

# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЫЙ  
ГОРНЫМЪ УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ.

Томъ третій.

АВГУСТЪ.

1912 годъ.

## СОДЕРЖАНІЕ:

## ЧАСТЬ ОФИЦИАЛЬНАЯ.

## Узаконенія и распоряженія Правительства.

Объ измѣненіи устава акціонернаго общества горныхъ чугуноплавильныхъ заводовъ и фабрикъ „Стомпорковъ“ . . . . .	стр. 165
Объ утвержденіи устава Ремовскаго антрацитнаго акціонернаго Общества Бр. Безчинскихъ и Топиловскаго . . . . .	—
Объ измѣненіи устава Никольско-Маріупольскаго горнаго и металлургическаго Общества . . . . .	—
О продленіи срока для собранія основнаго капитала Восточно-Азіатскаго золотопромышленнаго акціонернаго Общества . . . . .	—
О продленіи срока для собранія капитала по акціямъ дополнительнаго выпуска акціонернаго Средне-Азіатскаго нефтепромышленно-торговаго Общества „Санто“ . . . . .	—
Объ измѣненіи устава Русскаго Товарищества „Нефть“ для добычи, перевозки, хранения и торговли продуктами нефти . . . . .	—
Объ измѣненіи устава Московско-Волжскаго нефтепромышленнаго и торговаго Общества „Виби-Эй-бать“ . . . . .	—
Объ утвержденіи правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности и дополнительныхъ правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности на золотыхъ и платиновыхъ промыслахъ . . . . .	—

О распространеніи въ Россіи нѣкоторыхъ правилъ и инструкцій о кустарномъ промыслѣ въ Кавказскомъ краѣ на промысла Туркестанскаго края . . . . .	стр. 199
О суммахъ раскладочнаго сбора съ золотого и платинопромышленныхъ предприятий и особаго сбора съ тѣхъ же предприятий, находящихся на посессионныхъ земляхъ, на 1912 годъ . . . . .	200

## ЧАСТЬ НЕОФИЦИАЛЬНАЯ.

## I. Горное и заводское дѣло.

Извлеченіе мѣди изъ рудъ электролизомъ. Горн. Инж. И. Н. Земницкаго. (Extraction du cuivre immédiatement de minerais au moyen d'électrolyse, par M-r I. Zemnitzky, ing. des mines). . . . .	137
Опредѣленіе основныхъ размѣровъ паровыхъ турбинъ. Горн. Инж. А. П. Германа. (Détermination des dimensions principales des turbines à vapeur, par M-r A. Hermann, ing. des mines). . . . .	172
Историческій обзоръ положенія въ Россіи вопроса о защитѣ сооружений на дневной поверхности отъ вреднаго вліянія рудниковъ. Проф. П. М. Леонтовскаго. (Aperçu historique de la question concernant la protection des édifices à la surface contre l'influence nuisible des exploitations souterraines des mines en Russie, par M-r le prof. P. Léontovsky). . . . .	208



# TOPHIM JOURNAL

FOR THE YEAR 1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911





## ЗАМѢЧЕННЫЯ ОШЕЧАТКИ.

---

I. Въ статьѣ Проф. *Е. С. Федорова*: „Система рудничныхъ плановъ“, помѣщенной въ книжкѣ № 6 „Горнаго Журнала“ за 1912 годъ.

<i>Страница:</i>	<i>Строка:</i>	<i>Напечатано:</i>	<i>Слѣдуетъ:</i>
171	3 снизу	венторъ	векторъ
и прочія		”	”

II. Въ статьѣ Горн. Инж. *А. А. Краснопольскаго*: „Грунтовые и артезіанскіе колодцы“, помѣщенной въ книжкѣ № 7 „Горнаго Журнала“ за 1912 годъ.

<i>Страница:</i>	<i>Строка:</i>	<i>Напечатано:</i>	<i>Слѣдуетъ:</i>
62	4 сверху	<i>k d p</i>	<i>k p</i>
65	25 „	нижняго края	стѣнки
—	30 „	края	стѣнки

---

---



# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ОФИЦІАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Августъ.

№ 8.

1912 г.

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

- № 93, ст. 682. Объ измѣненіи устава акціонернаго Общества горныхъ чугуноплавильныхъ заводовъ и фабрикъ „Стомпорковъ“.
- № 93, ст. 683. Объ утвержденіи устава Ремовскаго антрацитнаго акціонернаго Общества Бр. Безчинскихъ и Точиловскаго.
- № 93, ст. 686. Объ измѣненіи устава Никополь-Маріупольскаго горнаго и металлургическаго Общества.
- № 93, ст. 695. О продленіи срока для собранія основного капитала Восточно-Азіатскаго золотопромышленнаго акціонернаго Общества.
- № 93, ст. 698. О продленіи срока для собранія капитала по акціямъ дополнительнаго выпуска акціонернаго Средне-Азіатскаго нефтепромышленно-торговаго Общества „Санто“.
- № 93, ст. 701. Объ измѣненіи устава Русскаго Товарищества „Нефть“ для добычи, перевозки, храненія и торговли продуктами нефти.
- № 95, ст. 720. Объ измѣненіи устава Московско-Волжскаго нефтепромышленнаго и торговаго Общества „Биби-Эйбатъ“.

Распоряженіе, объявленное Правительствующему Сенату.

МИНИСТРОМЪ ТОРГОВЛИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ <sup>2)</sup>.

- № 85, ст. 730. Объ утвержденіи правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности и дополнительныхъ правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности на золотыхъ и платиновыхъ промыслахъ.

(Окончаніе. См. № 7).

Д. Мнропріятія противъ каменноугольной пыли.

§ 267. Во всѣхъ тѣхъ каменноугольныхъ рудникахъ, гдѣ, по заключенію мѣстнаго горнаго надзора, содержится газъ и пыль или значительное количество пыли, должны быть устроены и содержимы въ хорошемъ состояніи приспособленія для орошенія всѣхъ выработокъ, служащихъ для добычи угля, для доставки, для передвиженія и для провѣтриванія.

<sup>1)</sup> Распубликовано въ Собр. узак. и расп. Прав. за 1912 г. отдѣлъ II.

<sup>2)</sup> Распубликовано въ Собр. узак. и расп. Прав. за 1912 г. отдѣлъ I.



§ 268. Во всѣхъ развѣдочныхъ и подготовительныхъ, а также выемочныхъ путевыхъ и воздушныхъ выработкахъ, которыя по § 267 должны быть орошаемы, кровля и стѣны выработокъ, а равно и забои, и добытый уголь, должны быть, въ достаточной степени, смачиваемы водой.

Исключенія могутъ быть допускаемы для отдѣльныхъ рудниковъ съ особаго разрѣшенія Горнаго Управленія въ тѣхъ случаяхъ, когда отъ смачиванія потолка и боковъ выработокъ можетъ произойти разрыхленіе окружающей горной породы и вслѣдствіе этого значительное увеличеніе опасности отъ обваловъ какъ пустой породы, такъ и угля.

§ 269. За достаточное орошеніе забоевъ и развѣдочныхъ подготовительныхъ и выемочныхъ выработокъ (§ 268) на разстояніи 10 саж. (21,34 метр.) отъ забоевъ отвѣчаютъ старшіе рабочіе соотвѣтственнаго забоя. Орошеніе путевыхъ и воздушныхъ штрековъ должно производиться особыми отвѣтственными лицами, спеціально для этого назначенными въ достаточномъ числѣ; эти лица должны быть снабжаемы завѣдующимъ работами или замѣстителемъ его подробнымъ письменнымъ указаніемъ—въ чемъ должны состоять ихъ обязанности. Имена этихъ лицъ и данныя имъ указанія должны быть занесены въ особую книгу.

§ 270. Лица, наблюдающія за орошеніемъ, должны немедленно доводить до свѣдѣнія штейгера или его замѣстителя о тѣхъ случаяхъ, когда, по причинѣ недостатка воды или поврежденія водопроводовъ и ихъ принадлежностей, нельзя было произвести орошеніе.

Штейгеръ или его замѣститель при осмотрѣ рудника должны слѣдить за тѣмъ, чтобы тѣ лица, которымъ поручено орошеніе выработокъ, точно исполняли свои обязанности, чтобы недостатки и поврежденія водопроводовъ были устраняемы; если же орошеніе невозможно, то взрывныя работы въ соотвѣтственныхъ пунктахъ должны быть прекращены.

Кромѣ штейгера или его замѣстителя отвѣтственность за устройство, содержаніе и цѣлесообразное примѣненіе приспособленій для орошенія падаетъ и на завѣдующаго работами.

§ 271. Воспрещается разрыхленіе угля, застрявшаго въ скатѣ, посредствомъ взрыванія въ нихъ патроновъ взрывчатыхъ веществъ.

#### *Е. Освѣщеніе.*

§ 272. Примѣненіе открытыхъ лампъ запрещается во всѣхъ рудничныхъ выработкахъ. Во всѣхъ мѣстахъ рудника должны быть примѣняемы только предохранительныя лампы.

§ 273. Предохранительныя лампы должны удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ:

а) онѣ должны быть такъ устроены, чтобы было обезпечено плотное и прочное соединеніе отдѣльныхъ частей между собою;

б) стеклянный цилиндръ долженъ быть приготовленъ изъ хорошаго закаленного стекла; плоскости основаній его должны быть отшлифованы точно и перпендикулярно къ оси цилиндра;

в) каждая лампа должна быть снабжена двумя проволочными сѣтками, изъ коихъ каждая должна быть такой густоты, чтобы на 1 кв. сантим. (0,155 кв. дюйм.)



ея площади приходилось не менѣе 144 одинаковой величины отверстій, причемъ диаметръ проволоки не долженъ быть меньше 0,3 мм. (0,1181 линіи) и больше 0,4 мм. (0,1575 линій);

г) лампы съ внутреннимъ приспособленіемъ для зажиганія должны быть такъ устроены, чтобы проволочная сѣтка представляла достаточно гарантій противъ прорыванія пламени при новомъ зажиганіи потухшей лампы; въ качествѣ же внутреннихъ зажигателей могутъ примѣняться лишь зажигатели тренія съ парафинированными лентами и съ капсюлями изъ бѣлаго фосфора;

д) лампы должны быть снабжены надежнымъ замкомъ, напр., пломбовымъ съ маской или безъ нея, боковымъ магнитнымъ или же другимъ замкомъ, признаннымъ мѣстнымъ Горнымъ Управленіемъ удовлетворительнымъ; въ коняхъ съ внезапнымъ выдѣленіемъ гремучаго газа или признанныхъ Горнымъ Управленіемъ особо опасными въ предохранительныхъ лампахъ должно быть два затвора, изъ коихъ одинъ долженъ быть пломбовый;

е) лампы съ подводомъ воздуха къ горѣлкѣ снизу допускаются къ примѣненію только при условіи, что отверстія, служащія для притока воздуха, настолько защищены двойною сѣткою и шлемомъ, что нельзя опасаться выбиванія пламени черезъ эти отверстія.

Въ настоящее время рекомендуются слѣдующія предохранительныя лампы: 1) Вольфа, 2) Марсо, 3) Мюзелера со шлемомъ, 4) Фюма и другія, удовлетворяющія вышеозначеннымъ условіямъ.

Постоянное освѣщеніе рудничныхъ дворовъ и машинныхъ камеръ можетъ производиться посредствомъ тѣхъ же лампъ большихъ размѣровъ.

§ 274. Примѣненіе предохранительныхъ лампъ со шлемами обязательно въ слѣдующихъ случаяхъ: 1) въ рудникахъ, признанныхъ Горнымъ Управленіемъ или Горнымъ Департаментомъ, по принадлежности, особо опасными въ отношеніи выдѣленія гремучаго газа и присутствія угольной пыли; 2) въ рудникахъ газовыхъ и содержащихъ угольную пыль, — во всѣхъ вентиляціонныхъ выработкахъ, по которымъ удаляется испорченный воздухъ со скоростью болѣе 20 фут. (6,096 метр.) въ секунду, и 3) во всѣхъ выработкахъ, гдѣ наблюдается течъ съ потолка и боковъ.

§ 275. Примѣненіе лампъ, представляющихъ уклоненіе отъ требованій, указанныхъ въ § 273, допускается только съ разрѣшенія Горнаго Управленія или Горнаго Департамента, по принадлежности, по представленію окружнаго инженера.

§ 276. Обязанность пріобрѣтенія, храненія и содержанія предохранительныхъ лампъ лежитъ на управленіи рудниковъ. Рабочимъ воспрещается употреблять собственныя предохранительныя лампы.

Число исправныхъ лампъ, имѣющихся на каждомъ самостоятельномъ рудникѣ, должно быть на 25% больше полного числа рабочихъ, занятыхъ въ подземныхъ выработкахъ. Каждая лампа должна быть снабжена номеромъ, записаннымъ на имя соотвѣтственнаго рабочаго.

До передачи лампъ рабочимъ, онѣ должны быть изслѣдованы на плотное соединеніе нижнихъ частей ея, посредствомъ продуванія воздуха, и должны быть выдаваемы рабочимъ лишь въ чистомъ, неповрежденномъ и хорошо закрытомъ видѣ, въ чемъ каждый рабочій долженъ удостовѣриться лично. Принявъ лампу, рабочій отвѣчаетъ за ея исправность.



§ 277. Для выдачи, обратнаго приѣма и необходимаго при этомъ испытанія предохранительныхъ лампъ должны быть назначены спеціальныя надежныя лица, которыя отвѣчаютъ за то, чтобы лампы выдавались только въ безукоризненномъ состояніи, и которыя должны доводить до свѣдѣнія завѣдующаго работами о каждомъ рабочемъ, своевольно допустившемъ отмыканіе лампы или ея поврежденіе.

Выдача лампъ должна быть такъ организована, чтобы всегда возможно было установить лицо, выдавшее лампу рабочему и взявшее ее обратно.

§ 278. При каждомъ рудникѣ должны быть устроены особыя ламповыя отдѣленія, причемъ главные ламповыя отдѣленія должны быть расположены въ отдѣльномъ огнебезопасномъ зданіи на дневной поверхности. Внутри рудниковъ могутъ быть устраиваемы только вспомогательныя ламповыя отдѣленія для храненія запасныхъ заправленныхъ на поверхности и зажженныхъ лампъ, открывать которыя въ этихъ отдѣленіяхъ воспрещается. Подземныя ламповыя отдѣленія должны находиться въ тѣхъ мѣстахъ рудника, гдѣ атмосфера не содержитъ гремучаго газа, и должны быть хорошо провѣтриваемы.

Запасныя лампы должны храниться въ извѣстныхъ рабочихъ пунктахъ, причемъ въ каждомъ самостоятельномъ рудничномъ участкѣ должно быть не менѣе одного такого пункта.

§ 279. Чистка лампъ, наполненіе ихъ масломъ или другимъ дозволеннымъ къ употребленію освѣтительнымъ веществомъ и зажиганіе должны быть поручаемы особымъ исполнѣмъ благонадежнымъ лицамъ, которымъ однимъ предоставляется право отмыкать (въ главныхъ ламповыхъ отдѣленіяхъ) металлическія сѣтки отъ лампъ и зажигать фитили.

§ 280. Завѣдующій работами обязанъ черезъ каждые три мѣсяца подвергать точному осмотру всѣ лампы. Результатъ этого осмотра долженъ быть, не позже слѣдующаго дня, занесенъ въ назначенную для этого книгу, съ одновременнымъ указаніемъ тѣхъ лампъ, которыя въ виду ихъ поврежденія временно исключаются изъ употребленія.

§ 281. При храненіи на поверхности при рудникахъ минеральныхъ маселъ, нефти и продуктовъ ея перегонки должно руководствоваться Высочайше утвержденными 11 іюня 1891 г. на этотъ предметъ правилами со всѣми къ нимъ дополнительными постановленіями.

§ 282. Помѣщать бензинъ въ склады и брать его оттуда разрѣшается лишь особо уполномоченнымъ на то лицамъ.

Чистка лампъ и наполненіе ихъ бензиномъ не должны происходить въ одномъ и томъ же помѣщеніи. Равнымъ образомъ зажиганіе лампъ должно производиться въ совершенно изолированномъ помѣщеніи. Помѣщенія, гдѣ производятся чистка и наполненіе лампъ, должны быть сооружены изъ кирпича или другого огнестойкаго матеріала и отдѣлены отъ помѣщеній, гдѣ хранится бензинъ и производится выдача лампъ рабочимъ.

Помѣщенія, гдѣ производятся наполненіе и чистка бензиновыхъ лампъ, должны отстоять, по крайней мѣрѣ, на 4,5 саж. (9,60 метр.) отъ надшахтнаго зданія и связанныхъ съ нимъ сооружений.

Названныя помѣщенія должны хорошо вентилироваться. Отопленіе ихъ не должно производиться желѣзными или чугунными печами и внутрь ихъ не должны выходить топки какихъ бы то ни было печей.



Для освѣщенія означенныхъ помѣщеній должны служить лишь закрытыя предохранительныя лампы, либо электрическія лампочки накаливанія съ предохранительными изъ толстаго стекла колпаками и съ металлическими сѣтками.

Братъ бензинъ изъ склада, равно какъ и переносить его въ помѣщенія для наполненія и чистки лампъ, слѣдуетъ только днемъ, если нѣтъ особаго трубопровода между складомъ и названными помѣщеніями.

Въ указанныхъ помѣщеніяхъ запасы бензина можно хранить лишь въ металлическихъ, плотно закупоренныхъ сосудахъ, емкостью не болѣе 40 литровъ (3,252 ведра). Сосуды эти должны быть устроены, чтобы бензинъ при наливаніи лампъ не проливался.

Если эти сосуды соевинены съ находящимися въ складѣ бензиновмѣстилищами помощью трубопровода, то въ послѣднемъ должны быть устроены два крана—одинъ въ складѣ, другой въ помѣщеніи, гдѣ происходитъ разливка бензина въ лампы. Оба крана послѣ каждаго наполненія лампъ слѣдуетъ закрывать.

Рабочіе столы, гдѣ происходитъ наливаніе лампъ и чистка ихъ, должны быть такъ размѣщены, чтобы рабочіе, въ случаѣ опасности, могли удалиться безъ задержки. Двери должны открываться наружу.

Въ вышеуказанныхъ помѣщеніяхъ строго запрещается курить табакъ, имѣть при себѣ спички, а равнымъ образомъ входить въ эти помѣщенія съ открытымъ огнемъ.

Матеріаль для чистки лампъ, какъ то: шерсть, тряпки и т. п. до уничтоженія должны храниться въ особыхъ желѣзныхъ ящикахъ, плотно закрывающихся крышками.

Воспрещается вынимать, чистить, приводить въ порядокъ и укрѣплять зажигатели лампъ на томъ столѣ, гдѣ наполняются и закрываются ламповые резервуары. Равнымъ образомъ, воспрещается лицамъ, занятымъ наполненіемъ лампъ бензиномъ и ихъ закрывающимъ, производить вышеперечисленныя работы по заправкѣ ламповыхъ зажигателей.

Зажигательныя ленты, бывшія въ употребленіи, должны быть убираемы въ особыя вмѣстилища, наполненныя водой.

Помѣщеніе, гдѣ производится чистка и наполненіе лампъ, слѣдуетъ всегда содержать въ чистотѣ.

§ 283. Предохранительныя лампы должны быть возвращаемы ламповщику въ концѣ каждой смѣны или когда ими нельзя болѣе пользоваться. Если къ определенному часу тѣ или другія лампы не возвращены рабочими, то ламповщикъ долженъ немедленно сообщить объ этомъ штейгеру. При возвратѣ лампъ ламповщики должны осматривать ихъ и, въ цѣляхъ болѣе строгаго надзора, давать отчетъ о состояніи ихъ штейгерамъ.

§ 284. При спускѣ въ рудникъ и при работѣ лампу слѣдуетъ держать отвѣсно и, по возможности, ниже, не размахивать ею, не ставить ее при устьѣ воздушныхъ трубъ и защищать ее отъ сильной струи воздуха, равно какъ и отъ поврежденій.

Если предохранительная лампа загрязнится или испортится, или начнетъ накаливаться, то ее слѣдуетъ погасить, прикручивая свѣтильную или закрывая ламповую сѣтку шлемомъ или одеждою, но отнюдь не задувая ее.

Если отъ паденія или удара и вообще при обстоятельствахъ, могущихъ повлечь за собой поврежденіе, потухнетъ предохранительная лампа, снабженная



внутреннимъ зажигателемъ, зажигать внутри копи такую лампу воспрещается впредь до выясненія полной ея исправности.

§ 285. Въ случаѣ поврежденія лампы во время работы, рабочіе обязаны немедленно обмѣнить эти лампы на другія запасныя.

§ 286. Штейгера обязаны ознакомлять рабочихъ, неопытныхъ въ обращеніи съ предохранительными лампами въ газовыхъ смѣсяхъ, съ тѣми опасностями, которыя связаны съ неосторожнымъ обращеніемъ съ лампой.

§ 287. Воспрещается открывать или повреждать лампы и брать съ собою инструменты, служащіе для отмыканія или замыканія лампъ, а также накаливать или воспламенять какіе бы то ни было матеріалы и вещества о сѣтку лампы.

## **ХП. Общія правила по освѣщенію, обязательныя для всѣхъ рудниковъ.**

§ 288. При подземныхъ горныхъ работахъ воспрещается употреблять лампы безъ стекла, когда освѣтителнымъ матеріаломъ служить керосинъ, нефть или смѣсь ихъ съ другими освѣтителными матеріалами. При означенныхъ работахъ воспрещается также примѣненіе лучины и факеловъ.

*Примѣчаніе 1.* Правило сего параграфа не распространяется на лампы съ чистымъ растительнымъ масломъ.

*Примѣчаніе 2.* Въ случаѣ примѣненія бензиновыхъ лампъ въ каменноугольныхъ кояхъ, не содержащихъ гремучаго газа, а также при подземныхъ разработкахъ прочихъ полезныхъ ископаемыхъ, для такихъ копей и разработокъ обязательно соблюденіе требованій § 282 настоящихъ правилъ.

*Примѣчаніе 3.* Въ каменноугольныхъ кояхъ, не содержащихъ гремучаго газа, допускается примѣненіе предохранительныхъ лампъ не только съ двойной сѣткою, но и упрощеннаго типа, а также открытыхъ лампъ, не дающихъ копоти.

§ 289. Мѣста нарузки и вырузки въ вертикальныхъ и наклонныхъ выработкахъ, по которымъ откатка производится помощью лошадей и машинъ, а также мѣста перегрузки и мѣста скрещиванія главныхъ откаточныхъ штрековъ, должны быть освѣщаемы во время доставки специальными постоянными лампами или фонарями.

§ 290. Передвиженіе безъ лампы и свѣчей въ такихъ выработкахъ, которые не освѣщены ни дневнымъ свѣтомъ, ни искусственно, воспрещается.

§ 291. Всѣ выработки на дневной поверхности и всѣ не совсѣмъ закрытыя помѣщенія, въ которыхъ находятся машины, трансмиссіи, подъемные механизмы и пр., должны быть при ночной работѣ освѣщаемы постоянно висящими лампами или фонарями.

## **ХШ. По механической обработкѣ полезныхъ ископаемыхъ.**

§ 292. Владѣльцы рудниковъ и пріисковъ, которые, съ цѣлью механической обработки получаемыхъ при добычѣ полезныхъ ископаемыхъ, пожелаютъ устроить особыя фабрики, оборудованныя механическими двигателями (за исключеніемъ приспособленія простѣйшаго устройства: бутары, кулибинки и т. п.), обязаны за мѣсяцъ до открытія такихъ фабрикъ довести о томъ окружному инженеру. Къ этому заявленію должно быть приложено краткое описаніе и чертежъ фабрики съ обозначеніемъ мѣста постройки.

Такія же требованія предъявляются и въ отношеніи капитальнаго переустройства означенныхъ фабрикъ.

§ 293. При обработкѣ минеральныхъ ископаемыхъ ядовитыя и вредныя воды, предварительно выхода ихъ изъ зумфовъ, ларей и т. п. вмѣстилищъ, должны быть обезврежены.

*Примѣчаніе.* На промывальныхъ устройствахъ для каменнаго угля и у коксовальныхъ печей примѣняются, кромѣ постановленій §§ 292—293, еще постановленія отдѣла VIII „Правилъ по предупрежденію несчастныхъ случаевъ при работахъ на горныхъ заводахъ“.

#### **XIV. По брикетированію и дробленію угля.**

§ 294. Всѣ фабричныя помѣщенія должны быть безопасны въ пожарномъ отношеніи; сушильное и прессовочное отдѣленія слѣдуетъ сооружать исключительно изъ огнестойкихъ матеріаловъ.

Крыши слѣдуетъ крыть огнестойкими матеріалами и надъ тѣми помѣщеніями, гдѣ скопляются значительныя количества пыли, устраивать вытяжныя трубы.

§ 295. Во всѣхъ помѣщеніяхъ должно быть достаточное число выходовъ для безпрепятственнаго удаленія рабочихъ въ случаѣ несчастія. Выходныя двери должны открываться наружу.

§ 296. Двери, соединяющія разныя помѣщенія внутри фабрики (главнѣйше въ сушильномъ и прессовочномъ отдѣленіи), должны быть желѣзныя и самозатворяющіяся.

Лѣстницы, соединяющія разные этажи въ сушильномъ и прессовочномъ отдѣленіяхъ, должны быть сдѣланы изъ огнестойкаго матеріала.

§ 297. Всѣ помѣщенія, гдѣ можетъ скопиться большое количество каменноугольной пыли, должны быть хорошо отдѣлены отъ прочихъ помѣщеній. Всякихъ выступовъ и поверхностей, гдѣ могла бы скопиться пыль, слѣдуетъ избѣгать; углубленія (напр., для маховиковъ и т. п.) должны быть легко доступны для чистки.

Для устраненія образованія пыли должны быть устроены соотвѣтствующая вентиляція и приспособленія для орошенія; во всѣхъ помѣщеніяхъ, гдѣ могутъ скопиться газы (напр., при элеваторахъ для высушеннаго угля), должны быть устроены вытяжныя каналы (трубы).

§ 298. Полъ въ угледробильномъ, прессовочномъ и сушильномъ отдѣленіяхъ слѣдуетъ ежедневно чистить и поливать водой. Всѣ фабричныя помѣщенія слѣдуетъ тщательно чистить, по меньшей мѣрѣ, разъ въ недѣлю.

§ 299. Въ элеваторахъ и кожухахъ червяковъ слѣдуетъ избѣгать мертвыхъ угловъ, дабы тамъ уголь не залеживался.

§ 300. Всѣ фабричныя помѣщенія должны освѣщаться въ достаточной мѣрѣ. При искусственномъ освѣщеніи слѣдуетъ употреблять исключительно хорошо закрытыя и прочно прикрѣпленныя лампы.

Угледробильное, сушильное и прессовочное отдѣленія должны освѣщаться только электрическими лампами накаливанія, снабженными колпаками изъ толстаго стекла и металлической сѣткой, или рудничными предохранительными лампами.

Чистку и наполненіе, равно и зажиганіе лампъ запрещается производить въ сушильныхъ отдѣленіяхъ.



§ 301. Куреніе табаку внутри фабричныхъ помѣщеній воспрещается, о чемъ должны быть вывѣшены объявленія.

§ 302. Работа на брикетныхъ и угледробильныхъ фабрикахъ должна производиться подѣ постояннымъ наблюденіемъ надежнаго и вполне опытнаго лица.

*Примѣчаніе.* Изложенныя правила §§ 294—302 относятся до фабрикъ постоянныхъ; для устройствъ опытныхъ и временныхъ допускаются отступленія, если противъ явной ихъ опасности не будетъ сдѣлано возраженій мѣстнымъ окружнымъ инженеромъ.

#### **XLV. Въ отношеніи паровыхъ котловъ и машинъ.**

§ 303. Правила безопасности, предписанныя закономъ для устройства, установки, содержанія, употребленія и освидѣтельствованія паровыхъ котловъ, а также отдѣлы II—VI „Правиль по предупрежденію несчастныхъ случаевъ при работахъ на горныхъ заводахъ“, обязательны и для паровыхъ котловъ и всякаго рода машинъ, устраиваемыхъ на рудникахъ и промыслахъ.

*Примѣчаніе 1.* При соединеніи нѣсколькихъ котловъ въ группу, каждый котелъ долженъ имѣть особый манометръ.

*Примѣчаніе 2.* При условіи нахождения котловъ въ одномъ помѣщеніи, на одного кочегара должно причитаться не болѣе слѣдующаго числа паровыхъ котловъ: а) при отопленіи углемъ или дровами—не болѣе 2 при 2-смѣтной и не болѣе 3 при 3-смѣтной работѣ; б) при отопленіи нефтью—не болѣе 4; в) при отопленіи газомъ—не болѣе 5, и г) при механическомъ питаніи углемъ—число кочегаровъ можетъ быть уменьшено въ зависимости отъ принятой системы; при этомъ на каждое котельное помѣщеніе, въ которомъ задолжено болѣе 5 кочегаровъ, должно имѣть опытнаго надсмотрщика, обязаннаго наблюдать за правильностью ухода за паровыми котлами. Что же касается отдѣльно расположенныхъ котловъ, то каждый такой котелъ долженъ имѣть особаго кочегара. Состояшіе при котлахъ кочегары во время ухода за дѣйствующими котлами не должны быть задолжаемы на подвозку горючаго, а также на работу по ремонту котловъ. При небольшихъ паровыхъ котлахъ, въ видѣ исключенія, допускается подвозка горючаго къ котлу кочегарами при разстояніи, не превышающемъ 5 саж. (10,668 метр.).

§ 304. Всякая вновь установленная машина, предназначаемая для спуска и подъема людей въ горныя выработки, должна быть пущена въ ходъ не иначе, какъ по увѣдомленіи о томъ окружнаго инженера, который при первомъ пріѣздѣ на рудникъ, послѣ спуска такой машины въ ходъ, производитъ подробный осмотръ ея частей и въ присутствіи завѣдующаго работами составляетъ актъ освидѣтельствованія, въ которомъ должно быть объяснено, въ какой степени выполнены какъ настоящія правила, такъ и существующія въ законахъ постановленія о безопасности машинъ и паровыхъ котловъ. Актъ, составленный окружнымъ инженеромъ, сохраняется при дѣлахъ управленія рудника.

§ 305. Паропроводы на рудникахъ должны быть такъ устроены и такъ защищены, чтобы, въ случаѣ поломки трубы, рабочіе могли безопасно удалиться.

Для этой цѣли паропроводы, проложенные въ рудничныхъ выработкахъ, должны быть снабжены автоматическими клапанами, отсѣкающими, при случайной поломкѣ трубы, дальнѣйшій притокъ пара. По крайней мѣрѣ одинъ изъ такихъ

клапановъ долженъ быть установленъ при входѣ паропровода въ рудничныя подземныя выработки. Пригодность приборовъ должна провѣряться при испытаніяхъ не рѣже двухъ разъ въ годъ.

§ 306. Машины, примѣняемыя для спуска и подъема рабочихъ, должны имѣть два правильно устроенныхъ тормоза, а также сигналы, предупреждающіе о приближеніи клѣти къ поверхности, и устройства, устраняющія подъемъ ея подъ шкивы; на видномъ для машиниста мѣстѣ долженъ быть помѣщенъ отъ паропроводящей къ машинѣ трубы—манометръ.

*Примѣчаніе.* Требованіе о наличности двухъ тормозовъ не распространяется на машины, установленныя до изданія настоящихъ правилъ.

§ 307. Машинисту вмѣняется въ обязанность при спускѣ рабочихъ въ выработки и подъемѣ оттуда не превосходить наибольшую скорость, опредѣленную завѣдующимъ работами, а также не отлучаться отъ машины. Кочегарамъ воспрещается отлучаться отъ паровыхъ котловъ во время ихъ дѣйствія, за исключеніемъ крайней необходимости для отправленія естественныхъ потребностей.

§ 308. Правила, которыя относятся непосредственно до машинистовъ и кочегаровъ, должны быть извѣстны имъ и вывѣшены на видномъ мѣстѣ въ машинныхъ помѣщеніяхъ.

§ 309. При рудничныхъ механизмахъ съ зубчатымъ приводомъ, зубчатые колеса должны быть, во избѣжаніе неосторожнаго соприкосновенія съ ними, прикрыты или снабжены вполне надежными огражденіями.

#### **XVI. По предупрежденію случаевъ паденія людей въ выработки.**

§ 310. Устья шахтъ, гезенковъ и скатовъ съ уклонами болѣе 20° во время производства работъ должны быть постоянно ограждены съ нерабочихъ сторонъ, съ рабочихъ же—имѣть затворы въ видѣ западней, ставней, дверей или (при шахтахъ) автоматически дѣйствующія рамы, закрывающіяся на время остановки работъ.

Соотвѣтственныя устройства должны быть расположены и на различныхъ этажахъ, чтобы предохранять рабочихъ отъ паденія въ шахту. У зумпфа шахтъ должны быть приспособленія для предотвращенія опусканія клѣтей или бадей съ рабочими въ воду, которая можетъ скопиться внизу шахты (въ зумпфѣ).

*Примѣчаніе.* Западни надъ лѣстничными отдѣленіями, а также площадки въ этихъ послѣднихъ должны устраиваться рѣшетчатыми въ видахъ ослабленія вреднаго вліянія на вентиляцію отъ закрытія отверстій глухою западнею.

§ 311. Устья наклонныхъ шахтъ и штоленъ должны имѣть двери. Въ то время, когда работы почему-либо остановлены, двери должны быть закрыты.

§ 312. Устья горныхъ выработокъ, выходящихъ на поверхность и остановленныхъ на продолжительное время, должны прочно огораживаться; вертикальныя шахты должны быть немедленно перекрыты прочнымъ помостомъ.

*Примѣчаніе.* Устья шахтъ, исключительно предназначенныхъ для поддержанія вентиляціи въ рудникахъ, не находящіяся въ надшахтных зданіяхъ, должны быть окружены прочной стѣнкой, по крайней мѣрѣ, въ 2 арш. (1,422 метр.) высотой. Доступъ къ устьямъ упомянутыхъ шахтъ долженъ быть только черезъ боковую дверь, запертую на ключъ. Точно также должны запирались на ключъ и двери, устраиваемыя въ самой шахтѣ при встрѣчѣ горизонтальныхъ выработокъ съ воздушными шахтами или шурфами.



§ 313. Всѣ шахты съ ручнымъ подъемомъ должны быть снабжены со всѣхъ сторонъ порогами и ограждениями, съ нерабочихъ сторонъ — постоянными и съ рабочихъ — закрывающимися на время остановки подъема. Помость и пороги у устьевъ шурфовъ и шахтъ должны быть всегда очищаемы отъ накапливающейся породы и льда. Поднятая на поверхность порода должна складываться въ груды отъ устья шахты или шурфа на такое разстояніе, чтобы она не представляла опасности для лицъ, находящихся въ этихъ шахтахъ или шурфахъ. При отливкѣ воды бадьей внизу должно отбивать пристающіе къ ея дну куски породы.

§ 314. Въ населенныхъ пунктахъ и около дорогъ и тропъ провалы на поверхности, происшедшіе отъ горныхъ подземныхъ работъ и разработки разносами съ тѣхъ сторонъ, откуда нѣтъ въ нихъ съѣздовъ, положе  $30^{\circ}$ , должны обноситься загородками или стѣнами и валами, высотой не менѣе 2 арш. (1,422 метр.).

§ 315. Въ населенныхъ пунктахъ и около дорогъ и тропъ шурфы и дудки, въ предупрежденіе несчастій, въ нерабочее время должны прикрываться бревнами, толстыми половинками или тщательно огораживаться. Шурфы, дудки и рвы, по минованіи въ нихъ надобности, слѣдуетъ засыпать или ограждать, согласно § 314.

§ 316. Каждое подъемное отдѣленіе подъемной шахты у каждой подъемной площадки должно быть снабжено устройствомъ, предупреждающимъ возможность паденія въ выработку людей или вагонетокъ.

§ 317. Передъ устьями шахтъ для обыкновеннаго подъема породъ бадьями должна быть установлена прочная поперечная перекладина, которая служила бы опорой для бадейщиковъ и въ то же время не препятствовала бы проходу подъ ней доставочныхъ сосудовъ.

Если устья выработокъ во время пріемки бадей съ пріемной стороны остаются неогражденными, рабочіе, принимающіе бадьи, должны быть прикрѣпляемы поперекъ туловища достаточно длиннымъ, не стѣсняющимъ ихъ движенія предохранительнымъ поясомъ къ прочной опорѣ, способной выдержать тяжесть ихъ тѣла.

§ 318. Устья подъемныхъ шахтъ должны быть такъ устроены, чтобы сцѣпленіе и расцѣпленіе доставочныхъ сосудовъ и матеріаловъ не были сопряжены съ опасностью для рабочихъ, занятыхъ у устья шахты или въ рудничныхъ дворахъ.

§ 319. Во время передвиженія людей у устьевъ выработокъ и во всѣхъ откаточныхъ, воздушныхъ и путевыхъ штрекахъ не должны лежать какіе-либо предметы, стѣсняющіе передвиженіе.

§ 320. Всѣ путевыя шахты должны быть содержимы чисто, а зимою — своевременно очищаемы отъ льда. Путевое отдѣленіе въ подъемныхъ шахтахъ должно быть всегда такъ устроено, чтобы доступъ къ нему изъ рудничнаго двора не былъ затруднителенъ. Если путевое отдѣленіе составляетъ только часть шахты, служащей для другихъ цѣлей, то оно должно быть изолировано отъ прочихъ отдѣленій досчатой перегородкой по всей длинѣ выработки сплошь или въ разбѣжку, но съ промежутками не болѣе 4 вершковъ (0,178 метр.). Двери и заслонки въ такихъ перегородкахъ должны быть прочно закрыты во время доставки.

## **XVII. По предупрежденію опасности вреда отъ воды и газовъ.**

§ 321. Въ предупрежденіе неожиданныхъ затопленій или прорыва газа, каждый рудникъ, за исключеніемъ открытыхъ работъ, которыя въ отношеніи цѣликовъ подчиняются требованію § 167 настоящихъ правилъ, долженъ имѣть предо-

хранительные цѣлики по границамъ работъ съ сосѣдними рудниками. Обязательная наименьшая ширина цѣликовъ назначается въ 5 саж. (10,668 метр.) для пологопадающихъ мѣсторожденій и въ 8 саж. (17,069 метр.) для крутопадающихъ, считая пополамъ для каждаго изъ смежныхъ владѣній. Цѣлики эти могутъ вырабатываться на очистку и пробиваться ходами только съ вѣдома мѣстнаго горнаго надзора и въ тѣхъ случаяхъ, когда на то послѣдуетъ согласіе владѣльцевъ смежныхъ рудниковъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда работы производятся ниже старыхъ затопленныхъ выработокъ, предохранительный цѣликъ долженъ быть отъ 5 саж. (10,668 метр.) до 15 саж. (32 метр.) толщины по паденію, что устанавливается мѣстнымъ горнымъ надзоромъ.

Работы ниже горизонта затопленныхъ выработокъ разрѣшаются при условіи своевременнаго чрезъ окружнаго инженера увѣдомленія Горнаго Управленія или Горнаго Департамента, по принадлежности.

*Примѣчаніе 1.* Требования настоящаго параграфа сохраняютъ свою силу, когда горныя работы удаляются не болѣе одной версты (1,067 киломт.) отъ капитальной шахты или кверхшлага, откуда начинается маркшейдерская съемка; при дальнѣйшемъ же развитіи работъ на каждыя 100 саж. (213,361 метр), толщина цѣликовъ должна быть увеличена на 1 сажень (2,134 метр.).

*Примѣчаніе 2.* Отступленія въ ту или другую сторону отъ указанныхъ въ семъ параграфѣ нормальныхъ размѣровъ цѣликовъ допускаются Горнымъ Управленіемъ по представленію окружнаго инженера.

§ 322. Въ выработкахъ, проводимыхъ подъ плавучими породами, требуется оставленіе въ кровлѣ предохранительной толщи, достаточной мощности и обезпечивающее отъ прорыва воды.

§ 323. Шахты всякаго рода и буровыя скважины, проводимыя въ направленіи къ подземнымъ выработкамъ, должны быть такъ устроены и задѣланы, чтобы поверхностныя воды чрезъ нихъ не могли проникать внутрь рудника, исключая тѣхъ случаевъ, когда буровая скважина служитъ для доставки воды.

§ 324. Подъ русломъ рѣчекъ, дномъ прудовъ и другихъ водовмѣстилищъ должны быть оставляемы предохранительные цѣлики, размѣръ коихъ опредѣляется мѣстнымъ горнымъ надзоромъ, или выработанныя пространства тщательно закладываемы пустой породой. Если разработки угрожаютъ затопленіемъ сосѣднихъ работъ чрезъ трещины, образовавшіяся отъ осѣданія породъ, то такія разработки могутъ быть останавливаемы распоряженіемъ Горнаго Управленія, по предварительномъ обсужденіи этого вопроса съ заинтересованными горнопромышленниками.

§ 325. Всѣ рудничныя выработки, которыя при ихъ проводѣ приближаются къ границамъ предохранительныхъ цѣликовъ или къ мѣстамъ, въ которыхъ можно ожидать скопленія воды или газовъ, должны быть проводимы не иначе, какъ по маркшейдерскимъ планамъ и изъ забоевъ этихъ выработокъ необходимо проводить по разнымъ направленіямъ пробныя (передовыя) буровыя скважины, діаметромъ не болѣе 1,5 дм. (33 мм.), каковыя слѣдуетъ также наносить на планы.

Владѣльцы рудниковъ имѣютъ право требовать отъ маркшейдеровъ, чрезъ окружныхъ инженеровъ, выдачи имъ за вознагражденіе, согласно такѣ за произведенныя маркшейдерскія работы, копіи плановъ тѣхъ частей выработокъ, которыя непосредственно прилегаютъ къ ихъ подземнымъ работамъ.



§ 326. Надъ мѣстами производства очистныхъ выемокъ надлежитъ устранять всякія значительныя скопленія воды на поверхности.

§ 327. Если окажется необходимымъ отводить скопленія воды или удалять скопившіеся газы изъ всѣхъ подземныхъ или изъ большихъ выемочныхъ полей, то объ этомъ должно быть заявлено мѣстному горному надзору.

При такихъ обстоятельствахъ слѣдуетъ:

1) поперечное сѣченіе проработки (дурхшлага) довести до необходимаго минимальнаго размѣра. Въ случаѣ примѣненія при этомъ порохоотрѣльной работы, не слѣдуетъ взрывать болѣе одного шпура;

2) проводить передовыя бурныя скважины, діаметромъ не выше 1,5 дм. (33 мм.), обезпечивающія безопасное выпусканіе воды и предупреждающія внезапный прорывъ ея или вредныхъ газовъ; при этомъ также слѣдуетъ запасаться пробками, соотвѣтствующими діаметру скважинъ;

3) устроить соотвѣтствующую перемычку, на случай внезапнаго прорыва воды или газовъ;

4) одну изъ имѣющихся вблизи выработокъ необходимо содержать хорошо освѣщенной, съ проведеннымъ къ ней канатомъ или направляющими перилами, служащими для спасенія рабочихъ въ минуту опасности отъ прорыва воды или газовъ;

5) обращать вниманіе на то, чтобы рабочіе, находящіеся при другихъ рудничныхъ работахъ, были бы въ полной безопасности отъ прорыва ожидаемой воды или газовъ, и если окажется необходимымъ, то производство смежныхъ работъ слѣдуетъ прекратить, пока не послѣдуетъ удаленіе воды или газовъ.

*Примѣчаніе 1.* Отступленія отъ требованій этого параграфа могутъ быть допускаемы не иначе, какъ съ разрѣшенія мѣстнаго окружнаго инженера.

*Примѣчаніе 2.* Лица, коимъ поручено наблюденіе за буреніемъ пробныхъ скважинъ, даютъ о состояніи скважинъ отчетъ завѣдующему работами передъ началомъ каждой смѣны.

#### **XVIII. По предупрежденію и тушенію рудничныхъ пожаровъ.**

§ 328. Устья шахтъ, чрезъ которыя свѣжій воздухъ входитъ въ рудникъ, слѣдуетъ снабжать желѣзными западнями, крышками и т. п., легко закрываемыми на случай возникновенія пожара на поверхности, для изолированія шахты отъ проникновенія въ рудникъ пламени и горючихъ газовъ. Къ путевому отдѣленію такихъ шахтъ долженъ быть устраиваемъ подземный ходъ, имѣющій устье внѣ надшахтнаго зданія.

*Примѣчаніе.* Нагрѣваніе воздуха, поступающаго въ шахту, должно производиться исключительно теряющимся жаромъ печей или трубъ, по которымъ проходятъ продукты горѣнія или паръ, а отнюдь не отъ непосредственнаго соприкосновенія съ пламенемъ топлива, сожигаемаго въ обогревательныхъ устройствахъ.

§ 329. Вновь возводимыя надшахтныя зданія при шахтахъ, служащихъ для входа воздуха, должны быть сооружаемы изъ огнестойкаго матеріала.

*Примѣчаніе.* Отступленія отъ требованія сего параграфа допускаются для неглубокихъ шахтъ Горнымъ Управленіемъ по представленію окружнаго инженера.

§ 330. Устройство воздушных печей внутри рудниковъ, когда это не воспрещается настоящими правилами (§ 185), допускается только при условіи, что воздушная шахта проведена въ прочной породѣ, или закрѣплена желѣзомъ или камнемъ, но не деревомъ.

§ 331. Всѣ служащія для доставки выработки каменно-и буроугольныхъ рудниковъ должны быть очищаемы отъ угольной мелочи и мусора.

§ 332. Запрещается употреблять для закладки способные къ самовозгоранію угольную мелочь и угольный мусоръ, а равно закладывать выработки горючимъ углистымъ сланцемъ, а также колчеданистыми горными породами.

§ 333. Въ тѣхъ рудникахъ, гдѣ почему-либо окажется затруднительнымъ совсемъ устранить смазку вагончиковъ въ подземныхъ выработкахъ, нужно на почвѣ послѣднихъ помѣщать слой песку или гравія, перемѣняя ихъ какъ можно чаще.

§ 334. Машинныя подземныя отдѣленія, гдѣ находятся паровые или электрическіе двигатели, должны быть сооружаемы во всѣхъ частяхъ своихъ, не исключая пола, изъ огнестойкаго матеріала и снабжаемы дверьми изъ такого же матеріала.

Камеры рудничныхъ дворовъ у шахтъ, служащихъ для входа воздуха, равно какъ и части этихъ послѣднихъ, примыкающія къ рудничнымъ дворамъ, должны быть закрѣпляемы огнестойкимъ матеріаломъ; изъ такого же матеріала долженъ быть сдѣланъ и полъ означенныхъ помѣщеній.

*Примѣчаніе.* Отступленія отъ этого параграфа допускаются съ разрѣшенія мѣстнаго горнаго надзора для золотыхъ и платиновыхъ россыпей и для незначительныхъ рудниковъ и временныхъ устройствъ.

§ 335. Въ подземныхъ машинныхъ камерахъ не слѣдуетъ хранить запасовъ смазочныхъ веществъ (пакли, фитильной бумаги, минеральныхъ и другихъ маселъ), въ количествѣ большемъ чѣмъ необходимо для суточной потребности.

Смазочныя вещества, инструменты и т. п. должны храниться въ машинныхъ отдѣленіяхъ въ особо назначенныхъ жестяныхъ ящикахъ или въ устроенныхъ для этого каменныхъ (кирпичныхъ) нишахъ, закрываемыхъ желѣзными дверцами. Исполнованные для чистки тряпье и пакля должны быть убираемы въ особые металлическіе ящики и ежедневно удаляемы изъ рудника.

Слѣдуетъ снабжать машинныя камеры пескомъ для тушенія на случай загоранія смазочныхъ и обтирочныхъ матеріаловъ, а также наиболѣе усовершенствованными экстинкторами (огнетушителями).

Храненіе сѣна внутри рудника въ количествѣ, не превышающемъ необходимое для одной смѣны, допускается въ прессованномъ или укупоренномъ видѣ; въ большемъ же количествѣ, чѣмъ на одну смѣну, оно должно храниться въ особомъ помѣщеніи, изолированномъ отъ остальныхъ выработокъ каменными перемычками, снабженными желѣзными дверьми.

§ 336. Всѣ подземныя камеры, а также конюшни, должны освѣщаться электрическими лампочками накаливанія, снабженными предохранительными толстыми стеклянными колпаками и металлическими сѣтками, или предохранительными лампами или постоянными закрытыми лампами.

Входъ въ подземныя конюшни въ газовыхъ каменноугольныхъ копяхъ разрѣшается лишь съ предохранительными лампами, а во всѣхъ прочихъ копяхъ и рудникахъ—съ закрытыми лампами.



§ 337. Подземныя выработки, служащія конюшнями, должны быть закрѣплены огнестойкимъ матеріаломъ.

Въ качествѣ указаннаго матеріала можетъ служить, кромѣ желѣза, камня, кирпича и проч., также дерево, пропитанное огнестойкимъ составомъ.

§ 338. Всякій, кто замѣтитъ возникновеніе пожара, долженъ принять всевозможныя мѣры къ тушенію пожара и удаленію людей изъ угрожаемыхъ пожаромъ выработокъ, а также и къ сообщенію о пожарѣ лицу мѣстнаго рудничнаго надзора.

§ 339. Должно обращать особое вниманіе на пункты, близъ которыхъ неожиданно и безъ видимыхъ причинъ увеличивается температура воздуха, чувствуется запахъ гари, что можетъ указывать начало самовозгоранія каменнаго угля въ его массѣ или среди закладки, или же нагрѣваніе крѣпи отъ разложенія колчедановъ, случающагося, напримѣръ, въ сырыхъ и слабо провѣтриваемыхъ выработкахъ рудныхъ мѣсторожденій.

§ 340. Въ закрѣпленныхъ деревомъ выработкахъ отнюдь не дозволяется устанавливать, для усиленія провѣтриванія или съ другой какой-либо цѣлью, какіе бы то ни было огнедействующіе приборы. Исключеніе допускается для развѣдочныхъ работъ съ тѣмъ, чтобы сильно прогрѣвающимъ части вентиляціонныхъ приборовъ были должнымъ образомъ изолированы отъ деревяннаго крѣпленія.

§ 341. Какъ въ надшахтныхъ зданіяхъ, такъ и въ рудничныхъ дворахъ и конюшняхъ каждаго горизонта должны находиться въ вполне исправномъ видѣ огнетушительныя устройства постоянныя и передвижныя, а также приспособленія для немедленной, въ случаѣ надобности, доставки къ мѣсту пожара воды, мокрыхъ сѣна или соломы, досокъ и глинистой земли для тушенія и предварительнаго огражденія отъ пожара сосѣднихъ выработокъ.

§ 342. Всѣ выработки, соединяющія подземныя работы съ шахтами и притомъ служащія запасными выходами, должны находиться въ полной исправности, дабы доступъ по нимъ къ шахтамъ былъ вполне свободенъ. Такія выработки должны быть ежедневно осматриваемы лицами надзора.

§ 343. Способъ разработки выработками, идущими внизъ по паденію отъ горизонта шахты, допускается съ соблюденіемъ требованія § 244.

§ 344. Если пожаръ произошелъ въ вытяжной шахтѣ, то слѣдуетъ распорядиться, чтобы рабочая команда безотлагательно вышла на поверхность по шахтѣ, подающей воздухъ, причемъ принимаются всѣ необходимыя мѣры для локализованія пожара.

Если подобный пожаръ произошелъ въ подающей воздухъ шахтѣ и горючіе газы и дымъ, проникнувъ въ рудникъ вмѣстѣ съ струей воздуха, могутъ заполнить всѣ выработки,—причемъ спускъ по шахтѣ въ клѣткахъ является часто невозможнымъ, даже съ дыхательными приборами (респираторами).—и если еще не имѣется особаго приспособленія для перемѣны направленія вентиляціи, то въ такихъ случаяхъ слѣдуетъ остановить вентиляторъ, для того, чтобы горящую шахту превратить въ шахту вытяжную. Для этой цѣли можно также у горячей шахты поставить всасывающій вентиляторъ или соединять эту шахту съ дымовымъ каналомъ. Рабочіе при этомъ должны удаляться на поверхность черезъ шахту, служащую въ данное время для входа воздуха, а если имѣются нѣсколько шахтъ, по которымъ свѣжій воздухъ поступаетъ въ рудникъ, то слѣдуетъ пользоваться

для выхода болѣе удобными шахтами. Если воздухъ входитъ по нѣсколькимъ шахтамъ, то слѣдуетъ устраивать на всѣхъ горизонтахъ тѣхъ шахтъ, которыя могутъ подвергаться опасности отъ пожара, двери изъ огнестойкаго матеріала, которыя, обыкновенно оставаясь открытыми, закрываются въ случаѣ пожара, причемъ, кромѣ того, долженъ быть заготовляемъ и храниться близъ рудничныхъ дворовъ необходимый матеріалъ для изолированія пожара перемычками.

§ 345. Когда не удалось прекратить пожара, то пожарное поле должно быть ограждено толстыми поперечными глиняными или кирпичными перемычками, а въ случаѣ надобности продольными кирпичными стѣнами (брандмауерами).

§ 346. При значительномъ развитіи пожара и при условіи, что внутри рудника не осталось никого изъ людей, можетъ быть прекращено провѣтриваніе рудника, заперты всѣ воздушныя двери и наглухо задѣланы устья шахтъ и штоленъ.

§ 347. Когда отъ пожара или послѣ взрыва рудничнаго газа въ путевыхъ шахтахъ задерживаются дымъ или вообще удушливые газы, то предварительно спуска людей въ такія выработки необходимо возобновить провѣтриваніе и освѣжить воздухъ въ выработкахъ.

§ 348. Люди, работающіе при тушеніи подземныхъ пожаровъ, должны быть снабжаемы, въ случаѣ надобности, дыхательными приборами (респираторами). Смѣны должны производиться возможно чаще.

§ 349. Никто изъ лицъ рудничной администраціи не имѣетъ права принуждать людей для какихъ бы то ни было цѣлей проникать въ выработки, гдѣ отдѣляются удушливые газы.

#### **ХІХ. О шѣрахъ на случай взрыва рудничнаго газа, угольной пыли или возникновенія пожара.**

§ 350. На каждой каменноугольной копи должна быть организована спасательная артель изъ рабочихъ, пріученныхъ къ работѣ въ средѣ удушливыхъ газовъ. При этомъ въ отношеніи численнаго состава артелей, а также количества спасательныхъ принадлежностей, соблюдаются слѣдующія правила:

а) На коняхъ, вошедшихъ въ центральную организацію по надзору за спасательными артелями и ихъ обученію, число образующихъ артель рабочихъ на каждой копи должно составлять 4% наибольшаго числа задолжаемыхъ внутри копи въ одну смѣну рабочихъ, и каждые четыре вошедшихъ въ составъ артели рабочихъ должны имѣть не менѣе какъ по одному респиратору и одной электрической лампочкѣ съ переноснымъ источникомъ свѣта, причемъ должно быть соблюдено условіе, чтобы на каждой копи въ отдѣльности было не менѣе 3 полныхъ комплектовъ спасательныхъ принадлежностей.

б) На коняхъ, не вошедшихъ въ указанную выше организацію, число образующихъ артель рабочихъ на каждой копи опредѣляется въ общемъ тою же нормою, какъ и для копей первой категоріи, но во всякомъ случаѣ должно быть не менѣе 6 человекъ, причемъ на каждыхъ трехъ состоящихъ въ артели рабочихъ должно быть по два респиратора и по двѣ электрическихъ лампочки съ переноснымъ источникомъ свѣта. Если число рабочихъ спасательной артели будетъ не кратнымъ трехъ, то полученная при опредѣленіи числа причитающихся на артель лампочекъ и респираторовъ дробь принимается за единицу. На копи съ числомъ рабочихъ менѣе 50 человекъ число рабочихъ, составляющихъ артель, можетъ



быть понижено, съ разрѣшенія мѣстнаго окружнаго инженера и подѣ его отвѣтственностью, до 3 человекъ при двухъ респираторахъ и двухъ электрическихъ лампочкахъ (съ переноснымъ источникомъ свѣта), если эта копь находится поблизости (не далѣе 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> версты, при наличности телефоннаго сообщенія между обѣими копиями, и не далѣе одной версты—при отсутствіи такового) отъ большой копи, имѣющей спасательную артель нормальнаго (указаннаго выше) состава.

§ 351. На каждомъ золотомъ пріискѣ, на которомъ примѣняются пожары, а также на каждомъ рудникѣ, за исключеніемъ производящихъ добычу негорючихъ ископаемыхъ и притомъ безъ примѣненія крѣпленія деревомъ, должна быть организована спасательная артель изъ рабочихъ, пріученныхъ къ спасательнымъ работамъ въ средѣ удушливыхъ газовъ. Число образующихъ артель рабочихъ, число аппаратовъ, переносныхъ электрическихъ лампъ и прочихъ спасательныхъ средствъ должно быть опредѣляемо мѣстнымъ горнымъ надзоромъ при участіи (въ этомъ опредѣленіи) заинтересованныхъ горнопромышленниковъ. Эти артели должны быть пріучены и къ подачѣ первой помощи въ несчастныхъ случаяхъ.

*Примѣчаніе.* На золотыхъ пріискахъ, на которые распространяется требованіе настоящаго параграфа, спасательная артель должна состоять не менѣе, какъ изъ трехъ человекъ, при условіи, что каждое лицо, входящее въ составъ артели, должно быть снабжено необходимыми спасательными аппаратами и приборами.

§ 352. Выборъ типовъ респираторовъ и лампъ предоставляется горнопромышленникамъ, по соглашенію съ мѣстнымъ горнымъ надзоромъ, но при условіи, чтобы выбранные типы были практически испытаны и при этомъ оказались удовлетворяющими требованіямъ безопасности и возможно совершеннаго устройства. Для обсужденія вопроса объ означенныхъ устройствахъ, а равно прочихъ вопросахъ, связанныхъ съ организаціей спасательныхъ артелей, мѣстному горному надзору предоставляется созывать совѣщанія изъ управляющихъ мѣстными копиями и рудниками или лицъ, ими указанныхъ, изъ числа завѣдующихъ горнотехническою частью по разработкѣ копей и рудниковъ.



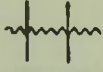


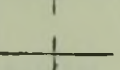
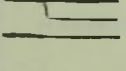
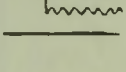
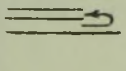
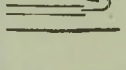
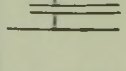
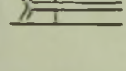
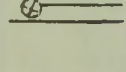
§ 353. При исполненіи правилъ, изложенныхъ въ §§ 350 — 352, слѣдуетъ руководствоваться прилагаемой инструкціей по организаціи спасательныхъ работъ (приложеніе 4), въ случаѣ взрыва гремучаго газа и угольной пыли или возникновенія пожара.



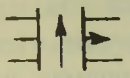
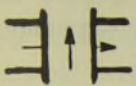
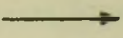













Условныя обозначенія на вентиляціонныхъ планахъ:

	деревянная вентиляціонная дверь
	желѣзная вентиляціонная дверь
	вентиляціонный парусъ
	каменная перемычка
	досчатая перемычка
	вентиляціонная дверь (съ задвижкой) съ окномъ или другимъ регуляторомъ струи воздушной
	постоянная воздушная перегородка
	временная матерчатая перегородка
	труба, по которой высасывается воздухъ
	труба, по которой нагнетается воздухъ
	вентиляціонная труба съ естественной тягой
	вентиляціонная труба съ инжекторомъ
	вентиляціонная труба съ небольшимъ вентиляторомъ



	деревянный перекидной воздушный ходъ
	тоже, каменный
	направленіе струи испорченного воздуха
	тоже, свѣжей струи на различныхъ горизонтахъ
	станція для замѣра воздуха
	вытяжная вентиляціонная шахта безъ перегородокъ
	тоже, но съ воздушнымъ отдѣленіемъ
	вентиляціонный гезенкъ для выхода испорченного воздуха
	тоже, для свѣжаго воздуха
	шахта для входа свѣжаго воздуха
	вентиляторъ на дневной поверхности
	вентиляторъ подземный

Приложеніе 4 къ § 353 правилъ.

## ИНСТРУКЦІЯ

**по организаціи спасательныхъ работъ въ случаѣ взрыва гремучаго газа и угольной пыли или возникновенія пожара.**

§ 1. На каждой спасательной станціи должны находиться электрическія лампы съ переноснымъ источникомъ свѣта и очки для защиты глазъ отъ дыма, въ количествѣ, соответствующемъ числу респираторовъ.

Для возможно скорѣйшаго устройства воздушныхъ перемычекъ должны быть заготавливаемы просмоленный холстъ или парусина.

Необходимо имѣть не менѣе двухъ ручныхъ вентиляторовъ и достаточное количество парусиновыхъ вентиляціонныхъ трубъ.

Электрическія лампы должны быть заключены въ герметически закрытые пары изъ толстаго стекла, поверхъ которыхъ должны быть металлическія сѣтки.

§ 2. Во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ это будетъ признано мѣстнымъ горнымъ надзоромъ необходимымъ, должны быть предоставлены въ распоряженіе служащихъ достаточно чувствительные и точные измѣрители гремучаго газа.

§ 3. Завѣдующій работами долженъ назначать особаго надсмотрщика, отвѣтственнаго за цѣлость и исправность всего находящагося на спасательной станціи инвентаря. Этотъ надсмотрщикъ долженъ вести регистраціонный журналъ, въ которомъ имъ и дѣлаются отмѣтки о разновременныхъ испытаніяхъ аппаратовъ, лампъ и т. п. Инвентарь этотъ долженъ находиться на станціи.

§ 4. Согласно §§ 350 и 351 на каждомъ рудникѣ должно находиться соотвѣтственное число рабочихъ, которые должны умѣть обращаться съ аппаратами, лампами и т. п. Во время спасательныхъ работъ рабочихъ спасательной артели слѣдуетъ распредѣлять на три смѣны и при каждой долженъ имѣться особый руководитель-надсмотрщикъ.

Имена лицъ, находящихся въ спасательной артели, должны быть заносимы надсмотрщикомъ спасательной станціи въ особый списокъ, и если станція обслуживаетъ нѣсколько рудниковъ, то въ этомъ списокѣ рабочіе спасательной артели должны быть заносимы по рудникамъ. Всякія измѣненія въ означенномъ списокѣ слѣдуетъ отмѣчать. Въ списокѣ должно быть также указано, когда и кѣмъ данное лицо назначено въ спасательную команду.

§ 5. Чтобы рабочіе артели могли легко ориентироваться, завѣдующій работами долженъ заблаговременно знакомить ихъ съ тѣми мѣрами, которыя необходимо имъ принять, въ случаѣ несчастія въ рудникѣ.

§ 6. Независимо отъ организацій спасательныхъ артелей полезно знакомить нѣкоторое число рабочихъ въ обѣихъ смѣнахъ съ примѣненіемъ респираторовъ, а также съ поданіемъ первой помощи пострадавшимъ для того, чтобы во всякое время имѣть въ запасѣ хорошо обученную команду.

§ 7. Спасательную команду слѣдуетъ снаряжать на станціи всѣми необходимыми приспособленіями; тоже исполняется и со стороны сосѣднихъ рудниковъ при посылкѣ для помощи спасательныхъ командъ.

§ 8. При происшедшемъ взрывѣ или пожарѣ завѣдующій работами долженъ принять мѣры, чтобы подчиненные ему служащіе и надсмотрщики всевозможныхъ категорій явились къ исполненію своихъ обязанностей безъ особаго вызова; находящіеся же въ отпуску или просто отсутствующіе должны немедленно возвратиться на свои мѣста, не имѣя права покинуть ихъ безъ разрѣшенія завѣдующаго работами.

§ 9. Въ то же время должна быть организована въ достаточной мѣрѣ врачебная помощь, и прибывшимъ врачамъ должны быть представлены въ распоряженіе всѣ имѣющіеся медикаменты, перевязочныя средства и т. п., а также достаточное число лицъ, знакомыхъ съ подачей первой помощи.

§ 10. Прежде чѣмъ приступать къ спасательнымъ работамъ, слѣдуетъ установить планъ этихъ работъ.

§ 11. Завѣдующій работами, ознакомившись съ мѣстомъ и размѣрами распространенія взрыва или пожара, дѣлаетъ распоряженіе объ окончательномъ выходѣ по шахтѣ спасшихся рабочихъ; если этого еще не сдѣлано, и если взрывъ



оказался незначительнымъ, то, объяснивъ рабочимъ о безопасномъ положеніи дѣла, завѣдующій принимаетъ мѣры къ возвращенію ихъ къ мѣсту работъ.

§ 12. Принятіе активныхъ мѣръ къ спасенію рабочихъ и возобновленію работъ возлагается на завѣдующаго работами, съ назначеніемъ ему въ помощь служащихъ штейгеровъ, десятиковъ и прикомандированныхъ для означенной цѣли рабочихъ. По полученіи завѣдующимъ работами извѣстія о происшедшемъ взрывѣ или пожарѣ, онъ удостовѣряется сперва въ исправномъ состояніи вентиляторовъ и всѣхъ вентиляціонныхъ приспособленій и, если требуется, исправляетъ ихъ, чтобы снова возстановить правильное провѣтриваніе въ рудникѣ. Затѣмъ, согласно полученнымъ имъ свѣдѣніямъ и донесеніямъ, онъ немедленно же приступаетъ къ активному спасенію рабочихъ.

§ 13. Увеличеніе числа оборотовъ вентилятора можетъ быть допускаемо лишь въ видѣ исключенія. Пока производятся спасательныя работы, вентиляторъ долженъ находиться все время подъ наблюденіемъ опытнаго лица и подъ наблюденіемъ послѣдняго должно производиться регулированіе хода вентилятора, согласно указаніямъ завѣдующаго работами.

§ 14. Въ общемъ руководящій спасательными работами долженъ выяснить, не имѣется ли признаковъ, которые, вслѣдствіе происшедшаго взрыва, могутъ давать поводъ къ возникновенію рудничнаго пожара, что легко можетъ быть узнано, по крайней мѣрѣ, если взрывъ произошелъ днемъ, по выходящему изъ трубы вентилятора дыму, становящемуся все болѣе густымъ.

§ 15. Если рудничный пожаръ не возникъ, то дѣло по спасенію людей и расчисткѣ выработокъ, при нѣкоторой осторожности, можетъ быть сдѣлано безъ всякой опасности; стоитъ только слѣдить за струею воздуха, омывающей поле взрыва отъ самаго ея начала, постепенно возобновляя пострадавшія отъ взрыва устройства для провѣтриванія и подвигаясь вмѣстѣ съ струей чистаго воздуха впередъ въ поле взрыва и къ забоямъ.

Чтобы, по возможности, ускорить подвиганіе спасательной команды къ мѣсту катастрофы, ее слѣдуетъ раздѣлить на двѣ партіи, изъ коихъ одна, не обращая вниманія на возстановленіе вентиляціонныхъ устройствъ, должна идти впередъ, насколько это допускаетъ дѣйствіе респираторовъ, чтобы оказать помощь пострадавшимъ и возможно скорѣе вывести ихъ въ мѣста, вентилируемыя свѣжей струей воздуха; въ это время вторая партія быстро возстановливаетъ разрушенныя вентиляціонныя устройства. Во многихъ случаяхъ можно рекомендовать усиленіе провѣтриванія пострадавшихъ частей рудника на счетъ воздуха, идущаго въ другія выработки, убѣдившись заранѣе, что рабочіе, оставшіеся въ этихъ выработкахъ, не подвергнутся при этомъ никакой опасности.

Если бы при этомъ понадобилось пройти на небольшія разстоянія къ забоямъ, въ которыхъ находятся пострадавшіе, требующіе немедленной помощи, то это можетъ быть достигнуто при помощи особенно сильныхъ и осмотрительныхъ людей, которые, будучи снабжены предохранительными приборами, и образуя собою цѣпь, могутъ подойти къ подлежащему забою и спасти пострадавшихъ. Если же при этой работѣ погаснетъ лампа или тотъ или другой изъ спасательной команды потеряетъ сознаніе, то подвиганіе впередъ къ забою этимъ способомъ бесполезно и нужно озаботиться о скорѣйшемъ провѣтриваніи забоя.

§ 16. Вызывая охотниковъ для спасенія пострадавшихъ, слѣдуетъ попытаться подойти къ мѣсту взрыва или пожара съ проводомъ туда свѣжаго воздуха.

Къ активному спасенію погибающихъ нужно привлекать особенно крѣпкихъ, опытныхъ и осмотрительныхъ людей. Слѣдуетъ обращать особенное вниманіе на способъ освѣщенія спасательной команды; для этой цѣли рекомендуется:

1) на каждомъ рудникѣ имѣть въ запасѣ нѣсколько переносныхъ электрическихъ лампочекъ съ аккумуляторами и иныхъ системъ съ переносными источниками свѣта;

2) путь, проходимый спасательною командою отъ шахты до поля взрыва или пожара, освѣщать предохранительными лампами, развѣшенными на разстояніи отъ 7—9 саж. (14<sub>,94</sub>—19<sub>,20</sub> метр.) другъ отъ друга, и такимъ образомъ обезпечить безпрепятственное отступленіе команды.

§ 17. Если произошелъ большой взрывъ, о которомъ не имѣется точныхъ свѣдѣній, которыя давали бы возможность принять всѣ необходимыя мѣры для спасенія, въ такомъ случаѣ завѣдующій работами, приготовивъ на поверхности, согласно вышеуказанному, все необходимое для спасенія, долженъ прежде всего убѣдиться въ исправномъ состояніи подъемныхъ и путевыхъ шахтныхъ устройствъ, а также въ томъ, что въ шахтѣ нѣтъ удушливыхъ газовъ (это можно узнать, медленно пропуская по шахтѣ обѣ клѣти съ зажженными лампами).

Затѣмъ завѣдующій распоряжается о спускѣ спасательной команды съ респираторами, электрическими и предохранительными лампами (индикаторными) подъ руководствомъ штейгера или десятника. Когда мѣсто катастрофы будетъ найдено, слѣдуетъ примѣнить аппараты или держать ихъ наготовѣ.

§ 18. Обязанности спасательной команды тотчасъ послѣ спуска въ рудникъ слѣдующія:

а) прослѣдить, нѣтъ ли короткихъ сообщеній между всасывающей и высасывающей воздухъ шахтами, которыя (т. е. сообщенія) безъ большой потери времени должны быть тотчасъ задѣланы; въ противномъ случаѣ слѣдуетъ извѣстить завѣдующаго работами, который самъ принимаетъ необходимыя мѣры;

б) устроить сигнализацию на главныхъ горизонтахъ, назначивъ для этого сигнальщиковъ или другихъ специально для этого поставленныхъ людей;

в) найденныхъ пострадавшихъ немедленно отправить на поверхность;

г) извѣстить рабочихъ другихъ частей рудника и распорядиться о выходѣ ихъ на поверхность;

д) вмѣстѣ съ позднѣйше присланными завѣдующимъ работами снаряженными командами постараться проникнуть къ мѣсту катастрофы и, изслѣдовавъ его, извѣстить о результатахъ завѣдующаго работами.

§ 19. Завѣдующій работами организуетъ отправку новыхъ командъ съ аппаратами и электрическими лампами для усиленія состава первой отправившейся команды.

§ 20. Устройство перемычекъ при рудничномъ пожарѣ или открытіе доступа къ пожарищу разрѣшается только въ случаѣ принятія мѣръ, обезпечивающихъ достаточный притокъ свѣжаго воздуха и готовности спасательной команды, снабженной соответственными приборами (особенно респираторами и переносными электрическими лампочками).



§ 21. Завѣдующій работами заботится, чтобы доставить въ рудникъ весь необходимый матеріалъ, какъ то: доски, парусину, гвозди, планки, запасныя двери и т. п. по мѣрѣ надобности и въ достаточномъ количествѣ.

§ 22. Слѣдуетъ принимать мѣры, чтобы не было постороннихъ лицъ на шахтномъ дворѣ.

§ 23. Число поднимающихся изъ подземныхъ выработокъ на поверхность рабочихъ, тотчасъ же послѣ катастрофы и во время спасательныхъ работъ внутри рудника, должно быть повѣряемо спеціально для этого назначеннымъ лицомъ, находящимся у устья шахты въ надшахтномъ зданіи.

Поднявшіеся на поверхность со своими командами надсмотрщики, въ случаѣ отсутствія на сей счетъ особыхъ указаній, должны явиться съ докладомъ къ завѣдующему работами.

§ 24. Завѣдующій работами выслушиваетъ доклады десятниковъ, поднявшихся со своими командами на поверхность, и распоряжается, чтобы на мѣстахъ пересѣченія откаточныхъ штрековъ были поставлены знакомые съ мѣстомъ люди, долженствующіе указывать дорогу спасающимся, а также, чтобы рудничные дворы и вообще путь къ выходу были освѣщены достаточнымъ числомъ электрическихъ или предохранительныхъ лампъ.

§ 25. Если завѣдующему работами необходимо самому спуститься въ рудникъ для руководства работами, то онъ оставляетъ у устья шахты вмѣсто себя замѣстителя.

§ 26. Если послѣ взрыва въ выработкахъ остаются удушливые газы, то завѣдующій работами обязанъ распорядиться объ удаленіи по главнымъ штрекамъ къ путевой шахтѣ всѣхъ рабочихъ, занятыхъ въ мѣстахъ, омываемыхъ выходящей воздушной струей. Слѣдуетъ выбирать путь, направленный противъ теченія свѣжаго воздуха. Когда вышеуказанное десятникомъ выполнено и сообщено объ этомъ завѣдующему работами, тогда послѣдній долженъ попытаться удалить изъ штрековъ удушливые газы и возстановить, насколько возможно, разрушенныя вентиляціонныя устройства.

§ 27. Временное возстановленіе вентиляціонныхъ устройствъ слѣдуетъ производить всегда со стороны входящей воздушной струи. Особое вниманіе слѣдуетъ обращать на то, не разрушены ли главные воздушныя двери, перемычки и перегородки между входящей и выходящей струей воздуха и представляется ли возможность подвести къ мѣсту взрыва нужное количество воздуха.

§ 28. Если мѣсто, гдѣ произошелъ взрывъ, не разрушено окончательно и есть малѣйшая возможность оказать помощь пострадавшимъ рабочимъ, то къ этому мѣсту слѣдуетъ отправлять не одного человѣка, а партію рабочихъ, которые, слѣдуя одинъ за другимъ на разстояніи отъ 3 до 6 шаговъ, могутъ оказывать взаимную другъ другу помощь, если у забоя находятся еще удушливые газы.

§ 29. Рабочіе, отправляющіеся къ мѣсту взрыва, должны быть снабжены амміакомъ для нюханія, въ случаѣ головокруженія или дурноты.

§ 30. Когда произошелъ взрывъ, тотчасъ же слѣдуетъ приказать явиться плотникамъ съ инструментами и гвоздями и доставить къ мѣсту взрыва или по близости къ нему доски и матеріалъ для замазки, вентиляціонныя трубы и ручные вентиляторы.

§ 31. Рудничный надзоръ долженъ слѣдить за точнымъ выполнениемъ рабочими этой инструкціи, съ содержаніемъ коей они должны быть вполнѣ ознакомлены; кромѣ того, рабочимъ и десятникамъ должны быть преподаны слѣдующія наставленія на случай взрыва гремучаго газа.

§ 32. Лишь только рабочій замѣтилъ, что рудничный газъ воспламенился, онъ долженъ быстро лечь на почву выработки, стараясь удержаться о ея крѣпъ или стѣнки. Въ такомъ видѣ онъ долженъ ждать, не возвратится ли пламя, что обыкновенно случается при большихъ взрывахъ. Только тогда, когда пламя погаснетъ, надо постараться добраться до ближайшаго воздушнаго штрека.

Если пламя лампы не погасло, то слѣдуетъ держать ее возможно ниже. Если же она погасла, то слѣдуетъ ее лишь въ струѣ свѣжаго воздуха снова осторожно зажечь, если таковая лампа имѣетъ безопасный зажигатель.

О происшедшемъ взрывѣ слѣдуетъ тотчасъ же извѣстить надзоръ и завѣдующаго работами, дабы усиленнымъ нагнетательнымъ провѣтриваніемъ, либо отдѣльной вентиляціонной струей, либо изоляціей мѣста взрыва, воспрепятствовать скопленію горючихъ газовъ и спасти находящихся въ опасности пострадавшихъ рабочихъ. Въ случаѣ возникновенія рудничнаго пожара, постараться потушить его.

§ 33. Въ дѣйствующихъ забояхъ, въ которыхъ рабочими замѣчены будутъ признаки происшедшаго въ рудникѣ взрыва, старшій въ артели обязанъ собрать свою артель и кратчайшимъ путемъ, если ему мѣсто взрыва не вполнѣ извѣстно, отвести ихъ къ всасывающей воздухъ шахтѣ.

Если въ распоряженіи имѣется нѣсколько путей къ спасенію, то рабочіе должны выбирать путь на встрѣчу теченію свѣжаго воздуха.

Если на пути имъ встрѣтится удушливый воздухъ, что легко узнается по запаху и тусклому горѣнію лампъ, то они должны стараться кратчайшимъ путемъ попасть въ другое теченіе воздуха; если это не такъ скоро исполнимо, то они должны повернуть назадъ и спѣшить найти другое теченіе воздуха, что, въ большинствѣ случаевъ, по близости воздушной шахты, гдѣ находятся всѣ развѣтвленія воздушной струи, легко достигается.

Если же мѣсто взрыва извѣстно, то слѣдуетъ избѣгать путь, по которому воздухъ проходитъ отъ означеннаго мѣста.

§ 34. Находящіеся въ рудникѣ десятники обязаны прежде всего заботиться о спасеніи рабочей команды. Они должны объяснить имъ о случившемся. До прибытія завѣдующаго работами, всѣми распоряженіями руководить старшій десятникъ.

Этотъ послѣдній убѣждается сперва въ интенсивности и размѣрахъ распространенія взрыва, и если послѣдній окажется незначительнымъ, а площадь его распространенія ограниченою, то старшій десятникъ прежде всего извѣщаетъ о происшедшемъ всю команду и заботится о томъ, чтобы спасающихся рабочихъ сопровождали десятники или опытные, знакомые съ рудникомъ, надежные старые рабочіе.

§ 35. Рабочіе, извѣщенные о происшедшемъ взрывѣ, должны безъ замедленія, не взирая на оставленную ими одежду и другіе предметы, немедленно удалиться изъ рудника.

Если же спасающимся рабочимъ прикажутъ подыматься на дневную поверхность, то это должно совершаться въ полномъ порядкѣ и тишинѣ, причемъ поднявшіеся наверхъ обязаны сдать свои лампы въ кладовую, объявивъ свои имена и номера въ сборной комнатѣ.



§ 36. При небольших взрывахъ газа или угольной пыли возможно иногда обезопасить себя, соблюдая слѣдующее: 1) всегда надо быть одѣтымъ, хотя бы даже въ легкой одеждѣ, дабы предохранить себя отъ тяжелыхъ ожоговъ; 2) слѣдуетъ лечь въ случаѣ взрыва лицомъ къ землѣ; 3) если удаленіе еще возможно, то слѣдуетъ выбирать путь противъ теченія свѣжаго воздуха.

На подлинныхъ написано: «Утверждены Министромъ Торговли и Промышленности Тайнымъ Совѣтникомъ Тимашевымъ 31 августа 1911 года».

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЯ ПРАВИЛА

для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности на золотыхъ и платиновыхъ промыслахъ <sup>1)</sup>).

### I. По разработкѣ россыпей открытыми работами.

§ 1. Система разработки должна быть такова, чтобы безопасность людей была вполне обезпечена, для каковой цѣли, независимо отъ мѣръ внутри выработокъ, должны быть принимаемы соотвѣтственные мѣры и на поверхности.

§ 2. Вскрыша пустой породы (торфовъ) и выемка золотоносныхъ пластовъ въ разрѣзахъ должна производиться: въ породахъ вязкихъ и устойчивыхъ уступами не болѣе 3 арш. (2,134 метр.) высоты каждый, въ породахъ же съ прослойками рѣчниковъ не болѣе 2 арш. (1,422 метр.), причемъ должны быть устраиваемы пологіе, достаточно широкіе и безопасные спуски для движенія телѣжекъ (таратаекъ). Подбой (горизонтальные врубы, подкайливаніе) допускается только при болѣе или менѣе устойчивомъ (плотномъ, связномъ и нетрепчинатомъ) грунтѣ и при томъ не глубже, чѣмъ на длину рукоятки кайлы и, во всякомъ случаѣ, не глубже 1 аршина (0,711 метр.), при условіи, чтобы рабочій никогда не находился подъ кровлею подбоя. Если разрѣзъ работаетъ уступами, то надъ каждымъ уступомъ, находящимся въ работѣ, ширина площадки не должна быть менѣе 4,5 арш. (3,20 метр.) для конныхъ работъ и 3 арш. (2,139 метр.) при отвозкѣ тачками или относкѣ породы. При работахъ въ рыхлыхъ и сыпучихъ породахъ подбой не допускаются и уклонъ откосовъ долженъ быть не менѣе  $\frac{1}{3}$  высоты забоя.

§ 3. Валуны и крупные камни, обнаруженные въ забояхъ и бортахъ разрѣзовъ, предварительно подработки ихъ, а также пустоты, должны быть прочно укрѣпляемы.

§ 4. Всѣ шурфы, проводимые въ наносныхъ породахъ, за исключеніемъ особенно плотныхъ, слѣдуетъ закрѣплять вѣнцевой крѣпью съ расколами, въ рыхлыхъ же и водоносныхъ слояхъ необходимо устраивать срубовую крѣпь.

§ 5. Торфяные и песковозные подъемы (взвозы) должны быть съ надлежащимъ уклономъ и удобны во всякое время для сообщенія съ разрѣзомъ. Мосты для подвоза песковъ на золотопромывальныя машины слѣдуетъ дѣлать прочными и ограждать по бокамъ надежными и соотвѣтственной высоты перилами. Мостки

<sup>1)</sup> При производствѣ работъ на означенныхъ промыслахъ обязательно кромѣ того руководствоваться „Правилами для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности“, утвержденными Министромъ Торговли и Промышленности 31 августа 1911 г. по столько, по сколько эти послѣднія правила касаются веденія работъ на золотыхъ и платиновыхъ промыслахъ.

для подкати въ тачкахъ песковъ рабочими должны быть достаточно широки и устойчивы. Канаты и цѣпи для подъема вагоновъ и телѣжекъ съ песками на машины должны имѣть надлежащую прочность.

§ 6. Передъ началомъ работъ, а въ особенности послѣ значительнаго перерыва ихъ или сильнаго дождя, лицо, завѣдывающее работами въ развѣзѣ, не должно допускать рабочихъ къ забоямъ ранѣ личнаго осмотра всѣхъ забоевъ и, въ случаѣ надобности, въ своемъ присутствіи, обрушить или подкрѣпить опасныя части этихъ послѣднихъ.

§ 7. При работахъ должны быть принимаемы мѣры къ тому, чтобы рабочимъ не приходилось работать, стоя въ водѣ; тамъ, гдѣ избѣжать этого нельзя, пріисковое управленіе обязано снабжать рабочихъ непромокаемой обувью, а гдѣ нужно— и непромокаемой одеждой.

## **II. По разработкѣ золотосодержащихъ мѣсторожденій подземными работами въ мерзломъ грунтѣ,—пожегами.**

§ 8. Каждый участокъ пріиска, разрабатываемый подземными работами пожегами, долженъ имѣть по меньшей мѣрѣ, два выхода на дневную поверхность (для входа и выхода воздуха). Развѣдочныя работы и проведеніе подготовительныхъ выработокъ до соединенія двухъ выходовъ на дневную поверхность, допускается и при одномъ выходѣ, но не далѣе 25 саж. (53,34 метр.) отъ шахты.

*Примѣчаніе.* Подземныя работы пожегами допускаются не иначе, какъ по предварительномъ утвержденіи окружнымъ инженеромъ проекта этихъ работъ.

§ 9. При работахъ пожегами должна быть устраиваема цѣлесообразная искусственная вентиляція. Жаровни (хмары) допускаются, какъ средство для усиленія естественной вентиляціи, только при развѣдочныхъ работахъ и въ исключительныхъ случаяхъ (при разработкѣ незначительныхъ гнѣздовыхъ мѣсторожденій и бортовъ). Онѣ могутъ быть устанавливаемы только у устья вентиляціонной шахты или внизу ея, но такъ, чтобы продукты горѣнія были удаляемы наружу и не могли причинить пожара. Употребленіе жароваренъ для оттаиванія подземныхъ забоевъ воспрещается.

§ 10. Пока пожегъ не окончился, въ выработки не могутъ быть спускаемы рабочіе; по окончаніи же пожеговъ должна быть производима усиленная вентиляція.

§ 11. За правильнымъ дѣйствіемъ вентиляціонныхъ устройствъ должны слѣдить завѣдывающіе работами.

§ 12. Въ отношеніи предупрежденія и тушенія рудничныхъ пожаровъ, а равно также спасанія людей, на пріискахъ, на которыхъ ведутся работы пожегами, требуется соблюденіе правилъ, изложенныхъ въ §§ 328—349 и 351—353 „Правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности“.

§ 13. Въ районѣ одного и того же пріисковаго управленія въ ближайшемъ разстояніи отъ шахтъ и не далѣе  $\frac{1}{4}$  версты отъ ихъ устья долженъ быть пріемный покой со всѣми средствами для оказанія первой помощи въ несчастныхъ случаяхъ.

§ 14. На обязанности завѣдывающаго работами должно лежать принятіе мѣръ къ немедленному доставленію людей съ малѣйшими признаками угара на дневную поверхность.



§ 15. Для оттаиванія мерзлаго грунта при подземныхъ работахъ допускается примѣненіе лишь древеснаго угля; употребленіе же дровъ и торфа разрѣшается только при углубкѣ шурфовъ и шахтъ.

§ 16. Пожечи зажигаются подъ наблюденіемъ лица, завѣдывающаго этими работами, забойщиками только по полученіи отъ завѣдывающаго спускомъ сигнала, означающаго, что всѣ неучаствовавшіе въ зажиганіи рабочіе поднялись на поверхность. Въ каждомъ забоѣ для зажиганія полагается не болѣе одного рабочаго.

§ 17. Завѣдывающій работами даетъ приказаніе о зажиганіи пожеговъ, лишь удостовѣрившись лично, что всѣ входы въ пространство, занятое пожегами, изъ сосѣднихъ разрабатываемыхъ полей прочно заперты.

При разработкѣ пожегами смежныхъ полей требуется, чтобы пожеги въ отдѣльныхъ поляхъ зажигались послѣдовательно, въ направленіи встрѣчномъ тяги воздуха, т. е. чтобы вредные газы изъ одного поля не представляли опасности при зажиганіи пожеговъ для другихъ полей.

§ 18. Послѣ того, какъ зажжены всѣ пожеги, завѣдывающій этими работами, по удаленіи послѣдняго рабочаго на поверхность, запираетъ всѣ выходы на замокъ.

§ 19. По окончаніи горѣнія пожеговъ пускается въ дѣйствіе вентиляціонное устройство для очищенія воздуха въ подземныхъ выработкахъ, гдѣ производились эти пожеги.

Когда завѣдывающій работами пожегами убѣдится, послѣ пожега, на основаніи личнаго изслѣдованія, что выработка достаточно провѣтрена, то онъ даетъ сигналъ о спускѣ рабочихъ.

Если по спускѣ рабочихъ возникнетъ подозрѣніе относительно присутствія въ воздухѣ предныхъ для дыханія газовъ, то лицо, завѣдывающее работами, должно распорядиться о немедленномъ удаленіи рабочихъ изъ выработокъ на дневную поверхность и о повторномъ провѣтриваніи ихъ.

§ 20. При подземныхъ работахъ пожегами спускъ и подъемъ рабочихъ долженъ производиться лишь черезъ одинъ входъ подъ надзоромъ особо назначеннаго лица; при этомъ другіе входы должны быть заперты. Лицо это обязано регистрировать всѣхъ спустившихся въ выработки и вышедшихъ на дневную поверхность рабочихъ. О лицахъ, назначаемыхъ для завѣдыванія спускомъ и подъемомъ рабочихъ, должно быть безотлагательно послано извѣщеніе окружному инженеру.

§ 21. Подземныя работы безъ крѣпленія выработокъ могутъ быть производимы въ мерзломъ грунтѣ въ слѣдующихъ случаяхъ: а) при разработкѣ бортовъ на приискахъ, выработанныхъ открытыми разрѣзами, если эти борта не представляется возможнымъ разрабатывать на вскрышу; б) при разработкѣ тонкихъ золотоносныхъ пластовъ, если съ экономической точки зрѣнія и въ смыслѣ безопасности эти работы невыгодно вести разномомъ, и в) при разработкѣ гнѣздовыхъ мѣсторожденій золота.

*Примѣчаніе.* Въ двухъ послѣднихъ случаяхъ разработка допускается только по представленіи золотопромышленникомъ окружному инженеру вполнѣ определенныхъ данныхъ относительно проектируемыхъ работъ.

§ 22. При разработкѣ указанныхъ въ § 21 мѣсторожденій необходимо руководствоваться § 153 общихъ правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности, причемъ допускается и прямоугольное сѣченіе шахты, но не болѣе 2×2 кв. арш. (1,422×1,422 кв. метр.).

§ 23. Относительно подготовительныхъ и очистныхъ работъ должно руководствоваться § 157 общихъ правилъ для веденія горныхъ работъ, причемъ ширина выемочныхъ выработокъ должна быть не болѣе 2,5 арш. (1,778 метр.).

§ 24. Самый дальнѣй забой можетъ отстоять отъ шахты не болѣе 5 саж. (10,669 метр.), если состояніе кровли этому не препятствуетъ.

§ 25. Въ отношеніи технического надзора слѣдуетъ руководствоваться требованіями § 161 общихъ правилъ для веденія горныхъ работъ, причемъ на каждыя 5 шахтъ долженъ быть одинъ десятникъ.

§ 26. Производство работъ пожарами безъ крѣпленія воспрещается въ періодъ времени съ 1 апрѣля по 1 октября.

§ 27. Во всѣхъ другихъ случаяхъ, не предусмотрѣнныхъ настоящими правилами, производство подземныхъ работъ въ мерзломъ грунтѣ должно быть согласовано съ требованіями общихъ правилъ для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности.

### **III. О мѣрахъ предосторожности при работахъ драгами и экскаваторами.**

#### **1. При работахъ драгами.**

§ 28. Свободная отъ машинъ, механизмовъ и другихъ приспособленій часть палубы драги должна быть чиста и ничѣмъ постороннимъ не занята.

§ 29. Палубы, мостки и люки должны быть ограждены прочными перилами, выходы у которыхъ не должны открываться наружу.

§ 30. Всѣ паропроводныя трубы и нагрѣвающіяся части механизмовъ должны быть изолированы.

§ 31. Паръ отъ цилиндровъ лебедокъ долженъ быть отводимъ за бортъ.

§ 32. При наступленіи темноты вся палуба должна быть хорошо освѣщена.

§ 33. О пускѣ въ ходъ драги, послѣ каждой остановки, долженъ быть данъ установленный звуковой сигналъ.

§ 34. При повертываніи маховика для пуска машины въ ходъ необходимо убѣдиться, что паровпускной кранъ закрытъ.

§ 35. Черезъ черпаковую цѣпь долженъ быть устроенъ прочный переходъ.

§ 36. Для выхода съ драгъ на берегъ должны быть устроены прочныя трапы и сходни; переходить же рабочимъ съ драги на берегъ и обратно по причальнымъ канатамъ или скачкомъ строго воспрещается.

§ 37. Если канаты драги пересекаютъ дорогу общаго пользованія, то промысловое управленіе обязано принять соотвѣтствующія мѣры для предупрежденія несчастнаго случая.

§ 38. На всѣхъ драгахъ должны быть равномерно размѣщены различныя спасательныя принадлежности, какъ-то: круги, шары и подобные имъ приборы въ количествѣ не менѣе двухъ комплектовъ на каждые 10 саженой (21,336 метр.) длины палубы. Приборы эти должны быть размѣщены на видныхъ и доступныхъ мѣстахъ по бортамъ судна и снаружи надпалубныхъ построекъ. На палубахъ должны также имѣться пособія для оказанія первой помощи въ несчастныхъ случаяхъ, а также и матеріалъ для быстрой задѣлки пробоинъ, въ случаѣ поврежденія подводной части драги. Кромѣ того, на палубахъ должны быть вывѣшены на видныхъ мѣстахъ (въ рамкахъ подъ стекломъ) наставленія для возвращенія



утопавшихъ къ жизни (изданіе общества спасанія на водахъ). Независимо отъ этого, на драгѣ должны быть люди, обученные подачи первой помощи въ несчастныхъ случаяхъ.

§ 39. При каждой драгѣ всегда должны быть двѣ лодки съ веслами и баграми въ нихъ (не менѣе двухъ), изъ коихъ одна должна находиться всегда по близости отъ драги. Обѣ лодки должны быть снабжены 1 запаснымъ весломъ, черпакомъ, фонаремъ и бросательнымъ спасательнымъ приборомъ (кругъ, шары и концы).

§ 40. При передвиженіи въ лодкахъ въ темную пору долженъ быть выставленъ на носу зажженный фонарь.

§ 41. Въ противопожарныхъ цѣляхъ имѣющіеся на драгахъ водоотливные, а при отсутствіи ихъ, водопитательные приборы должны быть такой производительности, чтобы черезъ каждый пожарный шлангъ съ бранспойтомъ подавалось на всѣ судовыя части (помѣщенія) драги не менѣе 500 ведеръ (6,149 гектолитр.) воды въ часъ при высотѣ струи не менѣе 3 сажень (6,40 метр.). Соединительныя гайки отдѣльныхъ пожарныхъ шлангъ должны имѣть одинаковую рѣзбу. Въ случаѣ неимѣнія такихъ приборовъ должна быть ручная или иная пожарная помпа, обладающая указанной производительностью, при выходномъ отверстіи діаметромъ около  $\frac{3}{8}$  дюйма (9,53 мм.). Независимо отъ оборудованія механическими противопожарными приспособленіями каждая драга должна быть снабжена: ведрами въ количествѣ отъ 6 до 12, смотря по размѣру драги, топорами въ количествѣ не менѣе двухъ и ломами въ томъ же количествѣ. Кромѣ того, на каждой драгѣ въ одномъ мѣстѣ должно быть вывѣшено описаніе всѣхъ имѣющихся противопожарныхъ и спасательныхъ средствъ, съ объясненіемъ способовъ пользованія ими.

§ 42. Промысловымъ управленіемъ должны быть изданы утвержденныя мѣстнымъ горнымъ надзоромъ правила внутренняго распорядка, которымъ должна подчиняться вся команда на драгѣ.

§ 43. Правила эти должны быть напечатаны въ рабочихъ книжкахъ. По одному экземпляру правилъ должно быть вывѣшено на видномъ мѣстѣ на драгѣ и въ конторѣ.

§ 44. Каждый поступающій на драгу рабочій долженъ быть ознакомленъ съ механизмомъ, съ которымъ ему предстоитъ имѣть дѣло.

§ 45. Всѣ рабочіе на драгѣ должны быть ознакомлены съ противопожарными и спасательными приборами.

§ 46. Если во время работы на рабочаго падаетъ вода, то рабочій долженъ быть снабженъ непромокаемой одеждой.

§ 47. Запрещается рабочимъ самимъ, безъ указанія для того поставленныхъ лицъ, отводить тормозные и другіе аппараты. Въ случаѣ неправильнаго хода механизмовъ рабочій обязанъ сообщить объ этомъ драгеру.

§ 48. О замѣченныхъ неисправностяхъ на драгѣ вступающая на смѣну команда должна быть освѣдомлена.

§ 49. На должность завѣдующаго драгой должны быть назначаемы лица, знакомыя со всѣми механизмами драги.

§ 50. Завѣдующій драгой или лицо, его замѣняющее, обязаны лично убѣждаться въ надежности укрѣпленія драги на мѣстѣ работъ.

§ 51. На обязанности завѣдующаго драгой или его замѣстителя лежитъ надзоръ: за цѣлостью корпуса драги, за правильностью и безопасностью крена и осадки ея, за высотой трюмной воды на драгѣ и за своевременною ея отливкою.

§ 52. Завѣдующій драгой или его замѣститель распоряжаются подачею безотлагательной помощи въ несчастныхъ случаяхъ, могущихъ происходить на палубѣ драги и за ея бортомъ, а также, при содѣйствіи всего безъ исключенія состава команды, принимаетъ мѣры къ спасенію людей и имущества въ случаяхъ пожаровъ, наводненій, штормовъ, аварий и т. п.; онъ же отвѣчаетъ за исправное состояніе спасательныхъ и противопожарныхъ средствъ, приборовъ и ихъ принадлежностей.

§ 53. Предупрежденіе несчастныхъ случаевъ съ механизмами, безопасность смазыванія и осмотра при нагрѣвѣ трущихся механизмовъ лежитъ на обязанности драгера или машиниста, по принадлежности.

§ 54. При передвиженіи людей (на сушѣ или въ лодкахъ) вдоль канатовъ, служащихъ для укрѣпленія драги, необходимо внимательно слѣдить, не образовалъ ли канатъ, вслѣдствіе какого-нибудь естественнаго препятствія, ломанной линіи, и въ подобныхъ случаяхъ обходить его со стороны образовавшейся выпуклости, о чемъ и должно быть объявлено рабочимъ.

§ 55. Если при маневрахъ канатъ можетъ производить большіе размахи, то драгеръ долженъ озаботиться объ удаленіи людей, предупреждая ихъ объ угрожающей опасности.

§ 56. Постороннія лица допускаются на драгу не иначе, какъ съ разрѣшенія завѣдующаго драгами; дѣти моложе 15 лѣтъ во время производства работъ на драгу безусловно не допускаются.

§ 57. Присутствіе женщинъ на драгѣ не допускается, за исключеніемъ работницъ на промывальныхъ устройствахъ.

## 2. При работахъ экскаваторами.

### *А. Правила для экскаваторовъ.*

§ 58. Всѣ маневры экскаватора и нагружаемого поѣзда у экскаватора производятся подъ управленіемъ и по сигналамъ лица, назначаемаго промысловымъ управленіемъ.

§ 59. Передъ каждымъ пускомъ машины, послѣ остановки, машинистъ даетъ установленный сигналъ.

§ 60. Завалочный люкъ экскаватора долженъ быть прочно огражденъ во избѣжаніе паденія породы и камней изъ ковшей или люка. Во время работы экскаватора воспрещается находиться рабочимъ подъ черпаками.

§ 61. При разгрузкѣ вагоновъ колыбельной системы на отвалѣ необходимо примѣнять соответствующія мѣры для избѣжанія несчастныхъ случаевъ съ рабочими отъ внезапнаго опрокидыванія вагоновъ, какъ-то: употребленіе крюка и т. п.

§ 62. Дѣти на экскаваторы не допускаются, а постороннія лица допускаются только съ разрѣшенія отвѣтственнаго лица.

### *Б. Правила при откаткѣ.*

§ 63. Сцѣпные приборы не должны представлять опасность для дѣйствія ими.

§ 64. Ходить, сидѣть и лежать на полотнѣ дороги, по которой происходитъ движеніе поѣздовъ, воспрещается.



§ 65. Перевозить людей въ вагонахъ поѣздовъ разрѣшается. При перевозкѣ людей въ вагонахъ, поѣзда должны ходить съ уменьшенной скоростью; кромѣ того, поѣздъ долженъ сопровождаться нарядчикомъ, исполняющимъ обязанности кондуктора поѣзда.

*Примѣчаніе.* Общее правило, что на движущихся вагонахъ никто не долженъ находиться, исключая тормозовщика, къ экскаваторнымъ работамъ не примѣняется.

§ 66. Посадка и спускъ рабочихъ во время движенія поѣзда воспрещается.

§ 67. Вагоны и откаточные приборы должны нагружаться такимъ образомъ, чтобы находящіеся въ нихъ предметы не могли выпадать на пути слѣдованія или зацѣпляться за другіе предметы.

§ 68. Дѣти на поѣзда не допускаются, а постороннія лица допускаются только съ разрѣшенія отвѣтственнаго лица.

§ 69. Всѣ сигналы должны быть обозначены въ правилахъ внутренняго распорядка.

§ 70. Правила внутренняго распорядка должны быть вывѣшены на видныхъ мѣстахъ экскаватора и въ конторахъ.

#### IV. О мѣрахъ предосторожности при работахъ на химическихъ заводахъ для извлеченія золота.

##### *А. На цианирующихъ заводахъ.*

§ 71. Цианистый калий и ѣдкій натръ должны храниться подъ ключемъ и на отвѣтственности магазинера въ особомъ помѣщеніи.

§ 72. Для всѣхъ работъ, при которыхъ можетъ быть опасность или вредъ отъ цианистаго калия и ѣдкаго натра, рабочіе должны быть снабжаемы заводоуправленіемъ кожаными или резиновыми рукавицами, клещами и очками.

§ 73. Рабочіе должны быть ознакомляемы съ опасностями производства, въ особенности съ опасностями обращенія съ цианистымъ калиемъ.

§ 74. Въ помѣщеніи завода, въ ближайшемъ разстояніи отъ мѣста работъ, должны быть всегда наготовѣ всѣ необходимыя средства для подаванія первой помощи въ несчастныхъ случаяхъ: при отравленіи цианистымъ калиемъ и проч. Средства эти перечисляются въ особомъ наставленіи, составляемомъ врачомъ.

§ 75. Чаны-растворители должны быть закрываемы или ограждаемы, а чаны нагрузочные должны быть ограждаемы заборомъ или перилами.

§ 76. Входъ въ помѣщеніе завода постороннимъ лицамъ, не участвующимъ въ работѣ или наблюденіи за ней, воспрещается. На видныхъ мѣстахъ на чанахъ должно быть написано „ядъ“.

§ 77. Экстракторы и желобы должны быть закрыты проволочными сѣтками. Трубы и желобы, проводящіе и отводящіе ядовитые растворы, должны быть окрашены въ красный цвѣтъ.

§ 78. Всѣ промывныя воды должны быть обезвреживаемы или отводимы въ недоступныя для людей и животныхъ мѣста.

§ 79. По близости отъ работъ должна находиться въ защищенномъ отъ загрязненія мѣстѣ питьевая вода.

Для умыванія и переодеванія тѣхъ рабочихъ, которые заняты на заводѣ опасными работами, должно быть отведено особое помѣщеніе, сообразно числу рабочихъ, съ необходимыми принадлежностями для умыванія.

Заводоуправленіе должно заботиться о томъ, чтобы рабочіе соблюдали слѣдующія правила: а) не брали съ собой въ заводскія помѣщенія пищевыхъ продуктовъ, а принимали пищу либо у себя дома, либо въ особо отведенномъ зааводоуправленіемъ для сего помѣщеніи, отопливаемомъ въ холодное время; б) посѣщали столовыя и приступали къ ѣдѣ только послѣ тщательнаго мытья рукъ и лица и в) не спали въ заводскихъ помѣщеніяхъ.

§ 80. Всѣ работы, представляющіяся особенно вредными, такъ, напр., работы при горнѣ, обжигательныхъ печахъ и др., должны быть поручаемы только лицамъ, ознакомленнымъ съ опасностями производства.

§ 81. Если работа производится въ закрытыхъ помѣщеніяхъ, то таковыя должны быть достаточно просторны, высоки и въ достаточной мѣрѣ вентилируемы.

§ 82. Раствореніе цинка и присыпка и перемѣшиваніе шихты, а равно нагреваніе растворовъ выше нормальной температуры должны быть производимы лишь при наличности хорошей тяги, удаляющей вредныя пыль и газы.

#### *Б. На хлорирующихъ заводахъ.*

§ 83. Запрещается располагать хлорирующіе заводы ближе 250 саж. (533,39 метр.) отъ населенныхъ мѣстностей и ближе 100 саж. (213,36 метр.) отъ жилыхъ заводскихъ помѣщеній, причѣмъ устье заводскихъ трубъ должно быть не ниже  $23\frac{1}{3}$  саж. (49,78 метр.) надъ уровнемъ расположенія жилыхъ помѣщеній.

*Примѣчаніе.* На незначительныхъ заводахъ, съ разрѣшенія мѣстнаго горнаго надзора, высота заводскихъ трубъ можетъ быть менѣе указаннаго въ этомъ параграфѣ размѣра, но во всякомъ случаѣ не должна быть менѣе 14 саж. (29,87 метр.); при этомъ такое уменьшеніе высоты заводскихъ трубъ можетъ быть разрѣшаемо горнымъ надзоромъ лишь въ томъ случаѣ, если по естественнымъ условіямъ это допустимо безъ какого-либо вреда для мѣстнаго населенія.

§ 84. Передъ очелками рудообжигательныхъ печей должны быть устраиваемы вытяжныя трубы съ колпаками.

§ 85. Работу при обжигательныхъ печахъ слѣдуетъ производить на 3 смѣны.

§ 86. Лицамъ, занятымъ при обжигѣ, должна быть предоставляема бесплатная баня или ванна не менѣе 3 разъ въ недѣлю.

§ 87. За содержаніемъ въ исправности хлоръ-генераторовъ и проводящихъ трубъ, въ предупрежденіе попаданія хлора въ воздухъ, должно имѣть особенно тщательный надзоръ.

*Примѣчаніе.* Всѣ соединенія газопроводныхъ трубокъ, гдѣ можно ожидать прорыва хлора, должны быть время отъ времени смазываемы растительнымъ масломъ, а резиновыя трубки послѣднимъ изнутри. Крышки нагрузочныхъ чановъ послѣ закрытія должны быть обмазываемы во избѣжаніе прорыва хлора изъ чановъ.

§ 88. Выдувать хлоръ въ помѣщеніе завода воспрещается.

§ 89. По близости отъ работъ должна находиться въ защищенномъ отъ загрязненія мѣстѣ питьевая вода.



§ 90. Въ помѣщеніяхъ съ нагрузочными чанами при поднятіи крышекъ съ послѣднихъ послѣ выдуванія хлора рабочіе не допускаются, пока изъ этихъ помѣщеній послѣ тщательнаго провѣтриванія не будутъ удалены вредные газы.

§ 91. Заводоуправленіе должно удостовѣряться въ исправности хлорирующихъ приборовъ до допущенія къ нимъ людей, причемъ къ приборамъ, черезъ которые проходитъ хлоръ, рабочіе должны допускаться не иначе, какъ съ надлежащими респираторами.

**№ 98, ст. 850. О распространеніи дѣйствія нѣкоторыхъ правилъ и инструкцій о нефтяномъ промыслѣ въ Кавказскомъ краѣ на промысла Туркестанскаго края.**

Министромъ Торговли и Промышленности, по соглашенію съ Туркестанскимъ Генералъ-Губернаторомъ, признано необходимымъ нынѣ же распространить на нефтяные промысла Туркестанскаго края дѣйствіе: 1) утвержденной Управляющимъ Министерствомъ Государственныхъ Имуществъ, 9 октября 1893 года, инструкции по надзору за нефтяными промыслами Кавказскаго края, съ приложенными къ ней техническими правилами, обязательными къ исполненію для нефтепромышленниковъ сего края (расп. въ Собр. узак. и распор. Правит. 1893 г. ст. 1347 и 1901 г. ст. 1567); 2) инструкции по регулированію истоковъ нефти, утвержденной б. Министромъ Государственныхъ Имуществъ, 29 октября 1893 года, и дополненной 24 февраля 1896 г. (Собр. узак. и распор. Правит. 1893 г. ст. 1429 и 1896 г. ст. 404), и 3) правилъ для предупрежденія и прекращенія пожаровъ на Бакинскихъ нефтяныхъ промыслахъ, утвержденныхъ 4 августа 1891 года Управлявшимъ Министерствомъ Государственныхъ Имуществъ, по соглашенію съ Главномъ начальствующимъ гражданскою частью на Кавказѣ съ ихъ позднѣйшими дополненіями (Собр. узак. и распор. Правит. 1891 г. ст. 1007, 1893 г. ст. 371, 1894 г. ст. 189 и 775 и 1897 г. ст. 324 и 1377), съ предоставленіемъ мѣстному уѣздному начальнику полномочій бакинскаго уѣзднаго начальника, указанныхъ въ примѣч. къ § 37, и съ возложеніемъ на окружнаго инженера Туркестанскаго горнаго округа функций Управленія горною частью Кавказскаго края, указанныхъ въ примѣч. 1 къ § 1 и въ § 42 сихъ правилъ, и функций Кавказскаго Горнаго Управленія, указанныхъ въ примѣчаніи къ § 37, а также съ предоставленіемъ этому окружному инженеру ограничиваться собственнымъ заключеніемъ во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда указанными правилами рекомендуется ему руководствоваться постановленіями техническихъ по охранѣ промысловъ комиссій, пока таковыя въ названномъ краѣ не учреждены.

О семъ Министръ Торговли и Промышленности, 16 мая 1912 года, донесъ Правительствующему Сенату, для опубликованія.

Одобренный Государственнымъ Совѣтомъ и Государственной Думою и Высочайше утвержденный законъ <sup>1)</sup>.

**№ 102, ст. 861. О суммахъ раскладочнаго сбора съ золото-и платинопромышленныхъ предпріятій и особаго сбора съ тѣхъ же предпріятій, находящихся на посессионныхъ земляхъ, на 1912 годъ.**

На подлинномъ Собственною Его Императорскаго Величества рукою написано:

Въ Москвѣ.

«*БЫТЬ ПО СЕМУ*».

28 мая 1912 года.

Скрѣпилъ: Государственный Секретарь, Сенаторъ *Крыжановскій*.

**Одобренный Государственнымъ Совѣтомъ и Государственной Думою законъ о суммахъ раскладочнаго сбора съ золото-и платинопромышленныхъ предпріятій и особаго сбора съ тѣхъ же предпріятій, находящихся на посессионныхъ земляхъ, на 1912 годъ.**

I. Определить на 1912 годъ общую по Имперіи, за исключеніемъ горныхъ округовъ, входящихъ въ районъ вѣдѣнія Пермской казенной палаты, сумму раскладочнаго сбора съ золото-и платинопромышленныхъ предпріятій въ *сто двадцать тысячъ* рублей, а особый сборъ съ золото-и платинопромышленныхъ предпріятій, находящихся на посессионныхъ земляхъ, — въ *семьдесятъ одну тысячу* рублей.

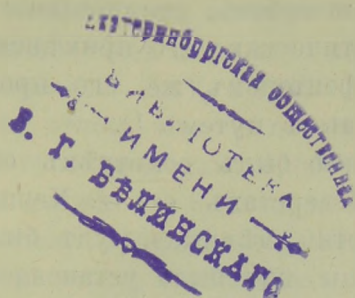
II. Изъ суммы сбора, подлежащей, на основаніи статьи 515 Устава о Прямыхъ Налогахъ (Св. Зак., т. V. изд. 1903 г.), распределенію въ 1912 году между золото-и платинопромышленными предпріятіями горныхъ округовъ, входящихъ въ районъ вѣдѣнія Пермской казенной палаты, сложить двадцать семь тысячъ шестьсотъ восемьдесятъ два рубля.

Подписалъ: Предсѣдатель Государственнаго Совѣта *М. Акимовъ*.

---

<sup>1)</sup> Распубликовано въ Собр. узак. и расп. Прав. за 1912 г. отдѣлъ I.





## ГОРНОЕ И ЗАВОДСКОЕ ДѢЛО.

### ИЗВЛЕЧЕНІЕ МѢДИ ИЗЪ РУДЪ ЭЛЕКТРОЛИЗОМЪ.

Горн. Инж. И. Н. Земницкаго.

#### I.

Въ 1905 году сильный подъемъ цѣнъ на мѣдь вызвалъ расширеніе производительности старыхъ заводовъ и даже постройку новыхъ. Такъ, въ это время К. Л. Вахтеръ приобрѣлъ группу отводовъ мѣдныхъ мѣсторожденій въ Семипалатинской области и рѣшилъ строить заводъ для выработки мѣди. Это рѣшеніе было принято подъ вліяніемъ слуховъ о проведеніи, въ недалекомъ будущемъ, желѣзной дороги въ Степномъ краѣ.

Въ виду находженія въ приобрѣтенныхъ отводахъ почти исключительно охристыхъ рудъ, было рѣшено примѣнить какой-нибудь новый процессъ извлеченія мѣди. Противъ примѣненія сухого способа были, главнымъ образомъ, дороговизна и даже отсутствіе въ этомъ районѣ подходящаго для плавки горючаго матеріала, между тѣмъ расходы его на плавку должны быть пропорціональными количеству обрабатываемой руды; поэтому, при бѣдности мѣдныхъ рудъ, даже этотъ расходъ едва ли могъ окупиться стоимостью получаемого продукта.

Вѣрность такого предположенія подтверждалась опытами прежнихъ предпринимателей въ Степномъ краѣ, которые принуждены были ликвидировать свои предпріятія, вслѣдствіе примѣненія плавки охристыхъ мѣдныхъ рудъ на своихъ заводахъ: Косьмо-Демьяновскомъ Н-ковъ Попова, Александровскомъ—Н-ковъ Бубнова и Вознесенскомъ—Воскресенскаго Общества (Дерова).

Противъ примѣненія мокрого способа—процесса Гунта и Дугласа—были неудачные опыты, произведенные раньше надъ этими же рудами „Коктасъ-Джартаса“ въ предпріятіи „Товарищества промысловъ Киргизской степи“. Изъ всѣхъ извѣстныхъ въ то время новыхъ способовъ обработки мѣдныхъ рудъ обратили на себя вниманіе электролитическіе процессы полученія мѣди по патенту: Лащинскаго въ Россіи и Лафонтена во Франціи.

При обсужденіи этихъ способовъ, предпочтеніе было дано патенту Лашинскаго вслѣдствіе практическаго его примѣненія на опытномъ заводѣ въ Кѣлецкой губ.; Лафонтеномъ же его процессъ былъ провѣренъ тогда только лабораторнымъ путемъ <sup>1)</sup>.

Въ концѣ 1905 года мною былъ осмотрѣнъ опытный заводъ Лашинскаго, находящійся въ 7 верстахъ отъ г. Хенцины, Кѣлецкой губ. Опытное производство обработки мѣдныхъ рудъ было устроено въ старомъ зданіи водяной мельницы, гдѣ была установлена вертикальная турбина Френсиса, дающая 30 л. с.; этой турбиной приводилось въ движеніе:

- 1) динамо-машина Сименса и Гальске, постояннаго тока, мощностью—10 v.  $\times$  900 A., для электролитическаго процесса;
- 2) динамо-машина Сименса и Гальске, постояннаго тока, мощностью 100 v.  $\times$  30 A., для освѣщенія;
- 3) дробильные вальцы въ 2,5 л. с.;
- 4) мельничные вальцы въ 1,5 л. с.;
- 5) свинцовый центробѣжный насосъ въ 1 л. с.;
- 6) деревянные мѣшалки въ электролизерахъ— $\frac{1}{2}$  л. с.

Работа велась такъ: изъ измельченныхъ сѣрнистыхъ рудъ приготавливались брикеты, которые послѣ необходимаго обжига въ печи, обрабатывались растворомъ сѣрной кислоты; полученный такимъ путемъ сѣрнокислый растворъ мѣди перекачивался въ электролизеры, гдѣ и происходило осажденіе ея.

Патентъ Лашинскаго заключается въ томъ, что онъ примѣнилъ въ своемъ электролитическомъ процессѣ анодъ изъ свинца, покрытый плотнымъ чехломъ изъ полотна и для перемѣшиванія электролита устроилъ деревянные мѣшалки.

Мѣдь у Лашинскаго получалась плотной, звонкой и удовлетворяла техническимъ требованіямъ, что видно было какъ изъ анализа мѣди, такъ и изъ испытанія ея на кабельномъ заводѣ. Кромѣ этого, стоимость полученія мѣди такимъ путемъ, по даннымъ годичной работы этого опытнаго завода, была гораздо ниже рыночной расцѣнки ея.

На основаніи этихъ предварительныхъ данныхъ, было рѣшено произвести опыты съ обработкой охристыхъ мѣдныхъ рудъ Семипалатинской области на заводѣ Лашинскаго: руда полученная изъ мѣднаго рудника „Коктасъ-Джартасъ“, была измельчена въ порошокъ, крупность зерна котораго была не болѣе 3 mm.; эта рудная мелочь была обработана растворомъ сѣрной кислоты въ деревянномъ ящикѣ, покрытомъ внутри свинцомъ, при тщательномъ перемѣшиваніи и растираніи деревянными лопатами; изъ полученнаго, послѣ этой экстракціи, купороснаго

<sup>1)</sup> Заводъ Лафонтена я посѣтилъ въ 1909 году, когда онъ былъ наканунѣ своего закрытія, вслѣдствіе непригодности его новаго способа. Сущность процесса Лафонтена будетъ описана ниже.



раствора мѣди была осаждена въ электролизерѣ; выщелачиваніе и осажденіе мѣди происходило безъ всякихъ затрудненій и недостатковъ; въ отработанной рудѣ остались 0,3% мѣди; безвозвратная потеря сѣрной кислоты была 40% по отношенію къ полученной мѣди.

Примѣненіе электролитическаго процесса Лавинскаго для окисленныхъ мѣдныхъ рудъ должно было дать еще одно преимущество, которое удешевляло производство, а именно—брикетированіе измельченной руды и обжигъ брикетовъ являлись излишними.

Въ виду того, что самый процессъ электролиза былъ уже провѣренъ годичной работой опытнаго завода, было приступлено къ детальному выясненію экстракціи мѣдныхъ рудъ.

Вслѣдствіе выяснившейся непрактичности выщелачиванія охристыхъ рудъ въ открытыхъ сосудахъ, при перемѣшиваніи рабочими измельченной руды съ сѣрной кислотой, задались цѣлью устроить экстракцію рудъ только подъ давленіемъ дѣйствующаго сѣрнокислаго раствора. Эти опыты выщелачиванія мѣдныхъ рудъ были произведены лабораторнымъ путемъ.

Выщелачиваніе измельченной руды происходило въ стеклянной трубкѣ длиной 1.800 мм. и внутреннимъ діаметромъ 20 мм.; сѣрнокислый растворъ проходилъ, поступая въ отверстіе дна трубки, черезъ столбъ руды подъ давленіемъ, при высотѣ напора 900 мм.; полученный купоросный растворъ мѣди отводился изъ верхней части трубки.

Подобные же опыты выщелачиванія мѣдныхъ охристыхъ рудъ были произведены на рудникѣ „Кактасъ-Джартасъ“ въ Семипалатинской обл.; проба была взята изъ всѣхъ рудныхъ кучъ, предназначенныхъ для заводской обработки (1-й сортъ) и изъ отваловъ (2-й сортъ); результатъ этихъ опытовъ показанъ въ таблицѣ № 1.

ТАБЛИЦА № 1.

Количество руды и раствора.	№ пробо- взятія ра- створа.	Количество ча- совъ циркуля- ціи раствора.	Начальный растворъ.	Выщелочено.		Расходъ.	Замѣчанія.
			$H_2SO_4$ %	$Cu$ %	$Fe$ %	$H_2SO_4$ %	
I опытъ.							Руда 1-го сорта.
Руда:	1	5	7,5	1,77	0,046	3,05	Крупность зерна измель- ченной руды не болѣе 3 мм.
820 гр.	2	5	—	0,80	0,046	1,54	
Растворъ:	3	5	—	0,41	0,009	0,75	Въ отработанной рудѣ: 0,65% $Cu$ 0,32% $Fe$
900 куб. сант.	4	5	—	0,40	0,019	0,70	
	5	5	—	0,00	0,027	0,24	Безвозвратная потеря $H_2SO_4=50\%$ по отно- шенію мѣди.
	6	5	—	0,00	0,00	0,11	
Итого. . .	6	30	—	3,38	0,147	6,39	

Количество руды и раствора.	№ пробо- вѣнія рас- творѣ.	Количество ча- совъ циркуля- ции раствора.	Начальный растворъ.	Выщелочено.		Расходъ.	Замѣчанія.
			$H_2SO_4$ ‰	$Cu$ ‰	$Fe$ ‰	$H_2SO_4$ ‰	
<b>II опытъ.</b>							Руда 1-го сорта.
Руда:	1	5	9,6	2,11	0,061	3,40	Крупность зерна измелъ- ченной руды не болѣе 2 мм.
820 gr.	2	5	—	1,05	0,065	1,60	
Растворъ:	3	5	—	0,62	0,015	0,75	Въ отработанной рудѣ:
1000 куб. сант.	4	5	—	0,53	0,085	0,73	0,45‰ $Cu$ 0,18‰ $Fe$
	5	5	—	0,00	0,050	0,20	Безвозвратная потеря $H_2SO_4=42‰$ по отно- шенію мѣдн.
	6	5	—	0,000	0,000	0,12	
Итого. . .	6	30	—	4,31	0,276	6,80	
<b>III опытъ.</b>							Руда 2-го сорта.
Руда:	1	8 <sup>3/4</sup>	5	0,54	0,041	1,03	Крупность зерна измелъ- ченной руды не болѣе 2 мм.
4000 gr.	2	13 <sup>1/2</sup>	—	0,16	0,009	0,29	
Растворъ:	3	8	—	0,16	0,020	0,25	Въ отработанной рудѣ:
4000 куб. сант.	4	8	—	0,07	0,021	0,18	0,55‰ $Cu$ 0,50‰ $Fe$
	5	7	—	0,04	безъ изм.	0,15	Безвозвратная потеря $H_2SO_4=49‰$ по отно- шенію мѣдн.
	6	8	—	0,04	безъ изм.	0,18	
	7	7 <sup>1/2</sup>	—	0,08	0,011	0,16	
	8	8	—	0,08	безъ изм.	0,16	
Итого.	8	68 <sup>3/4</sup>	—	1,17	0,102	2,40	
<b>IV опытъ.</b>							Руда 2-го сорта.
Руда:	1	8 <sup>1/2</sup>	5	1,06	0,081	1,65	Крупность зерна измелъ- ченной руды не болѣе 2 мм.
4000 gr.	2	5 <sup>1/2</sup>	—	безъ изм.	безъ изм.	0,18	
Растворъ:	3	5 <sup>1/2</sup>	—	0,08	0,012	0,26	Въ отработанной рудѣ:
4000 куб. сант.	4	8	—	0,16	0,010	0,24	0,40‰ $Cu$ 0,48‰ $Fe$
	5	8	—	безъ изм.	0,009	0,08	Безвозвратная потеря $H_2SO_4=47‰$ по отно- шенію мѣдн.
	6	8 <sup>1/2</sup>	—	0,03	0,011	0,25	
	7	7	—	0,12	безъ изм.	0,18	
	8	8	—	безъ изм.	безъ изм.	0,08	
	9	7 <sup>1/4</sup>	—	0,03	0,010	0,08	
	10	8	—	0,08	безъ изм.	0,16	
Итого. . .	10	74 <sup>1/4</sup>	—	1,56	0,133	3,16	



На основаніи всѣхъ данныхъ, какъ полученныхъ отъ Лашинскаго, такъ изъ предварительныхъ опытовъ, приступлено было къ проектированію постройки завода съ годовой производительностью въ 10.000 пудовъ электролитической мѣди.

## II.

По даннымъ опытнаго завода Лашинскаго:

- 1) плотность тока = 100 амперъ на 1 м<sup>2</sup> площ. катода;
- 2) электрохимическій эквивалентъ = 1,15;
- 3) площадь катодъ въ электролизерѣ = 9 м<sup>2</sup>.

При подсчетахъ было принято:

- 1) плотность тока = 80 амперъ на 1 м<sup>2</sup>;
- 2) электрохимическій эквивалентъ = 1,00;
- 3) площадь катодъ въ электролизерѣ = 9 м<sup>2</sup>;
- 4) число рабочихъ дней электролиза = 320 въ годъ.

Количество необходимыхъ электролизеровъ, для полученія 10.000 пудовъ мѣди въ годъ, опредѣлится такъ:

$$10.000 = \frac{1 \cdot 80 \cdot 9 \cdot 320 \cdot 24}{16,4 \cdot 1.000} \cdot X, \text{ т. е.}$$

число электролизеровъ  $x = 30$ .

Рѣшено установить 32 электролизера, чтобы были запасные въ случаѣ необходимости ремонта.

Каждый электролизеръ будетъ вмѣщать 700—800 litr. купороснаго раствора въ зависимости отъ толщины катодъ.

Для 30 электролизеровъ потребуется купоросныхъ растворовъ:

$$30 \times 800 = 24\,000 \text{ litr.}$$

На основаніи опытовъ время, т. е. продолжительность экстракціи принимаемъ равнымъ 24 часамъ.

Предположимъ, что купоросный растворъ получится крѣпостью только 1,56% Cu (табл. № 3) и подсчитаемъ продолжительность работы электролиза; по даннымъ Лашинскаго, въ отработанномъ купоросномъ растворѣ необходимо оставлять 0,5% Cu; слѣдовательно, изъ нашего электролита возможно осадить 1,06% Cu.

По закону Фарадея:

$$Q \text{ milgr.} = a \cdot J \cdot t.$$

$a = 0,3 \text{ milgr.}$  — электрохимическій эквивалентъ,

$$J = 720 \text{ amper}$$

и

$t$  = время въ секундахъ

$$\text{т. е. } 1,06 \cdot 1.000 \cdot 10.800 = 0,3 \cdot 720 \cdot t,$$

отсюда, время электролиза = 12 час.

Такимъ образомъ, возможенъ случай, когда время электролиза будетъ въ два раза меньше времени экстракціи рудъ.. Поэтому рѣшено было оборудовать экстракціонное отдѣленіе, въ которомъ могло бы циркулировать:  $24.000 \times 2$ , т. е. 48.000 litr. купоросныхъ растворовъ.

Емкость напорнаго чана при экстракціи рудъ дѣлаемъ въ 3.500 litr. купоросныхъ растворовъ; соотвѣтствующие ему цилиндры будутъ вмѣщать до 3.500 klgr. мѣдной руды.

Въ экстракціонномъ отдѣленіи необходимо будетъ оборудовать:

$$48.000 : 3.500 = 14,$$

т. е. четырнадцать напорныхъ чановъ.

Будемъ считать, что при нормальной заводской работѣ экстракція дастъ изъ рудъ 3,38 % Cu (см. табл. № 1).

Тогда придется переработать въ годъ:

$$10.000 \times (100 : 3,38) = 300.000 \text{ пудовъ руды.}$$

При 330 рабочихъ годовыхъ дняхъ и при десятичасовой дневной работѣ, необходимо измельчить въ часъ:

$$300.000 : 330 \cdot 10 = 90 \text{ пуд. руды.}$$

Поэтому, рѣшено установить въ дробильномъ отдѣленіи: дробилку въ 5 л. с. для раздробленія руды и вальцы въ 5 л. с. для измельченія раздробленной руды.

По даннымъ Лашинскаго на каждый электролизеръ требуется максимумъ 2,5 v., считая всѣ потери; слѣдовательно, для электролиза необходимо имѣть:

$$32 \times 2,5 = 80 \text{ v.,}$$

при послѣдовательномъ соединеніи электролитическихъ ваннъ, т. е. динамо-машина должна быть мощностью:

$$80 \text{ v.} \times 720 \text{ a.} = 58 \text{ kw.}$$

Для всего заводскаго производства необходимъ двигатель слѣдующей мощности:

1) для процесса электролиза . . . . .	78	лош. силъ
2) „ мѣшалокъ электролизеровъ . . . . .	8	„ „
3) „ дробленія и измельченія рудъ . . . . .	10	„ „
4) „ насосовъ купоросныхъ растворовъ . . . . .	7	„ „
5) „ насоса водокачки . . . . .	4	„ „
6) „ подъемника. . . . .	4	„ „
7) „ освѣщенія и вентиляціи . . . . .	9	„ „

---

120 лош. силъ.

Итакъ, для полученія въ годъ 10.000 пудовъ электролитической мѣди, необходимо установить двигатель въ 120 дѣйствительныхъ лошадиныхъ силъ.



## III.

Для постройки завода была выбрана площадь по ключу „Кошумбай-булак“ по слѣдующимъ причинамъ:

1) наиболѣе благонадежный, по качеству и количеству руды, мѣдный рудникъ „Коктасъ-Джартасъ“ находился въ 6 верстахъ;

2) возможно было устроить прудъ изъ ключевыхъ и снѣговыхъ—весеннихъ водъ;

3) выбранное мѣсто для постройки завода расположено было въ центрѣ приобрѣтенныхъ рудниковъ и зимовыхъ стойбищъ киргизъ;

4) площадь эта находилась вблизи Джальтовской почтовой станціи, въ кратчайшемъ разстояніи отъ пунктовъ переотправки грузовъ: лѣтомъ—въ 275 верстахъ отъ паровой пристани города Павлодара на Иртышѣ и зимой—670 верстахъ отъ желѣзнодорожной станціи города Омска.

Ближайшимъ постояннымъ торговымъ пунктомъ, отъ мѣста постройки завода, былъ городъ Каркаралинскъ, въ 80 верстахъ разстоянія.

Для нуждъ завода устроенъ прудъ изъ ключевыхъ и весеннихъ водъ; плотина—земляная съ внутреннимъ шпунтовымъ рядомъ изъ пяти-вершковыхъ сосновыхъ бревенъ; напоръ =  $1\frac{1}{2}$  саж.; размѣръ плотины: 25 саж.  $\times$  2 саж.  $\times$   $1\frac{1}{2}$  саж.; для спуска снѣговыхъ весеннихъ водъ устроено отверстіе шириной  $1\frac{1}{2}$  саж. съ двумя деревянными щитами; высота мертвого бруса =  $\frac{3}{4}$  саж.; запасъ воды: въ началѣ лѣта около 1.500 куб. саж., а въ концѣ зимы до 600 куб. саж.

Непосредственно за этой плотиной была устроена земляная перемычка, со шпунтовымъ рядомъ изъ сосновыхъ пластинъ; образовался такимъ образомъ малый прудъ изъ боковыхъ ключей; лѣтомъ водокачка этого пруда подавала воду въ конденсаторъ локобиля, откуда теплая отработанная вода поступала въ большой прудъ.

Зимой работаетъ только водокачка большого пруда и, благодаря конденсаціонной теплой водѣ, прудъ вокругъ водокачки не замерзаетъ и убыль воды отчасти пополняется таяніемъ снѣга. Стоимость этихъ запрудъ = 4.500 руб.

Зданіе завода выстроено изъ камня - плитняка на известковомъ растворѣ, только для связи угловъ зданія, употреблялся цементъ; электролитическій отдѣлъ и мастерскія—одноэтажные, остальные отдѣленія—въ два этажа; оконные и дверные косяки обложены краснымъ кирпичемъ, также и всѣ арки - перемычки сдѣланы изъ красного кирпича; крыша—желѣзная, окрашенная сурикомъ. Работы на всѣхъ постройкахъ велись хозяйственнымъ способомъ.

Для полученія необходимой энергіи былъ заказанъ у Р. Вольфа, въ Магдебургѣ-Букау, локобиль системы компаундъ, развивающій 120—178 л. с., съ перегрѣвомъ пара и конденсаціей.

Для перевозки этого локомобиля, тому же заводу была заказана телѣга, при чемъ было указано, что придется локобель тащить 300 вер. по обыкновенной грунтовой дорогѣ; поэтому, просили уменьшить вѣсъ котла до minimum'a и обратить серьезное вниманіе на конструкцію телѣги.

Со станціи „Омскъ“ локобельный котелъ (вѣсомъ около 1.000 пудовъ) потащили на присланной телѣгѣ (цѣной 1.465 руб. франко-Омскъ), къ паровой пристани города Омска, по ровной хорошей дорогѣ; въ запряжкѣ участвовало пятнадцать троекъ лошадей-ломовиковъ.

При переѣздѣ котла черезъ деревянный тротуаръ-мостикъ сточной канавы, на главной улицѣ города, доски лопнули и осѣли на 2—3 вершка, вслѣдствіе чего сломался кронштейнъ - „подушка“, посредствомъ котораго котелъ былъ прикрѣпленъ къ телѣгѣ; тащить дальше котелъ, въ такомъ видѣ, не представлялось никакой возможности.

Виновникомъ поломки былъ заводъ Вольфа, такъ какъ корпусъ котла непосредственно лежалъ своими передними и задними „подушками“ на телѣжныхъ осяхъ, которыя не имѣли между собой другого прочнаго соединенія.

Заводъ Ландруна въ Омскѣ исправилъ поврежденія и соединилъ оси телѣги двумя желѣзными двутавровыми балками, къ которымъ и прикрѣпили „подушки“ котла; за эту работу пришлось уплатить около 1.500 руб.

Вслѣдствіе отсутствія на пристани г. Омска подъемныхъ крановъ для погрузки тяжестей, котелъ съ трудомъ былъ втащенъ на баржу; въ Павлодарѣ котелъ былъ выгруженъ на степномъ берегу Иртыша.

Перевозка котла къ мѣсту постройки завода, на разстояніи 300 верстъ, продолжалось около двухъ мѣсяцевъ и была сопряжена съ громадными затрудненіями. Колеса телѣги (переднія:  $1' \times 2\frac{1}{2}'$  и заднія:  $1' \times 4'$ ) подъ тяжестью котла врѣзывались даже въ плотную почву, а на солончаковой, телѣга погружалась почти до осей. При переѣздахъ по слабому грунту, подъ колеса подкладывались сосновыя плахи толщиною въ два вершка. Очень часто приходилось прибѣгать къ помощи домкратовъ, чтобы поставить на доску утонувшее колесо телѣги. Въ запряжкѣ приняло участіе одновременно пятьдесятъ (50) паръ киргизскихъ воловъ, совершенно непривыкшихъ къ грунтовымъ перевозкамъ; десять паръ воловъ были въ запасъ для замѣны уставшихъ; на каждыя двѣ пары воловъ былъ отдѣльный погонщикъ-киргизъ.

Отѣхавши 25 верстъ отъ Павлодара, киргизы-возчики бросили котелъ и отказались везти его дальше; послѣ долгихъ переговоровъ, пришлось увеличить провозную плату и лично руководить перевозкой; котелъ все время сопровождалъ слесарь съ подручнымъ.

Для облегченія телѣги (*k*) котла, чтобы колеса ея не врѣзывались въ землю, я помѣстилъ, съ обѣихъ сторонъ телѣги (*k*), еще по одной



телѣгѣ (*a*) съ подъемной силой до 400 пуд.; къ этимъ телѣгамъ (*a*) были протянуты желѣзной цѣпью два пятивершковыхъ бревна (*b*), которыя проходили подъ телѣгой (*k*) и такимъ образомъ немного приподнимали ее съ котломъ; благодаря такому приему, часть тяжести котла легла на боковыя телѣги (*a*), и колеса основной телѣги (*k*) были облегчены. Вслѣдствіе такого приспособленія, перевозка котла ускорилась. Стоимость гужевой перевозки обошлась немного болѣе 2.000 рублей.

У зданія завода котель былъ снятъ съ телѣги и на деревянныхъ каткахъ, при помощи лебедки и двухъ домкратовъ, легко втащень въ машинное отдѣленіе. Здѣсь котель былъ установленъ, безъ фундаментныхъ болтовъ, своими шестью „подушками“ на кирпичномъ фундаментѣ.

Дымовая желѣзная труба, длинной 26 м. и внутреннимъ діаметромъ 0,62 м., состояла изъ пяти звеньевъ.

Установка трубы происходила изъ машиннаго отдѣленія при помощи лебедки и домкратовъ; подъемъ звеньевъ трубы былъ начать съ конечнаго—верхняго; на поперечной стѣнѣ зданія была установлена деревянная тренога, высотой 15 м., для направленія и поддержанія поднимаемыхъ звеньевъ трубы.

Установка маховиковъ, и, вообще, сборка локомобиля никакихъ затрудненій не вызывали.

Вся поверхность нагрева трубчататаго котла локомобиля = 36,76 м<sup>2</sup>.

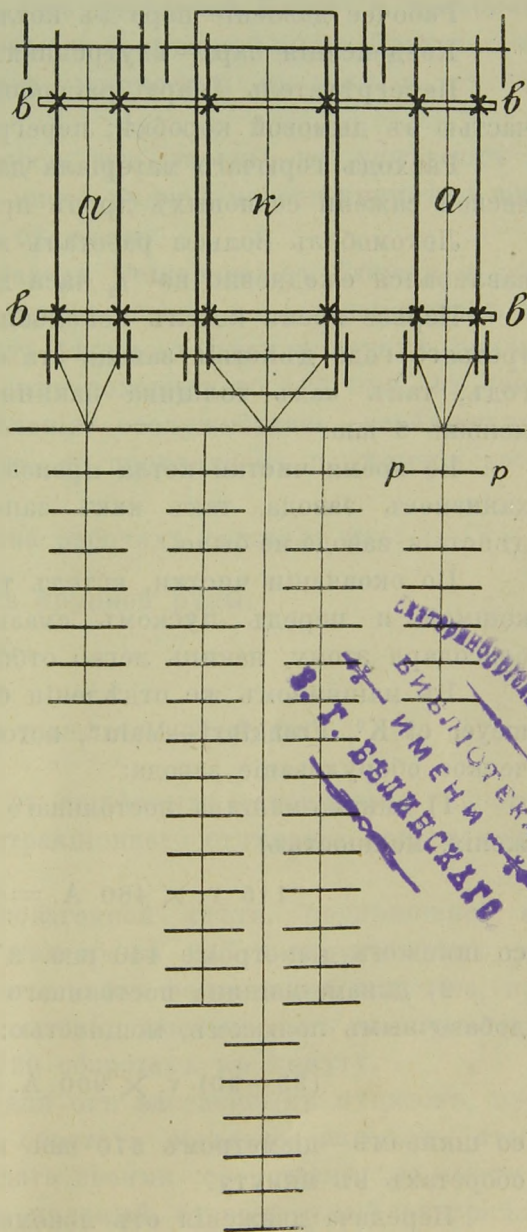
Площадь колосниковой рѣшетки:

$$1,785 \text{ м.} \times 0,969 \text{ м.} = 1,73 \text{ м}^2;$$

топка устроена для отопленія дровами.

### Видъ запряжки.

*p-p*—пара воловъ.



Фиг. 1.

Котелъ снабженъ двумя питательными приспособленіями, дѣйствующими независимо другъ отъ друга; эти приборы слѣдующіе:

1) Машинный насосъ, діаметромъ поршня въ 45 mm. и ходомъ въ 200 mm., при 170 качаніяхъ въ минуту.

2) Инжекторъ, доставляющій 70 litr. воды въ минуту.

Рабочее давленіе пара въ котлѣ держалось въ 12 atm.

Конденсація пара—внутренняя.

Перегрѣватель пара расположенъ частью въ перегрѣвательной, частью въ дымовой коробкѣ; перегрѣвъ пара до 350°C.

Расходъ горючаго матеріала для локомобиля не превышалъ кубической сажени сосновыхъ дровъ при полной нагрузкѣ машины.

Локомотивъ Вольфа работалъ вполне удовлетворительно; онъ оставался ежедневно на  $\frac{1}{2}$  часа для продувки котла и осмотра машины.

Первое время котелъ локомобиля чистили два раза въ годъ, но съ третьяго года дѣйствія завода эта операція производится одинъ разъ въ годъ, такъ какъ толщина накипи на стѣнкахъ котла была всегда меньше 3 mm.

Во время чистки котла производился и общій ремонтъ всѣхъ механизмовъ завода, такъ какъ запаснаго двигателя для непрерывнаго дѣйствія завода не было.

По окончаніи чистки, котелъ тщательно протирался суконками или кошкой и передъ пускомъ смазывался порошкомъ графита съ водой, благодаря этому, накипь легко отбивалась при слѣдующей чисткѣ.

Въ машинномъ же отдѣленіи были установлены фирмой „W. Lahmeyer et K<sup>o</sup>, Frankfurt—Main“, которая, вообще, устроила все электрическое оборудованіе завода:

1) динамо-машина постоянного тока, для освѣщенія и передачи движенія, мощностью:

$$115 \text{ v.} \times 480 \text{ A.} = 55 \text{ kw.}, \text{ т. е. } 75 \text{ PS.},$$

со шкивомъ діаметромъ 440 mm. и шириной обода 300 mm.;

2) динамо-машина постоянного тока, для процесса электролиза, съ добавочнымъ полюсомъ, мощностью:

$$(35-90) \text{ v.} \times 900 \text{ A.} = 81 \text{ kw.}, \text{ т. е. } 110 \text{ PS.},$$

со шкивомъ—діаметромъ 570 mm. и шириной обода 430 mm., при 750 оборотахъ въ минуту.

Передача движенія отъ локомобиля къ динамо-машинамъ производилась сначала при помощи верблюжьихъ ремней Реддавея, но черезъ  $\frac{1}{2}$  года пришлось ихъ выбросить, такъ какъ во-первыхъ, они недостаточно плавно передавали движеніе, хотя концы ихъ и были соединены патентованными металлическими схватками и во-вторыхъ, при высокой температурѣ машиннаго отдѣленія эти ремни начали быстро сохнуть.



несмотря на специальную смазку ихъ, и рваться; поэтому, были употреблены кожаные клеенные ремни, которые прекрасно работали.

Распределительная доска электрическаго оборудованія была установлена въ машинномъ отдѣленіи. Въ машинномъ отдѣленіи смѣна рабочихъ состояла изъ машиниста и кочегара; работа ведется двумя смѣнами.

*Дробильное отдѣленіе* обслуживалось дробилкой Блека и вальцами; получалось въ часъ около 100 пудовъ измельченной руды. Двигателемъ былъ электромоторъ постоянного тока, мощностью въ 12 л. с., съ 850 оборотами въ минуту.

Съ теченіемъ времени выяснилось, что вальцы не успѣваютъ за дробилкой и пропускаютъ довольно много рудной мелочи крупнѣе 3 мм.; послѣ этого вальцы были замѣнены бѣгунами.

Бѣгуны были приобрѣтены на заводѣ Машарова въ Тюмени и обошлись съ провозомъ, установкой, трансмиссіей и электромоторомъ въ 19,5 л. с. около 6.200 руб. Изъ-подъ бѣгуновъ руду получали вполне измельченной, а производительность ихъ доходила до 125 пуд. въ часъ.

Трансмиссія дробильнаго отдѣленія обслуживалась верблужьими ремнями, которые въ этомъ пыльномъ, но прохладномъ помѣщеніи работали довольно хорошо.

Въ дробильномъ отдѣленіи смѣна рабочихъ состояла изъ:

- 2 — на подвозкѣ крупной руды,
- 2 — у дробилки,
- 2 — у бѣгуновъ,
- 2 — на вывозкѣ измельченной руды.

Измельченная руда поступала, въ желѣзныхъ вагончикахъ емкостью до 50 пудовъ, во второй этажъ экстракціоннаго отдѣленія при помощи подъемника.

*Подъемникъ* состоялъ изъ одновагонной клѣти, подвѣшенной къ цѣпи, которая обхватывала шкивъ діаметромъ 24" и заканчивалась соотвѣтствующимъ грузу противовѣсомъ; клѣть подъемника получала, при помощи шестерни и безконечнаго винта, движеніе отъ электромотора мощностью въ 4,5 л. с. при 430—720 оборотахъ въ минуту.

Въ виду нахождения завода вдали отъ населенныхъ пунктовъ, пришлось на оборудованіе мастерскихъ обратить серьезное вниманіе, чтобы всякій ремонтъ возможно было сдѣлать своими средствами; въ мастерскихъ были установлены: токарный, пильный, строгательный и сверлильный станки, а также лѣсопилка для полученія тонкихъ планокъ.

Все отдѣленія завода были оборудованы паровымъ отопленіемъ; котелъ для этой цѣли былъ установленъ въ дробильномъ отдѣленіи, паровое отопленіе завода функционировало съ середины сентября до конца марта.

## IV.

Экстракціонное отдѣленіе занимаетъ залъ въ два свѣта: длиной 9 саж., шириной 6 саж. и высотой 3 саж., т. е. съ внутреннимъ объемомъ = 162 куб. саж.

Всѣ чаны для купоросныхъ растворовъ сдѣланы изъ сосновыхъ полуторавершковыхъ досокъ „въ закрой“; внутренняя оболочка чана состоитъ изъ листового свинца толщиной 2 мм.; внутренніе размѣры чана: 2,2 м. діаметромъ и 1 м. высотой; въ центрѣ дна чана сдѣлано отверстіе, въ которое вставлена свинцовая трубка, съ внутреннимъ діаметромъ въ 1", припаянная къ свинцовому дну, для спуска растворовъ; надъ этимъ выпускнымъ отверстіемъ прикрѣплено къ дну чана, при помощи асфальтовой замазки, керамиковое кольцо, высотой 2 1/2" для задержанія рудной мути раствора.

Пайка свинцовыхъ оболочекъ производилась водороднымъ пламенемъ; водородъ получался изъ особаго прибора посредствомъ обработки сѣрной кислотой цинковыхъ обрѣзковъ. Этотъ паяльный аппаратъ былъ выписанъ изъ Германіи и обошелся франко-заводъ въ 220 рублей; онъ состоялъ изъ двухъ отдѣльныхъ приборовъ: одинъ изъ свинца для добыванія водорода и другой желѣзный цилиндръ, снабженный мѣхомъ, для полученія воздуха. Водородный приборъ дѣйствовалъ слѣдующимъ образомъ: въ свинцовый цилиндръ наливалась сѣрная кислота крѣпостью 66°В; въ эту кислоту опускалось маленькое свинцовое ведро съ цинковыми обрѣзками, а это ведро покрывалось свинцовымъ колпакомъ съ краномъ для выпуска получающагося водорода. Воздушный же аппаратъ пришлось вскорѣ замѣнить приборомъ своей конструкціи, такъ какъ во-первыхъ, для полученія воздуха требовался лишній человѣкъ и во-вторыхъ, самое главное, рабочій не могъ качать воздухъ вполне равномерно и, поэтому, часто задувалъ водородное пламя. Новый приборъ для полученія воздуха состоялъ изъ двухъ цилиндровъ, вставленныхъ плотно одинъ въ другой навстрѣчу своими отверстіями, т. е. дно меньшаго цилиндра служило какъ бы крышкой большаго; центръ большаго цилиндра занимаетъ глухой цилиндръ, образующій концентрическую стѣнку (e); въ цилиндръ a наливается, до половины его высоты, вода; затѣмъ вставляется въ него меньшій цилиндръ b, имѣющій въ днѣ кранъ для выхода воздуха; подъ давленіемъ груза k меньшій цилиндръ b постепенно опускается и вытѣсняетъ воздухъ черезъ верхній кранъ.

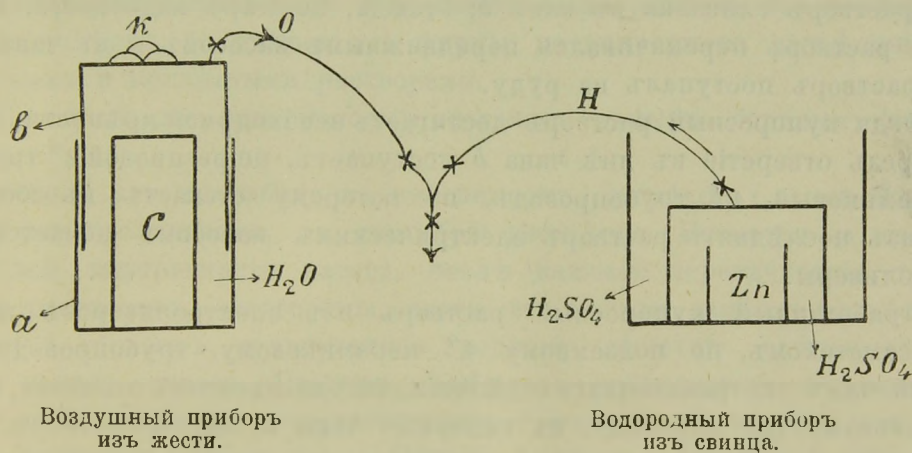
Въ паяльномъ аппаратѣ краны—водородный и воздушный имѣютъ резиновые трубки, которыя сходятся въ тройникъ съ регулирующими кранами; изъ тройника же смѣсь водорода и воздуха поступаетъ въ паяльную трубку.

Видъ паяльнаго аппарата (фиг. 2):



Въ виду того, что К. Л. Вахтеръ являлся совладѣльцемъ керамико-ваго завода въ Боровичахъ, Новгородской губ., было рѣшено все сосу-ды и трубы для купоросныхъ растворовъ готовить на этомъ за-водѣ, тѣмъ болѣе, что Боровичскій заводъ имѣлъ громадную практику по изготовленію керамиковыхъ издѣлій для нуждъ химическихъ за-водовъ.

Для выщелачиванія измельченной руды были спроектированы, со-гласно даннымъ опытовъ, экстракціонные керамиковые цилиндры; раз-мѣры показаны на чертежѣ № 1. Измельченная руда засыпалась сверху и выгружалась, по окончаніи выщелачиванія, снизу черезъ отверстіе горловины *g*; это отверстіе закрывалось подвѣшенной на желѣзной цѣпи керамиковой крышкой *k*, при чемъ между горловиной и крышкой нахо-



Фиг. 2.

дилась резиновая прокладка; эта крышка плотно прижималась къ гор-ловинѣ желѣзнымъ затворомъ. Растворъ поступалъ въ отверстіе *l* dna цилиндра, проходилъ черезъ рудный столбъ и выходилъ черезъ от-верстіе *m*. Во избѣжаніе засариванія рудной мелочью входнаго отверстія *l*, на днѣ цилиндра располагался слой изъ отдѣльныхъ керамиковыхъ кир-пичей, образующихъ радіальные перекрытые каналы для свободнаго прохожденія растворовъ; размѣры и видъ такого составнаго dna пока-заны на чертежѣ № 4. Для соединенія отдѣльныхъ звеньевъ керамико-ваго цилиндра, промежутки *x* заполнялись сначала слоемъ въ 1" асфаль-товой замазки, а затѣмъ, сверхъ этого слоя,—чистымъ цементомъ.

Каждому напорному чану *a* соотвѣтствуютъ два керамиковыхъ экстракціонныхъ цилиндра *C* для руды; въ цилиндрѣ завалилось 110—120 пудовъ измельченной руды.

Купоросные растворы очищались отъ рудной мути въ керамико-выхъ фильтрахъ, установленныхъ надъ чанами *a*; этотъ фильтръ—со-судъ съ отверстіями въ днѣ, которое покрыто войлокомъ—кошмой, т. е. растворъ фильтруется только войлокомъ; подобные же фильтры, только

меньшаго размѣра, были установлены надъ чанами *b* для очищенія выходящей изъ цилиндра струи раствора.

Установка напорныхъ чановъ *a*, сливныхъ *b*, рудныхъ цилиндровъ *C* и фильтровъ *f* показаны на чертежахъ №№ 2, 3 и 4; на горизонтѣ верхней кромки керамикового цилиндра *C* экстракціонное отдѣленіе дѣлилось поломъ на два этажа.

Ходъ экстракціи былъ таковъ (см. черт. № 4): измельченная руда изъ вагончика заваливалась въ цилиндръ *C*, сѣрноокислый растворъ приготавлился, въ зависимости отъ количества мѣди въ рудѣ, въ напорномъ чанѣ *a*; изъ этого чана растворъ, по резиновой 1" трубкѣ, имѣющей зажимы для регулированія скорости движенія раствора, поступалъ въ дно цилиндра; послѣ прохожденія черезъ слой засыпанной руды, растворъ сливалась въ чанъ *b*; отсюда, по мѣрѣ надобности, купоросный растворъ перекачивался передвижнымъ насосомъ *n* въ чанъ *a* и вновь растворъ поступалъ на руду.

Когда купоросный растворъ достигаетъ необходимой крѣпости, тогда онъ черезъ отверстіе въ днище чана *b* поступаетъ, по резиновой 2" трубкѣ, въ керамиковый 4" трубопроводъ, по которому стекаетъ въ сборный чанъ; изъ послѣдняго растворъ электрическимъ насосомъ подается въ электролизеры.

Отработанный купоросный растворъ изъ электролизеровъ поступаетъ самотекомъ, по подземному 4" керамиковому трубопроводу, въ сточный чанъ экстракціоннаго отдѣленія, откуда насосомъ подается, по 2" керамиковому трубопроводу, въ напорные чаны *a*; здѣсь растворъ подкисляется до необходимой крѣпости и вновь поступаетъ въ рудные цилиндры; такимъ образомъ купоросный растворъ непрерывно циркулируетъ. При нормальномъ ходѣ работъ въ экстракціонномъ отдѣленіи, растворъ пускался съ такой скоростью, чтобы онъ прошелъ рудный столбъ въ цилиндрахъ: первый разъ—за 5—6 часовъ, второй разъ—за 7—8 часовъ и третій разъ—за 6—7 часовъ; послѣ третьяго прохожденія крѣпость купоросныхъ растворовъ была вполне достаточна для электролиза; послѣ спуска готовыхъ растворовъ, приступали къ перемѣнѣ руды въ цилиндрахъ.

Ходъ работъ при перемѣнѣ отработанной руды былъ таковъ. Оставшійся съ рудой въ цилиндрахъ растворъ спускался, по отдѣльному 4" керамиковому водопроводу, въ сборный чанъ и отработанная руда промывалась водой, съ цѣлью вытѣснить остатки купороснаго раствора; эти промывныя воды, содержащія небольшое количество купороснаго раствора, спускались въ сточный чанъ и затѣмъ поступали въ различные чаны для пополненія убыли растворовъ; каждый рудный цилиндръ давалъ такихъ промывныхъ водъ до 200 литровъ.

Послѣ промывки, изъ нижней части цилиндра, гдѣ выщелачиваніе руды идетъ лучше всего, выбрасывается въ отвалъ только треть коли-



чества руды; затѣмъ такое же количество свѣжей руды засыпается въ верхнюю часть цилиндра; такимъ образомъ вся руда въ цилиндрѣ мѣнялась одинъ разъ въ трое сутокъ.

Черезъ каждыя двѣ недѣли, приходилось промывать керамиковые кирпичи составного дна цилиндра, для возстановленія правильности циркуляціи растворовъ. Для своевременнаго перекачиванія купоросныхъ растворовъ были установлены электрическіе насосы: одинъ—въ верхнемъ этажѣ экстракціоннаго отдѣленія, передвижной—на телѣжкѣ, для подготовительныхъ растворовъ и два—въ нижнемъ этажѣ для готового и отработаннаго растворовъ. Всѣ насосы были турбинные, системы Отто Шваде въ Эрфуртѣ, съ электромоторами постоянного тока, силой 3,3 PS.; подавали, при 1.700 оборотовъ, 250 литровъ купороснаго раствора въ минуту. Корпусъ насоса, валъ и турбинки были сдѣланы изъ фосфористой бронзы, которая, по увѣреніямъ фирмы, не подвержена развѣданію купоросными и кислотными растворами.

На дѣлѣ же эти насосы оказались самымъ больнымъ мѣстомъ завода.

Заводъ началъ работу въ половинномъ размѣрѣ, т. е. съ шестнадцатью электролизерами, въ сентябрѣ 1908 года. Несмотря на промываніе водой внутренности насоса, послѣ cadaго перекачиванія купоросныхъ растворовъ, внутреннія части его начали замѣтно развѣдаться. Главнымъ образомъ, подвергались вредному дѣйствію растворовъ турбинки и валъ насоса. Поэтому, пришлось организовать въ заводской мастерской непреывное приготовленіе турбинокъ и валовъ для насосовъ. Турбинки дѣлали изъ собственной мѣди, осажденной при плотности тока = 25—30 амперъ на 1 м<sup>2</sup>.; эти турбинки облуживались, т. е. покрывались третникомъ (2 ч. свинца и 1 ч. олова), чтобы дальше противостояли купороснымъ растворамъ. Валы вытачивали на токарномъ станкѣ изъ  $\frac{7}{8}$ " желѣза, затѣмъ покрывали его мѣдными трубками толщиной 3 мм. и части его, подверженныя дѣйствію растворовъ, облуживались. Шпонки принуждены были дѣлать мѣдныя, и это было слабымъ мѣстомъ насоса, такъ какъ, при развѣданіи шпонки, турбинки освобождались, и насосъ переставалъ подавать растворъ—что случалось довольно часто.

Пока бронзовые корпуса насосовъ и сердцевины-втулки турбинокъ были цѣлы, отремонтированные насосы работали болѣе или менѣе удовлетворительно; но, съ теченіемъ времени, насосы были такъ извѣдены купоросными растворами, что на ремонтъ ихъ уходила масса времени, а подача растворовъ отремонтированными насосами происходила медленно и несвоевременно.

Послѣ долгихъ переговоровъ, Шваде прислалъ, лѣтомъ 1909 года, насосы той же конструкціи, только корпусъ насоса былъ сдѣланъ изъ свинца. Результатъ этихъ насосовъ былъ почти прежній, такъ какъ

турбинки и валъ остались изъ фосфористой бронзы; корпусъ же насоса хотя подвергался болѣе медленному разѣданію купоросными растворами, но онъ изнашивался быстрѣе механически вслѣдствіе непрочности свинчака.

Наконецъ, въ 1910 году, былъ установленъ, для опытнаго перекачиванія купоросныхъ растворовъ, свинчаковый пульзометръ Кертинга—также была дана гарантія, что свинчакъ будетъ кислотоупоренъ. Къ сожалѣнію, быстро убѣдились, что свинчакъ механически непроченъ, а составныя его части выѣдаются купоросными растворами; подъ вліяніемъ пара и кислоты свинчакъ принималъ видъ, какъ дерево, изѣденное червоточиной; вообще, пульзометръ требовалъ частаго ремонта и слабо подавалъ растворы.

Въ концѣ концовъ, пришли къ убѣжденію, что лучше всего было бы перекачивать купоросные растворы при помощи сжатого воздуха, но осуществлено это не было.

Конечно, какъ и при всякомъ мокромъ способѣ, результатъ работы зависилъ отъ быстрого и своевременнаго перекачиванія растворовъ; такъ и при экстракціи, даже временная остановка въ поступленіи раствора въ напорный чанъ замедляла приготовленіе купоросныхъ растворовъ, т. е. разстраивала ходъ всего производства.

Въ слѣдующей таблицѣ № 2 показанъ результатъ выщелачиванія рудъ по годамъ.

ТАБЛИЦА № 2.

ГОДА.	Извлечено мѣди %.	Осталось мѣди въ рудѣ %.	Общее содер- жаніе мѣди въ рудѣ %.
1908 . .	3,85	0,63	4,48
1909 . .	3,38	0,85	4,23
1910 .	3,31	0,84	4,15

Керамикъ, какъ матеріалъ для рудныхъ цилиндровъ, оказался мало практичнымъ при заводской работѣ. Такъ, изъ 28 керамиковыхъ цилиндровъ, установленныхъ на заводѣ, остались цѣлыми къ концу второго года работы только 5; пришлось выбросить 6, а остальные 17 работали отремонтированные и скрѣпленные желѣзными обручами, покрытыми просмаленнымъ войлокомъ противъ разѣданія желѣза купоросными растворами.

Недостатки керамиковыхъ цилиндровъ:

- 1) даютъ трещины подъ вліяніемъ измѣненія температуры раствора и подъ давленіемъ рудной массы;
- 2) выгребныя отверстія быстро отламываются при перемѣнѣ руды;
- 3) плотное соединеніе отдѣльныхъ звеньевъ цилиндра трудно достижимо.



Керамиковыя крышки выгребныхъ отверстій цилиндровъ вскорѣ были замѣнены сосновыми деревянными пробками.

На основаніи заводской практики, шесть негодныхъ цилиндровъ были замѣнены тремя деревянными чанами слѣдующей конструкціи. Изъ сосновыхъ досокъ толщиной  $1\frac{1}{2}$  вершка, былъ сдѣланъ „въ стыкъ“ чанъ съ внутренними размѣрами: діаметромъ 1,8 м. и высотой 2 м.; этотъ чанъ имѣлъ внутри свинцовую 2 мм. оболочку, которая была закрыта, во избѣжаніе истиранія свинца рудой, деревянной обшивкой изъ  $1\frac{1}{2}$  вершк. сосновыхъ досокъ; дно чана имѣло два отверстія для входа растворовъ; для равномернаго распредѣленія движенія раствора на днѣ чана былъ устроенъ рядъ направляющихъ каналовъ, при помощи приклеиванія асфальтовой замазкой отдѣльныхъ деревянныхъ треугольниковъ (30 штукъ); ширина каналовъ = 1 верш.; во избѣжаніе засариванія этихъ каналовъ рудной мелочью, это составное дно покрывалось сплошь войлокомъ; отверстія *a* для входа растворовъ прикрывались деревянными кружками *b*, чтобы направить растворъ въ каналы; растворъ подводился двумя 1'' резиновыми трубками; въ чанъ клался сначала слой руды—кулачника, а затѣмъ насыпалось около 230 пуд. мелкой руды; ходъ экстракціи былъ тотъ же, что и въ цилиндрахъ. Эти деревянные экстракціонные чаны разрѣшили вполнѣ удовлетворительно вопросъ съ замѣной керамиковыхъ цилиндровъ, такъ какъ выщелачиваніе шло хорошо и растворы не терялись черезъ трещины и выгребныя отверстія.

Для уменьшенія количества остающейся мѣди въ отработанной рудѣ (см. таблицу № 2), были установлены въ 1910 году бѣгуны, такъ какъ вальцы въ 1909 году начали пропускать довольно много рудной мелочи крупнѣе 3 мм. Изъ подъ бѣгуновъ руда получалась очень мелкой, что давало возможность извлечь почти всю мѣдь при выщелачиваніи руды въ незначительныхъ количествахъ сразу. Между тѣмъ выщелачиваніе очень мелкой руды въ прежнихъ экстракціонныхъ сосудахъ не дало тѣхъ же прекрасныхъ результатовъ. Заваленная въ керамиковый цилиндръ очень мелкая руда плотно слеживалась и растворъ, направляясь по линіямъ наименьшаго сопротивленія, выщелачивалъ не всю массу руды, а мѣстами оставлялъ гнѣзда совершенно сухой руды. Поэтому, понизить процентъ мѣди въ отработанной рудѣ не удалось при прежнемъ приѣмѣ экстракціи: въ 1909 г. оставалось 0,85% Cu, а въ 1910 г., послѣ установки бѣгуновъ, 0,84% Cu.

Послѣ этого были сдѣланы заводскіе опыты выщелачиванія мелкой руды двумя новыми приѣмами. Первый приѣмъ: мелкая руда изъ-подъ бѣгуновъ заваливалась въ цилиндръ, и выщелачиваніе велось при непрерывномъ перемишиваніи всей рудной „завалки“; эта операція при конструкціи уставленныхъ керамиковыхъ цилиндровъ была довольно затруднительна, но результатъ получался вполнѣ удовлетворительный—въ отработанной рудѣ оставалось не болѣе 0,25% мѣди; ходъ экстракціи былъ

прежній; растворъ, по окончаніи процесса выщелачиванія, содержалъ незначительную муть, но черезъ  $1\frac{1}{2}$ —2 часа вполне растворъ освѣтлялся. Второй приѣмъ: руда изъ-подъ бѣгуновъ пропускалась черезъ два сита—съ отверстіями во 2 мм. и 1 мм.; засыпка руды въ цилиндры производилась такъ: нижнее звено цилиндра заполнялось рудой крупностью 2 мм.—3 мм., среднее—рудой 1 мм.—2 мм. и верхнее—рудой, частицы которой менѣе 1 мм.; по окончаніи загрузки руды, растворъ пускался полнымъ ходомъ и рудная пыль верхняго звена непрерывно перемѣшивалась; черезъ 2—3 часа экстракція оканчивалась и отработанная руда верхняго звена мѣнялась, „завалка“ же средняго и нижняго звена подвѣргалась выщелачиванію еще въ теченіе 5—6 дней; такимъ образомъ, руда верхняго звена цилиндра мѣнялась черезъ каждые три часа, а руда остальныхъ двухъ звеньевъ выбрасывалась въ отвалъ только черезъ 5—6 дней; въ отработанной рудѣ нижнихъ звеньевъ оставалось до 0,20% мѣди, рудная же мелочь верхняго звена выщелачивалась полностью; во время этого выщелачиванія, реакція происходила настолько бурно, что почти 50% рудной пыли уносилось вмѣстѣ съ купороснымъ растворомъ; поэтому, до пуска раствора въ электролизеры, приходилось купоросный растворъ отстаивать въ теченіе 7—8 часовъ и затѣмъ сливать его „сифономъ“.

Продолжительная заводская работа съ выщелачиваніемъ мелкой руды убѣдила, что самымъ раціональнымъ приѣмомъ экстракціи является обработка рудной мелочи (не крупнѣе 3 мм.) въ деревянныхъ чанахъ (въ родѣ вышеописаннаго) при непрерывномъ механическомъ перемѣшиваніи всей рудной „завалки“, вмѣстѣ съ предназначеннымъ для экстрагирования количествомъ сѣрникоислаго раствора, не прибѣгая къ циркуляціи растворовъ подъ напоромъ.

Керамиковые трубопроводы пришлось скорѣе замѣнить деревянными желобами, выложенными внутри листовымъ 2 мм. свинцомъ, такъ какъ керамиковыя трубы часто давали трещины, засаривались и плохо соединялись ихъ отдѣльныя составныя звенья.

Отработанная руда поступала, при помощи подъемника, во второй этажъ экстракціоннаго отдѣленія и отсюда отвозилась въ вагончикахъ, по деревянной эстакадѣ, въ отвалъ.

Для подвозки свѣжей руды служили семь желѣзныхъ вагончиковъ, емкостью 50 пудовъ; для перевозки отработанной руды предназначены были 3 вагончика той же конструкціи, выложенныхъ внутри листовымъ свинцомъ; всѣ вагончики опрокидывались на боковыя стороны.

Растворъ, который поступалъ на выщелачиваніе измельченной руды, подкислялся такъ, чтобы онъ содержалъ не менѣе 6% свободной сѣрной кислоты. Кислота ( $H_2SO_4$ ) употреблялась завода Ушкова крѣпостью 66° В.

При экстракціи, безвозвратный расходъ сѣрной кислоты, на постороннія примѣси мѣдной руды „Коктасъ-Джартаса“, выразился около



1,75% по отношенію къ обработанной рудѣ. Анализъ этой руды показанъ въ таблицѣ № 3.

ТАБЛИЦА № 3.

Составныя части.	%%
<i>Si O<sub>2</sub></i> . . . . .	78,44
<i>Si O</i> . . . . .	6,92
Влажность . . . . .	4,95
<i>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> . . . . .	4,30
<i>Ca O</i> . . . . .	2,75
<i>Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> . . . . .	1,90
<i>CO<sub>2</sub></i> . . . . .	0,86
<i>Mg O</i> . . . . .	слѣды

Воздухъ въ экстракціонномъ отдѣленіи очищался электрическимъ вентиляторомъ въ  $\frac{1}{8}$  л. с., діаметромъ 538 mm., при 1.700 оборотахъ въ минуту.

Для нуждъ завода былъ устроенъ внутри зданія водопроводъ—напорный бакъ, емкостью 4.000 литровъ, былъ установленъ надъ подъемникомъ; въ бакъ вода подавалась изъ верхняго большаго пруда электрическимъ центробѣжнымъ насосомъ Шваде, силой 4,75 л. с., при 1.800 оборотахъ въ минуту.

Въ экстракціонномъ отдѣленіи задолжались въ смѣну:

- 1) 1 нарядчикъ.
- 2) 1 подручный для верхняго этажа, 1 подручный для нижняго этажа, 1 подручный у насосовъ и подъемника.
- 3) 6 подручныхъ для перемѣны руды въ цилиндрахъ; въ ночную смѣну перемѣны руды не производилось.

## V.

Извлечение мѣди изъ рудъ электролизомъ сопровождается, главнымъ образомъ, двумя затрудненіями: первое затрудненіе заключается въ томъ, что качество получаемаго продукта вполне зависитъ отъ однородности электролита, т. е. электролитическій растворъ долженъ состоять изъ одной какой-либо соли мѣди при минимальномъ содержаніи постороннихъ примѣсей; вторымъ же затрудненіемъ является необходимость примѣненія нерастворимыхъ анодовъ, что вызываетъ неэкономическій расходъ электрической энергіи.

Всѣ работы Лашинскаго были направлены къ устраненію перваго затрудненія электролитическаго процесса, и онъ добился того, что при его способѣ электролиза растворъ не обогащается вредными примѣсями.

Лафонтенъ же основалъ весь свой способъ электролиза на замѣнѣ нерастворимаго анода растворимымъ анодомъ изъ руды, съ цѣлью устранить второе затрудненіе, т. е. уменьшить расходъ электрической энергіи. Сообщу нѣкоторыя данныя о патентѣ Лафонтена. Въ Парижѣ (Rue de Castagnary, № 114) былъ выстроенъ Компаніей „S-té F-se Electrolytique“, по проекту Лафонтена, заводъ для полученія электролитической мѣди непосредственно изъ руды. Этотъ заводъ былъ оборудованъ 100 электролизерами; внутренніе размѣры электролизера: длина 3,5 м., ширина 1,3 м. и глубина 1,15 м.; въ каждомъ находилось: 25 катодъ и 26 анодъ; площадь катода и анода были по 1 м.<sup>2</sup>; въ электролизеръ наливалось 4.000 литровъ раствора, съ содержаніемъ въ литрѣ до 90 gr.  $H_2SO_4$  и 70 gr.  $Cu SO_4$ ; электролизеры были сдѣланы изъ американской смолистой сосны „peash rayon“; главная особенность ихъ—отсутствіе внутренней свинцовой оболочки, такъ какъ стѣнки электролизера были покрыты внутри особой асфальтовой замазкой; раствора такой электролизеръ не пропускалъ; эта замазка приготовлялась такъ: 100 klg. асфальта растворялось въ 20 klg. скипидара и затѣмъ, въ моментъ употребленія, примѣшивалось 5 klg. свинцовыхъ бѣлилъ; толщина стѣнокъ электролизера была 70 mm.

Электролизеры были соединены послѣдовательно, а электроды въ нихъ—параллельно. Процессъ электролиза велся при 0,32 вольта на электролизеръ и 48 амперъ на одинъ катодъ. Анодъ у Лафонтена состоялъ изъ четырехъ сосновыхъ плетеноекъ, наполненныхъ измельченной мѣдной рудой; электрическій токъ проходилъ черезъ руду по направляющимъ вертикальнымъ мѣднымъ проводникамъ; внутренній размѣръ каждой плетенки-корзинки анода былъ—глубиной 1,00 м., длиной 0,25 м. и шириной 0,01 м.; такого рода аноды хотя и понижали напряженіе тока въ электролизерахъ, однако поддерживать непрерывно правильную работу установки не могли, такъ какъ: во-первыхъ, выдѣленіе мѣди изъ рудныхъ кусочковъ происходило только поверхностно и притомъ по линіямъ соприкосновенія съ проводниками тока и, во-вторыхъ, мѣдные проводники-стержни, подъ вліяніемъ процессовъ электролиза, растворялись и распадались на части. Заводъ Лафонтена, послѣ годичныхъ опытовъ съ этими анодами, прекратилъ работу по полученію электролитической мѣди непосредственно изъ рудъ.

На Джельтавскомъ заводѣ все электролитическое оборудование было сдѣлано по проекту Лашинскаго и было сосредоточено въ одномъ залѣ: длиной 10 саж., шириной 6 саж. и высотой 2 саж., т. е. съ объемомъ въ 120 куб. саж.

Осажденіе мѣди происходило въ особыхъ ваннахъ, такъ называемыхъ электролизерахъ—длиной 1,43 м., шириной 0,96 м. и глубиной 0,96 м.,



т. е. емкостью 1,15 куб. метр. Электролизеръ (см. чертежъ № 5) состоитъ изъ двухъ ящиковъ: наружнаго, сдѣланнаго „въ закрой“ изъ  $1\frac{1}{2}$  вершковыхъ сосновыхъ досокъ, съ внутренней оболочкой изъ 2 мм. листового свинца и внутренняго ящика, сдѣланнаго „въ притыкъ“ изъ сосновыхъ досокъ толщиной  $1\frac{1}{4}$  вершка. Продольныя стѣнки внутренняго ящика имѣютъ вертикальныя, глубиной 15 мм., вырѣзы: 16—для движенія мѣшалокъ и 9—для придерживанія направляющихъ анодъ. Электролизеръ, скрѣпленный восемью  $\frac{1}{2}$ '' желѣзными болтами, скрытыми въ деревянныхъ рамахъ, былъ установленъ на четырехъ керамиковыхъ подставкахъ-изоляторахъ; подъ электролизеромъ оставался прозоръ въ  $\frac{1}{2}$  аршина высотой для осмотра и ремонта, въ случаѣ надобности, дна его; установка электролизера показана на чертежѣ № 5.

Пайка свинцовыхъ оболочекъ электролизеровъ производилась вышеописаннымъ паяльнымъ аппаратомъ. На электролизерѣ была прикрѣплена деревянная рама, продольныя стороны которой имѣли 17 вырѣзовъ, глубиной 25 мм., для направленія и придерживанія концовъ березовыхъ „перекладовъ“ катодовъ и анодовъ.

Для спуска сработанныхъ растворовъ изъ электролизера, въ дно его была вдѣлана 2'' свинцовая трубка, длиной 8'', къ концу которой былъ прикрѣпленъ мѣдной проволокой резиновый  $2\frac{1}{2}$ '' рукавъ, длиной 2 м.; съ двумя холщевыми внутренними прокладками; въ свободный конецъ резинового рукава былъ вставленъ отрѣзокъ 2'' свинцовой трубы, длиной 8''; при наполненіи электролизера растворомъ, резиновый спускной рукавъ находится въ поднятомъ положеніи, и конечный свинцовый отрѣзокъ лежитъ на верхней рамѣ электролизера и такимъ образомъ придерживаетъ весь рукавъ; для спуска же раствора изъ электролизера, отрѣзокъ свинцовой трубы вкладывается въ отверстіе спускнаго керамикового трубопровода.

Уровень электролита держится на разстояніи 85 мм. отъ верхней кромки электролизера.

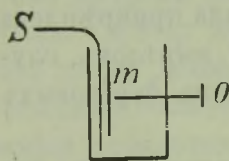
Въ теченіе двухлѣтней работы электролизеры никакого ремонта не требовали и въ конструктивномъ отношеніи никакихъ недостатковъ не обнаружили.

Анодъ, по системѣ Лашинскаго, состоялъ (см. чертежъ № 6) изъ трехъ свинцовыхъ пластинъ: длиной 800 мм., шириной 250 мм. и толщиной 5 мм.; разстояніе между пластинами 20 мм.; на каждую анодную пластину былъ плотно одѣтъ чехолъ изъ суроваго полотна; каждый чехолъ прикрѣплялся къ свинцовой пластинѣ сосновой планкой *a* при помощи деревянныхъ гвоздей; всѣ три чехла придерживались одной сосновой планкой *cd*, которая входила своими концами *c* и *d* въ вырѣзы внутренняго ящика электролизера и придерживала анодъ въ установкѣ; свинцовыя пластины анода были припаяны своими двойными ушами къ свинцовой поперечинѣ и висѣли, при помощи ея, на березовомъ пере-

кладѣ *pp*; концы *p* и *p* переклада входили въ соотвѣтствующіе вырѣзы верхней рамы электролизера и, такимъ образомъ, анодъ занималъ определенное положеніе; конецъ свинцовой анодной поперечины *S* плотно прижимался къ мѣдному проводнику тока *m*, при помощи желѣзнаго „прижима“, болтомъ  $1\frac{1}{8}'' \times \frac{3}{8}''$ , и такимъ путемъ анодъ электролизера включается въ общую электролитическую сѣть; нижняя кромка анода находилась въ 150 мм. отъ дна электролизера.

Эскизъ „прижима“: матеріаль— $\frac{1}{4}''$  шинное желѣзо, *o*—желѣзный болтикъ  $1\frac{1}{8}'' \times \frac{3}{8}''$ , между проводомъ *m* и концомъ болтика *o* вставлялась мѣдная пластинка.

Катодъ (см. чертежъ № 7) состоитъ изъ пяти мѣдныхъ листовъ: длиной 700 мм., шириной 160 мм. и толщиной 1 мм.; между каждымъ листомъ оставался промежутокъ въ 20 мм.; эти катодные листы сво-



Фиг. 3.

бодно висѣли своими ушами—мѣдными полосками—шириной 15 мм. и толщиной 1 мм.—на березовомъ перекладѣ *pp*; электрическій токъ поступалъ по мѣдной полосѣ *m*, къ которой плотно придавливались уши катода свинцовой поперечиной *n*; катоды включались въ цѣль прижиманіемъ конца мѣдной полосы *m* къ общему проводу при помощи указаннаго „прижима“, нижніе

концы катодныхъ листовъ были закруглены во избѣжаніе нарастанія на острыхъ углахъ мѣдныхъ шишекъ и соединенія ими сосѣднихъ пластинокъ; между нижней кромкой катода и дномъ электролизера былъ промежутокъ въ 110 мм.; березовый перекладъ катода занималъ определенное положеніе въ вырѣзѣ верхней рамы электролизера.

Въ электролизерѣ находилось: 8 катодовъ и 9 анодовъ; съ каждой стороны катода, на разстояніи 76 мм. отъ ихъ осей, висѣлъ анодъ; крайніе аноды были расположены на разстояніи 20 мм. отъ стѣнокъ электролизера (см. чертежъ № 8).

Каждый электролизеръ былъ снабженъ 16 деревянными мѣшалками; мѣшалка *abcd* была сдѣлана изъ сосновыхъ планокъ—шириной 60 мм. и толщиной 15 мм.—при помощи деревянныхъ гвоздей; боковыя стороны ея *ac* и *cd* были сръзаны по окружности, съ цѣлью дать мѣшалкамъ качательное движеніе въ вертикальной плоскости; направляющими для мѣшалокъ служили вертикальные вырѣзы въ продольныхъ стѣнкахъ внутренняго ящика электролизера; мѣшалка получала качательное движеніе отъ колѣнчатого вала, описывающаго окружность діаметромъ 267 мм., при помощи соединенія вертикальной ея планки съ „мочкой“ вала; соединеніе мѣшалокъ съ „мочками“ колѣнчатого вала показано на чертежѣ № 5; при нижнемъ положеніи мѣшалка находится въ 50 мм. отъ дна электролизера, при верхнемъ—верхняя кромка мѣшалки выступаетъ на 10 мм. изъ электролита; въ минуту мѣшалка дѣлаетъ 20 качаній; число качаній мѣшалки зависитъ отъ процентнаго содержанія мѣди въ раство-



рахъ: чѣмъ слабѣе электролитъ, тѣмъ быстрѣе должна двигаться мѣшалка; при помощи ступенчатыхъ шкивовъ, число качаній мѣшалокъ измѣняется отъ 20 до 35 въ минуту.

Патентъ Лацинскаго заключается: во-первыхъ, въ покрытіи свинцоваго анода полотнянымъ чехломъ и во-вторыхъ, въ примѣненіи къ перемѣшиванію электролита деревянныхъ мѣшалокъ. Благодаря этимъ нововведеніямъ, электролитъ не обогащается посторонними вредными солями, и осажденіе мѣди улучшается и ускоряется. Такой благопріятный результатъ получается при электролизѣ, по миѣнію Лацинскаго, по слѣдующей причинѣ: желѣзный купоросъ, содержащійся всегда въ электролитѣ, не окисляется въ высшую степень, благодаря образованію, подъ дѣйствіемъ электрическаго тока, свободной сѣрной кислоты, въ видѣ пленки вокругъ анода; эта образовавшаяся сѣрная кислота оттѣсняетъ желѣзный купоросъ отъ анода, а чехолъ и движеніе мѣшалокъ препятствуютъ свободному прониканію новой порціи желѣзнаго купороса къ аноду; при неплотномъ прилеганіи чехла къ аноду, результатъ получается иной, такъ какъ тогда желѣзный купоросъ свободно проникаетъ къ аноду и вытѣсняетъ сѣрную кислоту. Цѣль же мѣшалокъ при электролизѣ—ускорить осажденіе мѣди и препятствовать застаиванію желѣзнаго купороса у анода.

Всѣ мѣшалки электролизеровъ приводились въ движеніе электромоторомъ, постоянного тока, мощностью 12 лош. силъ, при помощи червячной передачи; мѣшалки любой серіи, т. е. четырехъ электролизеровъ, могли быть остановлены, не прерывая движенія остальныхъ, при помощи раздвижной муфты на колѣнчатомъ валу; установка червячной передачи и колѣнчатыхъ валовъ была сдѣлана на стойкахъ толщиной 4 вершка и показана на эскизахъ № 5 и № 9.

Электролизеры были расположены въ 4 ряда по восьми въ каждомъ (см. эскизъ № 9); всѣ электролизеры были соединены, для электролитическаго процесса, послѣдовательно; электроды же cadaго электролизера были соединены параллельно. Схема распредѣленія электрическаго тока въ электролизерахъ показана на эскизѣ № 10.

Выключеніе электролизеровъ изъ цѣпи производилось по серіямъ при помощи мѣдныхъ рубильниковъ—при чемъ каждая серія (всѣхъ 8 серій по 4 электролизера) могла быть выключена самостоятельно; общимъ проводникомъ электрическаго тока были мѣдныя полосы: шириной 70 mm. и толщиной 3 mm.

При пускѣ электролизеровъ въ работу, въ электролитическую цѣпь должно быть включено не менѣе 4 серій, т. е. 16 электролизеровъ, такъ какъ вольтажъ установленной на заводѣ динамо-машины для электролиза былъ minimum 35 вольтъ, на каждый же электролизеръ требовалось 2,5 вольта. Моментъ включенія въ цѣпь серіи электролизеровъ зависѣлъ отъ полученія готоваго купороснаго раствора—электролита; въ электро-

лизъ пускались растворы съ содержаніемъ мѣди не менѣе 1%; начальная крѣпость рабочего электролита показана въ таблицѣ № 4.

ТАБЛИЦА № 4.

Годъ.	Среднее содерж. Си въ %	Максимальн. содерж. Си въ %
1908 . .	1,55	2,35
1909 . .	1,19	1,82
1910 . .	1,25	1,87

При пускѣ въ работу электролитъ содержалъ около 1,5 % свободной сѣрной кислоты. Въ электролизеръ наливалось 700—800 литровъ купороснаго раствора.

Изъ экстракціоннаго отдѣленія купоросный растворъ подавался въ электролитическое отдѣленіе турбиннымъ электрическимъ насосомъ, по 2" свинцовому трубопроводу; въ центрѣ четырехъ рядомъ стоящихъ электролизеровъ этотъ трубопроводъ имѣлъ тройникъ съ краномъ и резиновымъ 2 1/2 рукавомъ длиной 2 м., такимъ образомъ, всѣ 32 электролизера обслуживались 8 кранами для полученія электролита.

Передъ наполненіемъ электролизера растворомъ, помощникъ машиниста осматриваетъ, при помощи электрической свѣчи, внутренность ящика, чтобы уши электродовъ были цѣлы, катодные листы не были согнуты, не было короткаго замыканія, анодные чехлы не были изорваны, не было между электродами отвалившихся планокъ мѣшалокъ, мѣшалки были цѣлы и не касались электродовъ; до включенія въ цѣпь серіи, всѣ указанные недостатки должны быть исправлены. Когда серія электролизеровъ наполнена растворомъ, машинистъ провѣряетъ въ ней зажимы электродовъ и движеніе мѣшалокъ, останавливаетъ электролизъ всего отдѣленія, выключивъ динамо-машину изъ цѣпи, выключаетъ отработанную серію (если таковая имѣется) и включаетъ въ цѣпь подготовленную серію, а затѣмъ динамо-машину электролиза; такимъ образомъ, электролизъ снова дѣйствуетъ.

По выключеніи изъ цѣпи отработанной серіи электролизеровъ, мѣшалки ея останавливаются и отработанный электролитъ съ содержаніемъ мѣди около 0,5% поступаетъ самотекомъ, по 4" керамиковому трубопроводу, въ сточный чанъ экстракціоннаго отдѣленія; послѣ спуска раствора, внутренность электролизера тщательно промывается водой изъ 1 1/2" желѣзнаго трубопровода, при чемъ всѣ электролизеры, какъ и при свинцовомъ трубопроводѣ, обслуживаются 8 кранами; промывная вода изъ электролизера самотекомъ поступаетъ, по деревяннымъ желобамъ, покрытымъ внутри асфальтовой замазкой, въ колодезь, находящійся, въ противоположной сторонѣ отъ пруда, на разстояніи 15 сант. отъ зданія



завода и всасываются въ почву; послѣ промывки электролизеровъ, приступаютъ къ осмотру и затѣмъ наполненію ихъ электролитомъ.

Одна серія электролизеровъ была предназначена для полученія катодныхъ основъ-листовъ; въ ней каждыя два электролизера были соединены параллельно, съ цѣлью получить въ половинномъ размѣрѣ плотность рабочаго тока электролиза. Катодныя основы получались слѣдующимъ образомъ: листъ прокатной мѣди, толщиной 2 мм.—шириной 160 мм.—длиной 850 мм., имѣлъ по ребрамъ выемку въ 1 мм. шириной и глубиной; эта выемка заполнялась изолирующимъ слоемъ парафина или асфальта, а обѣ стороны листа смазывались смѣсью графита и масла; пять такихъ листовъ составляли одинъ катодъ; этими катодными основами заполнялись 4 электролизера. Когда на обѣихъ сторонахъ катода осядетъ слой мѣди въ 1 мм. толщиной, тогда серія эта выключается изъ цѣпи, полученныя катодныя основы замѣняются новыми, а серія вновь поступаетъ въ электролитическую цѣпь. Осѣвшіе катодные листы снимаются и очищаются отъ масла и графита; изъ этихъ листовъ вырѣзаются катодныя основы, снабжаются ушами-подвѣсками и группируются въ катоды.

Подобное общепринятое полученіе катодныхъ основъ имѣетъ существенныя затрудненія: во-первыхъ, для полученія прочной основы необходимо смазать листъ равномернымъ слоемъ и во-вторыхъ, полученную основу необходимо очень тщательно очистить отъ масла, иначе маслянистыя мѣста препятствуютъ осажденію мѣди; эта работа требуетъ большаго навыка и времени, такъ какъ при плохой смазкѣ листа, мѣдь осаждается безъ препятствій и связывается съ основнымъ листомъ.

Въ виду затрудненій получать своевременно катодныя основы хорошаго качества, мною были произведены опыты полученія этихъ основъ на свинцѣ. Въ концѣ 1908 года я достигъ того, что катодныя основы получались, безъ всякихъ затрудненій, хорошаго качества осажденіемъ мѣди въ обыкновенныхъ электролизерахъ на свинцовой поверхности. Для этой цѣли я пользовался свинцовыми анодами (конечно, безъ чехловъ): свинцовый листъ очищался тряпками (служили старые анодные чехлы) отъ грязи до полученія блестящей поверхности, а ребра его смазывались асфальтовымъ лакомъ и этимъ вся подготовительная операція оканчивалась; очищенные свинцовые листы загружались въ электролизеры и держались до полученія слоя мѣди въ 1 мм.; для снятія осѣвшаго листа, нижній край его приподымался ножомъ и затѣмъ легко сдирался со свинцовой поверхности. Изъ полученнаго такимъ путемъ мѣднаго листа вырѣзались катодная основа и уши-подвѣски и передъ употребленіемъ очищались отъ грязи желѣзными щетками. Послѣ снятія осѣвшей мѣди, свинцовые листы очищались тряпками и поступали вновь въ электролизеры. Подобный способъ полученія катодныхъ основъ оказался очень практичнымъ, такъ какъ не вызывалъ никакихъ затруд-

неній и могъ быть порученъ простому чернорабочему (на заводѣ этимъ дѣломъ занимались киргизы-чернорабочіе безъ всякаго участія слесаря); поэтому, прежній способъ на заводѣ не примѣнялся.

Опредѣленіе въ электролитѣ процентнаго содержанія мѣди производилось титрованіемъ, по способу Паркеса, растворомъ  $HCN$  и опредѣленіе свободной сѣрной кислоты—титрованіемъ растворомъ  $HNa CO_3$ . Эти анализы производились въ заводской лабораторіи три раза для каждого электролита: готоваго—передъ включеніемъ электролизера въ цѣпь, контрольнаго—черезъ 6 часовъ работы электролиза и отработаннаго—послѣ выключенія электролизера; контрольнымъ анализомъ опредѣлялось количество осѣвшей мѣди въ одинъ часъ и, такимъ образомъ, время выключенія электролизера; на основаніи этихъ анализовъ велся подсчетъ осѣвшей мѣди для каждой серіи электролизеровъ, и результаты электролиза записывались въ журналъ.

Электролизъ велся при постоянствѣ вольтажа, рассчитывая по 2,5 вольта на дѣйствующій электролизеръ; въ этомъ числѣ принята во вниманіе потеря вольтажа въ проводникахъ тока.

Ежедневно провѣрялся вольтажъ cadaго электролизера при помощи карманнаго вольтметра, съ точностью до 0,1 и опредѣлялось этимъ путемъ качество контакта cadaго анода съ общимъ мѣднымъ проводникомъ тока; при уменьшенномъ вольтажѣ—конецъ  $S$  анодной свинцовой поперечины былъ окисленъ—загрязненъ или неплотно прижатъ къ проводнику тока. Въ слѣдующей таблицѣ № 5 показано среднее распределеніе вольтажа въ одной серіи электролизеровъ.

ТАБЛИЦА № 5.

№№ электроли- зеровъ по теченію тока.	В О Л Ъ Т Ы.									Средня числа вольтажа.
	№№ аноды по теченію тока.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	3,1	2,8	2,7	2,5	2,4	2,3	2,3	2,1	1,9	2,45
2	3,1	2,8	2,6	2,5	2,4	2,4	2,2	2,1	1,8	2,43
3	3,1	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,1	1,9	2,43
4	3,0	2,7	2,5	2,4	2,3	2,3	2,1	2,1	1,9	2,37

Амперажъ электролиза держался въ зависимости отъ богатства электролита мѣдью—чѣмъ больше было въ немъ мѣди, тѣмъ плотность тока держалась выше. Опыты съ осажденіемъ мѣди изъ электролита, содержащаго менѣе 2%  $Cu$ , при плотности тока въ 90 ампер. на 1 квадр. метр. катода, дали неблагопріятные результаты, такъ какъ катодная мѣдь получалась слабой настолько, что возможно было отрывать руками кусочки мѣди отъ реберъ катода. Во избѣжаніе этого электролитическій



процессъ осажденія мѣди изъ слабыхъ купоросныхъ растворовъ велся при плотности тока, не превышающей 80 амперъ на 1 м.<sup>2</sup> катода. Въ началѣ электролитическаго процесса, когда электролитъ еще богатъ мѣдью, амперажъ бывалъ около 550 амперъ, затѣмъ, по мѣрѣ выдѣленія мѣди изъ раствора и обогащенія его свободной сѣрной кислотой, амперажъ возрасталъ до 700 амперъ. У распределительной доски велся машинистомъ журналъ, въ который записывался, черезъ каждые  $\frac{1}{2}$  часа, амперажъ обѣихъ динамо-машинъ. Въ таблицѣ № 6 показана средняя плотность тока при электролизѣ и соотвѣтствующій электрохимическій эквивалентъ, въ теченіе 1910 года.

ТАБЛИЦА № 6.

М Ѣ С Я Ц Ы.	Плотность тока на 1 м. <sup>2</sup> катода.	Электро- химическій эквива- лентъ.
Январь . . . . .	67,44	0,73
Февраль . . . . .	70,57	0,73
Мартъ . . . . .	76,93	0,73
Апрѣль . . . . .	77,11	0,73
Май . . . . .	77,22	0,79
Іюнь . . . . .	77,75	0,76
Іюль . . . . .	73,84	0,78
Августъ . . . . .	73,41	0,84
Сентябрь . . . . .	64,90	0,85
Октябрь . . . . .	67,57	0,78
Ноябрь . . . . .	68,73	0,75
Декабрь . . . . .	64,92	0,79
Среднія величины	71,70	0,77

При указанной плотности тока, катодная мѣдь получалась плотной и звонкой, если электролитъ былъ чистъ-прозраченъ; при мутномъ же электролитѣ, мѣдь осаждалась вмѣстѣ съ грязью, вслѣдствіе чего катодный листъ издавалъ глухой звукъ и былъ непроченъ. Поэтому, главными условіями полученія электролитической мѣди хорошаго качества, изъ купоросныхъ растворовъ съ содержаніемъ мѣди до 2%, являются: во-первыхъ, плотность тока не должна превышать 80 амперъ на 1 м.<sup>2</sup> катода и, во-вторыхъ, электролитъ долженъ быть чистъ-прозраченъ.

При крѣпости электролита отъ 3% мѣди до 4%, плотность тока возможно держать отъ 90 амперъ до 100 амперъ на 1 м.<sup>2</sup> катодной поверхности, безъ вреднаго дѣйствія на качество осаждаемой мѣди.

Анализы, полученной на Джельтовскомъ заводѣ, по способу Лашинскаго, мѣди, сдѣланные въ лабораторіяхъ М-ва Торг. и Пром., показаны въ таблицѣ № 7.

ТАБЛИЦА № 7.

С о с т а в н ы я   ч а с т и .	1909 годъ.	1910 годъ.
	‰ ‰ ‰	‰ ‰ ‰
Мѣдь — <i>Cu</i> . . . . .	99,900	99,920
Желѣзо — <i>Fe</i> . . . . .	0,008	0,005
Свинецъ — <i>Pb</i> . . . . .	0,064	0,033

Испытаніе этой электролитической мѣди, произведенное Акціонернымъ О-мъ Соединен. Кабельныхъ Заводовъ, дало слѣдующіе результаты:

ТАБЛИЦА № 8.

М ѣ д н а я   П р о в о л о к а .	Твердая.	Мягкая.
Діаметръ въ м м . . . . .	2,52	2,52
Временное абсолютное сопротивленіе . . . . .	235	125
Временное сопротивленіе на кв. мм. . . . .	47	25
Растяженіе въ ‰ . . . . .	2	38,5
Проводимость въ ‰ . . . . .	97,8	99,3
Сопротивленіе въ омахъ . . . . .	0,003457	0,003402
Гибкость . . . . .	8—9	12—13
Скручиваніе . . . . .	2—1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4 — 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

Толщина наростанія катоднаго листа допускалась только до 25 мм., такъ такъ болѣе толстая катодная пластина препятствовала движенію мѣшалокъ въ электролизерѣ.

Съемка электролитической мѣди производилась такъ:

По выключеніи изъ цѣпи назначенной къ съемкѣ серія электролизеровъ, изъ ящиковъ вынимались сначала все мѣшалки и аноды, затѣмъ—катоды; послѣ всей разгрузки электролизера, изъ него выпускался купоросный растворъ; внутренность ящика очищалась отъ шлама и тщательно промывалась водой.



Когда чистка электролизера оканчивалась, сейчасъ же приступали къ новой его загрузкѣ: сначала вставлялись аноды и мѣшалки, затѣмъ навѣшивались катодныя основы и всѣ электроды соединялись съ главнымъ проводникомъ тока, при помощи „прижимовъ“; по окончаніи загрузки всей серіи электролизеровъ, наливался въ нихъ электролитъ, и серія вновь включалась въ электролитическую цѣпь. Тотчасъ же по снятіи катодъ, мѣдные листы ихъ очищались щетками, къ холодной проточной водѣ, отъ остатковъ купороснаго раствора, отбивались отъ нихъ уши-подвѣски и затѣмъ эти мѣдныя пластины поступали въ складъ; въсь одной катодной пластины бывалъ не болѣе 1 п. 15 ф.

На разгрузку и нагрузку одной серіи изъ четырехъ электролизеровъ требовался десятичасовой трудъ слѣдующихъ лицъ: одного слесаря, четырехъ чернорабочихъ и двухъ подручныхъ подростковъ.

На основаніи двухлѣтней работы электролиза, выяснилось, что одинъ электролизеръ даетъ въ одинъ часъ около 0,034 пуд. электролитической мѣди, при электролитѣ съ содержаніемъ мѣди до 2%.

По свѣдѣніямъ Лашинскаго, расходъ свинцовыхъ анодъ, при его способѣ электролитическаго процесса, не долженъ превышать 2% по отношенію къ полученной мѣди. На Джельтовскомъ же заводѣ, въ началѣ производства, расходъ свинцовыхъ анодъ достигъ 7%. Столь быстрое изнашиваніе свинцовыхъ анодъ, происходило вслѣдствіе образованія чернобурыхъ чешуекъ перекиси свинца ( $PbO_2$ ) и бѣлаго осадка сѣрнокислаго свинца ( $PbSO_4$ ). Главной причиной образованія на анодахъ перекиси свинца является продыравленные чехлы анодъ; анодные же чехлы страдаютъ вслѣдствіе неосторожнаго обращенія съ анодами, при ихъ постановкѣ въ электролизеръ, или вслѣдствіе тренія мѣшалокъ по анодамъ (это случается въ началѣ производства, пока рабочіе не привыкнуть къ работѣ у электролизеровъ). Оболочка анода изъ образовавшейся перекиси свинца постепенно отпадаетъ, подъ вліяніемъ движенія мѣшалокъ, и отставшія части перекиси свинца переходятъ, съ теченіемъ времени, въ сѣрнокислый свинецъ. Затѣмъ очень скверно дѣйствуютъ на стойкость свинцовыхъ анодъ частыя и продолжительныя остановки наполненныхъ электролизеровъ, такъ какъ присутствующій въ электролитѣ желѣзный купоросъ переводитъ перекись свинца въ окись свинца и этимъ облегчаетъ сульфатацію, т. е. переходъ окиси свинца въ сѣрнокислый свинецъ, вслѣдствіе чего уничтожается на анодѣ предохранительная оболочка изъ перекиси свинца; для удержанія на анодѣ частицъ перекиси свинца, чехолъ долженъ плотно обхватывать анодъ.

Кромѣ указанныхъ причинъ, значительный расходъ свинцовыхъ анодъ былъ вызванъ присутствіемъ хлора въ водѣ заводскаго пруда, такъ какъ хлоръ поступалъ въ электролитъ вмѣстѣ съ водой и способствовалъ переходу свинца въ сѣрнокислый свинецъ.

Впослѣдствіи расходъ аноднаго свинца былъ доведенъ до 3,6%, хотя солоноватость прудовой воды осталась прежняя. Этотъ результатъ былъ достигнутъ слѣдующими мѣрами: во-первыхъ, мною были замѣнены плотняные чехлы анодовъ рогожными и при томъ такъ, что одинъ рогожный чехолъ покрывалъ всѣ три анодныхъ пластины—это вышло прочно и практично и, во-вторыхъ, работала у электролизеровъ одна и та же партія рабочихъ, вслѣдствіе чего у нихъ выработалось умѣніе обращаться съ электродами и мѣшалками.

Солоноватость воды въ заводскомъ прудѣ, въ теченіе 1910 года, показана въ таблицѣ № 9.

ТАБЛИЦА № 9.

М ѣ с я ц ы.	Содержаніе хлора въ ‰	М ѣ с я ц ы.	Содержаніе хлора въ ‰
Январь . . . . .	0,0066	Іюль . . . . .	0,0073
Февраль . . . . .	0,0049	Августъ . . . . .	0,0094
Мартъ . . . . .	0,0033	Сентябрь . . . . .	0,0114
Апрѣль . . . . .	0,0014	Октябрь . . . . .	0,0106
Май . . . . .	0,0015	Ноябрь . . . . .	0,0097
Іюнь . . . . .	0,0035	Декабрь . . . . .	0,0075
		Средняя величина . . . . .	0,0064

Вообще, для устойчивости свинцовыхъ анодъ необходимо:

- 1) отсутствіе хлора въ электролитѣ;
- 2) чистый свинецъ для анодъ;
- 3) чехлы для анодъ должны быть прочны и они должны плотно покрывать аноды. Практика показала преимущество общаго, для трехъ анодныхъ пластинъ, чехла изъ рогожи.

## VI.

Сообщаю здѣсь нѣкоторыя экономическія данныя, полученные на основаніи стоимости оборудованія Джелътовскаго завода въ Семипалатинской области.

ТАБЛИЦА № 10.

СТОИМОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА.		
Статьи расхода.	Руб.	Коп.
Наружный ящикъ изъ 1½ вершк. досокъ . . . . .	25	—
Внутренній ящикъ изъ 1¼ вершк. досокъ . . . . .	20	—
Внутренняя свинцовая оболочка: 9 пуд. по 5 р. . . . .	45	—
Пайка оболочка—матеріаль и работа . . . . .	7	—
Наружныя 2 рамы съ 8 болтами въ 1½" . . . . .	13	10
Деревянные мѣшалки: 16 шт. по 65 к. . . . .	10	40
Итого . . . . .	120	50



ТАБЛИЦА № 11.

СТОИМОСТЬ АНОДА.		
Статьи расхода.	Руб.	Коп.
Свинецъ лучш. качества: 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> п. по 5, 6 р. . . . .	12	60
Березовая перекладина . . . . .	—	30
Свинецъ для поперечины съ ушами: <sup>1</sup> / <sub>4</sub> п. × 5 р. . . . .	1	25
Пайка—матеріалъ и работа . . . . .	—	35
Чехолъ изъ рогожи съ деревян. планками . . . . .	1	—
Итого . . . . .	15	50

ТАБЛИЦА № 12.

СТОИМОСТЬ ПОЛНАГО ОБОРУДОВАНІЯ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА.		
Статьи расхода.	Руб.	Коп.
Электролизеръ со свинцовой 2 мм. оболочкой . . . . .	120	50
Фундаментъ—4 свайки, 4 изолятора и 2 доски . . . . .	4	10
Колѣнчатый 2' валъ для мѣшалокъ . . . . .	25	—
Комплектъ (4 шт.) мочекъ для мѣшалокъ . . . . .	8	50
Потолочные подшипники—2 шт. по 17 р. . . . .	34	—
Соединительныя муфты—2 шт. по 5 р. . . . .	10	—
Аноды : 9 шт. по 15,5 руб. . . . .	139	50
Катодныя поперечн. полосы : 8 шт. × 0,2 п. × 28 р. . . . .	44	80
Катодныя мѣдныя основы : 40 шт. × 0,05 п. × 28 р. . . . .	56	—
Катодныя мѣдныя подвѣски—уши : 80 шт. × 0,7 р. . . . .	5	60
Катодн. свинцов. поперечины—покрытіе : 8 шт. × 0,55 р. . . . .	4	40
Катодн. березовыя поперечины—держатели : 8 шт. × 0,3 р. . . . .	2	40
Электродныя „прижимы“ : 17 шт. × 0,5 р. . . . .	8	50
Спускная свинцовая трубка : 2'' × 8'' . . . . .	1	20
2 м. резинов. 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> '' рукава для спуска раствора . . . . .	10	75
Спускной свинцовый наконечникъ : 2'' × 8'' . . . . .	1	20
Сборка и установка . . . . .	23	55
Всего . . . . .	500	—

Въ таблицѣ № 13 указана расцѣнка главныхъ предметовъ оборудованія—франко Джелтовскій заводъ.

ТАБЛИЦА № 13.

Н а и м е н о в а н і е.	Руб.	Коп.
Локомобиль Вольфа: 120-178 л. с. . . . .	27,539	72
Динамо-машина для электролиза завода W. „Lahmeyer et K <sup>o</sup> “ 81 kw . . . . .	2,778	41
Динамо-машина для освѣщенія и движенія: 55 kw . . . . .	2,084	82
Распредѣлительная доска съ принадлежностями . . . . .	1,438	81
Дробилка Блека завода Круппа . . . . .	1,301	64
Вальцы того же завода . . . . .	1,542	73
Бѣгуны завода Мошарова въ Тюмени . . . . .	4,249	50
Моторъ — 12 л. с. закрытаго типа . . . . .	1,721	17
Моторъ — 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> л. с. открытаго типа . . . . .	755	88
Моторъ — 4,7 л. с. съ центробѣжнымъ насосомъ . . . . .	835	44
Моторъ — 3,3 л. с. съ турбиннымъ насосамъ . . . . .	1,299	50
Моторъ — 3,3 л. с. „ „ „ . . . . .	1,353	—
Моторъ — 3,3 л. с. „ „ „ . . . . .	1,266	38
Моторъ — 3,3 л. с. „ „ „ закрытаго типа . . . . .	1,535	80
Моторъ—19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> л. с. завода Сименса и Гальске, открытаго типа съ трансмиссией для бѣгуновъ . . . . .	1,198	35
Вентиляторъ <sup>1</sup> / <sub>8</sub> л. с. . . . .	275	63
Желѣзные вагончики Артура Коппеля—7 шт. . . . .	1,083	31
„ „ съ внутр. свинцов. оболочкой—3 шт. . . . .	658	69

Добыча мѣдныхъ рудъ производилась открытыми работами на рудникѣ „Кактасъ-Джартасъ“, находящемся на разстояніи 6 верстъ отъ Джелтовскаго завода; въ таблицѣ № 14 показана стоимость пуда руды, опредѣлявшаяся послѣ трехлѣтней эксплуатаціи рудника.



ТАБЛИЦА № 14.

СТОИМОСТЬ ПУДА РУДЫ.	
Статьи расхода.	Коп.
Надзоръ . . . . .	0,514
Разныя работы . . . . .	0,041
Ремонтъ инструмента . . . . .	0,132
Добыча руды . . . . .	0,580
Откатка „ . . . . .	0,393
Сервировка руды . . . . .	0,130
Расходъ взрывчат. матеріаловъ . . . . .	0,134
Расходъ инструмент. и матеріаловъ . . . . .	0,260
Стоимость на рудникъ	2,184
Перевозка на заводъ. .	0,900
Стоимость на заводъ. .	3,084

При электролизѣ купоросныхъ растворовъ, содержащихъ не болѣе 2% мѣди, получается изъ одного электролизера въ 1 часъ 0,034 пуда мѣди, слѣдовательно, Джелтовскій заводъ сможетъ дать въ годъ, при нормальныхъ условіяхъ работы, т. е. при своевременномъ перекачиваніи растворовъ, слѣдующее количество мѣди:

$$320 \text{ дн.} \times 24 \text{ час.} \times 32 \text{ электролизер.} \times 0,034 \text{ пуд.} \\ \text{т. е. } 8.400 \text{ пудовъ.}$$

Стоимость пуда электролитической мѣди, при указанныхъ условіяхъ, подсчитана въ таблицѣ № 15.

ТАБЛИЦА № 15.

Стоимость одного пуда электролитической мѣди.

ГОДОВАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ 8.400 ПУД. МѢДИ.		
Статьи расхода.	Руб.	Коп.
1) Правленіе и уплата Лацивскому . . . . .	—	45
2) Администрація:		
горный инженеръ—управляющій . . . . . 5.000 руб.		
электротехникъ—смотритель завода . . . . . 2.400 „		
за 1/2 года горный техникъ—смотритель рудн. . . . . 800 „		
кассиръ—бухгалтеръ . . . . . 1.320 „		
фельдшеръ—конторщикъ . . . . . 720 „		
10.240 руб.	1	22

Г О Д О В А Я П Р О И З В О Д И Т Е Л Ь Н О С Т Ъ 8,400 ПУД. М Ъ Д И.		
С т а т ь и р а с х о д а.	Руб.	Коп.
3) Рабочая сила:		
машинное отдѣленіе . . . . .	2.400 руб.	
дробленіе . . . . .	2.300 "	
экстракція . . . . .	2.800 "	
электролизъ . . . . .	1.800 "	
ремонтъ . . . . .	1.200 "	
разныя работы . . . . .	1.000 "	
	11.500 руб.	1 37
4) Руда: 33 пуд. по 3,084 коп. . . . .	1	—
5) Сѣрная кислота: 0,6 пуд. по 1,9 руб. . . . .	1	14
6) Свинцовые аноды: . . . . .	310 пуд. по 5,6 руб. 1.736 руб.	— 21
7) Анодные чехлы изъ рогожи, при замѣнѣ 2 раза въ годъ:		
(288 шт. $\times$ 40 коп.) $\times$ 2 = 230,4 руб. . . . .	—	03
8) Горючіи матеріалъ:		
для локобиля . . . . .	320 куб. с.	
" паров. отопл. завода. 50 " "		
" жилыхъ зданій . . . 130 " "		
	500 куб. с. по 35 руб. = 17.500 руб.	2 08
10) Смазочный матеріалъ:		
цилиндровое масло . . . . .	60 пуд. $\times$ 6,4 руб. = 384 руб.	
динамное масло . . . . .	27 " $\times$ 4,8 " = 129,6 "	
олеонафтъ . . . . .	160 " $\times$ 3,6 " = 576 "	
вазелинъ „К.-Гризъ“ . . . . .	5 " $\times$ 10 " = 50 "	
колесная мазь . . . . .	20 " $\times$ 3,6 " = 72 "	
керосинъ . . . . .	3 " $\times$ 2,8 " = 8,4 "	
	1.220 руб.	— 15
11) Обтирочн. матеріалъ—нитяи. концы 36 п. по 11 р. =	396 руб.	— 05
12) Разный расходъ и текущій матеріалъ . . . . .	3.600 "	— 40
13) Страховка и санитарный расходъ . . . . .	1.700 "	— 20
14) Непредвидѣнный расходъ . . . . .	1.200 "	— 15
Стоимость пуда электролитической мѣди, безъ амортизаціи, при отопленіи дровами, на заводъ . . . . .	8	45



Г О Д О В А Я П Р О И З В О Д И Т Е Л Ь Н О С Т Ъ 8.400 П У Д. М Т Д И.		
С т а т ь и р а с х о д а.	Руб.	Коп.
Провозъ мѣди (среднія цѣны за годъ):		
до Павлодара . . . . .		35 коп.
„ Омска . . . . .		40 „
„ Петербурга . . . . .	1	40
Стоимость пуда мѣди, безъ амортизаціи, при отопленіи дровами, въ Петербургѣ . . . . .	9	85
При отопленіи каменнымъ углемъ, изъ копи за 60 верстъ отъ завода, считая на 1 куб. саж. дровъ 140 пуд. угля:		
500 куб. с. $\times$ 140 пуд. $\times$ 20 коп. = 14.000 руб.		
стоимость дровъ была — 17.500 „		
годовой расходъ на отопленіе уменьшится на 3.500 руб.		
т. е. на пудъ мѣди	—	41

На основаніи практики, возможно вполне опредѣленно сказать, что электролитическій процессъ полученія мѣди, по способу Лацинского, примѣнимъ съ выгодой, при обработкѣ бѣдныхъ кремнистыхъ окислыхъ мѣдныхъ рудъ, въ раіонахъ, гдѣ нѣтъ хорошаго горючаго матеріала.

Поэтому, этотъ способъ обработки мѣдныхъ рудъ особенно заслуживаетъ вниманія въ Киргизской степи Западной Сибири, гдѣ всѣ данныя говорятъ за примѣненіе именно электролитическаго процесса, такъ какъ здѣсь природой сгруппированы: бѣдныя окисленные руды—для извлеченія мѣди, плохой бурый уголь—для отопленія, свинцовыя руды—для полученія аноднаго свинца и сѣрный колчеданъ—для выработки сѣрной кислоты. Для выгодной эксплуатаціи всѣхъ этихъ горныхъ богатствъ недостаетъ только дешеваго пути сообщенія, т. е. желѣзной дороги.

Считаю своимъ нравственнымъ долгомъ выразить искреннюю признательность глубокоуважаемому Иліодору Николаевичу Урбановичу за непосредственныя его указанія при проектированіи постройки Джелтовскаго завода для полученія электролитической мѣди.

## ОПРЕДѢЛЕНІЕ ОСНОВНЫХЪ РАЗМѢРОВЪ ПАРОВЫХЪ ТУРБИНЪ.

Горн. Инж. А. П. Германа,  
ассистента Горнаго Института Императрицы Екатерины II.

### ПРЕДИСЛОВІЕ.

Появившись въ промышленности въ 80-хъ годахъ прошлаго столѣтія, паровыя турбины достигли высокой степени совершенства и получили широкое распространеніе лишь за послѣднія 10 лѣтъ.

Этимъ успѣхомъ онѣ обязаны накопленію богатаго опытнаго матеріала, явившагося плодомъ многолѣтней дѣятельности такихъ прославленныхъ конструкторовъ, какъ *Де-Лаваль*, *Парсонсъ*, *Куртисъ*, *Рато*, *Цѣлли* и др.

Что касается раціональных методовъ расчета паровыхъ турбинъ, то развитіе ихъ шло сравнительно медленно. Исходной точкой расчета первоначально являлась *скорость выхода пара* изъ послѣдняго диска турбины, выбранная болѣе или менѣе произвольно и служившая для опредѣленія главныхъ элементовъ турбинъ, какъ напр. *числа ступеней* и *сѣченія паровыхъ каналовъ*. Указанный методъ расчета, разработанный д-ромъ Кообомъ <sup>1)</sup>, нуждался въ дальнѣйшемъ развитіи, такъ какъ не давалъ никакого критерія относительно наивыгоднѣйшихъ результатовъ расчета.

Проф. *Банки* <sup>2)</sup> первый положилъ въ основу расчета условія *максимума отдачи* и далъ весьма изящный графическій методъ расчета однодисковыхъ турбинъ. Д-ръ *Венгеръ* <sup>3)</sup> распространилъ методъ Банки и на многоступенчатыя турбины, давъ уравненія *характеристическихъ* кривыхъ.

Настоящій трудъ имѣетъ цѣлью систематическое изложеніе методовъ расчета по принципу *Банки-Венгера*. Въ I отдѣлѣ дана общая теорія расчета, при чемъ большое вниманіе удѣлено *приближенному* спо-

<sup>1)</sup> Zeitschr. des Ver. d. Ingen. 1904, № 19 u. 21.

<sup>2)</sup> Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1905, № 12; Zeitschr. für das ges. Turbinenwes. 1906, H. 5, 6, 8, 10.

<sup>3)</sup> Dr. A. Wenger, Bestimmung des Maximalwertes des thermodynamischen Wirkungsgrades und der günstigsten Stufenzahl bei Dampfturbinen, I. Springer, 1908.



собоу построения кривой расширения въ энтропической діаграммѣ, предложенному д-ромъ *Венгеромъ*; однако, основная формула послѣдняго для индикаторной отдачи процесса *нѣвѣрна* и вмѣсто нея выведена другая формула (26), являющаяся основной для всего расчета. На таблицахъ I и II построены, по уравненіямъ Венгера, характеристическія кривыя, имѣющія столь же важное значеніе, какъ и формула (26). Во II отдѣлѣ содержатся *практическія приложенія* общихъ методовъ къ расчету турбинъ *Де-Лавала*, *Всеобщей Комп. Электр.*, *Рато*, *Целли* и *Парсонса*, которыя подробно изслѣдованы съ точки зрѣнія отдачи. Для турбинъ *Рато* и *Парсонса* приведено по одному примѣру детальнаго расчета, основаннаго на формулѣ (26).

Всѣ полученные результаты относятся лишь къ обыкновеннымъ стационарнымъ турбинамъ; разсмотрѣніе *судовыхъ* турбинъ и турбинъ *низкаго* давленія выходитъ изъ рамокъ настоящаго труда.

Полагая, что этотъ трудъ соотвѣтствуетъ потребностямъ русской технической литературы, авторъ высказываетъ здѣсь свою искреннюю признательность глубокоуважаемому профессору Ивану Августовичу Тиме за его сочувственное отношеніе къ настоящему труду и любезное содѣйствіе при его составленіи.

## ОТДѢЛЪ I.

### А. Таблицы и діаграммы для водяного пара.

#### 1. Работа пара въ паровыхъ турбинахъ.

Принципъ дѣйствія паровыхъ турбинъ состоитъ въ томъ, что тепловая энергія водяного пара, путемъ его расширенія, преобразуется въ кинетическую и чрезъ посредство турбиннаго колеса, или системы колесъ, передается рабочему валу.

Указанное преобразование совершается непрерывно, пока турбина находится въ дѣйствіи, и требуетъ постояннаго притока свѣжаго пара изъ котла. Такимъ образомъ, каждая вѣсовая единица израсходованнаго пара претерпѣваетъ рядъ измѣненій, начиная отъ жидкаго состоянія, въ какомъ находится поступающая въ котелъ питательная вода, при давленіи  $p_0$  и температурѣ  $t_0$ . Нагнетаемая въ котелъ вода получаетъ притокъ тепла  $Q_0$  и превращается въ паръ, насыщенный или перегрѣтый, при давленіи  $p_1$  и температурѣ  $t_1$ . Этотъ паръ, состояніе котораго мы будемъ называть даннымъ, въ отличіе отъ начальнаго состоянія, расширяясь въ турбинѣ, отдаетъ обратно часть полученной имъ теплоты  $Q_0 < Q_1$  въ видѣ механической работы:

$$L_0 = \frac{Q_0}{\eta},$$

гдѣ

$$\eta = \frac{1}{425}$$

есть механическій эквивалентъ теплоты, при чемъ давленіе пара и температура его падаютъ соотвѣтственно до величинъ  $p_2$  и  $t_2$ . Оставшаяся же неиспользованной часть теплоты  $Q_2 = Q_1 - Q_0$  бесполезно теряется въ холодильникъ или въ атмосферѣ, если работа производится на выхлопъ, и паръ снова возвращается въ то состояніе, въ какомъ онъ находился въ началѣ, до поступленія въ котелъ въ видѣ питательной воды.

Описанный процессъ называется круговымъ, такъ какъ каждая вѣсовая единица пара испытываетъ непрерывный рядъ измѣненій, начальная и конечная стадіи котораго тождественны между собою. Такой процессъ предполагаетъ переходъ работающаго тѣла изъ начальнаго состоянія въ нѣкоторое данное и слѣдующій затѣмъ обратный переходъ въ начальное состояніе.

## 2. Энтропія и энтропическая діаграмма.

Работа, отданная тѣломъ при круговомъ процессѣ, ни при какихъ условіяхъ не можетъ достигнуть величины:

$$L_1 = \frac{Q_1}{\eta},$$

гдѣ  $Q_1$  есть затраченное извнѣ тепло; вообще говоря, она не можетъ превысить нѣкоторой наибольшей величины:

$$L_{0\max} = \frac{Q_{0\max}}{\eta}.$$

Это положеніе представляетъ результатъ опыта и извѣстно подъ названіемъ второго закона термодинамики. Указанный законъ иначе можетъ быть названъ принципомъ разсѣянія энергіи, какъ его назвалъ В. Томсонъ, такъ какъ онъ выражаетъ необходимость бесполезнаго для работы перехода тепла отъ источника температуры  $t_1$  къ источнику низшей температуры  $t_2$ .

Отношеніе:

$$\frac{Q_0}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

называется полезнымъ дѣйствіемъ или отдачей процесса. При опредѣленномъ извнѣ затраченномъ количествѣ тепла  $Q_1$ , отдача процесса будетъ наибольшей, а количество разсѣявшейся энергіи, слѣдовательно, наименьшимъ, въ томъ случаѣ, если обратный переходъ тѣла изъ даннаго состоянія въ начальное будетъ составленъ изъ двухъ послѣдова-



тельныхъ процессовъ: 1) изъ адиабатическаго расширенія до давленія  $p_2$  и начальной температуры  $t_0$  и 2) изъ изотермическаго измѣненія при температурѣ  $t_0$  съ потерей тепла  $Q_2$ . Такой процессъ обратнаго перехода будемъ называть наивыгоднѣйшимъ.

Такимъ образомъ, мѣрою наибольшей работы, которая можетъ быть получена при круговомъ процессѣ, съ данными крайними температурами, является величина  $Q_2$ .

Если  $T_1$  и  $T_0$  суть абсолютныя крайнія температуры процесса, то при вышеопредѣленномъ наивыгоднѣйшемъ процессѣ по теоремѣ Клаузіуса:

$$Q_2 = T_0 \int_{T_0}^{T_1} \frac{dQ}{T} \dots \dots (1),$$

гдѣ  $dQ$  представляетъ элементарное приращеніе количества тепла при переходѣ тѣла изъ начального состоянія въ данное, а  $T$ —соотвѣтствующую абсолютную температуру.

Изъ предыдущаго выраженія для  $Q_2$  слѣдуетъ, что наибольшая отдача кругового процесса опредѣляется величиною:

$$S = \int_{T_0}^{T_1} \frac{dQ}{T} \dots \dots (2),$$

которую Клаузіусъ назвалъ энтропией, что въ переводѣ съ греческаго означаетъ превратимость, вслѣдствіе того, что превратимая въ работу теплота:

$$Q_0 = Q_1 - T_0 \cdot S \dots \dots (3),$$

при данныхъ  $Q_1$ ,  $T_0$  и  $T_1$  опредѣляется величиною  $S$ .

Если энтропію тѣла въ какомъ-либо произвольно выбранномъ состояніи считать равной нулю, то въ начальномъ состояніи тѣла она будетъ  $S_0$ , а въ данномъ  $S_1 = S_0 + S$ , такъ что выраженію:

$$S = \int_{T_0}^{T_1} \frac{dQ}{T}$$

можно придать болѣе общее наименованіе приращенія энтропіи.

Изъ уравненія (3) слѣдуетъ:

$$Q_1 - Q_0 + T_0 S = \mathfrak{A} L_0 + T_0 S \dots \dots (4).$$

Послѣднее уравненіе можетъ быть формулировано слѣдующимъ образомъ: теплота, сообщенная тѣлу для приведенія его изъ начального состоянія въ данное, разлагается на двѣ части; одна изъ нихъ  $Q_0$  можетъ быть получена обратно въ видѣ механической работы  $L_0 = \frac{Q_0}{\mathfrak{A}}$ , а другая

$Q_2 = T_0 S$  затрачивается на приращеніе энтропіи и при круговомъ процессѣ разсѣивается въ окружающей тѣло средѣ.

При обратномъ переходѣ изъ даннаго состоянія въ начальное, при условіи наивыгоднѣйшей отдачи, энтропія остается безъ измѣненія во время адиабатическаго процесса, такъ какъ послѣдній характеризуется тѣмъ, что  $dQ = 0$ , почему и называется также изэнтропическимъ; при изотермическомъ же процессѣ энтропія получаетъ отрицательное приращеніе  $-S = -\frac{Q_2}{T_0}$ , такъ какъ знакъ ея опредѣляется знакомъ сообщаемаго тѣлу тепла.

Въ результатѣ, общее измѣненіе энтропіи при круговомъ процессѣ равно нулю.

Необходимо имѣть въ виду, что вышеизложенныя разсужденія предполагаютъ всѣ явленія при круговомъ процессѣ обратимыми, то есть не сопровождающимися такими процессами, которые могутъ идти лишь въ одномъ направленіи, каковы, напримѣръ, потери тепла чрезъ лучеиспусканіе и теплопроводность.

Стоящая подъ знакомъ интеграла въ уравненіи (2) величина  $\frac{dQ}{T}$  представляетъ полный дифференціалъ функціи  $S$ , то есть:

$$\frac{dQ}{T} = dS \dots \dots (5)$$

и, слѣдовательно, приращеніе энтропіи есть вполне опредѣленная функція состоянія тѣла:

$$S = f(p, v) = F(p, t) = \Phi(v, t) \dots \dots (6),$$

которая сама можетъ служить для характеристики состоянія тѣла, вмѣстѣ съ одной изъ трехъ величинъ  $p$ ,  $v$  и  $t$ .

Изъ уравненія (5) находимъ:

$$dQ = T \cdot dS \dots \dots (7)$$

и

$$Q = \int T \cdot dS \dots \dots (8)$$

Послѣднія два выраженія даютъ возможность удобнаго графическаго изображенія количествъ теплоты, затраченной при какомъ-либо процессѣ, какъ это впервые показалъ Бельпэръ въ 1872 г.

Для этой цѣли пользуются прямоугольными координатными осями, въ которыхъ по оси абсциссъ наносятся въ соотвѣтствующемъ масштабѣ величины энтропіи, а по оси ординатъ—абсолютныя температуры. Тогда, при всякомъ процессѣ, представленномъ кривою  $T = \varphi(S)$ , элементарныя приращенія тепла  $dQ$  опредѣляются элементами площади  $a'b'a''b'' = T \cdot dS$ ,

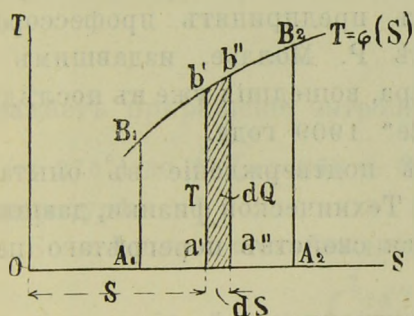


какъ показано на фиг. 1, а полное приращеніе количества тепла  $Q$  между двумя предѣлами опредѣляется площадью  $A_1B_1A_2B_2$ .

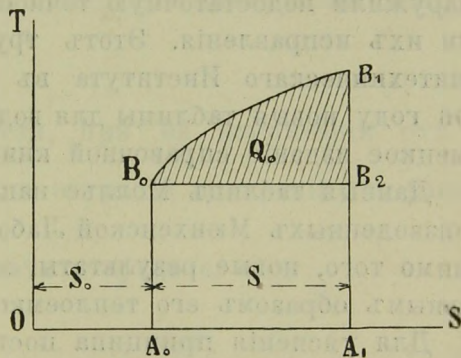
Описываемая діаграмма называется энтропической, или  $T-S$  діаграммой, и играетъ важную роль при изученіи и проектированіи паровыхъ турбинъ.

Круговой процессъ въ энтропической діаграммѣ представляется замкнутой кривой. Всякое адиабатическое измѣненіе изображается прямою, параллельною оси  $T$ , такъ какъ опредѣляется условіемъ  $S = \text{пост.}$ ; изотермическія же измѣненія, какъ характеризуемыя условіемъ  $T = \text{пост.}$ , изображаются прямыми, параллельными оси  $S$ .

Круговой процессъ наивыгоднѣйшей отдачи представляется замкнутою фигурою  $B_0B_1B_2B_0$  (фиг. 2), въ которой кривая  $B_0B_1$  соотвѣтствуетъ



Фиг. 1.



Фиг. 2.

переходу тѣла изъ начальнаго состоянія въ данное, съ приращеніемъ тепла  $Q_1 = \text{пл. } A_0B_0A_1B_1$  и энтропіи  $S = A_0A_1$ .

Прямая  $B_1B_2$  соотвѣтствуетъ адиабатическому расширенію, а прямая  $B_2B_0$  изотермическому процессу, съ потерей тепла  $Q_2 = \text{пл. } A_1B_2A_0B_0$  и съ уменьшеніемъ энтропіи до ея первоначальнаго значенія  $S_0 = 0A_0$ .

Теплота, использованная при адиабатическомъ расширеніи въ видѣ работы, представляется заштрихованною площадью  $Q_0 = \text{пл. } B_0B_1B_2$ .

Опредѣленіе энтропіи, какъ величины математической, вычисляемой по уравненію (2), нерѣдко встрѣчающееся въ сочиненіяхъ по паровымъ турбинамъ, является отвлеченнымъ и несоотвѣтствующимъ конкретному характеру техническихъ вопросовъ.

Разсматриваемая, однако, въ связи съ круговымъ процессомъ, эта величина пріобрѣтаетъ вполне конкретный смыслъ, какъ мѣра потерянной, разсѣявшейся энергіи, и можетъ быть измѣряема не въ отвлеченныхъ, а въ именованныхъ единицахъ энтропіи. За единицу энтропіи при такомъ измѣреніи должна быть принята энтропія процесса, при которомъ потерянная энергія, въ единицахъ теплоты, равняется абсолютной температурѣ холодильника, такъ какъ изъ уравненія  $S = \frac{Q_2}{T_0}$  слѣдуетъ, что  $S = 1$  при  $Q_2 = T_0$ .

### 3. Формулы и таблицы для построения энтропической диаграммы.

Измѣненія, претерпѣваемые паромъ въ паровой турбинѣ, наносятся обыкновенно въ видѣ кривой въ энтропической диаграммѣ, въ которой уже вычерчена цѣлая сѣтъ кривыхъ  $T = \varphi(S)$ , соответствующихъ различнымъ процессамъ. Всѣ необходимыя для расчета величины опредѣляются пересѣченіемъ нанесенной кривой съ различными кривыми диаграммы.

Для построения этихъ кривыхъ служатъ формулы и таблицы, выражающія свойства водяного пара. До послѣдняго времени въ технику были общепотребительны таблицы, вычисленныя Цейнеромъ на основаніи классическихъ опытовъ Реньо. Новѣйшія изслѣдованія водяного пара обнаружили недостаточную точность таблицъ Реньо-Цейнера и потребовали ихъ исправленія. Этотъ трудъ былъ предпринятъ профессоромъ Политехническаго Института въ Дрезденѣ Р. Моллье, издавшимъ въ 1906 году новыя таблицы для водяного пара, вошедшія уже въ послѣднее нѣмецкое изданіе справочной книги „Hütte“ 1909 года.

Данныя таблицъ Моллье нашли себѣ подтвержденіе въ опытахъ, произведенныхъ Мюнхенской Лабораторіей Технической физики, давшихъ, помимо того, новые результаты, касающіеся свойствъ перегрѣтаго пара, главнымъ образомъ его теплоемкости.

Для уясненія принципа построения энтропической диаграммы рассмотримъ свойства насыщеннаго и перегрѣтаго пара.

#### а) Таблицы Реньо-Цейнера.

Основнымъ свойствомъ сухого насыщеннаго пара является зависимость между давленіемъ и температурою:

$$p = f(t) \dots \dots \dots (9).$$

Уравненіе (9) не содержитъ объема пара и называется кривою давленія.

Теплота пара, при температурѣ  $t^0$  С. и давленіи  $p$  kg./qcm., отнесенная къ 1 kg., выражается суммою:

$$\lambda = q + r \dots \dots \dots (10)$$

въ которой  $q$  есть теплота жидкости, при ея нагрѣваніи отъ  $0^0$  до  $t$ , а  $r$ —скрытая теплота испаренія; послѣдняя разлагается на двѣ части:

$$r = \rho + \mathfrak{A}P(v'' - v') \dots \dots (11)$$

гдѣ  $\rho$  означаетъ приращеніе внутренней энергіи пара, а  $\mathfrak{A}P(v'' - v') = \psi$  есть внѣшняя работа приращенія объема при полномъ испареніи 1 kg. жидкости подъ давленіемъ  $P$  kg./qm.;  $v' = 0,001$  cbm. и  $v''$  суть начальный и конечный объемы жидкости и пара.



Величины  $r$  и  $\phi$  связаны между собою уравненіемъ Клапейрона:

$$\frac{r}{\phi} = \frac{T}{P} \cdot \frac{dp}{dt} \dots \dots \dots (12)$$

въ которомъ  $T$  есть абсолютная температура пара, а дифференціальный коэффициентъ  $\frac{dp}{dt}$  опредѣляется съ помощью кривой давленія.

Приращеніе энтропіи сухого пара, согласно опредѣленію,

$$s = \int_{T_0}^T \frac{dq}{T} + \frac{r}{T} \dots \dots \dots (13)$$

гдѣ

$$\int_{T_0}^T \frac{dq}{T} = \sigma$$

выражаетъ приращеніе энтропіи жидкости, при ея нагрѣваніи отъ  $0^\circ$  ( $T_0 = 273^\circ$ ) до  $t$  ( $T = 273 + t$ ), а  $\frac{r}{T}$  есть энтропія испаренія при данной температурѣ.

Если теплоемкость жидкости обозначить чрезъ  $c$ , то:

$$\sigma = \int_{T_0}^T \frac{cdT}{T} \dots \dots \dots (14)$$

и

$$s = \sigma + \frac{r}{T} \dots \dots \dots (14')$$

Реньо, на основаніи своихъ опытовъ, установилъ видъ кривой давленія (9) и далъ слѣдующія зависимости:

$$\lambda = 606,5 + 0,305 t \dots \dots \dots (15)$$

$$c = 1 + 0,00004 t + 0,0000009 t^2 \dots \dots (16)$$

$$q = t + 0,00002 t^2 + 0,0000003 t^3 \dots \dots (17).$$

Пользуясь уравненіями (10—14'), кривой давленія (9) и формулами Реньо (15—17), Цейнеръ вычислилъ таблицы, содержащія величины  $\lambda$ ,  $q$ ,  $r$ ,  $\phi$ ,  $\rho$ ,  $v''$ ,  $\sigma$  и  $\frac{r}{T}$ , при  $x = \frac{1}{427}$ . Эти таблицы еще приведены въ послѣднемъ русскомъ изданіи справочной книги „Hütte“ 1909 года.

#### б) Таблицы проф. Моллье.

Формула Реньо (15) для теплоты пара представляетъ линейную зависимость отъ температуры и даетъ для равныхъ промежутковъ одинаковыя приращенія теплоты: такъ, для интерваловъ въ  $10^\circ$  это приращеніе составляетъ 3,05 ед. тепла.

Между тѣмъ, неоднократно обращало на себя вниманіе то обстоятельство, что опыты Реньо недостаточно удовлетворительно согласуются съ этимъ выводомъ и что съ возрастаніемъ температуры приращенія теплоты уменьшаются.

Поэтому, являлись попытки замѣнить линейную зависимость Реньо другою, болѣе согласующейся съ данными опыта, какова, на примѣръ, формула Вюльнера <sup>1)</sup>.

$$\lambda = 589 + 0,6003 t - 0,001246 t^2.$$

Проф. Моллье, взявшій на себя трудъ исправленія таблицъ Цейнера, исходнымъ пунктомъ для всѣхъ вычисленій принялъ уравненіе состоянія для перегрѣтаго пара, данное Каллендаромъ <sup>2)</sup>

$$v - v' = \frac{RT}{P} - C \left( \frac{T_0}{T} \right)^n \dots \dots \dots (18)$$

въ которомъ  $v' = 0,001$  cbm. и  $T_0 = 273$ , а  $R$ ,  $C$ ,  $n$  — постоянныя:

$$R = 47,0$$

$$C = 0,075$$

$$n = \frac{10}{3}.$$

Вводя обозначеніе:

$$0,075 \left( \frac{273}{T} \right)^{\frac{10}{3}} = \mathfrak{X}$$

можно уравненіе Каллендара представить въ формѣ

$$v - 0,001 = 47 \frac{T}{P} - \mathfrak{X} \dots \dots \dots (19).$$

Съ помощью послѣдняго уравненія Моллье получилъ слѣдующія выраженія для теплоты и энтропіи пара:

$$i = 594,7 + 0,477 t - \mathfrak{Z} p \dots \dots \dots (20)$$

$$s = 0,477 \lg T - 0,11 \lg p - \mathfrak{S} p - 1,0544 \dots \dots (21)$$

въ которыхъ положено:

$$\mathfrak{Z} = \frac{10000}{427} \left( \frac{13}{3} \mathfrak{X} - 0,001 \right)$$

$$\mathfrak{S} = \frac{10000}{427} \cdot \frac{10}{3} \cdot \frac{\mathfrak{X}}{T}.$$

<sup>1)</sup> Н. Lorenz, Technische Wärmelehre, 1904, S. 210.

<sup>2)</sup> Dr. R. Mollier, Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, 1906.



Формула (20) даетъ приращенія теплоты, уменьшающіяся съ возрастаніемъ температуры: такъ, для  $t = 0-10^\circ$  приращеніе теплоты составляетъ 4,74 ед. тепла, для  $t = 90^\circ-100^\circ$  оно равно 4,09 ед. тепла, для  $t = 190^\circ-200^\circ$  оно равно 2,27 ед. тепла.

Формула эта хорошо согласуется съ опытами Мюнхенской Лабораторіи, произведенными совместно Кноблаухомъ, Линде и Клебе <sup>1)</sup>.

Всѣ вычисленія табличныхъ величинъ для насыщеннаго пара сдѣланы проф. Моллье по вышеприведеннымъ формуламъ (19), (20) и (21), причемъ для теплоты и энтропіи жидкости сохранены значенія, данныя въ таблицахъ Цейнера, только обозначенія  $q$  и  $\sigma$  замѣнены чрезъ  $i'$  и  $s'$ .

Взамѣнъ  $\lambda$  введено обозначеніе  $i''$ , энтропія обозначена  $s''$ .

Механическій эквивалентъ тепла принять  $\mathfrak{A} = \frac{1}{427}$ .

### с) Перегрѣтый паръ.

Перегрѣтый паръ по своимъ свойствамъ представляетъ переходъ отъ насыщеннаго пара къ совершеннымъ газамъ и, подобно послѣднимъ, характеризуется уравненіемъ состоянія  $F(p, v, t) = 0$ .

Теплота и энтропія перегрѣтаго пара находятся съ помощью величинъ для насыщеннаго пара, придавъ къ нимъ соотвѣтственныя приращенія. Если теплоемкость перегрѣтаго пара при постоянномъ давленіи обозначить чрезъ  $c_p$ , то эти приращенія суть:

$$\Delta i = \int_{t_s}^t c_p dt. \dots \dots \dots (22)$$

$$\Delta s = \int_{T_s}^T \frac{c_p dT}{T} \dots \dots \dots (23)$$

при чемъ температуры  $t_s$  и  $T_s$  относятся къ насыщенному пару.

По изслѣдованіямъ Реньо, при атмосферномъ давленіи въ предѣлахъ  $130^\circ-220^\circ$  въ среднемъ  $c_p = 0,48$ .

Пользуясь данными Реньо для  $\lambda$  и  $c_p$ , Цейнеръ далъ слѣдующее уравненіе состоянія перегрѣтаго пара:

$$Pv = 50,933 T - 192,5 \sqrt[4]{P} \dots \dots \dots (24)$$

которое можетъ быть замѣнено болѣе простымъ уравненіемъ Бателли-Тумлирца:

$$P(v + C) = RT. \dots \dots \dots (25)$$

<sup>1)</sup> Mitteilungen über Forschungsarbeiten herausg. v. Ver. deutsch. Ing., Heft 21.

гдѣ  $R$  и  $C$  суть постоянныя, равныя соотвѣтственно:

$$C = 0,0084$$

$$R = 46,7.$$

Теплоту и энтропію перегрѣтаго пара Цейнеръ опредѣлялъ по формуламъ:

$$i = \lambda + 0,48 (t - t_s). \dots \dots \dots (26)$$

$$s = \sigma + \frac{r}{T} + 0,48 \lg \frac{T}{T_s} \dots \dots \dots (27).$$

Новѣйшія изслѣдованія перегрѣтаго пара показали, что величина  $c_p$  значительно измѣняется при измѣненіяхъ температуры и давленія и должна быть принята болѣе 0,48.

Моллье, исходя изъ уравненія Каллендара, полагаетъ:

$$c_p = 0,477 + \frac{13}{3} \mathfrak{C} p \dots \dots \dots (28)$$

гдѣ  $\mathfrak{C}$  имѣетъ то же значеніе, что и раньше, въ уравненіи (21).

Изъ уравненія (28) слѣдуетъ, что  $c_p$  должно возрастать съ увеличеніемъ давленія и уменьшаться съ возрастаніемъ температуры.

Теплота и энтропія перегрѣтаго пара при такомъ выраженіи для  $c_p$  вычисляются непосредственно по уравненіямъ (20) и (21).

Опыты, произведенные въ Мюнхенской Лабораторіи Кноблаухомъ и Якобомъ <sup>1)</sup>, даютъ меньшія значенія для  $c_p$ , чѣмъ формула Моллье. Такъ, напримѣръ, при перегрѣвѣ до 300° среднія значенія  $c_p$  равны:

$p$ atm	$c_p$ по Моллье.	$c_p$ по Кноблауху.
8	0,531	0,517
10	0,541	0,530
12	0,551	0,541
14	0,562	0,550

Кноблаухъ и Якобъ не дали аналитическаго выраженія зависимости между  $c_p$ ,  $t$  и  $p$ , но представили ее графически, кривыми  $c_p = f'(t)$  для различныхъ значеній  $p = \text{пост.}$

Приращенія теплоты и энтропіи перегрѣтаго пара находятся съ помощью этихъ кривыхъ путемъ графическаго интегрированія, какъ поясняетъ фиг. 3 <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Mitteilungen über Forschungsarbeiten herausg. v. Ver. deutsch. Ing. H. 35, u. 36.

<sup>2)</sup> W. Schüle, Technische Wärmemechanik, 1909, S. 157.

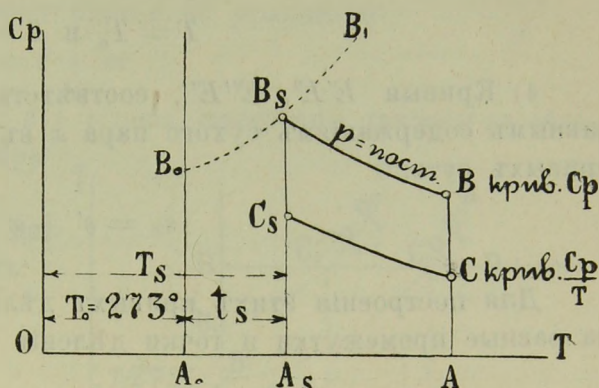


На этой фигурѣ линія  $B_s B$  представляетъ кривую теплоемкости при данномъ давленіи  $p = \text{пост.}$ ; пунктирная кривая  $B_0 B_1$  есть общее мѣсто точекъ  $B_s$ , соответствующихъ теплоемкости сухого насыщеннаго пара при разныхъ температурахъ  $T_s$ .

Кривая  $C_s C$  есть общее мѣсто точекъ, ординаты которыхъ суть отношенія  $\frac{c_p}{T}$ . Приращенія теплоты и энтропіи соответственно равны:

$$\Delta i = \text{пл. } A_s B_s A B$$

$$\Delta s = \text{пл. } A_s C_s A C.$$



Фиг. 3.

Для уравненія состоянія Линде <sup>1)</sup> далъ слѣдующую формулу:

$$Pv = RT - P (1 + aP) \left[ C \left( \frac{373}{T} \right)^3 - D \right] \dots \dots (29)$$

гдѣ

$$R = 47,1; a = 0,000002; C = 0,031; D = 0,0052.$$

Она съ достаточной точностью можетъ быть замѣнена болѣе простой формулой:

$$P (v + 0,016) = 47,1 T \dots \dots (30),$$

представляющей исправленное уравненіе Тумлирца (25).

#### 4. Энтропическая діаграмма проф. Стодоля ( $T-S$ діагр.).

Профессоръ Стодоля построилъ энтропическую діаграмму, схематически представленную на фиг. 4.

Въ составъ этой діаграммы входятъ слѣдующія кривыя.

1) Кривая  $B_0 B_1$ , соответствующая жидкому состоянію; всѣ точки этой кривой удовлетворяютъ уравненію:

$$s' = \int_{T_0}^T \frac{cdT}{T}.$$

Начальная точка  $B_0$  имѣетъ координаты  $T_0 = 273^\circ$  ( $t_0 = 0$ ) и  $S = 0$ .

2) Кривая  $C_1 C_0$ , соответствующая сухому насыщенному пару.

Уравненіе этой кривой:

$$s'' = s' + \frac{r}{T}.$$

<sup>1)</sup> Mitteilungen über Forschungsarbeiten, Heft 21.

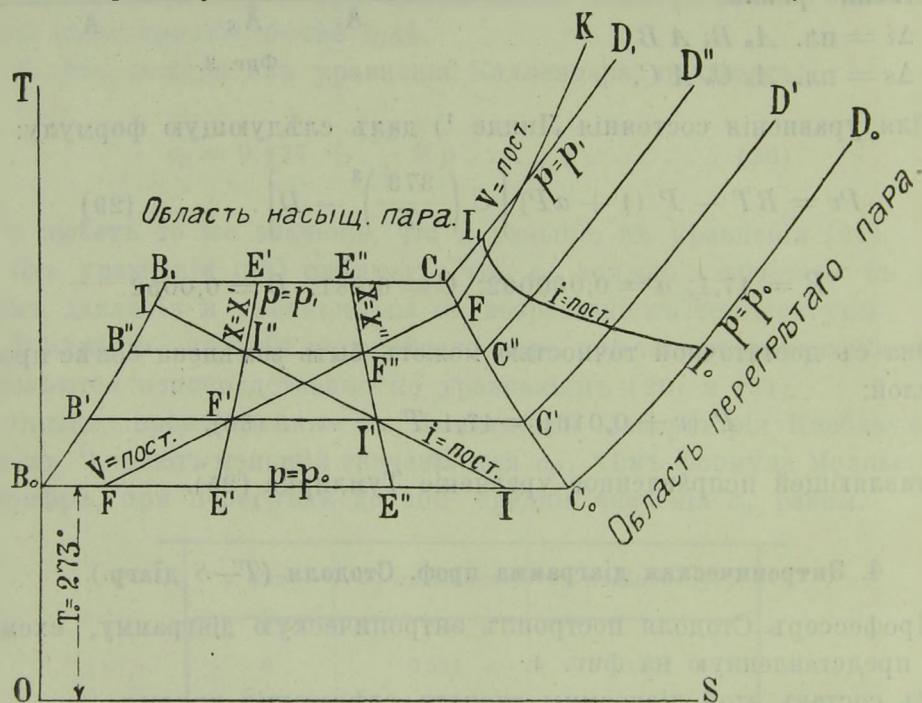
3) Прямая  $B_0C_0$ ,  $B_1C_1$ , соотвѣтствующія испаренію при постоянномъ давленіи  $p = p_0$  и  $p = p_1$ . Это суть изотермы, уравненія которыхъ:

$$T = T_0 \text{ и } T = T_1.$$

4) Кривыя  $E'E'$ ,  $E''E''$ , соотвѣтствующія неполному испаренію и равнымъ содержаніямъ сухого пара  $x$  въ 1 кгр. смѣси. Уравненія этихъ кривыхъ суть:

$$s_x = s' + x \frac{r}{T}.$$

Для построения этихъ кривыхъ дѣлятъ изотермы  $B_1C_1$ ,  $B_0C_0$ , . . . . на равные промежутки и точки дѣленія соединяють между собою.



Фиг. 4.

Участокъ діаграммы между кривыми  $B_0B_1$  и  $C_0C_1$  называется областью насыщеннаго пара; кривыя  $B_0B_1$  и  $C_0C_1$  носятъ названіе предѣльныхъ кривыхъ: для нихъ содержанія пара соотвѣтственно равны:

$$x = 0 \text{ и } x = 1.$$

За предѣлами предѣльной кривой  $C_1C_0$  находится область перегрѣтаго пара.

5) Кривыя  $FF'$  равныхъ удѣльныхъ объемовъ; точки  $F'$ ,  $F''$  этихъ кривыхъ опредѣляются пересѣченіемъ изотермъ  $B'C'$ ,  $B''C''$ , соотвѣтствующихъ давленіямъ  $p'$ ,  $p''$  съ кривыми  $E'E'$ ,  $E''E''$ , для которыхъ соотвѣтственные  $x$  опредѣляются по уравненію:

$$v = (1 - x) v' + x v''.$$



6) Кривыя  $JJ$  равныхъ количествъ тепла  $i$ ; точки  $J'$ ,  $J''$  этихъ кривыхъ опредѣляются пересѣченіемъ изотермъ  $B'C'$ ,  $B''C''$  съ кривыми  $E''E''$ ,  $E'E'$ , для которыхъ  $x$  опредѣляется по уравненію:

$$i = i' + x\tau.$$

Кривыя  $p = \text{пост.}$ ,  $v = \text{пост.}$  и  $i = \text{пост.}$  построены также и въ области перегрѣтаго пара. Такимъ образомъ получаются кривыя.

7)  $C_0D_0$ ,  $C_1D_1$ —постояннаго давленія, опредѣляемыя уравненіемъ:

$$s = s'' + \int_{T_s}^T \frac{c_p dT}{T}$$

8) Кривыя  $FN$  равныхъ объемовъ, которыя строятся съ помощью кривыхъ  $p = \text{пост.}$ , вычисляя температуры, соответствующія заданному  $v$  и различнымъ  $p$ , по уравненію состоянія.

9) Кривыя  $J_1J_0$  равныхъ количествъ тепла; для полученія ихъ пользуются вспомогательнымъ построеніемъ фиг. 5.

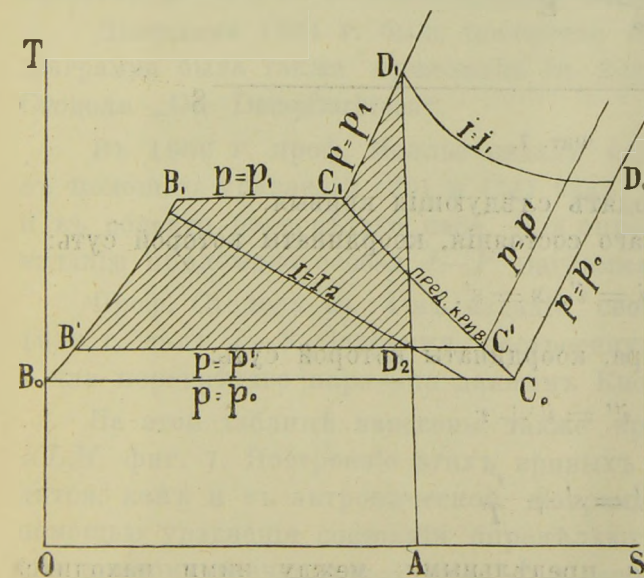
Кривыя  $B_0B_0$ ,  $B_1B_1$  строятся по уравненію:

$$i = i'' + \int_{T_s}^t c_p dt$$

для значеній  $p = p_0$ ,  $p = p_1$ . Точки  $C_0$ ,  $C_1$ , лежащія на пересѣченіи этихъ кривыхъ съ прямою  $DD$ , уравненіе которой  $i = \text{пост.}$ , опредѣляютъ температуры  $T = OA_0$ ,  $T = OA_1$ , которымъ соответствуютъ точки  $J_0$ ,  $J_1$  на кривыхъ  $C_0D_0$ ,  $C_1D_1$  фиг. 4.

Количество тепла  $Q_0$ , превратившееся въ работу при круговомъ процессѣ, представляемое площадью  $B'R_1C_1D_1D_2$ , какъ показано на фиг. 6, равняется разности теплотъ  $i_1$  и  $i_2$ , соответствующихъ точкамъ  $D_1$  и  $D_2$ .

На практикѣ обыкновенно пользуются диаграммами, на которыхъ нанесенъ лишь не-



Фиг. 6.

большой участок по ту и другую сторону предѣльной кривой  $C_1C_0$ .

Къ первымъ тремъ изданіямъ сочиненія проф. Стодоля „Die Dampfturbinen“ 1903—1905 г. была приложена діаграмма, вычисленная по даннымъ Реньо-Цейнера, въ которой кривыя  $i$  обозначены чрезъ  $\lambda$ .

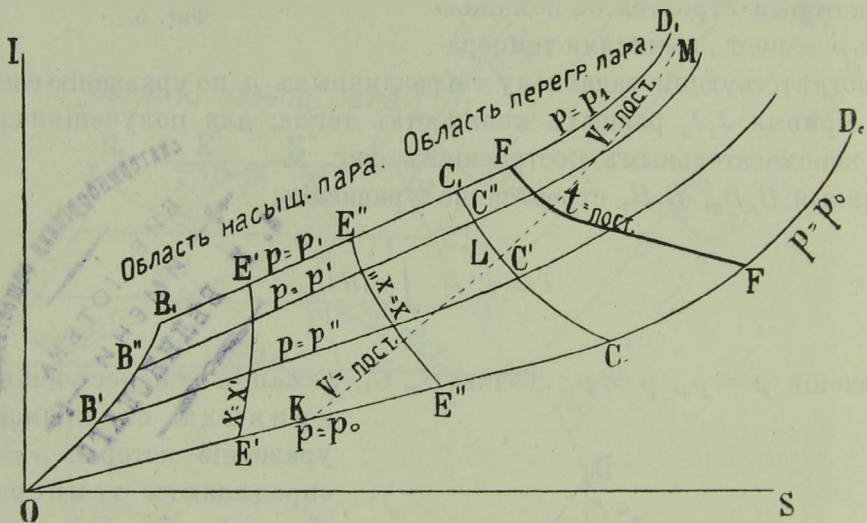
Въ послѣднемъ, 4-мъ изданіи 1910 г. находится діаграмма, составленная по даннымъ проф. Моллье и Кноблауха, съ  $i$ —кривыми.

Мы будемъ пользоваться въ дальнѣйшемъ изложеніи послѣдней діаграммой при численныхъ примѣрахъ.

### 5. Тепловая діаграмма проф. Моллье ( $J-S$ діагр.).

Проф. Моллье въ 1904 г. предложилъ новую діаграмму <sup>1)</sup>, въ которой по оси ординатъ отложены количества тепла  $i$ , а по оси абсциссъ величины энтропіи  $s$ , вслѣдствіе чего и самая діаграмма получила названіе  $J-S$  діаграммы.

Эта діаграмма представлена схематически на фиг. 7.



Фиг. 7.

Въ составъ діаграммы входятъ слѣдующія кривыя.

- 1) Кривая  $OB_1$  для жидкаго состоянія, координаты которой суть:

$$i = i', \quad s = s'.$$

- 2) Кривая  $C_1C_0$  сухого пара, координаты которой суть:

$$i'' = i' + r$$

и

$$s'' = s' + \frac{r}{T}.$$

Эти двѣ кривыя являются предѣльными; между ними находится область насыщеннаго пара; за кривою  $C_1C_0$  лежитъ область перегрѣтаго пара.

<sup>1)</sup> Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen. 1904. S. 271.



3) Изотермы  $OC_0$ ,  $B_1C_1$  соотвѣтственно температурамъ  $t$  и давлѣніямъ  $p$ .

Для построенія ихъ соединяють прямыми линіями точки кривой  $OB_1$  съ соотвѣтственными точками кривой  $C_1C_0$ .

Эти прямая плавно переходятъ въ области перегрѣва въ кривыя  $C_1D_1$ ,  $C_0D_0$ , опредѣляемыя уравненіями:

$$i = i'' + \int_{t''}^t c_p dt$$

$$s = s'' + \int_{T''}^T \frac{c_p dT}{T}$$

при  $p = \text{пост.}$

4) Кривыя  $E'E'$ ,  $E''E''$  равныхъ содержаній пара, которыя строятся такъ же, какъ и въ энтропической діаграммѣ.

Уравненія этихъ кривыхъ суть:

$$i_x = i' + x r$$

и

$$s_x = s' + x \frac{r}{T}.$$

Для предѣльныхъ кривыхъ значенія  $x$  равны  $x = 0$  и  $x = 1$ .

5) Изотермы  $FF'$  въ области перегрѣтаго пара, связывающія точки кривыхъ  $p = \text{пост.}$ , соотвѣтствующія одинаковымъ температурамъ.

Діаграмма 1904 г. была построена по даннымъ Ренъо-Цейнера; эта діаграмма была также приложена къ 2-му и 3-му изданіямъ сочиненія Стодоля „Die Dampfturbinen“.

Въ 1906 г. проф. Моллье издалъ новую діаграмму <sup>1)</sup>, построенную съ помощью уравненій (20) и (21) какъ въ области насыщеннаго, такъ и въ области перегрѣтаго пара. Для опредѣленія объемовъ пара къ этому изданію приложена особая  $J-P$  діаграмма.

Проф. Стодоля въ 4-мъ изданіи своего труда „Die Dampfturbinen“ 1910 г. далъ  $J-S$  діаграмму, построенную на основаніи таблицъ Моллье, а для перегрѣтаго пара—по даннымъ Кноблауха.

На этой таблицѣ нанесены также кривыя равныхъ объемовъ пара  $KLM$ , фиг. 7. Построеніе этихъ кривыхъ для насыщеннаго пара производится, какъ и въ энтропической діаграммѣ. Для перегрѣтаго пара съ помощью уравненія состоянія опредѣляютъ температуры, соотвѣтствующія данному значенію  $v = \text{пост.}$ , при различныхъ  $p$ ; затѣмъ опредѣляютъ этими температурами точки равныхъ объемовъ, вычисляя для нихъ  $i$  и  $s$ .

<sup>1)</sup> Dr. R. Mollier, Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. I. Springer 1906.

На практикѣ пользуются діаграммами, на которыхъ нанесены лишь небольшіе участки по обѣ стороны предѣльной кривой  $C_1C_0$ .

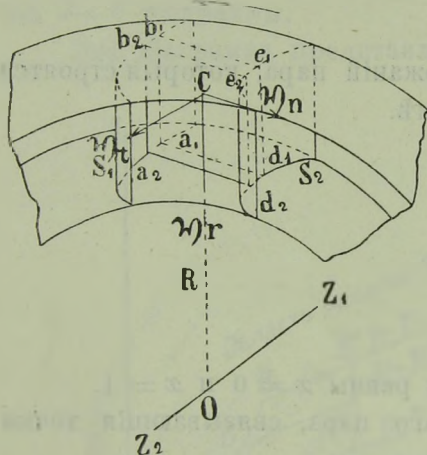
При численныхъ примѣрахъ мы будемъ пользоваться  $J-S$  діаграммой, исправленной проф. Стодоля.

## В. Индикаторная и эффективная отдача паровыхъ турбинъ.

### 6. Общее выраженіе работы турбины.

Живая сила пара передается турбинному колесу чрезъ посредство лопатокъ, образующихъ рядъ каналовъ по окружности колеса.

При своемъ движеніи по каналамъ паръ испытываетъ противодѣйствіе лопатокъ и, съ своей стороны, оказываетъ на нихъ дѣйствіе равное и прямо противоположное.



Фиг. 8.

Разсмотримъ безконечно тонкій слой пара, между смежными лопатками  $S_1$  и  $S_2$  (фиг. 8), ограниченный двумя безконечно близкими плоскостями  $a_1b_1d_1e_1$  и  $a_2b_2d_2e_2$ , перпендикулярными къ оси вращения турбины  $Z_1Z_2$ , и предположимъ, что все силы приложены въ центрѣ тяжести  $C$  этого элемента, находящемся на разстояніи  $CO = R$  отъ оси  $Z_1Z_2$ .

Вѣсъ элемента назовемъ  $d\gamma$ , тогда масса его будетъ  $dm = \frac{d\gamma}{g}$ , гдѣ  $g$  есть ускореніе силы тяжести.

Поверхность  $a_1b_1d_1e_1$  элемента обозначимъ чрезъ  $f$ .

Абсолютная скорость элемента  $s$  составляется изъ скорости вращения  $u$  и относительной скорости  $w$  (фиг. 9).

Ускореніе абсолютнаго движенія, по теоремѣ Кориолисса, есть геометрическая сумма трехъ ускореній (фиг. 8):

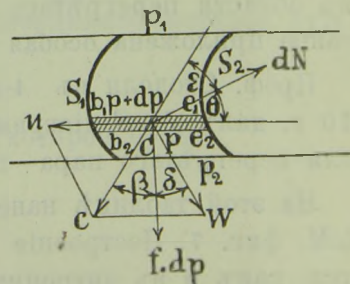
$$1) v_r = \frac{u^2}{R}, \text{ направленнаго по радиусу } R;$$

2)  $v_n = \frac{w^2}{\rho} + v_k$ , нормальнаго къ скорости  $w$ ; здѣсь  $\rho$  означаетъ радиусъ кривизны относительной траекторіи, а  $v_k$  — такъ называемое поворотное ускореніе;

$$3) v_t = \frac{dw}{dt}, \text{ направленнаго по скорости } w.$$

На элементъ пара  $dm$  дѣйствуютъ слѣдующія силы:

1)  $dN$  — реакція лопатки, нормальная къ относительной траекторіи и скорости  $w$ ;



Фиг. 9.



2)  $f \cdot dp$  — давление, направленное по нормали къ поверхности  $a, b, d, e$  въ сторону движенія (фиг. 9);

3) сила тяжести.

Послѣднюю силу для элемента пара мы можемъ пренебречь; тогда ускореніе  $v$  является слѣдствіемъ равнодѣйствующей двухъ силъ:  $dN$  и  $f \cdot dp$ .

За исключеніемъ радіальной турбины Кольба „Электра“, всѣ употребительные типы паровыхъ турбинъ относятся къ турбинамъ осевымъ. Траекторія пара у нихъ лежитъ въ плоскости, параллельной оси турбины; для всѣхъ ея точекъ  $u = \text{const}$ .

Работу пара получимъ, проектируя силы на направленіе  $u$  и умножая на элементъ пути  $u dt$ ; тогда элементарная работа реакціи лопатки будетъ:

$$-dL = -dN \cos \theta \cdot u dt = dm \cdot v \cos (v, u) \cdot u dt$$

но

$$v \cos (v, u) \cdot dt = d [c \cdot \cos (c, u)]$$

и элементарная работа реакціи лопатки:

$$-dL = \frac{d\gamma}{g} \cdot u d [c \cdot \cos (c, u)]$$

а работа, отданная паромъ на бесконечно маломъ пути  $ds$  абсолютной траекторіи, отнесенная къ единицѣ вѣса, т. е. 1 kgr., будетъ:

$$\frac{dL}{d\gamma} = - \frac{u}{g} d [c \cdot \cos (c, u)].$$

Конечная работа 1 kgr., при прохожденіи всего канала отъ входа до выхода, выразится такъ:

$$L = \frac{u}{g} [c_1 \cos (c_1, u) - c_2 \cos (c_2, u)] \dots (1).$$

Здѣсь  $c_1$  и  $c_2$  суть скорости входа и выхода, при чемъ предполагается вступленіе пара безъ удара.

Подъ углами  $(c_1, u)$  и  $(c_2, u)$  подразумѣваются углы между направленіями абсолютной скорости и скорости вращенія; вмѣсто послѣднихъ обыкновенно вводятъ углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , какъ показано на фиг. 10.

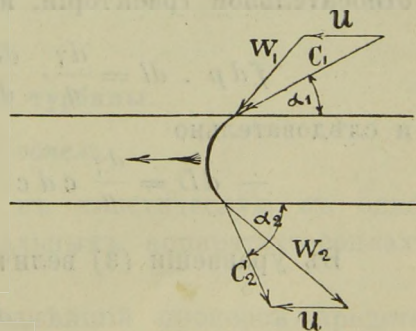
Тогда уравненіе (1) преобразуется въ:

$$L = \frac{u}{g} [c_1 \cos \alpha_1 + c_2 \cos \alpha_2] \dots (1').$$

Вводя обозначенія  $c_1 \cos \alpha_1 = c'_1$  и  $c_2 \cos \alpha_2 = c'_2$ , можемъ формулу (1') представить еще въ иномъ видѣ, а именно:

$$L = \frac{u}{g} [c'_1 + c'_2] \dots (1'').$$

Формулы (1), (1') и (1'') и представляютъ общія выраженія работы паровой турбины.



Фиг. 10.

### 7. Турбины активныя и реактивныя.

Элементарная работа пара можетъ быть опредѣлена еще иначе, именно, какъ произведение составляющей реакціи по направленію абсолютной траекторіи на безконечно малое перемѣщеніе  $(ds)_c$  вдоль по ней. Проектируя силы на направление  $c$ , имѣемъ:

$$-dN \cdot \cos \varepsilon + f \cdot dp \cdot \cos \beta = \frac{d\gamma}{g} \cdot \frac{dc}{dt},$$

откуда элементарная работа реакціи лопатокъ:

$$-dL = -dN \cdot \cos \varepsilon \cdot (ds)_c = \frac{d\gamma}{g} \cdot \frac{dc}{dt} (ds)_c - f dp \cdot \cos \beta (ds)_c.$$

Замѣчая, что  $\frac{(ds)_c}{dt} = c$  и полагая  $(ds)_c \cdot \cos \beta = dl$ , гдѣ  $dl$  есть проекція элементарнаго перемѣщенія на направление  $f dp$ , находимъ:

$$-dL = \frac{d\gamma}{g} c dc - f dp \cdot dl.$$

Давленіе  $f dp$  не трудно выразить въ функціи ускоренія  $w$ ; для этого проектируемъ систему силъ на направленіе  $w$ :

$$f dp \cdot \cos \delta = \frac{d\gamma}{g} \cdot \frac{dw}{dt}$$

откуда:

$$f dp \cdot dl = \frac{d\gamma}{g} \cdot \frac{dw}{dt} \cdot \frac{dl}{\cos \delta}$$

замѣчая, что  $\frac{dl}{\cos \delta} = (ds)_w$ , гдѣ  $(ds)_w$  есть элементарное перемѣщеніе по относительной траекторіи, имѣемъ:

$$f dp \cdot dl = \frac{d\gamma}{g} \cdot \frac{dw}{dt} \cdot (ds)_w \dots \dots \dots (2)$$

и слѣдовательно

$$-dL = \frac{d\gamma}{g} c dc - \frac{d\gamma}{g} \cdot \frac{dw}{dt} \cdot (ds)_w \dots \dots \dots (3).$$

Въ уравненіи (3) величина:

$$- \frac{d\gamma}{g} \cdot \frac{dw}{dt} \cdot (ds)_w = dJ_R$$

представляетъ такъ называемую работу реакціи пара, являющуюся слѣдствіемъ его инерціи, сопротивляющейся ускоренію относительнаго движенія. Эта работа передается турбинному колесу чрезъ посредство лопатокъ и, какъ видно изъ уравненія (2), совершается за счетъ расширенія пара въ турбинныхъ каналахъ.



Если движение пара въ каналахъ происходитъ безъ расширенія, то величина относительной скорости остается постоянной на всемъ протяженіи канала и работа пара, отнесенная къ 1 kgr., будетъ:

$$L_A = \int_1^2 - \frac{c \, dc}{g} = \frac{1}{2g} (c_1^2 - c_2^2) \dots \dots \dots (4A).$$

Турбины такого рода называются активными, такъ какъ работа ихъ совершается только за счетъ уклоненія струи отъ прямолинейнаго направленія, подъ вліяніемъ реакціи лопатокъ.

Турбины, въ которыхъ имѣетъ мѣсто расширеніе пара, называются реактивными, такъ какъ въ нихъ работа реакціи  $dJ_R$  не равна нулю. Работа пара, отнесенная къ 1 kgr., для реактивныхъ турбинъ:

$$L_R = \frac{1}{2g} (c_1^2 - c_2^2) + \frac{1}{2g} (w_2^2 - w_1^2) \dots \dots \dots (4R).$$

Формула (1) тождественна съ формулами (4A) и (4R) и можетъ быть изъ нихъ получена съ помощью соотношенія:

$$w^2 = c^2 + u^2 - 2uc \cos(c, u).$$

Отношеніе работы реакціи пара къ полной работѣ называется степенью реактивности; она выражается равенствомъ:

$$m = \frac{\frac{1}{2g} (w_2^2 - w_1^2)}{\frac{1}{2g} (c_1^2 - c_2^2) + \frac{1}{2g} (w_2^2 - w_1^2)} \dots \dots \dots (5).$$

Какъ мы увидимъ ниже, степень реактивности въ употребительныхъ паровыхъ турбинахъ дѣлается равной  $\frac{1}{2}$ , почему онѣ называются также полуреактивными.

## 8. Однодисковые активныя турбины.

### а) Истеченіе пара изъ сопелъ.

Преобразование тепловой энергіи пара въ кинетическую въ однодисковыхъ турбинахъ совершается въ специальныхъ аппаратахъ-соплахъ (фиг. 11) D.

Какъ мы уже видѣли въ § 2, наивыгоднѣйшій процессъ представляетъ адиабатическое расширеніе отъ начальнаго давленія  $p_1$  до конечнаго  $p_2$ ; при этомъ, вся имѣющаяся въ распоряженіи тепловая энергія 1 kgr. пара преобразуется въ живую силу.

Если скорость истеченія  $c_0$ , то живая сила 1 kgr. будетъ:

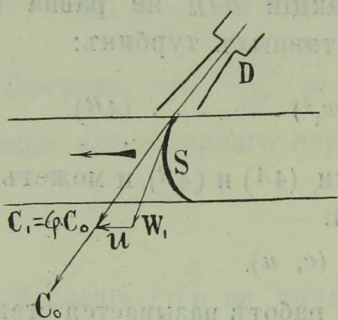
$$L_0 = \frac{c_0^2}{2g} = \frac{q_0}{\mathfrak{A}} \dots \dots \dots (6).$$

Здѣсь  $q_0$  есть превратившаяся въ работу теплота, а  $\mathfrak{A}$ —механическій эквивалентъ теплоты, который мы въ дальнѣйшемъ вездѣ будемъ принимать равнымъ  $\frac{1}{425}$ .

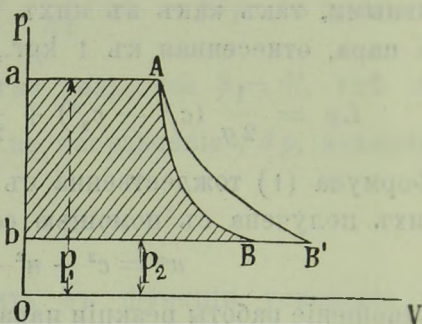
Изъ уравненія (6) слѣдуетъ скорость адиабатическаго истечения:

$$c_0 = \sqrt{2g L_0} = \sqrt{\frac{2g q_0}{\mathfrak{A}}} \dots \dots \dots (7).$$

Въ діаграммѣ  $p-v$  адиабатическое расширеніе представляется кривою  $AB$  (фиг. 12), а работа расширенія—заштрихованной площадью  $aAB$ .



Фиг. 11.



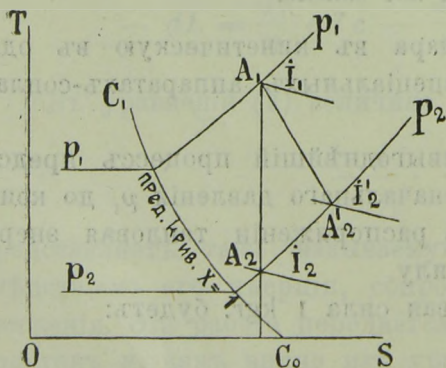
Фиг. 12.

Величина этой работы опредѣляется интеграломъ:

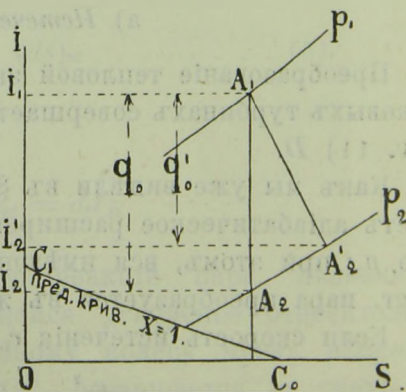
$$L_0 = \int_{p_2}^{p_1} v dp.$$

Въ энтропической діаграммѣ (фиг. 13) и въ діаграммѣ Моллье (фиг. 14) адиабата представляется прямою  $A_1A_2$  и превратившаяся въ живую силу тепловая энергія:

$$q_0 = i_1 - i_2.$$



Фиг. 13.



Фиг. 14.



Кривая дѣйствительнаго расширенія, однако, отстываетъ отъ адиабаты, представляющей лишь теоретическій случай расширенія безъ притока и потери тепла. Движеніе пара въ соплѣ сопровождается треніемъ о стѣнки, которое производитъ нагрѣваніе пара и увеличеніе его объема, то есть дѣйствуетъ, какъ притокъ тепла извнѣ. Кривая дѣйствительнаго расширенія будетъ, стало быть,  $AB'$ , при чемъ  $v' = bB'$ , больше чѣмъ  $v = bB$ .

Полезная работа, однако, уменьшается, такъ какъ, вслѣдствіе тренія, скорость истеченія будетъ меньше, именно:

$$c_1 = \varphi c_0$$

гдѣ коэффициентъ  $\varphi < 1$ .

Живая сила пара будетъ, поэтому:

$$\frac{c_1^2}{2g} = \varphi^2 \frac{c_0^2}{2g} = \frac{\varphi^2 q_0}{\mathfrak{A}} \dots \dots \dots (6)$$

и дѣйствительная скорость истеченія

$$c_1 = \sqrt{\frac{2\varphi^2 g q_0}{\mathfrak{A}}} \dots \dots \dots (7')$$

Изъ выраженія (7') слѣдуетъ, что превратившаяся въ живую силу тепловая энергія равна:

$$q'_0 = \varphi^2 q_0 \dots \dots \dots (8).$$

Кривая дѣйствительнаго расширенія въ энтропической діаграммѣ и въ діаграммѣ Моллье, вмѣсто адиабаты  $A_1 A_2$ , будетъ  $A_1 A'_2$  (фиг. 13 и 14).

Положеніе точки  $A'_2$  въ энтропической діаграммѣ опредѣляется пересѣченіемъ кривой  $p_2$  съ кривою  $i'_2$ , которая находится съ помощью уравненія (8), или

$$i_1 - i'_2 = \varphi^2 (i_1 - i_2)$$

откуда:

$$i'_2 = (1 - \varphi^2) i_1 + i_2 \varphi^2 \dots \dots \dots (9).$$

Точка  $A'_2$  въ діаграммѣ Моллье опредѣляется пересѣченіемъ кривой  $p_2$  съ прямою  $i'_2$ , которую находятъ, отложивъ отъ точки  $A_1$  внизъ величину:

$$q'_0 = \varphi^2 (i_1 - i_2).$$

Опредѣленіемъ величины коэффициента  $\varphi$  занимались различные изслѣдователи, какъ Стодоля, Рато, Левицкій, Делапортъ, Венгеръ и другіе. Въ среднемъ, для сопелъ эта величина можетъ быть принята равной  $\varphi = 0,95$ .

При такомъ значеніи  $\varphi$  скорость истечения:

$$c_1 = \sqrt{\frac{2\varphi^2 g}{\gamma}} \cdot \sqrt{q_0} = \sim 86 \sqrt{q_0} \dots \dots (7'')$$

и

$$q'_0 = 0,9 q_0 \dots \dots \dots (8').$$

b) *Индикаторная отдача турбины.*

Работа, отданная паромъ турбинному диску, составляетъ лишь часть полной энергіи пара  $L_0 = \frac{q_0}{\gamma}$  и называется индикаторной работой, въ отличіе отъ дѣйствительной или эффективной работы на валу турбины; мы будемъ обозначать ее  $L_i$ .

Потери энергіи пара слагаются изъ трехъ частей:

1) изъ потери живой силы въ соплѣ, вслѣдствіе тренія пара о стѣнки сопла; эта потеря, на основаніи предыдущаго

$$\frac{c_0^2 - c_1^2}{2g} = (1 - \varphi^2) \frac{c_0^2}{2g};$$

2) изъ потери живой силы въ турбинномъ каналѣ, вслѣдствіе тренія пара о лопатки; подъ вліяніемъ этого тренія, относительная скорость движенія уменьшается и при выходѣ равна:

$$w_2 = \psi w_1,$$

такъ что потеря живой силы будетъ:

$$\frac{w_1^2 - w_2^2}{2g} = (1 - \psi^2) \frac{w_1^2}{2g}.$$

Коэффициентъ  $\psi < 1$  и въ среднемъ для однодисковыхъ турбинъ можетъ быть принятъ  $\psi = 0,80$ .

3) Изъ живой силы пара, выходящаго изъ турбиннаго канала со скоростью  $c_2$ ; эта потеря равна  $\frac{c_2^2}{2g}$ .

Такимъ образомъ, вся потеря энергіи:

$$L_0 - L_i = (1 - \varphi^2) \frac{c_0^2}{2g} + (1 - \psi^2) \frac{w_1^2}{2g} + \frac{c_2^2}{2g}$$

или въ тепловыхъ единицахъ:

$$q_v = (1 - \varphi^2) q_0 + \gamma (1 - \psi^2) \frac{w_1^2}{2g} + \gamma \frac{c_2^2}{2g}.$$

Отношеніе:

$$\eta_i = \frac{L_i}{L_0}$$

называется индикаторной отдачей турбины.



Полезно израсходованная энергія въ турбинѣ:

$$q_i = \eta_i q_0,$$

а потерянная энергія:

$$q_v = q_0 - q_i = (1 - \eta_i) q_0.$$

Пользуясь уравненіемъ (1'') § 6, нетрудно показать, что величина отдачи  $\eta_i$  зависитъ отъ отношенія  $\frac{u}{c_1}$ , или при данномъ  $c_1$  отъ окружной скорости  $u$ . Для этого преобразуемъ уравненіе (1''), вводя въ него уголъ  $\alpha$  наклона сопла къ рабочему диску и углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  наклона лопатки при входѣ и выходѣ, какъ показано на фиг. 15.

Тогда:

$$c'_1 = c_1 \cos \alpha$$

$$c'_2 = \psi w_1 \cos \alpha_2 - u$$

$$\psi w_1 \cos \alpha_2 = \psi w_1 \cos \alpha_1 \cdot \frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1} = \psi \frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1} (c'_1 - u)$$

и вмѣсто уравненія (1'') имѣемъ слѣдующее:

$$L_i = \frac{u}{g} \cdot \left( 1 + \psi \frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1} \right) \cdot (c_1 \cos \alpha - u) \dots \dots (10).$$

Въ обычныхъ конструкціяхъ  $\alpha_2 = \alpha_1$  и

$$L_i = \frac{u}{g} (1 + \psi) (c_1 \cos \alpha - u) \dots \dots \dots (10').$$

Раздѣливъ (10') на

$$L_0 = \frac{c_0^2}{2g} = \frac{c_1^2}{2\varphi^2 g},$$

получаемъ:

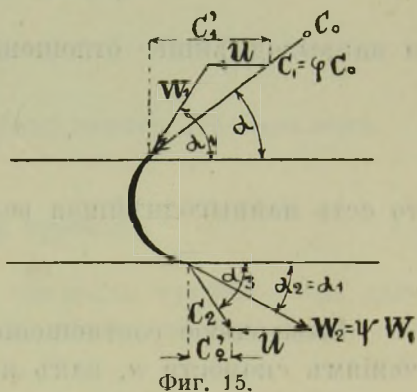
$$\eta_i = 2\varphi^2 (1 + \psi) \left( \cos \alpha - \frac{u}{c_1} \right) \cdot \frac{u}{c_1} \dots \dots \dots (11).$$

Уравненіе (11) впервые было получено проф. Банки <sup>1)</sup>. Оно выражаетъ параболу (фиг. 16), вершина которой соотвѣтствуетъ значенію:

$$\frac{u}{c_1} = \frac{\cos \alpha}{2},$$

при чемъ наибольшая отдача турбины равна:

$$\eta_{i \max} = 2\varphi^2 (1 + \psi) \frac{\cos^2 \alpha}{4} \dots \dots \dots (12).$$



Фиг. 15.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. Ver. d. Ing., 1905, B. 49, S. 477.

Что касается наклона сопла, то уголъ

$$\alpha = 17^\circ - 20^\circ.$$

Принявъ  $\varphi = 0,95$ ,  $\psi = 0,80$  и  $\alpha = 20^\circ$ , находимъ:

$$\eta_{i \max} = 2 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot (0,47)^2 = 0,72$$

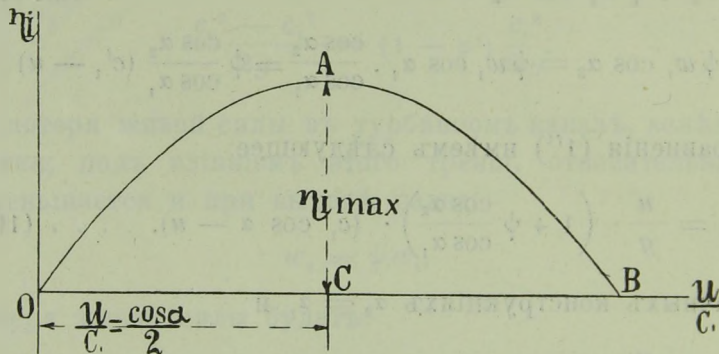
и наивыгоднѣйшее отношеніе скоростей

$$\frac{u}{c_1} = 0,47$$

то есть наивыгоднѣйшая величина окружной скорости:

$$u = 0,47 \ c_1.$$

Выведенное соотношеніе приводитъ къ чрезмѣрно большимъ значеніямъ скорости  $u$ , какъ не трудно показать на примѣрѣ.



Фиг. 16.

Дѣйствительно, при начальномъ давленіи  $p_1 = 10 \text{ atm.}$ , температурѣ  $t_1 = 255^\circ \text{ C.}$  и конечномъ давленіи  $p_2 = 0,07 \text{ atm.}$ , по діаграммѣ Моллье

$$q_0 = i_1 - i_2 = 697,5 - 510,5 = 187 \text{ кал.}$$

и по формулѣ (7''):

$$c_1 = 86 \sqrt{q_0} = \sim 1175 \text{ mtr.},$$

такъ что наивыгоднѣйшее значеніе окружной скорости

$$u = 0,47 \cdot 1175 = 552 \text{ mtr.},$$

тогда какъ для лучшихъ сортовъ никкелевой стали можетъ быть допущена скорость только до 400—450 mtr.

Далѣе мы увидимъ, что дѣйствительная отдача менѣ индикаторной и что наивыгоднѣйшая скорость менѣе, чѣмъ  $0,47 \ c_1$ , такъ что значеніе  $u$  не превосходитъ допускаемое.



Однако, нетрудно убѣдиться, что и при меньшихъ значеніяхъ окружной скорости требуется громадное число оборотовъ турбины. Такъ, при  $u = 400$  mtr., что соотвѣтствуетъ отношенію  $\frac{u}{c_1} = 0,34$  и отдачѣ  $\eta_i = 0,66$ , при небольшомъ діаметрѣ диска  $D = 15'' = 0,380$  mtr. число оборотовъ въ минуту было бы:

$$n = \frac{60 u}{\pi \cdot D} = 20.000.$$

Такія числа оборотовъ дѣйствительно примѣняются Де-Лавалемъ.

### 9. Многодисковые активныя турбины.

Уменьшеніе наивыгоднѣйшей окружной скорости турбины при данномъ  $p_1$ , безъ уменьшенія ея отдачи, можетъ быть достигнуто двумя способами:

1) уменьшеніемъ скорости пара  $c_1$  и 2) постепеннымъ использованіемъ этой скорости. Оба указанные метода примѣняются въ паровыхъ турбинахъ. Первый изъ этихъ методовъ—уменьшеніе скорости  $c_1$ —для активныхъ турбинъ былъ впервые предложенъ проф. Рато, тогда какъ для реактивныхъ турбинъ онъ былъ осуществленъ еще ранѣе Парсонсомъ.

Сущность метода Рато заключается въ томъ, что турбина состоитъ изъ нѣсколькихъ камеръ, отдѣленныхъ другъ отъ друга діафрагмами. Въ каждой камерѣ находится по одному рабочему диску; всѣ диски насажены на общемъ рабочемъ валу. Расширеніе пара происходитъ ступенями, при переходѣ изъ камеры въ камеру, въ направляющихъ лопаткахъ, укрѣпленныхъ въ діафрагмахъ и замѣняющихъ сопла. Скорость истеченія пара изъ направляющихъ лопатокъ соотвѣтствуетъ разности давленія между двумя смежными камерами, или такъ называемой ступени давленія, откуда и самыя турбины получили названіе многоступенчатыхъ или турбинъ со многими ступенями давленія.

Примѣненіе описаннаго метода допускаетъ два случая:

а) Случай уничтоженія выходной скорости и б) случай использованія выходной скорости  $c_2$ . Мы рассмотримъ ихъ въ отдѣльности.

#### а) Турбины безъ использованія скорости $c_2$ .

Въ турбинахъ съ частичнымъ подводомъ пара, то есть когда направляющія лопатки расположены не по всей окружности діафрагмы, скорость пара, выходящаго изъ рабочаго диска, вслѣдствіе ударовъ и вихревыхъ движеній, уничтожается сполна, превращаясь въ теплоту. Этотъ случай по существу не отличается отъ случая однодисковой турбины, въ которой живая сила выходящаго пара также оказывается потерянной.

Индикаторная отдача одной ступени, которую мы назовемъ  $\eta'_i$ , въ отличіе отъ индикаторной отдачи всего процесса  $\eta_i$ , о чемъ будетъ рѣчь въ дальнѣйшемъ, какъ и въ случаѣ однодисковой турбины, выражается формулой:

$$\eta'_i = 2\varphi^2 (1 + \psi) \left( \cos \alpha - \frac{u}{c_1} \right) \cdot \frac{u}{c_1} \dots \dots (11').$$

Наибольшая отдача ступени:

$$\eta'_{i \max} = 2\varphi^2 (1 + \psi) \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{4} \dots \dots (12').$$

При

$$\varphi = 0,92, \psi = 0,82 \text{ и } \alpha = 20^\circ,$$

каковыя данныя мы и будемъ принимать для разсматриваемаго случая въ численныхъ примѣрахъ, имѣемъ:

$$\eta'_{i \max} = 0,68$$

при

$$\frac{u}{c_1} = 0,47.$$

Скорость истеченія  $c_1$  при  $\varphi = 0,92$  будетъ:

$$c_1 = \sqrt{\frac{2\varphi^2 g q_0}{\eta}} = 83,5 \sqrt{q_0} \dots \dots (13).$$

Окружную скорость въ многоступенчатыхъ турбинахъ обыкновенно берутъ не болѣе  $u = 120$  м. и скорость  $c_1$  должна быть:

$$c_1 = \frac{u}{0,47} = 255 \text{ м.}$$

откуда опредѣляется тепловая ступень:

$$q_0 = \frac{c_1^2}{(83,5)^2} = \sim 9 \text{ кал.}$$

Для достиженія наибольшей эффективной отдачи, какъ увидимъ ниже, отношеніе  $\frac{u}{c_1}$  должно быть значительно менѣе 0,47 и скорость  $c_1$  обыкновенно берется болѣе 255 м., доходя до  $c_1 = 400$  м.

Для преобразованія тепловой энергіи пара въ живую силу при такихъ скоростяхъ не требуется сопель, а достаточно направляющихъ лопатокъ, какъ это всегда и дѣлается въ разсматриваемыхъ турбинахъ.

#### б) Турбины съ использованиемъ скорости $c_2$ .

Въ турбинахъ съ полнымъ подводомъ пара выходная скорость  $c_2$  можетъ быть утилизирована въ послѣдующей ступени. Для этого, струя пара, выходящая изъ рабочаго диска, должна быть безъ удара напра-



влена въ расширительныя лопатки слѣдующей ступени. Если въ послѣднихъ при этомъ тепловая ступень  $q_0$  преобразуется въ кинетическую энергію  $L_0$ , то полная энергія струи послѣ расширения будетъ:

$$\frac{c_1^2}{2g} = \varphi^2 \left( L_0 + \frac{c_2^2}{2g} \right)$$

и израсходованная въ ступени энергія:

$$L_0 = \frac{q_0}{\eta} = \frac{c_1^2}{2\varphi^2 g} - \frac{c_2^2}{2g} \dots \dots (14).$$

Какъ уже было показано въ § 8, в съ помощью фигуры 15, при  $\alpha_2 = \alpha_1$ , проекція на плоскость  $\perp$ -ую къ оси турбины выходной скорости  $c_2$ :

$$c'_2 = c_2 \cos \alpha_3 = \psi (c_1 \cos \alpha - u) - u$$

съ помощью той же фигуры находимъ:

$$c_2 \sin \alpha_3 = \psi c_1 \sin \alpha.$$

Исключивъ съ помощью этихъ уравненій  $c_2$  изъ уравненія (14), получаемъ:

$$L_0 = \left[ A + 2B \frac{u}{c_1} \cos \alpha - C \left( \frac{u}{c_1} \right)^2 \right] \cdot \frac{c_1^2}{2\varphi^2 g} \dots \dots (14')$$

при чемъ коэффициенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  имѣютъ слѣдующія выраженія:

$$\begin{aligned} A &= 1 - \varphi^2 \psi^2 \\ B &= \varphi^2 \psi (1 + \psi) \\ C &= \varphi^2 (1 + \psi)^2. \end{aligned}$$

Стоящая въ скобкахъ величина, въ формулѣ (14') меньше единицы.

Изъ уравненія (14') находимъ слѣдующее выраженіе для скорости  $c_1$

$$c_1 = - \frac{u \cos \alpha B}{A} + \sqrt{\left( - \frac{u \cos \alpha B}{A} \right)^2 + \left( \frac{u^2 C}{A} + \frac{2\varphi^2 g L_0}{A} \right)} \dots \dots (15).$$

Индикаторная работа по прежнему равна:

$$L_i = \frac{u}{g} (1 + \psi) (c_1 \cos \alpha - u)$$

и отдача одной ступени:

$$\eta'_i = \frac{2\varphi^2 (1 + \psi) \left[ \cos \alpha - \frac{u}{c_1} \right] \cdot \frac{u}{c_1}}{A + 2B \cdot \frac{u}{c_1} \cos \alpha - C \left( \frac{u}{c_1} \right)^2} \dots \dots (16)$$

Выраженіе (16) найдено Венгеромъ <sup>1)</sup>. Такъ какъ знаменатель въ этомъ выраженіи меньше единицы, то при данномъ отношеніи  $\frac{u}{c_1}$  отдача турбины съ использованіемъ скорости больше, чѣмъ у турбины безъ использованія скорости  $c_2$ .

Потеря живой силы пара при выходѣ его изъ рабочаго диска данной ступени компенсируется притокомъ кинетической энергіи изъ предъидущей ступени; поэтому, тепловая потеря ступени зависитъ только отъ тренія пара въ направляющихъ и рабочихъ лопаткахъ:

$$q_v = (1 - \eta'_i) q_0 = (1 - \varphi^2) q_0 + \eta (1 - \psi)^2 \frac{w_1^2}{2g}.$$

Что касается коэффиціентовъ  $\varphi$  и  $\psi$ , то Венгеръ на основаніи своихъ изслѣдованій полагаетъ:

$$\varphi = \psi = 0,89.$$

Мы примемъ:

$$\varphi = 0,90 \text{ и } \psi = 0,85;$$

тогда коэффиціенты  $A$ ,  $B$  и  $C$  имѣютъ слѣдующія величины:

$$A = 0,42, B = 1,27 \text{ и } C = 2,77.$$

Обозначивъ:

$$\frac{u}{c_1} = x,$$

имѣемъ условіе maximum'a отдачи:

$$\frac{d\eta'_i}{dx} = 0$$

или

$$A \cos \alpha - 2Ax - 2Bx^2 \cos \alpha + Cx^2 \cos \alpha = 0$$

откуда находимъ, что отдача будетъ наибольшей при:

$$x = \frac{u}{c_1} = \frac{A}{2B \cos \alpha - C \cos \alpha} - \sqrt{\left( \frac{A}{2B \cos \alpha - C \cos \alpha} \right)^2 + \frac{A \cos \alpha}{2B \cos \alpha - C \cos \alpha}}.$$

Подставляя вышеуказанныя значенія коэффиціентовъ, при  $\alpha = 20^\circ$  находимъ соотвѣтствующее maximum'у значеніе отношенія:

$$\frac{u}{c_1} = 0,55$$

и

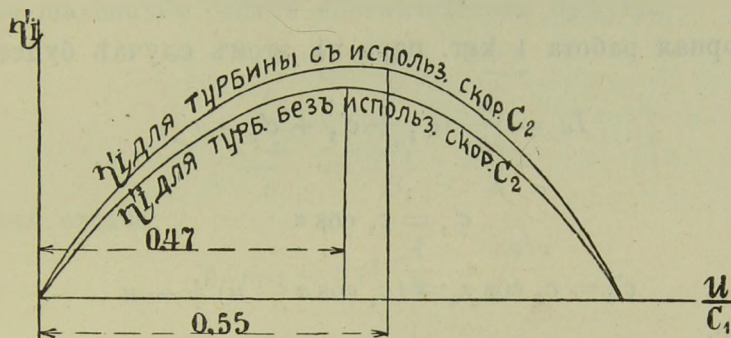
$$\eta'_i \max = 0,72.$$

<sup>1)</sup> Dr. Ing. A. Wenger, Bestimmung des Maximalwertes des thermo-dynamischen Wirkungsgrades und der günstigsten Stufenzahl bei Dampfturbinen, I. Springer 1908.



Такимъ образомъ, въ турбинахъ съ использованіемъ скорости  $c_2$  наибольшая отдача достигается при бѣльшихъ значеніяхъ отношенія  $\frac{u}{c_1}$ , чѣмъ въ турбинахъ безъ использованія скорости  $c_2$ .

Кривыя отдачи располагаются, какъ показано на фиг. 17.



Фиг. 17.

Подставивъ въ формулѣ (15) на мѣсто  $L_0$  величину  $\frac{q_0}{\eta}$ , послѣ упрощеній получаемъ болѣе удобную для вычисленій формулу

$$c_1 = 38,17 \sqrt{11 q_0 + \frac{u^2}{100}} - 2,83 u \dots (15').$$

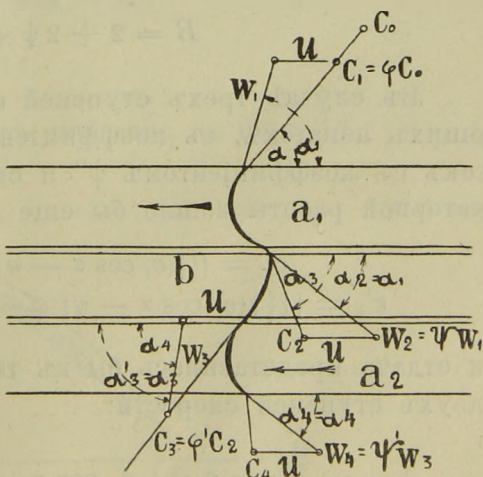
### 10. Турбины со ступенями скорости.

Другой способъ уменьшенія окружной скорости былъ предложенъ Куртисомъ въ Америкѣ. Метода Куртиса состоитъ въ томъ, что живая сила пара, послѣ его расширенія въ соплахъ, используется послѣдовательно въ двухъ или трехъ рядахъ рабочихъ лопатокъ, которыя обыкновенно бывають закрѣплены на общемъ дискѣ. Между смежными рядами рабочихъ лопатокъ помѣщается направляющій аппаратъ, въ которомъ паръ проходитъ безъ расширенія.

Описываемый способъ обыкновенно примѣняется въ комбинаціи съ предыдущимъ, такъ что каждая изъ ступеней давленія имѣетъ 2—3 ступени скорости.

Разсмотримъ случай 2-хъ ступеней скорости, схематически представленный на фиг. 18.

Рабочія лопатки суть  $a_1$  и  $a_2$ , направляющія —  $b$ . Коэффициенты  $\varphi$  и  $\psi$  имѣють прежнее значеніе, коэффициентъ  $\varphi'$  относится къ промежуточнымъ на-



Фиг. 18.

правляющимъ лопаткамъ,  $\psi'$  — къ рабочимъ лопаткамъ 2-й ступени. Обыкновенно принимаютъ:

$$\begin{aligned}\angle \alpha_2 &= \angle \alpha_1 \\ \angle \alpha'_3 &= \angle \alpha_3 \\ \angle \alpha'_4 &= \angle \alpha_4.\end{aligned}$$

Индикаторная работа 1 kgr. пара въ этомъ случаѣ будетъ:

$$L_i = \frac{u}{g} (c'_1 + c'_2 + c'_3 + c'_4)$$

но

$$c'_1 = c_1 \cos \alpha$$

и по § 8, *b*

$$c'_2 = c_2 \cos \alpha_3 = (c_1 \cos \alpha - u) \psi - u$$

слѣдовательно:

$$\begin{aligned}c'_3 &= \varphi' c'_2 = \varphi' \{ (c_1 \cos \alpha - u) \psi - u \} \\ c'_4 &= \psi' w_3 \cos \alpha_4 - u = \psi' (c'_3 - u) - u\end{aligned}$$

или

$$c'_4 = [\varphi' \{ (c_1 \cos \alpha - u) \psi - u \} - u] \psi' - u.$$

Энергія пара по прежнему:

$$L_0 = \frac{c_0^2}{2g} = \frac{c_1^2}{2\varphi^2 \cdot g}$$

и индикаторная отдача, послѣ нѣкоторыхъ преобразованій, представится въ слѣдующемъ видѣ:

$$\eta_i = 2\varphi^2 \left[ A \cos \alpha - B \frac{u}{c_1} \right] \cdot \frac{u}{c_1} \dots \dots (17)$$

гдѣ коэффициенты *A* и *B* имѣютъ слѣдующія значенія:

$$\begin{aligned}A &= 1 + \psi + \varphi' \psi + \varphi' \psi \psi' \\ B &= 2 + 2\psi + \varphi' + 2\varphi' \psi + \varphi' \psi \psi' .\end{aligned}$$

Въ случаѣ трехъ ступеней скорости былъ бы еще рядъ направляющихъ лопатокъ, съ коэффициентомъ тренія  $\varphi''$ , и рядъ рабочихъ лопатокъ съ коэффициентомъ  $\psi''$  и скоростями  $c_5$  и  $c_6$ . Въ выраженіе индикаторной работы вошло бы еще два члена:

$$\begin{aligned}c'_5 &= [\{ (c_1 \cos \alpha - u) \psi - u \} \varphi' - u] \psi' - u \varphi'' \\ c'_6 &= [[\{ (c_1 \cos \alpha - u) \psi - u \} \varphi' - u] \psi' - u] \varphi'' - u \psi''\end{aligned}$$

и отдача представилась бы въ такой же точно формѣ, какъ и въ случаѣ двухъ ступеней скорости:

$$\eta_i = 2\varphi^2 \left[ A_1 \cos \alpha - B_1 \frac{u}{c_1} \right] \cdot \frac{u}{c_1} \dots \dots (17')$$



при чемъ:

$$A_1 = A + \varphi'' \varphi \psi' \psi + \varphi'' \varphi' \psi'' \psi' \psi$$

$$B_1 = B + \varphi'' \varphi' \psi' \psi + \varphi'' \varphi' \psi' + \varphi'' + \varphi'' \varphi' \psi'' \psi' \psi +$$

$$+ \varphi'' \psi'' \varphi' \psi' + \varphi'' \psi'' \psi' + \varphi'' \psi'' + \psi'' + 1.$$

Условія максимум'а отдачи соотвѣтственно будутъ:

$$\frac{u}{c_1} = \frac{A}{B} \cdot \frac{\cos \alpha}{2}$$

и

$$\frac{u}{c_1} = \frac{A_1}{B_1} \cdot \frac{\cos \alpha}{2}$$

и наибольшая отдача:

$$\eta'_{i \max} = 2 \varphi^2 \frac{A}{B} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{4}$$

и

$$\eta'_{i \max} = 2 \varphi^2 \frac{A_1}{B_1} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{4}$$

Давая коэффициентамъ тренія величины:

$$\varphi = 0,97, \psi = 0,79, \varphi' = \varphi'' = 0,80 \text{ и } \psi' = \psi'' = 0,82$$

получаемъ:

$$A = 2,9 \text{ и } A_1 = 3,7$$

$$B = 6,25 \text{ и } B_1 = 12,4.$$

Наибольшая отдача въ случаѣ 2-хъ ступеней, для  $\alpha = 20^\circ$

$$\eta'_{i \max} = 0,56$$

при

$$\frac{u}{c_1} = 0,22.$$

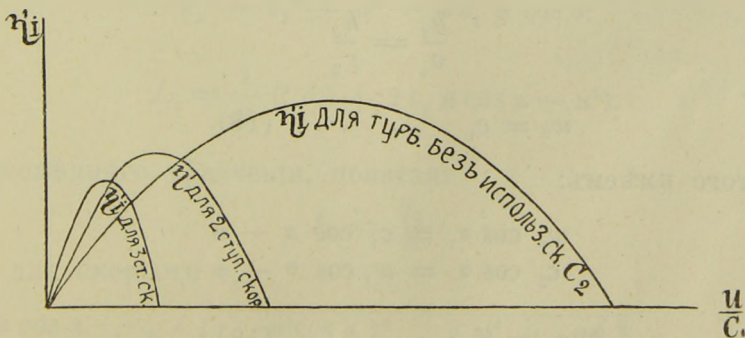
Въ случаѣ трехъ ступеней скорости:

$$\eta'_{i \max} = 0,46$$

при

$$\frac{u}{c_1} = 0,14.$$

Кривыя отдачи располагаются, какъ показано на фиг. 19.



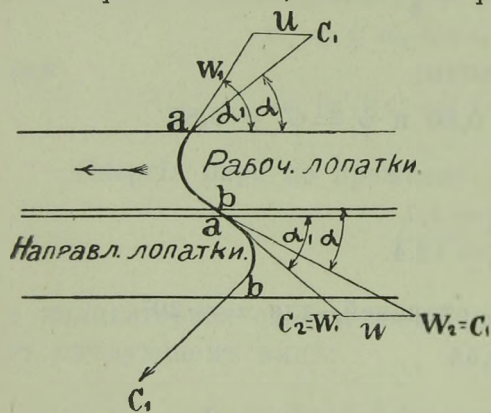
Фиг. 19.

Какъ видно изъ предыдущаго, примѣненіемъ ступеней скорости можно значительно понизить окружную скорость, чѣмъ и объясняется незначительное число колесъ въ турбинахъ типа Куртиса; отдача турбины, однако, падаетъ и тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе въ ней ступеней скорости, почему въ настоящее время обыкновенно примѣняютъ не болѣе 3 ступеней скорости. Такъ какъ  $\varphi = 0,97$ , то скорость истечения въ этомъ случаѣ:

$$c_1 = \sqrt{\frac{2\varphi^2 g}{\eta} \cdot q_0} = 88,5 \sqrt{q_0} \dots \dots (17'').$$

### 11. Реактивныя турбины.

Реактивныя турбины, въ томъ видѣ, какой имъ приданъ Парсонсомъ, всегда дѣлаются многоступенчатыми; расширение пара происходитъ, какъ въ направляющихъ, такъ и въ рабочихъ лопаткахъ каждой ступени. Для



Фиг. 20.

тѣхъ и другихъ обыкновенно примѣняютъ одинаковый профиль, располагая лопатки, какъ показано на фиг. 20; работа расширения при этомъ распределяется поровну между направляющими и рабочими лопатками и степень реактивности, какъ уже указано было въ § 7, равна  $\frac{1}{2}$ .

Дѣйствительно, если назвать ширину направляющихъ и рабочихъ каналовъ при выходѣ чрезъ  $s$ , высоту каналовъ соотвѣтственно чрезъ  $h_1$  и  $h_2$ , удѣльные объемы чрезъ  $v_1$  и  $v_2$ , то уравненіе непрерывности струи будетъ:

$$\frac{s \cdot h_1 \cdot c_1 \sin \alpha}{v_1} = \frac{s \cdot h_2 \cdot w_2 \sin \alpha}{v_2}$$

и такъ какъ высоты лопатокъ пропорціональны удѣльному объему пара, то есть:

$$\frac{h_1}{v_1} = \frac{h_2}{v_2}$$

то

$$w_2 = c_1 \dots \dots (18).$$

Кромѣ того имѣемъ:

$$\begin{aligned} w_1 \cos \alpha_1 &= c_1 \cos \alpha - u \\ c_2 \cos \alpha_2 &= w_1 \cos \alpha - u \end{aligned}$$

откуда

$$c_2 = w_1 \dots \dots (19).$$



Съ помощью соотношеній (18) и (19) находимъ степень реактивности:

$$m = \frac{\frac{1}{2g} (w_2^2 - w_1^2)}{\frac{1}{2g} (c_1^2 - c_2^2) + \frac{1}{2g} (w_2^2 - w_1^2)} = \frac{\frac{1}{2g} (c_1^2 - c_2^2)}{2 \cdot \frac{1}{2g} (c_1^2 - c_2^2)} = \frac{1}{2}.$$

Реактивные турбины всегда дѣлаются съ полнымъ подводомъ пара, при чемъ выходная скорость  $c_2$  используется въ направляющихъ лопаткахъ, слѣдовательно, въ направляющихъ лопаткахъ тепловая энергія  $q_{01}$  преобразуется въ механическую энергію:

$$L_1 = \frac{q_{01}}{\mathfrak{A}} = \frac{c_1^2}{2 \varphi^2 g} - \frac{c_2^2}{2g}$$

въ рабочихъ же лопаткахъ:

$$L_2 = \frac{q_{02}}{\mathfrak{A}} = \frac{w_2^2}{2 \varphi^2 g} - \frac{w_1^2}{2g}$$

и въ силу соотношеній (18) и (19)

$$L_1 = L_2$$

то есть, въ направляющихъ и рабочихъ лопаткахъ преобразуются одинаковыя количества энергіи и полная энергія одной ступени:

$$L_0 = L_1 + L_2 = \frac{1}{g} \left[ \frac{c_1^2}{\varphi^2} - c_2^2 \right].$$

Работа, потерянная въ лопаткахъ на треніе, равна:

$$\frac{c_1^2}{2 \varphi^2 g} - \frac{c_1^2}{2g} = \left( \frac{1}{\varphi^2} - 1 \right) \frac{c_1^2}{2g}.$$

Обозначивъ:

$$\frac{1}{\varphi^2} - 1 = \zeta$$

мы можемъ коэффициентъ  $\zeta$  назвать коэффициентомъ работы и, замѣчая, что:

$$c_2^2 = c_1^2 + u^2 - 2 c_1 u \cos \alpha$$

имѣемъ:

$$L_0 = \frac{1}{g} (\zeta c_1^2 + 2 c_1 u \cos \alpha - u^2).$$

Изъ послѣдняго уравненія, полагая:

$$L_0 = \frac{q_0}{\mathfrak{A}},$$

получаемъ для скорости  $c_1$

$$c_1 = - \frac{u \cos \alpha}{\zeta} + \sqrt{\left( - \frac{u \cos \alpha}{\zeta} \right)^2 + \left( \frac{u^2}{\zeta} + \frac{g q_0}{\zeta \mathfrak{A}} \right)}. \dots \dots \dots (20).$$

Индикаторная работа равна:

$$L_i = \frac{u}{g} (c'_1 + c'_2) = \frac{u}{g} (c_1 \cos \alpha + c_2 \cos \alpha_1)$$

но

$$c_2 \cos \alpha_1 = c_1 \cos \alpha - u$$

и

$$L_i = \frac{u}{g} (2 c_1 \cos \alpha - u).$$

Индикаторная отдача одной ступени будетъ:

$$\eta'_{i} = \frac{2 \frac{u}{c_1} \cos \alpha - \left( \frac{u}{c_1} \right)^2}{\zeta + 2 \frac{u}{c_1} \cos \alpha - \left( \frac{u}{c_1} \right)^2} \dots \dots (21).$$

Эта формула впервые была получена проф. Банки <sup>1)</sup>. Обозначивъ:

$$\frac{u}{c_1} = x,$$

имѣемъ условіе maximum'a отдачи

$$\frac{d\eta'_{i}}{dx} = 0$$

или:

$$2 \cos \alpha - 2 x = 0;$$

то есть

$$\frac{u}{c_1} = \cos \alpha$$

и

$$\eta'_{i \max} = \frac{\cos^2 \alpha}{\zeta + \cos^2 \alpha}.$$

Въ реактивныхъ турбинахъ:

$$\varphi = \sim 0,90$$

и

$$\zeta = \sim 0,25$$

Тогда:

$$\eta'_{i \max} = 0,78$$

при

$$\frac{u}{c_1} = 0,94.$$

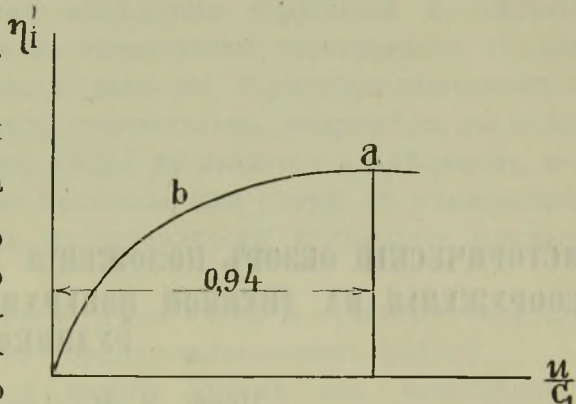
<sup>1)</sup> Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, Bd. 49, S. 480



Какъ видимъ, реактивныя турбины характеризуются большимъ отноше-  
ніемъ  $\frac{u}{c_1}$ , то есть меньшими скоростями  $c_1$  и бѣльшимъ числомъ  
ступеней, чѣмъ активныя.

Обшій характеръ кривой от-  
дачи  $\eta'_i$  представленъ на фиг. 21.

Съ уменьшеніемъ отношенія  
 $\frac{u}{c_1}$ , какъ видно изъ фигуры, отдача  
падаетъ сначала весьма медленно  
(участокъ  $ab$ ). Указанное свойство  
даетъ возможность уменьшить чи-  
сло ступеней турбины, безъ суще-  
ственного пониженія отдачи, что  
особенно важно для турбинъ малой  
мощности.



Фиг. 21.

Формула (20) послѣ упрощеній приводится къ удобному виду:

$$c_1 = 42,6 \sqrt{9,2 g_0 + \frac{u^2}{100}} - 3,75 u \dots (20').$$

(Продолженіе слѣдуетъ).

## **ИСТОРИЧЕСКІЙ ОБЗОРЪ ПОЛОЖЕНІЯ ВЪ РОССИИ ВОПРОСА О ЗАЩИТѢ СООРУЖЕНІЯ НА ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТЪ ВРЕДНАГО ВЛІЯНІЯ РУДНИКОВЪ.**

Проф. П. М. Леонтовскаго.

Съ мощнымъ ростомъ русской горной промышленности, съ неменѣе интенсивнымъ развитіемъ нашей сѣти желѣзныхъ дорогъ и съ чрезвычайно быстрымъ заселеніемъ нашихъ горнопромышленныхъ районовъ, самъ собой возникъ и давно уже назрѣлъ вопросъ о взаимоотношеніяхъ подземныхъ разработокъ и сооружений на поверхности, настоятельно требуя неотложнаго и возможно правильнаго разрѣшенія.

Въ широкія рамки этого общаго вопроса входитъ цѣлый рядъ болѣе детальнаго, вопросовъ, изъ которыхъ каждый имѣетъ огромное государственное, общественное или чисто-техническое значеніе.

Сюда входитъ обширный вопросъ о способахъ защиты дневной поверхности, сооружений на ней и поверхностныхъ и почвенныхъ водъ отъ вреднаго вліянія подземныхъ разработокъ.

Равнымъ образомъ сюда входитъ сложный вопросъ объ отчужденіи нѣдръ подъ проектируемыя желѣзныя дороги и о допустимости разработокъ подъ и вблизи существующихъ дорогъ.

Сюда же наконецъ входитъ въ значительной мѣрѣ и вопросъ о безопасной системѣ разработокъ. Обвалы кровли, обрушенія всякаго бока, осѣданія породъ и дневной поверхности, ихъ боковое сдвигеніе, образованіе опасныхъ трещинъ и проваловъ на поверхности, раздавливаніе подготовленныхъ выемочныхъ столбовъ и предохранительныхъ цѣликовъ, рудничные пожары, внезапные прорывы воды въ рудникъ, пониженіе уровня почвенныхъ водъ и даже полное обезвоживаніе почвы и поверхности, или, наоборотъ,—затопленіе осѣвшихъ участковъ поверхности и, наконецъ,—часто массовыя поврежденія зданій и всякихъ сооружений на поверхности, все это, какъ извѣстно горнымъ техникамъ, весьма часто является слѣдствіемъ рудничныхъ разработокъ.

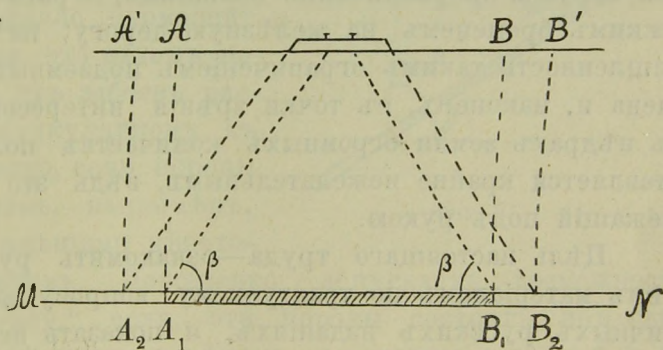
Однако, въ русской горной литературѣ, какъ видно изъ нижеслѣдующаго изложенія, наибольшее вниманіе оказывалось вопросу о предо-



хранительныхъ цѣликахъ подъ желѣзными дорогами. Не трудно видѣть причину этого: по нашему законодательству владѣлецъ поверхности является вмѣстѣ съ тѣмъ и владѣльцемъ нѣдръ земли, слѣдовательно, если при рудничныхъ разработкахъ вслѣдствіе обрушеній и осѣданій породъ случается какая-либо бѣда на поверхности, то страдаетъ отъ нея въ огромномъ большинствѣ случаевъ самъ-же горнопромышленникъ и потому въ Россіи (какъ и въ Англіи) сравнительно, напримѣръ, съ Бельгіей или Германіей (гдѣ владѣлецъ нѣдръ не является владѣльцемъ поверхности), весьма рѣдки судебные процессы или споры въ административномъ порядкѣ о поврежденіяхъ на поверхности вслѣдствіе рудничныхъ разработокъ.

Но вопросъ обстоитъ иначе, когда дѣло идетъ о проектируемой или существующей желѣзной дорогѣ въ горнопромышленномъ районѣ.

При проектированіи желѣзной дороги однимъ изъ важнѣйшихъ расходовъ является возмѣщеніе владѣльцевъ за отчуждаемую землю, а въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ дорога должна проходить надъ залежами полезнаго ископаемаго, необходимо уплатить владѣльцу земли и за нѣдра, причемъ границы отчужденія опредѣляются вертикальною проекціею внутри земли, напримѣръ  $AA'$  и  $BB'$  (фиг. 1); тогда владѣлецъ участка, смежнаго съ полосою отчужденія, имѣетъ право выработать полезное ископаемое  $MA$  и  $NB$ , причемъ поверхность и сооруженія на ней могутъ быть повреждены, такъ какъ районъ распространенія обрушеній породъ надъ выработками вообще больше площади выработокъ. Спрашивается, кого считать виновнымъ за происшедшіе убытки? Желѣзная дорога пріобрѣла нѣдра подъ полотномъ, эти нѣдра не тронуты, горнопромышленникъ же также правъ, ибо онъ разрабатывалъ только свою собственность. Очевидно, что въ данномъ случаѣ когда породы изламываются подъ угломъ  $\beta$  къ горизонту, желѣзная дорога должна выкупить полосу поверхности не  $AB$ , но болѣе широкую, не менѣе  $A'B'$ , соотвѣтствующую необходимому минимальному размѣру предохранительнаго цѣлика  $A_2B_2$ .



Фиг. 1.

Уголь излома породъ  $\beta$  („уголь обрушеній“) въ русскихъ горнопромышленныхъ районахъ вовсе не изслѣдованъ при разныхъ мѣстныхъ обстоятельствахъ, при разныхъ характерахъ залеганія, свойствахъ породъ, глубинахъ выработокъ и т. д. и т. д., поэтому его нужно-бы въ цѣляхъ безопасности, если ужъ непремѣнно желательно оставлять нетронутые цѣлики, брать завѣдомо малымъ; но нѣкоторые русскіе авторы берутъ

его слишкомъ малымъ, напримѣръ, рекомендуютъ  $\beta=45^\circ$ , т. е. рекомендуютъ оставлять цѣлики полезнаго ископаемаго такихъ размѣровъ, чтобы въ каждую сторону отъ середины охраняемаго сооруженія горизонтальная проекція цѣлика была равна глубинѣ его залеганія, да плюсъ еще въ каждую сторону запасная берма по 50 саж. шириною. Такимъ образомъ, напримѣръ, даже при пологомъ паденіи каменноугольнаго пласта, при глубинѣ залеганія его въ 100 саж., при ширинѣ охраняемой полосы поверхности въ 20 саж. приходилось-бы оставить (и выкупить) цѣликъ шириною не менѣе:

$$(100 + 50) + 20 + (100 + 50) = 320 \text{ саж.}$$

(здѣсь не принято еще во вниманіе паденіе пласта).

Отчужденіе нѣдръ вообще оплачивается желѣзными дорогами весьма высоко, а если границы отчужденія, въ виду вышеуказаннаго обстоятельства, берутся преувеличенно большими, то расходы по отчужденію ложатся тяжкимъ бременемъ на желѣзную дорогу; вмѣстѣ съ тѣмъ горная промышленность такимъ ограниченіемъ подземныхъ разработокъ крайне стѣснена и, наконецъ, съ точки зрѣнія интересовъ государства, оставленіе въ нѣдрахъ земли огромныхъ количествъ полезнаго ископаемаго представляется крайне нежелательнымъ, вѣдь это мертвый капиталъ, хотя и лежащій подъ рукою.

Цѣль настоящаго труда—ознакомить русскихъ дѣятелей со всѣмъ тѣмъ матеріаломъ по трактуемому вопросу, который разсѣянъ въ различныхъ русскихъ изданіяхъ, и показать необходимость приступить немедленно къ практическому изслѣдованію обрушеній и осѣданій породъ и поверхности, какъ прямое послѣдствіе рудничныхъ разработокъ во всѣхъ горнопромышленныхъ районахъ Россіи.

Ближайшею послѣ этого задачею автора явится въ скоромъ времени изданіе подробнаго обзора *иностранной литературы* по этому же вопросу.

## I. Обрушеніе и осѣданіе породъ въ рудникахъ.

### A. Литература.

1) Вопросъ о рудничныхъ обрушеніяхъ и осѣданіяхъ породъ повидимому, впервые въ русской горной литературѣ былъ затронутъ горнымъ инженеромъ **К. Гривнакомъ** въ его работѣ: „Критическій обзоръ методовъ разработки каменноугольныхъ мѣсторожденій въ Европѣ“. („Горный Журналъ“, 1875 г. томъ 4).

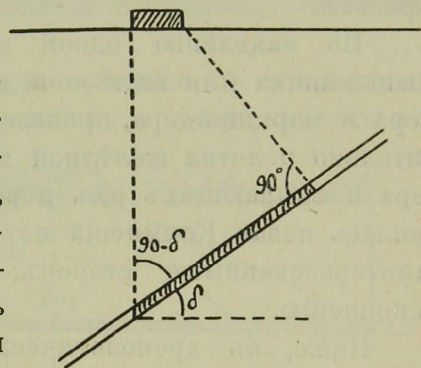
Вслѣдствіе отсутствія какихъ-либо данныхъ, основанныхъ на наблюденіяхъ въ русскихъ горнопромышленныхъ районахъ, К. Гривнакъ приводитъ только нѣкоторыя справки изъ иностранной горной литературы, въ общемъ онъ придерживается взглядовъ А. Schultz'a и при опредѣленіи



мѣста и размѣровъ цѣликовъ подѣ охраняемыми сооруже́ніями на поверхности recommends положеніе верхней границы предохранительнаго цѣлика опредѣлять нормалью къ плоскости пласта, а нижней—отвѣсомъ (фиг. 2).

Такимъ образомъ, авторъ принимаетъ во вниманіе только уголъ паденія породъ и никакихъ другихъ факторовъ, даже глубины; слѣдовательно, чѣмъ глубже выработки, тѣмъ больше долженъ быть оставляемый предохранительный цѣликъ, каковы-бы ни были свойства породъ, характеръ и порядокъ ихъ залеганія и т. д.

2) Въ 1880 г. проф. Дорошенко въ своей „Справочной книгѣ по горному искусству“, также за неимѣніемъ данныхъ, относящихся къ русскимъ горнопромышленнымъ районамъ, приводитъ лишь скудныя свѣдѣнія изъ иностранной литературы; онъ вполне придерживается взглядовъ Callon'a (хотя и не упоминаетъ этого имени) и А. Schultz'a, т. е. допускаетъ бельгійское „правило нормалей“, по которому предполагается, что изломъ породъ надъ выработками у ихъ забоевъ распространяется по перпендикулярному къ пласту направленію, (особенно, если породы всякаго бока прочны, какъ, напримѣръ, песчаникъ). Согласно съ мнѣніями нѣкоторыхъ иностранныхъ авторовъ, Дорошенко допускаетъ возможность и излома породъ „по отвѣсу,“ если, эти породы состоятъ изъ глинистыхъ сланцевъ. Предохранительные цѣлики для охраны сооруже́ній на поверхности Дорошенко recommends опредѣлять по правилу А. Schultz'a, а для охраны стволовъ шахтъ—по правилу Callon'a.



Фиг. 2.

Такимъ образомъ, и г. Дорошенко recommends для русскихъ горнопромышленныхъ округовъ столь-же необоснованныя, произвольныя и заведомо неправильныя правила о размѣрѣ предохранительныхъ цѣликовъ, какъ и его предшественникъ г. Гривнакъ.

3) Въ 1885 г. былъ впервые возбужденъ вопросъ въ нашихъ административныхъ учрежденіяхъ о вредныхъ послѣдствіяхъ рудничныхъ разработокъ на сооруже́нія на поверхности, а именно **Техническій отдѣлъ Совѣта Министра Путей Сообщенія** поднималъ вопросъ объ опасности, угрожающей желѣзнымъ дорогамъ вслѣдствіе подземныхъ работъ подѣ полосой отчужденія въ Области Войска Донского. Вслѣдствіе сего, по соглашенію Военнаго Министерства и Министерства Путей Сообщенія, было постановлено образовать при Управленіи Горною и Соляною Частями Области Войска Донского (нынѣ Юго-Восточное Горное Управленіе) „Постоянную Комиссію“ для разсмотрѣнія и выработки въ каждомъ случаѣ условій разработки антрацита подѣ полосой отчужденія Воронежско-Ростовской желѣзной дороги.

4) Хотя **Постоянная Коммисія** была образована только въ видахъ безопасности движенія по участку желѣзной дороги въ Грушевской котловинѣ, однако, въ силу необходимости, ей пришлось расширить предѣлы своего вѣдѣнія, такъ какъ и другія желѣзныя дороги Области Войска Донского, за неимѣніемъ другой инстанціи, рѣшающей столь спеціальныя вопросы, начали обращаться въ ту-же Коммиссію. Такимъ образомъ эта Коммиссія явилась единственнымъ въ Россіи органомъ, разрѣшающимъ вопросы разработки нѣдръ подъ желѣзнодорожными сооруженіями.

Ею былъ установленъ слѣдующій порядокъ разрѣшенія этихъ вопросовъ.

По заявленію одной изъ заинтересованныхъ сторонъ (горнопромышленника или желѣзной дороги), черезъ мѣстнаго окружного инженера и маркшейдера, производится разслѣдованіе положенія работъ относительно полотна желѣзной дороги, условій залеганія пластовъ, характера покрывающихъ ихъ породъ и т. д., послѣ чего каждый разъ составлялась новая Коммиссія изъ представителей мѣстнаго горнаго надзора и заинтересованныхъ сторонъ, постановленія которой предлагались къ исполненію.

Ниже, въ хронологическомъ порядкѣ, будутъ приведены тѣ изъ постановленій „Постоянной Коммиссіи“, которыя стали извѣстными въ русской горной литературѣ <sup>1)</sup>.

5) **Особая коммиссія при Горномъ Департаментѣ**, учрежденная въ 1886 году, выработала для руководства „Постоянной Коммиссіи 1885 г. при Управленіи Горною и Соляною Частью Области Войска Донского“ общія облегченныя условія разрѣшенія работъ подъ полосой отчужденія, съ предоставленіемъ постоянной Коммиссіи права дѣйствовать совершенно самостоятельно: утверждать планы и проекты этихъ работъ подъ полосой отчужденія и прекращать тѣ, которыя она нашла бы опасными для желѣзнодорожныхъ сооруженій.

Эта Коммиссія выработала слѣдующія руководящія правила:

1) „Если разрабатываемый пластъ залегаетъ на глубинѣ не болѣе 20 саж. отъ подошвы основанія водопропускного или иного каменнаго сооруженія дороги, то разработка такого пласта не допускается ни подъ фундаментомъ сооруженія, ни въ стороны, вокругъ наружнаго его обвода, на разстояніи въ 20 саж. и во всякомъ случаѣ въ предѣлахъ границъ отчужденія, если таковыя удалены отъ сооруженія менѣе, чѣмъ на 20 саж. При глубинѣ залеганія пластовъ отъ 20 до 10 саж. ниже подошвы основанія сооруженія въ сказанныхъ предѣлахъ, можетъ быть допускаемо устройство лишь отдѣльныхъ соединительныхъ галлерей съ условіемъ, чтобы онѣ проводились въ цѣликъ рабочаго пласта и были обдѣльваемы

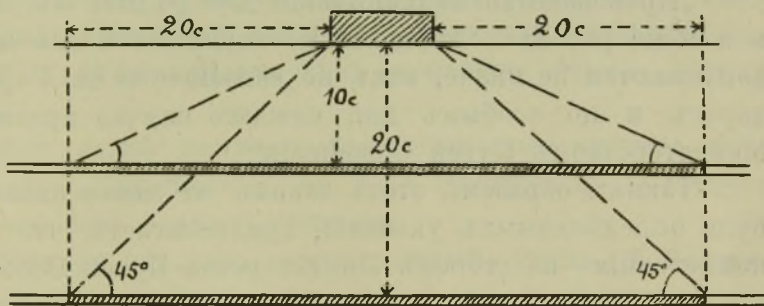
<sup>1)</sup> Изъ статьи г. Лазарева.



правильною каменною кладкою на цементномъ растворѣ или прочными деревянными крѣпями; въ послѣднемъ случаѣ съ непремѣннымъ для предпринимателей обязательствомъ произвести плотную задѣлку устроенныхъ ходовъ пустою породою по минованіи надобности въ упомянутыхъ галлереяхъ.

2) Сплошныя разработки угля подъ полотномъ желѣзной дороги, гдѣ не встрѣчается ни водопропускныхъ, ни иныхъ капитальныхъ сооружений и зданій, могутъ быть допускаемы при глубинѣ залеганія пластовъ въ 15 и болѣе саж. (считая въ выемкахъ отъ уровня рельсовъ, а въ насыпяхъ отъ основанія полотна дороги); подъ станціонными же площадками, гдѣ могутъ быть возведены капитальныя постройки,—не менѣе какъ на 20 саж. глубинѣ.

3) При глубинѣ залеганія рабочихъ пластовъ менѣе 10 саж., считая отъ подошвы основанія подошвы дороги, или отъ уровня рельсовъ въ выемкахъ, или основанія въ насыпяхъ, не допускается: въ первомъ случаѣ—въ предѣлахъ, указанныхъ пунктомъ (1), и въ послѣднихъ двухъ—въ предѣлахъ границъ отчужденія дороги, ни сплошныхъ разработокъ слоя, ни проведенія въ немъ соединительныхъ галлерей“.



Фиг. 3.

Такимъ образомъ, Особая Коммиссія при Горномъ Департаментѣ при составленіи своихъ *руководящихъ правилъ* приняла во вниманіе только глубину разработокъ и качество охраняемыхъ сооружений. При этомъ она заботилась только о глубинахъ не больше 20 саж. и, разрѣшая сплошныя разработки даже на 15 саж. глубины подъ полотномъ желѣзной дороги, тѣмъ самымъ допускала, что вліяніе разработокъ, расположенныхъ столь близко къ поверхности, уже будетъ безопаснымъ для дороги, каковы бы ни были условія залеганія, система разработокъ и т. д. (ибо объ этомъ ничего не говорится).

При такомъ чрезвычайно льготномъ для горнопромышленника отношеніи, совершенно необъяснимымъ является требованіе п. 1-го и 3-го, предполагающее, что излсмъ породъ надъ забоями выработки („уголь обрушенія“) не превосходитъ  $45^\circ$  при глубинѣ въ 20 саж. и  $25^\circ$ — $30^\circ$  при глубинѣ 10 саж. (см. фиг. 3). Это требованіе запасной бермы всегда одной и той же ширины (въ 20 саж.) вокругъ границъ охраняемаго зданія совершенно произвольно, ибо, допустивъ его справедливость, необходимо предположить, что при глубинѣ разработокъ въ 10—15 саж.

уголъ излома породъ будетъ всегда меньше  $25^{\circ}$ — $35^{\circ}$ , а при большей глубинѣ—будетъ соотвѣтственно увеличиваться, каковы бы ни были мѣстные условія. Въ дѣйствительности уголъ обрушенія породъ въ  $25^{\circ}$ — $35^{\circ}$  возможенъ вообще только въ весьма рыхлыхъ наносныхъ отложенияхъ, въ каменноугольныхъ же породахъ онъ всегда гораздо больше  $45^{\circ}$ . Такъ какъ въ Донецкомъ бассейнѣ каменноугольныя породы почти повсемѣстно выходятъ прямо на поверхность (съ ничтожнымъ наноснымъ покровомъ), то трактуемая правила тѣмъ менѣе приложимы къ Донецкому бассейну.

6) Въ 1886 г. было разпубликовано: „Приложеніе къ статьѣ 153 общаго устава Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ“ (томъ XII Свода Законовъ, ч. 1, п. 4). „Правила о постройкахъ, складахъ, раскопкахъ и раскладкахъ вблизи линіи желѣзныхъ дорогъ“ слѣдующаго содержанія:

„Производство подкапываній для рудниковъ, копей, водопроводовъ и вообще работъ подъ полосою отчужденной для желѣзной дороги земли допускаются не иначе, какъ по соглашенію съ Управленіями желѣзныхъ дорогъ и по особымъ для каждого случая проектамъ, утверждаемымъ Министерствомъ Путей Сообщенія“.

Такимъ образомъ этотъ законъ, не давая никакихъ хоть сколько-нибудь опредѣленныхъ указаній, предполагаетъ, что въ данномъ вопросѣ компетенція—на сторонѣ Министерства Путей Сообщенія.

7) Въ 1892 г. была издана Горнымъ Департаментомъ „Инструкція по надзору за частной горной промышленностью“, къ § 30 которой приложены: „Правила для веденія горныхъ работъ въ видахъ ихъ безопасности“, по отдѣлу XI этихъ правилъ имѣлось два параграфа слѣдующаго содержанія:

§ 76. „При разработкѣ пластовыхъ мѣсторожденій для предупрежденія осѣданій почвы, могущихъ вредно повліять на поверхностныя сооруженія и источники, *разстояніе между границами охраняемыхъ поверхностей и ближайшими къ нимъ границами подземныхъ выработокъ въ горизонтальной проекціи не должно быть меньше глубины послѣднихъ*. Кромѣ того для большей безопасности необходимо къ этому разстоянію прибавить на поверхности еще до 50 саж.“.

§ 77. Подземная разработка жильныхъ мѣсторожденій и рудныхъ штокообразныхъ массъ, залегающихъ въ сосѣдствѣ съ населенными пунктами, а равно по близости различныхъ сооруженій на поверхности, около общественныхъ водохранилищъ и т. п. мѣстностей, можетъ производиться не иначе, какъ съ разрѣшенія мѣстныхъ горныхъ управленій или Горнаго Департамента по принадлежности (см. „Горный Журналъ“, 1892 г. № 6).

По этой инструкціи разработки каменнаго угля не допускались ни на какой глубинѣ, причемъ размѣры оставлявшихся безъ разработки цѣликовъ быстро возрастали съ глубиною.



Инструкція, такимъ образомъ руководствовалась, къ сожалѣнію, такъ называемымъ „правиломъ Эвра“ (старое французское правило объ изломѣ породъ подъ угломъ  $45^0$ ), которое примѣнялось во Франціи лишь къ непрочнымъ и рыхлымъ породамъ новѣйшихъ покровныхъ отложеній, а не къ каменноугольнымъ.

Эта инструкція совершенно не считалась не только съ различными мѣстными условіями того или иного района, но даже и съ различными горнопромышленными бассейнами: она должна примѣняться при разработкѣ какихъ-угодно залежей полезнаго ископаемаго, лишь бы онѣ были пластовыя, и при томъ—гдѣ бы такія разработки ни производились: въ Донецкомъ—ли, Домбровскомъ, Подмосковномъ, Криворожскомъ или иномъ бассейнѣ, на всемъ пространствѣ Россійской Имперіи.

Назначеніе чрезвычайно широкой запасной бермы, всегда въ 50 саж., какая бы ни была глубина разработокъ, также не выдерживаетъ критики, ибо само собою понятно, что чѣмъ меньше глубина разработокъ, тѣмъ точнѣе можно опредѣлить вѣроятную границу излома или осѣданія породъ на поверхности и слѣдовательно тѣмъ меньшую берму должно назначать.

Вѣроятно, въ виду явной нецѣлесообразности этого правила, впоследствии было введено „Примѣчаніе“ къ § 16 Инструкціи, <sup>1)</sup> которое просто оставило вопросъ безъ всякаго рѣшенія.

8) Въ 1895 г. появился довольно обстоятельный трудъ **М. Сендзяковскаго**: „Записка о взаимныхъ отношеніяхъ между горнопромышленными предпріятіями и желѣзными дорогами въ Германіи, Франціи, Бельгіи, Австріи и Англіи“. (Изданіе Высочайше утвержденной постоянной Совѣщательной конторы желѣзнодорожниковъ).

Здѣсь авторъ приводитъ длинный рядъ различныхъ официальныхъ документовъ, регулирующихъ въ указанныхъ странахъ взаимныя отношенія между владѣльцами нѣдръ и поверхности, причемъ наибольше вниманія удѣляетъ Германіи, въ частности—Верхней Силезіи. При этомъ онъ подчеркиваетъ, что *правила для оставленія предохранительныхъ цѣликовъ, основанныя на наблюденіяхъ въ различныхъ мѣстностяхъ, даютъ весьма различные размѣры предохранительныхъ цѣликовъ и что цѣлики эти часто могутъ причинять гораздо болѣе вредъ, чѣмъ если бы ихъ вовсе не было*, такъ какъ при сплошной разработкѣ возможно равномерное, медленное и потому безвредное осѣданіе поверхности. Авторъ дѣлаетъ слѣдующіе выводы:

1) „Дѣйствительные размѣры предохранительныхъ цѣликовъ нельзя опредѣлить ни теоретическими правилами, ни путемъ предписаній для данной мѣстности или хотя бы даже для даннаго рудника“.

<sup>1)</sup> См. ниже.

2) „Проведеніе выработокъ правильной геометрической формы, которыя въ случаѣ надобности могутъ быть надлежащимъ образомъ укрѣплены или заложены пустой породой, должно быть дозволено съ разрѣшенія мѣстнаго окружного инженера“.

3) „Выемка предохранительныхъ цѣликовъ можетъ быть дозволена только съ утвержденіемъ плана выработокъ Горнымъ Департаментомъ и Министерствомъ Путей Сообщенія“.

4) „Выемку заготовительныхъ цѣликовъ нужно начинать на нѣкоторомъ разстояніи отъ предохранительныхъ *проектныхъ* цѣликовъ. Разстояніе это опредѣляетъ мѣстный окружный инженеръ. Границы проектныхъ предохранительныхъ цѣликовъ въ горизонтальной проекціи опредѣляются 10-саженнымъ разстояніемъ отъ наружныхъ сторонъ охраняемыхъ сооружений“.

Противъ этихъ осторожныхъ выводовъ общаго характера, принимающихъ во вниманіе отсутствіе въ русскихъ горнопромышленныхъ районахъ своихъ собственныхъ наблюденій надъ вліяніемъ подземныхъ работъ на дневную поверхность, возразить ничего нельзя.

9) Въ 1893 г. въ „Журналъ постоянной Коммисіи“ при Управленіи Горною и Соляною Частями Области Войска Донскаго записано:

„Рудники Франко-Русскаго Общества. Глубина залеганія—36 саж., мощность пласта—2 арш.

Постановлено:

Сплошная выемка угля допущена быть не можетъ въ виду слабости покрывающихъ породъ. Въ цѣликахъ, оставляемыхъ непосредственно подъ желѣзной дорогой, допускается проходка штрековъ, закрѣпляемыхъ прочной деревянной крѣпью. По минованіи надобности штреки эти должны быть заложены камнемъ на протяженіи 20 саж. подъ полосой отчужденія“.

Отсюда слѣдуетъ, что въ данномъ случаѣ Постоянная Коммисія опредѣлила уголъ обрушенія приблизительно въ  $60^\circ$  ( $\text{arc. tg } \frac{20}{36} = 60^\circ$ ).

10) Въ 1894 г. въ журналѣ той-же Коммисіи значится:

„Рудникъ Пастухова (1894 г.). Глубина залеганія пласта подъ желѣзнодорожнымъ полотномъ 22,6 саж.; мощность пласта 14 верш. Сплошная разработка съ неполной закладкой. Наблюдаемое осѣданіе  $4\frac{1}{2}$  верш.

Постановлено:

Выработку вести уступами по простиранію не болѣе 20 саж., прогоняя ихъ подъ полотномъ желѣзной дороги послѣдовательно. Производить полную и тщательную закладку выработаннаго пространства. Штреки крѣпить подъ полосой отчужденія перекладами въ 4 вершка и на разстояніи 4 верстъ на каменной стѣнкѣ толщиною въ 1 саж. По минованіи надобности, штреки заложить на разстояніи полосы отчужденія песчанникомъ“.



Т. е. въ данномъ случаѣ допускался уголъ обрушенія около  $48^{\circ}$   
 $(\text{arc. tg } \frac{20}{22,6} = 48^{\circ})$ .

11) Въ 1898 г. та же Постоянная Коммиссія (при Управленіи Горною и Соляною Частью Области Войска Донского, впослѣдствіи—при Юго-Восточномъ Горномъ Управленіи) разсматривала вопросъ о допустимости подземныхъ разработокъ подъ и вблизи полотна **линіи Мушкетово-Доля** Екатерининской желѣзной дороги. Разсматривая этотъ вопросъ, Коммиссія вывела слѣдующія правила, которыя впослѣдствіи приобрѣли значительную извѣстность:

1. Подъ полотномъ лініи до глубины 36 саж. (считая для выемокъ отъ уровня рельсовъ, а для насыпей—отъ ихъ основанія) и на разстояніи 12 саж. въ каждую сторону *отъ оси* желѣзнодорожнаго пути сплошной выемки угля совершенно не допускать.

2. Предоставить мѣстному горному надзору право допускать, при особо благопріятныхъ условіяхъ, выработку каменнаго угля подъ полотномъ желѣзной дороги и на глубинѣ отъ 20 до 36 саж., но при условіи производства работъ отступающими забоями, шириною не болѣе 10 саж., со сплошною закладкою выработаннаго пространства пустою породою.

3. Въ предѣлахъ 24-саженной полосы на глубинѣ до 15 саж. не допускать проведенія какихъ бы то ни было соединительныхъ галлерей и штрековъ; на глубинѣ же отъ 15 до 36 саж. разрѣшать ихъ проведеніе съ условіемъ правильной ихъ обдѣлки каменною кладкою на цементномъ растворѣ или прочною деревянною крѣпью (въ послѣднемъ случаѣ съ закладкою камнемъ по окончаніи службы штрековъ).

4. На этихъ же условіяхъ допускать выработку угля и подъ водопропускными трубами, при условіи укладки ихъ на сплошномъ фундаментѣ отдѣльными кольцами не длиннѣе 3 саж.

5. Подъ каменными зданіями и подъ мостами на каменныхъ опорахъ должны оставляться до неопредѣленной глубины цѣлики угля соотвѣтственно занимаемой такими сооруженіями поверхности, съ добавленіемъ бермы вокругъ проекціи обвода въ 20 саж.

Такимъ образомъ Постоянная Коммиссія интересовалась только глубиною до 36 саж. отъ поверхности, изъ чего можно заключить, что глубину разработокъ свыше 36 саж. Коммиссія считала уже вообще безвредною; она допускала уголъ обрушенія, при глубинѣ разработокъ не свыше 36 саж., примѣрно въ  $78^{\circ}$ ; при особо благопріятныхъ условіяхъ она разрѣшала разработку каменнаго угля съ закладкою на глубинѣ 20 саж., а при охранѣ каменныхъ зданій и мостовъ предполагала вредное вліяніе разработокъ со всякой глубины, но въ то же время ограничилась лишь указаніемъ одной и той же запасной бермы въ 20 саж. вокругъ контуровъ охраняемыхъ сооружений. Поэтому, если разрабатываемый пластъ находится, на примѣръ, на глубинѣ 15 саж., то, останавливая забой на

разстояніи (горизонтальномъ) 20 саж. отъ ближайшей границы зданія, надо считать уголъ обрушенія равнымъ около  $38^{\circ}$ , чего трудно ожидать даже въ рыхлыхъ наносныхъ отложеніяхъ, не говоря уже о каменно-угольныхъ; если же разрабатываемый пластъ находится на глубинѣ, напримѣръ, въ 150 саж., то уголъ обрушенія, согласно этому правилу, нужно бы допустить равнымъ (въ тѣхъ же породахъ и при тѣхъ же условіяхъ) около  $83^{\circ}$ , что бываетъ только въ весьма прочныхъ и твердыхъ породахъ. Въ первомъ случаѣ оставлялся бы цѣликъ совершенно напрасно преувеличенныхъ размѣровъ, а во второмъ такой цѣликъ былъ бы явно малъ и во всякомъ разѣ повлекъ бы за собою гораздо большую бѣду, чѣмъ если бы его вовсе не было, такъ какъ поверхность земли подъ сооруженіемъ претерпѣла бы надъ оставленнымъ цѣликомъ наибольшія деформаціи. Кромѣ того, Коммиссія совершенно не приняла во вниманіе цѣлаго ряда весьма важныхъ факторовъ.

Изъ изложеннаго видно, на сколько шатки и необоснованы „правила“ Постоянной Коммиссіи.

12) **Инструкціи по безопасному веденію подземныхъ работъ, изданія 1898 г., § 16** <sup>1)</sup> гласитъ:

„При разработкѣ мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ, залегающихъ въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ населенными мѣстностями, а равно по близости находящихся на поверхности и имѣющихъ общественное значеніе сооружений, около водохранилищъ, источниковъ и т. п., подземныя выработки не должны, безъ особаго на то разрѣшенія, переступать границъ предохранительныхъ цѣликовъ, оставляемыхъ по указанію мѣстнаго горнаго начальства для предупрежденія осѣданій почвы и образованія въ ней трещинъ, могущихъ вредно вліять на поверхностныя сооруженія и источники“.

И далѣе слѣдуетъ:

13) **Примѣчаніе къ § 16 инструкціи 1892 г. по безопасному веденію подземныхъ работъ** (Собраніе Узаконеній 1898 г., № 149, ст. 2025; см. „Горный Журналъ“, 1898, IV—V, стр. 328):

1. На окружныхъ инженеровъ возлагается опредѣленіе размѣровъ предохранительныхъ цѣликовъ, которые должны быть оставляемы при разработкѣ полезныхъ ископаемыхъ, залегающихъ въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ населенными мѣстами, а равно по близости находящихся на поверхности и имѣющихъ общественное значеніе сооружений, около водохранилищъ, источниковъ и т. п., для предупрежденія осѣданія почвы и образованія въ ней трещинъ, могущихъ вредно вліять на поверхностныя сооруженія и источники.

2. О предположенныхъ ими размѣрахъ предохранительныхъ цѣликовъ окружные инженеры обязаны сообщать какъ горнопромышленникамъ, коихъ это касается, такъ и тѣмъ лицамъ и учрежденіямъ, въ вѣ-

<sup>1)</sup> См. также § 76 „Правилъ для веденія горныхъ работъ“.



дѣнїи которыхъ находятся охраняемыя сооруженія и источники и, въ случаѣ какихъ-либо со стороны помянутыхъ лицъ и учреждений замѣчаній, приглашать ихъ для совмѣстнаго обсужденія вопроса о размѣрахъ цѣликовъ. Если при этомъ между ними не состоится соглашенія, то дѣло представляется мѣстному Горному Департаменту, по принадлежности, съ приложеніемъ мнѣній заинтересованныхъ сторонъ, заключенія окружнаго инженера и точныхъ плановъ и геологическихъ разрѣзовъ разрабатываемаго мѣсторожденія по отношенію къ охраняемымъ поверхностямъ въ масштабѣ 1 : 1000.

3. Когда по мѣстнымъ условіямъ окажется возможнымъ разрѣшить производство какихъ-либо горныхъ работъ въ предѣлахъ названныхъ выше цѣликовъ <sup>1)</sup>, окружные инженеры должны указать горнопромышленникамъ, какія именно требованія должны быть соблюдаемы при исполненіи этихъ работъ, и сообщить о семъ лицамъ и учреждениямъ, въ вѣдѣнїи которыхъ находятся охраняемыя сооруженія и источники. Въ случаѣ замѣчаній и возраженій со стороны помянутыхъ лицъ и учреждений, вопросъ о дозволеніи работъ въ цѣликахъ разрѣшается порядкомъ, указаннымъ въ предыдущемъ пунктѣ.

4. Окружные инженеры должны слѣдить за тѣмъ, что бы *границы предохранительныхъ цѣликовъ были проектируемы и отмѣчаемы на поверхности особыми знаками*, чтобы подземныя выработки, безъ особаго на то разрѣшенія, не переступали границъ цѣликовъ и чтобы, въ случаѣ разрѣшенія производства работъ въ предѣлахъ цѣликовъ, соблюдаемы были въ точности все условія, на которыхъ дано было помянутое разрѣшеніе.

Далѣе, § 30 этой инструкціи (см. „Сборникъ законопол. и правит. распор., касающихся горнаго дѣла“, изд. Совѣта Съѣзда Горнопром. Юга Россіи, 1901 г.), говоритъ:

„Все лица, занимающіяся горнопромышленными работами на какихъ бы то ни было земляхъ, обязаны производить работы такъ, чтобы онѣ не представляли опасности для жизни и здоровья рабочихъ и сосѣднихъ жителей, равно для строеній и другого имущества ихъ, для путей сообщенія, источниковъ минеральныхъ и тѣхъ, кои необходимы для снабженія водою населенныхъ мѣстъ. Въ сихъ видахъ должны быть соблюдаемы въ частности при производствѣ работъ прилагаемыя при семъ правила для предупрежденія несчастныхъ случаевъ при сихъ работахъ“.

Итакъ, тотъ вопросъ, на разрѣшеніе котораго во всѣхъ странахъ Западной Европы съ давнихъ поръ затрачивается огромное количество времени, средствъ и кропотливыхъ инструментальныхъ изслѣдованій, надъ которымъ десятки лѣтъ трудились и трудятся самые выдающіеся ино-

<sup>1)</sup> Напримѣръ, соединительныхъ галлерей между частями пласта, расположеннаго по одну и по другую сторону желѣзнодорожнаго полотна.

странные специалисты (въ каждомъ горнопромышленномъ районѣ отдѣльно), этотъ вопросъ у насъ въ Россіи просто приказано разрѣшать каждому горнопромышленнику и мѣстному окружному инженеру, причемъ руководствоваться онъ долженъ единственно тѣмъ, чтобы подземныя разработки не повлекли за собою вреда для сооружений на поверхности и для источниковъ. Хорошо, если окружный инженеръ уже много лѣтъ обслуживаетъ одинъ и тотъ же округъ и имѣетъ хорошія свѣдѣнія о характерѣ процессовъ обрушенія и осѣданія въ этомъ округѣ, тщательно наблюдая за ними (чтобы кто-либо производилъ такія систематическія наблюденія, автору настоящей статьи неизвѣстно), но что долженъ дѣлать русскій обычный окружный инженеръ? Одно,—назначать размѣры цѣликовъ какъ можно большими, какъ бы ни было это тяжело для горнопромышленника, съ какими бы расходами это ни связывалось при отчужденіи нѣдръ подъ сооружения на поверхности, лишь бы самому не отвѣчать за могущія произойти поврежденія этихъ сооружений.

Вышнія же инстанціи, Горныя Управленія и въ особенности Горный Департаментъ, на разсмотрѣніе которыхъ должны направляться споры о предохранительныхъ цѣликахъ, еще менѣе компетентны въ разрѣшеніи этихъ споровъ, ибо чины этихъ учреждений не могутъ быть даже и такъ ознакомлены съ мѣстными условіями, какъ мѣстный окружной инженеръ.

14) Въ 1898 г. появилась статья **проф. Романовскаго**: „Объ осѣданіяхъ почвы надъ подземными выработками въ отношеніи къ охраняемымъ поверхностямъ“. („Горный Журналъ“, 1898, III, стр. 317).

Авторъ цитируетъ введенное въ 1892 г. въ Россіи впервые правило о предѣлахъ подземныхъ разработокъ по отношенію къ охраняемымъ сооружениямъ на поверхности, правило (такъ называемое—*Evrard'a*) объ углѣ обрушенія въ  $45^{\circ}$  <sup>1)</sup>, составленное на основаніи выводовъ французскихъ авторовъ, и продолжаетъ настаивать, что при разработкѣ пластовыхъ мѣсторожденій (напр., пласта *a*, *b* или *c*, фиг. 4 и 5) для предупрежденія осѣданій, могущихъ вредно повліять на поверхностныя сооружения и источники, *разстояніе между границами* (напр. *C* и *E*) *охраняемыхъ поверхностей и ближайшими къ нимъ границами (B) подземныхъ выработокъ въ горизонтальной проекціи (BP)* не должно быть меньше глубины послѣднихъ (*BD*), причемъ для большей безопасности необходимо къ этому разстоянію прибавлять на поверхности еще до 50 саж.

Далѣе авторъ говоритъ, что ходатайство угленпромышленниковъ Царства Польскаго объ уменьшеніи такихъ размѣровъ предохранительныхъ цѣликовъ не цѣлесообразно и что онъ предлагаетъ вышериведенное правило только дополнить словами: „если охраняемая поверхность занята обширными капитальными сооружениями, городскими бассейнами, парками съ цѣлебными водами и т. п.“.

<sup>1)</sup> Это—§ 76 Инструкціи по надзору за частной горной промышленностью (см. выше).

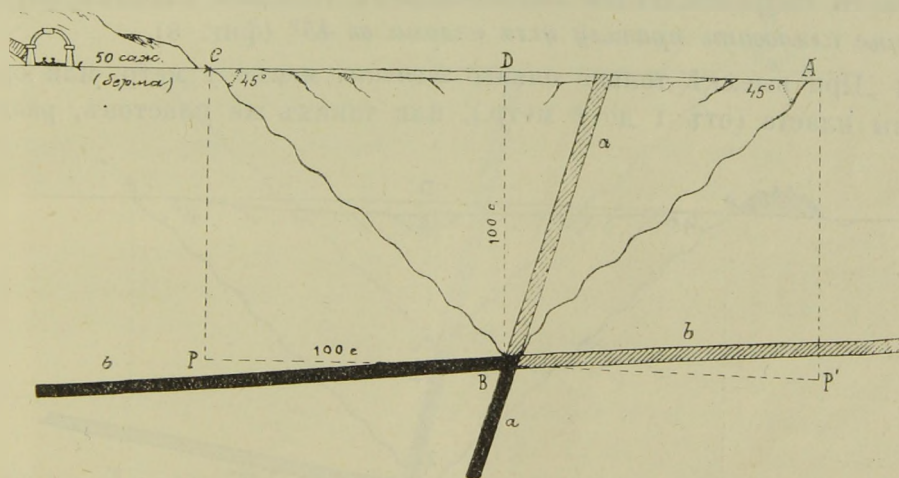


Затѣмъ онъ приводитъ рядъ правилъ, которыя предложили различные специалисты, какъ-то: *A. Evrard* (это правило основано на выводахъ *Devillaine* и *Meurgey*), *A. Serlo* и *G. Köhler* (согласно съ выводами Дортмундскаго Горнаго Управленія), *A. Schultz'a*, *F. Cambessédés* (причемъ приводится одно изъ наблюдений *Fayol'я*), *Gonot*, *Dumont*, *R. Hausse*, *W. Jičinski*, *Ržiha* и *Nasse*. Авторъ говоритъ объ этихъ трудахъ безъ всякаго критическаго къ нимъ отношенія.

Далѣе авторъ упоминаетъ о трудахъ *Дорошенко*, *Гривнака* и *Сендзиковскаго*.

Въ заключеніе авторъ предлагаетъ слѣдующія правила:

А) „*При разработкѣ всѣхъ пластовыхъ и пластообразныхъ мѣсторожденій для предупрежденія осѣданій почвы, могущихъ вредно повліять на поверхностныя и другія сооруженія, признанныя правительствомъ особенно важными (городскія и желѣзнодорожныя сооруженія, водоемы, минеральные источники и проч.), разстояніе между границами охраняемыхъ поверхностей и ближайшими къ нимъ границами подземныхъ выработокъ, въ горизонтальной проекціи, не должно быть меньше глубины послѣднихъ; кромѣ того, для большей безопасности, необходимо къ этому разстоянію прибавлять на поверхности еще полосу земли до 100 метровъ шириною къ сторонѣ охраняемой поверхности*“ (примѣръ—фиг. 4 и 5).

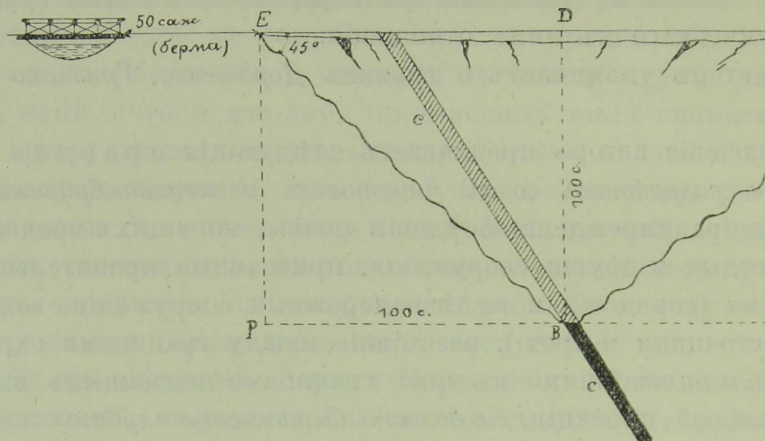


Фиг. 4.

Въ другихъ случаяхъ охраны:

В) „*При выработкѣ съ обрушеніемъ кровли (безъ закладки) мощныхъ пластовъ (болѣе 3 метровъ) пологопадающихъ, а равно при нѣсколькихъ тонкихъ и средней мощности пластахъ одной и той-же группы, залегающихъ на взаимномъ разстояніи менѣе 10 метровъ и соответствующихъ въ совокупности мощному пласту, разстояніе между границами охраняемой поверхности и ближайшими къ нимъ выработками, въ горизонтальной проекціи, не должно быть меньше глубины послѣднихъ*“ (фиг. 6).

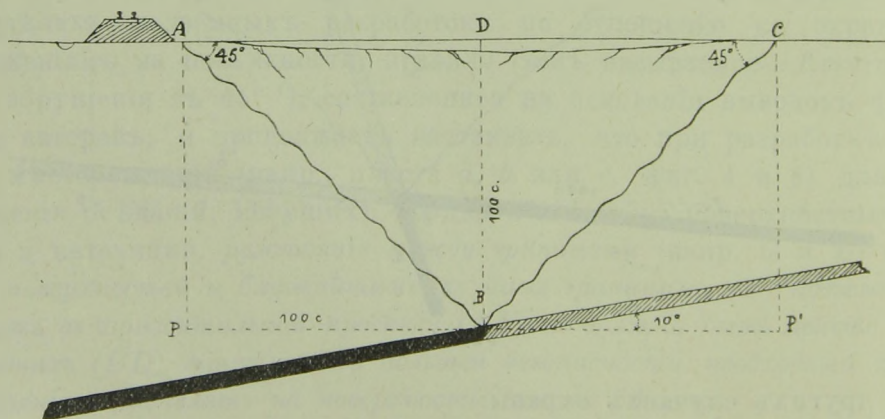
С) „При выработкѣ съ закладкой мощныхъ пластовъ *крутонадающихъ* или соотвѣтствующей имъ группы тонкихъ и среднихъ пластовъ, лежащихъ на взаимномъ разстояніи менѣе 6 метр., плоскости изломовъ между границами охраняемой поверхности и ближайшими подземными выработками, должны по проекту составлять съ горизонтомъ уголъ не бо-



Фиг. 5.

лье  $75^\circ$  (отъ  $65^\circ$  до  $75^\circ$ ) (фиг. 7). Если боковыя породы трещиноваты, или пласты сопровождаются значительными толщами слабыхъ породъ, то безопаснѣе слѣдовать правилу угла излома въ  $45^\circ$  (фиг. 8).

Д) „При выемкѣ только одного *тонкаго*, менѣе 1 метр. или средней толщины пласта (отъ 1 до 3 метр.), или такихъ же пластовъ, раздѣлен-



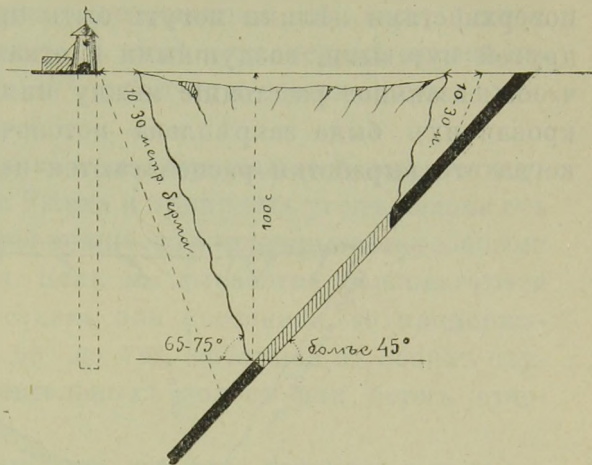
Фиг. 6.

ныхъ толщами болѣе 10 метр., слѣдуетъ руководствоваться при добычѣ каждаго отдѣльнаго пласта правиломъ угла обрушенія отъ  $55^\circ$  до  $65^\circ$  при *пологихъ и наклонныхъ* выработкахъ, производящихся безъ закладки; при такихъ же пластахъ, но *крутонадающихъ*, добываемыхъ съ закладкою выработокъ слѣдовать правилу угла обрушенія до  $75^\circ$  (отъ  $65^\circ$  до  $75^\circ$ ),



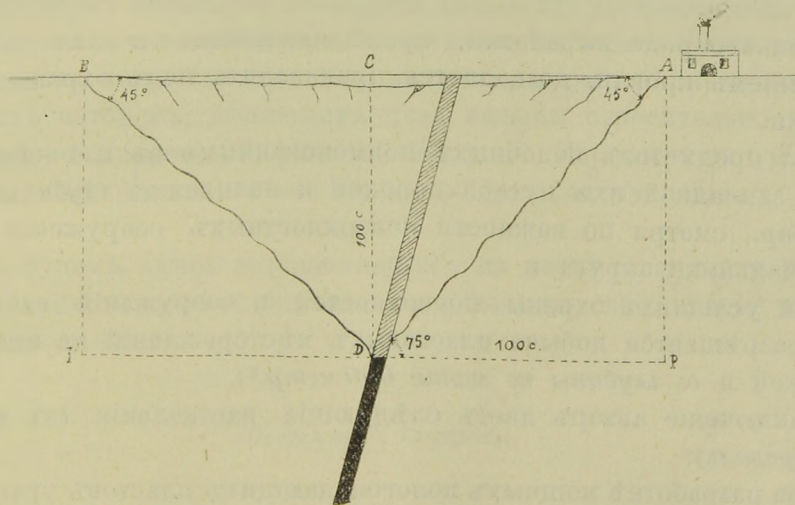
причемъ въ обоихъ случаяхъ меньшій уголъ принимать при работѣ въ слабыхъ породахъ <sup>1)</sup>).

Е) Границы предохранительныхъ цѣликовъ данного участка или отвода, опредѣленные согласно пунктамъ А и В, должны быть проектированы и отмѣчены на поверхности особыми знаками, какъ предѣлыныя по отношенію къ подземнымъ выработкамъ и охраняемымъ поверхностямъ. Границы же, отмѣченныя согласно пунктамъ С и D, считаются предѣлами для выработокъ въ мѣстностяхъ незаселенныхъ. Въ другихъ случаяхъ для огражденія поверхностей требуется прекращать выработки не доходя до означенныхъ проектныхъ границъ по горизонтальному направленію на разстоянія:



Фиг. 7.

1) отъ 10 до 15 метр. для охраны, напр., сельскихъ улицъ, кладбищъ, обыкновенныхъ прудовъ и т. п., смотря по ихъ значенію;



Фиг. 8.

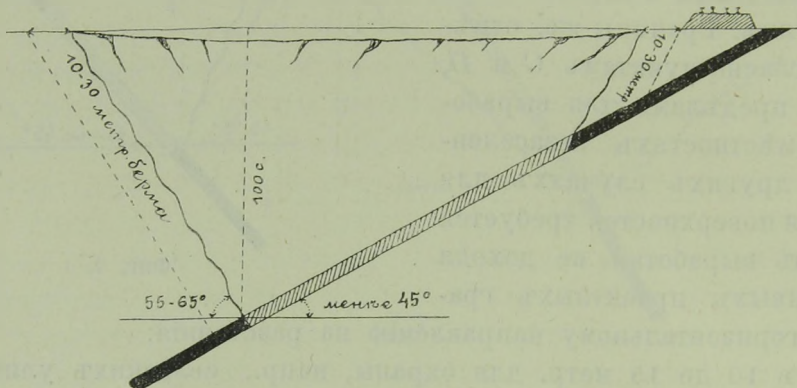
2) отъ 15 до 30 метр. для огражденія отъ осѣданій большихъ каменныхъ построекъ, церквей, полотна желѣзныхъ дорогъ, устьевъ капи-

<sup>1)</sup> I. Правила С и D относятся къ ширинѣ площадей охраны только въ сторону паденія и возстанія пласта; по простиранію-же границы между охраняемымъ пунктомъ и выработкою, по горизонтальной линіи, должны отстоять отъ забоевъ на 10—20 метр., смотря по величинѣ угла паденія, значенію охраны и свойства почвы.

2. Въ случаяхъ относящихся къ пунктамъ С и D, большая или меньшая изъ значительныхъ величинъ угла (отъ 55° до 75°) должна назначаться окружнымъ инженеромъ соотвѣтственно большей или меньшей высотѣ и глубинѣ выработокъ и устойчивости почвы. (Примѣчаніе проф. Романовскаго).

тальныхъ шахтъ, штоленъ и т. п., въ зависимости отъ угла паденія пласта, свойства почвы, размѣра и значенія сооружений (фиг. 7 и 9).

Г) Оставляемые между выемочными полями и подъ охраняемыми поверхностями цѣлики могутъ быть прорѣзаны отъ одной ихъ грани до другой путевыми, воздушными и откаточными выработками, съ условіемъ, чтобы взаимное разстояніе между ними было не менѣе 10 метр. и чтобы кровля ихъ была закрѣплена потолочнымъ сводомъ въ тѣхъ случаяхъ, когда эти выработки располагаются на глубинѣ менѣе 100 метр.



Фиг. 9.

Г) Всякаго рода выработки, кромѣ камерныхъ и имъ подобныхъ съ обрушеніемъ кровли, допускается производить подъ охраняемыми поверхностями.

а) для предметовъ подобныхъ поименованнымъ въ п. 1—1-е и 2-е <sup>1)</sup>, только съ закладкой ихъ пустой породой и начиная съ глубины отъ 250 до 350 метр., смотря по важности поверхностныхъ сооружений и усмотрѣнію начальника округа и

б) при условіяхъ охраны поверхностей и сооружений означенныхъ въ п. А, разрѣшается добыча пластовыхъ мѣсторожденій не иначе, какъ съ закладкой и съ глубины не менѣе 600 метр.<sup>2)</sup>

Въ заключеніе авторъ даетъ слѣдующія наставленія (въ видѣ временныхъ правилъ):

1) При разработкѣ мощныхъ пологопадающихъ пластовъ угля, напр.— въ Домбровскомъ бассейнѣ, необходимо слѣдовать правилу Эвра (п. В), а при такихъ-же, но крутопадающихъ пластахъ—придерживаться правила угла обрушенія отъ 65° до 75° (п. С), съ оставленіемъ предохранительныхъ полосъ (бермъ) отъ 15 до 30 метр. ширины (п. Е), по усмотрѣнію окружного инженера.

<sup>1)</sup> Означенныя разстоянія въ п. Е не относятся до п. А правилъ охраны въ особо важныхъ случаяхъ, какъ не касаются и п. В.

<sup>2)</sup> Такъ какъ былъ въ Вестфалии случай осѣданія почвы на 0,85 м при разработкѣ пласта мощностью 1,04 м на глубинѣ 550 м.



2) Въ *Донецкомъ* и ему подобныхъ бассейнахъ: а) при добычѣ каменнаго угля можно руководствоваться тѣмъ или другимъ угломъ обрушенія по Вестфальскому правилу (п. D), смотря по характеру мѣсто-рожденія; б) при добычѣ антрацита—соображаться съ австрійскимъ правиломъ *Jičinski*, или тождественнымъ съ нимъ саксонскимъ правиломъ *Hausse* относительно угла излома отъ  $67^{\circ}$  и болѣе и оставленіемъ надлежащихъ бермъ (п. E).

3) На копияхъ *Подмосковнаго края* и въ *буроугольныхъ* выработкахъ ближе всего слѣдовать даннымъ проф. Ржиха и принимать уголь излома отъ  $45^{\circ}$  до  $55^{\circ}$ , если пласть угля значительной мощности или покрывается слабыми песчанистыми и наносными осадками. Если же выработки располагаются подъ значительными толщами известняка или песчаника, то придержи-ваться правила угла обрушенія отъ  $65^{\circ}$  до  $75^{\circ}$ , соблюдая въ обоихъ слу-чаяхъ требуемые размѣры предохранительныхъ полосъ или бермъ отно-сительно охраняемой поверхности.

Проф. Романовскій подчеркиваетъ, что всѣ эти правила имъ заим-ствованы *изъ иностранной горной литературы за отсутствіемъ данныхъ въ русской горной литературѣ и высказываетъ пожеланіе, чтобы необходимый матеріалъ собирался русскими окружными инженерами и маркшейдерами.*

Всѣ эти правила проф. Романовскаго только и могутъ быть объ-яснены искреннимъ желаніемъ его прійти на помощь русскимъ горнымъ тех-никамъ въ столь сложномъ вопросѣ, не имѣя въ то-же время подъ ру-кою рѣшительно никакихъ другихъ данныхъ, кромѣ нѣсколькихъ статей иностранныхъ авторовъ, дѣлавшихъ свои выводы относительно того или иного горнопромышленнаго района Западной Европы при условіяхъ, обыкновенно имѣющихъ весьма мало общаго съ условіями другихъ районовъ.

Мы не будемъ здѣсь останавливаться на этихъ правилахъ проф. Ро-мановскаго, такъ какъ въ послѣдствіи онъ издалъ свой второй трудъ на ту же тему (см. ниже).

(Продолженіе слѣдуетъ).

## ЕСТЕСТВЕННЫЯ НАУКИ, ИМѢЮЩІЯ ОТНОШЕНІЕ КЪ ГОРНОМУ ДѢЛУ.

### ОПЫТЪ ПРИМѢНЕНІЯ МЕТАЛЛИЧЕСКАГО ТЕРМОГРАФА-ЛИЛИНУТА КЪ ПРОИЗВОДСТВУ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХЪ НАБЛЮДЕНІЙ.

Горн. Инж. Л. Ячевскаго.

Производство геотермическихъ наблюдений въ буровыхъ скважинахъ встрѣчаетъ значительное затрудненіе прежде всего со стороны стоимости, а вслѣдъ за этимъ и сравнительной сложности этихъ наблюдений.

Геотермическія наблюденія требуютъ перерыва самаго буренія, что сопряжено съ значительными расходами и самое производство наблюдений, занимавшее обыкновенно значительный промежутокъ времени, обходилось дорого. Во всѣхъ тѣхъ рядахъ геотермическихъ наблюдений, какіе составляютъ въ настоящее время достояніе науки, мы встрѣчаемся съ фактомъ, что геотермическія наблюденія производились послѣ окончанія буренія, а потому, за наблюденьями на промежуточныхъ глубинахъ нужно признавать только относительный вѣсъ. Это заключеніе не нуждается въ особыхъ поясненіяхъ и полагаю, что всѣ примкнуть къ указанію Koenigsberger'a, что наблюденія въ буровыхъ скважинахъ слѣдуетъ производить преимущественно въ забояхъ скважинъ, т. е. на днѣ ихъ.

Если это такъ, то необходимо сконструировать приборы и выработать приемы наблюдений такіе, чтобы для производства геотермическихъ наблюдений можно было, не нарушая хода буренія, использовать тѣ неизбежные перерывы, какіе имѣютъ мѣсто при проводкѣ всякой буровой скважины.

Я имѣю въ виду не тѣ перерывы, какіе вызываются тѣми или иными осложненіями, а исключительно нормальные перерывы, вызываемые необходимостью перемѣны коронки или долота, взятія пробы и тому подобное. Такіе перерывы продолжаются недолго и если эти перерывы окажутся необходимымъ продолжить для производства термическихъ наблюдений, то желательно, чтобы это увеличеніе остановки буренія было доведено до минимума.

Мы можемъ довольно точно установить промежутокъ времени необходимый для производства cadaго измѣренія температуры въ скважинѣ.



Время, потребное на производство измѣренія температуры въ буровой скважинѣ, складывается изъ двухъ элементовъ: изъ времени, потребнаго на опусканіе и подъемъ измѣрительнаго прибора и изъ времени, необходимаго на воспріятіе приборомъ температуры дна скважины.

Непосредственные мои опыты показали, что при соблюденіи всѣхъ необходимыхъ предосторожностей геотермометрическое приспособленіе укрѣпленное на стальномъ канатѣ можетъ быть опускаемо въ скважину со скоростью 20 метровъ въ минуту, подъемъ долженъ быть производимъ еще болѣе осторожно, со скоростью 15 метровъ. Исходя изъ этихъ цифръ получимъ, что для скважины глубиною въ 1.000 метровъ процессъ опусканія и подъема потребуетъ  $50 + 66 = 116$  мин., т. е. промежутка времени въ два часа.

Второй элементъ, т. е. время, потребное для того, чтобы термометръ воспринялъ температуру дна скважины, при примѣненіи термометровъ Magnus'a или максимальныхъ опредѣляется отъ 2 до 6 часовъ. Мои опыты показали, что ртутные термометры, заключенные въ стальную гильзу, уже черезъ два часа, даютъ совершенно согласныя показанія. Тотъ металлическій термографъ, описаніе котораго будетъ приведено ниже, позволилъ отмѣтить, что въ стальной гильзѣ постоянная температура устанавливается уже черезъ 20 минутъ, а слѣдовательно, если термографъ будетъ оставленъ на днѣ скважины въ теченіе часа, то, прибавивъ эту величину къ выведенной выше, получимъ, что все производство опредѣленія температуры на днѣ скважины глубиною въ 1.000 метровъ потребуетъ прерыва буренія на три часа, что, въ свою очередь, врядъ ли можетъ нанести сколько-нибудь замѣтный убытокъ производителю буренія.

Такимъ образомъ, то указаніе, что производство геотермическихъ наблюденій сопряжено съ разстройствомъ буренія, на основаніи приведенныхъ цифровыхъ данныхъ, отпадаетъ.

Полагаю не лишнимъ сдѣлать еще слѣдующія замѣчанія. Наблюденія надъ температурою въ скважинѣ опасно производить на самомъ днѣ скважины въ буквальномъ смыслѣ этого опредѣленія. Дѣло въ томъ, что при производствѣ буренія, независимо отъ способа, вода, заключающаяся въ скважинѣ, несетъ въ себѣ много взвѣшенныхъ частицъ. Послѣ прекращенія буренія эти частицы садятся на дно. Если измѣрительный приборъ попадаетъ въ плотную, вязкую массу буровой муки и будетъ оставленъ въ ней на нѣкоторое время, то можетъ произойти засасываніе прибора и ущемленіе его, что можетъ вызвать осложненія при подъемѣ его. А потому слѣдуетъ рекомендовать при опусканіи измѣрительнаго прибора, послѣ того когда онъ достигнетъ дна скважины приподнять его на одинъ метръ и слѣдовательно во все время производства измѣренія оставлять его на вѣсу.

Второе практическое замѣчаніе, какое не бесполезно можетъ быть сдѣлано, относится къ вѣсу гильзы, употребляемой для помѣщенія термо-

метровъ и къ стальному канату. Для того, чтобы гильза совершенно плавно опускалась въ скважину, вѣсъ ея не можетъ быть слишкомъ малъ. Употреблявшіеся мною гильзы при наружномъ діаметрѣ 98 миллиметровъ, внутреннемъ 64 миллиметра и при длинѣ около одного метра вѣсили около 80 килограммовъ. Что касается стального каната, на которомъ слѣдуетъ опускать геотермическую гильзу, то въ данномъ случаѣ можно рекомендовать стальные тросы, употребляемые для такелажа судовъ.

Для скважинъ до 200 метровъ можно пользоваться тросомъ въ 5 миллиметровъ въ діаметрѣ. Такой тросъ, вѣсомъ около 15 килограммовъ, даетъ сопротивленіе разрыву около 800 килограммовъ. Для скважинъ до 1.000 метровъ слѣдуетъ рекомендовать тросъ діаметромъ въ 8 миллиметровъ; его сопротивленіе разрыву около 1.600 килограммовъ, а вѣсъ 1.000 метровъ около 160 килограммовъ. Принимая вѣсъ геотермической гильзы въ 80 килограммовъ, мы получаемъ болѣе чѣмъ пятикратную прочность.

Перехожу теперь къ существенно важному вопросу, къ вопросу о точности наблюденій надъ температурою въ глубокихъ скважинахъ.

Еще Magnus <sup>1)</sup> въ 1830 году, конструируя свой геотермометръ, придалъ его резервуару и діаметру трубки такіе размѣры, что на шкалѣ 1° Р. выражался полудюймомъ, а такъ какъ отверстіе его термометра, черезъ которое изливалась ртуть, было весьма мало, то онъ полагалъ, что его термометръ позволяетъ производить наблюденія съ точностью до 0,05°. Leprince-Ringuet <sup>2)</sup>, указывая на затрудненія при примѣненіи открытыхъ термометровъ и не безъ основанія полагающій, что открытый термометръ можетъ быть примѣняемъ всего одинъ разъ, предпочелъ перейти къ употребленію термометровъ максимальныхъ, съ дѣленіями на 0,2° С., при чемъ каждый термометръ работалъ только въ предѣлахъ 16°, и у него были термометры отъ 9° до 25°, отъ 24° до 40° и отъ 39° до 55° и т. д.

Michael и Quitzow <sup>3)</sup>, производившіе свои измѣренія температуры въ наиболѣе глубокой изъ проведенныхъ до сихъ поръ буровыхъ скважинъ въ Чуховѣ, отмѣчаютъ, что употреблявшіеся ими переливающіеся термометры (нѣсколько измѣненные термометры Magnus'a) могли давать погрѣшность въ 2—3° С., а въ единичныхъ случаяхъ до 12° и даже до 17° С. Такъ какъ эти изслѣдователи имѣли въ своемъ распоряженіи преимущественно переливающіеся термометры, то точность ихъ измѣреній приблизительно опредѣляется указанною ими самими среднею погрѣшностью. На первый взглядъ могло бы показаться, что наблюденія названныхъ

<sup>1)</sup> Magnus G. Beschreibung eines Maximumthermometers und einiger damit angestellten Versuche in einem Bohrloche zu Rüdersdorf. Ann. d. Phys. u. Chemie. Bd. 22 (1831) S. 136.

<sup>2)</sup> Leprince-Ringuet F. Mesures géothermiques entreprises dans le Bassin du Pas-de-Calais Ann. d. l. Soc. géol. du Nord. T. XXXVI (1907). P. 57.

<sup>3)</sup> Michael R. und. Quitzow W. Die Temperaturmessungen in Tiefbohrloch Czuchow in Oberschlesien. Berlin. 1910.

Изслѣдователи имѣли въ своемъ распоряженіи 77 переливающихся термометровъ и 8 максимальныхъ.



авторовъ должны быть поставлены по своему значенію далеко за старинными наблюденіями Magnus'a и за наблюденіями Leprince-Ringuet. Но это далеко не такъ. Наблюденія надъ температурою въ буровыхъ скважинахъ принадлежатъ къ наблюденіямъ такого порядка, для которыхъ точность въ предѣлахъ 1° или даже 2° должна быть признана вполне достаточною, а въ иныхъ случаяхъ и нелегко достижимою. Конечно, при соблюденіи цѣлаго ряда предосторожностей точность измѣреній можетъ быть значительно повышена, но неизбѣжно слѣдуетъ поставить вопросъ о томъ, ощущается ли въ настоящее время и можетъ ли быть доказана необходимость высокой точности при измѣреніи температуры въ глубокихъ скважинахъ.

Дѣло въ томъ, что въ настоящее время количество геотермическихъ наблюденій чрезвычайно ограничено и мнѣ думается, что причиною тому то обстоятельство, что къ этимъ наблюденіямъ многіе предъявляютъ требованія несоотвѣтственнаго масштаба точности. Геотермика находится пока въ такой стадіи своего развитія, что для надлежащаго опредѣленія ея ближайшаго направленія намъ недостаетъ еще фактовъ, такъ сказать перваго порядка, фактовъ точныхъ, но отмѣченныхъ пока съ первымъ приближеніемъ. Когда такихъ фактовъ накопится значительное количество, тогда обрисуетъ дальнѣйшее направленіе работы, тогда и будутъ несомнѣнно изысканы методы болѣе точныхъ изслѣдованій. Въ настоящій моментъ ближайшею задачею геотермики является накопленіе наибольшаго количества фактовъ, а потому на мой взглядъ, чтобы достигнуть этой цѣли слѣдуетъ упростить и по возможности сдѣлать наиболѣе доступными приборы и приемы производства наблюденій.

Въ основу этого упрощенія слѣдуетъ поставить возможность постепеннаго измѣренія температуры каждой скважины на ея днѣ во время самаго процесса буренія не чаще, чѣмъ черезъ каждые 25 метровъ. Конечно, противъ такого шаблоннаго правила можно привести много возраженій, но всѣ эти возраженія будутъ учтены въ тотъ періодъ изслѣдованій, когда первоначальныя изслѣдованія обнаружатъ необходимость детальныхъ изслѣдованій.

Предусматривается однако одно замѣчаніе, которое не должно быть оставлено безъ объясненія. Можно утверждать, что самъ процессъ буренія, въ особенности, если онъ сопровождается усиленною промывкою, сильно нарушаетъ термическій режимъ породъ, въ которыхъ проведена скважина. Слѣдовало бы опытнымъ путемъ установить максимальный промежутокъ времени, какой можно было бы признать достаточнымъ для возстановленія первичнаго режима.

Въ моемъ распоряженіи нѣтъ фактовъ, которые давали бы какія-нибудь указанія въ этомъ отношеніи. Michael и Quitzow отмѣчаютъ, что въ Чуховѣ буреніе было остановлено за 14 дней до начала геотермическихъ измѣреній. Конечно, такой промежутокъ времени долженъ быть

признанъ болѣе чѣмъ достаточнымъ для установленія нормальнаго режима въ скважинѣ. Если однако мы вспомнимъ, что въ единомысліи съ Koenigsberger'омъ мы согласились, что наибольшую цѣнность представляютъ наблюденія на днѣ скважины, то само собою явствуетъ, что какъ бы ни была усиленна промывка скважины, она особенно ощутительной деформации на днѣ скважины произвести не можетъ. Авторы изслѣдованія въ Чуховѣ отмѣчаютъ, что подъемъ штангъ требовалъ 11—12 часовъ времени, т. е. онъ совершался приблизительно со скоростью 3 метровъ въ минуту. При скважинѣ глубиною въ 500 метровъ, при такой же скорости подъема буроваго инструмента отъ момента прекращенія буренія до начала спуска измѣрительнаго прибора пройдетъ около 160 минутъ, т. е. болѣе  $2\frac{1}{2}$  часовъ. Спусканіе измѣрительнаго прибора займетъ около 25 минутъ и такимъ образомъ отъ момента прекращенія буренія до начала измѣренія температуры въ скважинѣ глубиною въ 500 метровъ пройдетъ не менѣе 3 часовъ, т. е. такой промежутокъ времени, въ который нарушенное буреніемъ равновѣсіе можетъ быть возстановлено. Въ скважинахъ меньшей глубины этотъ обязательный промежутокъ покоя будетъ конечно меньше.

Тотъ приборъ, о которомъ ниже будетъ рѣчь, исключаетъ совершенно опасеніе, что нами будетъ отсчитана не дѣйствительная температура даннаго предѣльнаго слоя скважины, а иная, вызванная деформациею процесса буренія.

Мнѣ давно казалось, что для производства геотермическихъ измѣреній слѣдовало бы пользоваться въ широкихъ размѣрахъ электрическими термометрами. Мысль эта не новая и ее давно осуществилъ Vesquelet, примѣнивъ термоэлектрическіе пары для измѣренія температуры почвы до глубины 30 метровъ въ Парижѣ, а Rulij при своихъ измѣреніяхъ въ скважинѣ глубиною въ 130 метр. использовалъ электрическій термометръ сопротивленія. Электрическій термометръ сопротивленія нашелъ себѣ примѣненіе при изслѣдованіи температуры воды въ рѣкѣ св. Лаврентія въ періодъ образованія на ней доннаго льда.

Повидимому, въ области геотермики электрическіе термометры, за исключеніемъ приведенныхъ выше фактовъ, примѣненія не нашли, и причину этому слѣдуетъ искать въ сравнительной сложности и дороговизнѣ какъ самихъ приборовъ, такъ и дороговизнѣ производства самихъ наблюденій.

Но въ послѣдніе годы промышленность предъявила настойчивый запросъ на термометры, позволяющіе измѣрять температуру на значительныхъ разстояніяхъ и результатомъ этого запроса явилось производство сравнительно недорогихъ и удобныхъ въ обращеніи электрическихъ термометровъ сопротивленія, снабженныхъ и регистрирующими аппаратами.

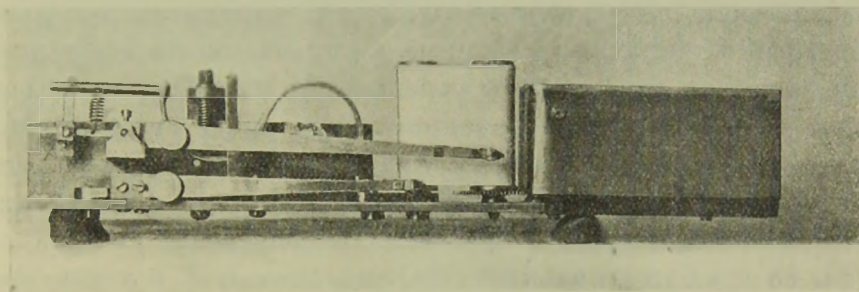
Такіе термометры, изготовляемые между прочимъ фирмою Hartmann и Braun во Франкфуртѣ на Майнѣ могли бы быть весьма легко приспособ-



соблены для почвенныхъ наблюдений, а быть можетъ и для наблюдений въ глубокихъ скважинахъ <sup>1)</sup>).

Параллельно съ предположеніями о примѣненіи электрическихъ термометровъ сопротивленія, у меня возникла мысль о возможности примѣненія для этой же цѣли металлическаго термографа.

Мнѣ всегда казалось, что только регистрирующій приборъ даетъ намъ увѣренность, что мы на земной поверхности запишемъ въ точности



Фиг. 1. Фотографія термографа-лилипута. Приблизительно  $\frac{1}{2}$  натур. велич.

ту температуру, какая господствуетъ въ опредѣленномъ слое земли. Съ другой стороны, учитывая всѣ тѣ предосторожности, какія необходимо соблюдать при примѣненіи ртутныхъ термометровъ, чтобы при помощи ихъ получить надежныя показанія, я стремился сконструировать приборъ, который и въ рукахъ малоопытнаго наблюдателя, въ ничтожной зависимости отъ его подготовки, далъ бы въ наше распоряженіе точныя объективныя данныя.

Конструкція термографа-лилипута вполне разрѣшаетъ эту задачу.

Задача сконструировать термографъ-лилипутъ была поставлена мною опытному физику и метеорологу В. В. Кузнецову, завѣдывающему мастерскою землѣвой обсерваторіи въ г. Павловскѣ, около Петербурга.

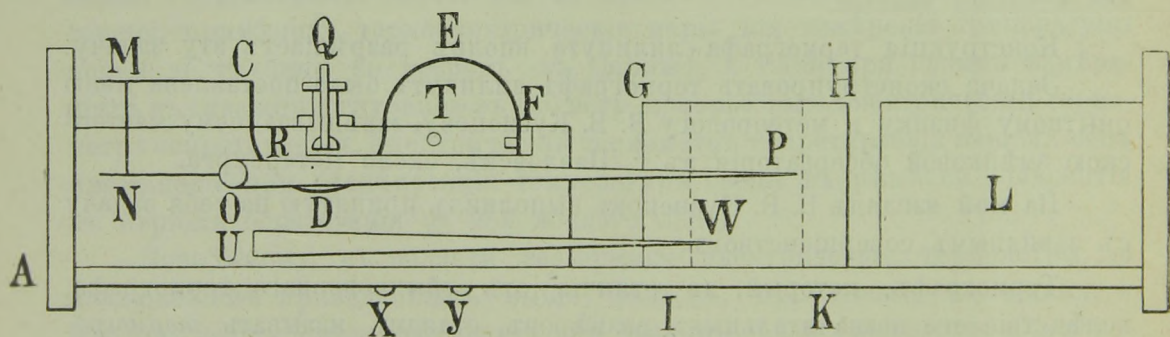
На мой взглядъ В. В. Кузнецовъ выполнилъ принятую на себя задачу съ завиднымъ совершенствомъ.

Термографъ, который, въ отличіе отъ обыкновеннаго термографа, вслѣдствіе его незначительныхъ размѣровъ, станемъ называть *термографомъ-лилипутомъ*, изображенъ на фиг. 1. Онъ представляетъ приборъ, вмѣщающійся въ стальной или мѣдный цилиндръ, съ внутреннимъ діаметромъ въ 43 миллиметра и внутреннею длиною въ 185 миллиметровъ.

<sup>1)</sup> Извѣстный сейсмологъ, академикъ князь Б. Б. Голицынъ установилъ регистрирующій термометръ Брауна и Гартмана на Пулковской сейсмической станціи. Для перваго опыта пріемникъ термометра установленъ параллельно съ ртутнымъ термометромъ въ термометрической будкѣ англійскаго типа. При посѣщеніи фабрики названной фирмы во Франкфуртѣ на Майнѣ, завѣдывающій отдѣломъ электрическихъ термометровъ увѣрялъ меня что безъ всякаго затрудненія можетъ быть изготовленъ термометръ для скважины глубиною въ 1000 метр.

Термографъ (фиг. 2) имѣетъ основаніемъ металлическую доску *AB*, на которой соотвѣтственнымъ образомъ укрѣплены три существенныя его части. Первая часть—*CDEF* пластинка, изогнутая въ видѣ латинской буквы *S*; вторая часть *GHIK*—два цилиндра, вращающіеся на своихъ осяхъ, на которыхъ натянута безконечная бумажная лента; третья часть *L*—часовой механизмъ.

Принципъ дѣйствія прибора состоитъ въ слѣдующемъ.—*S*—образно согнутая пластинка, состоящая изъ спая сплавовъ, употребляющихся для приготовленія металлическихъ термометровъ, укрѣплена неподвижно въ точкѣ *F*. Край *C* остается свободнымъ и въ зависимости отъ температуры, пропорціонально ея измѣненіямъ передвигается вправо или влѣво. Движеніе края *C* пластинки при помощи стержня *CM* и рычаговъ *MN* и *NO* передается оси *O*. На оси *O* укрѣплено перо *OP*, пишущая часть котораго въ точкѣ *P* отмѣчаетъ на бумажной лентѣ положеніе точки *C* при данной температурѣ. Когда часовой механизмъ *L* приведенъ въ дѣйствіе, онъ приводитъ во вращательное движеніе цилиндръ *KH*, а этотъ послѣдній приводитъ въ движеніе ленту бумаги и перо непрерывною линіею отмѣчаетъ на ней всякія перемѣщенія точки *C*, чувствительной части прибора. Само собою разумѣется, что величина перемѣщенія точки *P* пера зависитъ всецѣло отъ соотношенія, какое будетъ установлено нами между длиною рычаговъ *CM*, *MN* и *NO*. Рычаги мы можемъ такъ установить, что перемѣщенія пишущаго края пера, т. е. точки *P* на всю ширину бумажной ленты, т. е. на высоту *HK* будетъ соотвѣтствовать всего  $10^{\circ}$  С., или же длинѣ рычаговъ можемъ придать такую величину, что край пера



Фиг. 2. Схематическій рисунокъ термографа-лилипута.

будетъ перемѣщаться на полную высоту ленты при измѣненіяхъ температуры только въ  $50^{\circ}$  С. Въ нашемъ приборѣ, при ширинѣ ленты въ 27 миллиметровъ въ первомъ случаѣ измѣненіе температуры на  $1^{\circ}$  С. соотвѣтствовало бы перемѣщеніе пера въ 2,7 миллиметра, а во второмъ только 0,54 миллиметра. Величины эти показываютъ, что точность измѣренія термографомъ зависитъ отъ интервала температуръ, для которыхъ приборъ установленъ.



Но приборъ, установленный при помощи рычаговъ на данную величину интервала, на примѣръ, на работу въ предѣлахъ измѣненія температуры въ  $10^{\circ}\text{C.}$ , можетъ работать въ предѣлахъ отъ  $10$  до  $20^{\circ}$ , отъ  $20^{\circ}$  до  $30^{\circ}$  и т. д. Для этого нужно только перемѣстить точку  $F$ —неподвижнаго закрѣпленія пріемника. Это перемѣщеніе достигается при помощи винта  $Q$ , который придаетъ пластинкѣ  $RF$  нѣкоторое вращательное движеніе около точки  $T$ .

Регистрація температуры въ обыкновенныхъ термографахъ производится при помощи разграфленной бумаги и этотъ способъ будетъ примѣненъ и для термографовъ-лилипотовъ. Въ первомъ термографѣ-лилипутѣ былъ использованъ другой пріемъ. Ниже оси  $O$  въ точкѣ  $U$  было прикрѣплено неподвижно перо  $UW$ , которое при движеніи бумаги чертило непрерывную горизонтальную линію. Линія эта позволяетъ измѣрять ординаты точекъ кривой, вычерчиваемой перомъ  $OP$ . Величина ординаты, соотвѣтствующей  $1^{\circ}$  опредѣляется опытнымъ путемъ, то есть путемъ сравненія показаній термографа и ртутнаго термометра.

Въ нашемъ приборѣ длина бумажной ленты была около 70 миллиметровъ, а ходъ часового механизма 10 часовъ, такимъ образомъ на часъ приходится линія въ 7 миллиметровъ. Термографъ въ стальной гильзѣ черезъ двадцать минутъ принимаетъ температуру среды и слѣдовательно перо его начинаетъ вычерчивать горизонтальную линію. Послѣ часового нахождения на днѣ скважинъ приборъ отмѣтитъ горизонтальную линію въ 5 миллиметровъ длиною, что болѣе чѣмъ достаточно, для вполне точнаго опредѣленія температуры. Если было бы признано, что мало опытному наблюдателю недостаточно имѣть горизонтальную линію въ 5 миллиметровъ длиною, то увеличить длину этой линіи нетрудно, придавъ часовому механизму не десятичасовой, а, на примѣръ, восьмичасовой ходъ, или же увеличивъ разстояніе между цилиндрами и удлинивъ этимъ путемъ безконечную ленту.

Что касается точности измѣренія температуры при помощи термографа-лилипута, то при приведенныхъ выше размѣрахъ ленты, если придать прибору амплитуду въ  $50^{\circ}\text{C.}$ , то каждый градусъ будетъ соотвѣтствовать полумиллиметру, что дастъ возможность производить измѣренія съ точностью до  $0,5^{\circ}\text{C.}$ , что болѣе чѣмъ достаточно для данной цѣли.

Чтобы вполне закончить описаніе прибора, слѣдуетъ еще прибавить, что на нижней поверхности доски  $AB$  выступаютъ изъ прорѣзовъ головки двухъ винтовъ  $X$  и  $Y$ . Передвигая въ прорѣзѣ головку  $X$ , мы мѣняемъ положеніе перьевъ и ставимъ концы ихъ на бумагу, или же отодвигаемъ отъ бумаги. Перья сконструированы такъ, что пишутъ при всякомъ положеніи прибора. Головка  $Y$  служитъ для перемѣщенія цилиндра  $GJ$  и она сопряжена съ небольшою пружинкой, удерживающей его въ опредѣленномъ положеніи. Перемѣщая головку  $Y$  по прорѣзу, ослабляемъ пружину, и цилиндръ  $GJ$  приближается къ цилиндру  $HK$ . При сбли-

женномъ положеніи цилиндровъ на нихъ надѣвають склеенную бумажную ленту. Установивъ ее правильно, вновь натягиваютъ пружину при помощи головки У.

Такимъ образомъ термографъ-лилипуть можетъ быть признанъ, на мой взглядъ, приборомъ, при помощи котораго наблюдатель, съ очень скромною научною подготовкою, можетъ быстро, удобно и безъ введенія субъективнаго элемента, производить измѣренія температуры въ глубокихъ буровыхъ скважинахъ.

Для того, чтобы термографъ могъ работать правильно и былъ въ достаточной мѣрѣ защищенъ, его помѣщаютъ въ мѣдный или стальной цилиндръ, при чемъ къ обоимъ краямъ основной пластинки привинчиваютъ плоскіе мѣдные кружки, позволяющіе термографу стать въ цилиндръ совершенно неподвижно. Крышка термографическаго цилиндра завинчивается герметически на кожѣ.

Цилиндръ, вмѣщающій термографъ, можетъ имѣть стѣнки не толще 1,5 миллиметра, такъ какъ все назначеніе его предохранять термографъ отъ доступа воды. Термографическій цилиндръ опускаютъ въ геотермическую гильзу. Внутренній діаметръ гильзы долженъ быть не болѣе, чѣмъ на два миллиметра больше наружнаго діаметра термографическаго цилиндра, т. е. не болѣе 50 миллиметровъ. Если стѣнкамъ геотермической гильзы дать толщину 15 миллиметровъ, то наружный діаметръ геотермической гильзы достигнетъ 80 миллиметровъ.

Въ глубочайшей буровой скважинѣ, т. е. въ скважинѣ въ Чуховѣ, указанныхъ выше размѣровъ термографъ могъ бы быть примѣненъ до глубины 1.707 метровъ, на каковой глубинѣ скважина имѣла діаметръ 91 миллиметръ.

Само собою разумѣется, что можно питать надежду, что при дальнѣйшихъ конструктивныхъ усовершенствованіяхъ можно будетъ придать термографу еще меньшіе размѣры и примѣнять его въ скважинахъ съ меньшимъ діаметромъ.

Наблюденія съ термографомъ-лилипутемъ были произведены въ буровой скважинѣ, проведенной въ Петербургѣ около Волковакладбища, на дворѣ фабрики акціонернаго общества Перець.

Въ моментъ производства измѣреній скважина до глубины 165 фут. была закрѣплена трубами въ 10 дюймовъ діаметромъ, а дальше до глубины 575 фут. проведена безъ крѣпленія діаметромъ въ 8 дюймовъ.

Разрѣзъ скважины, данный мнѣ любезно представителемъ бюро только въ сокращенномъ видѣ, представляется слѣдующимъ образомъ:

Поверхностныя отложенія, состояція изъ пере-

межающихся глинъ и песковъ . . . . .	отъ 0 до 78 фут.
Валунная глина . . . . .	78 „ 146 „



Песчаникъ . . . . .	отъ 146	до 147	фут.
Силлурійская глина . . . . .	„ 147	„ 420	„
„ „ съ прослойками песчаника . . . . .	„ 420	„ 523	„
Силлурійскій песчаникъ . . . . .	„ 523	„ 625,5	„
Гранитъ . . . . .	„ 682,5	„ —	„

Термографъ былъ заключенъ въ цилиндръ изъ желтой мѣди, завинченный герметически крышкой съ кожаной прокладкой. Мѣдный цилиндръ былъ опущенъ въ стальную геотермическую гильзу, типа, примѣняемаго прусскимъ буровымъ учрежденіемъ въ Шенебекѣ <sup>1)</sup>.

Гильза спускалась въ скважину на стальномъ тросѣ и оставалась на высотѣ около одного метра выше дна скважины въ теченіе одного часа.

Разсмотрѣніе кривой, нанесенной на лентѣ термографа показало, что уже черезъ 20 минутъ послѣ установленія гильзы перо термографа стало вычерчивать горизонтальную линію, что свидѣтельствовало, что весь приборъ принялъ температуру даннаго горизонта земли.

Кривая была подвергнута изслѣдованію уже въ Константиновской обсерваторіи и дала температуру 9° С.

При помощи той же гильзы было произведено опредѣленіе температуры посредствомъ ртутныхъ термометровъ. Въ гильзу были помѣщены три максимальныхъ термометра, три переливающихся термометра и три лѣнныые термометра <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Чертежи гильзы даны у Tecklenburg'a (Handbuch der Tiefbohrkunde. Bd. V. Tat. XXX.), а также въ работѣ Michael'a и. Quitzow'a. Гильза, которою я пользовался, была заготовлена для геотермическихъ наблюдений въ казенныхъ буровыхъ скважинахъ въ Ухтинскомъ нефтеносномъ районѣ. Гильза была прекрасно приготовлена на заводѣ „Бюро изслѣдованія почвы проф. Войслава“, а пришлифовка конической пробки доведена была до полного совершенства г. Мазингомъ въ мастерской физическаго кабинета Императорской Академіи наукъ, пользоваться услугами которой я имѣлъ возможность благодаря любезности академика князя В. В. Голицына. Я долженъ здѣсь отмѣтить, что система затвора этой геотермической гильзы вполнѣ достигаетъ цѣли, но процессъ открыванія гильзы представляетъ не мало затрудненій. Коническая пробка, при хорошей ея пришлифовкѣ, настолько плотно прилегаетъ къ самой гильзѣ, что подъемъ ея при помощи навинчиванія гайки на ея винтовой отростокъ не всегда достигаетъ цѣли. У меня былъ такой случай, что при усилии семи человѣкъ рабочихъ я этимъ приѣмомъ не могъ открыть гильзы и только путемъ нагрѣванія верхней части гильзы водянымъ паромъ можно было освободить коническую пробку. Такой приѣмъ открыванія гильзы допустимъ при примѣненіи металлическаго термографа, при примѣненіи же ртутныхъ термометровъ онъ конечно исключается. Подробности приѣмовъ снаряженія и разряженія геотермической гильзы даны мною въ особой статьѣ, которая появится въ печати вслѣдъ за настоящей.

<sup>2)</sup> Всѣ употреблявшіеся мною термометры, работы Петербургскаго мастера Майкранца были типа термометровъ пращей съ дѣленіями на цѣлые градусы Цельзія и позволяли производить отсчетъ съ точностью до 0,1°. Способъ помѣщенія термометровъ въ гильзѣ, отличный отъ того, какой практикуется нѣмецкими и французскими изслѣдователями, описанъ въ статьѣ, о которой сказано уже выше. Лѣнныые термометры были заключены въ гуттаперчевые колпачки.

Въ день производства наблюденій шелъ мокрый снѣгъ и въ буровой башнѣ температура была около  $0^{\circ}$ .

Открытые термометры были наполнены тутъ же въ башнѣ до верху. Получены слѣдующіе ряды цифръ:

Максимальные термометры.	Термометры Magnus'a.	Лѣннывые термометры.
$9,3^{\circ}$ С.	$8,5^{\circ}$ С.	$8,2^{\circ}$ С.
$9,4^{\circ}$ „	$9,0^{\circ}$ „	$8,3^{\circ}$ „
$9,3^{\circ}$ „	$9,0^{\circ}$ „	$8,3^{\circ}$ „

Какъ видно изъ таблицы наблюденій, максимальные термометры дали вполне согласныя показанія и на основаніи ихъ слѣдуетъ признать, что въ скважинѣ на глубинѣ 150 метровъ господствовала температура  $9,3^{\circ}$  С.

Что касается термометровъ Magnus'a, то ихъ болѣе низкія показанія объясняются тѣмъ, что при контрольных опредѣленіяхъ отсчетъ контрольнаго термометра производится въ тотъ моментъ, когда ртуть въ открытомъ термометрѣ поднималась до верхняго края трубки. При дальнѣйшемъ нагрѣваніи капля ртути выступала на поверхность сръза трубки, но не скатывалась съ него. Такимъ образомъ, и при нашихъ опытахъ имѣло мѣсто то, что всегда слѣдуетъ ожидать при примѣненіи термометровъ Magnus'a, т. е. болѣе низкихъ показаній, что однако не должно вести къ заключенію, что эти термометры непригодны для геотермическихъ опредѣленій.

Прежде чѣмъ закончить настоящую замѣтку, я считаю долгомъ въживности принести глубокую благодарность владѣльцамъ „Бюро для изслѣдованій почвы проф. Войслава“, предоставившимъ скважину въ мое распоряженіе на весь день. Въ производствѣ наблюденій приняли участіе, кромѣ представителя владѣльцевъ бюро В. Л. Гонсовскаго, физики Николаевской Главной Физической обсерваторіи П. И. Ваннари и В. В. Кузнецовъ, горный инженеръ В. И. Стукачевъ и студенты Горнаго Института Жемчужниковъ и Фаддѣевъ.

Для лицъ интересующихся производствомъ геотермическихъ наблюденій быть можетъ небезынтересно будетъ получить нѣкоторыя свѣдѣнія о стоимости производства такихъ наблюденій.

Геотермическая гильза со всѣми приспособленіями обошлась въ 90 руб. Стальной тросъ діаметромъ въ 5 миллиметровъ и длиною 100 саж. стоилъ 22 руб. Ртутные термометры около 25 руб. Термографъ 125 руб.



Такимъ образомъ, все матеріальное снаряженіе, остающееся конечно для производства изслѣдованія въ другихъ скважинахъ, обходится въ 262 руб., если же изслѣдователя снабдить существенно необходимыми запасными термометрами и стальнымъ канатомъ большаго діаметра и большей длины, то стоимость всего снаряженія слѣдуетъ опредѣлить въ 300—350 руб.

День геотермической работы на скважинахъ въ Петербургѣ, считая здѣсь расходъ по перевозкѣ инструментовъ, переѣзду наблюдателей и вознагражденіе рабочихъ, помогавшихъ при работѣ, обходится въ 25 руб. Конечно, если исключить наблюденія ртутными термометрами и ограничиться наблюденіями металлическимъ термометромъ-лилипутомъ, то очевидно, что дѣло производства геотермическихъ наблюденій упрощается до чрезвычайности и становится доступнымъ почти для всякаго бурового мастера.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЪ КОМИССІИ, ОБРАЗОВАННОЙ ПРИ ГОРНОМЪ ДЕ- ПАРТАМЕНТЪ, ДЛЯ ИСПЫТАНІЯ НОВЫХЪ ВЗРЫВЧАТЫХЪ ВЕЩЕСТВЪ, ВЪ ВИДАХЪ ДОПУЩЕНІЯ ИХЪ КЪ УПОТРЕБЛЕНІЮ ПРИ ГОРНЫХЪ РАБОТАХЪ, ВЪ 1911 Г.**

Члена дѣлопроизводителя Комиссіи, Проф. Б. И. Бокія.

Въ 1911 году Комиссія <sup>1)</sup> имѣла 10 засѣданій, при чемъ ею были испытаны слѣдующія взрывчатые вещества: нансенитъ, целтитъ, гезилитъ V, студенистый карбонитъ, гремучій студень, динамитъ-вулканитъ и шеддитъ пластичный. Изъ перечисленныхъ взрывчатыхъ веществъ первые четыре были испытаны, кромѣ того, въ качествѣ предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ, въ испытательной штольнѣ Шлиссельбургскаго завода.

### **Ж У Р Н А Л Ъ**

засѣданія Комиссіи, 25 января 1911 г.

#### **I.**

Журналомъ отъ 9 октября минувшаго года Комиссія признала: 1) необходимымъ, чтобы гигроскопическія взрывчатые вещества, ввозимыя изъ-за границы, при патронированіи ихъ снабжались парафинированными оболочками и укупоривались въ ящики, высланные внутри резиновой тканью и 2) желательнымъ, чтобы ввозимыя изъ-за границы взрывчатые вещества, наравнѣ съ изготовляемыми въ Россіи, подвергались контролю правительственныхъ инспекторовъ.

Въ виду сего Горный Департаментъ, отношеніемъ отъ 22 декабря того же года за № 3129, предложилъ Комиссіи сообщить: 1) относительно какихъ именно изъ допущенныхъ къ употребленію взрывчатыхъ веществъ слѣдовало бы установить такое требованіе и не примѣняется ли

<sup>1)</sup> Въ составъ Комиссіи входили: предсѣдатель—членъ Горнаго Ученаго Комитета, проф. Горнаго Института, д. ст. сов. И. Ф. Шредеръ и члены Горнаго Ученаго Комитета, д. ст. сов. Н. Я. Нестеровскій, профессора Горнаго Института А. А. Скочинскій и Б. И. Бокій, полковникъ В. Д. Нероновъ, начальникъ технического отдѣленія Горнаго Департамента І. Ф. Симсонъ, окружный инженеръ с.-петербургскаго Горнаго Округа Н. И. Призловъ и правительственный инспекторъ Шлиссельбургскихъ заводовъ инж.-техн. В. Ю. Шуманъ.



подобный способъ предохраненія въ отношеніи нѣкоторыхъ изъ допущенныхъ уже къ употребленію въ горномъ дѣлѣ взрывчатыхъ веществъ; 2) въ чемъ долженъ заключаться контроль правительственныхъ инспекторовъ надъ ввозимыми изъ-за границы взрывчатыми веществами и какимъ именно инспекторамъ полагаетъ Комиссія поручить контроль; 3) принимая во вниманіе ввозъ въ предѣлы Россіи взрывчатыхъ веществъ для горныхъ работъ черезъ большое количество таможенъ (Вержболовскую, Модржіевскую, Гербскую, Сосновицкую, Александровскую, Либавскую, Петербургскую, Владивостокскую и др.) необходимо выяснить, какимъ образомъ Комиссія полагаетъ осуществить таковой контроль.

Обсудивъ первое изъ вышеприведенныхъ предложеній, Комиссія постановила:

1) Просить председателя Комиссіи и члена дѣлопроизводителя составить списокъ разрѣшенныхъ въ Россіи къ употребленію взрывчатыхъ веществъ и выдѣлить изъ нихъ тѣ, въ составъ коихъ входитъ декстринъ или азотнокислый аммоній, донести Горному Департаменту, что патроны всѣхъ этихъ взрывчатыхъ веществъ, въ виду гигроскопичности, должны снабжаться парафинированными оболочками и укупориваться въ ящики, высланные внутри резиновой тканью.

2) Просить члена дѣлопроизводителя изготавить указанный въ п. 1 списокъ взрывчатыхъ веществъ, разрѣшенныхъ къ употребленію въ Россіи, въ количествѣ, по числу членовъ Комиссіи и разослать каждому изъ нихъ по одному экземпляру сего списка.

3) При послѣдовавшемъ затѣмъ обсужденіи 2 и 3 предложенія Горнаго Департамента, членомъ Комиссіи В. Ю. Шуманомъ было доложено, что имъ въ настоящее время начато собираніе матеріаловъ о способѣ контроля за ввозимыми изъ-за границы взрывчатыми веществами въ Германіи и Англіи. Кромѣ того, часть матеріаловъ по этому же вопросу была уже представлена имъ въ Комиссію, работавшую нѣсколько лѣтъ тому назадъ подъ председательствомъ д. ст. сов. Коцовскаго. Эти послѣдніе матеріалы можно было бы получить отъ дѣлопроизводителя названной Комиссіи инженера Ковалева.

Что касается Франціи, то тамъ требованія, предъявляемыя къ ввозимымъ изъ-за границы взрывчатымъ веществамъ (динамитамъ) регламентированы ст. 9 правилъ отъ 12 ноября 1897 года о перевозкѣ опасныхъ грузовъ по желѣзнымъ дорогамъ, каковая гласитъ:

„Всякое частное предпріятіе, расположенное во Франціи или заграницей, которое пожелаетъ перевезти изготовленный имъ динамитъ, обязано имѣть за свой счетъ агента по надзору за взрывчатыми веществами, или за неимѣніемъ таковаго, горнаго надсмотрщика или техника путей сообщенія, которому должно быть поручено постоянное наблюденіе за изготовленіемъ ихъ и который былъ бы уполномоченнымъ передъ желѣзнодорожной Компаніей, непосредственно получающей заводскіе продукты.

Этотъ агентъ, которому на заводѣ должно быть предоставлено помѣщеніе для конторы, обязанъ снабдить каждую отправляемую партію удостовѣреніемъ въ двухъ экземплярахъ, свидѣтельствующимъ о доброкачественности и хорошей упаковкѣ отправляемаго вещества, для заграничныхъ динамитовъ указывая время (число) отправленія.

Кромѣ того, динамиты, изготовленные заграницей, должны предварительно передачи ихъ на желѣзную дорогу, пройти черезъ особое складочное учрежденіе, обладающее достаточными полномочіями и расположенное на французской территоріи, по возможности, недалеко отъ границы. Это учрежденіе должно имѣть опытную лабораторію, содержащую за счетъ отправителя и подчиненную горному надзору, который и будетъ снабжать динамитъ заграничнаго производства свидѣтельствомъ, удостовѣряющимъ произведенныя надъ нимъ испытанія“.

Приведенныя требованія, предъявляемыя къ заграничнымъ взрывчатымъ веществамъ во Франціи, крайне строги. Вводить ихъ у насъ было бы нежелательно, ибо это ослабило бы конкуренцію и повлекло за собой повышеніе цѣнъ на взрывчатые вещества.

По мнѣнію В. Ю. Шумана, съ цѣлью контроля за взрывчатыми веществами, ввозимыми въ Россію изъ-за границы, контроля, необходимость котораго совершенно очевидна, было бы наиболѣе цѣлесообразно подвергать таковыя вещества опробованію при пропускѣ черезъ границу. воспользовавшись тѣмъ, что при новыхъ таможахъ имѣются эксперты-химики, для которыхъ можно было бы устроить небольшія лабораторіи. Стоимость оборудованія каждой такой лабораторіи обошлось бы всего лишь въ 300—400 руб. Устроить ихъ можно было бы лишь при нѣкоторыхъ таможахъ, воспретивъ вмѣстѣ съ тѣмъ пропускъ взрывчатыхъ веществъ черезъ остальные таможи

А. А. Скочинскій выразилъ мнѣніе, что подобное закрытіе части таможенъ можетъ сильно затруднить ввозъ взрывчатыхъ веществъ изъ-за границы, являющейся въ настоящее время единственнымъ регуляторомъ цѣнъ у насъ на взрывчатые вещества, и безъ того крайне высокихъ по сравненію съ Западной Европой. На такую мѣру можно итти только съ величайшей осторожностью. Кромѣ того, было бы, быть можетъ, легче организовать цѣлесообразный контроль за ввозимыми взрывчатыми веществами не на границѣ, а уже по прибытіи ихъ на мѣсто потребленія и уже во время храненія.

И. Ф. Шредеръ полагалъ, что едва ли можно было бы ввѣрить контроль за взрывчатыми веществами химикамъ таможенъ, далеко не всегда достаточно подготовленнымъ для такой отвѣтственной работы. Кромѣ того, при такой организаціи потребуется имѣть цѣлый рядъ складовъ для взрывчатыхъ веществъ на самой границѣ. Цѣлесообразнѣе требовать, чтобы импортеры заграничныхъ взрывчатыхъ веществъ имѣли торговые склады, и контролировать каждую партію сихъ веществъ, по-



ступившую въ такіе склады. Самый же контроль было бы желательно возложить на инспекторовъ нашихъ заводовъ взрывчатыхъ веществъ предоставивъ ихъ въѣдѣнію опредѣленные районы.

В. Ю. Шуманъ полагалъ, что хранить взрывчатые матеріалы при таможенныхъ во время опробованія можно было бы въ вагонахъ въ тупикахъ, огражденных валами.

Н. Я. Нестеровскій, присоединяясь къ предложенію В. Ю. Шумана о контролѣ на границѣ, полагалъ, что возложеніе новыхъ обязанностей на инспекторовъ заводовъ взрывчатыхъ веществъ отвлекло бы ихъ отъ прямыхъ ихъ обязанностей. Кромѣ того, этому препятствуетъ и географическое положеніе большей части указанныхъ заводовъ. Для Урала и Сибири потребуется, во всякомъ случаѣ, особый инспекторъ.

В. Д. Нероновъ находилъ, что устройство внутри Имперіи большихъ складовъ взрывчатыхъ веществъ, принадлежащихъ иностранцамъ, нежелательно по соображеніямъ стратегическимъ.

А. А. Скочинскій выразилъ мнѣніе, что устройство при таможенныхъ желѣзнодорожныхъ тупиковъ, окруженныхъ со всѣхъ сторонъ валами, для помѣщенія въ нихъ вагоновъ со взрывчатыми веществами на время изслѣдованія пробъ, представляется дѣломъ нелегкимъ съ технической стороны.

І. Ф. Симсонъ и Н. П. Лифляндъ полагали, что оба намѣченные способа контроля взрывчатыхъ веществъ—на границѣ и въ торговыхъ складахъ—имѣютъ свои преимущества и недостатки. Для окончательнаго выясненія большей цѣлесообразности того или другого изъ нихъ, а равно и деталей организациі этихъ способовъ представляется необходимымъ обсудить настоящіе вопросы при участіи весьма въ нихъ заинтересованныхъ представителей Министерства Финансовъ, Путей Сообщенія и Внутреннихъ Дѣлъ, а равно и Отдѣла Промышленности Министерства Торговли и Промышленности.

Комиссія присоединилась къ приведеннымъ двумъ сужденіямъ гг. Симсона и Лифлянда и постановила представить Горному Департаменту соображенія о двухъ возможныхъ, упомянутыхъ выше способахъ контроля за ввозимыми изъ-за границы взрывчатыми веществами и о необходимости подвергнуть ихъ обсужденію, совмѣстно съ представителями Отдѣла Промышленности и Министерства Финансовъ, Путей Сообщенія и Внутреннихъ Дѣлъ, въ цѣляхъ выясненія взглядовъ названныхъ Министерствъ по этому вопросу и выработки проекта наиболѣе цѣлесообразной организациі указаннаго контроля.

## II.

Отношеніемъ отъ 5 минувшаго января за № 29 Горный Департаментъ сообщилъ, что Комиссія, согласно журналу Горнаго Ученаго Комитета отъ 1 ноября 1910 г., одобреннаго г. Министромъ Торговли и Промышленности 21 декабря того же года, поручается:

1) Организовать рядъ надлежащихъ опытовъ, направленныхъ: а) къ провѣркѣ предохранительныхъ свойствъ гризутиновъ, состава Фавье № 4 и вестфалита и б) къ выясненію предѣльнаго заряда для предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ вообще и предѣльнаго заряда, допускаемаго для каждаго въ отдѣльности изъ числа таковыхъ, разрѣшенныхъ уже къ употребленію въ Россіи.

2) Выяснить вопросъ, какъ поступить съ тѣми изъ взрывчатыхъ веществъ, допущенныхъ въ качествѣ предохранительныхъ, предѣльный зарядъ которыхъ окажется ниже имѣющей быть установленной Комиссіей нормы.

Обсудивъ изложенное, Комиссія постановила просить Горный Ученый Комитетъ представить въ распоряженіе Комиссіи 20 экземпляровъ доклада о предохранительныхъ взрывчатыхъ веществахъ, сдѣланнаго Горному Ученому Комитету проф. Скочинскимъ, и по полученіи сего матеріала неотложно устроить засѣданіе для скорѣйшаго вырѣшенія вопросовъ, указанныхъ въ журналѣ Горнаго Ученаго Комитета отъ 1 ноября 1910 года.

### III.

Горный Департаментъ препроводилъ при отношеніи за № 104 отъ 12 минувшаго января на разсмотрѣніе Комиссіи 3 прошенія Т-ва Воссидло объ испытаніи новыхъ взрывчатыхъ веществъ: цельтита, нансенита и гезилита V.

Комиссія, разсмотрѣвъ указанныя прошенія, постановила: сообщить Горному Департаменту, что испытанія названныхъ взрывчатыхъ веществъ могутъ быть произведены въ началѣ марта мѣсяца, при чемъ полевые испытанія должны предшествовать испытаніямъ въ штольнѣ, и что для полевыхъ испытаній потребуется по  $1\frac{1}{2}$  пуда, а для испытанія на предохранительность—по 5 пудовъ каждаго сорта испытуемыхъ взрывчатыхъ веществъ, съ соотвѣтствующимъ количествомъ принадлежностей паленія.

### IV.

Т-во Воссидло и К<sup>о</sup> обратилось 11 января сего года въ Комиссію съ прошеніемъ о допущеніи къ употребленію въ Россіи безъ предварительныхъ испытаній гремучаго студня съ прибавкой къ нему 3% динитротолуила, дѣлающей его почти незамерзающимъ:

Комиссія, обсудивъ изложенное ходатайство, признала, что прибавленіе къ гремучему студню динитротолуола, помимо пониженія температуры замерзанія, должно, повидимому, измѣнять и нѣкоторыя другія свойства его, напр., чувствительность къ детонаціи, а кромѣ того, примѣсь не химически, а лишь технически чистаго динитротолуола можетъ разлагать нитроглицеринъ. По этимъ причинамъ гремучій студень, хотя бы даже только съ 3% динитротолуола не можетъ быть допущенъ безъ соотвѣтственныхъ испытаній.



## V.

Обсудивъ прилагаемый къ сему въ подлинникѣ рапортъ члена Комиссіи д. ст. сов. Нестеровскаго отъ 10 октября 1910 г. о необходимости установленія вознагражденія членамъ Комиссіи за поѣздки на испытанія взрывчатыхъ веществъ, производимыя внѣ Петербурга, Комиссія постановила представить Горному Департаменту соображенія о необходимости установленія указаннаго вознагражденія въ размѣрѣ 25 руб. каждому члену за одинъ выѣздъ изъ Петербурга, съ тѣмъ, чтобы сумма, въ размѣрѣ  $25 \cdot 9 = 225$  руб. была или почерпаема изъ кредитовъ § 4 п. 1 (расходы на техническія командировки), или же относилась въ счетъ просителей, для чего отъ сихъ послѣднихъ пришлось бы требовать внесенія въ депозиты Горнаго Департамента: 1) за испытанія, на предметъ разрѣшенія взрывчатого вещества къ допущенію къ употребленію при горныхъ работахъ, за исключеніемъ выработокъ съ газомъ или пылью— вмѣсто вносимыхъ нынѣ 150 р., вносить  $150 + 225 = 375$  р.; 2) за дополнительное испытаніе на предохранительность въ отношеніи газа и угольной пыли— вмѣсто 1.000 р., вносимыхъ нынѣ, вносить  $1.000 + 225 = 1.225$  р. Вмѣстѣ съ тѣмъ довести до свѣдѣнія Горнаго Департамента, что подобныхъ испытаній бываетъ ежегодно отъ 4 до 5.

## VI.

Обсудивъ отношеніе Горнаго Департамента отъ 7 января сего года за № 19 объ ускореніи сообщенія условій соглашенія съ Русскимъ Обществомъ относительно пользованія штольной Шлиссельбургскаго завода для производства опытовъ съ каменноугольной пылью, Комиссія поручила проф. Скочинскому представить къ ближайшему засѣданію ея соображенія по настоящему вопросу.

## VII.

Выслушавъ заявленіе инспектора Шлиссельбургскаго завода объ отправкѣ заводу „Б. И. Виннеръ“ неиспользованныхъ при производствѣ послѣднихъ опытовъ въ штольнѣ 2 ящиковъ гризутина, Комиссія постановила принять его къ свѣдѣнію.

## ПРОТОКОЛЪ

полевыхъ испытаній взрывчатыхъ веществъ нансенить, цельтитъ и гезилить V, произведенныхъ Комиссіей 30 марта 1911 года на каменоломняхъ гр. Кайзерлинга, близъ ст. Саблино, Николаевской жел. дор.

По прибытіи на мѣсто испытаній, Комиссіей былъ произведенъ осмотръ подлежащихъ изслѣдованію взрывчатыхъ веществъ, при чемъ оказалось:

а) Нансенить имѣеть, согласно даннымъ изготовляющей его фабрики д-ра Нансена, въ Дѳмицѣ (Германія), слѣдующій составъ:

Аммоніевой селитры . . . . .	68%
Каліевой „ . . . . .	4%
Динитротолуола . . . . .	7%
Хлористаго натрія . . . . .	15%
Растительной муки . . . . .	6%
Итого . . . . .	100%

Составъ этотъ представляетъ собою порошокъ свѣтло-сѣраго цвѣта, заключенный въ патроны длиною 120 mm. и діаметромъ 35 mm. Патроны снабжены двумя оболочками, изъ которыхъ верхняя парафинированная, и уложены въ картонныя коробки, оклеенныя восковой бумагой. Въ каждой коробкѣ помѣщается 21 патронъ. 10 коробокъ укупорены въ деревянный ящикъ, высланный внутри резиновой тканью. Всѣхъ взрывчатого вещества въ ящикѣ (210 патроновъ) =  $1\frac{1}{2}$  пуда.

б) Цельтитъ имѣеть, согласно даннымъ той же фирмы, слѣдующій составъ:

Желатинированнаго нитроглицерина . . . . .	60%
Каліевой селитры . . . . .	18%
Щавелево-кислаго аммонія . . . . .	13%
Древесной муки . . . . .	9%
Итого . . . . .	100%

Цельтитъ представляетъ собой пластическую массу желтаго цвѣта, заключенную въ патроны длиною 125 mm. и діаметромъ 35 mm. Патроны снабжены оболочкой изъ пергамина и уложены по 14 шт. въ картонныя коробки, обернутыя непарафинированной бумагой. 10 коробокъ уложены въ деревянный,  $1\frac{1}{2}$ -пудовый ящикъ, высланный резиновой тканью.

в) Гезилить V имѣеть, по даннымъ той же фирмы, слѣдующій составъ:

Желатинированнаго нитроглицерина . . . . .	30%
Глицерина и смолянокислаго кали . . . . .	5%
Аммоніевой селитры . . . . .	38%
Хлористаго натрія . . . . .	25%
Муки . . . . .	2%
Итого . . . . .	100%

Онъ представляетъ изъ себя пластическую массу желтаго цвѣта, заключенную въ патроны длиною 120 mm. и діаметромъ 35 mm. Патроны снабжены двумя оболочками, изъ которыхъ нижняя пергаминная, а верхняя парафинированная. Патроны по 14 шт. уложены въ картонныя коробки,



обернутыя парафинированной бумагой. 10 коробокъ укупорены въ деревянный, выстланный резиновой тканью, и вѣсящій  $1\frac{1}{2}$  пуда, ящикъ.

По выясненіи сказаннаго и взятіи образцовъ каждаго взрывчатого вещества для производства лабораторныхъ испытаній, Комиссія произвела слѣдующій рядъ опытовъ, при чемъ для изготовленія боевыхъ патроновъ взрывчатая вещества, цельтитъ и гезилитъ V, подвергались предварительному оттаиванію въ термофорѣ.

## I.

Первая серія опытовъ была произведена со взрывчатымъ веществомъ нансенитъ.

1) Для опредѣленія наименьшаго вѣса гремучей ртути въ капсюлѣ, способнаго произвести полный взрывъ патрона, были снаряжены два патрона: одинъ съ капсюлей № 6 (1 гр.), другой съ капсюлей № 8 (2 гр. гремучей ртути). Оба патрона были положены на доску и взорваны помощью затравки Бикфорда. Опытъ повторенъ два раза. Въ обоихъ случаяхъ капсюль № 6 далъ неполный взрывъ, а капсюль № 8—полный. Въ виду того, что и фирма рекомендуетъ производить взрывы капсюлями № 8, всѣ дальнѣйшіе опыты Комиссія производила съ 2-граммовыми капсюлями.

2) Для изслѣдованія передачи взрыва на разстояніи, на доскѣ были положены 5 патроновъ такъ, что оси ихъ лежали на одной прямой линіи, а разстояніе между отдѣльными патронами составляло послѣдовательно 0, 1, 2 и 4 см. Опытъ былъ повторенъ два раза. Въ обоихъ случаяхъ при взрывѣ патрона-пальника произошелъ полный взрывъ всѣхъ остальныхъ патроновъ.

3) Взрывъ пачками (пачка была составлена изъ 7 патроновъ, при чемъ патронъ-пальникъ помѣщался посрединѣ) на снѣгу далъ тѣ же результаты.

4) Для того, чтобы судить о дѣйствіи нансенита въ естественныхъ условіяхъ, были заряжены 2 шпура: № 1, глубиной 60 см. и въ разстояніи 50 см. отъ края уступа и № 2—глубиною 93 см. и въ разстояніи 100 см. отъ края уступа. Разстояніе между шпурами = 120 см. Шпуръ № 1 былъ заряженъ 3-мя, а шпуръ № 2—5-ю патронами нансенита. Забойка шпуровъ состояла изъ сухого песку. При взрывѣ ихъ звукъ получился несильный, разбрасываніе кусковъ незначительное, и на мѣстѣ шпуровъ образовалась воронка, діаметромъ свыше 2 м.

## II.

Вторая серія опытовъ была произведена со взрывчатымъ веществомъ цельтитъ.

1) При взрываніи на доскѣ отдѣльныхъ патроновъ съ капсюлями № 6 и № 8 полный взрывъ получился въ обоихъ случаяхъ. Однако,

такъ какъ фирма рекомендуетъ употреблять при взрывахъ цельтита капсюли № 8 (2 гр.), послѣдующіе опыты производились съ этими послѣдними капсюлями.

2) Для опредѣленія передачи взрыва на разстояніе, на доскѣ были уложены 5 патроновъ, такъ что оси ихъ совпадали и разстояніе между патронами было послѣдовательно = 0, 1, 2 и 4 см. При взрывѣ патрона-пальника получился полный взрывъ остальныхъ. Опытъ былъ повторенъ съ тѣмъ измѣненіемъ, что послѣдній патронъ былъ отодвинутъ отъ предыдущаго на 6 см. Взрывъ и въ этомъ случаѣ получился полный. Въ виду полученныхъ результатовъ, Комиссія признала ненужнымъ производить взрывъ цельтита пачками.

### III.

Третья серія опытовъ была произведена со взрывчатымъ веществомъ гезилитъ V.

1) При взрывѣ на доскѣ отдѣльныхъ патроновъ съ капсюлями № 6 и № 8 получился полный взрывъ въ обоихъ случаяхъ. По предложенію представителя фирмы, однако, дальнѣйшіе опыты производились съ капсюлями № 8.

2) При испытаніи передачи взрыва на разстояніе, первый разъ, при разстояніяхъ между патронами 0, 1, 2 и 4 см., получился полный взрывъ всѣхъ патроновъ. Однако при повтореніи опыта оказалось, что, кромѣ патрона-пальника, полностью взорвался лишь второй патронъ, непосредственно съ нимъ соприкасавшійся, третій патронъ, находившійся на разстояніи 1 см. отъ предыдущаго, взорвался только отчасти (было найдено  $\frac{1}{2}$  патрона), остальные же два патрона вовсе не взорвались, а были лишь сброшены съ доски и помяты.

3) При взрывѣ на снѣгу пачки изъ 7 патроновъ взрывъ получился полный.

### IV.

Для опредѣленія дѣйствія взрывчатыхъ веществъ цельтита и гезилита V при естественныхъ условіяхъ были заряжены 4 шпура, глубиною № 1—70 см., № 2—78, № 3—85 и № 4—60 см. Разстояніе между шпурами было 110, 110 и 160 см.; разстояніе ихъ отъ края уступа 70, 150, 100 и 50 см. Шпуръ № 1 былъ заряженъ тремя патронами гезилита V, шпуръ № 2—тремя патронами цельтита, при чемъ вслѣдствіе малаго діаметра шпура патроны не дошли до дна его и патронъ-пальникъ доходилъ непосредственно до устья шпура, № 3—четырьмя патронами цельтита и № 4—двумя патронами гезилита V, при чемъ патроны также не дошли до дна и патронъ-пальникъ находился въ разстояніи 10 см. отъ устья шпура. Шпуры были засыпаны сухимъ пескомъ.



При взрывѣ ихъ звукъ получился очень сильный, разбрасываніе осколковъ наблюдалось на значительное разстояніе. Всѣ шнуры взяли очень хорошо.

## V.

Опыты этой серіи имѣли цѣлью выяснитъ отношеніе испытуемыхъ взрывчатыхъ веществъ къ сожиганію ихъ на кострѣ. Для этой цѣли былъ разложенъ костеръ и когда онъ перегорѣлъ, на горячіе уголья бросались отдѣльныя патроны и цѣлыя коробки взрывчатыхъ веществъ. При этомъ оказалось:

1) Нансенить въ патронахъ и въ порошокѣ плавится, слипается, загорается съ трудомъ, горитъ короткимъ желтымъ пламенемъ; при сожиганіи въ коробкахъ—тоже.

2) Цельтитъ въ патронахъ горитъ энергично яркимъ розовато-желтымъ пламенемъ; въ коробкахъ—тоже съ фіолетовымъ оттѣнкомъ.

3) Гезилить V при сожиганіи въ патронахъ сильно шипитъ, горитъ яркимъ красновато-желтымъ пламенемъ; при сожиганіи въ коробкахъ—тоже

## ПРОТОКОЛЪ

Испытаній взрывчатыхъ веществъ „Нансенить, цельтитъ, гезилить V и желатинъ-карбонитъ“ (студенистый карбонитъ) на предохранительность въ испытательной штольнѣ Шлиссельбургскаго завода Русскаго Общества для выдѣлки и продажи пороха, произведенныхъ Комиссіей 14 и 15 мая 1911 года <sup>1)</sup>).

Передъ началомъ испытаній инж.-техн. Шуманъ доложилъ Комиссіи о результатахъ предварительныхъ испытаній указанныхъ взрывчатыхъ веществъ въ опытной штольнѣ.

Для того, чтобы испытанія названныхъ взрывчатыхъ веществъ производились въ условіяхъ, аналогичныхъ тѣмъ, которыя имѣли мѣсто въ прежнихъ испытаніяхъ, произведенныхъ Комиссіей, взрывчатые вещества нансенить, цельтитъ и гезилить V, представленныя въ патронахъ 35 mm. въ діаметрѣ, были предварительно перепатронированы въ патроны, діаметромъ 23 mm., однако, при этомъ оказалось, что нансенить не даетъ полныхъ взрывовъ и часть вещества выгораетъ, а часть остается вовсе невзорванной въ штольнѣ и въ мортирѣ, поэтому опыты съ нансенитомъ пришлось вести съ патронами 35 mm. діаметромъ. Въ этихъ условіяхъ нансенить далъ въ парахъ бензина съ присадкой угольной пыли предѣльный зарядъ въ 600 гр. Что касается предѣльнаго заряда въ одной только пыли, то при зарядѣ въ 800 гр. взрыва пыли не происходило;

<sup>1)</sup> При помянутыхъ испытаніяхъ, кромѣ членовъ Комиссіи, присутствовали представитель фирмы Воссидло, г. Клековъ и Директоръ динамитнаго завода Русскаго Общества, г. Грюнингъ.

увеличивать еще зарядъ инж.-техн. Шуманъ не нашелъ возможнымъ, такъ какъ, съ одной стороны, опасался за цѣлость мортиры, а съ другой стороны, при величинѣ заряда въ 800 гр., 98% емкости мортиры было занято взрывчатымъ веществомъ, такъ что дальнѣйшее увеличеніе заряда дѣлалось почти невозможнымъ.

Гезилитъ V при описанныхъ условіяхъ далъ предѣльный зарядъ въ смѣси паровъ бензина съ углемъ—500 гр., въ одной же каменноугольной пыли инж.-техн. Шуманъ, въ виду значительнаго содержанія желатинированнаго нитроглицерина (30%) въ немъ, побоялся брать, сохраняя цѣлость мортиры, больше 750 гр., при каковомъ зарядѣ взрыва пыли не происходило.

Целтитъ, содержащій 60% желатинированнаго нитроглицерина, какъ въ смѣси бензина и пыли, такъ и въ одной пыли, давалъ взрывы при первыхъ же выстрѣлахъ зарядовъ въ 100 гр.

Что касается студенистаго карбонита, то предѣльные заряды его *оказались выше тѣхъ*, которые были указаны въ заявленіи Русскаго Ощества для выдѣлки и продажи пороха, а именно для смѣси бензина и пыли онъ оказался = 700 гр., вмѣсто 600, указанныхъ въ заявленіи, а для одной пыли, въ 800 гр., вмѣсто 700, указанныхъ въ заявленіи. Этотъ послѣдній зарядъ могъ бы быть еще увеличенъ, но по соображеніямъ, указаннымъ выше, инж.-техн. Шуманъ не счелъ возможнымъ его увеличивать.

Выслушавъ изложенное, Комиссія, послѣ обмѣна мнѣній, постановила:

Хотя въ практикѣ горнаго дѣла приходится иногда имѣть дѣло съ зарядами въ 12—18 патроновъ, т. е. 2—3 фунта (до 1.250 гр.), однако размѣры мортиры, имѣющіеся въ распоряженіи Комиссіи, не позволяютъ безъ риска увеличивать зарядъ свыше 800 гр. Кромѣ того, такъ какъ въ качествѣ предѣльнаго заряда для cadaго даннаго взрывчатаго вещества, Комиссія предполагаетъ фиксировать наименьшую изъ цифръ, полученныхъ при испытаніяхъ его въ смѣси бензина и пыли и въ одной пыли, то для Комиссіи достаточно будетъ убѣдиться, не устанавливая точно цифру, лишь въ томъ, что предѣльный зарядъ взрывчатаго вещества въ атмосферѣ одной пыли будетъ *больше* предѣльнаго заряда того же взрывчатаго вещества въ смѣси бензина и пыли. Поэтому Комиссія нашла достаточнымъ, опредѣливши предѣльный зарядъ взрывчатаго вещества въ смѣси бензина и пыли, испытанія въ одной пыли вести съ зарядами, большими найденныхъ на 100 гр. и если взрыва не получится, при 5 повторныхъ выстрѣлахъ, то считать фактъ меньшей опасности одной пыли, по сравненію со смѣсью бензина и пыли, установленнымъ. Кромѣ того, такъ какъ пыль, прошедшая черезъ сито съ 1024 отверстіями въ 1 см.<sup>2</sup>, является все-таки еще довольно крупной, и есть опасеніе, что при распыливаніи въ камерѣ 2 klг. ея, значительная часть ея осѣдетъ на дно камеры раньше, чѣмъ взрывчатое вещество будетъ взорвано. Комиссія, желая вести опыты въ условіяхъ болѣе опасныхъ и менѣе благоприят-



ныхъ для взрывчатого вещества, постановила измѣнить нѣсколько условія испытанія взрывчатого вещества въ пыли въ томъ смыслѣ, что, вмѣсто того, чтобы разсыпать въ камерѣ 10 klg. пыли и распыливать 2 klg.,— разсыпать въ камерѣ 6 klg. и распыливать также 6 klg. При такихъ условіяхъ количество пыли въ подвѣшенномъ состояніи будетъ несомнѣнно вполне достаточно для производства взрыва.

14 мая, въ 8 ч. 40 м. утра, Комиссія приступила къ производству испытаній. Первымъ былъ испытанъ гезилитъ V, въ смѣси бензина и пыли, причемъ испытанія начались съ заряда въ 500 гр., опредѣленнаго предварительными опытами инж.-техн. Шумана. Результаты испытаній записаны въ журналѣ (см. журналъ) за №№ 135—144. Такъ какъ при 5 повторныхъ выстрѣлахъ, гезилитъ V взрыва не далъ, то предсѣдатель Комиссіи обратился къ представителю фирмы Воссидло съ предложеніемъ, не желаетъ ли онъ, чтобы Комиссія произвела испытанія съ зарядомъ, большимъ 500 гр. Однако, этотъ послѣдній вполне удовлетворился полученнымъ предѣльнымъ зарядомъ и отъ предложенія предсѣдателя отказался. Въ виду этого Комиссія постановила считать 500 гр. предѣльнымъ зарядомъ для гезилита V.

Увеличеніе предѣльнаго заряда противъ цифры, заявленной при представленіи прошенія объ испытаніяхъ гезилита V (410 гр.), Комиссія объясняетъ различными условіями производства испытаній: заграницей <sup>1)</sup> гезилитъ V былъ испытанъ въ патронахъ 35 mm. въ діаметрѣ, причемъ при зарядженіи мортиры патроны клались по одному, между тѣмъ какъ при испытаніяхъ въ Комиссіи, патроны гезилита имѣли 23 mm. въ діаметрѣ и клались въ мортиру по два въ рядъ, такъ что плотность зарядженія получилась иная, кромѣ того испытанія заграницей производились на натуральномъ газѣ, между тѣмъ какъ испытанія Комиссіи, за неимѣніемъ такового, производились на смѣси петролейнаго эфира и бензина съ присадкой 2 l. кам.-уг. пыли, каковая смѣсь хотя и даетъ при испытаніяхъ результаты, близкіе къ натуральному газу, но, конечно, въ иныхъ условіяхъ, эти результаты могутъ и разниться между собой.

Затѣмъ Комиссія приступила къ испытаніямъ цельтита (выстрѣлы № 145—146, см. журналъ). При первомъ же выстрѣлѣ, при зарядѣ 100 гр. (1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> патрона, причемъ зарядъ былъ положенъ на дно мортиры), цельтитъ воспламенилъ смѣсь бензина и пыли. Въ виду этого, Комиссія признала бесполезнымъ производить дальнѣйшіе опыты для опредѣленія предѣльнаго заряда цельтита, такъ какъ таковой не имѣлъ бы никакого практическаго значенія. Отъ испытанія цельтита въ атмосферѣ одной кам.-уг. пыли представитель фирмы Воссидло отказался, почему таковыя Комиссіей также не производились.

<sup>1)</sup> Въ испытательной штольнѣ „Grube König“.

Испытанія гезелита V, въ атмосферѣ одной пыли (см. журналъ, выстрѣлы 147—156), были произведены, на основаніи соображеній, указанныхъ выше, съ зарядомъ въ 600 гр. Пять послѣдовательныхъ взрывовъ не дали воспламененія пыли, что показываетъ, что гезелитъ въ этой атмосферѣ является менѣе опаснымъ, чѣмъ въ смѣси пыли съ бензиномъ, а потому опредѣленный для первой серіи предѣльный зарядъ въ 500 гр. является безопаснымъ и для одной пыли.

Испытанія нансенита производились съ патронами 35 mm. діаметромъ, т. е. въ этомъ отношеніи, въ одинаковыхъ условіяхъ съ опытами, поставленными заграницей, и дали тотъ же самый предѣльный зарядъ, который былъ найденъ при испытаніяхъ въ опытной штольнѣ „Gelsenkirchen“, т. е. 600 гр. <sup>1)</sup>. Опыты Комиссіи въ атмосферѣ бензина и пыли (выстрѣлы №№ 157—166) и одной пыли (выстрѣлы №№ 188—196), не давшіе воспламененія послѣ 5 повторныхъ взрывовъ, показали, что зарядъ 600 гр. можетъ быть признанъ предѣльнымъ.

Испытанія студенистаго карбонита, для котораго былъ указанъ въ прошеніи предѣльный зарядъ въ 600 гр., въ виду заявленія г. директора динамитнаго завода Русскаго Общества для выдѣлки и продажи пороха, были произведены съ зарядами въ 700 гр. въ атмосферѣ бензина и пыли (выстрѣлы №№ 167—176) и 800 гр. въ атмосферѣ одной пыли (выстрѣлы №№ 177—186). Эти опыты не давшіе воспламененія смѣси ни разу, показали, что для названнаго взрывчататаго вещества предѣльнымъ зарядомъ можетъ считаться зарядъ въ 700 гр.

Испытанія относительной силы названныхъ взрывчатыхъ веществъ въ бомбахъ Трауця дали слѣдующія увеличенія объемовъ (см. особую таблицу):

гезелитъ V . . . . .	249
нансенитъ . . . . .	252
цельтитъ . . . . .	316
студ. карбонитъ . . . . .	243

Опыты были окончены 15 мая въ 7 ч. 20 м. вечера.

(Продолженіе слѣдуетъ).

<sup>1)</sup> Это указываетъ на одинаковость взрывчатой способности бензино-воздушной атмосферы въ штольнѣ Шлиссельбургскаго завода и атмосферы рудничнаго газа въ штольнѣ Gelsenkirchen.



СЕНТРАЛЬНОЕ УЧЕБНОЕ  
БИБЛИОТЕКА  
ИМЕНИ  
В. Г. ВЕДЕНСКОГО



*Monroe*



# С М Ъ С Ъ.

## АЛЕКСАНДРЪ ВАСИЛЬЕВИЧЪ РОМАНОВЪ.

### Некрологъ.

28 іюня скончался управляющій С.-Петербургскимъ Пробирнымъ Округомъ и Лабораторіею Министерства Торговли и Промышленности, горный инженеръ, дѣйствительный статскій совѣтникъ Александръ Васильевичъ Романовъ.

Покойный, сынъ извѣстнаго горнаго инженера Василія Ипатьевича Романова, бывшаго Горнаго Начальника Воткинскаго завода, поступилъ еще малолѣтнимъ въ Горный Институтъ, бывшій еще тогда закрытымъ учебнымъ заведеніемъ, куда дѣти горныхъ инженеровъ принимались на казенный счетъ, и окончилъ курсъ въ 1873 году, когда Институтъ уже (съ 1866 года) имѣлъ нынѣшнюю его организацію. По окончаніи курса наукъ былъ назначенъ на службу по Главному Горному Управленію, съ откомандированіемъ на Ижорскіе заводы Морского вѣдомства, куда былъ приглашенъ Горнымъ Инженеромъ Петромъ Ивановичемъ Меллеромъ, бывшимъ строителемъ Камскаго броневого завода, приглашеннымъ, въ свою очередь, въ Колпино для перестройки бронепрокатной мастерской. На этихъ заводахъ А. В. Романовъ прослужилъ до 1884 года, до времени передачи мастерской въ аренду англійскому Обществу Дж. Броунъ, когда П. И. Меллеръ и другіе инженеры оставили службу Морского Вѣдомства. Въ этомъ, году по докладу Департамента Государственнаго Казначейства, Александръ Васильевичъ былъ назначенъ пробиреромъ въ Московскую Пробирную Палатку и въ 1887 г. помощникомъ управляющаго этою Палаткою. Въ послѣдней должности оставался до 1895 г., т. е. до назначенія его управляющимъ Рижскою Пробирною Палаткою. Изъ Риги былъ переведенъ въ 1898 г. въ Варшаву на должность управляющаго Варшавскимъ Пробирнымъ Округомъ и наконецъ въ 1904 г. былъ назначенъ управляющимъ С.-Петербургскимъ Пробирнымъ Округомъ и Лабораторіею Министерства Торговли и Промышленности.

Такимъ образомъ, большая часть его служебной жизни была посвящена пробирному дѣлу. Слово «посвящена» слѣдуетъ здѣсь понимать въ прямомъ значеніи его, такъ какъ нужно отдать справедливость покойному что онъ служилъ, не жалѣя трудовъ своихъ. Главнымъ образомъ по его почину и его трудами была создана и введена въ жизнь новая система клейменія. Число типовъ клеймъ съ 80 въ 1889 г. возросло до 106 въ 1908 г. и 19 страницъ такъ называемой таблицы клейменія, обнимавшихъ раньше 311 видовъ издѣлій, расширились до 65 страницъ съ 594 видами.

Новая система клейменія дала возможность болѣе успѣшно вести борьбу съ нарушеніями пробирнаго устава, борьбу, которая и составляетъ одну изъ главныхъ задачъ пробирнаго дѣла: огражденіе интересовъ казны, покупателя, а также торговца и мастера, освобождая послѣднихъ отъ недобросовѣстной конкуренціи лицъ, нарушающихъ пробирный уставъ.

Какъ относились торговцы и мастера къ дѣятельности покойнаго, могутъ послужить указаніемъ слѣдующія слова, посвященныя его памяти въ № 7 журнала «Ювелиръ»:

«Въ лицѣ покойнаго столичные ювелиры потеряли чрезвычайно отзывчиваго и доступнаго человѣка, отлично знавшаго ихъ нужды и всегда готоваго придти имъ на помощь».

Многія статьи проекта новаго пробирнаго устава, въ составленіи котораго покойный принималъ главное участіе, вполне подтверждаютъ справедливость вышеприведенныхъ словъ.

Миръ праху твоему честный и добросовѣстный труженикъ!

*Ф. Ю. Жерве.*



## БИБЛІОГРАФІЯ.

### Б. И. Бокій. Практическій курсъ Горнаго Искусства. Часть I.

Вышедшая въ свѣтъ первая часть этого совершенно новаго курса содержитъ въ себѣ описанія горныхъ работъ. Сначала устанавливаются общія понятія и сообщается терминологія (стр. 1—36), затѣмъ идетъ описаніе ручныхъ горныхъ инструментовъ (стр. 36—51) и, въ двухъ словахъ, описаніе огненной и гидравлической работы (стр. 51—54); потомъ излагаются гораздо болѣе подробно взрывныя работы, а именно стр. 55—82 посвящены правиламъ заложенія шпуровъ и, въ особенности, теоретическому изученію дѣйствія бура на породу и передачи энергіи рабочаго буру, затѣмъ идетъ описаніе инструментовъ для буренія и перфораторовъ (83—131); далѣе описываются различные взрывчатые вещества и принципы ихъ дѣйствія (стр. 132—172), причемъ, какъ оттъняетъ самъ авторъ въ предисловіи, особенное вниманія удѣляется классификаціи взрывчатыхъ веществъ и теоріи предохранительныхъ веществъ; конецъ книги посвященъ довольно подробному описанію принадлежностей паленія (стр. 173—191) и производству взрывныхъ работъ (стр. 192—219); послѣднія пять страницъ отведены краткому упоминанію о попыткахъ замѣнить взрывныя работы другими способами, особенно дѣйствіемъ клина. Къ курсу приложены наши русскія «Правила пользованія взрывчатыми матерьялами при горныхъ работахъ».

Главнымъ достоинствомъ новаго курса, по нашему мнѣнію, является простота и удобопонятность изложенія, а также стремленіе (особенно ближе къ началу книги)—къ сжатости. Никакихъ премудростей нѣтъ, нѣтъ груды, зачастую совершенно излишнихъ для студента (курсъ предназначенъ именно для нихъ) свѣдѣній, все читается легко и тѣ математическія выкладки, которыя приведены, по существу своему совершенно элементарны.

Что касается недостатковъ, то мы должны сказать, что ожидали отъ автора нѣсколько большаго. Прежде всего, зная его, какъ бывшаго инженера-практика, мы думали, что онъ въ широкой мѣрѣ используетъ именно свой личный опытный матерьялъ, тѣмъ болѣе, что по вопросу о горныхъ работахъ матеріала этого вообще такъ много имѣется въ Донецкомъ бассейнѣ, гдѣ авторъ былъ продолжительное время. Между тѣмъ, по крайней мѣрѣ, разсматриваемая часть курса, оказалась составленной по чисто литературнымъ источникамъ. Мало того, оказалось что самое названіе курса «практическій» приложимо сюда довольно плохо. Въ подобныхъ случаяхъ главное вниманіе обращается обыкновенно на описаніе выработанныхъ практикой правилъ и приемовъ того, *какъ* вести работы, и сообщается рядъ руководящихъ свѣдѣній, почерпнутыхъ изъ наблюденій, причемъ иногда онѣ

могутъ получать даже отгѣнокъ нѣкоторой рецензурности; въ разсматриваемомъ же курсѣ наблюдается: 1) полное отсутствіе цифровыхъ данныхъ, что, кетати, по нашему мнѣнію, безусловно является утрировкой, 2) подробное теоретическое изслѣдованіе происходящихъ явленій (напр. весь процессъ буренія, теорія предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ и т. д.), 3) все время проглядываетъ явное стремленіе къ классифицированію,—все это типичные признаки именно теоретическаго курса, а не практическаго.

Далѣе, какъ это ни странно, только что выходящій въ свѣтъ курсъ производитъ впечатлѣніе стараго: давно знакомые чертежи, указаніе автора, что основой послужилъ *главнымъ образомъ* курсъ проф. Г. Д. Романовскаго (насчитывающій уже 22 года) полное отсутствіе описанія врубовыхъ машинъ, не только сильно распространенныхъ за границей, но и явно входящихъ въ употребленіе у насъ, отсутствіе столь многочисленныхъ въ настоящее время врубовыхъ и бурильныхъ молотковъ (кромѣ краткаго описанія молотка Флоттмана и отдѣльныхъ мимолетныхъ упоминаній) и т. п. Какъ отличается въ этомъ отношеніи, напр., нѣмецкій курсъ Herbst Heise!

Можно также поставить въ упрекъ пользованіе лишь нѣкоторыми литературными источниками, вмѣсто многихъ. Зачастую можно подумать, что литература ими исчерпывается. Напр., составитель курса много пользуется работами г. Успенскаго. Статьи послѣдняго чрезвычайно цѣнны, но онѣ неодинокі въ литературѣ. Поэтому получается, что, напр., выводъ пропорціональности между производительностью буренія и квадратомъ діаметра бура приписанъ г. Успенскому, а на самомъ дѣлѣ провѣрялся опытнымъ путемъ еще Förster'омъ въ 1882 г. <sup>1)</sup>, ибо непосредственно вытекаетъ изъ установленной пропорціональности между работой буренія и выбуреннымъ объемомъ породы.

Въ отношеніи изложенія надо отмѣтить часто не совсѣмъ удачныя опредѣленія: напр. «*протяженіе* пласта въ длину, называется его *простираніемъ* и выражается въ *градусахъ* угла»...

Протяженіе есть длина и градусами не измѣряются, и т. п.

Во всякомъ случаѣ, считая своей обязанностью, давая рецензію, указать замѣченные недостатки, мы подчеркиваемъ, что изданіе новаго русскаго курса Горнаго Искусства—благое дѣло, за которое можно сказать Б. Н. Бокію только спасибо. Будемъ съ интересомъ ждать слѣдующихъ частей курса.

М. Протоѣяконовъ.

<sup>1)</sup> Jahrbuch B. u. H. W. im K. Sachsen. См. также ссылку Hofer Oest. Zeit. 1884. S. 603.



# ВЕЙЗЕ и МОНСКІЙ въ Галле №3. (Германія).

ОТДѢЛЕНІЯ ВЪ РОССІИ:

**ХАРЬКОВЪ,**

Сумская, д. № 62.

**МОСКВА,**

Мясницкая, д. Музея.

**БАКУ,**

Красноводская, 6.

СОРОКАЛѢТНЯЯ СПЕЦІАЛЬНОСТЬ.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО

## НАСОСЫ

разныхъ конструкцій для горныхъ за-  
водовъ.

**ПАРОВЫЕ** насосы «Дуплексъ», «Дуплексъ-Ком-  
паундъ» и «Дуплексъ» съ тройнымъ расширеніемъ.

**МАХОВИЧНЫЕ** паровые насосы, работающіе осо-  
бенно экономно.

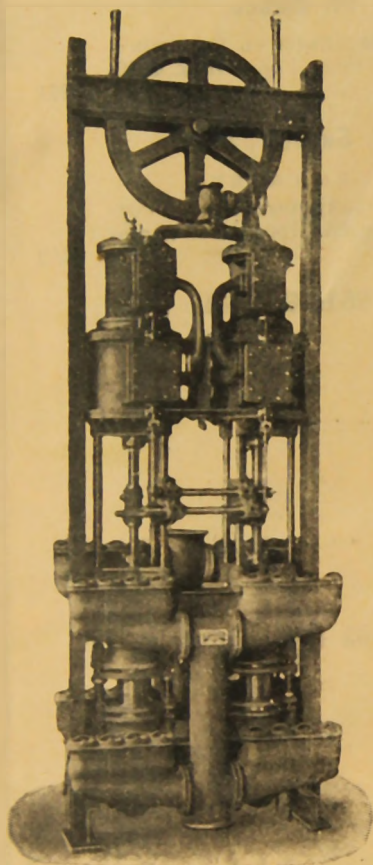
**БЫСТРОХОДНЫЕ** поршневые насосы для непо-  
средственного соединенія съ электромоторами и проч.

**КОМПРЕССОРЫ** для парового ременного и элек-  
трическаго привода. Компрессоры «Рэпидъ» для не-  
посредственного соединенія съ электромоторами.

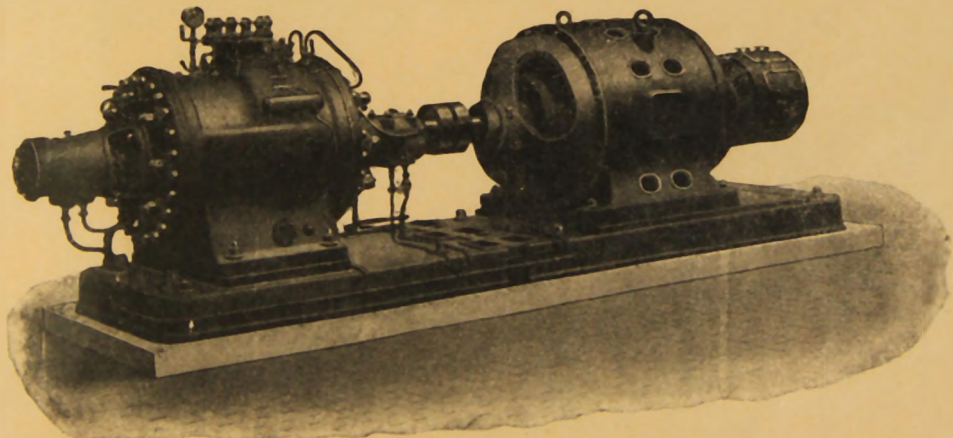
**ЦЕНТРОБѢЖНЫЕ НАСОСЫ** низкаго да-  
вленія.

**ЦЕНТРОБѢЖНЫЕ НАСОСЫ** турбинной системы  
«Герман. Государств. Патентъ» № 177267, способъ  
устраненія осевого давленія; вертикальные и горизон-  
тальные, исполненные для высотъ нагнетанія до  
600 метровъ.

**ВАКУУМНАСОСЫ.**



НА СЛАДЪ ПОСТОЯННО  
БОЛЬШОЙ АССОРТИМЕНТЪ  
НАСОСОВЪ



Всемирная выставка Брюссель 1910 г. „GRAND-PRIX“.

## II. Естественныя науки, имѣющія отно- шеніе къ горному дѣлу.

- Опытъ примѣненія металлическаго термографа-лилипута къ производ-  
ству геотермическихъ наблюдений.  
Горн. Инж. Л. А. Ячевскаго. (Essai  
d'application du thermographelili-  
putien métallique à l'exécution des  
observations géothermiques, par  
M-r L. Jatschevsky, ing. des mines). 226
- Результаты работъ Комиссiи, образо-  
ванной при Горномъ Департамен-  
тѣ, для испытанія новыхъ взрыв-  
чатыхъ веществъ, въ видахъ до-  
пущенія ихъ къ употребленію при  
горныхъ работахъ, въ 1911 году.  
Проф. Б. И. Бокія. (Les résultats  
des travaux de la Commission du

Département des mines pour l'étude  
des nouveaux explosifs en but de  
les admettre à l'usage de l'indus-  
trie minière en Russie, en 1911,  
par M-r le prof. B. Boky). . . . . 238

## III. Смѣсь.

- Александръ Васильевичъ Романовъ.  
Некрологъ. Сост. Горн. Инж. Ф. Ю.  
Жерве. . . . . 251

## IV. Библиографія.

### Новыя книги.

- Б. И. Бокій. Практическій курсъ Гор-  
наго Искусства. Проф. М. М. Прото-  
дьяконова . . . . . 253

## ОБЪЯВЛЕНІЯ.

Къ этой книжкѣ приложены: I таблица чертежей и I фототипія.