенно тогда роторъ и статоръ состоятъ изъ двухъ половинъ. Но у особенно мощныхъ и большихъ двигателей и статоръ и роторъ состояются изъ четырехъ частей. Размѣры частей машинъ ограничиваются, впрочемъ, не только тѣмъ, что онѣ пройдутъ въ шахту, но и вѣсомъ ихъ, такъ какъ нужно также принимать во вниманіе грузоподъемность подъемной машины, при помощи которой эти части будутъ спускаться внизъ.

Двигатели скалковыхъ насосовъ тихоходные и большихъ размѣровъ. Поэтому постройка такихъ двигателей закрытаго типа сопряжена съ боль-

шими затрудненіями и двигатели эти дѣлаются открытаго типа. Что же касается до двигателей центробѣжныхъ насосовъ, то изготовленіе ихъ закрытаго типа вполне возможно и, смотря по требованію, эти двигатели дѣлаются открытые или закрытые съ искусственною вентиляціею. Въ исключительныхъ случаяхъ ставятся совершенно закрытые двигатели безъ вентиляціи, но тутъ же принимаются особыя мѣры для охлажденія двигателя.

Еще нужно прибавить нѣсколько словъ объ установкахъ въ газовыхъ рудникахъ. Въ виду большой мощности насосовъ не только электродвигатели скалковыхъ насосовъ, но также и центробѣжныхъ насосовъ не могутъ быть сдѣланы закрытаго типа безопаснаго отъ взрывовъ. Единственно, что можно закрыть и сдѣлать безопаснымъ отъ взрыва—это контактные кольца. Въ этомъ случаѣ конструкція двигателя сильно отличается отъ обыкновенной: контактные кольца находятся уже не между подшипниками, а на свободномъ концѣ вала—за подшипникомъ. Но обыкновенно насосная камера помѣщается вблизи ствола въ струѣ поступающаго свѣжаго воздуха, поэтому двигатели ставятся безъ приспособленій для защиты отъ взрывовъ.

Въ заключеніе скажемъ объ одномъ приспособленіи, хотя и мало распространенномъ, но которое нужно признать очень практичнымъ.

Такъ какъ воздухъ въ насосной камерѣ довольно влажный, то есть опасность, что обмотка двигателя, отсырѣвъ за время остановки его, можетъ быть пробита при пускѣ въ ходъ двигателя. По этому передъ пускомъ послѣ продолжительной остановки нужно обмотку двигателя просушить. Для этого отсоединяютъ его отъ высоковольтной цѣпи и присоединяютъ къ низко вольтной—освѣтительной цѣпи. Но устройство временныхъ соединеній довольно хлопотливо и беретъ много времени. Удобно, если для просушки напередъ предусмотрѣно какое нибудь приспособленіе. Какъ примѣръ можетъ служить устройство на рудникѣ Rheinpreusse ¹⁾). Обмотка статора при помощи переключателя можетъ присоединяться къ шинамъ рабочей цѣпи въ 5000 вольтъ или къ шинамъ освѣтительной цѣпи въ 260 вольтъ. При такомъ устройствѣ, приключая двигатель, послѣ его остановки, къ шинамъ низкаго напряженія, поддерживаютъ двигатель въ тепломъ состояніи (при чемъ моторъ не вращается). Такимъ образомъ избѣгаютъ того, что обмотка отсырѣетъ. Такая схема чрезвычайно удобна и позволяетъ пускъ въ ходъ двигателя въ любой моментъ.

Подобное же устройство сдѣлано на рудникѣ Dover Colliery. Чтобы обмотка двигателей, во время остановки ихъ, не отсырѣвала въ сыромъ воздухѣ рудника, двигатели, на время остановки, приключаются къ 300 вольтовой цѣпи. Рабочее напряженіе 2500 вольтъ ²⁾).

¹⁾ Glückauf 1912, Н. I, S. 30.

²⁾ E. Kr. B., 1912, Н. 26, S. 557.

Электрическіе вентиляторы въ рудничномъ дѣлѣ.

Горн. Инж. А. А. Лацинскаго.

Электродвигатели для приведенія въ дѣйствіе рудничныхъ вентиляторовъ примѣняются уже давно.

Преимущества электрическаго оборудованія вентиляторовъ передъ паровымъ будутъ общія преимущества электричества передъ паромъ. Это—центральное паровое хозяйство, свобода въ выборѣ мѣста установки вентилятора и, какъ результатъ этого, удобство и экономія въ эксплуатациіи вентилятора съ электрическимъ приводомъ въ сравненіи съ паровымъ приводомъ.

Остановимся немного на этомъ вопросѣ.

Соотвѣтственно двумъ системамъ вентиляціи рудника—центральная вентиляція и діагональная вентиляція, мы имѣемъ либо установку вентилятора около капитальной шахты, либо на периферіи рудника.

Разсмотримъ сперва случай, когда имѣется *центральная* вентиляція и, слѣдовательно, вентиляціонная шахта находится рядомъ съ капитальною шахтою.

Въ этомъ случаѣ около центральной шахты обыкновенно расположена электрическая станція съ батареею котловъ, которые обслуживаютъ машины станціи и шахтный подъемникъ, если онъ паровой.

При такомъ расположеніи можетъ возникнуть вопросъ, не экономичнѣе ли будетъ поставить для вентилятора паровую машину, а не электродвигатель.

Что касается до стоимости установки, то для электрическаго привода она будетъ не выше, причемъ мы принимаемъ во вниманіе увеличеніе стоимости электрической станціи, вызываемое присоединеніемъ электрическаго вентилятора.

Что же касается до расхода энергіи, то для электрическаго вентилятора онъ будетъ ниже, хотя въ этомъ случаѣ мы и будемъ имѣть лишнее двойное превращеніе энергіи, именно: энергія пара превращается въ механическую, затѣмъ въ электрическую, которая превращается снова

въ механическую для вращенія вентилятора. Между тѣмъ какъ въ паровомъ вентиляторѣ мы сразу пользуемся энергіею пара для работы вращенія вентилятора. Но дѣло въ томъ, что передача электрической энергіи и электродвигатель работаютъ съ очень высокимъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія. Турбо-альтернаторы на электрической станціи, будучи обыкновенно довольно мощными, работаютъ очень экономично. Между тѣмъ какъ поршневая паровая машина, да еще относительно небольшая, работаетъ съ большимъ расходомъ пара на единицу лошадиной силы.

Поэтому, несмотря на двойное лишнее превращеніе энергіи, мы будемъ имѣть для электрическаго вентилятора меньшій расходъ пара, чѣмъ для вентилятора съ паровою поршневою машиною.

Кромѣ того присоединеніе электрическаго вентилятора должно отзываться благопріятно на общемъ коэффициентѣ полезнаго дѣйствія всей электрической станціи, такъ какъ къ ней присоединяется потребитель съ ровною и постоянною нагрузкою.

Уходъ за электрическимъ вентиляторомъ, конечно, дешевле и проще, чѣмъ за паровымъ.

Если же вентиляторъ не находится у самыхъ паровыхъ котловъ, то обстоятельства складываются еще болѣе неблагопріятно для парового вентилятора, такъ какъ прибавляются еще потери, и довольно значительныя, въ паропроводѣ.

Въ нѣкоторыхъ установкахъ съ центральною вентиляціею, повидимому, можетъ найти мѣсто примѣненіе паровыхъ турбинъ въ качествѣ двигателя вентилятора (турбо-вентиляторы). Въ этомъ случаѣ вентиляторъ долженъ быть особой конструкціи, чтобы быть соединеннымъ непосредственно съ турбиною.

Подобная установка имѣется на одномъ рудникѣ въ Англіи ¹⁾.

Количество воздуха, подаваемое вентиляторомъ 7100 м³/мин., давленіе 300 мм. водяного столба, при 2500 обор. мин. Гарантированное потребление пара равно 6800 кг. въ часъ, при давленіи его 9,2 атм. Этотъ же вентиляторъ при 2000 об./мин. даетъ воздуха 5700 м³/мин., давленіе 200 мм. вод. столба, съ расходомъ пара 4100 кг. въ часъ.

Турбо-вентиляторы могутъ найти себѣ примѣненіе въ установкахъ, гдѣ мощность ихъ настолько велика, что позволяетъ экономично примѣнять паровую турбину и гдѣ, по мѣстнымъ условіямъ, они стоятъ на электрической станціи, вмѣстѣ съ другими паровыми турбинами, вблизи паровыхъ котловъ.

Въ случаѣ *диагональной* вентиляціи, когда вентиляторы значительно удалены отъ капитальной шахты и слѣдовательно отъ электрической станціи съ паровыми котлами, электрическій вентиляторъ имѣетъ всѣ преимущества передъ паровымъ.

¹⁾ Modern practice in Mining, by Redmayne, 1911, vol. IV, p. 164.

Установка отдѣльныхъ паровыхъ котловъ спеціально для даннаго вентилятора обойдется значительно дороже установки электродвигателя и устройства линіи передачи. Потребленіе энергіи на паровой вентиляторъ будетъ много выше чѣмъ на электрической. Кромѣ того, что стоимость пара для парового вентилятора будетъ повышена вслѣдствіе дополнительныхъ расходовъ по содержанію отдѣльно стоящихъ паровыхъ котловъ, уходъ и содержаніе для паровыхъ вентиляторовъ тоже дороже.

Итакъ, въ случаѣ діагональной вентиляціи, мы приходимъ къ безусловному примѣненію электродвигателей.

Если мы посмотримъ, какъ вообще обстоитъ въ практикѣ вопросъ о примѣненіи электродвигателей къ вентиляторамъ, то мы увидимъ, что онъ рѣшается въ пользу электрическаго привода.

Теперь перейдемъ къ примѣненію электродвигателей къ вентиляторамъ.

Электродвигатель находится въ хорошихъ условіяхъ, такъ какъ помѣщается въ чистомъ, сухомъ зданіи; работаетъ круглыя сутки безъ перерыва, чрезвычайно спокойно, подъ постоянною нагрузкою. За вентиляторомъ съ электродвигателемъ не требуется постоянного ухода, и онъ можетъ быть оставляемъ на продолжительное время безъ присмотра. На всякій случай ставятся автоматически дѣйствующие сигналы, извѣщающіе объ остановкѣ вентилятора.

По числу оборотовъ и по мощности двигателя вентиляторъ тоже не представляетъ ничего ненормальнаго.

Такимъ образомъ, къ электродвигателю шахтнаго вентилятора не предъявляется никакихъ спеціальныхъ требованій, и установка его будетъ обычною установкою электродвигателя.

Такъ обстоитъ дѣло до тѣхъ поръ, пока отъ двигателя вентилятора не требуется регулировки числа оборотовъ, которая вызывается надобностью въ измѣненіи количества подаваемого воздуха въ рудникъ.

Посмотримъ сперва, въ какихъ случаяхъ нужно мѣнять подачу воздуха. Такихъ причинъ можетъ быть нѣсколько.

Если мы имѣемъ рудникъ не газовый, то количество подаваемого воздуха опредѣляется числомъ рабочихъ, находящихся въ подземныхъ выработкахъ. Поэтому въ праздничные дни, въ дни остановки работъ въ рудникѣ, можно уменьшить подачу воздуха.

Другой случай, когда рудникъ только начинаютъ разрабатывать. По мѣрѣ увеличенія площади выработокъ требуется увеличить количество подаваемого свѣжаго воздуха. Иногда только послѣ многихъ лѣтъ выработка настолько увеличится, что въ дальнѣйшемъ подача воздуха остается постоянною.

Какіе же имѣются способы для измѣненія количества подаваемого воздуха?

Такъ какъ этотъ вопросъ имѣетъ большое значеніе въ дальнѣйшемъ изложеніи и такъ какъ во многихъ руководствахъ по вентиляціи и вентиляторамъ этотъ вопросъ изложенъ не съ достаточною подробностью, то я считаю необходимымъ остановиться на немъ и посвятить ему нѣсколько страницъ.

Какъ можно измѣнить подачу воздуха въ рудникъ? Для этого имѣется два способа.

Одинъ способъ—измѣненіе отверстія въ вентиляціонномъ каналѣ.

Другой способъ—измѣненіе числа оборотовъ вентилятора.

1. Остановимся сперва на первомъ способѣ—измѣненіи отверстія въ вентиляціонномъ каналѣ, идущемъ отъ вентилятора къ вентиляціонной шахтѣ, при неизмѣнномъ числѣ оборотовъ вентилятора.

Количество воздуха, подаваемого вентиляторомъ въ рудникъ, находится по извѣстной формулѣ:

$$a = 0,38 \frac{Q}{\sqrt{h}} \dots \dots \dots 1,$$

гдѣ Q —количество воздуха въ куб. метр. въ минуту;

„ h —депрессія въ мм. водяного столба, создаваемая вентиляторомъ;

„ a —эквивалентное отверстіе рудника въ кв. метрахъ.

Если у насъ мѣняется эквивалентное отверстіе рудника, при неизмѣнномъ числѣ оборотовъ центробѣжнаго вентилятора, то, согласно формулѣ 1, мѣняется и количество подаваемого воздуха. Отсюда и способъ измѣненія подачи воздуха—измѣненіе эквивалентнаго отверстія рудника. Последнее мы не можемъ измѣнять, но, вдвигая задвижки въ вентиляціонный каналъ, мы этимъ увеличиваемъ сопротивленія прохожденію струи воздуха и какъ бы измѣняемъ эквивалентное отверстіе рудника.

Выражаясь точно, мы уменьшаемъ внѣшнее эквивалентное отверстіе вентилятора, именно то внѣшнее эквивалентное отверстіе, на которое былъ рассчитанъ и построенъ вентиляторъ и на каковое отверстіе вентиляторъ, въ своихъ нормальныхъ условіяхъ, долженъ работать.

Работа, совершаемая вентиляторомъ, опредѣляется по формулѣ:

$$T = Q \cdot h.$$

Конечно, работа совершаемая вентиляторомъ, будетъ больше, такъ какъ мы не приняли во вниманіе коэффиціента полного дѣйствія вентилятора. Но, чтобы не затемнять общей картины, я въ дальнѣйшемъ изложеніи, говоря о работѣ вентилятора или двигателя его, буду полагать, что нѣтъ потерь въ нихъ, за исключеніемъ тѣхъ особыхъ случаевъ, когда я буду оговаривать это. Общій характеръ соотношеній и кривыхъ остается тотъ же въ обоихъ случаяхъ, учитываемъ-ли мы потери или не учитываемъ.

Укажемъ еще, что сказанное о сохраненіи характера соотношеній и кривыхъ будетъ справедливо въ томъ случаѣ, если мы будемъ изслѣдовать вопросъ въ тѣхъ предѣлахъ, которые встрѣчаются въ рудничной практикѣ.

Итакъ, работа, совершаемая вентиляторомъ, опредѣляется по формулѣ:

$$T = Q \cdot h \cdot \dots \dots \dots 2,$$

гдѣ Q —количество воздуха въ куб. м.;

„ h —депрессія въ мм. водяного столба.

Въ дальнѣйшемъ я не буду оговаривать, что депрессія выражается въ мм. водяного столба.

Чтобы получить выраженіе работы за единицу времени въ лош. силахъ, если Q будетъ количество воздуха, подаваемого въ минуту, мы напишемъ:

$$T_{\text{въ лош. силахъ}} = \frac{Q \cdot h}{60 \cdot 75} \cdot \dots \dots \dots 3.$$

Если мы, оставивъ прежнее число оборотовъ вентиляторовъ, нѣсколько вдвинемъ задвижку въ вентиляціонный каналъ, чѣмъ уменьшимъ внѣшнее эквивалентное отверстіе вентилятора, то мы измѣнимъ, согласно формулѣ—1, подачу воздуха. Но депрессія, создаваемая вентиляторомъ—депрессія до задвижки, между выходнымъ отверстіемъ вентилятора и задвижкою,—останется тою же самою. Слѣдовательно, работа, совершаемая вентиляторомъ, будетъ равна:

$$T'_{\text{зав.}} = Q_1 \cdot h \cdot \dots \dots \dots 4,$$

гдѣ Q_1 —то уменьшенное количество воздуха, которое мы получили вслѣдствіе суженія задвижкою вентиляціоннаго канала.

Конечно, депрессія за задвижкою— h_1 —будетъ меньшая, чѣмъ передъ задвижкою.

Величина этой новой депрессіи для рудника— h_1 —опредѣляется условіемъ уменьшенной подачи воздуха— Q_1 , т. е.

$$h_1 = \frac{0,38^2 \cdot Q_1}{a^2}.$$

Работа, которая будетъ потеряна у задвижки, будетъ равна:

$$Q_1 (h - h_1).$$

Согласно формулѣ 4 зависимость будетъ линейная между работою, требуемою отъ двигателя вентилятора и количествомъ подаваемого воздуха, при условіи постоянства числа оборотовъ вентилятора.

Графически это изображено на фиг. 1 прямою линіею.

Подставляя въ это равенство вмѣсто Q и h выраженія изъ равенствъ 5 и 6', мы находимъ равенство, показывающее измѣненіе работы съ измѣненіемъ числа оборотовъ, именно:

$$T = c \omega^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7.$$

Подставляя въ равенство 2 вмѣсто h значеніе его изъ равенства — 1, мы находимъ измѣненіе работы вентилятора въ зависимости отъ количества воздуха, подаваемого вентиляторомъ:

$$T_{\text{обор.}} = Q \cdot \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 = \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8.$$

Графически равенство 8 изображено на фиг. 1 кривою—регулировка безъ потери энергіи въ реостатѣ.

Наконецъ, мы можемъ написать также:

$$T_{\text{обор.}} = \alpha \cdot \omega \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8'.$$

Изъ формулъ 7 и 8' мы находимъ выраженіе для вращающаго момента вентилятора:

$$M = c \cdot \omega^2 = \alpha \cdot \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9.$$

Выразимъ словами полученныя нами соотношенія.

I. Если число оборотовъ вентилятора остается неизмѣннымъ, а мѣняется только внѣшнее эквивалентное отверстіе вентилятора, то работа, совершаемая вентиляторомъ, прямо пропорціональна количеству подаваемого воздуха (4 форм.).

II. Если внѣшнее эквивалентное отверстіе остается постояннымъ, а мѣняется число оборотовъ вентилятора, то:

а) работа вентилятора прямо пропорціональна кубу количества подаваемого воздуха (8 форм.) или кубу числа оборотовъ вентилятора (7 форм.);

б) вращающій моментъ вентилятора пропорціоналенъ квадрату числа оборотовъ вентилятора или квадрату количества подаваемого воздуха (9 форм.).

Регулировка подачи воздуха помощью задвижекъ связана съ потерями въ противоположность регулировкѣ числомъ оборотовъ вентилятора; въ послѣднемъ случаѣ мы не имѣемъ потерь на самую регулировку.

Величина потери отъ регулировки воздуха задвижкой найдется, какъ разность между работою, затрачиваемою вентиляторомъ въ этомъ случаѣ (см. рав. 4), и работою вентилятора при числѣ оборотовъ соотвѣствующихъ требуемому количеству воздуха (см. рав. 9).

Итакъ потери выразятся равенствомъ:

$$P = Q_1 h - \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q_1^3,$$

гдѣ h —депрессія при полномъ числѣ оборотовъ вентилятора.

Если мы вмѣсто h вставимъ его значеніе, взятое изъ равенства 1, то мы получимъ:

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q^2 \cdot Q_1 - \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 Q_1^3 = \\ &= \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q_1 (Q^2 - Q_1^2) 10. \end{aligned}$$

Въ этомъ выраженіи Q обозначаетъ количество воздуха, подаваемого вентиляторомъ при полномъ числѣ оборотовъ его и неуменьшенномъ внѣшнемъ эквивалентномъ отверстіи, т. е. когда задвижка не вставлена.

Графически, эта потеря для данного количества воздуха— Q_1 —изобразится на фиг. 1 разностью ординатъ между прямою, соотвѣтствующей регулировкѣ задвижкою и кривою, соотвѣтствующей регулировкѣ оборотами безъ потери энергіи въ реостатѣ.

Интересно имѣть также отношеніе работъ, затрачиваемыхъ въ томъ и другомъ случаѣ.

Воспользуемся для этого готовымъ равенствомъ 10 и возьмемъ отношеніе вычитаемаго къ вычитателю, такъ какъ первое есть работа при регулировкѣ задвижками, а второе—работа при регулировкѣ оборотами:

$$\frac{T_{\text{зав.}}}{T_{\text{обор.}}} = \frac{\left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q_1 \cdot Q^2}{\left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q_1^3} = \frac{Q^2}{Q_1^2}.$$

Если отношеніе $\frac{Q}{Q_1}$ обозначимъ черезъ p , то будемъ имѣть:

$$\frac{T_{\text{зав.}}}{T_{\text{обор.}}} = p^2 11.$$

Возьмемъ численный примѣръ.

Вентиляторъ даетъ 10000 м³ воздуха въ минуту и создаетъ депрессию въ 200 мм. Если пренебречь потерями, то мощность вентилятора въ лошадиныхъ силахъ будетъ равна:

$$T_{10000 \text{ м}^3} = \frac{10000 \cdot 200}{60 \cdot 75} \approx 444 \text{ л. с.}$$

Положимъ, что требуется доставить только 5000 м³/мин. воздуха.

Обыкновенно въ практикѣ воздуха требуется уменьшить подачу воздуха не болѣе, чѣмъ на 30%, но для большей рѣзкости примѣра мы задаемся 50%.

Мощность вентилятора тогда, согласно форм. 8, будетъ въ 2³ разъ меньше, такъ какъ количество подаваемого воздуха будетъ въ два раза меньше, а работа прямо пропорціональна кубу количества подаваемого воздуха.

Слѣдовательно, мощность вентилятора будетъ:

$$T_{5000 \text{ м}^3\text{-обор.}} = \frac{444 \text{ л. с.}}{8} = 55,5 \text{ л. с.}$$

Если же мы воспользовались бы задвижкой для уменьшенія подачи воздуха до 5000 м³/мин., то мощность вентилятора была бы въ 2² разъ больше согласно форм. 11, т. е.

$$T_{5000 \text{ м}^3\text{-зав.}} = 55 \text{ л. с.} \times 4 = 222 \text{ л. с.}$$

Изъ этого численнаго примѣра видно, какъ не экономична регулировка подачи воздуха задвижками. Поэтому нужно стремиться измѣнять подачу воздуха регулировкой числа оборотовъ вентилятора.

Если бы двигателями рудничныхъ вентиляторовъ были двигатели постоянного тока, то регулировка числа оборотовъ вентилятора не представляла бы никакихъ затрудненій.

Измѣняя возбужденіе шунтового двигателя постоянного тока, можно мѣнять въ широкихъ предѣлахъ число его оборотовъ безъ потерь въ цѣпи, съ небольшимъ измѣненіемъ коэффиціента полного дѣйствія двигателя.

Но въ современныхъ рудничныхъ установкахъ исключительнымъ распространеніемъ пользуется трехфазный токъ и для вентиляторовъ ставятся асинхронные двигатели.

Регулировка же числа оборотовъ асинхронныхъ двигателей сопряжена съ потерями энергіи или съ большими осложнениями.

Разберемъ послѣдовательно различныя рѣшенія задачи о регулировкѣ числа оборотовъ вентилятора.

1. Самый простой способъ регулировки числа оборотовъ трехфазнаго асинхроннаго двигателя состоитъ въ введеніи реостата въ цѣль ротора, но при этомъ происходитъ потеря энергіи въ реостатѣ.

Посмотримъ, какъ велики потери въ случаѣ, если двигатель приводитъ вентиляторъ.

Количество энергіи, подводимой къ трехфазному асинхронному двигателю равно моменту, развиваемому имъ, умноженному на угловую синхронную скорость двигателя ¹⁾, т. е. потребление энергіи двигателемъ не зависитъ

¹⁾ Въ этомъ случаѣ, какъ и въ другихъ, я не принимаю во вниманіе неизбѣжныхъ единыхъ потерь, которыя для даннаго случая равны нѣсколькимъ процентамъ.

отъ его асинхроннаго числа оборотовъ, а отъ момента его. Только, чѣмъ число оборотовъ ниже синхроннаго числа, тѣмъ большая часть энергіи теряется въ реостатъ (и роторъ). Эта потеря равна полной подведенной работѣ, умноженной на величину скольженія двигателя.

(Скольженіемъ— s —двигателя называется отношеніе разницы между синхроннымъ числомъ оборотовъ— ω —и даннымъ— ω_1 —къ синхронному числу оборотовъ двигателя— ω :

$$s = \frac{\omega - \omega_1}{\omega}.$$

На основаніи сказаннаго и, зная изъ формулы 9 чему равенъ моментъ вращенія вентилятора, мы находимъ мощность двигателя вентилятора. Именно:

$$T_{\text{реост.}} = M \cdot \omega = c \omega_1^2 \cdot \omega = \alpha \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q_1^2 \cdot \omega. \quad 12,$$

гдѣ, согласно прежней манерѣ обозначенія:

ω —синхронное число оборотовъ двигателя, полное число оборотовъ двигателя (вентилятора),

ω_1 —данное число оборотовъ двигателя (вентилятора) и,

Q_1 —данное количество подаваемого воздуха.

Изъ формулы 12 мы видимъ, что, *регулируя количество подаваемого воздуха реостатомъ въ цѣпи ротора 3-фазнаго асинхроннаго двигателя, работа двигателя (а не вентилятора) мѣняется прямо пропорціонально квадрату числа оборотовъ вентилятора (двигателя) или прямо пропорціонально квадрату объема подаваемого воздуха.*

Графически это изображено среднею кривою на фиг. 1.

Намъ интересно найти соотношеніе между работою, которая затрачивается двигателемъ для приведенія въ дѣйствіе вентилятора, если для уменьшенія числа оборотовъ въ цѣпи ротора вставляется сопротивление, и работою вентилятора для этого же числа оборотовъ.

Это соотношеніе опредѣлится изъ равенствъ:

$$\frac{T_{\text{реост.}}}{T_{\text{обор.}}} = \frac{\alpha \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q_1^2 \cdot \omega}{\alpha \left(\frac{0,38}{a} \right)^2 \cdot Q_1^2 \cdot \omega_1} = \frac{\omega}{\omega_1}$$

подставляя сюда вмѣсто угловыхъ скоростей вентилятора количества выдаваемого воздуха по формулѣ 5, мы найдемъ:

$$\frac{T_{\text{реост.}}}{T_{\text{обор.}}} = \frac{Q}{Q_1} = p.$$

Сравнивая отношеніе затраченныхъ работъ при регулировкѣ подачи воздуха реостатомъ въ цѣпи ротора двигателя и задвижкой въ каналѣ,

мы находимъ, что первый способъ экономичнѣе второго въ p разъ, какъ это видно изъ слѣдующаго равенства, которое получается изъ равенствъ 11 и 13, именно:

$$\frac{T_{\text{реост.}}}{T_{\text{э.дв.}}} = p. \quad . \quad . \quad . \quad 13.$$

Возвращаясь къ нашему числовому примѣру, мы найдемъ что для подачи 5000 м³/мин. воздуха отъ двигателя потребуется работа равная, согласно формулѣ 13:

$$T_{\text{реост.}} = T_{\text{обор.}} \times p = 55,5 \text{ л. с.} \times 2 = 111 \text{ л. с.}$$

если мы будемъ пользоваться реостатомъ въ цѣпи ротора двигателя.

Для наглядности перепишемъ въ таблицу полученныя цифры:

		Количество воздуха:	
		10000 м ³ .	5000 м ³ .
Регулировка задвижкой	раб. вентиллятора	444 л. с.	222 л. с.
	раб. двигат.		222 " "
Регулировка реостатомъ	раб. вентиллятора	444 л. с.	55,5 " "
	раб. двигат.		111 " "

Изъ приведенныхъ выше разсужденій и изъ численнаго примѣра видно, что *регулировка подачи воздуха задвижками безусловно не рациональна и ей нужно предпочесть регулировку реостатомъ въ цѣпи ротора*. Послѣдній способъ сопряженъ тоже съ потерями, но гораздо меньшими, чѣмъ въ первомъ случаѣ.

Разобранный способъ регулировки реостатомъ въ цѣпи ротора простъ, сравнительно экономиченъ и поэтому находитъ примѣненіе въ практикѣ.

Теперь перейдемъ къ способамъ регулировки числа оборотовъ вентилятора безъ потерь въ самомъ двигателѣ.

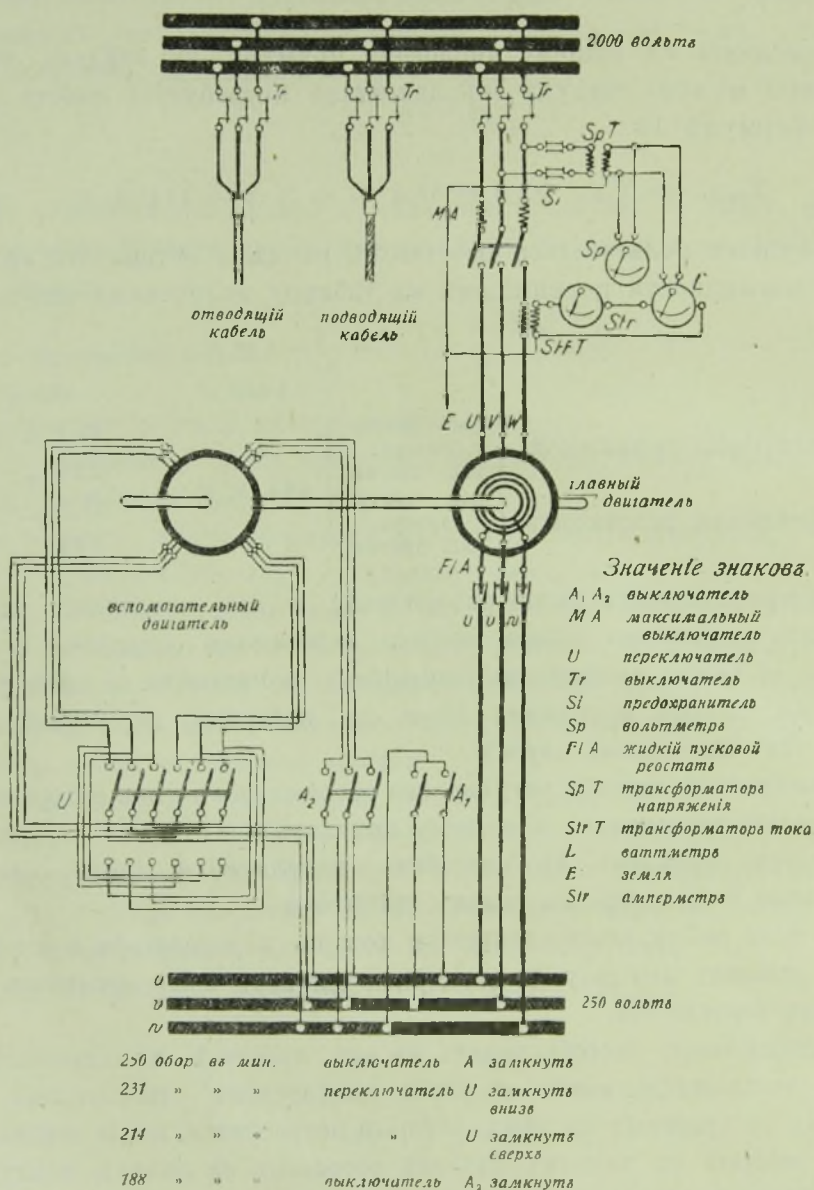
2. Если работа электродвигателя будетъ передаваться вентилятору черезъ ременную передачу, то **перемѣною шкивовъ** можно измѣнять число оборотовъ вентилятора.

Выгоды такого способа лежатъ въ его простотѣ и дешевизнѣ. Въ началѣ эксплуатаціи можно обойтись двигателемъ относительно мало-мощнымъ въ сравненіи съ тѣмъ, который потребуется, когда вентиляторъ будетъ работать съ полнымъ числомъ оборотовъ на полную подачу воздуха. (Мощности относятся какъ кубы чиселъ оборотовъ вентилятора или объемовъ подаваемого воздуха!).

При продолженіи эксплуатаціи съ увеличеніемъ потребности въ воздухѣ для вентиляціи, увеличиваютъ число оборотовъ вентилятора, мѣняя шкивы. Когда же настанетъ время работы вентилятора полнымъ ходомъ, то ставятъ двигатель на нормальное число оборотовъ вентилятора, на полную мощность и соединяютъ непосредственно съ вентиляторомъ,

а прежній двигатель снимають и употребляютъ въ другомъ мѣстѣ для надобностей рудника.

Недостатокъ этого способа—регулировка скачками и каждый разъ на продолжительное время.



Фиг. 2. Схема электрическихъ соединений каскадно-включенныхъ трехфазныхъ асинхронныхъ двигателей, установленныхъ для шахтнаго вентилятора.

3. Регулировка числа оборотовъ двигателя—безъ потери энергій,—но тоже скачками, достигается примѣненіемъ двухъ асинхронныхъ двигателей и послѣдовательнымъ включеніемъ ихъ въ цѣпь (каскадное включеніе. См. фиг. 2).

Число оборотовъ въ секунду асинхроннаго двигателя— n :

$$n = \frac{c}{p}$$

гдѣ c —число періодовъ тока,

„ p —число паръ полюсовъ двигателя.

Найдемъ число оборотовъ главнаго двигателя въ каскадномъ включеніи:

Замѣтимъ, что для устойчивости работы двухъ послѣдовательно включенныхъ двигателей, они должны быть соединены между собою *механически*.

Отношеніе числа оборотовъ перваго двигателя ко второму равно:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (a),$$

гдѣ d_1 и d_2 діаметры шкивовъ перваго и втораго двигателя.

Число оборотовъ:

главнаго двигателя— n_1

$$n_1 = \frac{c_1 - c_2}{p_1} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (b),$$

вспомогательнаго двигателя—

$$n_2 = \frac{c_2}{p_2} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (c),$$

гдѣ c_1 —число періодовъ первичнаго тока,

„ c_2 —число періодовъ вторичнаго тока, тока ротора главнаго двигателя

„ p_1 —число полюсовъ главнаго двигателя,

„ p_2 —число полюсовъ вспомогательнаго двигателя.

Вставимъ въ равенство (с) равенство (а), тогда получимъ:

$$n_1 = \frac{c_2 \cdot d_2}{p_2 \cdot d_1} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (d).$$

Исключимъ изъ равенства (а) неизвѣстную намъ величину c_2 , воспользовавшись для этого равенствомъ (d), тогда найдемъ интересное насъ число оборотовъ главнаго двигателя:

$$n_1 = \frac{c_1}{\left(p_1 + \frac{d_1}{d_2} d_2\right)},$$

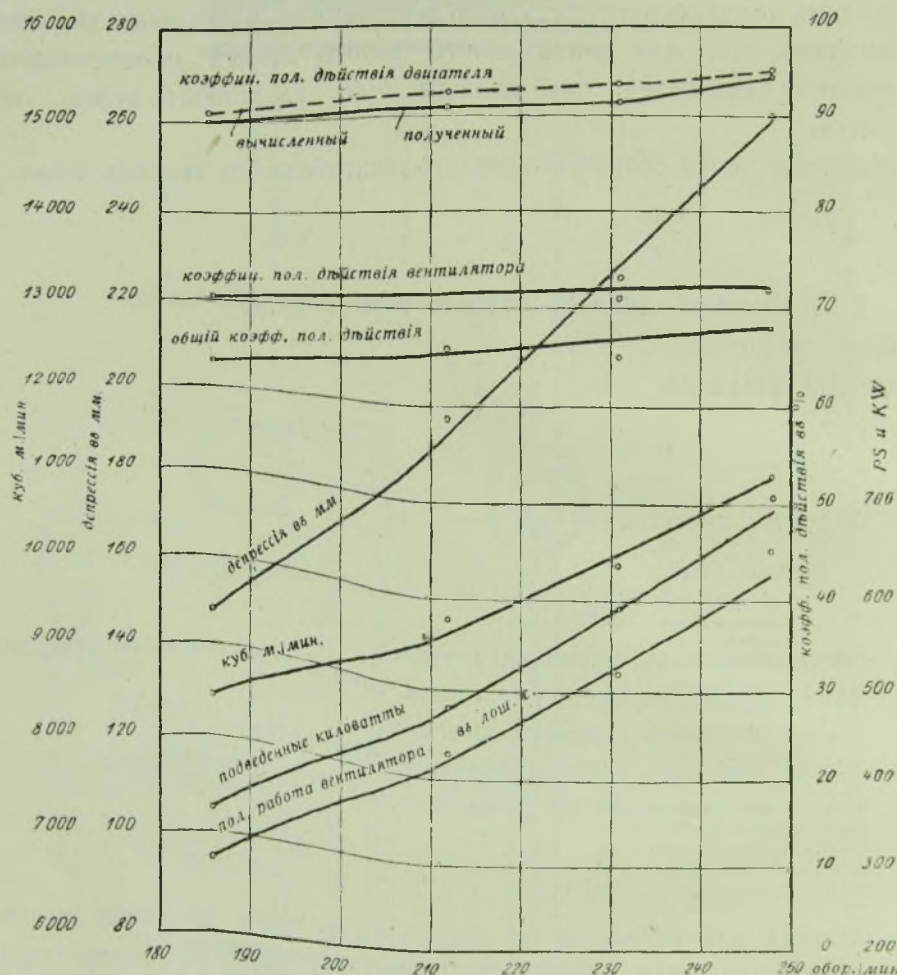
если отношеніе діаметровъ шкивовъ равно единицѣ, или если оба двигателя соединены непосредственно между собою, то послѣднее равенство принимаетъ видъ:

$$n_1 = \frac{c_1}{p_1 + p_2} \cdot ^1)$$

¹⁾ Въ формулахъ даны синхронныя числа оборотовъ; на самомъ дѣлѣ изъ-за потерь въ мѣди ротора число оборотовъ двигателей будетъ на нѣсколько процентовъ ниже.

Что же касается до распредѣленія работы, то вспомогательный двигатель изъ всей работы, доставленной изъ цѣпи, возьметъ на себя часть ея пропорціональную величинѣ скольженія главнаго двигателя.

Итакъ, включая второй двигатель послѣдовательно съ первымъ, мы понижаемъ число оборотовъ главнаго двигателя.



Фиг. 3. Измѣренія на одной вентиляторной установкѣ при различномъ числѣ оборотовъ вентилятора.

Кромѣ того, мѣняя шкивы двигателей, мы получаемъ новыя скорости.

Для увеличенія предѣловъ регулировки скорости можно воспользоваться вспомогательнымъ двигателемъ съ переменнымъ числомъ полюсовъ. Тогда мы будемъ имѣть кромѣ основной скорости (при работѣ одного главнаго двигателя) еще столько скоростей, на сколько различныхъ переключеній (паръ полюсовъ) будетъ построенъ вспомогательный двигатель.

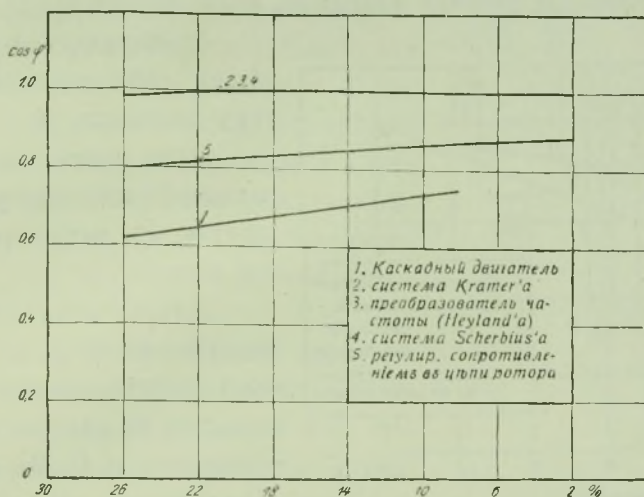
Въ качествѣ примѣра можно привести установку въ Оснабрюкѣ обществомъ S. Sch. ¹⁾.

¹⁾ Glückauf 1912, II. 24, S. 951.

Главный моторъ имѣетъ 12 паръ полюсовъ. Двигатели между собою соединены (по мѣстнымъ причинамъ) ременной передачею съ передаточнымъ числомъ 1:1. Добавочный двигатель съ коротко замкнутымъ якоремъ можетъ работать, послѣ соответствующихъ переключеній, какъ одно- двухъ- и четырехъ-полюсный. Соответственные (синхронныя) числа оборотовъ будутъ 250, 231, 214 и 188.

На фиг. 3 нанесены кривыя, полученные при испытаніи этой установки

Если двигатели соединены между собою ременной передачею, а не сидятъ на одномъ валу, то можно получить еще три скорости, измѣнивъ одинъ разъ существующее передаточное число между шкивами.



Фиг. 4. Коэффициенты мощности регулировочныхъ системъ.

Достоинства системы каскаднаго включенія двухъ асинхронныхъ двигателей—въ относительной дешевизнѣ въ сравненіи съ другими каскадными соединеніями и въ простотѣ ея.

Недостатки—въ регулировкѣ скачками и маломъ коэффициентѣ мощности— $\cos \varphi$, съ которымъ она работаетъ. (См. фиг. 4, кр. 1, на которой показано измѣненіе $\cos \varphi$ въ зависимости отъ нагрузки).

Величина $\cos \varphi$ имѣетъ большое значеніе на работу цѣпи и генераторовъ тока. Малый $\cos \varphi$ вызываетъ большія потери въ проводахъ, трансформаторахъ и генераторахъ. Омическія потери въ проводахъ обратно пропорціональны, при той же передаваемой мощности, квадратамъ $\cos \varphi$. Это значитъ, напримѣръ, что если мы передаемъ одну и ту же энергію одинъ разъ съ $\cos \varphi$ равнымъ 0,6, а другой разъ—1, то потери въ мѣди линіи передачи будутъ въ 2,8 раза больше въ первомъ случаѣ, чѣмъ во второмъ. Кромѣ того, низкій $\cos \varphi$ вызываетъ добавочныя потери въ генераторахъ и трансформаторахъ. Напримѣръ, при $\cos \varphi = 0,9$ коэфф. пол. д. генераторовъ и трансформаторовъ будетъ ниже отъ 1 до 3%, чѣмъ если они работаютъ съ $\cos \varphi = 1$.

И, конечно, чѣмъ мощность вентиляторнаго агрегата значительнѣе по отношенію ко всей установкѣ, тѣмъ сильнѣе отражается на ней низкій $\cos \varphi$ агрегата.

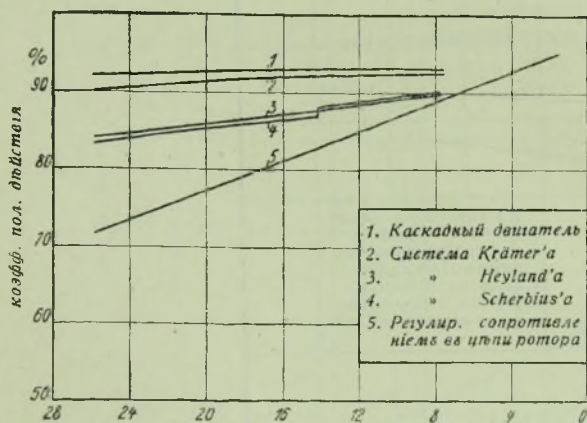
Коеффиціентъ пол. дѣйствія для послѣдовательно включительныхъ двухъ асинхронныхъ двигателей данъ на фиг. 5, кривой 1.¹⁾

4. Постепенное измѣненіе числа оборотовъ согласно требованіямъ работъ въ рудникѣ можетъ быть получено примѣненіемъ особыхъ регулировочныхъ агрегатовъ.

Разсмотримъ сперва систему Krämer'a, первую по своему примѣненію.

Схема системы Krämer'a дана на фиг. 6.

A — есть главный рабочій двигатель, асинхронный трехфазнаго тока.



Фиг. 5. Коэффициенты полезнаго дѣйствія регулировочныхъ агрегатовъ.

Электрическая энергія изъ общей цѣпи подводится къ статору двигателя A.

Одна часть энергіи, подведенной къ статору, превращается въ механическую энергію ротора.

Другая часть электрической энергіи—въ видѣ же электрической энергіи—черезъ роторъ передается къ одноякорному преобразователю C. Въ этомъ преобразователѣ переменный токъ низкой частоты выпрямляется въ постоянный токъ, который пере-

дается дальше къ шунтовому двигателю (пост. тока) — B, механически соединенному съ валомъ главнаго двигателя.

Такимъ образомъ, вся (полезная) электрическая энергія, доставленная къ статору двигателя, идетъ на совершеніе работы, требуемой на валу главнаго двигателя.

Въ этой системѣ, слѣдовательно, та часть электрической энергіи, которая теряется въ реостатѣ ротора при обычномъ способѣ регулировки скорости двигателя реостатомъ въ цѣпи ротора, превращается въ полезную механическую энергію. И это достигается превращеніемъ въ постоянный токъ трехфазнаго тока малаго числа періодовъ, который непосредственно не можетъ быть использованъ.

Видѣне—работа агрегата происходитъ слѣдующимъ образомъ.

Сперва пускается въ ходъ при помощи реостата въ роторѣ главный двигатель A. Послѣ того, какъ весь реостатъ будетъ выключенъ, роторъ переключаютъ на кольца преобразователя C, который уже предваритель-

¹⁾ По оси абсциссъ нанесено уменьшеніе (въ %) числа оборотовъ вентилятора отъ нормальнаго числа оборотовъ.

имѣетъ возбужденіе. Затѣмъ, постепеннымъ возбужденіемъ двигателя *B* приводится во вращеніе преобразователь и одновременно падаетъ число оборотовъ главнаго двигателя.

Устойчивость въ числѣ оборотовъ главнаго двигателя *A* можно объяснить слѣдующимъ образомъ. Положимъ, что главный двигатель вслѣдствіе увеличенія нагрузки испытываетъ нѣкоторое замедленіе во вращеніи—онъ начинаетъ работать съ нѣскольکو большимъ скольженіемъ. Тогда, какъ на-пряженіе, такъ и періоды увеличатся на кольцахъ ротора и преобразователя, а также увеличится и вольтажъ на преобразователѣ со стороны постояннаго тока.

Вслѣдствіе увеличенія вольтажа у за-жимовъ вспомогаельнаго двигателя *B* послѣдній долженъ увеличить скорость вращенія. Но вспомогаельный двигатель и главный соединены механически между собою.

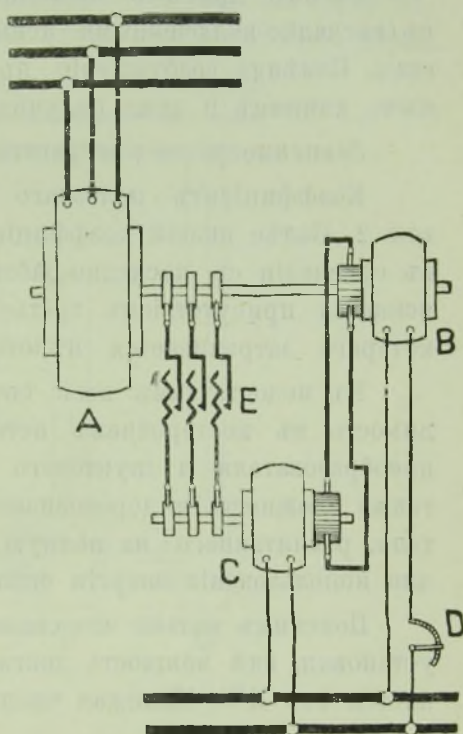
Слѣдовательно, одинъ двигатель стремится замедлить вращеніе, а другой ускорить его.

Обратно, съ уменьшеніемъ нагрузки главнаго двигателя, стремленіе его увеличить число оборотовъ вызоветъ — со стороны вспомогаельнаго двигателя—стремленіе уменьшить свое число оборотовъ.

Если вспомогаельный двигатель взять съ шунтовою характеристикою, то ускореніе одного двигателя и замедленіе другого, или наоборотъ, равны и прямо противоположны. Поэтому съ измѣненіемъ нагрузки на главномъ валу, число оборотовъ главнаго и вспомогаельнаго двигателей остается (практически) постояннымъ. Если вспомогаельный двигатель взять со смѣшанною характеристикой, то число оборотовъ главнаго (и вспомогаельнаго) двигателя мѣняется согласно характеристикѣ вспомогаельнаго двигателя. Для рудничныхъ агрегатовъ вспомогаельные двигатели берутся съ шунтовою характеристикою.

Для измѣненія числа оборотовъ главнаго двигателя нужно измѣнить возбужденіе вспомогаельнаго двигателя. Чѣмъ больше его возбужденіе, тѣмъ меньше число оборотовъ его и главнаго двигателя, и наоборотъ. Что же касается до преобразователя, то онъ имѣетъ постоянное возбужденіе, согласно своимъ электрическимъ даннымъ.

Достоинства системы Кратера лежатъ въ возможности широкой регулировки скорости вращенія асинхроннаго двигателя съ точнымъ уста-



А—главный двигатель
В—вспомогательный двигатель
С—одноякорный преобразователь
D—шунтовой реостат
Е—пусковой реостат

Фиг. 6. Схема системы Krämer'a.

новленіемъ желательнаго числа оборотовъ въ предѣлахъ регулировки. Между тѣмъ какъ въ каскадныхъ агрегатахъ изъ двухъ асинхронныхъ двигателей, изъ которыхъ вспомогательный съ переменнымъ числомъ полюсовъ, мы имѣемъ регулировку, хотя и въ достаточно широкихъ предѣлахъ, но скачками.

Затѣмъ другимъ достоинствомъ системы Кгämer'a, въ сравненіи съ каскадно-включенными асинхронными двигателями, будетъ хорошій $\cos \varphi$. Измѣняя возбужденіе преобразователя можно получить $\cos \varphi$ равнымъ единицѣ и даже получить опережающій токъ.

Зависимость $\cos \varphi$ агрегата отъ нагрузки его дана кривою 2 на фиг. 4.

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія системы данъ на фиг. 5 кривою 2. Болѣе низкій коэффициентъ полезнаго дѣйствія агрегата Кгämer'a въ сравненіи съ каскадно-работающими асинхронными двигателями объясняется присутствіемъ третьей машины—преобразователя, на дѣйствіи котораго затрачивается нѣкоторая работа.

Къ недостаткамъ всей системы Кгämer'a слѣдуетъ отнести необходимость въ постороннемъ источникѣ постоянного тока для возбужденія преобразователя и шунтового двигателя. Недостаткомъ же ея будетъ также сложность и дороговизна всего устройства. Кромѣ главнаго двигателя, рассчитаннаго на полную мощность, нужно имѣть еще двигатель для использованія энергіи скольженія главнаго двигателя.

Поясимъ только что сказанное численнымъ примѣромъ для одной установки, гдѣ мощность двигателя вентилятора при 250 оборотахъ равняется 700 KW. Понижая число оборотовъ его на 24%, мы находимъ,

что требуемая мощность двигателя будетъ равна $700 \text{ KW} \left(\frac{190}{250} \right)^3 \approx 300 \text{ KW}$.

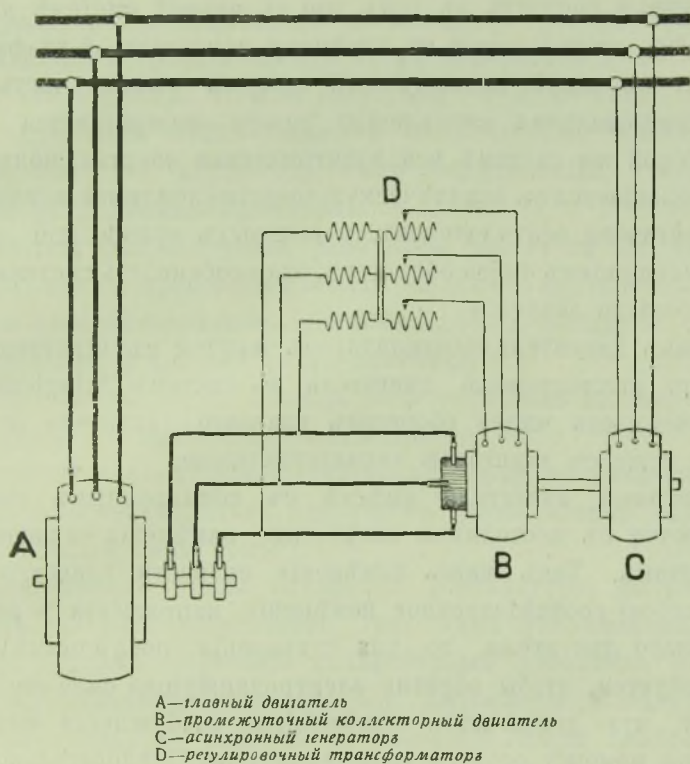
При этомъ 76% изъ всей работы, доставленной непосредственно къ главному двигателю, будутъ использованы непосредственно на главномъ валу, а 24%, соотвѣтственно величинѣ скольженія, будутъ переданы на валъ вентилятора вспомогательнымъ двигателемъ черезъ одноякорный преобразователь. Слѣдовательно, мощности преобразователя и вспомогательнаго двигателя будутъ по $300 \text{ KW} \times 0,24 = 72 \text{ KW}$. Общая же ихъ мощность будетъ около 140 KW. Слѣдовательно, общая мощность вспомогательныхъ двигателей для этой установки будетъ на 20% выше, чѣмъ это требуется для вентилятора. На самомъ дѣлѣ это число будетъ еще больше, принявъ во вниманіе потери въ преобразователѣ и вспомогательномъ двигателѣ.

Затѣмъ, вспомогательный двигатель для непосредственнаго соединенія съ главнымъ двигателемъ получается тихоходнымъ и дорогимъ. Если же, чтобы имѣть его быстроходнымъ, устроить ременную передачу, то это понизитъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія и повлечетъ за собою неудобства, вызываемыя примѣненіемъ ремня.

Также и одноякорный преобразователь на малое число періодовъ получается тяжелымъ и дорогимъ.

Существованіе нѣсколькихъ электрическихъ машинъ, усложняя электрическую подстанцію вентилятора, вмѣстѣ съ тѣмъ сильно удорожаетъ ее.

По всѣмъ этимъ причинамъ можно считать, что установка съ агрегатомъ системы Крамер'а—для регулировки числа оборотовъ процентовъ



Фиг. 7. Схема съ регулировочнымъ агрегатомъ Scherbius'a.

на 25—обойдется раза въ два дороже противъ установки простого 3-хъ-фазнаго двигателя съ реостатомъ въ роторѣ для регулировки числа оборотовъ.

5. Постепенная регулировка скорости 3-хъ-фазнаго асинхроннаго двигателя достигается также по системѣ Scherbius'a фирмы Brown & Boveri.

Собственно и другія фирмы пользуются въ настоящее время тѣмъ же принципомъ, который примѣненъ въ этой системѣ, но для краткости въ дальнѣйшемъ я буду называть эту систему по имени впервые предложившаго ее, системою Scherbius'a.

Въ этой системѣ энергія, полученная отъ скольженія ротора главнаго 3-хъ-фазнаго асинхроннаго двигателя А (см фиг. 7), передается къ 3-хъ-фазному коллекторному двигателю В, соединенному съ 3-хъ-фазнымъ асинхроннымъ двигателемъ—добавочнымъ двигателемъ С. Послѣдній при-

ключенъ къ той же цѣпи, что и главный двигатель. Коллекторный двигатель вращаетъ добавочный двигатель и послѣдній работаетъ уже какъ асинхронный генераторъ. Слѣдовательно, электрическая энергія, неиспользованная въ роторѣ главного двигателя, черезъ посредство коллекторнаго двигателя и асинхроннаго генератора, возвращается обратно въ цѣпь 3-хъ-фазнаго тока.

Такимъ образомъ принципиальное отличіе системы Scherbius'a отъ системы Krämer'a состоитъ въ томъ, что въ первой системѣ изъ электрической энергіи, доставляемой къ главному двигателю 3-хъ-фазнаго тока, используется въ видѣ механической энергіи только часть, а другая часть—пропорціональная скольженію ротора—возвращается обратно въ цѣпь. Во второй же системѣ вся электрическая энергія, подведенная къ статору, превращается въ механическую энергію (исключая, конечно, потерь).

Для двигателя вентиляторовъ, у которыхъ вращающій моментъ падаетъ съ уменьшеніемъ числа оборотовъ, эта особенность системы Scherbius'a не имѣетъ особаго значенія.

Такъ какъ двигатели вентиляторовъ берутся съ шунтовою характеристикой, то коллекторный двигатель въ системѣ Scherbius'a, опредѣляющій зависимость числа оборотовъ главного двигателя отъ нагрузки его, берется тоже съ шунтовою характеристикой.

Коллекторный двигатель вмѣстѣ съ асинхроннымъ генераторомъ вращается почти съ постоянною скоростью—измѣненія ея равны нѣсколькимъ процентамъ. Такъ какъ измѣненіе скорости главного двигателя влечетъ за собою соотвѣтственное измѣненіе напряженія у ротора его и у коллекторнаго двигателя, то для сохраненія послѣднимъ постоянной скорости требуется, чтобы обратно электродвижущая сила его была равна приложенной, что достигается измѣненіемъ возбужденія коллекторнаго двигателя при помощи особаго трансформатора. Слѣдовательно, для регулировки числа оборотовъ главного двигателя требуется мѣнять возбужденіе коллекторнаго двигателя.

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія системы Scherbius'a показанъ кривою 4 на фиг. 5. Въ сравненіи съ системою Krämer'a онъ ниже процентовъ на 5. Меньшій коэффициентъ полезнаго дѣйствія объясняется примѣненіемъ коллекторнаго двигателя переменнаго тока, каковыя двигатели, въ сравненіи съ двигателями постоянного тока, обладаютъ при той же мощности меньшимъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія на нѣсколько процентовъ. Для системы Scherbius'a $\cos \varphi$ такой же, что и для системы Krämer'a, см. фиг. 4, кривую 4.

Въ обоихъ системахъ регулировкой возбужденія промежуточнаго двигателя можно мѣнять $\cos \varphi$ главного двигателя въ широкихъ предѣлахъ, доводить $\cos \varphi$ до 1, а также имѣть работу главного двигателя съ опережающимъ токомъ. Помимо того асинхронный генераторъ системы Scherbius'a даетъ опережающій токъ въ общую цѣпь.

Отсутствіе постоянного тока въ системѣ Scherbius'a будетъ преимуществомъ передъ системою Krämer'a.

Въ общемъ же обѣ системы похожи между собою, имѣя тѣ же недостатки и преимущества передъ другими системами.

Мною была осмотрѣна вентиляторная установка съ агрегатомъ Scherbius'a въ Gelsenkirchen'ѣ, на рудникѣ Rheinelbe I/II. Тамъ имѣется вентиляторъ на 850 PS, 365 обор., 5000 V, 50 пер. Наибольшее пониженіе числа оборотовъ равно 26⁰/. Напряжение на кольцахъ ротора 700 V. Коллекторный двигатель агрегата на 210 V, 13 пер. и 200 KVA. Асинхронный генераторъ 110 PS, 12,2 А., 750 обор. 5000 V и 50 пер.

Какъ видно изъ этихъ данныхъ коллекторный двигатель берется значительно большей мощности, чѣмъ асинхронный генераторъ. Это объясняется нѣсколькими причинами.

Во-первыхъ, коллекторный двигатель работаетъ съ малымъ $\cos \varphi$, который вызывается требованіемъ дать большой опережающій токъ для компенсаціи намагничивающихъ (сильно запаздывающихъ) токовъ главного асинхронного и коллекторного двигателей.

Поэтому обмотка якоря должна быть рассчитана на большіе амперы, чѣмъ это требуется мощностью двигателя.

Во-вторыхъ, коллекторный двигатель, когда вентиляторъ работаетъ съ малымъ числомъ оборотовъ, получаетъ максимальное для него напряжение и небольшой силы токъ.

Съ увеличеніемъ числа оборотовъ вентилятора, напряжение у ротора падаетъ, но токъ возрастаетъ, такъ какъ увеличивается мощность вентилятора. Такимъ образомъ коллекторный двигатель долженъ быть построенъ на нѣкоторое максимальное напряжение и нѣкоторую максимальную силу тока, но никогда не работаетъ подъ полною нагрузкою, соотвѣтствующею его электрическимъ даннымъ. Подобное же имѣется для преобразователя въ системѣ Krämer'a, хотя и въ меньшей степени, такъ какъ тамъ требуется компенсировать намагничивающій токъ одного только главного асинхронного двигателя.

Въ-третьихъ, наконецъ, нужно учесть коэффициентъ полезнаго дѣйствія коллекторного двигателя.

По всѣмъ этимъ причинамъ кажущаяся мощность коллекторного двигателя получается чуть ли не въ два раза больше дѣйствительности.

Возвращаясь къ установкѣ въ Gelsenkirchen'ѣ можно прибавить, что по свѣдѣніямъ, полученнымъ мною на мѣстѣ, работа агрегата была удовлетворительна. Въ виду новизны этихъ установокъ и ихъ малой изученности всегда могутъ возникнуть затрудненія, которыя осложняютъ или сдѣлаютъ даже невозможною правильную эксплуатацію установки. Но, повидимому, система Scherbius'a въ примѣненіи ея къ вентиляторамъ не имѣетъ за собой подобныхъ недостатковъ.

6. Непосредственный возвратъ электрической энергіи, полученной съ ротора 3-хъ-фазнаго двигателя при его скольженіи, возвратъ въ главную питающую сѣть, невозможенъ, такъ какъ число періодовъ токовъ ротора и цѣпи различны. Для перемѣны числа періодовъ тока электрическую энергію можно превратить въ механическую, которую снова превратить въ электрическую, получая требуемую частоту тока. Для рѣшенія этой задачи можно придумать много комбинацій; онѣ и имѣются, и къ числу ихъ относится только что описанная система Scherbius'a. Но двойное превращеніе энергіи сложно и дорого само по себѣ.

Настоящимъ рѣшеніемъ вопроса было бы непосредственное превращеніе одного числа періодовъ тока въ другое.

Въ общемъ видѣ эта задача рѣшается примѣненіемъ преобразователя частоты Heyland'a. Съ помощью его преобразователя можно электрическую энергію, неиспользованную въ роторѣ, непосредственно вернуть обратно въ главную цѣпь. Дѣйствіе этого преобразователя слѣдующее.

Представимъ себѣ якорь одноякорнаго преобразователя 3-хъ-фазнаго тока въ постоянный. Съ одной стороны якоря имѣется коллекторъ для постояннаго тока, а съ другой стороны три кольца для 3-хъ-фазнаго тока.

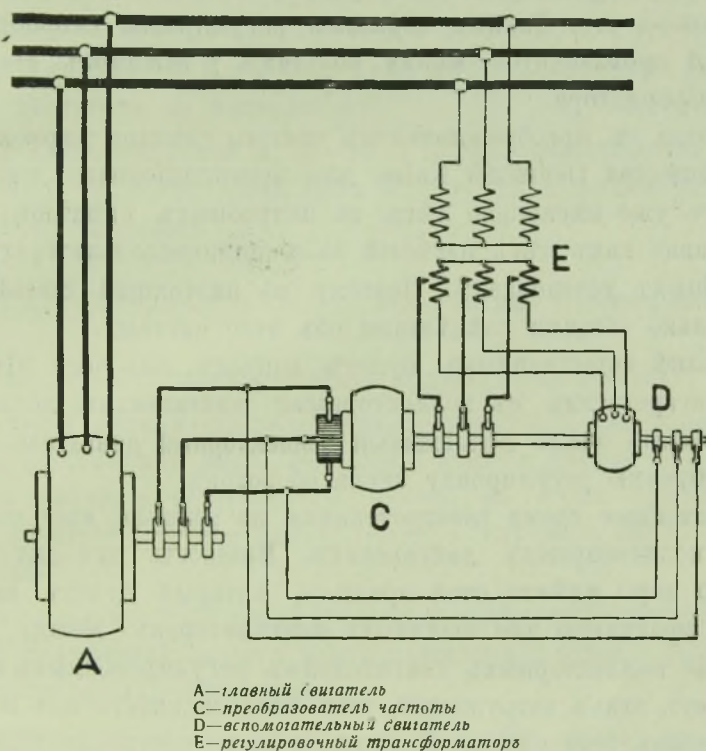
Этотъ якорь можетъ вращаться въ статорѣ; послѣдній представляетъ изъ себя обыкновенный статоръ асинхроннаго двигателя съ тѣмъ отличіемъ, что въ статорѣ имѣется обмотка только для улучшенія коммутациі на коллекторѣ, никакихъ же другихъ обмотокъ въ статорѣ нѣтъ. Подводя 3-хъ-фазный токъ къ кольцамъ нашего преобразователя, мы получаемъ въ роторѣ (и статорѣ) вращающееся магнитное поле.

Если мы, теперь, начнемъ вращать роторъ со скоростью синхронной магнитному полю, но въ обратную сторону его вращенія, то мы получимъ въ статорѣ постоянное магнитное поле. А такъ какъ родъ тока, т. е. постоянный или переменный и число періодовъ его на коллекторѣ якоря опредѣляется полемъ статора, то мы будемъ имѣть на коллекторѣ постоянный токъ. Если мы остановимъ роторъ преобразователя, то на коллекторѣ мы получимъ токъ того же числа періодовъ, что и на кольцахъ, такъ какъ поле статора будетъ вращаться съ такою же скоростью, какъ и поле ротора. Вращая же роторъ (въ обратную сторону) съ меньшею скоростью, чѣмъ съ синхронною, т. е. со скоростью, промежуточною между синхронною, и остановкою ротора, мы будемъ имѣть на коллекторѣ токъ, число періодовъ котораго будетъ меньше, чѣмъ подводимое къ коллектору, такъ какъ поле статора будетъ вращаться съ меньшею скоростью, чѣмъ поле ротора. Взявъ для простоты якорь съ обмоткою для одной пары полюсовъ, мы можемъ сказать, что число періодовъ тока на коллекторѣ ротора будетъ равно числу оборотовъ ротора, нехватяющихъ до достиженія синхронной скорости вращенія.

Вполнѣ понятно, что, и наоборотъ, мы можемъ подводить токъ къ коллектору и получать съ колець. Послѣдняя комбинація и имѣется въ

системѣ Heyland'a, гдѣ токъ низкой частоты, подводится къ коллектору преобразователя Heyland'a, а токъ нормальной частоты съ колець передается въ цѣпь.

Итакъ, при помощи преобразователя частоты Heyland'a мы можемъ токъ малой частоты, получаемый съ ротора главнаго 3-хъ-фазнаго двигателя, превратить въ токъ частоты цѣпи и вернуть его обратно въ цѣпь. Такъ какъ съ измѣненіемъ скорости вращенія ротора главнаго двигателя мѣняется не только число періодовъ тока ротора, но и напряжение его,



Фиг. 8. Схема съ регулирующимъ агрегатомъ Heyland'a.

то для полученія—на кольцахъ преобразователя частоты—тока постоянного вольтажа, существующаго въ цѣпи, необходимо имѣть передъ преобразователемъ трансформаторъ напряженія съ переменнымъ коэффициентомъ трансформации. Для вращенія преобразователя частоты требуется затратить процента два отъ трансформируемой энергіи.

Самый преобразователь приводится во вращеніе или отъ главнаго двигателя или при помощи маленькаго вспомогательнаго двигателя, питаемаго токомъ ротора главнаго двигателя.

Измѣненія $\cos \varphi$ для этой системы показаны на фиг. 4, кривою 3, а коэфф. полезнаго дѣйствія на фиг. 5, кривою 3.

Схема этой системы дана на фиг. 8.

На фиг. 8 *A* обозначаетъ рабочій двигатель, *C* — преобразователь частоты, *D* — вспомогательный двигатель и *E* — регулирующій трансфор-

маторъ, при помощи котораго токъ низкаго напряженія (но уже частоты сѣти) съ контактныхъ колець преобразователя трансформируется въ высокое напряженіе сѣти. Такъ какъ одна сторона трансформатора присоединена къ главной цѣпи, гдѣ напряженіе постоянное, то измѣняя коэффициентъ трансформации, мы измѣняемъ вольтажъ на кольцахъ и коллекторѣ преобразователя частоты *C*, а слѣдовательно, и на кольцахъ рабочаго двигателя *A*. Измѣненіе же вольтажа, приложеннаго извнѣ къ кольцамъ ротора трехфазнаго асинхроннаго двигателя, влечетъ измѣненіе числа оборотовъ его. Такимъ образомъ регулировка скорости рабочаго двигателя *A* производится, мѣняя вольтажъ у зажимовъ вторичной обмотки трансформатора.

Установка съ преобразователемъ частоты сдѣлана фирмою S. Sch. на рудникѣ общества Deutscher Kaiser для вентиляціоннаго двигателя. Она существуетъ уже нѣсколько лѣтъ, но подробныхъ свѣдѣній объ ней не имѣется, равно какъ нѣтъ извѣстій въ періодической литературѣ о другихъ подобныхъ установкахъ. Поэтому въ настоящей статьѣ я ограничиваюсь только общими свѣдѣніями объ этой системѣ.

7. Вполнѣ естественнымъ будетъ вопросъ, для чего прибѣгать къ сложнымъ агрегатамъ съ коллекторными двигателями, когда было бы проще поставить одинъ 3-хъ-фазный коллекторный двигатель, который бы давалъ требуемую регулировку числа оборотовъ.

Въ настоящее время электротехника не рѣшила еще окончательно вопросъ о коллекторныхъ двигателяхъ. Мощность ихъ для нормальной частоты (50 пер.) имѣетъ свой предѣлъ, который будетъ иногда ниже требуемаго практикою для шахтныхъ вентиляторовъ. Между тѣмъ, какъ употребленіе коллекторныхъ двигателей въ регулировочныхъ агрегатахъ не встрѣчаетъ этихъ затрудненій, такъ какъ мощность ихъ небольшая и число періодовъ тока низкое. Вслѣдствіе этого постройка ихъ сопряжена съ меньшими затрудненіями.

Но даже и въ томъ случаѣ, когда техника въ своемъ развитіи дойдетъ до постройки мощныхъ 3-хъ-фазныхъ коллекторныхъ двигателей на нормальную частоту тока, выгода примѣненія ихъ къ вентиляторамъ мнѣ не кажется такой очевидною.

Регулировка числа оборотовъ вентилятора требуется во время подготовительныхъ работъ и въ первые годы эксплуатаціи рудника. Затѣмъ, вентиляторъ работаетъ на полную мощность съ полнымъ числомъ оборотовъ. И этотъ періодъ значительно продолжительнѣе перваго. Слѣдовательно, пользуясь регулировочнымъ агрегатомъ, мы будемъ имѣть для нормальной работы вентилятора исключительно асинхронный двигатель. (Освободившійся агрегатъ можно использовать въ другомъ мѣстѣ). Въ этомъ случаѣ только часть времени эксплуатаціи вентилятора проходитъ съ коллекторнымъ двигателемъ. Такъ какъ индукціонный двигатель является идеальнымъ по своей простотѣ, то ему и нужно отдать

предпочтеніе передъ коллекторнымъ двигателемъ, который требуетъ болѣе внимательнаго ухода и содержаніе котораго обходится дороже.

Что же касается до небольшихъ относительно вентиляціонныхъ установокъ, то возможно, что примѣненіе коллекторныхъ двигателей, вмѣсто асинхронныхъ двигателей съ регулировкой числа оборотовъ реостатомъ, будетъ въ иныхъ случаяхъ и экономично.

Согласно свѣдѣніямъ, сообщаемымъ фирмою А. Е. G., ею установлено нѣсколько коллекторныхъ трехфазныхъ двигателей выше 100 лш. силъ. Одна установка—мощность двигателя 300 л. с.—50 л. с., соответственное число оборотовъ 500—200 въ мин. Токъ 2000 V., 50 пер. Передача канатная отъ двигателя къ вентилятору.

Другая установка—200 л. с.—75 л. с., соответственное число оборотовъ въ мин. 600—380. Токъ 1000 V., 50 пер. Передача отъ двигателя къ вентилятору ременная.

Итакъ, для регулировки подачи воздуха въ рудникъ имѣется много способовъ.

Которому же изъ нихъ слѣдуетъ отдать предпочтеніе?

Всѣ перечисленные способы имѣютъ примѣненіе въ практикѣ. Слѣдовательно, каждый изъ нихъ обладаетъ какими нибудь достоинствами, которыя заставляютъ остановиться именно на этомъ способѣ, а не на другомъ. Указать точно для какихъ именно случаевъ пригодны разныя системы нельзя.

Можно оговорить, что регулировочныя агрегаты (системы Krämer'a, Heyland'a и Scherbius'a), могутъ найти примѣненіе только въ очень мощныхъ вентиляціонныхъ установкахъ.

Вообще же при выборѣ системы регулировки подачи воздуха нужно учесть рядъ обстоятельствъ, которыя и укажутъ на чемъ слѣдуетъ остановиться. Главнымъ факторомъ будетъ цѣна тока. Затѣмъ нужно учесть предѣлы регулировки, родъ, время и продолжительность ея. На основаніи всѣхъ этихъ данныхъ можно будетъ судить о величинѣ сбереженія на токѣ при пользованіи тою или иною системою.

Мощность вентиляторной установки играетъ очень большую роль. Съ увеличеніемъ мощности падаетъ стоимость установки на единицу ея и возрастаетъ абсолютное значеніе экономіи на токѣ. Принявъ во вниманіе погашеніе затраченнаго капитала и проценты на него, и сравнивъ съ тою экономіею, которую получаютъ на токѣ, можно выяснитъ насколько примѣненіе данной системы оправдываетъ себя.

Приведенное рѣшеніе вопроса очень схематично, такъ какъ во вниманіе приняты не всѣ обстоятельства. Напримѣръ, обезпеченность въ непрерывности эксплуатаціи можетъ въ иныхъ случаяхъ заставить отдать предпочтеніе системѣ менѣе экономичной, но болѣе простой и надежной.

Не нужно упускать изъ виду сравнительную стоимость ухода и эксплуатаціи установокъ (кромѣ стоимости тока).

Въ электрическомъ отношеніи вентиляторныя установки, если не требуется регулировки числа оборотовъ двигателей, не представляютъ никакихъ особенностей, какъ уже было сказано въ началѣ статьи.

Въ виду той большой площади, которую занимаютъ рудники, необходимо брать токъ высокаго напряженія. Въ Германіи, на примѣръ, распространяются вентиляторные двигатели на 5000—5500 вольтъ. Среднее число оборотовъ вентилятора около 300 въ минуту, причемъ двигатель и вентиляторъ сидятъ на одномъ валу. Нижний предѣлъ мощности двигателей вентиляторовъ весьма разнообразенъ. Что же касается до верхняго предѣла, то онъ рѣдко бываетъ выше 1000 лощ. силъ. Какъ особенно мощные двигатели, судя по даннымъ, имѣющимся въ сообщеніяхъ А. Е. Г., будутъ два двигателя для рудника Rhein-Elbe около Gelsenkirchen'a и двигатель для рудника нѣмецко-люксембургскаго общества. Мощность первыхъ двигателей равна 1757 и 1736 лощ. силъ, число обор. 285 и 276, депрессія 388 и 317 мм., эквивалентное отверстіе 4,43 м. и 5,54 м., количества воздуха въ куб. метрахъ въ мин. 13780 и 15576. Двигатель вентилятора для нѣмецко-люксембургскаго общества въ 1650 лощ. с., 245 обор./мин., 15000 м.³/мин., депрессія 400 мм. Въ обѣихъ установкахъ имѣются регулировочныя агрегаты.

Обѣ эти статьи написаны на основаніи наблюденій, сдѣланныхъ мною во время посѣщеній—заграницею и на югѣ Россіи—рудниковъ и осмотровъ на нихъ электрическихъ установокъ. Кромѣ того я пользовался спеціальною литературою, ссылки на которую дѣлались въ самомъ текстѣ. Въ концѣ же я привожу всю литературу, которая мнѣ служила пособіемъ, когда я писалъ эти статьи.

Считаю своимъ долгомъ привести глубокую благодарность проф. М. А. Шателену за содѣйствіе по составленію этихъ статей.

Л И Т Е Р А Т У Р А.

По насосамъ:

Проф. И. А. Тиле. Справочная книга.

Conrad Matschoss. Die Entwicklung der Dampfmaschinen. B. I & II.

— Beitrage zur Geschichte der Technik und Industrie. Bd. I.

Die Entwicklung des Niederreinisch-Westphalischen Steinkohlen-Bergbaues t. IV.

Pr. Riedler. Schnell Betrieb—(рѣдкая книга).

Glückauf. 1907, II. 14. S. 402. Die elektrisch betriebene Wasserhaltung auf Zeche Roland.

— 1908, II. 18, S. 621. Ueber Untersuchungen an Wasserhaltungsanlagen.

— 1908, II. 45, S. 1599. Die Wasserhaltung der Zeche Hugo bei Holten.

— 1909, II. 5, S. 145. Ueber Auswahl unterirdischer Wasserhaltungen.

— 1909, II. 29. Die neue Wasserhaltungsanlage der Zeche Rosenblumendelle.

— 1910, II. 29, S. 1094. Neuerungen aus dem Gebiete der Wasserhaltung.

Брошюры фирмъ:

ПО СКАЛКОВЫМЪ НАСОСАМЪ:

- A. E. G. Langsamlaufende Drehstrommotoren in Bergwerksbetrieb.
 — Elektrischer Antrieb von Wasserhaltungen, Kompressoren und Grubenventilatoren.
 S. Sch. Elektrisch betriebene Wasserhaltungen mit Plungerpumpen.

ПО ЦЕНТРОБѢЖНЫМЪ НАСОСАМЪ:

- Sulzer. Pompes centrifuges à haute pression.
 — Hochdruck-Zentrifugalpumpen.
 A. E. G. Schnellaufende Motoren für Zentrifugalpumpen.
 — Vertikale Pumpenmotoren.
 S. Sch. Elektrisch betriebene Wasserhaltungen mit Zentrifugalpumpen.

По вопросу о регулировкѣ подачи воздуха.

- E. Kr. B. 1910, H. 4, S. 75; 1910, H. 6, H. 7; 1911, H. 22, S. 421, H. 23, S. 453, H. 24, S. 461;
 1912, H. 21, S. 445.
 Z. d. V. D. I. 1909, H. 1 S. 1; 1911, H. 31, S. 1925.
 Revue Universelle des Mines. 1912, t. XL, p. 93; 1913, t. II, p. 267, t. IV, p. 23.
 Glückauf. 1905, H. 9, S. 265; 1907, H. 13, S. 365, H. 17, S. 508; 1908, H. 4, S. 112; 1909, H. 18,
 S. 638; 1910, H. 24 & 25, S. 917; 1912, H. 41, S. 1668.

Мензульная гипсометрическая съемка розсыпей.

А. А. Анисковича и А. К. Болдырева.

I. Предварительныя свѣдѣнія.

Правильная эксплуатація рудничныхъ и пріисковыхъ площадей невозможна безъ веденія точныхъ и достаточно подробныхъ ихъ плановъ. Ео ipso веденіе такихъ плановъ выгодно для предпринимателя. Это трюизмы, но, однако, изъ за нихъ на Уралѣ намъ, развѣдчикамъ, нерѣдко приходится бороться.

Въ лѣтніе періоды 1912 и 1913 г.г. намъ пришлось руководить съемкой розсыпей Нижне-Тагильскаго платинового района. Съемка эта была предпринята по инициативѣ проф. В. В. Никитина, давшаго намъ, при ея началѣ, многія общія указанія на желательный характеръ ея.

Намъ пришлось начать съ точной формулировки и детализированія задачъ съемки, выработать всѣ детали ея и, согласно выработанному плану, произвести работы.

Въ настоящее время еще не всѣ розсыпи района сняты. Но, проработавши два лѣта, мы уже не имѣемъ теперь ни указаній со стороны, ни собственныхъ наблюденій, которыя заставляли бы насъ мѣнять крупныя детали постановки этого дѣла. Поэтому мы считаемъ опубликованіе статьи о характерѣ нашихъ работъ своевременнымъ и позволяемъ себѣ думать, что наши данныя будутъ не бесполезны для развѣдчиковъ пріисковъ и для тѣхъ предпринимателей, которые уже прониклись пониманіемъ полной необходимости для нихъ точныхъ, подробныхъ и обстоятельныхъ съемокъ.

II. Характеръ района.

Платиноносный районъ Нижне-Тагильскаго округа, Верхотурскаго уѣзда, Пермской губ., расположенъ на обоихъ склонахъ Уральскаго хребта. Онъ включаетъ въ себя въ Европейской части Россіи долины рѣкъ Висима и Мартяна, относящихся къ бассейну р. Волги, въ Азіатской же—р. Чаужь,

принадлежащей къ бассейну р. Оби. Ядро района составляет дунитовый массивъ, отдѣльныя возвышенности котораго—горы Соловьева, Синицына—не превышаютъ своею относительною высотой 250—300 сажень надъ уровнемъ моря. Вслѣдствіе легкой вывѣтриваемости дунита контуры этихъ горъ чрезвычайно мягки. Во всѣхъ направленіяхъ съ нихъ спускаются дога и ложки, составляющіе названныя выше 3 рѣчныя системы. Разрабатывающіеся уже около 100 лѣтъ платиновыя розсыпи этихъ долинъ представляютъ въ настоящее время непрерывные, безпорядочные ряды свалокъ ¹⁾ самыхъ разнообразныхъ размѣровъ и свойствъ, въ зависимости отъ тѣхъ устройствъ и характера работъ, какія тамъ производились. Большое развитіе работъ мелкаго кустарнаго характера, преимущественно старательскихъ, преобладавшихъ ранѣе, впослѣдствіи смѣнилось сильнымъ развитіемъ работъ крупныхъ—хозяйскихъ, съ промывальными устройствами—чашами, бутарами, американками, которыя въ послѣднее время, въ свою очередь, замѣняются работою драгъ, вытѣсняющихъ всѣ прежніе виды работъ. Въ зависимости отъ роста цѣнъ на платину стали разрабатываться не только болѣе бѣдныя части розсыпей, но начали перемываться, иногда по нѣскольку разъ, свалки—отвалы отъ прежнихъ работъ. Такъ, работы драгами нынѣ ведутся почти исключительно на переработанныхъ неоднократно мѣстахъ. Естественный рельефъ мѣстности, вслѣдствіе этого рѣзко нарушенъ и сохранился лишь въ мѣстахъ, не подвергшихся переработкѣ.

Такія непроработанныя мѣста, въ большей части, покрыты лѣсомъ, и въ значительно меньшей—заняты покосами и пашнями горнозаводскаго населенія.

III. Цѣль съемки.

Основнымъ импульсомъ всякой отрасли горнаго хозяйства является стремленіе къ правильной эксплуатаціи ископаемаго.

Если мы назовемъ промышленнымъ полезнымъ ископаемымъ такіе массы или участки его, добыча которыхъ экономически возможна при современномъ состояніи всѣхъ условій производства, *то правильной эксплуатацией слѣдуетъ называть такую, при которой все промышленное полезное ископаемое добывается безъ остатка.*

Чтобы вынуть все промышленное полезное ископаемое безъ остатка, необходимо прежде всего: заблаговременно передъ добычей, возможно точнѣе опредѣлить, гдѣ находится данное полезное ископаемое и въ какихъ условіяхъ залегаетъ оно въ каждомъ данномъ районѣ, чтобы судить

¹⁾ Отваловъ. Прим. ред.

о томъ, имѣтъ ли оно промышленное значеніе, т. е. можетъ ли оно съ выгодой разрабатываться.

Только при заблаговременномъ знаніи условій залеганія мѣсторожденія полезнаго ископаемаго, предприниматель можетъ выработать въ деталяхъ такой планъ добычи, при которомъ явится возможность съ выгодною добывать наибольшее количество полезнаго ископаемаго въ данномъ мѣсторожденіи. Неимѣніе такого разработаннаго плана дѣлаетъ самую эксплуатацію неправильной, такъ какъ при этомъ неизбѣжно остаются неиспользованными площади съ меньшимъ содержаніемъ полезнаго ископаемаго, вслѣдствіе чего разработка принимаетъ характеръ хищническій.

Приведенныя выше требованія для правильной эксплуатаціи ископаемаго составляютъ основу развѣдочнаго дѣла и опредѣляютъ вполне его цѣли. Въмѣстѣ съ тѣмъ эти требованія указываютъ на необходимость производства тщательныхъ съемокъ всѣхъ произведенныхъ горно-развѣдочныхъ работъ для составленія точныхъ плановъ развѣданной мѣстности.

Изложенныя соображенія, въ связи съ описаннымъ выше характеромъ пріисковаго района и его развѣдочныхъ и иныхъ работъ, приводятъ насъ къ слѣдующей формулировкѣ предстоящей задачи по пріисковой съемкѣ.

Общая задача имѣтъ цѣлью способствовать правильной постановкѣ эксплуатаціи пріисковъ и она, въ свою очередь, распадается на нѣсколько отдѣльных частныхъ задачъ, а именно:

а) на возможно точную регистрацію на планахъ, съ нагляднымъ изображеніемъ на нихъ, всѣхъ площадей, гдѣ завѣдомо имѣется платина, близкая по содержанію къ промышленной, а также всѣхъ остальныхъ мѣстностей, гдѣ она завѣдомо отсутствуетъ. Эта задача рѣшалась тѣмъ, что всѣ площади, гдѣ опредѣлено присутствіе платины, близкое къ промышленной, закрашивались той или иной краской, а всѣ остальные мѣстности, гдѣ таковой платины не оказывалось, или гдѣ ея присутствіе еще не было обнаружено, оставались не закрашенными.

Къ мѣстамъ съ завѣдомо платиной, близкой къ промышленной, мы должны были отнести во первыхъ—всѣ проработанныя мѣста, включая сюда даже и дражныя проработки, во вторыхъ—развѣданные цѣлики розсыпи. Послѣднихъ, однако, въ районѣ почти не было, главнымъ образомъ вслѣдствіе столѣтней разработки платиновой розсыпи, отчасти же вслѣдствіе отсутствія новыхъ планомѣрныхъ развѣдок¹⁾.

Итакъ, при первомъ взглядѣ на планшетъ рѣзко раздѣляются площади—съ платиносодержащей розсыпью съ одной стороны и пустыя и неразвѣданныя—съ другой.

¹⁾ По отношенію къ завѣдомо платиносодержащимъ цѣликамъ мы допустили на своихъ планшетахъ непослѣдовательность: мы ихъ не закрашивали. Въ виду незначительности сихъ площадей въ нашемъ районѣ, неудобства эти почти не сказались. Въ другихъ же условіяхъ цѣлики съ платиной слѣдовало бы закрашивать особымъ цвѣтомъ.

б) Вторая частная задача заключалась въ показаніи на планахъ всѣхъ данныхъ, необходимыхъ для сужденія о томъ, промышленна-ли платина въ каждомъ данномъ участкѣ, и въ выработкѣ наилучшаго въ каждомъ случаѣ способа добычи. дѣлающаго наибольшія количества платины промышленными.

Для рѣшенія этой задачи мы должны были сдѣлать слѣдующее:

1) Дать планъ въ горизонталяхъ. Необходимость этого для правильной эксплуатаціи приисковъ, въ особенности съ дражной разработкой, не требуетъ поясненій.

2) Показать на планахъ содержаніе платины въ единицѣ объема въ пескахъ и въ общей массѣ. Для этого надо было собрать возможно полныя свѣдѣнія, какъ письменныя такъ, и устные, какъ развѣдочныя, такъ и добычныя, оговоривши лишь источники такихъ свѣдѣній.

3) Показать мощность, какъ пустыхъ породъ, такъ и платиносодержащихъ песковъ

4) Показать на планахъ отдѣльно уцѣлѣвшіе цѣлики розсыпи отъ проработанныхъ пространствъ, подраздѣливъ заполненія послѣднихъ—на свалки дражныя, свалки крупныхъ устройствъ, свалки старательскія и т. п.

с) Наконецъ, третья частная задача, общая при всѣхъ съемкахъ, заключалась въ выборѣ необходимыхъ для нанесенія топографическихъ подробностей и въ устройствѣ прочныхъ реперовъ.

Изъ этой задачи въ нашемъ районѣ совершенно исключительную важность приобрѣтало нанесеніе угодій сосѣднихъ владѣльцевъ, т. е. нанесеніе такъ называемыхъ „покосовъ“ мастеровыхъ. Причиной такого значенія этихъ подробностей являлась крайняя запутанность земельныхъ отношеній на Уралѣ.

Детали выполненія всѣхъ этихъ задачъ изложены въ главѣ IV.

IV. Выполненіе съемки.

Исходя изъ поставленныхъ выше цѣлей и соображаясь съ требованіями возможно большей успѣшности и точности, а также съ матеріальными условіями, имѣвшимися въ наличности, организація работъ приняла слѣдующія формы. Съемка выполнялась студентами Горнаго Института, отбывшими геодезическую практику при Институтѣ. Въ первое лѣто работали студенты А. Анисковичъ, Д. Босаченко, І. Григорьевъ, П. Кузнецовъ, И. Мархилевичъ, П. Мигай, В. Самойловъ и М. Силантьевъ; во второе—А. Анисковичъ, С. Гуляевъ, П. Ивченко, М. Крутиковъ, И. Мархилевичъ, П. Мигай и В. Николаевъ. Каждый изъ нихъ своими замѣчаніями, наблюденіями или приѣмами работы влиялъ, конечно, на тѣ или инныя детали постановки дѣла. Особой напряженности

эта коллективная выработка приѣмовъ работы потребовала въ первый годъ, когда впервые примѣнялся намѣченный планъ работы.

Временемъ съѣмки избраны 3 лѣтніе мѣсяца—іюнь, іюль, августъ, какъ наиболѣе удобные (на Уралѣ) для геодезическихъ работъ, съ одной стороны, и самые благоприятные для подбора необходимыхъ рабочихъ силъ.

Для непрерывности полевой работы и параллельнаго со съѣмкой вычерчиванія и окончательной отдѣлки планшетовъ, въ составъ каждой партіи входили 2 студента съѣмщика ¹⁾). При этомъ ихъ роли распредѣлялись такъ: въ то время какъ одинъ работалъ съ мензулой въ полѣ, другой производилъ окончательную отдѣлку своего заполненнаго ранѣе планшета. При такой постановкѣ дѣла перерывовъ въ работѣ не было; рабочія партіи, равно какъ и инструменты, все время были въ работѣ. Время полевой работы, столь короткое на Уралѣ, использовалось наиболѣе полно.

Кромѣ студентовъ съѣмщиковъ въ составъ рабочей партіи входили: одинъ помощникъ съѣмщика ²⁾), ведшій необходимыя при работѣ вычисления по тахиметрическимъ таблицамъ, два реченика, одинъ рабочій при мензулѣ и одинъ при палаткѣ, если приходилось работать не на приискѣ, а такіе случаи преобладали.

Снаряженіе партіи состояло изъ мензулы съ двумя, по меньшей мѣрѣ, мензульными досками, кипрегеля-дальномѣра системы Главнаго Штаба, двухъ реекъ, большого парусиноваго зонта къ мензулѣ, палатки датскаго типа для съѣмщиковъ и палатки же или большого брезента для рабочихъ.

Расходы на каждую партію при такомъ составѣ и оборудованіи ихъ выражались въ слѣдующихъ цифрахъ:

2 студента съѣмщика	600 руб. или 52,6%
5 рабочихъ	450 „ „ 39,5%
Инструментъ } погашая стоимость въ	60 „ „ 5,2%
Оборудованіе } 5 лѣтъ	20 „ „ 1,8%
Чертежныя принадлежности	10 „ „ 0,9%

Всего . 1.140 руб. или 100%

Каждая партія въ теченіе лѣта, при имѣвшихся условіяхъ работы и при масштабѣ плана въ 25 саж.=1 дм., снимала 7—8 планшетовъ (квдратныхъ верстѣ). Такимъ образомъ 1 кв. верста обходилась около 150 руб.

¹⁾ Работали одновременно 3 партіи, причемъ въ 1913 г. на 3 мензулы приходилось не 6 студентовъ, какъ въ 1912 г., а только пять.

²⁾ Эти обязанности исполняли у насъ ученики старшихъ классовъ Нижне-Тагильскаго горнозаводскаго училища.

Говоря о самой постановкѣ работъ, мы должны прежде всего отмѣтить существенный недостатокъ нашей съемки—именно отсутствіе предварительной триангуляціи всей мѣстности, предназначенной для съемки. Этотъ недостатокъ объясняется специальной задачей нашей работы, требовавшей съемки не всей площади, а лишь рѣчныхъ долинъ, заключающихъ платиновые розсыпи. При увязкѣ же всѣхъ планшетовъ въ одинъ общій планъ съ этимъ недочетомъ, разумѣется, придется считаться.

Для соединенія горизонталей съемки, ведшейся одновременно въ разныхъ мѣстахъ, и привязки съемокъ по высотамъ къ опредѣленнымъ точкамъ, была произведена предварительная нивелировка полигона, частью пересѣкавшаго снимаемую площадь, частью охватывавшаго ее. Въ 7 точкахъ полигона были заложены подземные каменные репера ¹⁾, служащіе опорными пунктами высотъ съемки. Такъ какъ въ районѣ пріисковъ проходитъ заводская желѣзная дорога, то черезъ желѣзно-дорожные репера удалось получить высоты исходныхъ точекъ съемки относительно уровня Балтійскаго моря.

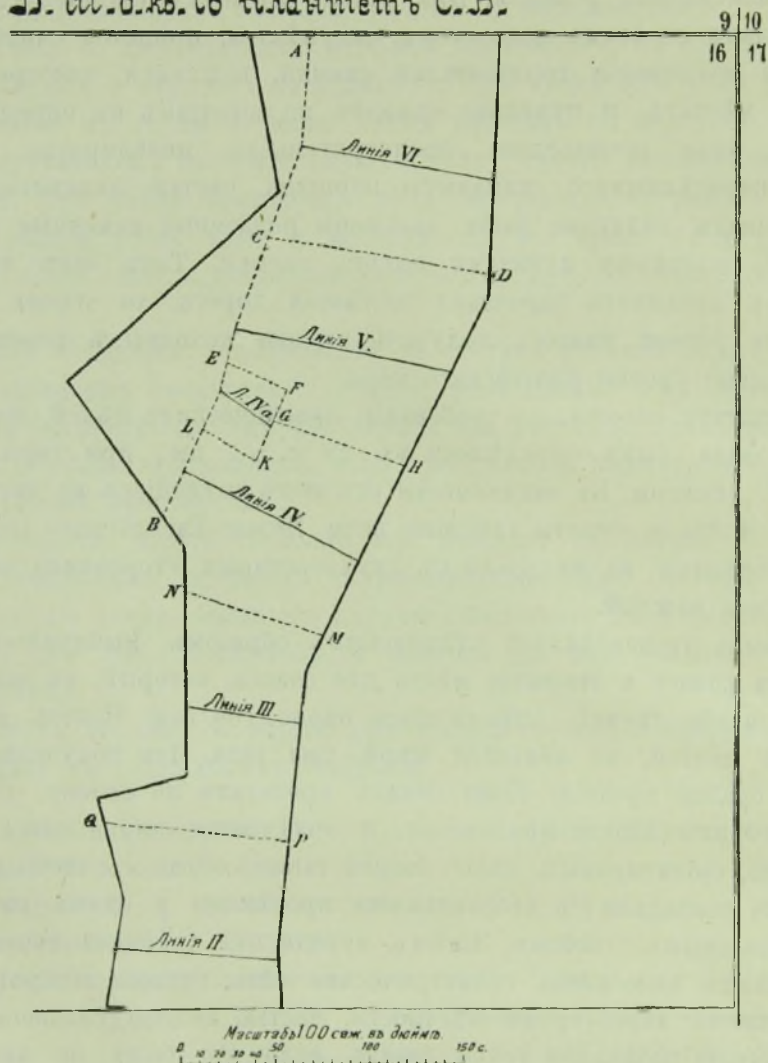
Масштабъ съемки, по требованію практическихъ цѣлей, которыя она преслѣдовала, былъ опредѣленъ въ 25 с. = 1 дм., при горизонталяхъ черезъ $\frac{1}{2}$ сажени. Въ зависимости отъ этого имѣющіеся въ натурѣ кварталы въ 4 квадр. версты (лѣсныя дачи Нижне-Тагильскаго Округа разбиты просѣками на квадраты съ двухверстными сторонами) разбиты на 4 планшета каждый.

Съемка производилась слѣдующимъ образомъ. Выбиралось по возможности ровное и открытое мѣсто для базиса, который, въ зависимости отъ масштаба съемки, опредѣлялся около 100 саж. Базисъ измѣрялся стальной лентой, по меньшей мѣрѣ, два раза. Изъ полученныхъ promѣровъ брался средній. Если базисъ пролегалъ по склону, то опредѣлялось горизонтальное проложеніе, и полученная длина наносилась на планшетъ, ориентировавъ линію базиса такимъ образомъ, чтобы двѣ рамки планшета совпадали съ квартальными просѣками и одинъ изъ угловъ съ квартальнымъ столбомъ. Затѣмъ, исходя изъ крайнихъ точекъ базиса, на планшетъ наносилась геометрическая сѣть, густота которой опредѣлялась частью характеромъ мѣстности, частью индивидуальностью съемщика. Высота начальной точки базиса, если это былъ не нивелирный реперъ, опредѣлялась нивелировкой посредствомъ нивелира или кипрегеля отъ одного изъ заложенныхъ высотныхъ реперовъ.

¹⁾ Необходимость заботливаго устройства реперовъ устойчиво и вполне справедливо подчеркивалась намъ управляющимъ пріисками горн. инж. Н. М. Васильевымъ. Репера устраивались такъ. Въ ямѣ, глубина которой зависѣла отъ свойствъ почвы, закладывался цементный столбъ $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ арш. въ поперечномъ сѣченіи, съ такимъ расчетомъ, чтобы верхняя площадка его была ниже поверхности земли на $\frac{1}{2} - \frac{3}{4}$ арш. На верхней горизонтальной площадкѣ высѣкался № репера и абсолютная высота ея (площадки). Затѣмъ реперъ засыпался землею.

Разбивъ геометрическую сѣть, и получивъ на планшетѣ горизонтальныя проложенія разстояній между точками сѣти, съемщикъ опредѣлялъ высоты точекъ. При этомъ высота каждой новой точки, кромѣ первыхъ двухъ, опредѣлялась не менѣе какъ при посредствѣ двухъ дру-

В.М.д.ж.16 планшетъ С.В.



Фиг. 1.

гихъ. Нужно замѣтить, что при работѣ новыми кипрегелями фирмы Герляха разность между прямыми и обратными опредѣленіями высоты точки лишь въ исключительныхъ случаяхъ превышала 0,1 саж., чаще всего была 0,02—0,03 саж., благодаря чему расхождение въ опредѣ-

леніи высоты точки черезъ 2 или 3 другія было крайне незначительно (0,01—0,02 саж.).

Для привязки послѣдующей части съемки къ производимой, каждый съемщикъ на границахъ своего планшета, гдѣ къ нему примыкалъ планшетъ слѣдующаго, ставилъ на самой планшетной рамкѣ или по близости ея двѣ вѣхи, вводя ихъ въ геометрическую сѣть и опредѣляя ихъ высоты тригонометрически. Разстояніе между этими *передаточными* точками, полученное путемъ засѣчекъ, повѣрялось непосредственнымъ измѣреніемъ стальной лентой, и только въ случаѣ невозможности произвести непосредственное измѣреніе (обиліе свалокъ между точками), разстояніе бралось дальномѣромъ. Если разность между истиннымъ разстояніемъ и полученнымъ путемъ засѣчекъ не превышала 2—3 саж., ошибка исправлялась на планшетѣ работающаго, безъ повѣрки и измѣненія всей сѣти, и слѣдующій съемщикъ переносилъ на свой планшетъ исправленныя точки, принимая разстояніе между ними, если оно удовлетворяло требованіямъ новой геометрической сѣти, за базисъ. Высота одной изъ передаваемыхъ точекъ повѣрялась вновь отъ нивелирнаго репера, путемъ нивелировки кипрегелемъ или нивелиромъ, и исправленная передавалась новому съемщику. Такія повѣрки производились для каждого планшета или черезъ одинъ. Невязка, не превышавшая 0,2 саж., разносилась на планшетѣ передающаго. Вычисленіе превышеній для точекъ геометрической сѣти, велось помощью логарифмическихъ таблицъ (таблицы Вега и Пржевальскаго) съ точностью до 0,01 саж.

Затѣмъ производилась съемка деталей. При этомъ, имѣя въ виду полученіе плана розсыпей, снимали лишь открытыя мѣста, ложки и выработанныя пространства; лѣсныя площади остались большей частью не снятыми. Свалки разсматривались какъ естественный рельефъ, крупныя изъ нихъ снимались, отъ зарисовки же мелкихъ, слишкомъ усложнявшихъ работу, пришлось отказаться. Руслу рѣчекъ, по которымъ ведутся работы, въ виду ихъ непостоянства, не показывались на планѣ особымъ условнымъ знакомъ, а выражались лишь въ горизонталяхъ.

Система обозначенія нами различнаго рода подробностей видна изъ приложенныхъ къ статьѣ чертежей. Мы сдѣлаемъ одно общее замѣчаніе: покраской мы выражали характеръ поверхности, буквами — природу свалокъ.

Сдѣлаемъ еще одно частное замѣчаніе объ изображеніи дражныхъ выработокъ. Мы приняли здѣсь способъ, введенный на приискахъ управляющимъ ихъ И. М. Васильевымъ. Съемка площади, проработанной драгой, производится приблизительно чрезъ мѣсяць, соотвѣтственно чему эта площадь разбивается на мѣсячныя поля, каждому изъ которыхъ отвѣчаетъ свое направленіе штриховки (см. чертежи). На каждомъ полѣ показаны объемъ перемытой на немъ розсыпи и вѣсъ намытаго металла. У конечной линіи поля проставлена дата работы здѣсь драги. Напра-

вление послѣдней надписи связано съ направлениемъ работы драги. Площади, проработанныя драгой дважды или трижды, получаютъ такимъ образомъ автоматически двойную, тройную штриховку.

Вычисленіе высотъ точекъ и горизонтальныхъ проложеній при съемкѣ деталей велось помощью тахиметрическихъ таблицъ Иордана.

Чтобы дать возможность впослѣдствіи пополнять произведенную съемку и привязываться къ ней, часть опорныхъ точекъ съемки (точекъ геометрической сѣти) закрѣплялась на мѣстности. Эти репера устраивались такъ. Деревянный столбъ около 4 вершк. въ діаметрѣ и $2\frac{1}{4}$ арш. длины съ крестовиной внизу зарывался въ землю на $1\frac{1}{4}$ арш. На столбѣ дѣлалась надпись, указывающая № квартала, № столба, годъ съемки и высоту земной поверхности (зарубки) у основанія столба надъ уровнемъ Балтійскаго моря.

Попутно со съемкой, или по окончаніи нанесенія топографическихъ данныхъ, собирались отъ свѣдующихъ лицъ, иногда отъ старателей свѣдѣнія относительно мощности наносовъ, содержанія платины въ пескахъ или во всей массѣ наноса и отмѣчались на планшетѣ. Разумѣется, что для тѣхъ мѣстностей, гдѣ произведены были развѣдки, данныя о которыхъ сохранились, эти послѣднія заносились на планшетъ.

Такимъ образомъ результатомъ работы двухъ лѣтнихъ періодовъ являются 49 планшетовъ. Два изъ нихъ, наиболѣе типичные, приложены къ настоящей статьѣ.

Съемка, какъ было упомянуто выше, еще продолжается. Работы первой очереди будутъ закончены, когда снимутся всѣ проработанныя мѣста района. Подобная же съемка непроработанныхъ мѣстъ намѣчается лишь во вторую очередь. Эти послѣднія работы нужны для составленія въ достаточно крупномъ масштабѣ полной орографической карты района, обладаніе которой даетъ ключъ къ пониманію происхожденія и строенія отдѣльныхъ розсыпей.

V. Практическія приложенія нашей съемки.

Мы не будемъ здѣсь систематически перечислять всѣ тѣ случаи, когда планшеты подобной съемки, можетъ быть исправленной по мѣстнымъ условіямъ, являются необходимыми предпринимателю, конечно, при умѣнни ими пользоваться. Упомянемъ лишь о нѣкоторыхъ изъ тѣхъ работъ, которыя сдѣланы уже при помощи нашихъ планшетовъ.

1) Выборъ мѣста для работъ дѣйствующей теперь драги № 6 и выборъ мѣста для ея плотины.

2) Общій подсчетъ запасовъ платины для всей части района, захваченнаго съемкой.

- 3) Общій планъ разработки Мартьянской розсыпи драгами.
- 4) Детальный подсчетъ запасовъ дражной платины въ долину р. Висима. Расчетъ времени работы будущей драги здѣсь, хода работы и количества намывки ея.
- 5) Выдѣленіе всѣхъ чужихъ угодій, которыя необходимо приобрести для рациональной работы драги на р. Висимѣ.
- 6) Раздѣленіе всѣхъ угодій сосѣднихъ владѣльцевъ въ районѣ пріисковъ на категоріи по степени важности ихъ приобретенія для правильной эксплуатаціи.

Мы могли бы сюда прибавить много столь же важныхъ подобныхъ работъ, неисполненныхъ лишь по обстоятельствамъ, ничего общаго съ правильной эксплуатаціей не имѣющимъ. Такъ, точное разграниченіе площадей района на дражныя, нежелательныя для старательскихъ работъ и не дражныя; выдѣленіе мѣстъ, недостаточно освѣщенныхъ имѣющимися данными, для развѣдки; составленіе общаго плана эксплуатаціи всего пріисковаго района; рациональное составленіе смѣты каждаго отдѣльнаго устройства; подсчеты земляныхъ работъ при сооруженіи плотинъ; отведеніе мѣстъ подъ постройки; ясныя представленія о возможномъ ходѣ работы драги на каждомъ данномъ мѣстѣ.

Мы привели здѣсь все то, что случайно пришло намъ на мысль. Не можетъ быть сомнѣнія, что кругъ вопросовъ подобныхъ этимъ въ дѣйствительности окажется весьма обширнымъ.

VI. Примѣръ подсчета запасовъ металла по планшетамъ съемки.

Остановимся подробнѣе на одномъ изъ практическихъ приложений нашей съемки. Покажемъ, какъ при помощи нашихъ планшетовъ мы производимъ подсчеты запасовъ металла для какого-либо района пріисковъ.

Цѣнность цифръ такого подсчета и самый методъ его зависятъ прежде всего отъ наличности или отсутствія надежныхъ и детальныхъ развѣдочныхъ данныхъ для избраннаго района. Въ этомъ отношеніи два приложенные нами къ этой статьѣ планшета отличаются другъ отъ друга весьма значительно.

Для планшета съ Авроринскимъ пріискомъ и дражнымъ прудомъ данныя имѣются весьма немногочисленныя и мало надежныя, не считая данныхъ дражной проработки. Для такихъ планшетовъ при подсчетахъ запасовъ мы разбивали всю площадь розсыпи на однородные по характеру участки: во-первыхъ, по покраскѣ планшета и, во-вторыхъ, далѣе такъ, чтобы для каждаго отдѣльнаго участка собранныя нами данныя о мощности розсыпи и о содержаніи металла въ ней были одинаковы. Объемъ

розсыпи и запасъ металла подсчитываются тогда легко для каждого участка.

Иной способъ подсчета примѣнялся для планшетовъ, подобныхъ приложенному къ статьѣ Висимскому планшету (В. Ш. д. кв. 16 планшетъ С.-В.). Здѣсь имѣлась новая систематическая шурфовка, и площадь планшета была освѣщена довольно равномерно и детально. Въ такихъ случаяхъ, чтобы избѣжать всякой субъективности мы не руководились ни покраской, ни одинаковостью мощности или содержанія при разбивкѣ планшета на участки для подсчета. Мы производили разбивку чисто геометрически ¹⁾.

Площадь, для которой производился подсчетъ, опредѣляется въ большей части границами владѣній Нижне-Тагильскаго округа, а въ СЗ части планшета линіей *AB* (см. схему), представляющей границу залеганія металла въ розсыпи. Направленіе этой линіи опредѣляется пустыми шурфами развѣдки. Линіями *CD*, *EF*, *GH*, *L*, *K*, *NM* и *QP*, равнодѣлящими разстоянія между линіями шурфовъ, разбиваемъ всю изслѣдуемую площадь на участки. Для всей площади каждого изъ полученныхъ участковъ содержаніе *Pt*, приходящееся на 1 кв. единицу площади, принимаемъ равнымъ.

Опредѣляемъ это среднее содержаніе металла на 1 кв. саж. площади каждого участка такъ. Умноживъ содержаніе *Pt* въ 1 кв. саж. песковъ розсыпи на мощность песковъ, получимъ число золотниковъ металла, приходящееся на 1 кв. саж. площади въ мѣстѣ пробитія шурфа. Распространяя вліяніе этой цифры въ обѣ стороны по линіи шурфовъ на разстоянія равныя половинѣ разстояній между взятымъ и сосѣдними шурфами, и для крайнихъ шурфовъ до границъ изслѣдуемаго района, получимъ для каждого шурфа число сажень, на которомъ содержаніе *Pt* принимаемъ такимъ же, какъ и во взятомъ шурфѣ. Перемноживъ число золотниковъ *Pt*, приходящееся на 1 кв. саж. площади, на соответствующую ему длину линіи и сложивъ полученные величины для всѣхъ шурфовъ линіи, получимъ количество *Pt*, заключающееся въ площади равной длинѣ линіи шурфовъ при ширинѣ равной 1 саж. Раздѣливъ полученное количество металла на длину линіи, найдемъ среднее площадное содержаніе *Pt* по всей линіи, а принимая его одинаковымъ и для площади, лежащей по обѣ стороны линіи шурфовъ до середины разстоянія между сосѣдними линіями, получимъ для каждой изъ 6 площадей особую цифру средняго содержанія *Pt*. Эти среднія для каждой изъ площадей вычислены въ таблицѣ I.

¹⁾ Теоретическія основанія для примѣннаго нами способа подсчета см. въ особой статьѣ А. К. Болдырева „Теорія подсчета запасовъ металла въ расшурфованной розсыпи“. „Горный Журналъ“, книга 7—8, 1914 г., стр. 56—63.

ТАБЛИЦА I.

№ линии.	№ шурфа.	Содер- жаніе <i>Pt</i> (въ зол.) въ 1 куб. саж. песковъ.	Мощ- ность песковъ (въ са- женяхъ).	Длина линии, на которую распро- странены данныя 1 шурфа.	Количество <i>Pt</i> , содер- жащееся въ этой линии.	Среднее площадное содержаніе <i>Pt</i> (на 1 кв. саж.) по всей линии.
II.	1	1,89	0,42	10	7,9380	$\frac{32,2701 \text{ з.}}{86} = 0,3752 \text{ з.}$
	2	0,88	0,33	35	10,1640	
	3	0	0	10	0	
	4	1,79	0,50	11	9,845	
	5	1,69	0,17	11	3,1603	
	6	0,76	0,17	9	1,1628	
				86 с.	32,2701 з.	
III.	1	0	0	11	0	$\frac{31,6269 \text{ з.}}{62} = 0,5101 \text{ з.}$
	2	0	0	11	0	
	3	0,87	0,17	11	1,6269	
	4	0	0	14	0	
	5	3	0,25	10	7,5	
	6	18	0,25	5	22,5	
				62 с.	31,6269 з.	
IV.	1	10,12	0,17	9	15,4836	$\frac{102,194 \text{ з.}}{102} = 1,0019 \text{ з.}$
	2	7,14	0,66	11	51,8364	
	3	0	0	9	0	
	4	2,19	0,17	9	3,3507	
	5	1,35	0,5	26	17,55	
	6	4,0	0,25	11	11,00	
	7	0,37	0,17	12	0,7548	
	8	0,87	0,17	15	2,2185	
				102 с.	102,1940 з.	

№ линіи.	№ шурфа.	Содер- жаніе <i>Pt</i> (въ зол.) въ 1 куб. саж. песковъ.	Мощ- ность песковъ (въ са- женяхъ).	Длина линіи, на которую распро- странены данныя 1 мурфа.	Количество <i>Pt</i> , содер- жащееся въ этой линіи.	Среднее площадное содержаніе <i>Pt</i> (на 1 куб. саж.) по всей линіи.
IVa.	1	0,40	0,08	21	0,6720	$\frac{1,752}{33} = 0,053 \text{ з.}$
	2	0,20	0,45	12	1,0800	
				33 с.	1,7520 з.	
V.	1	0,53	0,25	13	1,7225	$\frac{86,1388 \text{ з.}}{118} = 0,7299 \text{ з.}$
	2	0,75	0,25	11	2,0625	
	3	0	0	10	0	
	4	3,54	0,33	11	12,8502	
	5	0,35	0,17	9	0,5355	
	6	5,87	0,17	9	8,9811	
	7	3,50	0,17	13	7,7350	
	8	6,87	0,66	10	45,3420	
	9	0,67	0,50	20	6,7000	
	12	0,07	0,25	12	0,2100	
				118 с.	86,1388 з.	
VI.	1	0,68	0,17	13	1,5028	$\frac{88,005 \text{ з.}}{106} = 0,8303 \text{ з.}$
	2	0,22	0,26	11	0,6292	
	3	2,77	0,28	10	7,7560	
	4	2,47	0,17	10	4,1990	
	5	10,80	0,33	10	35,6400	
	6	3,94	0,17	11	7,3678	
	7	0,43	0,83	14	4,9966	
	8	3,94	0,33	18	23,4036	
	9	0,50	0,56	9	2,5200	
				106 с.	88,0050 з.	

Опредѣливъ площадь каждаго участка и умноживъ на число квадратныхъ сажень ея соотвѣтствующее площадное содержаніе, получимъ количество металла въ каждомъ участкѣ, а затѣмъ и во всей розсыпи, что и дастъ намъ таблица II.

ТАБЛИЦА II.

№ линіи.	Содержаніе <i>Pt</i> на 1 кв. сажень поверхности.	Площадь (въ кв. саж.), освѣщенная соотвѣствующей линіей шурфовъ.	Количество <i>Pt.</i> содержащееся въ этой площади.
II	0,3752	8,097	31 ф. 62 з.
III	0,5101	8,125	1 п. 3 ф. 16,6 з.
IV	1,0019	8,587	2 п. 9 ф. 59,3 з.
IVa	0,0530	1,375	72,9 з.
V	0,7299	10,272	1 п. 38 ф. 9,5 з.
V1	0,8303	12,555	2 п. 28 ф. 56,4 з.
		Всего	8 п. 31 ф. 84,7 з.

Совершенно такъ же мы могли бы получить объемъ розсыпи, замѣнивъ содержаніе *Pt* мощностью наносовъ, данной на планѣ для каждаго изъ шурфовъ.

Склероскопъ.

Ф. Ф. Видемана.

Приборъ этотъ появился въ 1906 г. и идея его устройства принадлежитъ американцу *Алберту Шору*, который предназначилъ его для опредѣленія степени твердости сортовъ закаленной стали.

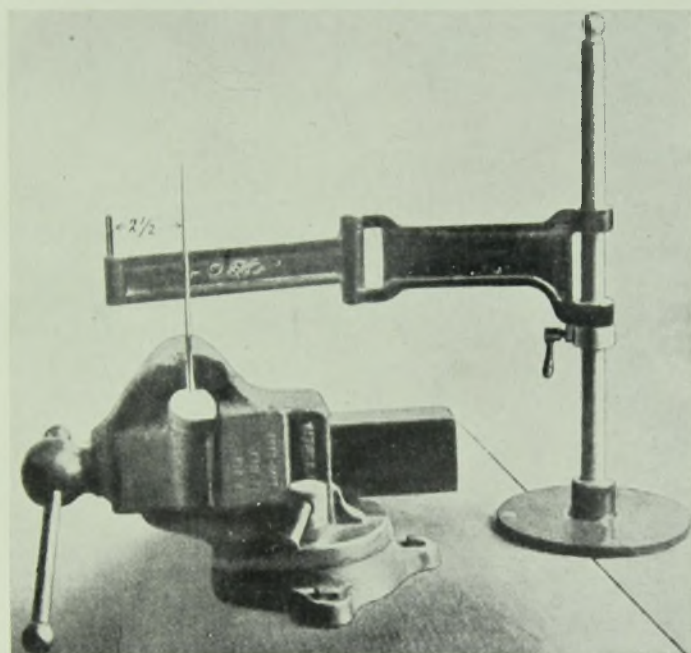
На фиг. 1 показанъ его общій видъ.

Приборъ этотъ состоитъ изъ вертикально установленной стеклянной трубки, длиною около 270 мм., съ внутреннимъ діаметромъ въ 6 мм., внутри которой свободно движется стальной поршнеобразный цилиндрикъ (см. фиг. 2), длиною 2 сантиметра, легко поднимающійся вверхъ по трубкѣ, если надъ нимъ произвести разрѣженіе воздуха и свободно падающій обратно внизъ, если это разрѣженіе прекратить.

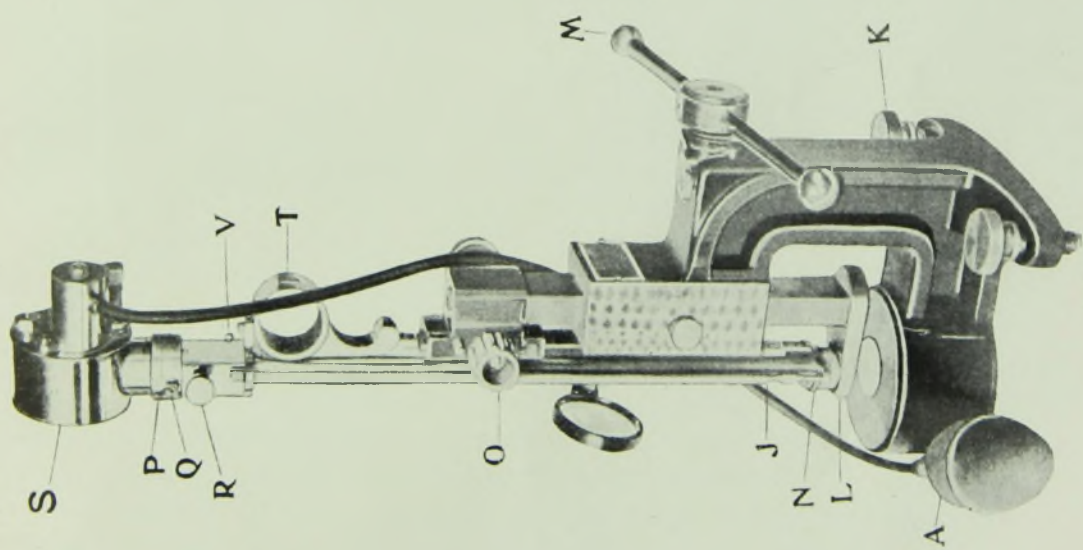
На нижней части трубки надѣтъ металлическій наконечникъ *N*, тоже съ отверстіемъ, но діаметромъ нѣсколько меньше діаметра трубки, вслѣдствіе чего цилиндрикъ, при паденіи, изъ трубки не выпадаетъ, а задерживается заплечикомъ, отчего кончикъ цилиндрика *b* имѣетъ возможность выступать наружу конца трубки.

Наконечникъ *N* съ трубкою упирается въ упорную планку *L*, которая составляетъ одно цѣлое съ рейкой, а рейка эта проходитъ чрезъ вертикальный приливъ къ штативу; чрезъ послѣдній проходитъ горизонтально расположенный валикъ съ ручкою *M* на одномъ концѣ и шестерней, вступающей въ соединеніе съ рейкой—на другомъ, а потому, дѣйствуя на рукоятку *M* горизонтальнаго валика, можно чрезъ шестерню на этомъ валикѣ поднимать рейку, а слѣдовательно и стеклянную трубку съ наконечникомъ.

Стеклянную трубку можно поднимать еще и другой шестеренкой, сидящей на валикѣ *O*; валикъ этотъ проходитъ чрезъ приливъ, надѣваемый на верхній конецъ первой рейки; въ этомъ приливѣ имѣются пазы, въ которыхъ движется маленькій скуппортъ, который скрѣпленъ неподвижно съ трубкой; въ скуппортѣ проложена рейка, идущая параллельно трубки, а потому дѣйствуя на рукоятку *O*, шестеренка двигаетъ рейку вмѣстѣ съ скуппортомъ, а вмѣстѣ съ нимъ и трубку, которая, будучи



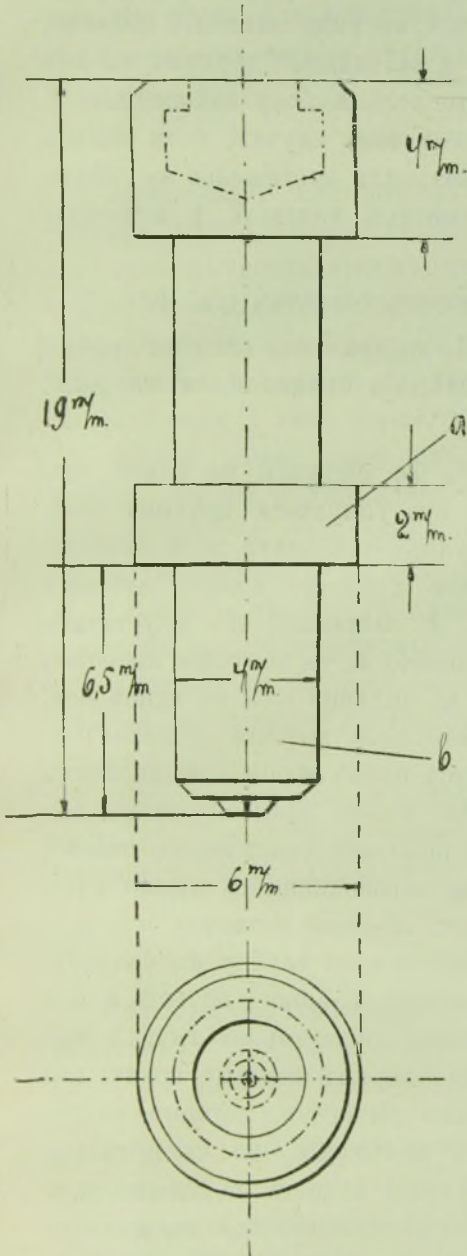
Фиг. 4.



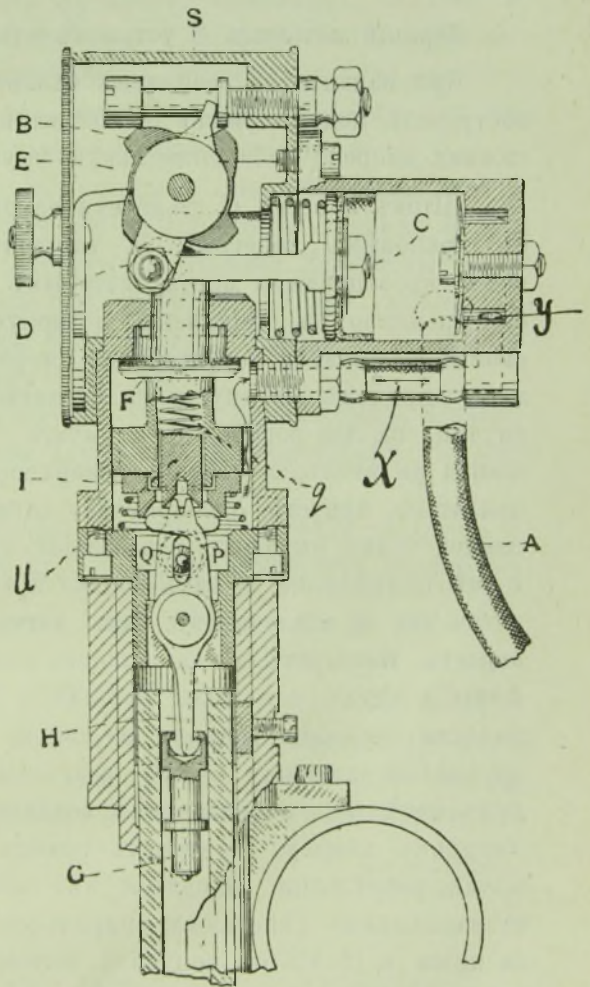
Фиг. 1.

предоставлена самой себѣ, опустится внизъ, на прежнее мѣсто, дѣйствуя обратно на шестерню своимъ вѣсомъ.

На другомъ концѣ трубки надѣтъ механизмъ *S*, черезъ который про-



Фиг. 2.



Фиг. 3.

исходитъ разрѣженіе воздуха въ трубкѣ, удержаніе цилиндрика въ верхнемъ положеніи и освобожденіе его изъ этого положенія.

Механизмъ *S* и наконечникъ *N* скрѣплены между собою однимъ длиннымъ стяжнымъ (стягивающимъ) болтикомъ.

Штативъ, кромѣ вертикальнаго, имѣетъ еще и цилиндрическій при-

ливъ у основанія, съ отдѣланной площадкой, на которую укладываются предметы подлежащіе испытанію на приборѣ.

Стеклянная трубка должна устанавливаться въ вертикальномъ положеніи, для чего служитъ отвѣсъ при трубкѣ, въ видѣ длиннаго стержня, свободно движущагося въ верхнемъ концѣ и заходящаго другимъ своимъ заостреннымъ концомъ въ маленькое отверстіе кольца сбоку наконечника *I*, указывая вертикальное положеніе трубки въ томъ случаѣ, если конецъ отвѣса приходится въ центрѣ этого кольца; для достиженія же такого положенія отвѣса служатъ два регулирующихъ винта *K* у основанія штатива.

Верхній механизмъ *S* устроенъ слѣдующимъ образомъ (см. фиг. 3).

При нажатіи на резиновый баллонъ *A*, воздухъ изъ него по трубкѣ поступаетъ подъ поршень *C*, заставляя послѣдній продвигаться впередъ, сжимая впереди себя спиральную пружину.

Штокъ поршня *C*, дѣйствуя на рычагъ *D*, сидящій на одной оси съ храповымъ колесомъ *B*, заставляетъ его упираться другимъ концомъ въ заплечикъ винта, которымъ регулируется длина хода поршня; одновременно съ поршнемъ повернувшееся храповое колесо зубцомъ своимъ нажимаетъ вертикальный стержень *F*, заставляя его опуститься книзу, причемъ оно, опускаясь, надвигаетъ шайбу *L*, съ конусной выточкой внутри, на два роговидныхъ рычага *P* и *Q*, сидящіе оба на одной оси; концы рычаговъ, скользя по поверхности конусной выточки, должны раздвигаться, причемъ одновременно сдвигаются продолженія крючковатыхъ плечей этихъ рычаговъ, освобождая крючки изъ-за заплечиковъ въ выточкѣ цилиндрика, и какъ только крючки рычаговъ совершенно освободятся изъ за заплечиковъ, такъ тотчасъ же освободившійся цилиндрикъ падаетъ. Наоборотъ, когда поршень получаетъ обратное движеніе отъ пружины, воздухъ изъ подъ поршня устремляется въ трубку къ баллону, увлекая за собою воздухъ не только изъ-подъ поршня, но еще и изъ трубки, по нижнему каналу, разрѣжая такимъ образомъ въ трубкѣ воздухъ; вслѣдъ за разрѣженіемъ воздуха, атмосферный воздухъ гонитъ цилиндрикъ кверху, до самыхъ крючковатыхъ рычаговъ, которые во все время разрѣженія находятся въ сжатомъ положеніи, но какъ только стержень подъ дѣйствіемъ спиральной пружины начнетъ подниматься, а за нимъ и шайба съ конусной выточкой, что совершается въ моментъ прекращенія разрѣженія воздуха въ трубкѣ, такъ роговидные рычаги тотчасъ же освобождаясь отъ шайбы съ конической выточкой, попадаютъ подъ дѣйствіе другой конической выточки, выдѣланной въ стержнѣ *U*, находящейся подъ дѣйствіемъ пружинки *q*, вслѣдствіе чего рычаги начинаютъ сдвигаться, а крючковатые концы раздвигаться, заходя въ заплечикъ цилиндрика, удерживая его въ этомъ верхнемъ положеніи до слѣдующаго новаго нажатія на баллонъ.

Цилиндрикъ дѣлается изъ стали и безъ отпуска закаливается; нижній конецъ затачивается на конусъ и слегка зашлифовывается и этимъ концомъ цилиндрикъ ударяется объ испытуемую поверхность, и потому онъ носить названіе *бойка*; для испытанія очень твердыхъ предметовъ, конецъ бойка разрѣзается на четыре части и въ него вдѣляется алмазь.

Обращеніе со склероскопомъ.

Приподнявъ шестеренкой *O* стеклянную трубку на выступающую гладкую часть площадки, въ основаніи штатива, устанавливаютъ испытуемый предметъ; опустивъ трубку на этотъ предметъ, нажимаютъ баллонъ *A* боекъ, освободившись, падаетъ и ударяется о поверхность испытуемаго предмета и если предметъ изъ мягкой массы, то боекъ остается на мѣстѣ, безъ движенія; если же предметъ изъ твердой массы, то боекъ отъ нея отпрыгиваетъ и тѣмъ выше, чѣмъ твердость предмета больше.

Чтобы можно было слѣдить за высотами подпрыгиванія бойка, позади трубки прикрѣпляется шкала съ дѣленіями, а впереди трубки устанавливается лупа, чтобы легче отсчитывать дѣленія. Если испытуемые предметы велики и не помѣщаются подъ трубкой, то ихъ укрѣпляютъ въ тискахъ, а трубку съ приборомъ *S* со штатива снимаютъ и насаживаютъ на другой шарнирный штативъ (см. фиг. 4).

Нажатій на баллонъ *A* не слѣдуетъ дѣлать отрывистыхъ, а равномерныхъ, до полного соприкосновенія двухъ противоположныхъ стѣнокъ баллона.

Для замѣны одного бойка другимъ, снимается верхній приборъ *S*, за кольцо *T*, вмѣстѣ съ бойкомъ, а другой боекъ опускается въ трубку, и приборъ снова надѣвается.

Показанія склероскопа.

Высоты подпрыгиванія бойка очень разнообразны не только для двухъ различныхъ точекъ одного и того же предмета, но даже различны для одного и того же мѣста, для одной и той же точки, такъ, напримѣръ:

Названіе испытуемаго предмета:	По дѣленіямъ на шкалѣ.
для желѣза	отъ 0 до 8
„ закаленной стали безъ отпуска	„ 95 „ 100
„ слабо отожженной стали	„ 40 „ 45
„ хорошо отожженной стали.	„ 15 „ 18
„ окалины.	„ 20 „ 27
„ пережженной стали	„ 0 „ 3
„ стекла	„ 18 „ 24
„ наждачнаго кружка, крупностью въ 80 зеренъ	„ 8 „ 20
„ „ „ „ 70 „	„ 12 „ 19

для полосовой хром. стали № 100, съ углер. 1,0—1,1 и хром. 1,15% отъ 48 до 50		
„ „ тигельн. „ № 100, „ „ 1,0—1,2 % . . .	„ 35 „ 38	
„ „ „ „ № 90, „ „ 0,9—0,99% . . .	„ 30 „ 40	
„ „ „ „ № 80, „ „ 0,8—0,89% . . .	„ 30 „ 35	
„ „ стали рапидъ, кованой № 100	„ 80 „ 84	
„ инструмента массовой калки	„ 40 „ 60	
„ бабита	„ 0 „ 9	
„ золота	„ 0 „ 5	
„ серебра	„ 5 „ 30	
„ платины	„ 10 „ 17	
„ мѣди красной	„ 6 „ 20	
„ цинка	„ 8 „ 20	
„ никкеля анодоваго	„ 31 „ 50	
„ желѣза съ содержаніемъ углерода 0,15%	„ 22 „ 45	
„ „ „ „ „ 1%	„ 30 „ 50	

Изъ приведенныхъ примѣровъ наблюдается, однако, такое интересное явленіе, какъ на примѣръ: 1) инструменту массовой калки, съ показаніями 40 и 60 дѣлений по шкалѣ склероскопа, приходится обрабатывать полосовую тигельную сталь № 90, твердостью въ 40 дѣлений и потому слѣдовательно можетъ произойти то, что большая часть инструмента откажется обрабатывать такой твердый матеріалъ; 2) хорошо отоженная сталь № 90, съ твердостью 15—18, будетъ очень хорошо поддаваться обработкѣ даже не закаленному инструменту изъ тигельной стали № 80, съ показаніями по склероскопу 30—35. Вслѣдствіе различныхъ показаній твердостей бойка по одному и тому же мѣсту, склероскопъ вызвалъ недоувѣріе и въ практикѣ большого примѣненія пока не нашелъ.

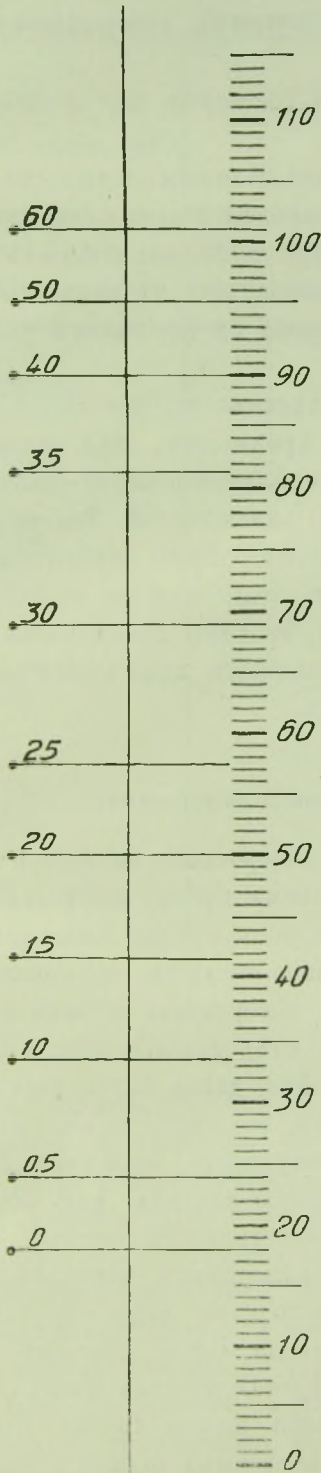
Принципъ построенія склероскопа.

Выше упоминалось, что боекъ, при паденіи, ударяясь о поверхность предмета, подпрыгиваетъ, и чѣмъ предметъ тверже, тѣмъ это подпрыгиваніе выше. На этомъ и основанъ принципъ построенія склероскопа.

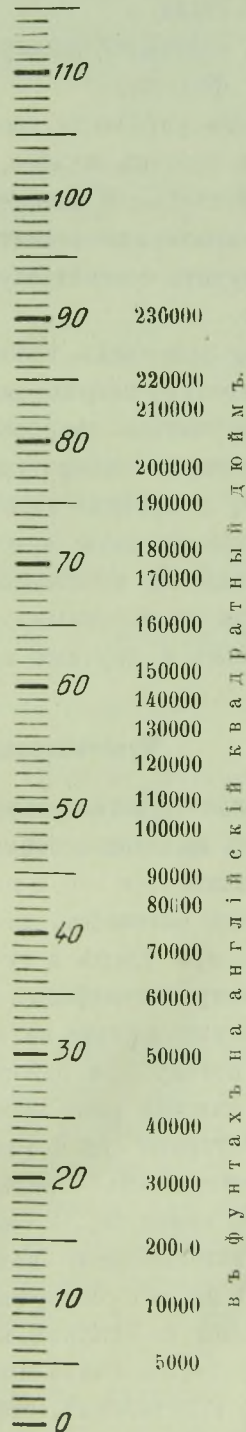
Дѣленіямъ на шкалѣ соотвѣтствуетъ опредѣленная твердость, которая была получена *Шоромъ* послѣ ряда наблюденій надъ закаленнымъ желѣзомъ съ 0,05 до 0,6 процентнымъ содержаніемъ углерода (см. шкалу твердостей фиг. 5).

Построеніе этой шкалы казалось-бы очень простое; достаточно было бы замѣтить высоты подпрыгиванія бойка отъ двухъ различныхъ сортовъ закаленной стали съ различнымъ % содержаніемъ углерода, чтобы по этимъ двумъ даннымъ опредѣлить дѣленія пропорціональныя для всѣхъ другихъ сортовъ стали, съ другимъ % содержаніемъ углерода, такъ на примѣръ: если бы при стали съ 0,50 % содержаніемъ углерода под-

прыгиваніе бойка было на высоту 95 дѣлений., а при стали съ 0,20%
содержаніемъ углерода, подпрыгиваніе бойка было на высоту 50 дѣлений,



Фиг. 5.



Фиг. 6.

то если полученное разстояніе между 95 и 50 раздѣлить на 45 равныхъ частей и продолжить затѣмъ эти дѣленія книзу и кверху, то получимъ шкалу, по которой дѣленія будутъ соотвѣтствовать твердостямъ другихъ сортовъ сталей съ опредѣленнымъ процентнымъ содержаніемъ углерода закаленной стали.

Шорз, составляя шкалу твердостей, составилъ еще и таблицу упругостей (см. фиг. 6).

Предѣлы упругости, соотвѣтствующіе дѣленіямъ твердости, относятся до чистыхъ сортовъ желѣза, съ точно опредѣленнымъ содержаніемъ углерода, обработанные и закаленные всѣ при точно одинаковыхъ условіяхъ, такъ какъ иначе, при значительныхъ колебаніяхъ въ показаніяхъ склероскопа, получить соотвѣтствующія показанія съ предѣломъ упругостей—невозможно.









Только при этихъ условіяхъ и допустимо то, что *Шорз* провѣрялъ даже температуру нагрѣва закаленныхъ предметовъ, зная напередъ, какая должна получиться твердость для опредѣленнаго сорта стали, нагрѣтой до опредѣленной температуры и быстро охлажденной. Такое довѣріе къ склероскопу допустимо только тогда, когда будутъ обнаружены данныя, доказывающія высокую чувствительность этого прибора, свойствами коего возможно было бы воспользоваться для многихъ практическихъ цѣлей, не прибѣгая къ сложнымъ продолжительнымъ химическимъ анализамъ, механическимъ и другимъ наблюденіямъ.

Чувствительность показаній склероскопа.

Насколько чувствительны показанія склероскопа, видно изъ такого примѣра: ударъ алмазнаго бойка по закаленному кубику изъ тигельной стали даетъ показанія 98 и 100, а того же бойка, но по кубику смазанному тончайшимъ слоемъ олеонафта, даетъ постоянное показаніе 95; показаніе стального бойка, при ударѣ о ту же чистую поверхность кубика 112—115, а по смазанному олеонафтомъ только 103, слѣдовательно тонкій слой смазки оказываетъ уже вліяніе на показанія бойка, давая болѣе постоянныя показанія, а потому при работахъ съ нимъ, это свойство надо имѣть всегда въ виду, и каждый разъ испытуемую поверхность, если она полированная, хорошо протирать сухой тряпкой, а всякую каленую или обработанную въ огнѣ поверхность—предварительно очистить отъ окалины, а если же поверхность окислена, то очистить отъ ржавчины и окисловъ.

Чувствительностью показаній склероскопа надъ брусками стали длиною 50 мм., съ содержаніемъ углерода 0,8%, причемъ наблюденія были сдѣланы по окалинѣ, которая покрывала металлъ послѣ прокатки и по металлу послѣ спила окалины, вблизи излома бруска и въ самомъ изломѣ, по кристалламъ, стальнымъ и алмазнымъ бойкомъ, было обнаружено слѣдующее (см. таблицу А).

ТАБЛИЦА А.

Сѣченіе и размѣръ бру- сковъ въ дюймахъ.	По окалинѣ.		Послѣ снима- нія окарины.		Вблизи отъ из- лома, не по окалинѣ.		По излому.	
	Сталь- нымъ бой- комъ.	Алмаз- нымъ бой- комъ.	Сталь- нымъ бой- комъ.	Алмаз- нымъ бой- комъ.	Сталь- нымъ бой- комъ.	Алмаз- нымъ бой- комъ.	Сталь- нымъ бой- комъ.	Алмаз- нымъ бой- комъ.
 $1\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$	70—92	40—45	60—90	41—45	40—70	37—39	35—76	18—35
 $1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	65—88	39—44	58—83	35—44	50—76	35—40	30—67	19—27
 $\frac{3}{4}$	36—70	28—39	62—86	40—46	41—63	16—17	30—64	19—33
 $\frac{3}{4} \times \frac{3}{16}$	50—78	30—36	45—66	29—41	35—45	19—19	31—70	19—32
 $\frac{1}{2}$	45—63	24—30	42—52	25—32	30—38	16—20	25—63	15—25
 $\frac{1}{4}$	38—54	21—26	48—57	25—34	42—54	32—40	22—44	17—20
 $\frac{11}{16} \times \frac{1}{4}$	42—61	30—35	38—58	25—34	22—30	9—13	18—61	18—45
 $\frac{1}{4}$	25—43	21—27	20—49	22—29	30—56	19—31	35—44	10—16

Показанія бойка не только совпадаютъ съ извѣстными уже выводами, что твердость металла къ излому уменьшается и что въ изломѣ она меньше, но и обнаруживаютъ еще и то, что 1) твердость металла подъ окалиной можетъ быть и тверже и мягче окарины; 2) съ увеличеніемъ сѣченія брусковъ увеличивается твердость окарины или вѣрнѣе съ увеличеніемъ периметра бруска, увеличивается твердость; особенно отчетливо это обнаруживаетъ стальной боекъ; 3) увеличение твердости повышается съ увеличеніемъ сѣченія не только для окарины, но и для чистаго металла и для кристалловъ въ изломѣ.

Показанія склероскопа были связаны съ данными отоженныхъ стержней, бывшихъ на испытаніи на разрывномъ прессѣ Моора-Федергаффа (см. таблицу В.).

ТАБЛИЦА В.









№№ брусковъ.	% содержание углерода.	Предѣлъ упругости.	Сопротивленіе разрыву.	Показанія склероскопа.							
				По полированной поверхности.		По спилу на глубинѣ 1 мм.		Вблизи разрыва бруска.		Въ изломѣ бруска.	
				Алмазн. бойкомъ.	Стальн. бойкомъ.	Алмазн. бойкомъ.	Стальн. бойкомъ.	Алмазн. бойкомъ.	Стальн. бойкомъ.	Алмазн. бойкомъ.	Стальн. бойкомъ.
1	1,03	37	68	23—27	25—47	23—27	25—47	8—20	10—51	15—25	38—61
2	0,59	32	62,8	20—21	21—53	6—10	11—16	3—11	7—27	16—20	27—47
3	0,54	32	59	21—29	29—56	6—10	11—22	5—7	13—33	11—18	32—49
4	0,50	31	61,1	20—21	29—55	9—14	11—21	2—4	7—26	13—15	28—47
5	0,45	31	57,8	17—18	33—58	18—20	25—38	0—2	9—35	10—11	25—37
6	0,40	30,7	56	10—15	20—46	7—9	9—14	1—3	3—8	9—16	23—52
7	0,36	27,7	51	18—22	31—52	8—12	12—15	0—4	0—14	17—23	24—38
8	0,32	26	47	19—21	27—42	9—12	10—19	3—8	9—42	8—13	22—44
9	0,25	26	47	12—18	32—51	8—9	8—13	0—3	2—15	18—19	27—47
10	0,10	22	38	18—20	25—38	17—18	33—58	6—9	3—13	5—8	28—49

Изъ таблицы видно, что показанія алмазнаго бойка склероскопа понижаются одновременно съ пониженіемъ предѣла упругости, въ зависимости отъ % содержанія углерода, но только для поверхности полированной, а для остальныхъ случаевъ эта пропорціональность не замѣчается.

Дальше затѣмъ видимъ, что стальной боекъ даетъ болѣе разнорѣчивыя показанія, нежели алмазный.

Такъ какъ чувствительныя показанія склероскопа желательно было приспособить къ специальнымъ работамъ, и для этого необходимо надо было вырѣшить, которыя же показанія бойка слѣдуетъ считать болѣе правильными—первыя, вторыя, третьи и т. д., или же слѣдуетъ брать среднія величины нѣсколькихъ показаній, то для этой цѣли были взяты тѣ же бруски, что и для таблицы А, и по каждому бруску было сдѣлано по шести ударовъ по одному и тому же мѣсту, въ четырехъ различныхъ пунктахъ (см. таблицу С.).

ТАБЛИЦА С.

Сталь Мартена съ углеродомъ 0.8.	Испытанія по среди́нѣ длины бруска.	Послѣ спила окалины.	Около излома.	По излому.
	Алмазнымъ бой- комъ.	Алмазнымъ бой- комъ.	Алмазнымъ бой- комъ.	Алмазнымъ бой- комъ.
	Стальнымъ бой- комъ.	Стальнымъ бой- комъ.	Стальнымъ бой- комъ.	Стальнымъ бой- комъ.
 $1\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$	40, 44, 44, —45, 45, 45 70, 80, 88, 90, —92, 92	41, 44, —45, 45, 45, 45 60, 63, 80, 82, 86, 90	38, 37, 38, 38, 39, 38 40, 50, 60, 66, 68, 70	18, 0, 28, 35, 24, 35 35, 50, 62, 68, 75, 76
 $1\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	39, 40, 41, 42, —44, 44 65, 70, 75, 85, 86, 88	35, 39, 43, 43, —44, 44 58, 70, 70, 77, 78, 83	35, 35, —40, 40, 40, 40 50, 62, 64, 71, 75, 76	19, 20, 27, 23, —27, 27 30, 38, 49, 60, —67, 67
 $\frac{3}{4}$. . .	28, 37, 37, 38, —39, 39 36, 47, 56, 65, 65, 70	46, 48, —40, 40, 40, 40 62, 73, 78, 83, 85, 86	16, 16, —17, 17, 17, 17 41, 50, 61, 62—63, 63	19, 23, 26, 30, 30, 33 30, 50, 53, 62, —64, 64
 $\frac{3}{4} \times \frac{3}{16}$	30, 32, 33, 35, 35, 36 50, 62, 65, 75, 75, 78	29, 32, 33, 36, 40, 41 45, 49, 56, 58, 61, 66	—19, 19, 19, 19, 19, 19 35, 42, 44, —45, 45, 45	19, 20, 22, 24, 26, 32 31, 50, 61, 63, 64, 70
 $\frac{1}{2}$. . .	24, 26, 27, 28, 29, 30 45, 52, 55, 55, 56, 63	25, 26, 27, 27, 28, 32 42, 50, —52, 52, 52, 52	16, 17, 17, 18, 19, 20 30, 37, —38, 38, 38, 38	15, 16, 16, 18, —25, 25 25, 39, 48, 53, 57, 63
 $\frac{1}{4}$. . .	21, 24, 24, 25, —26, 26 38, 45, 53, 53, —54, 54	25, 29, 30, 32, —34, 34 48, 56, —57, 57, 57, 57	32, 36, 38, 38, —40, 40 42, 50, —54, 54, 54, 54	17, 17, 18, 19, 19, 20 22, 40, 40, 42, —44, 44
 $\frac{11}{16} \times \frac{1}{4}$	30, 38, —35, 35, 35, 35 42, 47, 52, 52, 54, 61	25, 31, —34, 34, 34, 34 38, 39, 50, 52, 56, 58	9, 11, 12, 12, —13, 13 22, 27, 29, —30, 30, 30	18, 25, 43, —45, 45, 45 18, 30, 45, 52, 55, 61
 $\frac{1}{4}$. . .	21, 23, 26, —27, 27, 27 25, 31, 36, 36, —43, 43	22, 24, 25, 27, 27, 29 20, 32, 46, 46, 48, 49	19, 23, 25, 28, —31, 31 30, 32, 33, 46, 55, 56	10, 12, 15, 15, —16, 16 35, 40, 42, 43, —44, 44

Для ясности, между показаніями, которыя становятся постоянными, проведены черточки.

Наблюденія показали, что послѣ 2—4 ударовъ бойка по одному мѣсту, показанія становятся болѣе или менѣе постоянными для стального бойка и очень непостоянными, но съ постепенно возрастающими показаніями для алмазнаго бойка. Изъ этого видно, что предметы, въ которыхъ углеродъ не закаленъ, слѣдуетъ испытывать стальнымъ бойкомъ и останавливаться на постоянныхъ показаніяхъ послѣ двухъ, четырехъ ударовъ, а примѣняя алмазный боекъ, можно останавливаться на первомъ показаніи.

То же самое замѣчено было надъ брусками, взятыми для таблицы В и показанія бойковъ надъ этими брусками приведены въ таблицѣ D, изъ коихъ также наблюдаются признаки пониженія твердости съ уменьшеніемъ содержанія углерода; слабые признаки слѣдуетъ приписать тому, что отжигъ каждого бруска производился въ разное время и несомѣнно, что не при одинаковыхъ условіяхъ.

ТАБЛИЦА D.

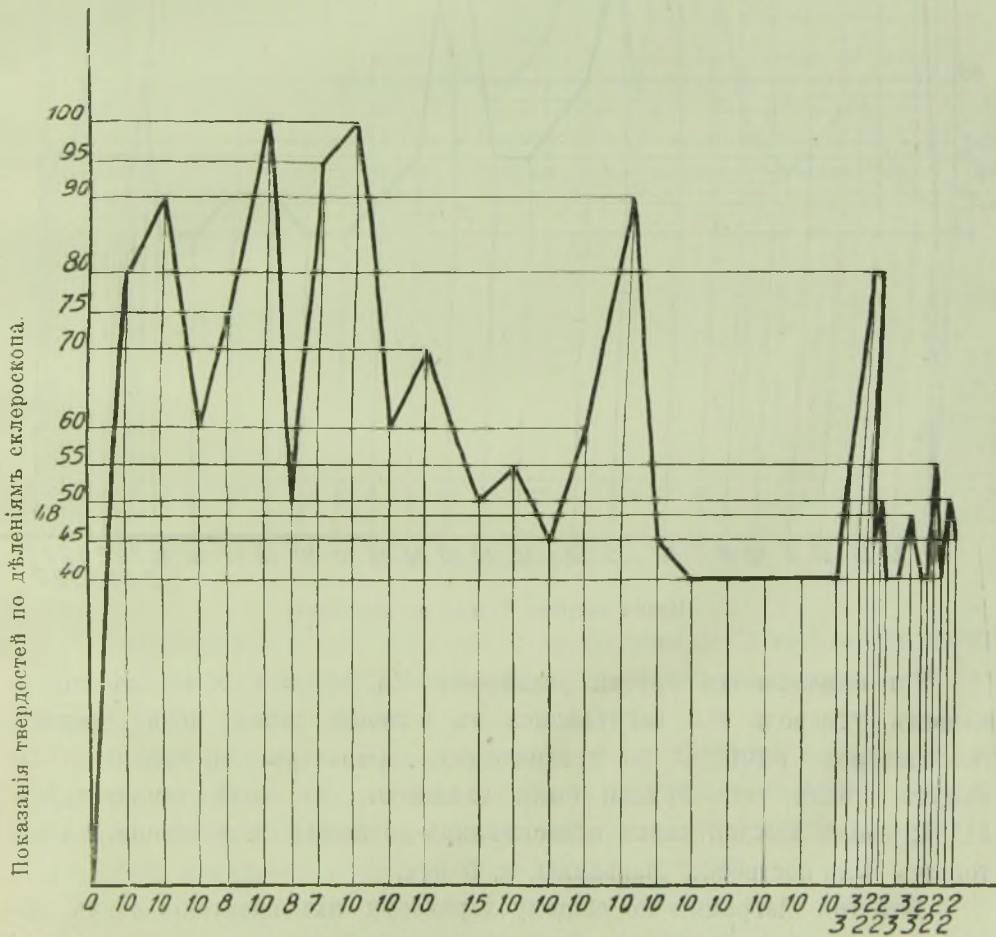
%—ное содер- жаніе угле- рода.	Испытанія по сре- динѣ длины бруска.	Послѣ спила ока- лины.	Около излома.	По излому.
	Алмазн. бойкомъ.	Алмазн. бойкомъ.	Алмазн. бойкомъ.	Алмазн. бойкомъ.
	Стальн. бойкомъ.	Стальн. бойкомъ.	Стальн. бойкомъ.	Стальн. бойкомъ.
1,03	23, 29, 24, 25,—27, 27	15, 18, 20, 22,—25, 25	8, 9, 9,—10, 10, 10	8, 15, 16, 21,—20, 20
	25, 30, 41, 42, 46, 47	38, 49, 53, 55, 60, 61	10, 14, 14, 17, 18, 21	10, 15, 32, 39, 45, 51
0,59	20,—21, 21, 21, 21, 21	16, 19,—20, 20, 20, 20	6, 8, 9,—10, 10, 10	3, 4, 5, 6, 10, 11
	32, 44, 52,—53, 53, 53	27, 38, 38, 41,—47, 47	11, 13, 14, 15,—16, 16	7, 10, 13, 21, 25, 27
0,54	21, 22, 23,—24, 24, 24	11, 14, 15, 17,—18, 18	6, 7, 8, 9,—10, 10	5,—7, 7, 7, 7, 7
	29, 40, 45, 48, 51, 56	32, 43, 47, 48,—49, 49	11, 14, 17, 19, 20, 22	13, 13, 20, 32, 32, 33
0,50	20, 20,—21, 21, 21, 21	13, 14,—15, 15, 15, 15	9,—10, 10, 10, 10, 10,	2, 3,—4, 4, 4, 4
	29, 40, 48, 51, 52, 55	28, 35, 42, 43, 45, 47	11, 15, 19, 20,—21, 21	7, 12, 20, 21, 24, 26
0,45	17,—18, 18, 18, 18, 18	10,—11, 11, 11, 11, 11	9, 12, 13,—12, 12, 12	0, 1, 1,—2, 2, 2
	33, 45, 53, 55, 56, 58	25, 27, 29, 32,—37, 37	13, 20, 25, 27, 31, 32	9, 19, 25, 28, 32, 35
0,40	10, 13,—15, 15, 15, 15	9, 10, 15,—16, 16, 16	7,—9, 9, 9, 9, 9	1,—3, 3, 3, 3, 3
	20, 29, 32, 35, 40, 46	23, 40, 49, 49, 49, 52	9, 11, 11, 11,—14, 14	3, 6, 9, 15, 16, 18
0,36	18, 20, 21, 21,—22, 22	17, 18, 21, 22, 22, 23	8, 10, 11, 11, 11, 12	0, 0, 3,—4, 4, 4
	31, 40, 43, 44, 49, 52	24, 27, 33, 38, 38, 38	12, 13, 14, 14, 15, 15	0, 9, 15, 13,—14, 14
0,32	19, 20,—21, 21, 21, 21	8, 9, 10,—13, 13, 13	9, 10, 10, 11,—12, 12	3, 3, 5,—8, 8, 8
	27, 33, 34, 37, 40, 42	22, 30, 36, 39,—44, 44	10, 15, 15, 15,—19, 19	9, 13, 21, 25, 33, 42
0,25	12, 15, 15, 17,—18, 18	18,—19, 19, 19, 19, 19	8, 7,—9, 9, 9, 9	0, 0, 3, 2,—3, 3
	32, 39, 42, 45, 50, 51	27, 32, 41, 42, 46, 47	8, 11,—13, 13, 13, 13	2, 5, 5, 12,—15, 15
0,10	18, 19, 19,—20, 20, 20	5, 6,—8, 8, 8, 8	8, 9, 10, 10, 10, 11	6, 8,—9, 9, 9, 9
	25, 31, 35, 37, 37, 38	28, 38, 43, 44, 46, 49	10, 11,—12, 12, 12, 12	3, 4, 9, 10, 11, 13

Тоже самое наблюдается на брускахъ, съ содержаніемъ углерода 0,8—0,9—1,0—1,1—1,2% закаленныхъ и незакаленныхъ, см. таблицу E.

ТАБЛИЦА Е.

БРУСКИ.	Содержаніе углерода въ 0/0 0/0	Показанія стального бойка.	Показанія алмазного бойка.	БРУСКИ.	Содержаніе углерода въ 0/0 0/0	Показанія стального бойка.	Показанія алмазного бойка.
Не каленые	0,8	34	—	Каленые	0,8	—	35
" "	0,9	30	—	"	0,9	—	37
" "	0,9	32	—	"	0,9	—	38
" "	1,0	35	—	"	1,0	—	28
" "	1,1	34	—	"	1,1	—	35
" "	1,2	38	—	"	1,2	—	35
" "	1,2	50	—	"	1,2	—	48

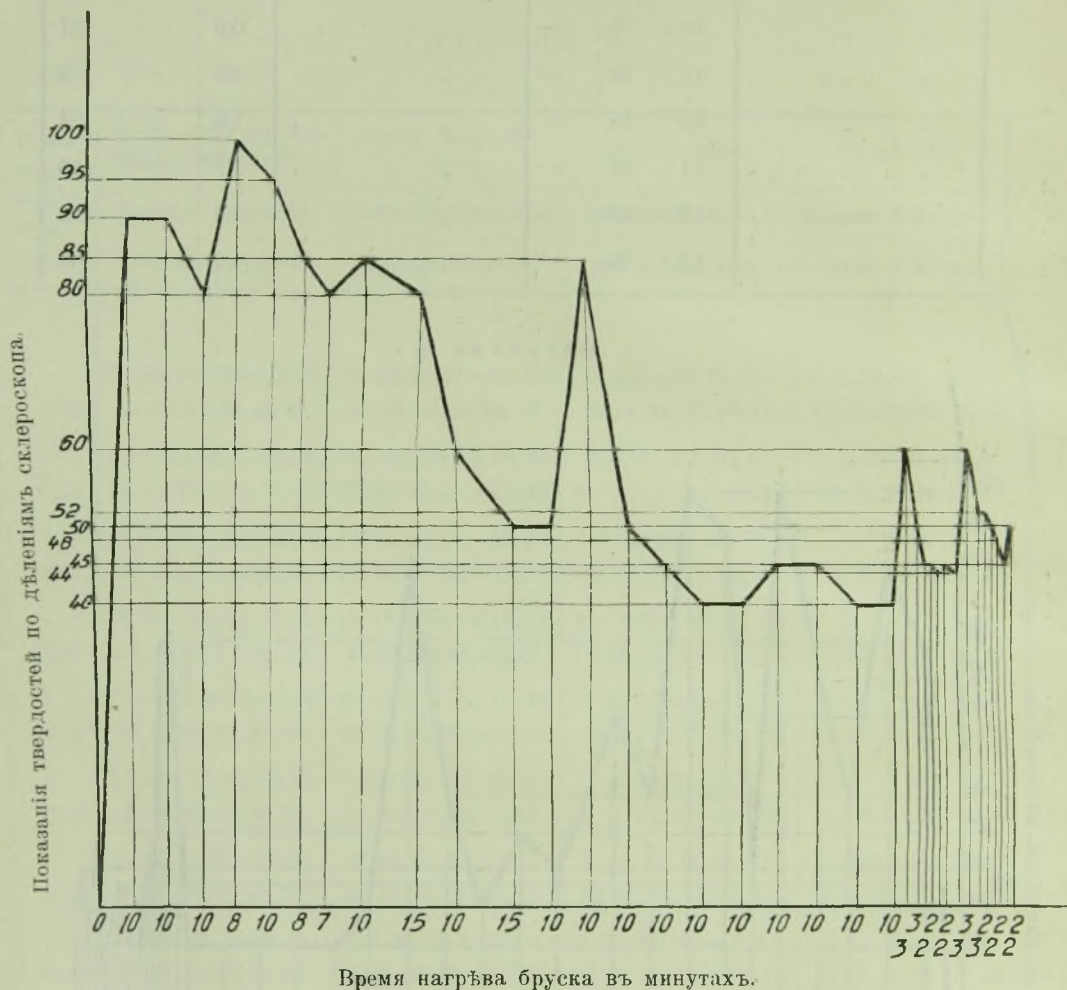
Діаграмма а.



Здѣсь также обнаруживается слабое повышеііе показаній твердости въ зависимости отъ увеличенія % содержанія углерода, и причина тому та, что и отжигъ металла и закалка его не были одинаковыми ни до выдѣлки брусьевъ, ни во время закалки ихъ.

Насколько чувствительны показанія склероскопа къ частымъ нагрѣ-
вамъ стали видно изъ нижеслѣдующихъ наблюденій.

Діаграма б.



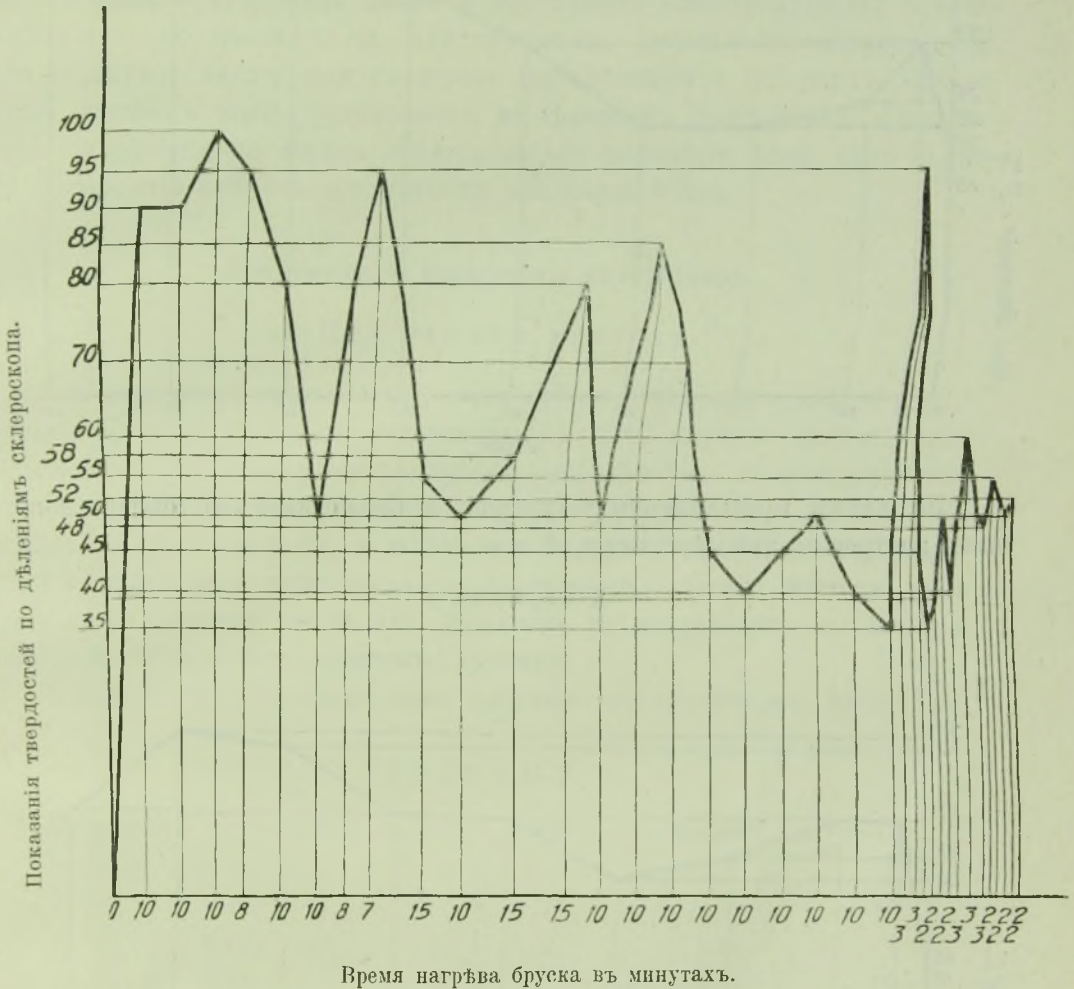
Три одинаковыхъ бруска размѣрами $1,5'' \times 0,375'' \times 4''$, съ содержаніемъ углерода 0,9 нагрѣвались въ соляной ваннѣ печи Брешау, температурою 1.200°C по графитовому термометру, въ теченіе 8—10 минутъ, послѣ чего бруски были охлаждены въ водѣ температурою 17°C .; послѣ каждой калки записывались показанія склероскопа, по которымъ были построены діаграммы, а, б и с.

Всѣ три діаграммы по общему характеру ихъ очертанія очень похожи другъ на друга.

Во всѣхъ трехъ діаграммахъ замѣчается постепенное пониженіе твердостей брусковъ съ увеличеніемъ числа нагрѣва.

Въ этихъ же діаграммахъ наблюдается періодическое пониженіе и повышеніе твердостей, но максимальная твердость получается одинъ только разъ, вначалѣ, что особенно характерно наблюдается въ діаграммахъ а и в.

Діаграма с.



Время нагрѣва бруска въ минутахъ.

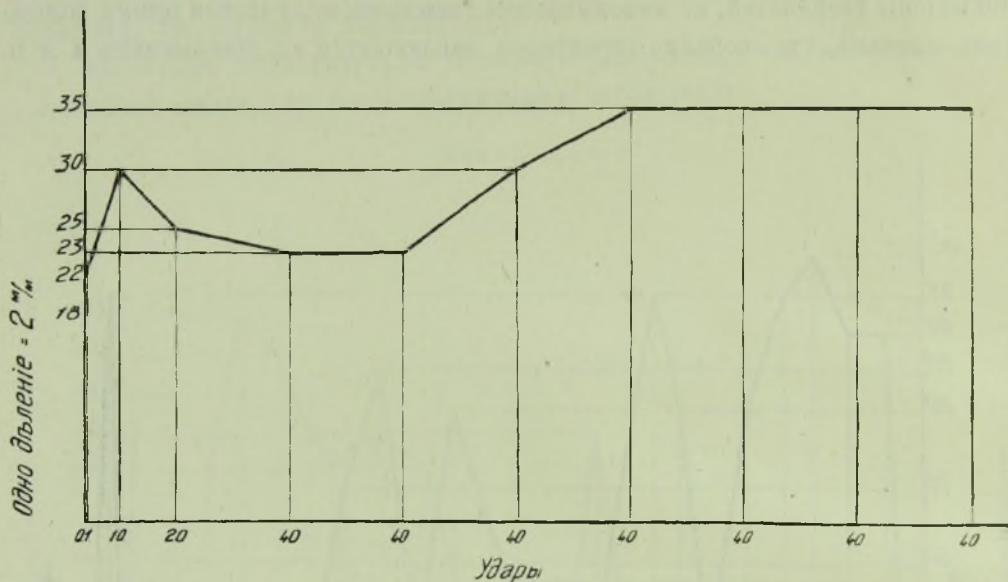
Наблюдается также и то, что періоды повышенія твердостей вначалѣ повторяются черезъ 3—5 нагрѣвовъ, а съ увеличеніемъ числа нагрѣвовъ эти періоды увеличиваются.

Самый существенный выводъ изъ этого наблюденія тотъ, что наивысшая твердость достигается на 3—5 нагрѣвѣ, а дальше наступаетъ, видимо, такъ называемая *усталость металла*, вслѣдствіе которой происходитъ пониженіе твердостей отъ частаго нагрѣва.

Съ обнаруженіемъ явленія усталости металла, были сдѣланы наблюденія надъ двумя желѣзными кубиками, размѣрами $1,5'' \times 1,5'' \times 1,5''$ и

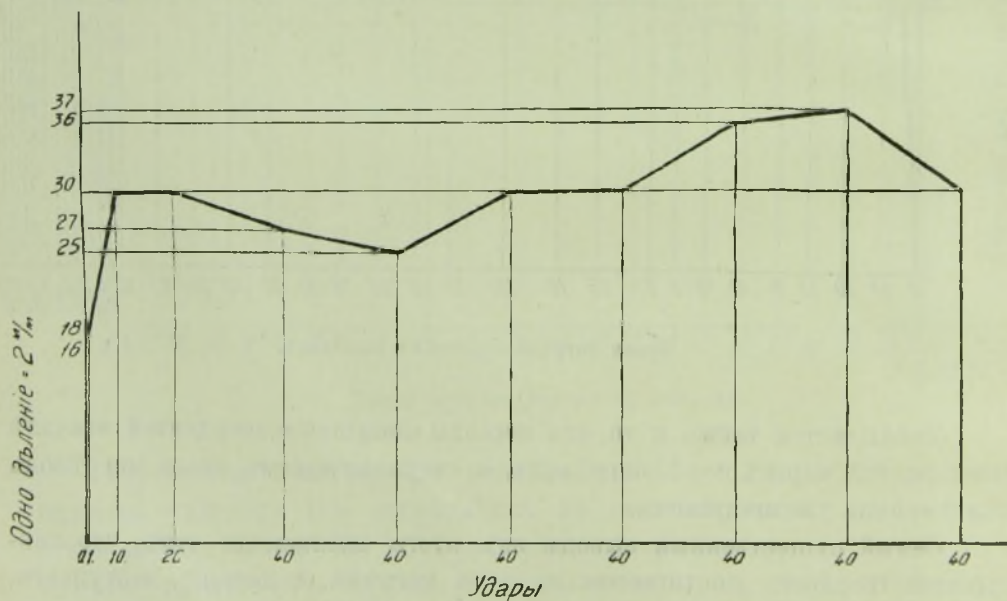
$2'' \times 2'' \times 2''$, которые подвергались наблюденію подъ склероскопомъ послѣ каждаго 10—20—40 ударовъ подъ молотомъ.

Діаграмма d.



По числу произведенныхъ ударовъ и по показаніямъ склероскопа были построены двѣ діаграммы, d и e.

Діаграмма e.



Изъ діаграммы e усматривается, что послѣ первыхъ десяти ударовъ твердость металла увеличилась, а затѣмъ, видимо, началось перестраиваніе кристалловъ (перекристаллизованіе) желѣза, имѣвшее вліяніе на по-

казаніе склероскопа, такъ какъ твердость металла уменьшилась; послѣ 200—230 ударовъ твердость снова увеличилась и затѣмъ почти сдѣлалась постоянной.

Цѣлый рядъ наблюденій надъ показаніями склероскопа показываютъ, что непостоянство показаній его зависитъ отъ громадной чувствительности склероскопа, а такъ какъ причинъ, вліяющихъ на чувствительность показаній его, очень много и опредѣлить или предугадать ихъ положительно невозможно, то, слѣдовательно, работая со склероскопомъ, надо обставить наблюденія въ строго опредѣленныхъ условіяхъ. Склероскопъ долженъ быть установленъ на хорошемъ фундаментѣ, чтобы никакія сотрясенія не имѣли вліяніе на его показанія, такъ какъ малѣйшія сотрясенія сейчасъ же мѣняютъ показанія бойка.

Практическое примѣненіе склероскопа.

А. При отжигѣ металла.

Изъ полосовой мартеновской стали № 5,5 размѣрами 0,550" \times 0,150" требовалось подъ прессомъ выдавливать кружки, которые затѣмъ подъ прессомъ же, въ слѣдующіе два пріема, выдавливались въ чашечки; послѣ каждого перехода металлъ отжигали и окалину тщательно отдѣляли въ растворѣ сѣрной кислоты, а затѣмъ эти чашечки поступали въ разработку на фрезерный вертикально-копировальный станокъ, и такъ какъ очень часто чашечки изъ-за ихъ твердости не поддавались выдавкѣ и обработкѣ, то надо было выяснитъ причины.

Показаніями склероскопа было выяснено слѣдующее (см. табл. F.).

ТАБЛИЦА F.

Твердость	1-го кружка послѣ 1 отжига, по окалинѣ	. .	10
"	2-го " " 1 " " "	. .	10
"	3-го " " 1 " " "	. .	10
"	4-го " " 1 " " "	. .	9
"	5-го " " 1 " " "	. .	10
"	6-го " " 1 " " "	. .	10
"	7-го " " 1 " " "	. .	12
"	8-го " " 1 " " "	. .	10
"	9-го " " 1 " " "	. .	10
"	10-го " " 1 " " "	. .	10
"	11-го " " 1 " " "	. .	12
"	12-го " " 1 " " "	. .	12
"	13-го " " 1 " " "	. .	12
"	14-го " " 1 " " "	. .	10
"	15-го " " 1 " " "	. .	10

Твердость	1-го кружка по снятіи окалины въ кислотной ваннѣ	. . .	9
"	2-го " " " " " "	" . .	8
"	3-го " " " " " "	" . .	8
"	4-го " " " " " "	" . .	10
"	5-го " " " " " "	" . .	5
"	6-го " " " " " "	" . .	9
"	7-го " " " " " "	" . .	8
"	8-го " " " " " "	" . .	9
"	9-го " " " " " "	" . .	8
"	10-го " " " " " "	" . .	9
"	11-го " " " " " "	" . .	8
"	12-го " " " " " "	" . .	10
"	13-го " " " " " "	" . .	9
"	14-го " " " " " "	" . .	9
"	15-го " " " " " "	" . .	9

Слѣдовательно выяснилось, что твердость окалины выше твердости металла. Послѣ выдавки кружка въ чашечку, металлъ уплотнился и твердость увеличилась, что можно усмотрѣть изъ сравненія послѣдняго столбца таблицы F съ первымъ столбцомъ таблицы G. Послѣ второго отжига и очистки отъ окалины мягкость металла возстановилась. См. таблицу G.

ТАБЛИЦА G.

Тверд. чашечки №	1-й до отжига 10, послѣ 2 отжига 10, послѣ травлен. въ кисл.	9
" " № 2-й " " "	9 " 2 " 7 " " " "	7
" " № 3-й " " "	9 " 2 " 7 " " " "	8
" " № 4-й " " "	11 " 2 " 20 " " " "	10
" " № 5-й " " "	10 " 2 " 10 " " " "	8
" " № 6-й " " "	10 " 2 " 10 " " " "	8
" " № 7-й " " "	7 " 2 " 7 " " " "	8
" " № 8-й " " "	10 " 2 " 9 " " " "	8
" " № 9-й " " "	9 " 2 " 7 " " " "	7
" " № 10-й " " "	10 " 2 " 10 " " " "	8
" " № 11-й " " "	9 " 2 " 7 " " " "	7
" " № 12-й " " "	11 " 2 " 7 " " " "	9
" " № 13-й " " "	10 " 2 " 12 " " " "	8
" " № 14-й " " "	10 " 2 " 12 " " " "	9
" " № 15-й " " "	10 " 2 " 12 " " " "	9

Казалось-бы, что изъ таблицъ F и G выяснилось, что если твердость окалины не превосходить 12 дѣлений по склероскопу, то такой отжигъ можно было бы считать удовлетворительнымъ и отправлять чашечки въ дальнѣйшую разработку, но когда обнаружилось, что твердость металла нѣкоторыхъ возвращенныхъ чашечекъ, не поддавшихся разработкѣ, была

24 и 30, при твердости окалины въ 6—7 и не превосходившей 12, тогда только выяснились свойства окалины скрывать дѣйствительную твердость металла, а причины того крылись въ непродолжительномъ поверхностномъ отжигѣ, когда внутренняя масса металла, не успѣвъ еще прогрѣться, должна была начать охлаждаться, вслѣдствіе чего окалина получалась мягкой, а металлъ твердѣлъ. Это обстоятельство и заставило чашечки испытывать подѣ склероскопомъ дважды, по окалинѣ и послѣ травленія ихъ въ кислотѣ, и по этимъ двумъ показаніямъ улавливать своевременно плохіе отжиги.

В. При калкѣ.

Изъ хромистой стали № 100 были изготовлены кубики $10 \times 10 \times 10$ мм., которые были предварительно прогрѣты въ свинцовой ваннѣ при температурѣ въ 400° С., въ теченіи 10 секундъ, а затѣмъ перенесены въ свинцовую ванну температурою 950° С., послѣ чего были погружены въ воду температурою 17° С.

Кубикъ № 1-й	находился во второй свинцовой ваннѣ	5 сек.
„ № 2-й	„ „ „ „ „ „	7 „
„ № 3-й	„ „ „ „ „ „	10 „

Твердость на сторонахъ кубика № 1-й	была по 80, а на углахъ по 90—85.
„ „ „ „ № 2-й	„ „ 85 „ „ „ „ 85—80.
„ „ „ „ № 3-й	„ „ 97 „ „ „ „ 90—85.

То же самое было сдѣлано съ кубиками изъ хромистой стали № 100 и тигельной № 90, но большаго размѣра $25 \times 25 \times 25$ мм.

Кубикъ № 4-й изъ тигельной стали № 90	находился во второй свинц. ваннѣ	5 сек.
„ № 5-й „ „ „ № 90	„ „ „ „ „ „	10 „
„ № 6-й „ „ „ № 90	„ „ „ „ „ „	15 „
„ № 7-й „ „ „ № 90	„ „ „ „ „ „	20 „
„ № 8-й „ хромистой „ № 100	„ „ „ „ „ „	5 „
„ № 9-й „ „ „ № 100	„ „ „ „ „ „	10 „
„ № 10-й „ „ „ № 100	„ „ „ „ „ „	15 „
„ № 11-й „ „ „ № 100	„ „ „ „ „ „	20 „

Твердость кубика № 4-й на сторонахъ	по 60, а на углахъ по	80
„ „ № 5-й „ „ „ „	67 „ „ „ „	85
„ „ № 6-й „ „ „ „	75 „ „ „ „	85
„ „ № 7-й „ „ „ „	88 „ „ „ „	80
„ „ № 8-й „ „ „ „	60 „ „ „ „	75
„ „ № 9-й „ „ „ „	65 „ „ „ „	80
„ „ № 10-й „ „ „ „	94 „ „ „ „	80
„ „ № 11-й „ „ „ „	90 „ „ „ „	80

Эти опыты показали, что если время пребыванія кубиковъ во второй свинцовой ваннѣ меньше, то твердость на углахъ больше, но на сторонахъ меньше, тогда какъ съ увеличеніемъ времени пребыванія ихъ во второй ваннѣ, твердость на сторонахъ увеличивается, а на углахъ почти остается той же.

Такіе же точно кубики, изъ тигельной стали № 90 и хромистой стали № 100, были опущены въ свинцовую ванну температурою 950°C ., но безъ предварительнаго прогрѣва ихъ въ первой ваннѣ; результаты получены были слѣдующіе:

Кубикъ № 12-й изъ тигельной стали № 90	находился въ свинцовой ваннѣ	5 сек.
„ № 13-й „ „ „ № 90	„ „ „ „	10 „
„ № 14-й „ „ „ № 90	„ „ „ „	15 „
„ № 15-й „ „ „ № 90	„ „ „ „	20 „
„ № 16-й „ хромистой „ № 100	„ „ „ „	5 „
„ № 17-й „ „ „ № 100	„ „ „ „	10 „
„ № 18-й „ „ „ № 100	„ „ „ „	15 „
„ № 19-й „ „ „ № 100	„ „ „ „	20 „

Твердость кубика № 12-й на сторонахъ по 50, а на углахъ по	. . 75
„ „ № 13-й „ „ „ 70 „ „ „ „	. . 80
„ „ № 14-й „ „ „ 70 „ „ „ „	. . 80
„ „ № 15-й „ „ „ 80 „ „ „ „	. . 80
„ „ № 16-й „ „ „ 66 „ „ „ „	. . 80
„ „ № 17-й „ „ „ 60 „ „ „ „	. . 85
„ „ № 18-й „ „ „ 85 „ „ „ „	. . 84
„ „ № 19-й „ „ „ 90 „ „ „ „	. . 80

Всѣ продѣланные опыты показали, что углы нагрѣваются скорѣе, чѣмъ стороны кубика и безразлично, будутъ ли кубики предварительно прогрѣты или нѣтъ, что вполне понятно, такъ какъ въ вершинѣ угловъ теплота подходит извнѣ съ трехъ сторонъ, тогда какъ къ каждой точкѣ на сторонѣ кубика только съ одной стороны.

Эти же опыты обнаружили, что нѣтъ основаній бояться производить калку при критической температурѣ, лишь бы этой температурѣ соответствовало время нагрѣва, которое для заостренныхъ частей колеблется въ предѣлахъ 5—20 секундъ для предметовъ небольшихъ объемовъ, для крупныхъ предметовъ требуется и время нагрѣва больше, такъ, напри- мѣръ, кубъ $10 \times 10 \times 10$ сантиметровъ, предварительно нагрѣтый въ свинцовой ваннѣ температурою 400°C ., былъ затѣмъ въ свинцовой ваннѣ температурою 750°C .—4 мин. 35 сек. и твердость на углахъ колебалась между 60 и 115, а на сторонахъ отъ 75 до 105, см. фигуру 7, гдѣ стороны куба развернуты на плоскость.

Этотъ же кубикъ, будучи закаленъ въ соляной ваннѣ печи Брешау, по истеченіи 4 минутъ нагрѣва былъ еще темнымъ, по истеченіи 8 ми-

нутъ слегка нагрѣлся, а черезъ 13 минутъ принялъ цвѣтъ соляной ванны, температура которой соотвѣтствовала 1.200°C ., по графитовому пирометру и, какъ видимъ изъ фиг. 8, этотъ закаленный кубикъ былъ все же нѣсколько мягче, нежели когда онъ былъ нагрѣтъ въ свинцовой ваннѣ въ теченіе 4 мин. 35 сек., см. фиг. 8.

105 115 110		
6		
110 105 110		
110 100 110		
90 100 70		
5		
80 100 60		
100 105 80		
90 110 110	80 100 110	110 110 105
2	1	3
115 100 75	75 75 70	105 100 110
100 95 100	80 65 100	110 100 95
90 95 90		
4		
100 85 100		
110 90 100		

Фиг. 7

Результаты полученныхъ наблюдений были примѣнены къ калкѣ рѣжущихъ инструментовъ, считая очень выгоднымъ то обстоятельство, что рѣжущая часть, будучи твердо закалена безъ отпуска, будетъ близка къ массѣ крѣпкой и болѣе вязкой, т.-е. какъ разъ то, что требуется для инструмента.

Закалены были подрѣзные рѣзцы изъ тигельной стали № 100, безъ предварительнаго нагрѣва; ширина рѣзцовъ была 10 мм.

Рѣзцы, выдерживавшіе ранѣе обработку отъ 30 до 50 фабрикатовъ, были нагрѣты въ свинцовой ваннѣ температурою 920°C ., и затѣмъ охлаждены въ водѣ, при чемъ:

Время нагрѣва рѣзца № 1	длилось	15 сек.
” ” ” № 2	”	20 ”
” ” ” № 3	”	10 ”
” ” ” № 4	”	18 ”
” ” ” № 5	”	12 ”

Твердость рѣзца № 1-й	95—100
” ” № 2-й	95—100
” ” № 3-й	95—100
” ” № 4-й	85—90
” ” № 5-й	90—95

105 95 110		
6		
100 105 105		
105 105 • 100		
70 90 85		
5		
70 60 65		
80 70 85		
100 75 100	85 90 110	100 105 100
2	1	3
70 105 110	110 75 85	105 75 85
95 110 105	90 70 90	100 95 85
80 100 100		
4		
70 65 75		
105 110 90		

Фиг. 8.

Всѣ рѣзцы выдержали обработку 1.375 фабрикатовъ, т.-е. въ среднемъ отъ 200 до 350 шт. каждый.

Для нарѣзки цилиндриковъ изъ стали твердостью 45 по склероскопу, примѣнялись гребенки изъ тигельной стали № 90; гребенки эти выдерживали максимумъ 10 нарѣзаний.

Для опыта были взяты десять штукъ такихъ гребенокъ.

Гребенка №	1-й	имѣла	твердость	по	рѣзущей	части	до	калки	.	.	0
"	№ 2-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	0
"	№ 3-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	10
"	№ 4-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	9
"	№ 5-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	10
"	№ 6-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	9
"	№ 7-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	0
"	№ 8-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	0
"	№ 9-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	5
"	№ 10-й	"	"	"	"	"	"	"	.	.	10

Для лучшаго сравненія, калка этихъ гребенокъ была проведена въ томъ же порядкѣ, какъ она велась раньше, т.-е. гребенки были нагрѣты въ свинцовой ваннѣ температурою 850° С.; время нагрѣва не измѣрялось, охлажденіе велось въ водѣ, также безъ измѣренія температуры, отпуска не дѣлалось, въ виду того, что гребенки съ отпускомъ выходили мягкими и выдерживали очень малое количество нарѣзаній.

Послѣ этой калки, твердость гребенокъ была такая:

У гребенки №	1-й	твердость	22	и	ею	было	нарѣзано	цилиндриковъ	.	0
"	№ 2-й	"	6	"	"	"	"	"	.	0
"	№ 3-й	"	22	"	"	"	"	"	.	4
"	№ 4-й	"	6	"	"	"	"	"	.	0
"	№ 5-й	"	30	"	"	"	"	"	.	2
"	№ 6-й	"	0	"	"	"	"	"	.	0
"	№ 7-й	"	9	"	"	"	"	"	.	0
"	№ 8-й	"	50	"	"	"	"	"	.	14
"	№ 9-й	"	9	"	"	"	"	"	.	0
"	№ 10-й	"	19	"	"	"	"	"	.	4

Послѣ работъ, твердости рѣзущихъ частей этихъ гребенокъ снова были провѣрены и было обнаружено слѣдующее:

У гребенки №	1-й	твердость	.	.	.	0
"	№ 2-й	"	.	.	.	13
"	№ 3-й	"	.	.	.	0
"	№ 4-й	"	.	.	.	5
"	№ 5-й	"	.	.	.	15
"	№ 6-й	"	.	.	.	15
"	№ 7-й	"	.	.	.	0
"	№ 8-й	"	.	.	.	0
"	№ 9-й	"	.	.	.	0
"	№ 10-й	"	.	.	.	0

Такъ какъ гребенки во время работъ стачивали по мѣрѣ ихъ затупленія, то послѣднее наблюденіе и обнаружило, что на нѣкоторомъ разстояніи отъ первоначальной закаленной рѣзущей части твердость выше, и на разстояніи одного сантиметра отъ затупленной рѣзущей части—твердость колебалась между 60 и 70; послѣ этого съ каждой гребенки были сточены концы по 10 мм., и твердость рѣзущей части оказалась настолько значительной, что этими же гребенками было нарѣзано значительно большее число цилиндриковъ, чѣмъ прежде:

Твердость гребенки №	1-й 70, и нарѣзано было	цилиндриковъ.	6 шт.
„ „ №	2-й 80, „ „ „ „	„ „ „	6 „
„ „ №	3-й 80, „ „ „ „	„ „ „	4 „
„ „ №	4-й 65, „ „ „ „	„ „ „	6 „
„ „ №	5-й 75, „ „ „ „	„ „ „	15 „
„ „ №	6-й 70, „ „ „ „	„ „ „	5 „
„ „ №	7-й 75, „ „ „ „	„ „ „	9 „
„ „ №	8-й 65, „ „ „ „	„ „ „	6 „
„ „ №	9-й 80, „ „ „ „	„ „ „	4 „
„ „ №	10-й 30, „ „ „ „	„ „ „	3 „

Ничтожная твердость гребенокъ вначалѣ означала, что рѣзущая часть ихъ пережигалась, что и можно было ожидать, такъ какъ за временемъ нагрѣва не наблюдалось, температура же ванны нагрѣва была критическая.

Эти же самыя гребенки, послѣ ихъ вторичнаго затупленія, были перекалены въ свинцовой ваннѣ температурою 850° С. и охлаждены въ водѣ температурою 17° С., а время нагрѣва для нихъ было 30 секундъ; твердости гребенокъ до калки и послѣ калки были провѣрены подъ склероскопомъ; результаты ихъ приведены въ таблицѣ II.

ТАБЛИЦА II.

У гребенки:	Твердость до калки	Твердость послѣ калки	Обработано цилиндриковъ.	Твердость послѣ обработки.
№ 1	50	70	19	50
№ 2	55	75	14	55
№ 3	50	80	14	54
№ 4	45	75	11	56
№ 5	50	70	10	послѣ сломалась.
№ 6	40	80	15	54
№ 7	45	80	11	50
№ 8	55	80	12	55
№ 9	65	80	12	57
№ 10	48	80	6	56

Этотъ опытъ подтвердилъ сказанное въ самомъ началѣ статьи, что, при твердости обрабатываемаго металла 45 по показаніямъ склероскопа, твердость рѣзущей части инструмента не можетъ быть ниже 45 и не должна быть ниже 50.

Эти же самыя гребенки были вновь перекалены, причемъ нагрѣвъ въ свинцѣ длился всего только 15 секундъ, вмѣсто 30 въ первый разъ.

Результаты получились значительно лучше:

У гребенки № 1	твердость послѣ перекалки	75	обработано цилиндриковъ 4
„ № 2	„ „ „	83	„ „ 34
„ № 3	„ „ „	88	„ „ 26
„ № 4	„ „ „	80	„ „ 17
„ № 5	с л о м а л а с ь.			
„ № 6	„ „ „	80	конецъ отломился.	
„ № 7	„ „ „	78	обработано цилиндриковъ 19
„ № 8	„ „ „	78	конецъ отломился.	
„ № 9	„ „ „	82	т о ж е —

Эти опыты показали, что 15-секундный нагрѣвъ даетъ лучшие результаты нежели 30 секунднй, и только благодаря тому, что при заправкѣ гребенокъ каждый рабочій, въ силу привычки, стачивалъ много металла съ рѣзущей части, нѣкоторыми гребенками было мало обработано цилиндриковъ.

Для обработки этихъ же цилиндриковъ была взята хромистая сталь № 100, при чемъ нагрѣвъ гребенокъ происходилъ въ свинцовой ваннѣ температурою 950° С., въ теченіе 40 секундъ, а калка въ водѣ температурою 15° С..

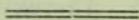
	Твердость	Твердость	Обработано.	
У гребенки № 11	до калки.	35 послѣ калки.	75 цилиндриковъ	. . 107
„ № 12	„ „	35 „ „	75 „	. . 122
„ № 13	„ „	40 „ „	85 „	. . 149
„ № 14	„ „	40 „ „	85 „	. . 61
„ № 15	„ „	35 „ „	75 „	. . 23
„ № 16	„ „	35 „ „	75 „	. . 51
„ № 17	„ „	40 „ „	80 „	. . 177
„ № 18	„ „	30 „ „	78 „	. . 137
„ № 19	„ „	35 „ „	75 „	. . 166
„ № 20	„ „	40 „ „	75 сломалась.	

Какъ видимъ, результаты получились сверхъ ожиданія хорошіе. Малое количество обработанныхъ цилиндриковъ гребенками №№ 14, 15, 16—объясняется опять таки тѣмъ, что рабочіе, привыкшіе работать съ мягко каленными гребенками изъ тигельной стали, послѣ cadaго затупленія стачивали слишкомъ много закаленной части; когда на это было обращено особое вниманіе и стачиваніе дѣлалось болѣе бережно, то наименьшее

количество обработанныхъ цилиндриковъ не опускалось ниже 102 шт. одной гребенкой, а наибольшее достигало—183 шт.

Послѣдній опытъ обращаетъ на себя вниманіе тѣмъ, что при однихъ и тѣхъ же показаніяхъ склероскопа 75 и 78 для гребенокъ изъ тигельной стали № 90 и хромистой № 100, получены были различные практическіе результаты; объяснить это можно тѣмъ, что тигельная сталь не выдерживаетъ той температуры нагрѣва, которая развивается при треніи во время процесса рѣзанія, тогда какъ хромистая сталь, по свойству ея, эту температуру свободно выдерживаетъ и потому болѣе стойка.

Итакъ мы видимъ, что чувствительностью показаній склероскопа можно обнаруживать не только рядъ весьма интересныхъ явленій во время самого хода работъ въ мастерской, но и направлять и улучшать дѣло для чего требуется лишь установить тщательное наблюденіе въ самыхъ узкихъ рамкахъ заданія.



Замѣтка къ вопросу о введеніи мокрой закладки на нашихъ рудникахъ.

Горн. Инж. Б. Г. Бриземейстера.

Въ статьѣ инженера А. П. Тышка „О мокрой закладкѣ“, помѣщенной въ іюльской книжкѣ „Горнаго Журнала“ 1913 года, указанъ рядъ мѣропріятій, которыя правительствомъ должны быть проведены въ жизнь, чтобы сдѣлать мокрую закладку доступной всѣмъ каменно-угольнымъ копамъ Россіи.

Громадное значеніе этого способа разработки мощныхъ угольныхъ пластовъ для отечественной каменноугольной промышленности, а въ связи съ нею и для промышленности вообще, настолько ясно для всякаго— даже неспеціалиста, что объ этомъ не приходится говорить. Желательность введенія мокрой закладки признана правительствомъ уже въ 1904 году, т. е. десять лѣтъ тому назадъ, тѣмъ не менѣе за столь продолжительный промежутокъ времени дѣло сравнительно мало двинулось впередъ. Полагаю, что причиною этой медлительности при введеніи новаго способа разработки служатъ не только наличность въ Горномъ Уставѣ нѣкоторыхъ статей, не соотвѣтствующихъ современному положенію и требованіямъ горной промышленности, но и нѣкоторыя другія обстоятельства.

Пока, предложенныя А. П. Тышка, мѣропріятія пройдутъ по всѣмъ инстанціямъ законодательныхъ учреждений, утечетъ немало времени, да притомъ еще большой вопросъ, выльются-ли они въ форму, желательную и пріемлемую для всѣхъ владѣльцевъ копей. Вотъ поэтому-то я полагаю, что не слѣдуетъ отказываться, въ чаяніи грядущихъ благъ, отъ пользованія существующими казенными дорогами для подвоза закладочнаго матеріала, гдѣ это представляется мало-мальски возможнымъ; напротивъ слѣдуетъ постараться изыскать способы къ созданію этой возможности.

Дѣйствительно, существующій типъ грузовыхъ вагоновъ каз. жел. дорогъ страдаетъ многими недостатками. Изъ нихъ главные, съ которыми приходится считаться на коняхъ, это ихъ громоздкость и неудобство разгрузки. Что касается громоздкости, то съ этимъ существеннымъ и,

къ сожалѣнію, неустранимымъ недостаткомъ придется считаться либо при устройствѣ хранилищъ для закладочнаго матеріала, сооружая ихъ ниже поверхности земли (гдѣ условія мѣстности подходящія), либо при постройкѣ эстакадъ. Въ виду дороговизны постройки прочныхъ эстакадъ, или, вѣрнѣе сказать, віадуконъ, этотъ послѣдній способъ врядъ ли осуществится на практикѣ, такъ какъ существуютъ еще другіе способы, которыми можно воспользоваться, однако всѣ они зависятъ отъ различныхъ мѣстныхъ условій и здѣсь разбирать ихъ подробно нѣтъ возможности. Я убѣжденъ, что изобрѣтательность нашихъ инженеровъ быстро найдетъ ихъ сама и приспособитъ къ условіямъ, въ которыя поставлены отдѣльные рудники.

Хотя эти устройства и потребуютъ большихъ затратъ въ сравненіи съ затратами на сооруженія, приноровленные къ легкому типу вагонокъ, но этотъ перерасходъ не настолько уже великъ, чтобы вызвать сильное повышеніе цѣнъ закладочнаго матеріала.

Неудобство разгрузки кажется на первый взглядъ еще болѣе крупнымъ недостаткомъ, такъ какъ оно является причиною большихъ матеріальныхъ затратъ на содержаніе кадра разгрузчиковъ, что, конечно, сильно удорожаетъ закладочный матеріалъ, а главное ставитъ копъ въ зависимость отъ рабочихъ рукъ. Но этотъ недостатокъ легко устранимъ путемъ незначительныхъ измѣненій вагоновъ и установкою приспособленій, приведенныхъ ниже.

Относительно упомянутой въ статьѣ нежелательной и опасной для копей зависимости отъ расписанія движенія каз. жел. дорогъ, т. е. возможности остаться въ критическій моментъ безъ матеріала, замѣчу слѣдующее: я далекъ отъ мысли отвергать возможность несвоевременной доставки матеріала на рудникъ, по казен. жел. дорогамъ, но я полагаю, что съ возможностью несвоевременной доставки слѣдуетъ считаться и при наличности собственныхъ подъѣздныхъ путей. Поэтому устраивать хранилища съ расчетомъ на своевременность доставки закладочнаго матеріала вообще рискованно.

Взгляды, конечно, могутъ быть различны, и мнѣ могутъ возразить, что устройства большихъ хранилищъ обойдется дорого, но вѣдь оборудованіе подъѣздныхъ путей, подвижной составъ и постоянный штатъ прислуги тоже обойдется недешево.—напротивъ еще во много разъ дороже. Притомъ расходъ на устройство обширныхъ хранилищъ только единовременный, тогда какъ сооруженіе собственныхъ подъѣздныхъ путей влечетъ за собой еще цѣлый рядъ текущихъ расходовъ.

Измѣненія, которымъ необходимо подвергнуть балластные вагоны казен. жел. дорогъ, весьма незначительны: торцевыя (узкія) стѣнки слѣдуетъ снять, а такъ какъ къ нимъ, обыкновенно, прикрѣплены шарниры, на которыхъ висятъ боковыя откидныя стѣнки, то придется для укрѣпленія этихъ шарнировъ на углахъ установить четыре прочныхъ колонки

изъ старыхъ рельсъ. Далѣе на концахъ вагона надо придѣлать откидныя площадки изъ листовой стали, заходящія при сдѣвленныхъ вагонахъ одна черезъ другую, чтобы во время движенія поѣзда не засорять падающимъ пескомъ пути.

Эти измѣненія настолько несложны, что могутъ быть сдѣланы въ кратчайшій срокъ и безъ большихъ денежныхъ затратъ. Полученные такимъ образомъ вагоны будутъ вполне пригодными для установки механическаго разгрузителя, состоящаго изъ паровой лебедки въ 25—60 тоннъ, установленной на первомъ (головномъ) вагонѣ и питающейся паромъ того же паровоза, и соединенной полтора дюймовымъ стальнымъ тросомъ съ выгрузителемъ—плугомъ, расположеннымъ на послѣднемъ (хвостовомъ) вагонѣ поѣзда. Смотря по надобности, разгрузка можетъ производиться различными способами. Можно разгружать на обѣ стороны или только въ одну сторону; можно разгружать, когда поѣздъ стоитъ, т. е. вдоль линіи, или въ одно только мѣсто, давая поѣзду обратный ходъ соразмѣрно со скоростью движенія разгрузителя по вагонамъ.

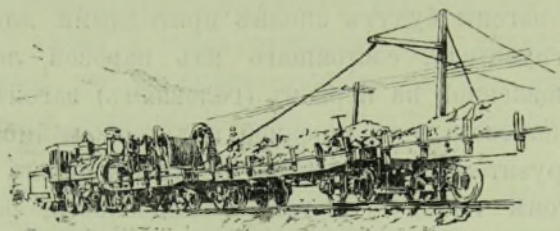
Независимо отъ того, найдутъ-ли владѣльцы копей возможнымъ пользоваться таковымъ устройствомъ или нѣтъ, предлагаемая передѣлка является существенно необходимой для самихъ желѣзныхъ дорогъ. Имѣя вагоны, приспособленные для механической разгрузки, онѣ ими могутъ широко и успѣшно пользоваться не только для подвозки закладочнаго матеріала къ рудникамъ, но и для перевозки другихъ грузовъ, допускающихъ механической способъ разгрузки, какъ напр.: балласта, булыжника, кокса, каменнаго угля и т. п., а главнымъ образомъ при постройкѣ новыхъ желѣзнодорожныхъ линій, столь необходимыхъ нашей обширной странѣ для ея быстрого развитія.

Повторяю еще разъ, что всѣ эти передѣлки и устройства не требуютъ чрезмѣрныхъ затратъ денегъ и времени, и что они принесутъ громадную пользу. Достаточно сказать, что въ минуту подобнымъ устройствомъ можно выгрузить 3.780 куб. футовъ балласта при наличности только 3-хъ рабочихъ и 1-го машиниста (одинъ сигнальщикъ на плугѣ, двое открывающихъ засовы у откидныхъ стѣнокъ вагоновъ и одинъ машинистъ у лебедки), и что быстрота движенія разгрузителя по вагонамъ доходитъ до 125 фут. въ минуту. Выгодность работы съ подобнымъ устройствомъ несомнѣнна, ибо при быстрой разгрузкѣ подвижной составъ все время находится въ работѣ.

Суточная производительность возрастаетъ и даетъ желѣзнодорожной линіи возможность ограничиваться минимальнымъ грузовымъ составомъ. Главная же выгода заключается въ дешевизнѣ разгрузки и почти полной независимости отъ рабочихъ рукъ, столь дорогихъ, а мѣстами даже недоступныхъ.

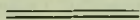
Не знаю, примѣняется-ли подобный способъ снабженія копей закладочнымъ матеріаломъ или нѣтъ, такъ какъ новѣйшихъ и точныхъ свѣ-

дѣній подъ руками не имѣется, но онъ настолько простъ и рационаленъ, что особыхъ затрудненій и препятствій для его примѣненія не долженъ-бы встрѣтить. Исключеніемъ можетъ служить только дальность разстоянія мѣста добычи песка отъ копи, но при рациональной добычѣ и разгрузкѣ даже весьма значительныя разстоянія не такъ уже страшны.

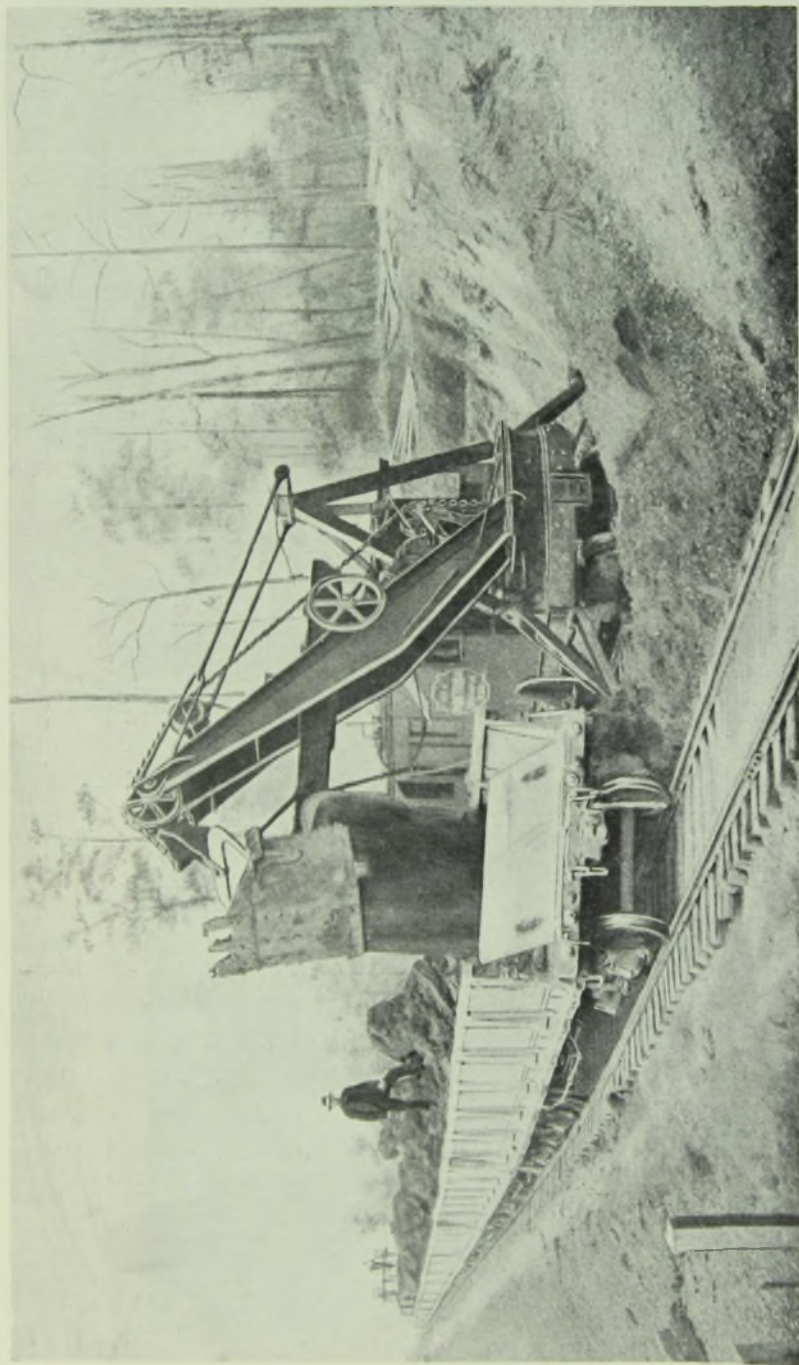


Фиг. 10. Мачта для сматыванія съ барабана троса для соединенія его съ плугомъ разгрузителемъ.

Для иллюстраціи сказаннаго прилагаю нѣсколько снимковъ изъ каталога „The Lidgerwood Manufacturing Company“¹⁾, на которыхъ видны устройство вагоновъ, разгрузителя и способы производства работъ съ ними на желѣзнодорожныхъ линіяхъ Америки (см. фиг. 1—10).



¹⁾ Rapid Unloader for Discharging Dirt, Ballast, Ore, etc., from Flat Cars in Railroad Work.

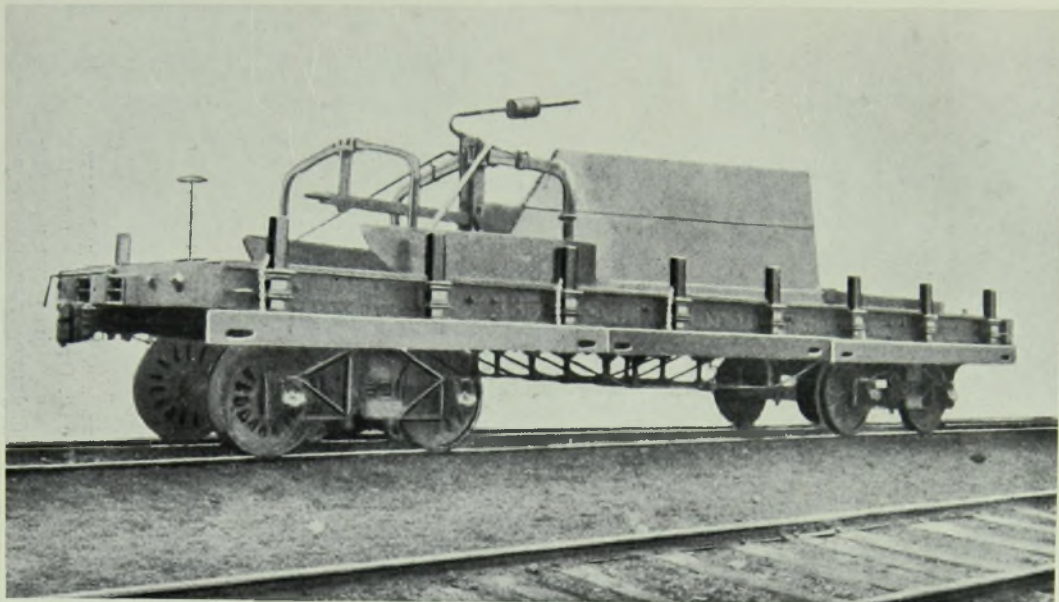


Фиг. 1. Нагрузка.

Вагоны съ подвѣсными боковыми стѣнками и откидной площадкой. При вагонахъ такого типа стоимость нагрузки наименьшая.

Вѣсъ груженнаго вагона	165.700	англ. фунт. =	4556,75	пудовъ.
" порожняго "	30.700	"	844,25	"
" загрузки "	135.000	"	3712,50	"

Размѣры вагоновъ: длина 39 ф., 8 дм., ширина 8 ф. 9 дм., высота боковыхъ стѣнокъ, состоящихъ изъ ряда подвѣсныхъ, открывающихся наружу, щитовъ 36 дм. Емкость вагона 40—45 куб. ярдовъ, т. е. 3,1—3,5 куб. саж. Откидная площадка изъ листовой стали, поднятая при нагрузкѣ и во время слѣдованія поезда, препятствуютъ рассыпанію груза и предохраняютъ путь отъ засоренія; опущенная же она образуетъ соединеніе между вагонами, необходимое для плуга-разгрузителя. Отъ большой емкости вагоновъ, при малой ихъ высотѣ надъ жел. дор. полотномъ (7 фут.) зависитъ производительность парового экскаватора. Время, потребное для нагрузки 12 такихъ вагоновъ на линіи Port Arthur (Kansas City Southern Kw.) опредѣлилось въ 30 минутъ. Паровой экскаваторъ нагружалъ въ день 4.000 куб. ярдовъ = 314 куб. саж. Стоимость нагрузки выразилась за 5 мѣс. (мартъ—іюль 1900 г.) 2,89 центовъ за куб. ярдъ или 49 коп. за куб. саж.

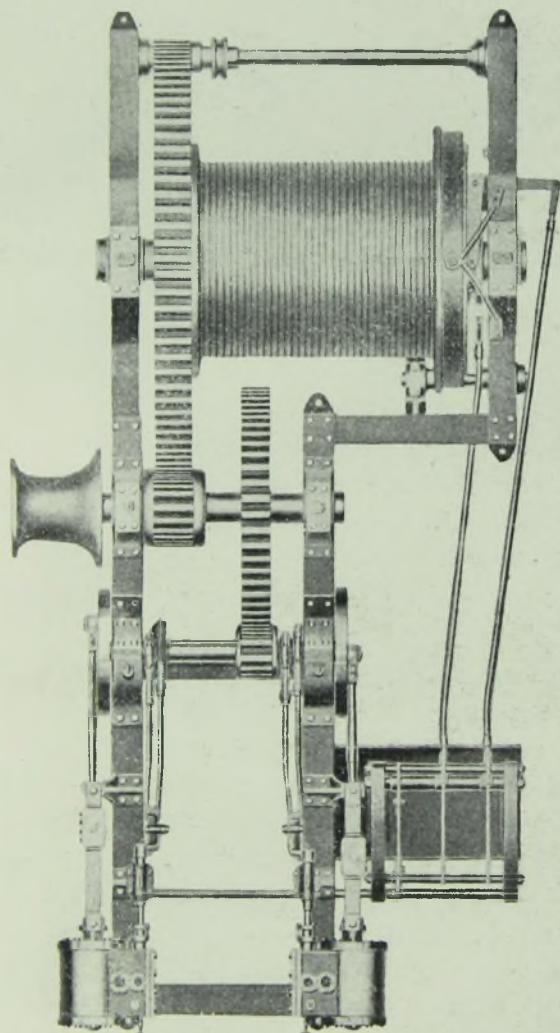


Фиг. 2. Пługъ-разгрузитель для разгрузки на обѣ стороны.



Фиг. 3. Соединеніе разгрузителя съ лебедкой тросомъ.

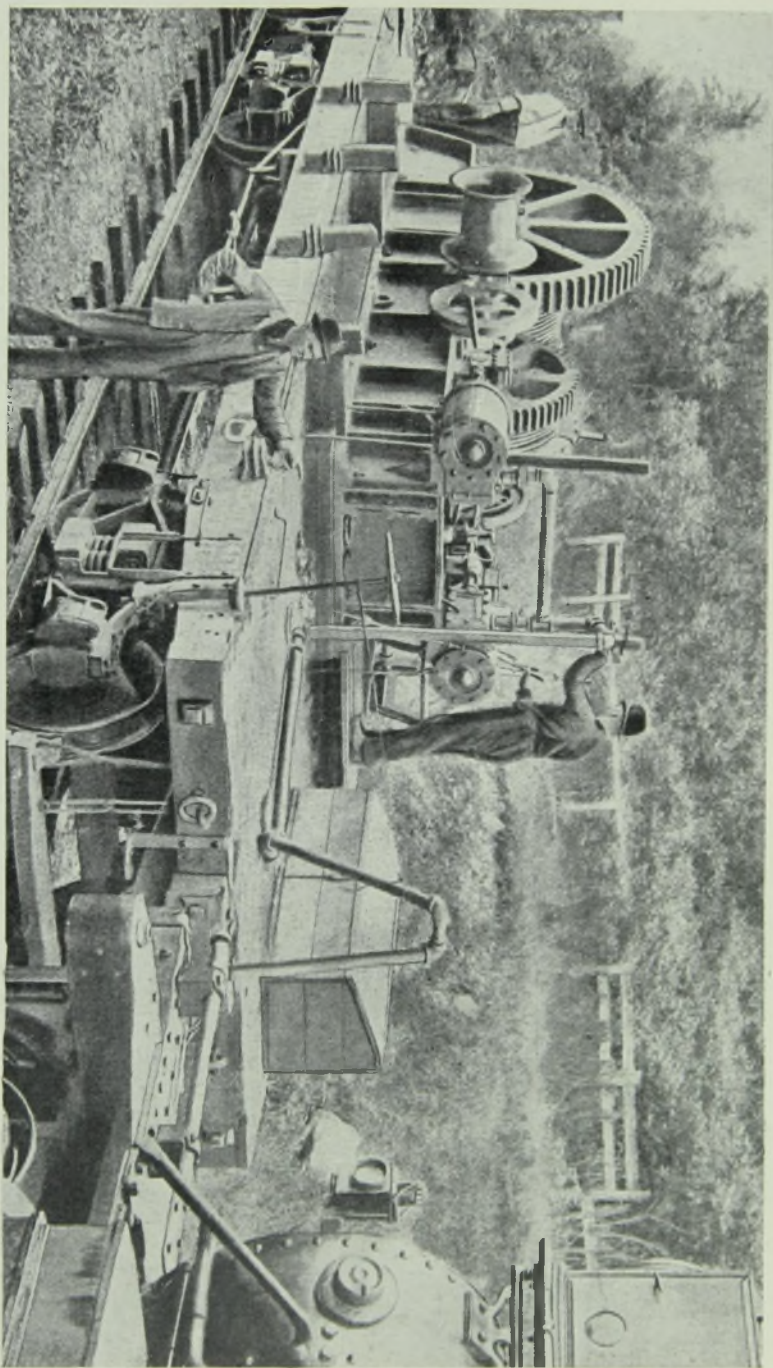
Вышина пługъ-разгрузителя 62 дм; толщина стального троса $1\frac{3}{8}$ дм. The „Railway Age“ отъ 12 октября 1900 г. сообщаетъ, что на линіи Port Arthur (K. C. S. R.) въ продолженіе 5 мѣс. (мартъ — іюль 1900 г.) было разгружено этимъ приборомъ 275.352 куб. ярдовъ песку = 21.675 куб. саж., причемъ расходъ на куб. ярдъ былъ 4,25 центовъ или 72,03 коп. за куб. саж. При такой цѣнѣ были покрыты расходы какъ по добычѣ экскаваторомъ, по нагрузкѣ на вагоны, по перевозкѣ на разстояніе отъ 7,5—75 верстъ и по разгрузкѣ, такъ еще и по механическому разравниванію насыпи.



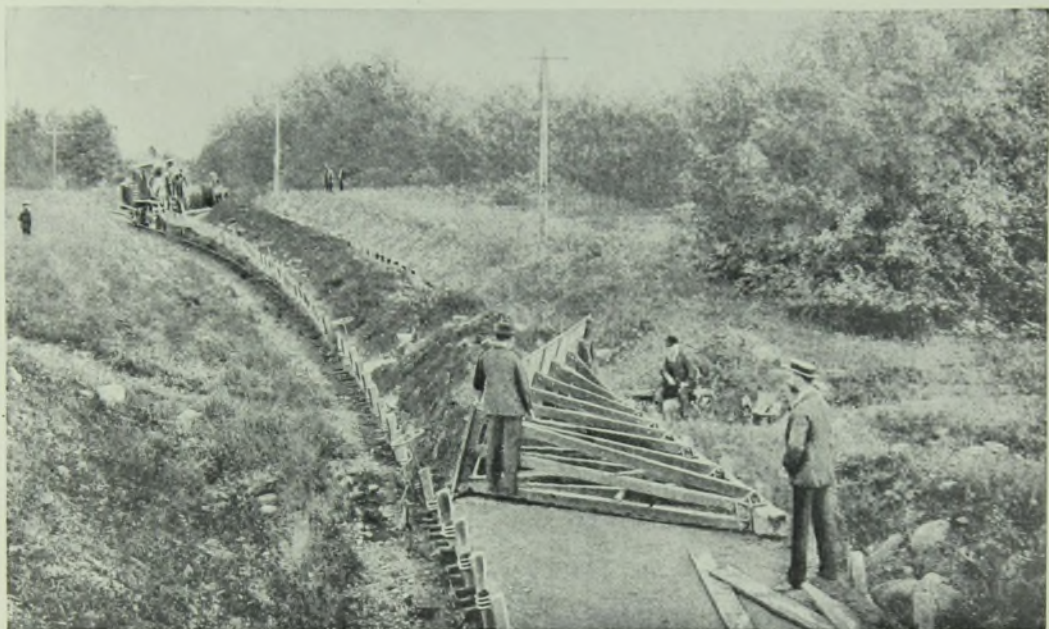
Фиг. 4. Паровая лебедка въ 25 тоннъ.

Наибольшая длина	17 ф. 11 1/2 дм.	Наибольшая ширина	9 ф 10 дм.
Размеры паров. цил.	10 × 12 "	Диаметръ большой зубчатки	89 "
Диаметръ барабана	41 "	Высота вѣнца большой зубчатки.	3 1/2 "
Диаметръ оси барабана	8 1/2 "	Ширина " " " " " "	8 "
Высота ребордъ	4 "	Всѣ зубчатки чугуныя.	
Диаметръ бороздъ	1 1/4 "	Передача 30,3 : 1.	

Всѣхъ лебедки 25.290 англ. фунт. = 695,5 пуд.



Фиг. 5. Лебедка разпрузителя съ напорководомъ къ паровозу.

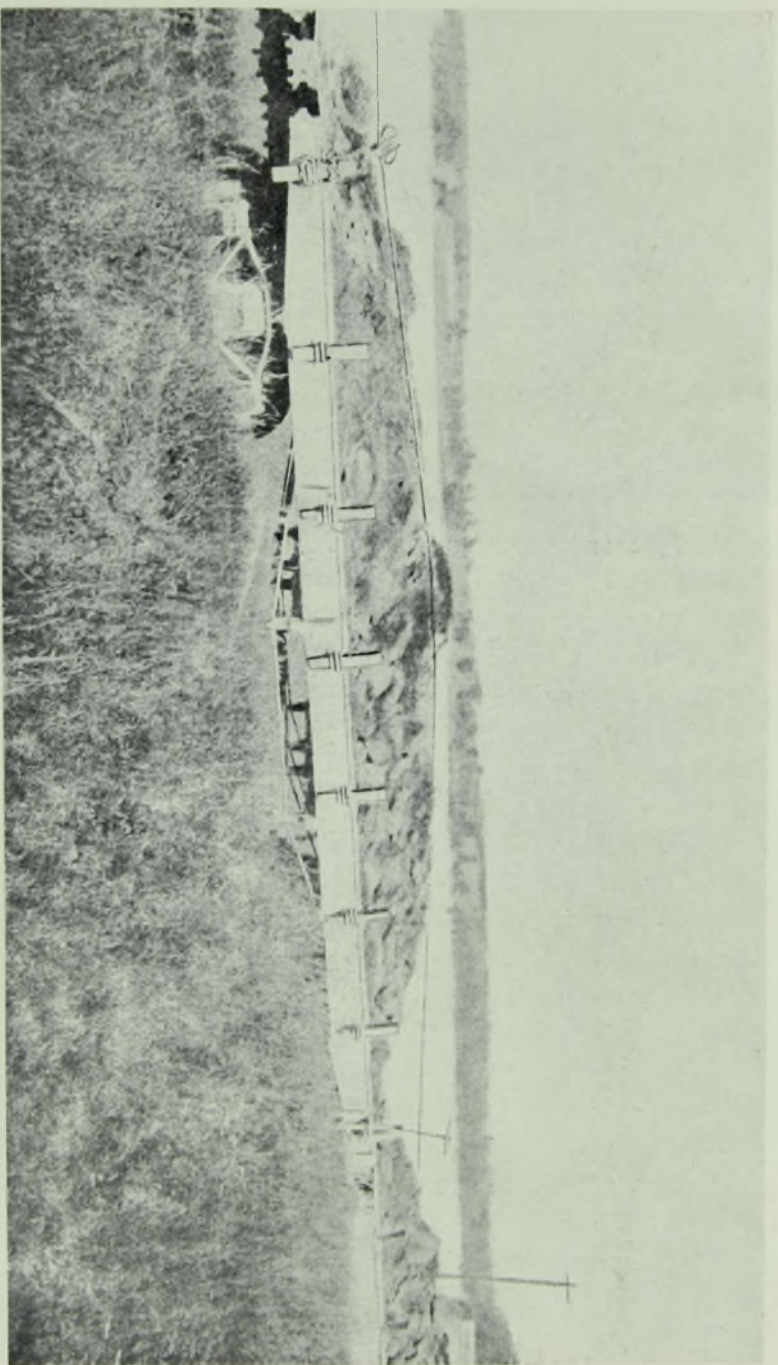


Фиг. 6. Разгрузитель-угольникъ для разгрузки въ одну сторону съ вагоновъ-платформъ.

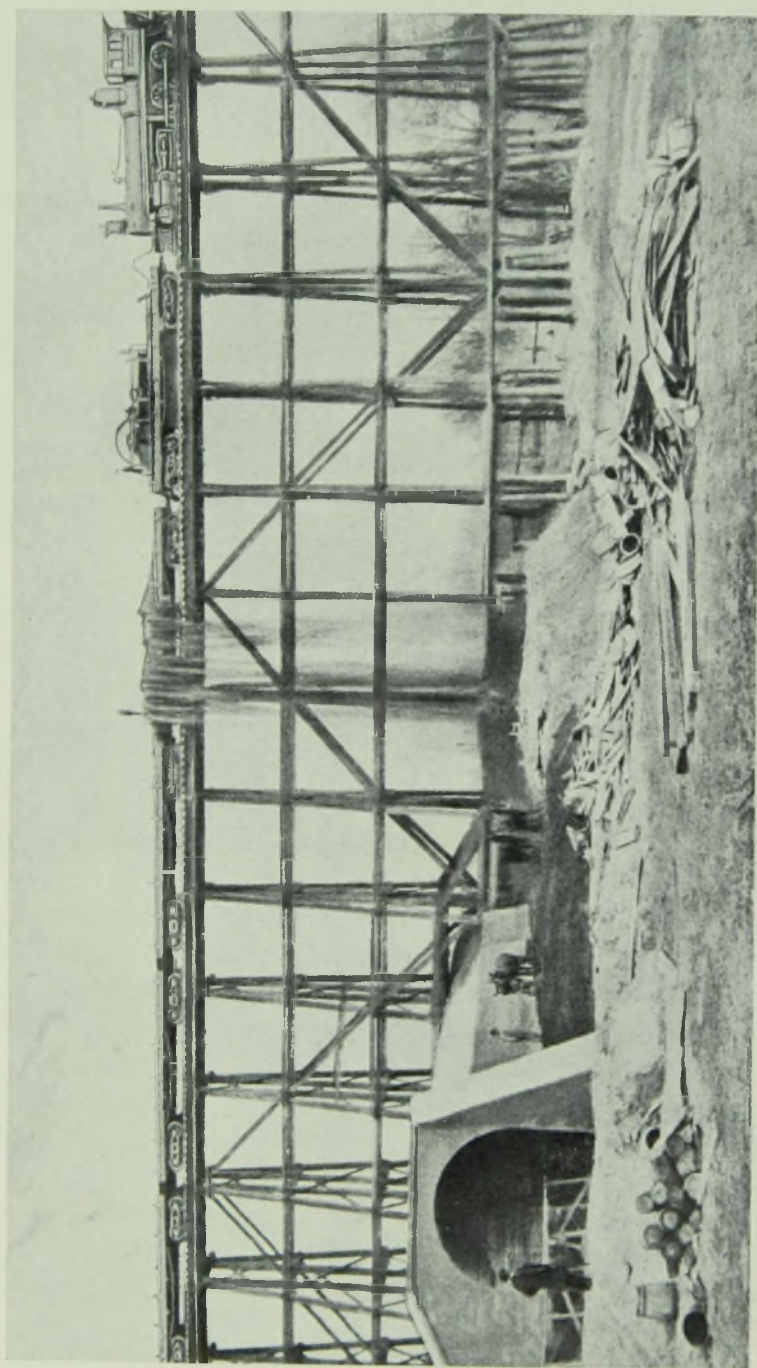


Фиг. 7. Разгрузка вдоль пути на обѣ стороны.

Двое рабочихъ открываютъ засовы у откидныхъ щитовъ стѣнокъ вагоновъ и опускаютъ площадки. Во время спуска порожнихъ вагоновъ къ мѣсту нагрузки эти-же рабочіе закрѣпляютъ щиты и поднимаютъ площадки. Сдѣлать точный подсчетъ стоимости собственно разгрузки весьма затруднительно. По словамъ лица, пользующагося разгрузителемъ этой системы, „расходъ по разгрузкѣ слишкомъ малъ, чтобы его можно было опредѣлить“.



Фиг. 8. Разгрузка на закрученныхъ пути. Тросъ разгрузителя удерживается блокомъ въ надлежащемъ положеніи.



Фиг. 9. Разгрузка въ одну сторону на одно мѣсто.

Линія Nashville, Chattanooga & St. Louis около Paris, Tenn. Разгрузка производится съ вѣдука длиной 1.300 фут. На насыпь пошло 210.000 куб. ярдовъ земли ≈ 13.615 куб. саж. Расходъ по насыпи выразился въ 4 цента за куб. ярдъ, т. е. 68,6 коп. за куб. сажень.

ГОРНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО, ХОЗЯЙСТВО, СТАТИСТИКА, ИСТОРИЯ, УЧЕБНОЕ и САНИТАРНОЕ ДѢЛО.

Поденная система веденія работъ съ учетомъ времени исполненія.

Ф. Ф. Видемана.

Извѣстно, что выполненіе работъ поденно оплачиваемыми рабочими есть самый нераціональный способъ веденія работъ, между тѣмъ какъ сама по себѣ система оплаты до крайности проста и удобопримѣнима ко всѣмъ видамъ работъ во всякой отрасли промышленности, и если бы этой системой можно было достигать полной продуктивности каждаго рабочаго, то совершенно не требовалось бы постоянного принужденія ихъ къ работѣ и постоянного наблюденія за ними, и поденная система была-бы тогда незамѣнимой системой.

Главный недостатокъ поденной системы веденія работъ заключается въ томъ, что рабочій, въ силу индивидуальныхъ свойствъ, постепенно, незамѣтно даже для зорко наблюдающаго глаза, понижаетъ свою продуктивность и доводитъ ее до 20%—30% отъ полной, могущей быть проявленной имъ продуктивности; только при опытномъ руководствѣ и постоянномъ надзорѣ средняя продуктивность рабочаго держится около 60%. Благодаря трудно учитываемымъ колебаніямъ продуктивности рабочихъ, не могутъ быть произведены ни точный учетъ труда, ни соотвѣтствующая, пропорціальная труду,--оплата, а разъ этого сдѣлать нельзя, то естественно, что каждый рабочій затрачиваетъ энергіи меньше, а отсюда и начало изгнанія поденной системы, съ замѣною ея, гдѣ только возможно, расцѣпной, преміевой и даже тайлоровской.

Расцѣпная система считается болѣе жизненной и практичной и отличается простотой въ отношеніи веденія учета работъ и оплатъ.

Расцѣпка безусловно хороша тогда, когда она составлена точно, но устанавливать точную расцѣпку не такъ-то легко удается, когда работа

ведется не по переходамъ, а для работъ по переходамъ; если даже она и составлена точно, то что сегодня будетъ считаться хорошей расцѣнкой, то, чрезъ нѣкоторое время будетъ считаться уже или неточной или плохой, такъ какъ за это время можетъ быть сдѣлано какое-либо измѣненіе въ обработкѣ, или повышены требованія къ работѣ, или могли удорожиться рабочія руки и т. п. причины, которыя должны имѣть вліяніе на расцѣнку, дѣлая ее или невыгодной или мало выгодной, а слѣдовательно или убыточной и невыгодной для рабочаго, или невыгодной для работодателя.

Самая точная расцѣнка получается тогда, когда всѣ фазы работъ закрѣплены временемъ наблюденія не надъ однимъ, а надъ нѣсколькими рабочими; это очень удобно дѣлать при массовомъ производствѣ работъ, но совершенно неудобно, и даже можно сказать безрезультатно, для единичныхъ случаевъ работъ, какъ напримѣръ: при выполненіи разнообразныхъ ремонтныхъ работъ, при выполненіи одной какой-либо вещи.

Признаніе за расцѣночною системою нѣкоторыхъ преимуществъ создало систему Тайлора; въ этой системѣ точность расхода времени на каждую фазу перехода учтена впередъ до десятой доли секунды, что съ переводомъ на деньги составляетъ сотыя доли копѣйки, причемъ за работу сверхъ того времени, какое требуется для выполненія перехода, никакое другое время не оплачивается; при такомъ способѣ веденія работъ требуется не только самое тщательное изученіе всѣхъ механическихъ средствъ цеха, но и безукоризненно строгая соорганизованность отправленія всѣхъ функцій технической организаціи.

Болѣе удобной слѣдуетъ признать преміевую систему, когда, не желая затрачивать много времени на установленіе точной расцѣнки, берутъ практически допустимое время или цѣну на выполненіе той или другой работы, съ надбавкой сверхъ всего нѣ котораго излишка, оплачивая поденнаго рабочаго за все время выполненія работъ, но нисколько не больше, если работа будетъ выполнена позднѣе назначеннаго срока или выше назначенной цѣнности; если же рабочій выполнить работу раньше назначеннаго срока, то онъ оплачивается поденно не только за все время выполненія имъ работъ, но получаетъ еще и премію за то, что выполнилъ работу ранѣе срока и сберегъ время, причемъ премія выдается за счетъ сбереженнаго времени, въ размѣрѣ 30—50%.

Система эта сложнѣе поденной и расцѣночною системою, но она все-же на практикѣ примѣняется, въ виду большей проявляемой продуктивности рабочими и обоюдныхъ удовлетвореній сторонъ—рабочаго и работодателя.

Если вспомнить систему выполненія работъ на урокъ, по которой рабочій долженъ былъ въ теченіе дня, за опредѣленную поденную плату, выполнить работу къ назначенному часу, послѣ чего онъ считался свободнымъ, то замѣтимъ, что преміевая система есть преобразование системы веденія работъ на урокъ, при чемъ, для увеличенія продуктивности,

остающееся свободное время дня работодателемъ можетъ быть использовано для выполненія другой работы, а чтобы рабочій свободную часть дня не утаивалъ, ему за это начали давать вознагражденіе.

Если начать выдавать каждому поденно работающему рабочему работу на урокъ, записывая каждый разъ при принятіи отъ него работъ образовавшіеся свободные часы, давая вслѣдъ за сданной работой другую, новую работу, и тоже на урокъ, и также записывая оставшіеся неизрасходованные часы и т. д., а затѣмъ сдѣлавъ спустя 3—4 мѣсяца учетъ всѣмъ часамъ за все время веденія учета часовъ, суммируя не только тѣ часы, которые были даны на урокъ, но и тѣ, въ которые были выполнены всѣ работы, то получится слѣдующее:

или 1) у рабочаго часовъ сбереженія окажется очень мало,

или 2) у рабочаго часовъ сбереженія можетъ оказаться очень много.

Если рабочій при выполненіи урока не будетъ освобожденъ отъ работъ или не будетъ оплаченъ за сверхурочныя работы, то можно ожидать, что въ дальнѣйшемъ работы будутъ выполняться значительно позднѣе того времени, которое будетъ назначено на урокъ; если-же рабочему за сбереженіе времени увеличить поденную плату, да еще пропорціонально сдѣланному сбереженію, то въ будущемъ можетъ получиться значительно большее сбереженіе часовъ, за каковыя если опять увеличить плату пропорціонально часамъ сбереженія, то это можетъ привести къ тому, что рабочій будетъ хорошо оплаченъ за свой трудъ, и въ тоже время увеличится продуктивность его, а себѣстоимость издѣлій понизится.

Слѣдовательно, если рабочему получающему 1 руб. 50 коп. въ день, въ теченіе 4-хъ мѣсяцевъ дано было выполнять работы на урокъ и если всѣ эти работы онъ долженъ былъ, допустимъ, выполнить въ 88 дней, или считая рабочій день по 9 часовъ, въ

$$9 \times 88 = 792 \text{ часа,}$$

а между тѣмъ всѣ работы имъ были выполнены въ 705 часовъ, т. е. были выполнены раньше на

$$792 - 705 = 87 \text{ часовъ,}$$

что составляетъ на назначенные 792 часа около

$$\frac{87 \times 100}{792} = 11\%,$$

то и поденную плату, за доставленное сбереженіе часовъ, слѣдуетъ увеличить на 11%, т. е. рабочій долженъ уже получить не 1 руб. 50 коп., а

$$1 \text{ руб. 50 коп.} \times 1,11 = 1 \text{ руб. 62 коп.}$$

во весь новый 3—4 мѣсячный періодъ выполненія работъ на урокъ.

Если-же допустимъ, что другому рабочему было предложено выполнить работы на урокъ въ 792 часа, а онъ выполнилъ ихъ въ 1422 часа, получая

поденную плату по 1 руб. 10 коп. за 9 рабочихъ часовъ, то такъ какъ онъ работы выполнилъ позднѣе на

$$1422 - 792 = 630 \text{ часовъ,}$$

что составляетъ на назначенные 792 часа:

$$\frac{630 \times 100}{792} = 79,4\%,$$

то ему слѣдовало-бы впередъ получать не 1 руб. 10 коп., а на 79,4% меньше, т. е. только

$$1 \text{ руб. 10 коп. } (100 - 79,4) = 22,6 \text{ коп.,}$$

но такой несуразный выводъ платы могъ бы получиться по слѣдующимъ причинамъ:

- 1) или тогда, когда рабочій не умѣетъ работать;
- 2) или когда времени для выполненія работъ на урокъ было назначено ошибочно слишкомъ мало;
- 3) или если поденная плата рабочаго слишкомъ низка;
- 4) или, наконецъ, если рабочій вовсе не работалъ и празднo проводилъ время.

Первая причина допустима, но такое явленіе быстро обнаруживается и не можетъ проходить незамѣченнымъ въ теченіе 3—4 мѣсяцевъ.

Вторая причина обнаруживается тотчасъ же слишкомъ большой проработкой на одной какой-либо работѣ, а постоянныя проработки получаютъ благодаря очень строгому назначенію времени.

Третья причина вскорѣ возстанавливается, такъ какъ быстрое исполненіе работъ на урокъ будетъ выполнено лишь хорошимъ рабочимъ, получающимъ хорошую плату.

Четвертая причина—явленіе возможное, но также вскорѣ обнаруживаемое и потому не можетъ долго продолжаться.

При назначеніи времени на урокъ, имѣется въ виду, что работу выполняетъ наилучшій опытный рабочій, а каждому другому рабочему время сообразовано съ его платой, увеличивая ему время, если не вначалѣ, то при расчетѣ, исходя отъ платы на наилучшаго рабочаго, сильнаго, опытнаго, энергичнаго и т. д., получающаго наивысшую плату, а тогда вышеприведенные расчеты измѣнятся и рабочій, получающій 1 руб. 50 коп. за 9 рабочихъ часовъ, выполнившій всѣ работы въ 705 часовъ, вмѣсто предложенныхъ ему 792 часа, сдѣлаетъ на самомъ дѣлѣ сбереженій не 87 часовъ, а значительно больше. Въ дѣйствительности, 792 часа были назначены не на этого рабочаго, а на самаго лучшаго и опытнаго, который бы только и могъ всѣ работы выполнить въ 792 часа, получая наивысшую плату, тогда какъ рабочій, которому въ дѣйствительности были даны работы, получалъ всего 1 руб. 50 коп. то по получаемой платѣ онъ бы могъ выполнить работы позднѣе 792 часовъ и на столько, во сколько

максимальная плата больше 1 руб. 50 коп., а такъ какъ примѣрная максимальная плата равна 2 руб. 50 коп., то изъ отношенія платъ:

$$\frac{2 \text{ руб. 50 коп.}}{1 \text{ руб. 50 коп.}} = 1,66$$

слѣдуетъ, что всѣ работы могли бы быть выполнены чрезъ

$$792 \times 1,66 = 1315 \text{ часовъ,}$$

а такъ какъ рабочій выполнилъ работы въ 705 часовъ, чѣмъ составилъ сбереженіе въ размѣрѣ

$$1315 - 705 = 610 \text{ часовъ,}$$

представляющіе на 1315 часовъ:

$$\frac{610 - 100}{1315} = 46\frac{0}{100},$$

то и поденная плата такому рабочему должна быть не 1 руб. 50 коп., а на $46\frac{0}{100}$ выше, т. е.:

$$1,50 \times 1,46 = 2 \text{ руб. 18 коп.,}$$

а не 1 руб. 62 коп., какъ это опредѣлилось въ первый разъ.

Что касается второго примѣра, то и этотъ рабочій, получая 1 руб. 10 коп. за 9 рабочихъ часовъ, былъ бы въ правѣ данныя ему работы выполнить не въ 1422 часа, а значительно позднѣе и во столько разъ, во сколько получаемая имъ плата меньше 2 руб. 50 коп., а такъ какъ его плата меньше нормы:

$$\frac{2 \text{ руб. 50 коп.}}{1 \text{ руб. 10 коп.}} = 2,27 \text{ раза,}$$

то всѣ работы могли бы быть имъ представлены чрезъ

$$792 \times 2,27 = 1798 \text{ часовъ,}$$

фактически-же онѣ были выполнены въ 1422 часа, и потому этотъ рабочій не только не проработался, но составилъ большое сбереженіе часовъ, въ размѣрѣ

$$1798 - 1422 = 367,$$

которые на 1798 часовъ составляютъ:

$$\frac{367 \times 100}{1798} = 21\frac{0}{100},$$

вслѣдствіе чего поденная плата такому рабочему должна быть увеличена съ 1 руб. 10 коп., на

$$1 \text{ руб. 10 коп.} \times 1,21 = 1 \text{ руб. 33 коп.,}$$

вмѣсто опредѣлившихся выше 22,6 коп.

Какъ видимъ, переучетъ платъ по часамъ сбереженія урегулировываетъ платы рабочимъ и несомнѣнно служить контролемъ надъ продуктивностью того или другого рабочаго, и если такой переучетъ и контроль удастся дѣлать надъ однимъ рабочимъ, то нѣтъ основаній сомнѣваться въ томъ, что то-же самое можно провести въ каждомъ другомъ цехѣ, гдѣ работаетъ нѣсколько сотъ рабочихъ.

Учетъ часовъ и переучетъ поденныхъ платъ полезно примѣнять тамъ, гдѣ производится постоянно разнообразный ремонтъ, гдѣ устанавливать точную расцѣнку на каждую работу слишкомъ неудобно, обременительно и даже иногда невыгодно.

Конечно, тамъ, гдѣ рабочихъ много, одному мастеру не успѣть назначать время на каждую работу, а тѣмъ болѣе на каждый переходъ, да это и неудобно дѣлать въ то время, когда работа выдана рабочему для выполненія, и потому назначеніе времени должно дѣлаться въ отдѣльномъ бюро, заранѣе, причемъ въ назначеніи времени должны принимать участіе: опытный техникъ, опытный мастеръ, но не мастеръ цеха, руководящій работами, котораго отрывать отъ его обязанностей не слѣдуетъ; полезно назначать по одному рабочему отъ слесарей, токарей, фрезершиковъ и т. д., и вотъ совместно съ этими лицами и слѣдуетъ назначать время на выполненіе каждой работы по переходамъ.

Окончательно закрѣпленное время слѣдуетъ вписать на отдѣльную записку, или лучше въ особую карту, которая, носить названіе рабочей карты, см. таблицу I, форму карты № 1.

ТАБЛИЦА I.

Форма № 1.

Рабочій № 63. Поденная плата 1 р. 80 к. Наименованіе работы: Обточка. Названіе вещи: Корпусъ 2-х'' клапана. Заказъ № 80. Текущій № карточки 70501.						
Количество выданныхъ вещей.	Время выдачи работы.	Время пріема работы.	Время ра- боты въ часахъ.	Полная стоимость работы.	Время, на- значенное въ часахъ.	Отмѣтка пріемщика.
20	12 декабря 7 час. 12 м.	16 декабря 2 час. 12 м.	34	6 р. 80 к.	40	Ws.

Такъ какъ эти рабочія карты готовятся въ техническомъ бюро въ порядкѣ хода выполненія работъ, то онѣ въ этомъ-же порядкѣ должны быть сложены въ отдѣльномъ ящикѣ и также должны въ томъ же порядкѣ выдаваться рабочимъ въ работу.

Въ ящикѣ должны быть отдѣленія для картъ по каждому переходу, какъ-то; на слесарныя, токарныя, фрезеровочныя и т. п. работы.

Предъ выдачей карточекъ на руки рабочему, ихъ регистрируютъ въ особомъ журналѣ, см. таблицу II, форму № 2, для того, чтобы спустя нѣкоторое время можно было составлять переучетъ часамъ назначенія и часамъ отработаннымъ, на каждого рабочаго отдѣльно.

ТАБЛИЦА II.

Форма № 2.

Рабочій № 63. Плата 1 р. 80 к. I-я половина декабря 1910 года.

№№ карточекъ по порядку.	Текущiе №№ карточекъ.	ВРЕМЯ ВЫДАЧИ КАРТОЧЕКЪ.	Время.		Быль безъ ра- боты часовъ.	—	+	Уволенъ. Болезнь или не былъ.	Стоимость и уплата.		№№ заказовъ.	НАИМЕНОВАНИЕ ЗАКАЗА.	Количество.	Примѣчанiе.
			Отработанное.	Назначенное.					Р.	К.				
7	70501	12 декабря 7 час. 12 мин.	34 ч. 40 ч.	—	+	6	—	—	6	80	80	Корпусъ 2" клапана.	20	Переносъ на II-ю по- ловину декабря + 48 часовъ.
		Итого .	—	—			+ 48							

Опытъ веденія работъ съ назначенiемъ времени былъ испробованъ въ 1910 г., въ механическомъ цехѣ, въ составѣ 187 рабочихъ.

Въ эту группу входили: слесаря, токари, строгали, фрезеровщики, болторѣзы, винторѣзы, шлифовщики и т. п. спеціалисты-ремесленники.

До начала введенія опыта были подготовлены рабочія карточки въ значительномъ количествѣ; для назначенія времени, были использованы имѣвшiйся расцѣнки, причемъ стоимость расцѣнки на каждую работу дѣлили на число 20, которое означало стоимость рабочаго часа для наилучшаго рабочаго, исходя изъ того, что максимальная поденная плата считалась 1 руб. 80 коп., за 9 рабочихъ часовъ.

Выдача рабочихъ карточекъ и регистрація ихъ введена была 16-го марта 1910 года, а первый подсчетъ часамъ и переучетъ платъ былъ сдѣланъ 1-го iюля 1910 года.

Пока составлялся подсчетъ часамъ и происходила переоцѣнка платъ, на что потребовалось 10 дней, работы съ 1-го iюля продолжали вестись въ томъ порядкѣ, въ какомъ онѣ велись до 1-го iюля.

Весь учетъ часовъ за первый періодъ наблюденія былъ внесенъ въ контрольную вѣдомость, см. таблицу III, форму № 3, за время съ 16-го марта по 1-е iюля 1910 г.

ТАБЛИЦА III.

Форма № 3.

Вѣдомость № 1 рабочимъ часамъ за періодъ времени съ 16-го марта
по 1-е іюля 1910 года.

№ рабочихъ по порядку.	Поденная плата рабочихъ.		Назначенное время въ часахъ.	Отработанное время въ часахъ.	Надлежало рабо- тать по получас- ной платѣ.	Число часовъ вы- работанныхъ въ минутъ.	Число часовъ вы- работанныхъ въ плюсѣ.	Сбереженіе вре- мени въ 0/0.	Поденная плата послѣ пропорціональ- ной пере- оцѣнки.	
	Руб.	Коп.							Руб.	Коп.
1	2	25	578	598	462	136	—	—	—	—
2	1	75	491	558	506	52	—	—	—	—
3	1	35	453	575	602	—	27	—	—	—
4	1	30	589	691	813	—	122	—	—	—
5	1	71	485	450	509	—	59	—	—	—
60	1	30	27	27	37	—	10	—	—	—
61	—	95	473	573	899	—	326	16	1	10
62	1	—	602	669	1084	—	415	22	1	22
167	1	40	650	680	838	—	158	—	—	—
168	1	50	453	567	544	23	—	—	—	—
176	1	50	540	678	648	30	—	—	—	—
187	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого .	Средняя по- денная плата.		83460	100728	114817	3081 65 рабо- чими.	17170 105 ра- бочими.	— 27 рабо- чими.	Средняя по- денная плата.	
	1	30							1	42

Въ первой графѣ вѣдомости идутъ №№ рабочихъ, во второй—полу-
чаемая ими поденная плата, въ третьей—время, назначенное на урокъ,
въ четвертой—время въ дѣйствительности проведенное за работой, въ
пятой—переучетъ времени назначенія по получаемой платѣ, въ шестой—
проработка, въ седьмой—выработка, въ восьмой—сбереженіе часовъ въ
процентахъ и въ девятой—новая переоцѣночная поденная плата.

При переучетѣ часовъ назначенія по получаемой платѣ, найдено
было слѣдующее:

Рабочій № 1 долженъ былъ выполнить работы въ 578 часовъ, но онъ (вслѣдствіе особыхъ условій), получая 2 руб. 25 коп. въ то время какъ норма была 1 руб. 80 коп., долженъ былъ бы по платѣ въ 2 руб. 25 коп. выполнить всѣ работы не въ 578 часовъ, а раньше, въ отношеніи платъ 1 руб. 80 коп. къ 2 руб. 25 коп., т. е. въ

$$\frac{1 \text{ руб. } 80 \text{ коп.}}{2 \text{ руб. } 25 \text{ коп.}} \times 578 = 462 \text{ часа;}$$

эти 462 часа показаны въ пятой графѣ, а такъ какъ такимъ образомъ получилось, что работы были задержаны на

$$598 - 462 = 136 \text{ часовъ,}$$

то эти 136 часовъ помѣчены въ шестой графѣ.

Рабочій № 2, получая 1 руб. 75 коп., долженъ былъ выполнить всѣ работы въ 491 часъ, а выполнилъ онъ всѣ работы въ 558 часовъ; при отношеніи платъ:

$$\frac{1 \text{ руб. } 80 \text{ коп.}}{1 \text{ руб. } 75 \text{ коп.}} = 1,03$$

онъ долженъ былъ бы всѣ работы выполнить въ

$$491 \times 1,03 = 506 \text{ часовъ;}$$

эти 506 часовъ помѣчены въ пятой графѣ, а разность между дѣйствительно отработанными и назначенными 506 часами

$$558 - 506 = 52 \text{ часа,}$$

въ шестой графѣ, т. е. въ графѣ проработки.

Рабочій № 3, получая 1 руб. 35 коп., былъ въ правѣ выданныя ему на урокъ работы выполнить не въ 453 часа, а въ

$$\frac{1 \text{ руб. } 80 \text{ коп.}}{1 \text{ руб. } 35 \text{ коп.}} \times 453 = 602 \text{ часа,}$$

которые помѣщены въ пятой графѣ, а разность между 602 часами и часами отработки

$$602 - 575 = 27 \text{ часовъ}$$

въ седьмой графѣ, въ графѣ сбереженій.

Переучетъ на всѣхъ остальныхъ рабочихъ былъ сдѣланъ въ томъ же порядкѣ, причемъ въ итогахъ вѣдомости получилось:

- | | |
|---|----------------|
| 1) въ работахъ принимало участіе рабочихъ (остальные за періодъ времени опыта выбыли) | 176 человекъ |
| 2) средняя поденная плата 187 рабочихъ была. | 1 руб. 30 коп. |
| 3) послѣ переоцѣнки платъ, таковая возросла до | 1 „ 42 „ |
| 4) число часовъ, назначенныхъ въ урокъ. | 83.460 |
| 5) „ часовъ, въ которое всѣ работы были выполнены | 100.728 |

6) при переучетѣ часовъ по получаемой платѣ, число	
100.728 измѣнилось въ.	114.817
7) число часовъ, проработанныхъ въ минусъ	3.081
8) „ рабочихъ проработавшихся.	65 человекъ
9) „ часовъ (сбереженія) выработанныхъ въ плюсъ.	17.170
10) „ рабочихъ составившихъ 17.170 часовъ сбереженія	105 человекъ.

Согласно вышеизложеннаго толкованія о переоцѣнкѣ поденныхъ платъ, 105 рабочимъ слѣдовало-бы поденныя платы увеличить, а 65 рабочимъ уменьшить, но такъ какъ дѣлать пониженій платъ не имѣлось въ виду, а дѣлать прибавки (въ силу привычекъ дѣлать ихъ 1—2 раза въ году самымъ прилежнымъ рабочимъ, въ размѣрѣ не болѣе 5—10 коп.) сразу 105 рабочимъ и нѣкоторымъ на 50—70 коп., администрація учрежденія могла счесть за ненормальное явленіе, то переучетъ платъ былъ нѣсколько видоизмѣненъ.

Принимая во вниманіе, что на каждую работу назначалось время по возможности точно и что сверхъ этого времени назначалось еще 30% на такъ называемое непродуктивное время, предназначенное для полученія карточекъ, работъ, чертежей, матеріала, инструмента, для повѣрки и сдачи работъ, а также частью и для отдыха, то, въ зависимости отъ успѣшности выполненія работъ и отъ сбереженія непродуктивнаго времени, среднее сбереженіе должно составлять на каждого рабочаго по

$$\frac{17170}{105} = 163,5 \text{ часа,}$$

а поэтому, сравнивая это число съ часами въ седьмой графѣ, можно было выдѣлить самыхъ продуктивныхъ рабочихъ, которыхъ получилось 44 человекъ; но такъ какъ желательно было считаться съ часами проработанными, то чтобы покрыть проработанные часы, надо было ихъ покрыть за счетъ продуктивныхъ рабочихъ, что возможно было сдѣлать уменьшеніемъ числа ихъ, увеличивъ среднее число часовъ сбереженія на каждого рабочаго, для чего къ 17170 часамъ были прибавлены 3081 часовъ, а сумма была раздѣлена также только на 105, вслѣдствіе чего среднее сбереженіе на одного рабочаго выразилось числомъ

$$\frac{17170 + 3081}{105} = 182,$$

которое при сравненіи съ числами въ седьмой графѣ, выдѣлило уже только 27 человекъ рабочихъ, которымъ и были сдѣланы пропорціональныя прибавки, помѣченныя въ девятой графѣ, увеличившія такимъ образомъ среднюю поденную плату съ 1 руб. 30 коп., на 1 руб. 42 коп.

Отъ прибавленія къ часамъ сбереженія проработанные часы, рабочіе въ сущности ничего не потеряли, такъ какъ прибавку получили 27 человѣкъ, тогда какъ при старомъ порядкѣ, прибавку получили бы какихъ-нибудь 5—10 человѣкъ, въ число которыхъ проскочили бы и не вполне заслуживающіе эту прибавку.

Такъ какъ въ первый періодъ, назначеніе времени на выполнение работъ исходило отъ максимальной платы 1 руб. 80 коп., и тѣ рабочіе, которые до переоцѣнки платъ получили 1 руб. 75 коп., не могли бы никогда попасть въ число рабочихъ, у которыхъ бы среднее число часовъ сбереженія превысило выработку на одного рабочаго, то норма поденной платы была для второго оцѣночнаго періода поднята до 2 руб.

Слѣдующій періодъ наблюденія длился съ 1-го іюля по 31-е декабря 1910 года, когда получены были слѣдующіе результаты:

1) число часовъ данныхъ въ урокъ	174.676
2) „ часовъ, въ которое всѣ работы были выполнены	190.729
3) число часовъ при переучетѣ ихъ по получаемой поденной платѣ	248.741
4) число часовъ, проработанныхъ въ минусъ	3.626
5) „ „ сбереженія	61.638
6) среднее число часовъ сбереженія на одного рабочаго	

$$\frac{61638 + 3626}{155} = 420$$

7) число рабочихъ, получившихъ пропорціональную прибавку	42 человѣка.
--	--------------

Третій переоцѣночный періодъ длился съ 2-го января по 15-е апрѣля 1911 года, когда получены были такіе результаты:

1) число часовъ данныхъ на урокъ	91.360
2) „ часовъ, въ которые всѣ работы были выполнены	104.282
3) число часовъ при переучетѣ ихъ по платамъ	128.159
4) среднее число часовъ сбереженія на одного рабочаго	137
5) число рабочихъ, получившихъ пропорціональную прибавку	56 человѣкъ.

Четвертый переоцѣночный періодъ длился съ 16-го апрѣля по 1-е августа 1911 года, и были получены такіе результаты:

1) число часовъ, данныхъ на урокъ	112.028
2) „ часовъ, въ которое всѣ работы были выполнены	135.181
3) число часовъ при переучетѣ ихъ по платамъ	150.603

- 4) среднее число часовъ сбереженія на одного рабочаго. 202
 5) число рабочихъ, получившихъ пропорціональную прибавку. 28 человекъ.

Съ цѣлью выяснить дѣйствительно ли система учета времени и переучета платъ имѣла какое-либо практическое значеніе, составлялись контрольные журналы, см. таблицу IV, форму № 4.

Контрольные журналы велись исключительно для того, чтобы дѣлать наблюденія за повышеніями и пониженіями продуктивности въ производствѣ и находить причины ихъ отклоненій.

Основаніями для наблюденія служили слѣдующіе показатели:

1) число рабочихъ, участвовавшихъ въ производствѣ, 2) число рабочихъ дней въ періодѣ наблюденія, 3) число рабочихъ съ приведеніемъ ихъ къ одному рабочему дню, 4) число прогульныхъ дней, 5) всего дней-рабочихъ за вычетомъ прогульныхъ, 6) количество исполненныхъ издѣлій, 7) количество выполненныхъ переходовъ во всѣхъ издѣліяхъ, 8) количество обработанныхъ пудовъ металла, 9) количество израсходованныхъ денегъ на рабочихъ, 10) количество израсходованныхъ денегъ на служащихъ, 11) стоимость пуда обработки, 12) стоимость накладного расхода, 13) стоимость пуда издѣлій съ накладными расходами, 14) количество переходовъ, приходящихся на одинъ пудъ обработки, 15) средняя стоимость перехода, 16) средняя продуктивность рабочаго, 17) средній вѣсъ готовыхъ издѣлій.

По даннымъ за періодъ времени съ 16-го марта по 1-е іюля были составлены средніе выводы, опредѣлившіе, что:

- | | |
|---|----------------|
| 1) средняя стоимость пуда обработки металла обошлась. | 7 руб. 56 коп. |
| 2) средній накладной расходъ служащихъ на пудъ обработки металла. | 2 „ 30 „ |
| 3) стоимость пуда обработки металла съ накладными расходами | 9 „ 86 „ |
| 4) среднее количество переходовъ на пудъ обработки | 23 |
| 5) средняя стоимость перехода въ копейкахъ. | 33 коп. |
| 6) „ дневная продуктивность рабочаго | 8 фун. |
| 7) средній вѣсъ готовыхъ издѣлій | 0,5 пуд. |

Въ слѣдующіе періоды:

за время съ	1-го іюля	по 31-е декабря	1910 года,
„ „ „	2-го января	„ 15-е апрѣля	1911 „
„ „ „	16-го апрѣля	„ 31-е іюли	„ „
„ „ „	1-го августа	„ 31-е декабря	„ „

получились другіе результаты въ таблицѣ V.

ТАБЛИЦА V.

Форма № 5.

Контрольный журналъ за всѣ періоды.

ПЕРІОДЫ.	Средняя стоимость пуда обработки металла.		Средній накладной расходъ на служащихъ.		Средняя стоимость пуда обработки металла съ накладными расходами.		Количество переходовъ на пудъ готовыхъ издѣлій.	Дневная продуктивность рабочаго.	Средній вѣсь готовыхъ издѣлій.	Стоимость перехода.
	РУБ.	КОП.	РУБ.	КОП.	РУБ.	КОП.				
I	7	56	2	30	9	86	33	8	0,5	33
II	5	78	2	18	7	96	49	10,3	0,41	12
III	5	99	2	49	8	48	49	10,78	0,23	12
IV	5	26	2	39	7	65	49	11,8	0,33	13
V	5	70	2	71	8	41	38	12,42	0,31	15
Въ среднемъ за 5 періодовъ наблюденій.	6	06	2	41	8	47	43,6	10,8	0,356	17

Въ среднемъ пудъ обработки металла обходился . . . 6 руб. 06 коп.

А съ накладнымъ цеховымъ расходомъ. 8 „ 47 „

Между тѣмъ какъ пудъ обработки стоилъ вначалѣ . . 7 „ 56 „

А съ накладнымъ расходомъ 9 „ 86 „

Если обратить вниманіе на цѣнность издѣлій, то количеству переходовъ на пудъ готовыхъ издѣлій соотвѣтствовала вначалѣ цифра 33, а затѣмъ она достигла 49.

Переходъ въ среднемъ обходился вначалѣ 33 коп., а впоследствии достигъ 12 коп.

Средняя дневная продуктивность рабочаго была 8 фун., а достигла 12,42 фун.

Средній вѣсь готовыхъ издѣлій былъ около 0,5 пуд., а достигъ 0,23 пуда.

Хотя эта таблица и наглядно показываетъ практическое значеніе времени назначенія въ связи съ переучетомъ платъ, необходимо было окончательно убѣдиться, не будутъ-ли такіе-же результаты достигнуты, если этого учета и переучета не дѣлать.

ТАБЛИЦА VI.

Форма № 6.

Контрольный журнал трех повѣрочныхъ періодовъ.

Таблица.	ПЕРІОДЫ.	Средняя стоимость пуда обработки металла.		Средній накладной расходъ на служащихъ.		Средняя стоимость пуда обработки металла съ накладными расходами.		Количество переходовъ на пудъ готовыхъ издѣлій	Дневная продуктивность рабочаго.	Средній вѣсъ готовыхъ издѣлій.	Стоимость перехода.
		РУБ.	КОП.	РУБ.	КОП.	РУБ.	КОП.				
IX	Съ 16 марта 1910 г. по 31 декабря 1911 г. .	6	06	2	41	8	47	43,6	10,8	0,356	17
X	Съ 2 января по 15 марта 1910 г.	8	79	2	37	11	16	19	7,6	0,7	46,3
XI	Съ 2 января по 1 июля 1912 г.	4	33	1	74	6	07	22,6	17,58	0,358	19,1

Для этой цѣли были получены свѣдѣнія за 1910 годъ со 2-го января по 15-е марта и со 2-го января по 1-е іюля 1912 года. Свѣдѣнія эти также какъ и средніе выводы таблицы V, сосредоточены въ таблицѣ VI. Дѣлая теперь сравненіе цифровыхъ данныхъ, по первому впечатлѣнію, приходимъ къ заключенію, что стоимость пуда обработки, накладной расходъ, и стоимость пуда издѣлій, съ отмѣндоу учета времени понизились, что, пожалуй, даже очень выгодно, такъ какъ значительно повысилась продуктивность рабочихъ, при чемъ средній вѣсъ готовыхъ издѣлій почти не измѣнился, а стоимость перехода немногимъ обошлась дороже и если бы не велся учетъ количеству переходовъ на пудъ готовыхъ издѣлій, можно было бы съ увѣренностью высказаться, что назначеніе и учетъ времени и переучетъ платъ есть лишь одна проволочка времени и самообманъ, вызывающій излишній расходъ денегъ.

Но такъ какъ число переходовъ на пудъ готовыхъ издѣлій есть показатель сложности очертаній фабриката и отдѣлки и чѣмъ слѣдовательно переходовъ на пудъ издѣлій будетъ больше, тѣмъ и цѣнность работъ должна считаться дороже, то если считать производство издѣлій съ 22,6 переходами на пудъ за норму, см. таблицу VI, при цѣнѣ 4 руб. 33 коп. за пудъ, то при 43,6 переходахъ, эта цѣнность должна стоить примѣрно въ два раза дороже, и потому работы, выполненныя въ 1912 году съ 22,6 переходами на пудъ, будучи исполнены въ періодъ, когда выполнялось на пудъ по 43 перехода, стоили бы не 4 руб. 33 коп., а только

$$\frac{6,06}{43,6} \times 22,6 = 3 \text{ руб. } 04 \text{ коп.}$$

продуктивность рабочаго была бы не 17,58 фун., а достигала-бы

$$\frac{10,8 \times 43,6}{22,6} = 21,38 \text{ фун.}$$

Обратно, если бы въ 1912 году были выполнены работы по 43,6 перехода на пудъ издѣлій, то пудъ обработки обходился бы не 4 руб. 33 коп., а по

$$4 \text{ руб. } 33 \text{ коп.} \times \frac{43,6}{22,6} = 8 \text{ руб. } 21 \text{ коп.}$$

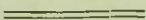
и продуктивность рабочаго не превысила-бы

$$17,58 \times \frac{22,6}{43,6} = 8,94 \text{ фун.}$$

т. е. возстановилась-бы стоимость до учета времени, т. е. до 16-го марта 1910 года.

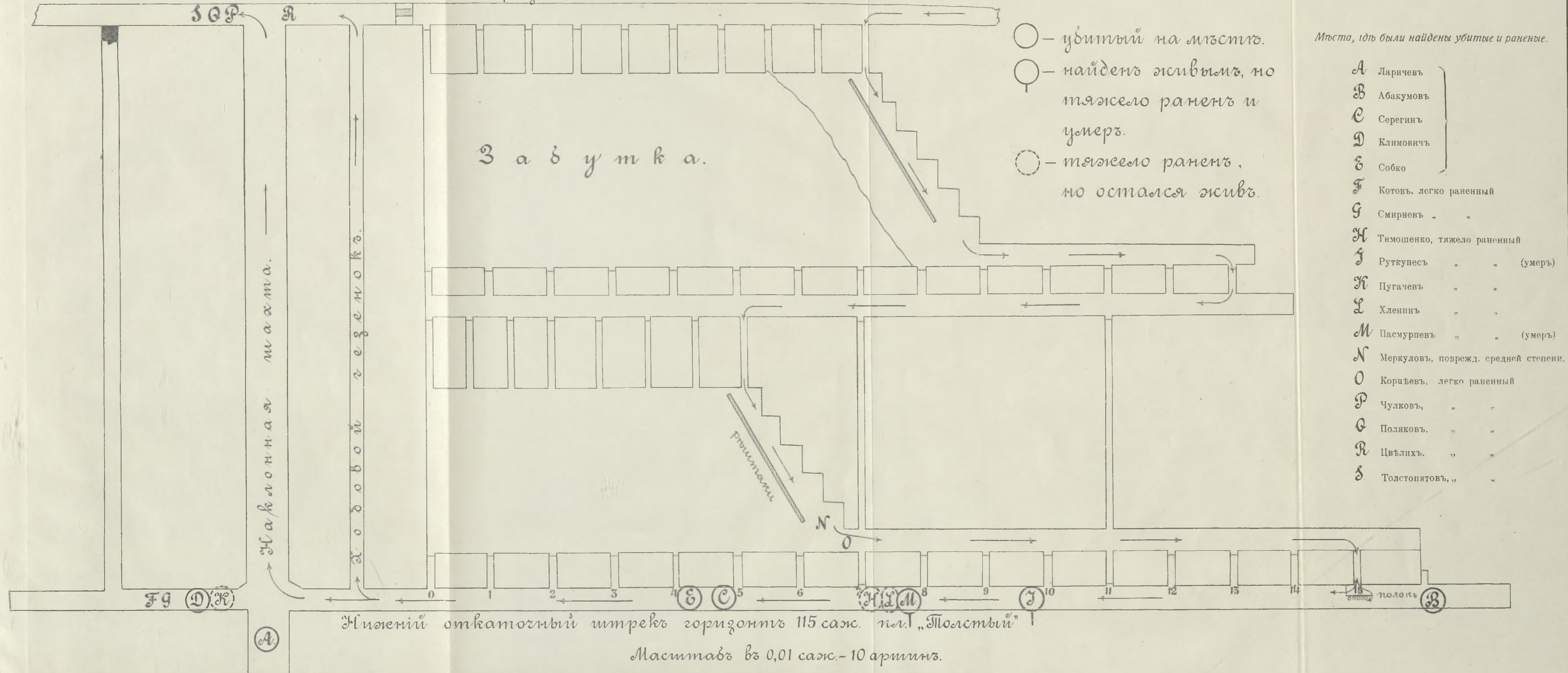
Если принять къ свѣдѣнію, что въ 1909 году пудъ обработки металла обходился 8 руб. 38 коп., а въ 1908 году 8 руб. 18 коп., то придемъ къ убѣжденію, что съ отмѣною учета времени должна была уменьшиться продуктивность вдвое не по количеству, а по качеству.

Назначеніе учета времени, не представляя собою чего-нибудь сложнаго, даетъ возможность оплачивать трудъ рабочаго по его проявленной продуктивности, что для техническихъ учрежденій не должно составлять затрудненій, если въ связи съ этимъ увеличивается производство и удовлетворяется экономическое требованіе рабочихъ, устанавливая для этой цѣли лишь норму платы для наилучшаго рабочаго по его спеціальности, тогда какъ другіе получаютъ пропоріонально проявленному ими труду.



Положеніе работъ въ крыльѣ № 8 горизонта 90—115 саж. въ день несчастнаго случая 26 ноября 1913 года.

Горизонтъ 90 саж.



Д-ра Э. АЧЕСОНЪ

Химически чистый молекулярный графитъ



ОЙЛЬДАГЪ,
ГРЕДАГЪ,
АКВАДАГЪ.

Лучшія смазочныя вещества въ мірѣ.

КАТАЛОГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ НЕМЕДЛЕННО.

ГЛАВНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ДЛЯ ВСЕЙ РОССИИ

Торговый Домъ К. НЕАНДЕРЪ, Гороховая, 40/А, Петроградъ.

Раіонныя представительства:

- Для Московской и Владимірской губ. Москва.
- " Лифляндской губерніи—Бульваръ Наслѣдника, 21, Рига.
- " Юго-Западнаго края—Прорѣзаная улица, 26. Кіевъ.
- " Урала—Покровскій пр., 1—64, Екатеринбургъ.
- " Финляндіи—Инженеры Сандманъ и К°, Таммерфорсъ

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ
АКЦИОНЕРНАГО ОБЩЕСТВА

Броунъ, Бовери и К^о

въ БАДЕНЪ (въ Швейцаріи, Мангеймъ, Парижъ, Миланъ и Христіаніи).

== ЕДИНСТВЕННЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ДЛЯ ВСЕЙ РОССИИ ==

Инженеръ Р. Э. ЭРИХСОНЪ.

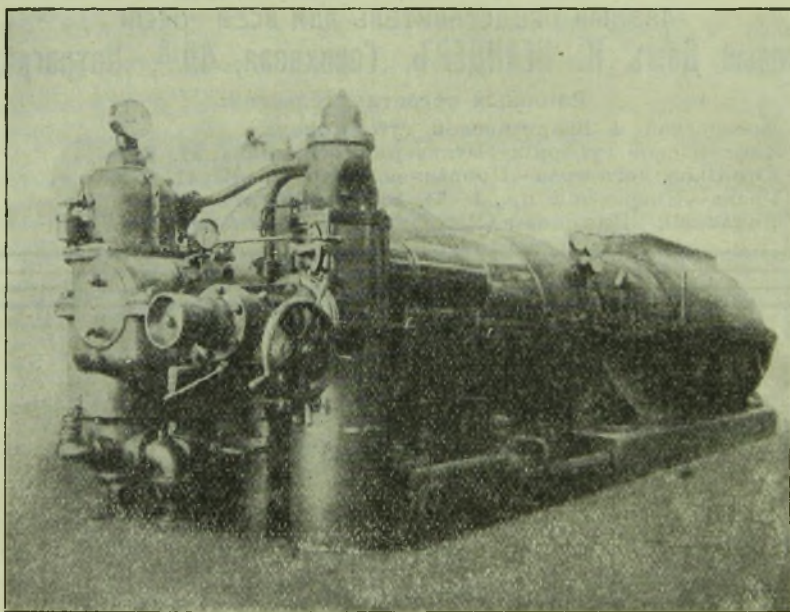
ГЛАВНАЯ КОНТОРА: МОСКВА, Мясницкая, д. 20. Телеф. №№ 1322 и 289-50.

ОТДѢЛЕНІЯ: ПЕТРОГРАДЪ, Невскій пр., д. 92. Телеф. №№ 21-51 и 131.

ХАРЬКОВЪ, Донецъ-Захаржевская, д. 5. Телеф. № 1662.

ИВАНОВО-ВОЗНЕСЕНСКЪ, Николаевская ул. домъ Соколова.

МОСКВА	Турбо.
ПЕТРОГРАДЪ	
ХАРЬКОВЪ	



Турбовоздуходувка 3750 НР., 2600 обор. мин., давленіе до 2,5 атмосфер.
Металлургическое Об-во САМБРЪ и МОЗЕЛЬ въ Бельгіи.

Паровыя турбины системы *Броунг-Бовери-Парсонсз.*

Паровыя турбины низк. давл., для работы мятымъ паромъ.

Паровыя турбины съ противодавленіемъ для отдачи мятаго пара изъ отвѣтвленія на производство.

Турбо-генераторы постояннаго и переменнаго тока.

Турбо-насосы высокаго давленія (до 60 атм.).

Турбо-компрессоры высокаго давленія.

Турбо-воздуходувки для доменныхъ печей.

Шахтныя подъемныя машины.

Электрическая передача на разстояніе. ♦ Электрическ. распредѣл. силы.
Электрическое освѣщеніе. ♦ Электрическая тяга. ♦ Специальные моторы
для прокатныхъ становъ. ♦ Холодильныя устройства разныхъ назначеній.

Съ разрѣшенія Юго-Восточнаго Горнаго Управленія, въ г. Александровскъ-Грушевскомъ,
О. В. Д., при типографіи Б. М. Файвишевича,

ОТКРЫТА ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СТАНЦІЯ завода МЕЙЕРГОЛЬДЪ и К^о.

для проволочныхъ канатовъ.

Станція оборудована новѣйшими аппаратами и машинами, испытываетъ всякаго рода круглые и плоскіе проволочные канаты всѣхъ фирмъ, и въ испытаніи сихъ канатовъ выдаетъ официальные свидѣтельства.

За испытаніе канатовъ всѣхъ діаметровъ и любой толщины проволоки станціей взимается:
за одинъ конецъ круглаго каната 4 руб. — за одинъ конецъ плоскаго каната 5 руб.

Завѣдующій станціей горный инженеръ Б. М. Файвишевичъ.

—9



