

ГРНБ  
мнр

---

# ТРУДЫ

---

ДЕВЯТАГО РУССКОГО  
ВОДОПРОВОДНОГО  
СЪЕЗДА

---

ВЪ ТИФЛИСЪ

---



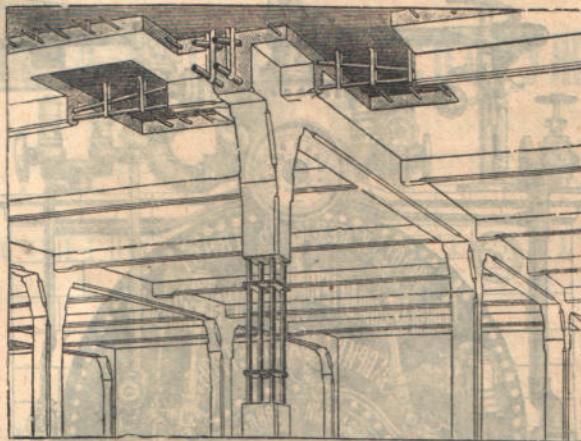
11469

Строительная Контора

# Инж. ВЕРНЭ и К°.

МОСКВА,

Срѣтенскій бульваръ, Фроловскій пер., домъ Страхового Ова  
«Россія», подъѣздъ 10, квартира 127.



## Желѣзо-бетонныя сооруженія

системы ГЕННЕБИКЪ и другихъ.

**ОГНЕСТОЙКІИ** и неизмѣняемы отъ атмосферныхъ вліяній.

НЕСГОРАЕМЫЯ  
ПЛОСКАЯ  
**МЕЖДУЭТАЖНАЯ**  
ПЕРЕКРЫТИЯ  
ПРИ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХЪ  
НАГРУЗКАХЪ И ПРОЛЕТАХЪ.  
БАЛКИ, КОЛОННЫ.

ФУНДАМЕНТЫ  
НА СЛАБЫХЪ ГРУНТАХЪ.  
РЕЗЕРВУАРЫ,  
МОСТЫ, ТЕРРАСЫ,  
БАЛКОНЫ, ЛѢСТИЦЫ.  
НЕРЕМЫЧКИ, СВАИ  
И ВСЕВОЗМОЖНЫЯ  
СТРОИТЕЛЬНЫЯ РАБОТЫ.

Адресъ для телегр.: Москва, «Антипожаръ». Телеф. № 43-91.

# Ф. ГАКЕНТАЛЬ и К°,

МОСКВА, Сыромятническая, № 26.

Телеграфный адресъ: МАНОМЕТРЪ—МОСКВА.

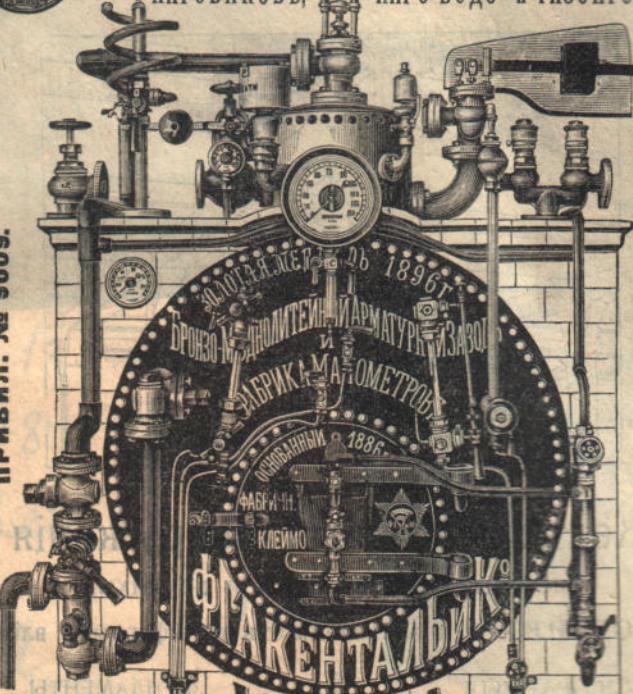


ПАТЕНТОВАННЫЙ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ГАЙКИ  
„РОТЪ“ Для РУКАВОВЪ ПОЛНАГО СОВЕРШЕНСТВА,

ПРИВИЛ. № 9009.

## БРОНЗОВАЯ и ЧУГУННАЯ АРМАТУРА

для ПАРОВИКОВЪ, ПАРО-ВОДО- и ГАЗОПРОВОДОВЪ.



СЫРОМЯТНИЧЕСКАЯ,

№ 26.

**ФАКЕНТАЛЬ И К°**

АДРЕСЪ ДЛЯ ТЕЛЕГРАММЪ:  
ГАКЕНТАЛЬ, МОСКВА.

Имѣются постоянно на складѣ: манометры, гидравлические манометры, вакуумметры, контрольн. манометры, клапаны, пробные и водомѣрные краны, маслѣнки и сальники всѣхъ типовъ, свистки, инжекторы, питательн. насосы и проч. арматура.

ИНЖЕКТОРЫ „РЕ-СТАРТИНГЪ“  
ИНЖЕКТОРЫ ПАРОВОЗНЫЕ СИСТ. „ФРИДМАНЪ“,  
КАТАЛОГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ БЕЗВОЗМЕДНО.

Арматурный заводъ и фабрика манометровъ.

СТРОИТЕЛЬНАЯ КОНТОРА  
**И. КУКОВСКИЙ.**

ЖЕЛЪЗО-БЕТОННЫЯ СООРУЖЕНИЯ.  
ПРОИЗВОДСТВО  
патентованныхъ стѣнъ  
и сводовъ.  
Всякаго рода бетонныя  
и строительныя работы.

---

МОСКВА,  
Срѣтенскій бульваръ, уголъ Милютинскаго пер.,  
домъ Страхового Общества „Россія“.  
Телефонъ № 43-57.

ТОВАРИЩЕСТВО ИНЖЕНЕРОВЪ  
**Н. П. ЗИМИНЪ И К°,**  
 ПОДЪ ФИРМОЮ  
**„НЕПТУНЪ“.**

МОСКВА, Разгуляй, д. В. Н. Зиминой. ————— Телефонъ 1540.

Адресъ для телеграммъ: Москва, „НЕПТУНЪ.“

Проектированіе и Консультациѣ.  
 ТЕХНИЧЕСКІЙ НАДЗОРЪ и ПРОИЗВОДСТВО РАБОТЪ.

СПЕЦІАЛЬНОСТИ:

**Гидро - техника и Санитарная техника.**

Водопроводы. Охрана отъ пожаровъ.

Канализациѣ. Осушеніе и орошеніе.

Фильтрованіе, стерилизациѣ и умягченіе воды.

Очищеніе сточныхъ водъ біологическимъ способомъ.

Увлажненіе воздуха и пылеудаленіе всасываніемъ.

Холодильныя машины и ледяное производство.

Деструкторы сля сжиганія мусора и отбросовъ

И ДРУГІЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ РАБОТЫ.

**Единственныя представительства въ Россії:**

1. На Американскіе фільтры для очищенія питьевой воды отъ Jewell Export Filter Co. New-York.
2. На пластинчатые окислители Дібдина для біологического очищенія сточной воды отъ W. J. Dibdin, London.
3. На дисковые водомѣры „Кійстонъ“ отъ Pittsburg Meter Co. East Pittsburg, Pa.
4. На цеолиты для умягченія воды, очищенія сахарныхъ сироповъ и пр. отъ Permutit-Filter-Co. Berlin.

Циркуляры и общія свѣдѣнія по запросамъ  
 высылаются БЕЗПЛАТНО.

ГОРНАГО ИНЖЕНЕРА

# Л. И. ПЛУЩЕВСКАГО Н-ки.

Мясницкая, Чистые пруды, домъ Туцицына № 138.

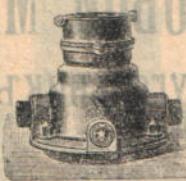
Для телеграммъ: МОСКВА-ЭЛЬПЕ. Телефонъ № 25-12.

## ВОДОМЪРЫ и НЕФТЕМЪРЫ

ПОРШНЕВЫЕ, ДИСКОВЫЕ, ТЮРБИННЫЕ



1.



2.



3.

## ОСОБЕННО РЕКОМЕНДУЮТСЯ

поршневые водомѣры и нефтемѣры системы „ФРАЖЕ“, какъ самые точные, прочные и дешевые.

## УСТАНОВЛЕННЫЕ У ПАРОВЫХЪ КОТЛОВЪ:

- 1) НА ЗАВОДАХЪ: у Бр. Бромлей, Г. Бари, Г. Листа, Добровъ и Набгольцъ, Ф. Гакенталь, Дангауера и Кайзера, Людвигъ Нобель, Э. Липгарда, Шибаева, Брычевъ, Кудрявцева, Путиновскомъ, Коломенскомъ, Сормовскомъ, Брянскомъ, Кулебакскомъ горномъ заводѣ, Шостенскомъ пороховомъ, Казанскомъ пороховомъ, Никополь-Мариупольскомъ, Разоренова и Кормилицина, Анны Красильщиковой и С-вой, Карла Шпигеля въ С.-Петербургу, Г. Г. Мантея въ Ригѣ, Стукенъ и К° въ Баку, Бр. Терещенко въ Тулѣ, Императорскомъ Московскомъ Техническомъ училищѣ, въ Кіевскомъ Политехническомъ институтѣ, Забайкальской жел. дор. Харьковскомъ паровозостроительномъ заводѣ, Харьковской электрической станціи, на Московской думской электрической станціи, въ Московскихъ клиникахъ, Т-ва Прохоровской Мануфактуры, Мануфактуры Бр. Бурылиныхъ, Подольскомъ Цементномъ Заводѣ, на фабрикѣ Т-ва Бр. Мамонтовыхъ въ Москве, Т-ва П. Малютина С-ья и мн. др.
- 2) НА ГОРОДСКИХЪ ВОДОПРОВОДАХЪ: въ Москвѣ, Архангельскѣ, Баку, Вяткѣ, Измаилѣ, Кіевѣ, Нижнемъ-Новгородѣ, Оренбургѣ, Перми, Самарѣ и мн. др.
- 3) НА КАЗЕННЫХЪ ВИННЫХЪ СКЛАДАХЪ: въ Москвѣ, Архангельскѣ, Екатеринославѣ, Курскѣ, Иркутскѣ, Орлѣ, Одесѣ, Пензѣ, Ригѣ, Самарѣ, Симбирскѣ, Тамбовѣ, Тулѣ и др.

## Газомѣрители. Электрическія счетчики.

Трубы и арматура для воды, пара, газа и нефти.

Чугунъ. Желѣзо. Сталь. Мѣдь. Цинкъ. Свинецъ.

Антрацитъ. Уголь. Коксъ.

РУДЫ: Марганцевая. Цинковая. Хромовая.



1865.



1870.

ВЫСШАЯ НАГРАДА

**GRAND-PRIX**

Въ Парижѣ въ 1900 г.



1882.



1896.

ТОВАРИЩЕСТВО

# РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКОЙ РЕЗИНОВОЙ МАНИФАКТУРЫ

ПОДЪ ФИРМОЮ „ТРЕУГОЛЬНИКЪ“, ВЪ С.-ПЕТЕРБУРГЪ

ПРЕДЛАГАЕТЪ

ВСЕВОЗМОЖНЫЯ РЕЗИНОВЫЯ ИЗДѢЛІЯ

НАИВЫСШАГО КАЧЕСТВА.

Техническіе предметы: пластины, клапаны, кольца, рамы, цилинды, шнуры, набивки и т. д.

Резиновые рукава: выбрасывающіе, всасывающіе-спиральные, паро-проводные.

Пеньковые рукава внутри прорезиненные.

Резиновые приводные ремни.

Предметы изъ эbonита и роговой резины.

Электротехническія и кабельные принадлежности.

Резиновые шины: для автомобилей и грузовиковъ и т. д.

**Всякія азбестовыя издѣлія.**

„Трампітъ“ для прокладокъ при высокомъ давленіи и перегрѣтомъ парѣ.

ФАБРИЧНОЕ КЛЕЙМО



помѣщается на каждомъ предметѣ.

ПРЕЙСЪ-КУРАНТЫ БЕСПЛАТНО.

ПОЛНАЯ ГАРАНТИЯ ЗА ПРОЧНОСТЬ И ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТЬ.

ОТДѢЛЕНІЯ: въ Москвѣ, Харьковѣ, Киевѣ, Одессѣ, Вильнѣ, Ригѣ, Ростовѣ н/Д., Саратовѣ, Казани, Перми, Екатеринбургѣ, Тифлисѣ, Ташкентѣ, Томскѣ, Иркутскѣ, Владивостокѣ, Самарѣ, Варшавѣ, Воронежѣ, Симферополѣ, Ярославлѣ, Орлѣ, на Нижегородской и Ирбитской Ярмаркахъ.



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ

# СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

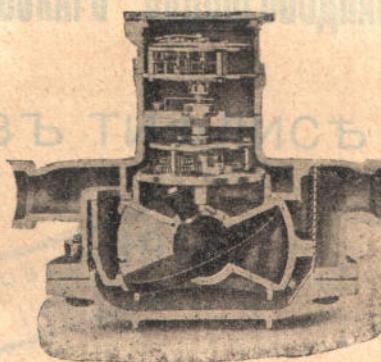
Правленіе и С.-Петербургское Отдѣленіе: Спб. Англійская наб. 46.  
Берлинское Отдѣленіе: Berlin S. W. Schönebergerstr. 4.

**ОТДѢЛЕНИЯ:**

въ Москвѣ, Варшавѣ, Харьковѣ, Одесѣ, Екатеринославѣ,

**ПРЕДСТАВИТЕЛИ:**

въ Ригѣ, Кіевѣ, Тифлісѣ: Русское Общ. Шуккертъ и Ко.



**ОТДѢЛЕНИЯ:**

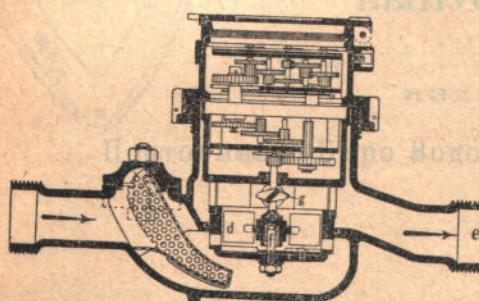
Баку, Воронежѣ, Сосновицахъ, Екатеринбургѣ, Ростовѣ-н/Д, Владивостокѣ.

**ПРЕДСТАВИТЕЛИ:**

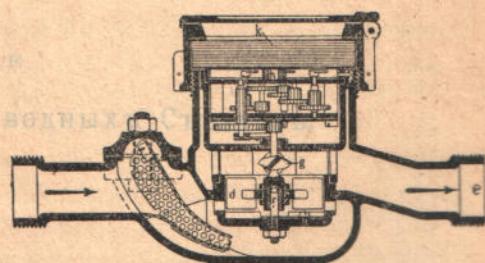
въ Вильнѣ: Виленское технич. бюро;  
въ Лодзи: Гордличка и Стамировскій.

Дисковый водомѣръ.

## ВОДОМѢРЫ



Крыльчатый водомѣръ-сухоходъ, модель TN

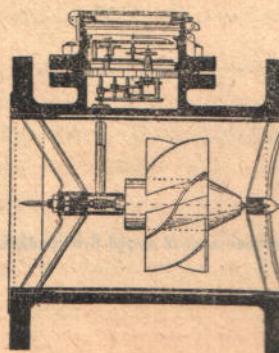


Крыльчатый водомѣръ мокроходъ, модель N.

### ВОДОМѢРЫ

для учета воды,  
питающей паро-  
вые котлы.

Водомѣръ съ вер-



### ВОДОМѢРЫ для

квартиръ.

ВОДОМѢРЫ  
съ электрическ.  
записью на раз-  
стояніи.

тушкой Вольтмана.

АННОНСНОЕ ОБЪЯВЛЕНИЕ

ПАССЕНЖИРСКИЕ ЭЛЕКТРОДИСТАНЦИИ ЗАБОРОВА

# СЧЕМЕЧКИ НА ТАРИЦЕ

Издательство А. С. Григорьевича Глебовского. Адрес: Аптекарская ул., д. 46.

ОТДЕЛЫ:

— Пассажирский  
— Товарный  
— Грузовой  
— Железнодорожный  
— Морской  
— Авиационный

УЧЕБНЫЙ ДИСТАНЦИИ  
— Пассажирский  
— Товарный  
— Грузовой  
— Железнодорожный  
— Морской  
— Авиационный

СХЕМЫ ДЛЯ УЧЕБЫ И ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ  
ПОДГОТОВЛЕНЫ ДЛЯ УЧЕБЫ В УЧЕБНЫХ ДИСТАНЦИЯХ  
ПОДГОТОВЛЕНЫ ДЛЯ УЧЕБЫ В УЧЕБНЫХ ДИСТАНЦИЯХ

## БОДОМППИ



СХЕМА ДЛЯ УЧЕБЫ В УЧЕБНЫХ ДИСТАНЦИЯХ  
ПОДГОТОВЛЕНЫ ДЛЯ УЧЕБЫ В УЧЕБНЫХ ДИСТАНЦИЯХ

## БОДОМППИ ДЛЯ

ФИЗИЧЕСКОГО

БОДОМППИ ДЛЯ

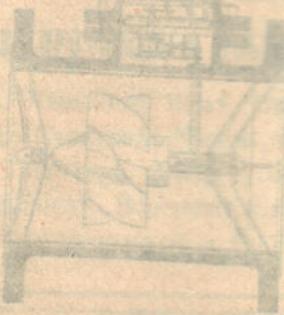
ФИЗИЧЕСКОГО

БОДОМППИ ДЛЯ

ФИЗИЧЕСКОГО

БОДОМППИ ДЛЯ

ФИЗИЧЕСКОГО



## БОДОМППИ

ДЛЯ УЧЕБЫ В УЧЕБНЫХ ДИСТАНЦИЯХ

628.1  
T-78

# ТРУДЫ

ДЕВЯТАГО РУССКАГО ВОДОПРОВОДНАГО СЪЕЗДА

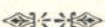
ВЪ ТИФЛИСЪ



ВЫПУСКъ 2.

ИЗДАНІЕ

Постоянного Бюро Водопроводныхъ Съездовъ.





## Девятый Русский Водопроводный Съездъ.

Занятія Съезда 17-го марта.

Во вторникъ, 17-го марта, въ 9 часовъ утра около 100 человѣкъ членовъ Съезда собрались на вокзалѣ Закавказской желѣзной дороги, откуда особымъ экстреннымъ поѣздомъ отправились на станцію Авчалы, гдѣ подробно осмотрѣли Авчальскій каналъ, водоотстойникъ, приспособленія для коагулированія воды, фильтры Пеша и англійскіе, бассейны и насосную станцію. На послѣдней особенно интереснымъ представился центробѣжный насосъ, спаренный съ пневматической турбиной (турбо-насосъ), о которомъ И. Н. Тупицынъ докладывалъ 16-го марта и детали котораго были демонстрированы.

Около насосной станціи Городскою Управою былъ предложенъ членамъ Съезда завтракъ, во время котораго было произнесено много сердечныхъ рѣчей представителями города и прѣзжими членами Съезда. Въ  $12\frac{1}{2}$  часовъ дня всѣ члены Съезда вернулись въ Тифлисъ.

### Дневное засѣданіе.

Очередное засѣданіе Съезда открылось въ 1 ч. 25 м. дня подъ предсѣдательствомъ товарища предсѣдателя Съезда Т. М. Турчиновича. Первымъ по очереди было выслушано сообщеніе инженера Г. Г. Шахбудагова.

### Сообщеніе инженера Г. Г. Шахбудагова.

Объ условіяхъ проектированія и устройства водоснабженія станцій желѣзныхъ дорогъ отъ Тифлиса до Персидской границы.

### Условія проектированія водоснабженія.

*Общий очеркъ.* Въ отношеніи нахожденія источниковъ и удобствъ подачи воды для станціонныхъ водоснабженій, желѣзная дорога отъ Тифлиса до Персидской границы раздѣляется на четыре, рѣзко отличающіеся другъ отъ друга, участка. Первый участокъ, отъ Тифлиса до Джаджурскаго перевала, проходя въ большей части своего протяженія (отъ версты 62 до версты 184) непосредственно вдоль рѣкъ Дебеда-Чая, Бамбакъ-Чая и Чичхана, а на остальномъ протяженіи

(отъ Тифлиса до 62 версты) пересѣккая нѣсколько живыхъ источниковъ (рѣки: Кура, Алгеть, Храмъ), не представилъ какихъ-либо затрудненій для обеспеченія станцій достаточнымъ количествомъ воды, по качествамъ удовлетворяющей предъявляемымъ къ ней требованіямъ, какъ питьевой и питающей паровозы.

Второй участокъ отъ Джаджурскаго перевала (вер. 184) до версты 126, гдѣ линія начинаетъ отклоняться отъ долины Арпа-Чая, а также вѣтви Александроволь—Карсъ, по сравненію съ первымъ, находятся въ менѣе благопріятныхъ условіяхъ, такъ какъ пересѣкаемые, болѣе или менѣе значительные, живые источники здѣсь немногочислены (ручьи: Ахъ-Булахъ, Джаджуръ; рѣки: Арпа-Чай, Карабанъ-Чай и Карсъ-Чай), и станціи, расположение которыхъ было связано необходимостью устройства стоянокъ въ городахъ Александроволѣ и Карсъ, не вездѣ представилось возможнымъ назначить вблизи источниковъ.

На протяженіи третьаго участка, отъ версты 226-й до версты 296-й, желѣзнодорожный путь огибаетъ подножие конуса горы Алагезъ.

Мѣстность здѣсь представляетъ безводную и безлюдную пустыню, прорѣзывающую нѣсколькими вѣтвями сухорѣчья „Селавъ-Мастара“, въ которомъ только въ продолженіе немногихъ весеннихъ дней, послѣ таянія снѣговъ на Алагезѣ и послѣ особенно сильныхъ ливней, пробѣгаютъ незначительное количество воды.

Устройство водоснабженія станцій на этомъ участкѣ представило большія трудности.

Наконецъ, на четвертомъ участкѣ отъ версты 296-й до версты 516 й, расположенному въ долинѣ Аракса, хотя и имѣлась везде возможность пользоваться водами Аракса, но, въ виду значительной ширины долины, станціи не вездѣ расположены достаточно близко отъ рѣки; съ другой же стороны, воды Аракса, утратившаго уже въ мѣстѣ приближенія къ нимъ линіи характеръ горной рѣки, влекутъ много ила и сильно замутнены, вслѣдствіе чего потребовалось искусственное очищеніе ихъ тамъ, гдѣ этого не удалось достичь примѣненіемъ естественной фильтраціи.

*Нормы расчета количества воды, потребнаю для движенія поездовъ. Распределеніе пунктовъ водоснабженія.*

До опубликованія въ 1904 г. новой редакціи §§ 77 и 78 техническихъ условій проектированія и сооруженія желѣзныхъ дорогъ первостепенного значенія, при расчетахъ водоснабженія на строящихся дорогахъ принималось обыкновенно, что расходъ воды паровозомъ въ пути равенъ 5 кб. фут. на виртуальную версту перегона, независимо отъ состава поѣзда и рода паровоза, а распределеніе

пунктовъ водоснабженія дѣлалось такъ, чтобы, при закрытіі какого-либо водоснабженія по случаю порчи или ремонта, общий расходъ воды между остающимися за симъ смежными не превосходилъ объема тендера, равнаго 400 кб. фут. Совокупность этихъ двухъ положеній привела къ упрощенному выводу о томъ, что и виртуальная длина двухъ перегоновъ, между двумя такими станціями съ водоснабженіемъ, не должна быть болѣе  $400 : 5 = 80$  виртуальныхъ верстъ.

Выводъ этотъ, какъ приблизительный, вообще говоря, можетъ быть признаваемъ удовлетворяющимъ практическимъ условіямъ проектированія желѣзнодорожныхъ водопроводовъ, такъ какъ способъ оказать лишь слабое влияніе на цѣлесообразное распределеніе пунктовъ водоснабженія на тѣхъ дорогахъ, на которыхъ (какъ на большинствѣ дорогъ Европейской Россіи и Сибири) коеффиціентъ виртуальности лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ превышаетъ 3. Совершенно иное положеніе обнаруживается на дорогахъ горныхъ, гдѣ коеффиціентъ превосходитъ 5,5 (Александровъ—Эриванскій участокъ) и даже 8,5 (Тифлисъ—Александровъ).

При коеффиціентѣ виртуальности перегоновъ даже въ 3,5, выше-приведенный пріемъ подсчета расхода воды обязываетъ устраивать промежуточное водоснабженіе уже при разстояніи между остановочными пунктами въ  $400 : 5 : 3,5 = 23$  вер., при коеффиціентѣ 5,5—въ  $400 : 5 : 5,5 = 14,5$  вер., при коеффиціентѣ 8,5 въ  $400 : 5 : 8,5 = 9,4$  версты.

Выполненіе этого требованія въ дѣйствительности вызвало бы чрезвычайны затрудненія, совершенно не оправдываемы истинными потребностями дѣла, особенно на безводныхъ участкахъ, подобныхъ району дороги отъ 226 до 296 версты. Посему, уже при расчетѣ водоснабженія Александровъ—Эриванскаго участка дороги (составленномъ въ 1901—1902 гг.), количество воды, потребное для движенія поѣздовъ, было исчислено въ зависимости отъ работы опредѣленного паровоза, ведущаго поѣздъ опредѣленного состава со скоростью, отвѣчающей тѣмъ или другимъ условіямъ профиля и плана пути. По определеніи такимъ образомъ расхода воды для каждого перегона, распредѣлялись пункты водоснабженія съ соблюдениемъ приведенного выше условія, чтобы расходъ между двумя водоснабженіями, съ пропускомъ одного промежуточнаго, не превосходилъ 400 кб. футовъ.

Теоретический расчетъ былъ провѣренъ опытными поѣздками, съ поѣздами принятаго для расчета состава, и результаты поѣздокъ вполнѣ подтвердили принятые нормы.

№ 91—1903 г.  
№ 96—1904 г.

Журналомъ Инженернаго совѣта утверждена вышеупомянутая новая редакція §§ 77 и 78 техническихъ условій проектированія и сооруженія желѣзныхъ дорогъ первостепеннаго значенія,

устанавливающая, въ отмѣну прежнихъ правилъ, что расходъ воды изъ тендера для каждого перегона долженъ быть опредѣляемъ по расходу пара на дѣйствительную поѣздо-версту, при пробѣгѣ поѣзда известнаго состава на различныхъ уклонахъ профиля пути съ соответствующими скоростями, то-есть именно такъ, какъ это было принято въ расчетахъ управления работъ для Александрополь-Эриванскаго участка дороги.

Расчетъ водоснабженія Улуханлу-Джульфинскаго участка сдѣланъ во всемъ согласно утвержденныхъ новыхъ правилъ; результаты подсчетовъ также подтвердились совершенными на труднѣйшихъ участкахъ пробными поѣздками.

Сравнивая приведенные въ приложении къ § 77 техническихъ условий сооруженія магистралей нормы расхода воды на дѣйствительную поѣздо-версту, (составленныя примѣнительно къ составу поѣзда въ 50 вагоновъ съ паровозомъ типа № III, по номенклатурѣ проф. Щукина, во главѣ), а также результаты подсчетовъ управления работъ, сдѣянные для состава поѣзда въ 35 вагоновъ съ тѣмъ же паровозомъ во главѣ, съ нормой 5 кб. фут. на виртуальную поѣздо-версту, легко убѣдиться \*), что, даже для состава поѣзда въ 50 вагоновъ, норма 5 кб. фут. на виртуальную версту преувеличена (за исключеніемъ уклоновъ, заключающихся между подъемомъ въ 0,003 и спускомъ въ 0,002); для поѣзда же состава въ 35 вагоновъ норма эта совсѣмъ непримѣнима.

\*) Въ нижепомѣщенной таблицѣ показаны: значения расхода воды для различныхъ фиктивныхъ уклоновъ согласно таблицѣ, приложенной къ § 77 техн. условий сооруженія магистралей, полученные по расчетамъ управления работъ, а также тѣ и другіе, относящіеся къ виртуальной верстѣ соответствующаго уклона.

Фиктивные уклоны i.	Дѣйствитель- ные уклоны $i_1 = i - 1$ .	Коэффициенты сопротивления для уклона $i_1 = \alpha$ .	Расходъ воды на дѣйствительную поѣздо-версту		Расходъ воды на виртуальную поѣздо-версту.	
			Для воин- скаго поѣзда состава въ 50 ваг.— 50 ваг.—Д <sup>50</sup> .	Для воин- скаго поѣзда въ 35 ваг.— Д <sup>35</sup> .	Для поѣзда въ 50 ваг.: $D_{v, 50} = \frac{D^{50}}{1+\alpha}$	Для поѣзда въ 35 ваг.: $D_{v, 35} = \frac{D^{35}}{1+\alpha}$
Въ тысячахъ.			Въ кубическихъ футахъ.			
10	9	2,88	18,50	13,25	4,77	3,41
8	7	2,26	15,21	11,11	4,67	3,40
6	5	1,94	12,39	9,40	4,21	3,20
4	3	0,98	9,93	8,01	5,00	4,04
2	1	0,33	8,15	6,61	6,12	5,00
0	0	0	7,43	5,56	7,43	5,56
1	Спускъ 2	0	5,37	4,18	5,37	4,18
3	Спускъ 4	0	3,06	2,78	3,06	2,78

Не вполнѣ отвѣчающимъ современнымъ условіямъ слѣдуетъ признать сохраненіе въ новой редакціи § 78 техническихъ условій сопротивленія магистралей требованія, при распределеніи пунктовъ водоснабженія, чтобы на разстояніи между двумя водоснабженіями, съ пропускомъ одного промежуточнаго, не могъ быть израсходованъ объемъ воды въ 400 кб. фут.

Въ настоящее время паровозы исполняются исключительно съ тендерами емкостью въ 500 куб. фут. и болѣе, которыми и снабжаются новые линіи, и потому казалось бы болѣе цѣлесообразнымъ исходить изъ этой величины, а въ случаихъ необходимости примѣнить на новой дорогѣ старые паровозы съ меньшими тендерами,—прицѣплять къ поѣзду цистерну съ водой, какъ это дѣлается на Средне-Азиатской дорогѣ.

Однако, даже съ внесеніемъ указанныхъ коррективовъ, вопросъ о наиболѣе рациональномъ распределеніи пунктовъ водоснабженія едва ли можно считать окончательно разрѣшеннымъ §§ 77 и 78 техническихъ условій сопротивленія магистралей.

Обязательное устройство водоснабженія на такихъ станціяхъ, гдѣ это вызывается не дѣйствительной потребностью набора воды, а лишь возможностью порчисосѣднихъ водоснабженій, является часто весьма стѣснительнымъ и безъ надобности удорожающимъ постройку дороги, особенно въ мѣстностяхъ безводныхъ. Для обезпеченія же безпрерывнаго пропуска назначенного заданіемъ числа паръ поѣздовъ, по мнѣнію управления работъ, опирающемся на опытъ постройки дороги при разнообразныхъ, въ отношеніи легкости и удобства нахожденія надежныхъ источниковъ водоснабженія, условіяхъ, болѣе правильнымъ слѣдуетъ признать такое оборудованіе основныхъ водоснабженій, которое исключало бы возможность ихъ порчи, напримѣръ, прокладка двойного водопровода, съ двойнымъ комплектомъ машинъ и резервуаровъ.

Въ этомъ отношеніи выводы управления работъ вполнѣ сходятся съ заключеніями особой комиссіи, работавшей въ 1906—1907 гг. при Министерствѣ Путей сообщенія, подъ предсѣдательствомъ инженера А. И. Горчакова, по вопросу о примѣненіи новыхъ типовъ локомотивовъ и тяги на желѣзныхъ дорогахъ.

#### Химический составъ воды.

Приблизительное определеніе жесткости дѣлалось предварительно при самыхъ развѣдкахъ на линіи, помошью гидротметра Бутрона и Буде. Болѣе точное определеніе жесткости и подробный анализъ воды, для определенія ея пригодности для питания паровозовъ и какъ питьевой, производились въ лабораторіяхъ гор. Тифлиса.

Вода съ общей жесткостью, не превосходящей 20% немецкихъ,

признавалась допустимой для всѣхъ цѣлей водоснабженія, при условіи ея доброкачественности въ другихъ отношеніяхъ.

Для большей части устроенныхъ водоснабженій жесткость, особенно постоянная, въ дѣйствительности значительно меньше \*).

*Прочія условія проектированія водоснабженія.*

Подача воды въ баки, при невозможности самотека, производилась при посредствѣ насосовъ съ механическими двигателями, устанавливаемыхъ, въ зависимости отъ мѣстоположенія источника, или въ отдѣльныхъ водоподъемныхъ зданіяхъ, или въ водоемныхъ зданіяхъ на самыхъ станціяхъ.

При расчетѣ механическихъ устройствъ водоснабженій, требовалось, чтобы устройства эти доставляли все потребное суточное количество воды, опредѣленное, какъ выше было указано, при наибольшей работе, допускаемой конструкцией насоса въ сутки, а именно: при 18-ти часовой работе, въ случаѣ установки одного насоса, и при 24-хъ часовой работе, при условіи одновременной установки второго запасного насоса.

Водоемные зданія должны вмѣщать одинъ или нѣсколько баковъ, общей вмѣстимостью не менѣе 8 кубическихъ саженъ, расположенныхъ на несгораемыхъ опорахъ, на высотѣ не менѣе 4,5 саж. надъ уровнемъ рельсовъ (для участка Тифлісъ-Эривань не менѣе 4 саж.).

Общий объемъ баковъ на каждой станціи съ водоснабженіемъ долженъ быть не менѣе  $\frac{1}{4}$  полнаго суточнаго расхода воды, потребной для паровозовъ.

На станціяхъ, гдѣ, по топографическимъ условіямъ, баки могли быть расположены на прилегающихъ возвышеностяхъ, вмѣсто водоемныхъ зданій съ желѣзными резервуарами, устраивались бетонные или каменные водоемы.

На каждой станціи и разъездѣ съ водоснабженіемъ должно быть не менѣе 2 путевыхъ наливныхъ гидравлическихъ крановъ; кроме того, при паровозныхъ зданіяхъ должно быть не менѣе одного наливного крана и достаточное число крановъ для промывки паровозовъ. Зданія мастерскихъ должны быть снабжены необходимымъ числомъ пожарныхъ крановъ, а станціонная территорія—пожарными и водоразборными кранами.

Водопроводныя трубы должны быть съ внутреннимъ діаметромъ для напорной (нагнетательной) трубы не менѣе 4-хъ дюймовъ, если

\* ) Вода на ст. Араштъ (вер. 375 ая) имѣть постоянную жесткость въ 13,7 нѣмецкихъ градусовъ и общую жесткость въ 36,7 нѣмецкихъ градусовъ. Вообще, вода на ст. Араштъ, гдѣ водоснабженіе можетъ быть рассматриваемо какъ промежуточное-запасное, по качеству хуже, чѣмъ на остальныхъ станціяхъ дороги, и по мнѣнию комиссіи, свидѣтельствовавшей дорогу передъ сдачей ея въ эксплоатацию, нуждается въ искусственномъ смягченіи.

суточная подача воды не превосходитъ 40 кубическихъ саженъ, и для разводной трубы не менѣе 6-ти дюймовъ, если длина водопровода не превышаетъ 300 сажень. При превышеніи упомянутыхъ величинъ наименьшій внутренній діаметръ трубъ долженъ быть увеличенъ: для трубъ напорныхъ до пяти дюймовъ и для трубъ разводныхъ до семи дюймовъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда длина разводного водопровода превышаетъ 500 сажень, діаметръ трубъ долженъ быть опредѣленъ съ такимъ расчетомъ, чтобы гидравлическій кранъ давалъ въ секунду не менѣе половины кубического фута воды.

#### Устройство водоснабженія станцій.

##### *Источники водоснабженій и устройство водопріемниковъ.*

Въ нижеприведенной таблицѣ показаны всѣ станціи и разѣзды желѣзной дороги Тифлісъ—Персидская граница, гдѣ устроено водоснабженіе, съ указаніемъ рода источника, способа подачи воды, длины водопровода, расчетнаго количества требуемой въ сутки воды и другихъ данныхъ по каждому водоснабженію особо.

Источники станціонныхъ водоснабженій могутъ быть собраны въ 5 группъ: 1) колодцы на берегу рѣкъ, съ естественной фільтраціей водъ, 2) водопріемники въ самомъ руслѣ рѣкъ, 3) обыкновенные колодцы, собирающіе почвенные воды верхнихъ слоевъ, 4) буровые трубчатые колодцы, извлекающіе воду болѣе глубокихъ слоевъ, самозилывающіеся на дневную поверхность или недоходящую до нея, и, наконецъ, 5) кягризы, то-есть подземныя галлерей, собирающія подпочвенную воду съ болѣе или менѣе обширнаго района.

Водопріемники первого рода устраивались вездѣ, гдѣ линія проходитъ близъ живыхъ источниковъ рѣкъ или ручьевъ и гдѣ оказалось возможнымъ получить въ достаточномъ количествѣ и надлежащаго качества воду, заложивъ колодецъ на берегу рѣки, съ такимъ расчетомъ, чтобы воспользоваться водой изъ водоноснаго слоя, изливающагося въ рѣку, естественнымъ образомъ очищенной въ гравелистомъ или песчаномъ грунте.

Колодцы закладывались глубиной отъ 1,50 до 3,50 саж., діаметромъ въ свѣту отъ 0,70 до 1,00 саж. и обдѣльвались каменной кладкой на растворѣ толщиной въ 0,15—0,25 саж.; въ предѣлахъ же водоноснаго слоя обдѣлка колодцевъ дѣлалась насухо, съ пустотами, въ видѣ вертикальныхъ шанцевъ, или же изъ бетонныхъ клиньевъ съ отверстіями, для свободнаго притока воды въ колодецъ во время ея откачки. Во время приготовленія этихъ клиньевъ на поверхности земли, въ нихъ вставлялись деревянныя пробки, которыя, послѣ окончанія обдѣлки колодца въ водоносномъ слоѣ, выбивались, образуя требуемыя отверстія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ колодцы устраивались опускнымъ способомъ, большей же частью удавалось безъ особыхъ за-

№<sup>е</sup> по порядку.

Наименование станций и разъездовъ съ водоснабженiemъ.	Разстояние между станциями.	Родъ источника.	Способъ подачи воды	
			расчетная суточная потребность станций въ водѣ.	въ водоемный резервуаръ.
Главная линія.	вер.	кб. с.		
<b>Тифлісъ.</b>				
1 Саганлугъ . . . . .	12,69	12	Р. Кура (колод. на бер.).	Паровой насосъ.
2 Джандарь . . . . .	21,89	24	Р. Алгетъ.	" "
3 Садахло . . . . .	27,30	40	Р. Дебеда-Чай.	" "
4 Ахтала . . . . .	23,94	32	Р. Дебеда-Чай (кол. на б.).	" "
5 Сананиъ . . . . .	17,69	24	Р. Дебеда-Чай " "	" "
6 Калагеранъ . . . . .	15,78	16	Р. Бамбакъ.	" "
7 Шагали . . . . .	7,62	32	Родникъ.	
8 Караклисъ . . . . .	14,28	40	Р. Бамбакъ (кол. на бер.).	
9 Амамлы . . . . .	18,88	20	Р. Чичханъ "	Самотекъ.
10 Калтахчи . . . . .	18,44	24	Ручей "	Паровой насосъ.
11 Джаджуръ . . . . .	8,96	24	Ручей "	" "
12 Александрополь . . . . .	19,03	60	Колодецъ на станціи.	" "
13 Агинъ . . . . .	23,88	30	Р. Арпа-Чай (кол. на бер.).	" "
14 Ани <sup>2)</sup> . . . . .	18,49	34		
15 Кара-Кула <sup>2)</sup> . . . . .	8,26			
16 Алагез <sup>2)</sup> . . . . .	8,96			
17 Богутлу <sup>2)</sup> . . . . .	8,87	58		
18 Карабурунъ <sup>2)</sup> . . . . .	7,68			
19 Мастара <sup>2)</sup> . . . . .	6,30			
20 Сардаръ-Абадъ . . . . .	16,99	15	Бруклинскіе кол. на стан.	Паровые насосы до ст.
21 Улуханлу . . . . .	32,22	60	Артезіанскіе "	Ани и главного резер-
22 Камарлю . . . . .	16,00	25	Колодцы на станціи.	вуара, откуда вода рас-
23 Ааратъ . . . . .	20,78	30	Буровой колодецъ на стан.	пределается по стан-
24 Норашенъ . . . . .	35,66	35		ции и разъездамъ
25 Шахтахты . . . . .	24,75	35	Р. Араксъ (кол. на бер.).	самотекомъ.
26 Нахичевань . . . . .	37,70	60	Р. Нахичевань-Чай (к. на б.).	Паровой насосъ.
27 Неграмъ . . . . .	19,34	25	Р. Араксъ.	" "
28 Джульфа . . . . .	23,18	30	Р. Араксъ.	" "
	515,47			
<b>Вѣтвь на Карсъ.</b>				
Александровополь.				
29 Ставка-Карайль . . . . .	22,02	28	Р. Карабаханъ-Чай.	Паровой насосъ.
30 Башъ-Кадыкляръ . . . . .	19,38	24	Колодецъ.	" "
31 Карсъ . . . . .	30,40	40	Р. Карсъ-Чай.	" "
	71,80			
<b>Вѣтвь на Эривань.</b>				
Улуханлу.				
32 Эривань . . . . .	12,98	35	Кягризъ.	Самотекъ.

Высота подъема воды от горизонта низкаго воль источни, до верхн. уров. воды въ водоемъ на станціях.

Длина напорного водопровода.

Диаметръ напорныхъ трубъ.

Диаметръ трубы самотока.

Паровые насосы съ котлами.

Насосы 1).		Котлы 1).
Диаметръ парового цилиндра.		
Диаметръ волнистого цилиндра.		
Ходъ поршня.		

Станционные

резервуары.

ПРИМѢЧАНІЯ.

саж.	саж.	саж.	дюймы.	дюймы.	кв. фут.	куб. саж.
18,30	316	—	4	—	5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	31 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
6,00	6	—	4	—	6	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
5,50	6	—	4	—	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
9,26	32	—	4	—	6	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
11,62	47	—	4	—	6	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
15,10	61	—	4	—	6	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
—	66	—	6	—	—	—
7,95	22	—	4	—	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
8,31	59	—	4	—	6	4
43,58	1155	—	4	—	8	4
11,70	553	—	4	—	6	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
14,29	23	—	4	—	10	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
20,00	269	—	4	—	10	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
65,44	2100	—	4	—	6	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	2380	—	5	—	—	—
45,91	100	4780	5	—	2	насосы по 2котла
	3150	—	5	14	6	по 360 <sup>3</sup>
	2870	—	4	—	10	—
15,00	35	—	4	—	6 <sup>4</sup> )	4 <sup>4</sup> )
8,00	35	—	4	—	7 и 12	6
7,00	10	—	4	—	6	10
7,00	10	—	4	—	6	43
11,00	10	—	4	—	6 <sup>4</sup> )	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )
7,00	10	—	4	—	6 <sup>4</sup> )	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )
18,00	2800	—	6	—	10	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
18,50	210	—	4	—	6	4 <sup>6</sup> )
20,00	80	—	4	—	6	6 <sup>6</sup> )
6,16	—	—	4	—	41 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6
23,80	1292	—	4	—	9	4
14,05	874	—	4	—	6	10
—	—	336	—	5	—	—

Главн. подъем у водопроводов, емкостн. 56 кб. саж., кр. эж. того по стан.

<sup>1)</sup> Всѣ насосы Вортингтона горизонтальные, двойнаго дѣйствія. Котлы вертикальные, системы лампелля, рабочее давленіе 5—6 атмосферъ.

<sup>2)</sup> Для всѣхъ этихъ станций и разъездовъ устроенъ одинъ общий водопроводъ. Вода нагнетается въ главный резервуаръ (находящійся между ст. Ани и разъездомъ Карапула), откуда накачивается на ст. Ани и разводится самотекомъ по станціямъ Алагезъ и Карабуринь и разъездамъ Карапула, Богутлу и Маастара.

<sup>3)</sup> Коринвалийскіе котлы съ трубами Галовея.

<sup>4)</sup> Вертикальные насосы.

<sup>5)</sup> Котель локомобильнаго типа съ вертикальными прогарными трубами.

<sup>6)</sup> На этой станціи 2 насоса, размѣрами 6×4×6; второй служитъ для перекачки воды изъ фильтра въ водоемъ.

<sup>7)</sup> На станціяхъ Ани и разъездахъ Богутлу и Маастара потребованы Военнымъ Вѣдомствомъ, кроме этихъ резервуаровъ, еще запасные, общей емкостью 75 кб. с.

трудненій вырыть и обдѣлать ихъ обычными пріемами. Для большинства станцій, гдѣ устроены подобные водопріемники, расходъ воды не превосходилъ 25—30 кб. саж. въ сутки и оказалось достаточнымъ одного колодца, на станціяхъ же съ большимъ ежедневнымъ потребленіемъ воды закладывались два или три колодца, отстоящіе другъ отъ друга на разстояніи отъ 15 до 30 сж. и соединенные горизонтальными чугунными трубами, діаметромъ 5 или 6 дюймовъ.

Препятствіемъ къ устройству такихъ простейшаго типа и вполнѣ цѣлесообразныхъ пріемниковъ являлась иногда минерализація воды перехватываемаго водоноснаго слоя, между тѣмъ какъ вода самой рѣки по химическому составу оказывалась вполнѣ удовлетворительной. Такъ, напримѣръ, на ст. Неграмъ (вер. 493), расположенной на берегу рѣки Араксъ, всѣ попытки получить въ береговыхъ колодцахъ воду хорошаго качества были неудачны, и химическій анализъ воды показывалъ жесткость ея въ 26° нѣмец. и сильную минерализацію сульфатами. Вода же, взятая непосредственно изъ рѣки, при жесткости ея въ 13—15° нѣм., была удовлетворительна и по химическому составу. Въ такихъ случаяхъ, а также и при скалистыхъ берегахъ рѣкъ, гдѣ не представилось возможности получить воду изъ водоноснаго слоя, изливающагося въ рѣку, колодцы устраивались въ самыхъ руслахъ рѣкъ, для использования непосредственно рѣчной воды.

При устройствѣ такихъ водопріемниковъ приходилось принимать мѣры, съ одной стороны, противъ возможности проникновенія въ нихъ мѣстной грунтовой воды, съ повышенной жесткостью и минерализованной, съ другой стороны, къ освѣтлѣнію воды, которая, какъ въ большинствѣ кавказскихъ рѣкъ, и въ рѣкахъ, послужившихъ источниками водоснабженія для станцій дороги, весьма мутная, особенно весной и лѣтомъ, въ периоды дождей и ливней.

Водопріемники устраивались или въ видѣ колодцевъ, достаточно выдвинутыхъ въ русло рѣки, съ каменной обдѣлкой не только стѣнъ, но и дна, и съ такимъ расположениемъ отверстій въ нижней части обдѣлки, чтобы въ нихъ могла попасть исключительно вода изъ рѣки, или же вода подводилась отводными канавами къ отстойникамъ, откуда и бралась всасывающей линіей.

Для предварительной очистки поступающей въ такие колодцы воды и предохраненія пріемныхъ отверстій отъ засоренія пескомъ, иломъ, вѣтвями, листьями и т. п., влекомыми водами рѣкъ, колодцы окружались каменной наброской.

На станціяхъ, расположенныхъ въ значительномъ разстояніи отъ живыхъ источниковъ, во избѣженіе устройства длинныхъ водопроводовъ, производились тщательныя изслѣдованія подпочвенныхъ водъ, для определенія ихъ пригодности и достаточности для цѣлей водоснабженія.

Благодаря этому, удалось, напримѣръ, на ст. Александрополь, вмѣсто намѣченного при изысканіяхъ водопровода, длиной около шести верстъ изъ р. Арпа-Чай, заложить въ предѣлахъ самой станціи обыкновенный колодецъ, глубиной 7,75 сж., диаметромъ въ свѣту 2 сж. съ обильнымъ притокомъ вполнѣ доброкачественной воды, въ водоносномъ слоѣ, состоящемъ изъ перемежающихся пластовъ глины и песка. Въ данномъ случаѣ, на возможность получения подпочвенной воды изъ верхнихъ слоевъ указывало наличіе нѣсколькихъ городскихъ, принадлежащихъ частнымъ лицамъ, водопроводовъ, подающихъ воду кягризами. Войти въ соглашеніе съ владѣльцами этихъ кягризовъ, въ виду чрезмѣрныхъ требованій, не удалось; попытка же отыскать воду въ предѣлахъ станціонной территории увѣнчалась полнымъ успѣхомъ. Въ 1908 году, въ виду значительного развитія станціи Александрополь и постройки здѣсь воинского продовольственного пункта, эксплоатационное управление заложило второй колодецъ для водоснабженія такого же типа, какъ и первый.

Самое устройство обыкновенныхъ колодцевъ ничѣмъ не отличалось отъ описанныхъ выше рѣчныхъ колодцевъ. Насосы помѣщались или въ особомъ сухомъ колодцѣ (ст. Александрополь), или, при не столь значительной глубинѣ колодцевъ, въ зданіяхъ на поверхности земли.

Переходнымъ типомъ отъ обыкновенныхъ колодцевъ, извлекающихъ подпочвенную воду изъ верхнихъ слоевъ, къ типу болѣе глубокихъ трубчатыхъ—буровыхъ колодцевъ являются колодцы на разъѣздѣ Сардаръ-Абадъ, подходящіе къ типу бруклинскихъ. Водоносный слой залегаетъ здѣсь на глубинѣ около шести сажень отъ поверхности земли. Пробное буреніе, произведенное на глубину до 12 саж., опредѣлило его мощность въ 7 саж., но вмѣсть съ тѣмъ оказалось, что только верхняя часть водоноснаго слоя, толщиной около сажени, состоитъ изъ болѣе крупнаго песка; въ нижней же части залегаетъ весьма мелкій песокъ, который легко могъ бы закупорить приемныя отверстія въ скважинѣ, при сколько-нибудь интенсивномъ откачиваніи воды. Поэтому водопрѣмникъ устроенъ такъ, чтобы притокъ воды къ скважинѣ требовался по возможности меньше и откачка не вызывала бы значительного пониженія уровня воды въ водоносномъ слоѣ, а именно устроено три скважины, при разстояніи между крайними скважинами въ 45 саж. Скважины изъ желѣзныхъ трубъ, диаметромъ 4", заложены на глубину около 1 саж. въ тѣхъ предѣлахъ водоноснаго слоя, гдѣ песокъ болѣе крупный; поверхность трубъ снабжена большимъ количествомъ отверстій для притока воды, а, для предохраненія отверстій отъ занесенія пескомъ, трубы снаружи обернуты мѣдной весьма тонкой мелкой сѣткой. Нижній конецъ трубъ закрытъ свинцовой пробкой.

Отъ поверхности земли до водоносного слоя построены три каменные вертикальные шахты, высотой около 6 саж., соединенная въ уровнѣ верха водоносного слоя горизонтальной каменной штолней такихъ размѣровъ, что въ ней можно свободно производить работы. По штолнѣ проложена всасывающая труба, соединенная съ тремя описанными трубами скважинъ. Въ средней шахтѣ установленъ вертикальный насосъ, всасывающій фланецъ которого соединенъ съ горизонтальной всасывающей линией.

Благодаря такому устройству, представилась возможность, безъ сколько-нибудь значительного пониженія уровня водоносного слоя, получить не менѣе 15—20 ведеръ воды въ минуту, что составляетъ въ 18 часовъ работы машины отъ 20 до 27 кб. сж. въ сутки, количество, значительно превышающее максимальную суточную потребность станціи.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, въ случаѣ надобности, легко можетъ быть достигнуто и значительное увеличеніе количества добываемой воды добавленіемъ новыхъ трубчатыхъ колодцевъ, устраиваемыхъ въ промежуткѣ между существующими скважинами.

При недостаточности или неудовлетворительности подпочвенной воды верхнихъ слоевъ, производилось буреніе на большія глубины, въ предѣлахъ однако 50 сж., такъ какъ имѣвшійся въ распоряженіи управліенія наборъ инструментовъ и трубъ не позволялъ углубляться на большую глубину. Буреніе производилось въ ручную, наибольшій діаметръ обсадныхъ трубъ примѣнялся въ 6", діаметры трубъ скважинъ въ 3" и 4". Въ нѣкоторыхъ случаяхъ буреніе даже на почти всю доступную глубину не дало удовлетворительного результата, напримѣръ, на ст. Нахичевань, гдѣ найти подпочвенную воду представлялось весьма желательнымъ, во избѣжаніе устройства длиннаго въ 5 или 6 верстъ напорного водопровода изъ рѣкъ Нахичевань-Чай или Аракса. Однако, углубленная на 55 сж. скважина, проходя все время въ болѣе или менѣе однородномъ мергелистомъ грунтѣ, не обнаружила вовсе водоносного слоя и скважину пришлось оставить, а водопроводъ устроить изъ рѣки Нахичевань-Чай, длинной болѣе 5,5 версты, поднимая воду на 18 сж.

Водоснабженіе изъ буровыхъ скважинъ устроено на 3-хъ станціяхъ: Улуханлу, Ааратъ и Норашенъ.

Особенно хорошие результаты, какъ въ отношеніи прекраснаго качества полученной воды, такъ и по дебету ея, достигнуты буреніемъ на ст. Улуханлу. Станція эта узловая, съ паровознымъ депо на 5 стойль, расположена въ низменной заболачиваемой мѣстности, недалеко отъ притока Аракса рѣки Занги. Хотя устройствомъ цѣлой сѣти осушительныхъ каналъ и удалось значительно осушить и оздоровить районъ станціи, все же, имѣя въ виду подверженность долины

Аракса сильнымъ малярійнымъ заболѣваніямъ, принимающимъ нерѣдко въ лѣтніе мѣсяцы эпидемической характеръ, казалось весьма важнымъ улучшить гигієническія условия жизни на этой станціи доставленіемъ хорошей питьевой воды, какой для данного случая не могла считаться вода рѣки Занги, въ общемъ удовлетворительная. Произведенное бурение 4" трубами обнаружило на глубинѣ около 12 саж. отъ поверхности грунта, подъ слоями сѣрой, желтой и красной глины, мощный водоносный слой въ крупномъ пескѣ. Четырехъ-дюймовая труба опущена въ водоносный слой на глубину въ 2,6 сж., въ этихъ предѣлахъ въ стѣнкахъ трубы просверлено значительное число отверстій для свободного пропуска воды изъ водоноснаго слоя. Дно буровой трубы закрыто свинцовой пробкой. Такихъ \*) скважинъ устроено двѣ, въ разстояніи 60 сж. одна отъ другой.

Вода въ скважинахъ превосходнаго качества, самоизливающаяся (артезіанская), поднималась въ трубахъ, до окончанія устройства водопріемника, на высоту около сажени. Первая скважина пробурена въ 1901 г. при постройкѣ Александроволь-Эриванскаго участка и дебеть ея при откачкѣ, отвѣчающей пониженію уровня воды въ скважинѣ на 0,58 сж., опредѣлился въ 48 кб. сж. Одной этой скважиной и пользовались для водоснабженія станціи Улуханлу во все времена временнаго движенія при постройкѣ Улуханлу-Джульфинскаго участка дороги.

Не подлежитъ сомнѣнію, что при болѣе усиленной откачкѣ, съ дальнѣйшимъ пониженіемъ горизонта воды въ скважинѣ, дебеть ей могъ бы быть легко доведенъ до полной потребности станціи въ водѣ въ настоящее время, опредѣленной разсчетомъ въ 60 кб. сж.

\*) Первоначально (въ 1901 г.), при постройкѣ Александроволь-Эриванскаго участка дороги, была устроена лишь одна скважина. (Діаметръ этой первой скважины 3", съ обсадной трубой въ 4"). Вода изъ скважины поднялась въ обсадной трубѣ на высоту около сажени надъ поверхностью земли. Для испытанія надежности источника, въ смыслѣ постоянства его дѣйствія, обсадная труба постепенно была срѣзываема, при чёмъ само собой количество изливающейся изъ трубы воды послѣдовательно возрастало. Труба была окончательно срѣзана на высотѣ около 0,25 сж. надъ поверхностью земли, вода изливалась кристаллически чистая, красивымъ стекляннымъ колпакомъ. По приближенному подсчету начальникомъ участка количество изливающейся воды было опредѣлено въ 25 кб. сж. Такъ какъ этого количества воды по расчету потребности станціи въ то время было достаточно, а непрерывное освѣщеніе и аэрированіе самоизливающейся воды, въ виду особо неблагопріятныхъ гигієническихъ условій мѣстности, являлось весьма желательнымъ, то признано было и лишнимъ принимать мѣры къ увеличенію претока воды дальнѣйшимъ срѣзываніемъ обсадной трубы. Но какъ въ то же время подача воды въ водоемный бакъ насосомъ въ количествѣ, которое подаетъ въ единицу времени скважина, затруднило бы работу по накачиванію воды, то вокругъ скважины устроены были каменный резервуаръ, емкостью около 4 кб. сж., при глубинѣ около аршина, во избѣженіе проникновенія въ него грунтовыхъ водъ, залегающихъ весьма близко къ поверхности земли.

Васывающая труба была опущена на два резервуара, и работа насоса, при такихъ условіяхъ, могла производиться безъ перерыва въ теченіе около 3-хъ часовъ, за счетъ запаса воды, который непрестанно пополнялся въ теченіе сутокъ.

Однако, возникновеніе въ краѣ холмы и трудность содержанія въ чистотѣ открытаго резервуара побудили его засыпать, а всасывающую трубу соединить непосредственно съ буровымъ колодцемъ. При такихъ условіяхъ дебеть воды, съ пониженіемъ уровня воды въ скважинѣ на 0,58 сж., опредѣлился въ 48 кб. сж. въ сутки.

Тѣмъ не менѣе, въ виду серьезнаго значенія ст. Улуханлу, какъ узловой, съ оборотнымъ депо, устроена въ 1907 г. вторая скважина. Вода въ этой скважинѣ подымалась до той же высоты, что и въ первой, въ которой притокъ воды, несмотря на наличие новой скважины, не измѣнился. Такимъ образомъ, необходимо прйтти къ заключенію, что дебетъ второй скважины долженъ быть признаваемъ одинаковымъ съ дебетомъ первой. Въ окончательномъ видѣ обѣ скважины соединены непосредственно съ горизонтальной всасывающей линией, уложенной съ такимъ расчетомъ, чтобы, въ случаѣ надобности, можно было выключить любую скважину. Паровыемъ насосомъ вода подается въ два резервуара, емкостью по 8 кб. сж. каждый, расположенные одинъ надъ другимъ. Второй резервуаръ былъ надстроенъ впослѣдствіи, при чёмъ, въ виду тѣсноты помѣщенія кругомъ первого (нижняго) резервуара, было бы затруднительно возвести каменные стѣнки для поддержания второго верхняго резервуара; почему вместо этого были устроены желѣзобетонныя подпорки въ видѣ консолей, на которыхъ и опирается желѣзобетонное же кольцо, поддерживающее резервуаръ. Для защиты резервуара отъ холода, вокругъ него выведена легкая кирпичная надстройка на существовавшихъ каменныхъ стѣнахъ.

Скважина на ст. Араатъ имѣеть глубину 30 сж. и по устройству не отличается отъ описанной, кромѣ диаметра трубы—3", при обсадныхъ въ 4". Вода и здѣсь самоизливающаяся, но доходила лишь до уровня на 0,12 сж. ниже поверхности земли. Притокъ воды не менѣе 30 кб. сж. въ сутки.

Буровая скважина на ст. Норашенъ (глубиной 15 сж.) устроена въ сухомъ колодцѣ, глубиной въ 3 саж. Вода поднимается въ трубѣ на высоту около сажени ниже дна сухого колодца. Притокъ воды около 60 кб. сж. въ сутки, при средней работе насоса. Паровой (вертикальный) насосъ помѣщается въ сухомъ колодцѣ на дубовыхъ брусьяхъ, задѣланыхъ въ обдѣлку колодца. Въ виду измѣнчивости уровня воды въ скважинѣ, на 1,40 саж. ниже задѣланъ второй рядъ брусьевъ, для перестановки на него насоса, въ случаѣ надобности. Качество воды на ст. Норашенъ вполнѣ удовлетворительное.

Къ приемникамъ, извлекающимъ подпочвенную воду, относится и послѣдній родъ источника — вышеупомянутый кягризъ. Водоснабженiemъ изъ кягриза пользуется ст. Эривань. Городъ Эривань не имѣеть водопровода, хотя въ разстояніи 20 верстъ отъ него, на высотѣ 1600 футъ надъ городомъ, имѣются превосходные Кирхъ-булагскіе родники съ большимъ дебетомъ. Управлѣніе работъ, по соглашенію съ городскимъ самоуправленіемъ, предполагало было устроить общій для города и нуждъ станціи водопроводъ изъ этихъ родниковъ и даже со-

ставило проектъ такого водопровода \*), который и былъ представленъ въ М. П. С. Разрешеніе на устройство его, однако, дано не было и пришлось озабочиться изысканіемъ другихъ источниковъ водоснабженія станціи.

Первоначально предполагали воспользоваться рѣкой Зангой, водопроводъ получился 700 сж. длиной, съ нагнетаніемъ въ 30 сж. Изслѣдованія, однако, продолжались и въ другихъ направленіяхъ, и удалось найти несравненно болѣе благопріятное рѣшеніе, пріобрѣтъ право на часть воды, получаемой изъ кягриза, принадлежащаго частному лицу.

Кягризъ—местное название штолни, собирающей воду подпочвенныхъ слоевъ на большей или меньшей глубинѣ. Въ данномъ случаѣ водоносный слой залегаетъ на глубинѣ отъ 2 до 4 сж. Штолня, съченіемъ 0,40 на 0,50 сж., протяженіемъ въ 165 сж. съ рядомъ (32) вертикальныхъ колодцевъ,ничѣмъ не обдѣлана почти на всемъ своемъ протяженіи; колодцы также не обдѣланы. Только въ нижнемъ концѣ штолни, при подходѣ къ водосборному, устроенному управлѣніемъ работъ, каменному колодцу, галлерей въ естественномъ грунтѣ переходитъ въ водосборную канаву, обдѣланную насухо плитами изъ местнаго туфового камня. Неизмѣнны горизонтъ воды сборного колодца (діам. въ свѣту 0,60 сж., глубина 1,50 сж.) возвышается надъ станціонной площадкой на 5,33 сж., при разстояніи отъ оси водосборника до оси пассажирскаго зданія въ 560 сж. Такимъ образомъ, вода изъ сборного колодца самотекомъ по чугуннымъ трубамъ (діам. 5") поступаетъ въ каменный водоемъ, вмѣстимостью 20 кб. сж., расположенный на станціонной территории. Водоемъ раздѣленъ на 2 равныхъ отдѣленія, каждое изъ которыхъ можетъ работать самостоятельно.

Притокъ воды, весьма хорошаго качества, доставляемой источникомъ, опредѣленъ инженеромъ-гидравликомъ инспекціи водъ на Кавказѣ въ количествѣ, превышающемъ 200 кб. сж. въ сутки, изъ коихъ, по обязательству съ прежнимъ владѣльцемъ, должно быть оставлено въ его распоряженіи 60.000 ведеръ въ сутки, или около 77 кб. сж. Вмѣстѣ съ тѣмъ съ нимъ обусловлено особой подпиской, что, въ случаѣ, если бы общее количество воды изъ источника оказалось инымъ противъ опредѣленія инженеромъ-гидравлика или впослѣдствіи уменьшилось, то пропорционально должна быть уменьшена та часть, которую желѣзная дорога оставляетъ въ распоряженіи владѣльца.

Такъ какъ, въ дѣйствительности, ни бывшій владѣлецъ не пользуется и, насколько можно предусмотрѣть въ будущемъ, не будетъ пользоваться всей водой, ни потребность станціи Эривань, даже въ

\* ) Стоимость водопровода по проекту—228 тысячъ рублей.

будущемъ, не превысить 50 куб. саж. въ сутки, то изъ водосборника сдѣлано три выпуска\*\*): нижній направленъ въ станціонный водоемъ, средній въ особый резервуаръ, построенный въ пунктѣ, обусловленномъ съ бывшимъ владѣльцемъ, верхній проложенъ къ небольшому открытому каменному резервуару, сложенному у проѣзжей дороги изъ города на станцію. Изъ этого послѣдняго резервуара излишекъ воды свободно изливается въ канаву.

Притокъ воды въ резервуаръ, отвѣчающій горизонту воды въ немъ, возвышающемся надъ станціонной площадкой на 4 саж., измѣренный въ натурѣ, опредѣлился въ 3,6 куб. саж. въ чашь. Такой притокъ воды вполнѣ обеспечиваетъ потребности станціи при значительномъ объемѣ самаго резервуара, ибо, какъ показалъ опытъ, при снабженіи въ теченіе 6 часовъ 4-хъ паровозовъ водой, горизонтъ воды въ резервуарѣ падалъ весьма ничтожно, возстановляясь весьма быстро, при чемъ для снабженія каждого паровоза требовалось менѣе 10 минутъ.

Такъ какъ при вышеуказанныхъ условіяхъ расположенія источника, водосборника и резервуара обеспечивается почти неизмѣнное, во всякомъ случаѣ, колеблющееся въ весьма незначительныхъ предѣлахъ, возвышение горизонта воды въ резервуарѣ надъ уровнемъ рельсовъ, равное 5,33 саж., при чемъ разстояніе отъ резервуара до гидравлической колонны не превышаетъ 200 саж., а до оси пассажирскаго зданія 230 саж., а въ то же время автоматически совершается и отводъ излишней воды изъ водосборника и непрерывное пополненіе резервуара, то не представилось надобности принимать какія-либо иныхъ мѣры къ обеспеченію правильности и цѣлесообразности дѣйствія водопровода. Изъ резервуара вода трубами проведена непосредственно къ пунктамъ разбора.

Приведенное описание источниковъ водоснабженій указываетъ, что, при решеніи вопроса объ устройствѣ водопровода той или другой станціи, управлѣніе работъ стремилось, по возможности, всесторонне изучить гидрологическія условія каждого района, въ цѣлахъ выясненія наиболѣе цѣлесообразнаго способа получения воды.

Не вдаваясь здѣсь въ подробности устройствъ остальныхъ частей станціонныхъ водоснабженій, сооруженныхъ по обычному типу железнодорожныхъ водопроводовъ и не представляющихъ какихъ-либо особенностей, надлежитъ отмѣтить какъ болѣе интересныя—водопроводъ въ безводной Сардаръ-Абадской пустынѣ (вер. 249—289) и водоснабженіе ст. Неграмъ (вер. 493).

\*\*) Нижній и средній выпуски сдѣланы чугунными трубами, верхній же закрытый—водопроводной канавой такого же устройства, какъ подводящая воду канава.

Описание водопровода общего для 3-х станций: Ани, Алагез и Кара-Бурунъ и 3-х разъездовъ: Кара-Кула, Боутлу и Мастара (вер. 249—289).

Какъ неоднократно упоминалось, мѣстность отъ версты 246 до версты 296, гдѣ линія, уклоняясь отъ долины Арпачая, огибаетъ подножія горнаго массива Алагеза, представляетъ безлюдную пустыню, совершенно лишенную какого-либо живого источника, такъ какъ западные склоны Алагеза почти не даютъ воды и имѣющіеся значительно выше въ горахъ, въ поперечныхъ ущельяхъ, источники, весьма ограниченные по числу и бѣдные водой, не доходятъ до дороги, едва удовлетворяя потребностямъ скотоводства мѣстного полукочевого населенія\*).

Съ западной стороны пустынное плато, прорѣзываемое дорогой, окаймлено глубокой (въ 50—70 саж. глубиной) щелью р. Арпачая, описанной въ первомъ очеркѣ. Судя по скалистымъ берегамъ ущелья Арпачая, а также по скалистымъ обнаженіямъ глубокихъ овраговъ сухорѣчья „Селавъ-Мастара“, нѣсколькими вѣтвями бороздящаго волнистую поверхность пустыни, на всемъ ея протяженіи подъ тонкимъ слоемъ песчано-глинистой земли залегаютъ на огромную глубину скалистыя формациі. Въ виду этого, не было никакихъ оснований разсчитывать найти, въ предѣлахъ простиранія этихъ образованій, подпочвенную воду, по крайней мѣрѣ, на сколько-нибудь доступной глубинѣ. Единственнымъ источникомъ для водоснабженія являлась, такимъ образомъ, рѣка Арпачай, несмотря на крайне неблагопріятныя условія подачи воды изъ узкой и глубокой скалистой щели на плато, на высоту около 46 саж., а на ст. Ани даже до 65 саж.

Общая схема водопровода для всѣхъ станцій и разъездовъ, расположенныхъ въ пустынѣ, была принята слѣдующая. Избранъ пунктъ ущелья, гдѣ рѣка наиболѣе приближается къ желѣзнодорожной линіи для устройства здѣсь водопріемника и водоподъемного зданія.

Вода, поднятая на плато, собирается въ большомъ каменномъ водоемѣ, откуда, благодаря топографическимъ условіямъ мѣстности, можетъ поступать самотекомъ на всѣ станціи и разъезды, расположенные на юго-востокѣ отъ начального пункта водопровода. Такой пунктъ оказался приблизительно противъ 254 версты дороги, въ разстояніи отъ нея около версты, близъ курдскаго зимовника Кизиль-Кула. При такой схемѣ наиболѣе неблагопріятныя условія получились для водоснабженія станціи Ани, расположенной въ разстояніи болѣе 4 верстъ на сѣверъ отъ сборнаго водоема и выше его на 16 саж., такъ что для этой станціи подача воды самотекомъ являлась невоз-

\*). Въ виду недостатка въ водѣ, мѣстное населеніе (курды), живущее въ горахъ, выше района дороги, ежегодно лѣтомъ откочевываетъ на другіе склоны Алагеза.

можной, и, чтобы не устраивать второй насосной станции у резервуара, было решено воду на ст. Ани качать непосредственно из реки, проложив для этого от водоподъемного здания до главного сборного резервуара вторую линию труб.

Таким образомъ, полная высота подъема воды, считая отъ низшаго горизонта воды въ рекѣ до верхняго уровня воды въ сборномъ резервуарѣ, опредѣлилась для ст. Ани въ 65,45 саж., а для главного сборного резервуара въ 45,91 саж.

Суточная потребность въ водѣ для станции Ани опредѣлилась по расчету въ 34 куб. саж., а для главного резервуара, снабжающаго водой станціи и разъезды Кара-Кула, Алагезъ, Богутлу, Кара-Бурунъ, и Мастара,—въ 58 куб. саж.

Діаметръ нагнетательныхъ трубъ принять въ 5", одинаковый для обѣихъ вѣтвей, чтобы имѣть возможность пользоваться безразлично той или другой линіей для нагнетанія какъ въ главный резервуаръ, такъ и на ст. Ани, для чего у водоподъемного здания и у главного резервуара сдѣланы между напорными трубами соответствующія соединенія. Напорныя трубы между водокачкой и резервуаромъ пришлось укладывать по чрезвычайно кругому скалистому склону ущелья; поэтому трубы здѣсь уложены (обѣ вѣтви рядомъ) въ специально пробитыхъ въ скалѣ вертикальныхъ шахтахъ, соединенныхъ между собой горизонтальными галлереями (штоллями). Шахты и галлереи мѣстами, где оказалось необходимо, обдѣланы каменной кладкой. Для предотвращенія разстройства стыковъ отъ толчковъ, трубы особыми хомутами притянуты къ деревяннымъ кобылкамъ, помощью завершенныхъ штырей скрѣпленныхъ съ каменной кладкой, задѣланной въ скалу. Вся длина уложенныхъ такимъ образомъ трубъ составляетъ 67 саж., а полная длина напорной линіи отъ насоса до главного резервуара около 100 саж., а до ст. Ани 2100 саж. Въ виду значительного давленія \*) воды въ напорныхъ трубахъ у водоподъемного здания, превышающаго 14 атмосферъ, трубы обѣихъ нагнетательныхъ линій, отъ водоподъемного здания до уровня плато, уложены съ усиленными стѣнками и испытаны на заводѣ давленіемъ до 40 атмосферъ. Остальная часть напорной линіи отъ выхода на плато до ст. Ани, где давленіе не превосходитъ 5 атмосферъ, уложена трубами, испытанными на 20 атмосферъ.

По расчету сила машинъ для накачиванія воды на ст. Ани опредѣлилась въ 19 лошад. силъ, а въ главный резервуаръ въ 27 лошад. силъ. Въ видахъ обеспеченія безостановочнаго водоснабженія во время ремонта машинъ и чистки котловъ, решено было поставить

Вмѣстѣ съ потерей напора полная высота напора, при накачиваніи на ст. Ани, по расчету опредѣлилась въ 71 саж.

въ водоподъемномъ зданіи 2 комплекта насосовъ и котловъ, одинаковой силы, расчитанной такъ, чтобы наиболѣе трудное изъ двухъ зданіе (подача 35 кб. сж. воды на ст. Ани и 58 кб. саж. въ главный водоемъ) могло быть выполнено однимъ комплектомъ, при нормальной работе въ 12 часовъ. При нѣсколько форсированной работе машинъ и продолжительности работы въ 18 часовъ, одинъ такой комплектъ достаточенъ для подачи воды на всѣ три станціи и три разъѣзда.

Внесение въ проектъ такого положенія, не вызывая сколько нибудь значительного увеличенія затратъ на пріобрѣтеніе двигателей, вмѣстѣ съ тѣмъ существенно обезпечиваетъ безостановочное водоснабженіе безъ необходимости имѣть запасные котлы и насосы. Такъ какъ надобность въ усиленной работе можетъ встрѣтиться лишь въ совершенно исключительныхъ случаяхъ, то сколько-нибудь ощущительно на состояніи машинъ это обстоятельство отразиться не можетъ.

Поставленные для обслуживанія описываемаго водопровода 2 котла — корнваллійской системы, съ одной прогарной и 4 галовеевскими трубами, съ поверхностью нагрева въ 360 кв. футовъ, при рабочемъ давленіи въ 6 атмосферъ; 2 насоса, горизонтальные, системы Вортигтонъ, съ диаметромъ парового цилиндра 14", водяного 6", при ходѣ поршня въ 10". Количество воды, подаваемой насосами, при нормальной ихъ работе въ 70 ходовъ въ минуту — 3500 ведеръ въ часъ.

Оба комплекта насосовъ и котловъ и всасывающія и напорныя трубы такъ соединены между собой системой задвижекъ, что можно пользоваться любымъ комплектомъ и любой вѣтвью для накачиванія одновременно и разновременно по тому или другому назначению.

Въ виду значительной высоты нагнетанія, на каждой изъ напорныхъ линій поставлены воздушные колпаки большихъ размѣровъ, регулирующіе гидравлические удары въ такой мѣрѣ, что колебанія манометра, при полномъ нагнетаніи, во время работы насосовъ составляютъ около 5 фунтовъ.

Всасывающія трубы, диаметромъ 6", съ 5-дюймовыми отвѣтвленіями къ каждому изъ насосовъ. Всасывающія линія имѣеть двѣ вѣтви: одна, дѣйствующая, соединена съ отстойниками, другая, запасная, соединена непосредственно съ рѣкой. Высота всасыванія изъ отстойниковъ не выше 2—3 футовъ, изъ рѣки, при низкомъ еб горизонте, около 13 футовъ.

Отстойники устроены для освѣтленія воды, которая по жесткости своей и химическому составу удовлетворительна, но весной и послѣ ливней довольно мутная. Вода изъ рѣки подводится канавой, длиной болѣе 800 саж., съ вымощеннымъ ложемъ, при весьма маломъ паденіи, къ тремъ каменнымъ отстойникамъ и пропускается черезъ

нихъ такимъ образомъ, что каждый изъ отстойниковъ, безъ перерыва дѣйствія водоснабженія, можетъ быть выдѣляемъ.

Въ канавѣ и отстойникахъ вода оставляетъ значительную часть своей муты и далѣе, уже послѣ подачи воды въ главный резервуаръ, емкостью въ 56 куб. саж., также отстаивается въ 4-хъ отдѣленіяхъ этого резервуара, черезъ которыхъ пропускается послѣдовательно, при чемъ и здѣсь каждое отдѣленіе можетъ быть выдѣлено для очистки, безъ перерыва водоснабженія.

На случай выясненія необходимости, несмотря на сдѣланныя устройства, фильтраціи воды, водоподъемное зданіе построено такъ, чтобы въ немъ могъ быть поставленъ, безъ перестройки зданія, американскій фильтръ, съ предварительнымъ коагулированіемъ, которое можетъ быть примѣнено и въ построенныхъ каменныхъ отстойникахъ, при соотвѣтствующемъ выдѣленіи отдѣльного отстойника изъ общей подводящей сѣти.

Изъ главнаго резервуара вода, какъ выше сказано, самотекомъ пропускается послѣдовательно透过 всѣ станціонные резервуары, при общемъ протяженіи трубопровода въ 36 верстъ. Возвышение дна главнаго резервуара надъ дномъ резервуара посѣдняго разъѣзда Мастара, снабжаемаго водой изъ описываемаго водопровода, составляетъ 174,33 сж. Для избѣжанія чрезмѣрнаго накопленія давленія въ сѣти, вода пропускается черезъ каждый промежуточный расходный резервуаръ, въ которые вода поступаетъ черезъ особые запорные клапаны съ поплавками, автоматически регулирующіе выпускъ воды въ резервуары, соотвѣтственно колебаніямъ горизонта воды въ нихъ.

Такимъ образомъ, одновременно съ устраненіемъ чрезмѣрнаго накопленія давленія въ водоводѣ, раздѣленіемъ этого давленія на части (какъ указано ниже), не превышающія напряженія, допускаемаго для чугунныхъ трубъ, съ одной стороны вполнѣ устранина возможность возникновенія гидравлическихъ ударовъ въ трубопроводахъ, съ другой стороны, безъ устройства специальныхъ значительныхъ промежуточныхъ водоемовъ, достигнута успѣшность подачи расчетнаго количества воды ко всѣмъ водоразборамъ, независимо отъ того, происходитъ ли разборъ воды у одного изъ нихъ или у всѣхъ одновременно.

Устроенные по линіи водовода резервуары имѣютъ значеніе лишь для обеспеченія непрерывности дѣйствія водоснабженія на время исправленія поврежденій въ водоводѣ.

Всего, кроме главнаго резервуара о 4-хъ отдѣленіяхъ, съ общей емкостью въ 56 кб. сж., соотвѣтствующей максимальной суточной потребности въ водѣ для всѣхъ станцій и разъѣздовъ, которые получаютъ воду изъ главнаго резервуара, построено 6 резервуаровъ, въ томъ числѣ одинъ на ст. Ани, о двухъ отдѣленіяхъ, общей емкостью въ 25 кб. сж. Такой же резервуаръ имѣется на разъѣздѣ Богутлу, а

остальные 4 резервуара, емкостью по 8 кб. сж., построены на ст. Алагезь и Кара-Бурунъ и разъѣздахъ Кара-Кула и Мастара. Резервуары, вмѣстимостью въ 8 кб. сж., состоятъ изъ одного отдѣленія; посему для того, чтобы, при необходимости произвести ремонтъ или очистку такихъ резервуаровъ, представлялась возможность выключать ихъ изъ сѣти самотека, не вызывая тѣмъ увеличенія гидростатического давленія въ трубахъ между смежными резервуарами, при нихъ устроены особые дополнительные водоемы, объемомъ въ 2 кб. саж., для помѣщенія въ нихъ задвижекъ, позволяющихъ выключить резервуаръ, подлежащій очисткѣ, взамѣнъ котораго временно долженъ функционировать малый водоемъ, снабженный для этого и самодѣйствующимъ клапаномъ.

Всѣ упомянутые водоемы каменные или бетонные; поставлены они на прилегающихъ къ станціямъ и разъѣздамъ возвышеностяхъ, съ возвышеніемъ надъ станціонными площадками, отвѣчающими техническимъ условіямъ \*).

Указанное выше общее возвышение дна главнаго резервуара надъ станціонной площадкой разъѣзда Мастара въ 174,33 сж. слагается изъ слѣдующихъ послѣдовательныхъ превышений дна каждого водоема надъ слѣдующимъ: главный резервуаръ надъ резервуаромъ Кара-Кула—24,85 сж., Кара-Кула—Алагезь—31,45 сж., Алагезь—Богутлу 29,99 сж., Богутлу—Кара-Бурунъ—45,55 сж., наконецъ, Кара-Бурунъ—Мастара—42,46 сж.

Діаметръ трубъ самотека, подлежащихъ укладкѣ между этими резервуарами, опредѣлялся съ такимъ расчетомъ, чтобы полный суточный расходъ каждой станціи и разъѣзда передавался въ теченіе 18 часовъ, что представляется вполнѣ обеспечивающимъ измѣнчивые потребности, такъ какъ при самотекѣ и самодѣйствующихъ клапанахъ поступление воды въ станціонные водоемы прекращается лишь съ наполненіемъ всѣхъ водоемовъ.

Для каждого участка сдѣланъ былъ повѣрочный расчетъ, для выясненія, заключается ли въ предѣлахъ приведенныхъ выше измѣнчивыхъ превышений резервуаровъ величина потери напора при намѣченномъ діаметре трубъ \*\*). Такимъ образомъ, діаметры опредѣлились для участковъ: главный резервуаръ—Кара-Кула, Кара-Кула—Алагезь и Алагезь—Богутлу въ 5" (общее протяженіе—11.430 сж.), а для остальныхъ 2-хъ участковъ, протяженіемъ 6.020 сж., въ 4".

Непосредственный опытъ показалъ, что въ каждый послѣдовательный промежуточный резервуаръ вода поступаетъ со слѣдующей успѣшностью: Кара-Кула—4 кб. сж. въ часть, Алагезь 3,35 кб. сж. въ

\*) Ст. Ани—6,43 сж., раз. Кара-Кула—4,49 сж., ст. Алагезь—5,61 сж., раз. Богутлу—4,28 сж., ст. Кара-Бурунъ—7,74 сж., раз. Мастара—5,36 сж.

\*\*) Потеря напора опредѣлялась по формулѣ Дарси для старыхъ трубъ.

часть, Богутлу—5 кб. сж. въ часъ, Кара-Бурунъ—2,55 кб. сж. и Мастара 2,15 кб. сж. въ часъ.

Разводящія линіи и гидравлическіе краны на каждой станціи и разъѣздѣ устроены отъ резервуаровъ, независимо отъ главной линіи водопровода, какъ и вездѣ на другихъ станціяхъ. Кроме того, на всемъ протяженіи отъ Ани до Мастары, установлены ручные водоразборы и при путевыхъ постройкахъ.

Независимо отъ устроенныхъ водохранилищъ, въ виду требованія Военнаго вѣдомства, чтобы на случай порчи или поврежденій водопровода все станции и разъѣзды могли бы въ теченіе двухъ сутокъ \*) пользоваться водой изъ запасныхъ водоемовъ, добавочные водоемы назначены на ст. Ани и разъѣздахъ Богутлу и Мастара, емкостью каждый по 25 кб. сж.

Общая стоимость устройства описанного водоснабженія составила 452.142 руб.

*Описание водоснабженія ст. Неграмъ (вер. 493).*

Выше, при описаніи источниковъ водоснабженій, было упомянуто о затрудненіяхъ, встрѣченныхъ управлениемъ работъ при устройствѣ водопріемника на ст. Неграмъ и о неудачѣ заложить колодецъ на берегу рѣки Аракса, въ виду сильной минерализаціи и повышенной жесткости грунтовыхъ водъ, въ то время, какъ вода въ самой рѣкѣ по химическому составу и жесткости оказывалась вполнѣ пригодной какъ для питанія паровозовъ, такъ и для другихъ цѣлей водоснабженія станціи. Единственнымъ ея недостаткомъ являлась сильная мутность, особенно весной и лѣтомъ послѣ дождей и ливней. При такихъ усло-віяхъ наиболѣе цѣлесообразнымъ исходомъ представлялось устройство водопріемного колодца, по возможности, больше выдвинутаго въ рѣку,—для использования текучей рѣчной воды, съ принятіемъ мѣръ противъ прониканія въ него грунтовыхъ водъ и послѣдующей затѣмъ искусственной очисткой рѣчной воды.

Устройство водопріемника въ общихъ чертахъ было уже описано выше. Общая схема водоснабженія станціи такова: вода изъ колодца, всасываемая 5" чугунной трубой, подается однимъ изъ двухъ насосовъ, установленныхъ въ водоподъемномъ зданіи, тутъ же на берегу расположенному, напорной 4" трубой на фільтръ и, послѣ очистки, другимъ насосомъ накачивается 4"-ми же трубами въ бетонный резервуаръ, емкостью 16 кб. сж., выстроенный на возвышенности, примыкающей къ станціи.

При выборѣ системы фільтра остановились на системѣ Пеша-

\*) Въ виду особой охраны водоподъемного зданія и напорной линіи до главнаго резервуара, поврежденія могутъ быть причинены лишь линіи самотека и, при незначительномъ даже запасѣ трубъ, легко исправлены въ теченіе двухъ сутокъ.

Шабала, по проекту которыхъ построены нѣсколько лѣтъ назадъ фильтры для водопровода г. Тифлиса въ Авчалахъ, для очистки водъ р. Куры, довольно близко подходящихъ къ водамъ Аракса, хотя послѣднія рѣже бываютъ такъ загрязнены, какъ р. Кура. Въ виду новизны этой системы въ Россіи, особенно для желѣзодорожныхъ водопроводовъ, расчитанныхъ на небольшую суточную подачу воды, казалось бы не лишено интереса нѣсколько болѣе подробное описание Неграмского фильтра. По расчету максимальный суточный расходъ станціи опредѣлился въ 25 кб. сж. (20 тысячъ ведеръ); на это количество воды расчитанъ и фильтръ, принимая работу насосовъ въ теченіе 18 часовъ въ сутки.

Основной принципъ системы заключается въ раздѣленіи всей фильтрующей массы песка и гравія на нѣсколько сортовъ по величинѣ песчаныхъ зеренъ и нѣсколько слоевъ различной толщины, при чемъ каждая категорія отсортированного гравія или песка помѣщается въ особомъ очисточномъ отдѣленіи; всѣ отдѣленія соединяются между собою сѣтью вертикальныхъ и горизонтальныхъ каналовъ, благодаря чему: 1) приносимая водой, текущей по отдѣленіямъ фильтра съ различными послѣдовательно уменьшающимися скоростями, грязь осѣдаетъ въ нѣсколькихъ изолированныхъ помѣщеніяхъ, каждое изъ которыхъ гарантировано такимъ образомъ отъ слишкомъ быстрого загрязненія; 2) такъ какъ любое изъ отдѣленій можетъ быть выключено изъ общей сѣти, то промывку его или ремонтъ можно производить, не прерывая работы фильтра.

Неграмскій фильтръ состоитъ изъ 4 очисточныхъ отдѣленій \*), (въ

\*). При указанныхъ условіяхъ средній часовой расходъ воды черезъ фильтръ  $q = \frac{25}{18}$  кб. саж. =  $13,5 \frac{\text{мет.}^3}{\text{час.}}$ ; единичный часовой расходъ можетъ оказаться въ большемъ и принять для расчета въ  $1,59 = 20 \frac{\text{мет.}^3}{\text{час.}}$ . Согласно опытныхъ данныхъ, наибольшая скорость, при которой очистка воды производится еще успѣшно, опредѣляется расходомъ въ  $5 \frac{\text{мет.}^3}{\text{час.}}$  съ 1 метр.<sup>2</sup> фильтрующей поверхности I-го отдѣленія, для II-го такимъ предѣломъ будетъ  $2,5 \frac{\text{мет.}^3}{\text{час.}}$ , для III-го— $1,7 \frac{\text{мет.}^3}{\text{час.}}$ , для IV-го— $0,9 \frac{\text{мет.}^3}{\text{час.}}$ . Тогда необходимыхъ фильтрующей поверхности опредѣляются:

$$\text{въ I-мъ отдѣл.} = \frac{20 \text{ мет.}^3}{5 \text{ мет.}} = 4 \text{ мет.}^2 = 2 \times 2 \text{ мет.}$$

$$\text{въ II-мъ отдѣл.} = \frac{20 \text{ мет.}^3}{2,5 \text{ мет.}} = 8 \text{ мет.}^2 = 2 \times 4 \text{ мет.}$$

$$\text{въ III-мъ отдѣл.} = \frac{20 \text{ мет.}^3}{1,7 \text{ мет.}} = 11,75 \text{ мет.}^2 = 5 \times 2,5 \text{ мет.}$$

$$\text{въ IV-мъ отдѣл.} = \frac{20 \text{ мет.}^3}{0,9 \text{ мет.}} = 22,2 \text{ мет.}^2$$

Въ дѣйствительности, фильтрующая площади нѣсколько уменьшены спускными коробками, вертикальн. каналами и том. под. и равны: въ I-мъ отд.— $3,75 \text{ метр.}^2$ ; во II-мъ— $7,25 \text{ метр.}^2$ ; въ III-мъ— $11,25 \text{ метр.}^2$ ; въ IV-мъ—близко подходитъ къ расчетной, нѣсколько превышая ее. Потеря напора при прохождении воды черезъ фильтръ при наибольшемъ часовомъ расходѣ по эмпирическимъ формуламъ опредѣлена въ 0,85 метра, въ зависимости отъ чего глубина горизонт. каналовъ въ стѣнахъ, въ которые подается вода насосомъ, назначена въ 0,9 метра.

порядкѣ поступлениія въ нихъ воды обозначаемъ ихъ цифрами I, II, III и IV, цифрой V обозначаемъ водоемъ для очищенной воды). Неочищенная вода изъ рѣки подается насосомъ въ небольшую камеру, рядомъ съ I отд., изъ которой, перелившись черезъ водосливъ, поступаетъ въ горизонтальный каналъ въ стѣнахъ фильтра, откуда идетъ въ I-е отдѣленіе透过 открытую задвижку, въ видѣ деревяннаго щитка.

Въ I-мъ отдѣленіи, на желѣзныхъ двутавровыхъ балкахъ, задѣланныхъ въ стѣны, уложены сплошь желѣзные продырявленные листы, съ отверстіями въ 8 мил. діаметромъ. На листахъ покоятся слой гравія въ 45 сант. толщиною, съ величиною зеренъ отъ 8 до 20 мил.

Пройдя толщу гравія и оставивъ въ ней часть принесенной муты, вода течетъ подъ желѣзными листами изъ I-го отдѣленія въ сообщающійся съ нимъ вертикальный каналъ и подъ давленіемъ столба воды въ первомъ поднимается во второмъ, пока не начнетъ переливаться, мимо открытой задвижки, во II-е очисточное отдѣленіе. Здѣсь точно также на желѣзныхъ листахъ, съ отверстіями въ 6 мил. діаметромъ, уложенъ слой гравія, толщиной въ 50 сант.; величина зеренъ гравія отъ 6 до 8 мил.

Вполнѣ аналогично предыдущему, вода проходить фильтрующей слой и подъ собственнымъ давленіемъ поднимается въ вертикальномъ каналѣ, пока не достигнетъ дна горизонтального канала и не устрѣмится, мимо открытыхъ задвижекъ, въ III-е очисточное отдѣленіе. Здѣсь на листахъ, съ продолговатыми отверстіями въ  $3 \times 14$  мил., лежитъ слой мелкаго гравія, съ зернами отъ 3 до 6 мил.; толщина слоя 60 сантиметровъ.

Снова, пройдя эту толщу гравія, вода поднимается въ смежномъ каналѣ и мимо открытыхъ задвижекъ и透过 регулирующей клапанъ переливается въ IV-е очисточное отдѣленіе, гдѣ подвергается наиболѣе совершенной очисткѣ, проходя толщу песка въ 80 сант., съ величиной зеренъ до 3 мил.

Песокъ въ IV-мъ отдѣленіи,透过 посредство тонкаго слоя гравія, покоятся на кирпичахъ; кирпичи же уложены въ два этажа въ шахматномъ порядкѣ такимъ образомъ, что въ нижнемъ этажѣ образуютъ рядъ поперечныхъ каналовъ, собирающихъ воду къ продольному горизонтальному коллектору, представляющему изъ себя уложенную по диагонали IV-го отдѣленія желѣзобетонную трубу съ боковыми отверстіями. По этому коллектору уже вполнѣ (въ практическомъ смыслѣ) очищенная вода направляется въ особую камеру, примыкающую къ IV и V отдѣленіямъ, и, поднявшись въ ней, перетекаетъ черезъ водосливъ, а отчасти и透过 сифонъ, въ водоемъ чистой воды—V; откуда уже забирается вторымъ насосомъ и подается въ напорный резервуаръ.

Сифонъ опущенъ своими концами почти до дна упомянутой камеры и отдѣленія V, его назначеніемъ является—переливать воду изъ камеры въ V-е отдѣленіе (или иногда, какъ увидимъ ниже, обратно) во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда уровень воды въ нихъ ниже порога водослива \*). Высоту же порога понижать было нежелательно, чтобы мельчайшія частицы песка, которыхъ могутъ быть занесены водою изъ III отдѣленія въ IV, безусловно задерживались тутъ и не переносились въ водоемъ чистой воды.

Какъ выше отмѣчено, IV-е отдѣленіе изолировано отъ предыдущихъ клапаномъ, при посредствѣ котораго легко регулировать расходъ воды: прикрывая кольцевое отверстіе, можно образовать подпоръ съ передней стороны клапана и вмѣстѣ съ тѣмъ понизить горизонтъ воды въ IV-мъ отдѣленіи, уменьшая притокъ воды, пока не установится нѣкоторый меньшій расходъ воды черезъ фильтръ. Открывая клапанъ, действуютъ въ обратномъ направлениі, при чемъ эти самые приемы одновременно гарантируютъ уровень воды въ IV-мъ отдѣленіи отъ повышенія его сверхъ опредѣленной отмѣтки, лежащей на 0,4 метра ниже отмѣтки начальной точки канала, что иначе легко могло бы случиться при уменьшении расхода воды изъ фильтра.

Каждое изъ отдѣленій—I, II и III имѣть по двѣ спускныхъ трубы, ведущихъ въ общий спускной колодецъ: одна изъ нихъ помѣщена въ верхнихъ слояхъ фильтрующей массы и служить для промывки отдѣленій, какъ это будетъ сказано ниже; другая помѣщена въ самомъ низу отдѣленія и служить для его опорожненія.

Для промывки песка въ IV-мъ отдѣленіи служить спускная труба, ведущая въ наружный колодецъ, а для полного спуска воды изъ IV отдѣленія и соединительной камеры на послѣдней помѣщена труба,

**) Низшая отмѣтка стѣни въ отдѣленіи IV . . . . .	102,95	метр.
" " " порога водослива . . . . .	102,20	"

Разность . . . . . 0,75 метр.

Значить, во всѣхъ случаяхъ, когда въ силу увеличенія расхода воды значительно выше нормального или въ силу возрастанія сопротивленія фильтрующей массы отъ осѣвшаго въ нее ила, потерянный въ отдѣленіи IV-мъ напоръ долженъ быть болѣе 75 сант.—во всѣхъ тѣхъ случаяхъ уровень воды въ IV-мъ отдѣленіи и камерѣ стоять ниже порога водослива и вода переливается въ V-е отдѣленіе исключительно черезъ сифонъ.

Слѣдовательно, сифонъ, во-1-хъ, даетъ возможность въ экстренныхъ случаяхъ увеличивать расходъ воды черезъ фильтръ значительно выше нормального и, во-2-хъ, во всѣхъ случаяхъ, автоматически предохранять отдѣленіе IV отъ переполненія, а водоемъ чистой воды отъ опорожненія,—если только соблюдено то условіе, что оба насоса (подающій воду изъ рѣки и забирающій чистую) работаютъ при одномъ и томъ же числѣ ходовъ въ минуту и, слѣдовательно, подаютъ одинаковое количество воды, такъ какъ насосы одного и того же типа и размѣровъ.

Если почему-либо желательно подать въ фильтръ нѣкоторый излишекъ воды, то можно пустить первый насосъ быстрѣе второго, но надо отдѣленіе IV-е защитить отъ переполненія (что повлекло бы переливъ воды въ V-е отдѣленіе черезъ стѣну), прикрывая регулирующій клапанъ; первые три очисточныхъ отдѣленія могутъ при этомъ вмѣстѣ съ нѣкоторымъ запасомъ воды, послѣ чего она начала бы переливаться изъ приемной камеры въ спускной колодецъ, а оттуда по гончарнымъ трубамъ и открытой канавѣ стекать въ р. Араксъ.

ведущая въ второй наружный колодецъ, откуда, какъ и изъ первого, вода стекаетъ по гончарной трубѣ, а послѣ—открытой канавой въ Араксъ.

Благодаря соединяющему всѣ отдѣленія горизонтальному каналу и системѣ задвижекъ, можно, въ случаѣ надобности, если поступающая вода оказывается довольно чистой или для очистки отдѣленій, легко выдѣлить любое отдѣленіе, составляя изъ остальныхъ всевозможная сочетанія (всего до 20 комбинацій).

Къ тѣмъ конструктивнымъ особенностямъ, которыхъ отличаютъ фильтры системы Пеша вообще, въ фильтрѣ, построенномъ на ст. Неграмъ, была присоединена, при помощи выбранной соотвѣтственно схемы каналовъ и задвижекъ, возможность производить промывку очисточныхъ отдѣленій автоматически и проточной водой—обратнымъ нормальному токомъ: уже болѣе или менѣе очищенная вода отвѣтается отъ главной струи и, проходя въ промываемомъ отдѣленіи фильтрующуя массу снизу вверхъ, поднимаетъ грязь, скопляющуюся преимущественно въ верхнихъ ея слояхъ, и уносить въ верхнюю спускную трубу \*).

Такимъ образомъ, можно выключить любое отдѣленіе и промыть его проточной водой, отнюдь не прерывая работы фильтра. Полезно ускорить процессъ промывки, ставъ на песокъ или гравій и перемѣшивая верхнюю загрязненную часть въ тонкомъ слоѣ покрывающей его воды; затѣмъ дать ей стечь и обновиться притекающей снизу. Включая обратно промытое отдѣленіе, лучше открыть вначалѣ на короткое время нижнюю спускную трубу и выпустить первую воду, такъ какъ при промывкѣ фильтрующей массы не вполнѣ очищенной водой слегка засоряются нижние ея слои.

Отдѣленіе IV-е, какъ наиболѣе отвѣтственное, лучше промывать вполнѣ очищенной водой, предварительно наполнивъ водоемъ V и остановивъ работу насосовъ; затѣмъ надо открыть вентиль въ первый наружный колодецъ, при этомъ вытечетъ грязная вода изъ IV-го отд., а изъ V-го, сначала черезъ водосливъ, а потомъ черезъ сифонъ,

\*.) Для иллюстраціи здѣсь приведена схема теченія воды при промывкѣ I-го отдѣленія. Нормальное теченіе воды можно изобразить схемой: Прѣм. кам.—I отд.—II отд.—III отд.—IV—Соед. кам.—V отд.—къ насосу.

Для этого должны быть открыты, кроме канала, соответствующія задвижки, всего 6. Всѣ же остальные задвижки, равно какъ и всѣ вентили спускныхъ трубъ, должны быть закрыты.

Для промывки I-го отдѣленія отдѣляютъ часть воды, уже немного очищенной во II-мъ отдѣленіи; теченіе воды будетъ отвѣтать схемѣ:

Прѣм. кам.—II отд.< III отд.—IV отд.—Соед. кам.—V отд.—къ насосу.  
1 отд.—верхняя спускная труба.

Должны быть открыты 7 задвижекъ, клапанъ и вентиль верхней спускной трубы изъ I-го отдѣленія.

Аналогично производится очистка II-го отдѣленія водой, очищенной въ I-мъ и III-мъ отдѣленіяхъ; очистка III-го отд. водой, очищенной въ I-мъ и II отд. и очистка IV отд., пользуясь водой, очищенной въ первыхъ трехъ отдѣленіяхъ.

будеть притекать чистая вода въ соединительную камеру, а оттуда въ коллекторъ IV-го отдѣленія, черезъ кирпичную галлерею и толщу песка снизу вверхъ,—словомъ, въ направлениі, обратномъ нормальному, вынося изъ песка осадокъ грязи въ спускную трубу.

Весь оставъ фильтра выполненъ изъ бетона и оштукатуренъ цементомъ. Надъ фильтромъ устроена крыша для защиты отъ зимнихъ морозовъ и лѣтней пыли, въ огромныхъ количествахъ разносимой вѣтрами по ущелью Аракса.

Стоимость фильтра со всѣмъ оборудованіемъ составила 7.000 р., то есть 0,35 руб. на ведро очищенной воды.

До сдачи дороги въ эксплоатацию, фильтръ во вполнѣ законченномъ видѣ работалъ въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Отъ одной промывки до другой проходило до двухъ мѣсяцевъ; фильтръ работалъ, правда, съ перерывами и съ перемѣннымъ расходомъ воды, сообразно потребностямъ временнаго движенія. Результаты дѣйствія оказались прекрасные, вода получалась совершенно прозрачная, безъ какой-либо опалесценціи. При этомъ загрязненіе фильтра осадками ила нисколько не отразилось на качествѣ фильтрата, но вызвало лишь замѣтное увеличеніе сопротивленія движенію воды сквозь фильтрующіе слои \*).

Предложенная проектомъ комбинація въ группировкѣ очисточныхъ отдѣленій и промывкѣ выключенныхъ вполнѣ оправдалась въ дѣйствительности, и промывка производилась вполнѣ успѣшно.

---

Послѣ нѣсколькихъ вопросовъ, предложенныхъ докладчику присутствующими членами, Съездъ, по предложению предсѣдателя, благодарить Г. Г. Шахбудагова за сдѣланное сообщеніе и переходить къ слѣдующему очередному докладу.

Докладъ инженера М. А. Гартштейна.

#### Водоснабженіе безводнаго участка новостроящейся желѣзнодорожной линіи Одесса-Бахмачъ.

Мм. Гг.! Раньше, чѣмъ приступить къ изложенію вопроса о водоснабженіи безводнаго участка строящейся желѣзнодорожной линіи Одесса-Бахмачъ, позвольте мнѣ вкратцѣ познакомить васъ съ направленіемъ этой линіи и топографіей мѣстности, по которой она пройдетъ.

---

\*). Для первыхъ двухъ отдѣленій, потерянный напоръ, если и возросъ, то на совершенно ничтожную, неподдающуюся учету величину; для III-го увеличился съ 4-хъ до 5-ти сант. (на 25%); для IV-го же съ 50 до 80 сант. (на 60%), такъ что при расчетномъ расходѣ воды, послѣдняя изъ соединит. кам. въ водоемъ чистой воды переливалась исключительно черезъ сифонъ. При отсутствіи сифона, расходъ воды составилъ бы, при такихъ условіяхъ, только около  $V = \frac{75}{80} = 0,79$  расчетнаго расхода въ  $20 \frac{\text{метр.}^3}{\text{часъ}}$ .

Лінія Одесса-Бахмачъ начинается у станції Бахмачъ Московско-Кіево-Воронежской дороги и на протяжениі 3-хъ верстъ идетъ параллельно существующей линіи Курскъ-Кіевъ, затѣмъ направляется на юго-западъ къ станції Ичня, узкоколейной линіи Круты-Днѣпръ-Красное. Отсюда она идетъ вдоль узкоколейной линіи черезъ города: Прилуки и Пирятинъ, Полтавской губерніи, и на станції Гребенка пересѣкаеть Киево-Полтавскую линію; послѣ чего слѣдуеть по степной равнинной мѣстности мимо города Золотоноша къ городу Черкассы, у котораго пересѣкаеть Днѣпръ и сливается съ существующей желѣзнодорожной вѣткой Черкассы-Бобринская, Юго-Западныхъ желѣзныхъ дорогъ. Отъ станції Бобринская линія поднимается на выклинивающіеся здѣсь отроги Карпатъ, служаще границей между крайне богатымъ волнистымъ райономъ Кіевской губерніи и степнымъ—Херсонской и составляющіе вмѣстѣ съ тѣмъ водораздѣль между рѣками: Даїпръ и Бугъ.

Поднявшись на высоту около 60 саж. надъ Днѣпромъ и пройдя по водораздѣлу, линія спускается въ долину р. Высь, притокъ Буга, которую и пересѣкаеть около Новомиргорода; здѣсь она снова поднимается на высокое степное плато, на 70 почти сажень надъ поймой Днѣпра, и снова пересѣкаеть очень глубокую балку р. Малая Выська; послѣ чего, поднявшись на общий водораздѣль, идетъ по немъ, направляясь на югъ вдоль долины р. Шлетеній Ташлыкъ, пересѣкаетъ сначала р. Черный Ташлыкъ и далѣе Юго-Западная жел. дор. на станції Помошная. Отъ этой станції линія все время идетъ на югъ по степному высокому плато, постепенно поднимаясь на самую высокую точку южнаго степного района, и, слѣдуя затѣмъ попутному водораздѣлу между р. Бугъ и его притокомъ Мертвоводъ, общимъ уклономъ направляется къ городу Вознесенску и приходитъ здѣсь въ долинѣ р. Буга къ горизонту Чернаго моря.

Послѣ пересѣченія рѣки Буга, линія поднимается на сѣдо водораздѣла между Бугомъ и его притокомъ р. Чичиклеей и отсюда спускается въ долину послѣдней къ городу Березовка, съ тѣмъ, чтобы снова подняться на водораздѣль между этой рѣкой и рѣкой Тилигуль, верхнее плато котораго лежить на 53 саж. надъ горизонтомъ Чернаго моря (а пересыхающій лиманъ Тилигула лежить на 1.40 саж. ниже горизонта моря). Съ этого водораздѣла линія спускается сплошнымъ уклономъ въ долину рѣки Тилигула. Переядя Тилигуль и затѣмъ сухое русло р. Балайчуку, линія, поднявшись на послѣдний перевалъ, направляется на юго-западъ, и вплоть до ст. Одесса-Сортировочная, расположенной у Чернаго моря, въ долинѣ Куяльницкаго лимана, идетъ все время по общему покатому водораздѣлу \*).

\* ) Изъ пояснительной записки къ проекту линіи Одесса-Бахмачъ.

Вся линія Одесса-Бахмачъ раздѣляется такимъ образомъ на два рѣзко отличающихся другъ отъ друга въ топографическомъ отношеніи участка: равнинный, но низкій участокъ Черниговской и Полтавской губерній, отъ станціи Бахмачъ до р. Днѣпра, и пересѣченный степной участокъ отъ Днѣпра до Одессы.

Въ отношеніи же характера ея водоснабженія линія Одесса-Бахмачъ раздѣлится нѣсколько иначе, а именно: участокъ Бахмачъ-Вознесенскъ съ разнообразными источниками, и хотя не въ одинаковой степени, но все же достаточно обеспечивающими потребности этого участка, и участокъ Вознесенскъ-Одесса, протяженіемъ около 150 верстъ, который, за совершеннымъ отсутствиемъ какихъ-либо удовлетворительныхъ источниковъ, въ полномъ смыслѣ слова можетъ быть названъ безводнымъ. Снабженіе водою этого участка линіи Одесса-Бахмачъ и составляетъ предметъ моего настоящаго сообщенія.

Я указалъ только что на совершенное отсутствіе какихъ-либо удовлетворительныхъ и надежныхъ источниковъ, и это отнюдь не гипербола.

Значащіе на картѣ два притока Буга, Чертала, близъ города Вознесенска, и Чичиклея, у с. Василинова, въ дѣйствительности не существуютъ; имѣются только сухія долины этихъ рѣчекъ, по которымъ вода течетъ только весной и то при снѣжной зимѣ, что бываетъ не ежегодно.

Также совершенно безводна и р. Тилигуль, а лиманъ того же имени, въ который впадаетъ эта рѣка, уже много лѣтъ тому назадъ совершенно высохъ; дно его поросло травой и на немъ проложено нѣсколько проселочныхъ дорогъ. Фактически не существуетъ и пока-занная на картѣ впадающей въ этотъ лиманъ рѣка Балайчукъ.

Ближе къ Одессѣ мѣстность пріобрѣтаетъ уже солончаковый характеръ. Куюльницкій лиманъ, у которого проектируется станція Одесса-Сортировочная, мѣлѣеть съ каждымъ годомъ все болѣе и болѣе, и для поддержки его какъ курорта, онъ по мѣрѣ необходимости наполняется водою изъ Чернаго моря, посредствомъ особо для этого устроенного канала.

Наконецъ, источникомъ водоснабженія города Одессы, какъ извѣстно, служить Днѣстръ, въ 45 верстахъ отъ нея. Одесский же водопроводъ снабжаетъ водою и станціи Юго-Западныхъ дорогъ въ Одессѣ и Портѣ.

Если пониженныя мѣста и тальвеги вдоль желѣзно-дорожной линіи лишены воды, то тѣмъ менѣе ее можно ожидать на раздѣляющихъ эти тальвеги водораздѣлахъ, на которыхъ въ силу необходимости пришлось расположить нѣкоторая станціи строящейся дороги.

Безводіе участка Вознесенскъ-Одесса зависитъ отъ двоикаго рода причинъ: метеорологическихъ и гидрогеологическихъ. Нижеслѣдующая

таблица, составленная по даннымъ метеорологической обсерваторії при Кіевскомъ Политехническомъ институтѣ, на основаніи систематическихъ наблюденій метеорологическихъ станцій Одессы, Елисаветграда и въ селеніи Курисово-Покровское, краснорѣчиво показываетъ метеорологическая условия мѣстности, по которой проходитъ дорога.

№	Мѣсто наблюде- ній.	Годовая высота осадковъ.			Годовая высота испаренія.			Отношеніе средней высоты осадковъ къ средней высотѣ испаренія.	Примѣчанія.
		Минимумъ.	Максимумъ.	Средняя.	Минимумъ.	Максимумъ.	Средняя.		
1	Елисаветградъ . .	379,8	603,2	448,4	542,2	817,7	647,4	1 : 1,44	1890-1902
2	Одесса . . . . .	238,8	462,2	356,0	498,7	706,7	601,1	1 : 1,90	1890-1903
3	Курисово - Покров- ское . . . . .	239,8	423,4	325,0	Данныхъ обсерваторії не имѣется.				1890-1903

Изъ этой таблицы мы видимъ, что въ среднемъ ежегодный слой испаряющейся воды въ  $1\frac{1}{2}$  раза превышаетъ слой атмосферныхъ осадковъ.

Для сужденія о гидрологическихъ условіяхъ района желѣзно-дорожной линіи могутъ служить слѣдующія данные изъ большого и обстоятельного труда Н. Соколова: „Гидрологическое изслѣдованіе въ Херсонской губерніи“. Мѣстность, прилегающая съ востока къ Тилигульскому лиману, говоритъ Н. Соколовъ, и прорѣзанная балкой Стадной, Цареголомъ, съ его многочисленными отвѣтвленіями, Атаманной, Анатольевской и другими болѣе мелкими балками, не обладаетъ сколько-нибудь значительными родниками, не богата также и колодцами съ хорошею обильною водою.

Большая часть колодцевъ этого района питается верховодкой, собирающейся въ новѣйшихъ наносахъ, покрывающихъ дно балокъ, долины рѣкъ и низменности по берегамъ Тилигульского лимана, и обыкновенно не отличающейся доброкачественною водою. Иные же колодцы получаютъ воду изъ болѣе древнихъ отложенийъ, преимущественно изъ слоевъ сарматского возраста, до которыхъ углубились всѣ долины рѣчекъ и болѣе значительныхъ балокъ съвернѣ параллели с. Анатольевки. Но и эти колодцы рѣдко имѣютъ сколько-нибудь обильную и вполнѣ хорошую воду.

Небольшіе родники по Цареголу, ниже колоніи Вормсь, беруть

начало въ сарматскихъ слояхъ. Сарматскимъ же слоемъ подчиненъ небольшой родничекъ на балкѣ Стадной для хутора Осадчаго. (По словамъ мѣстныхъ крестьянъ, въ началѣ восьмидесятыхъ годовъ на полускатѣ лѣваго склона балки вытекалъ обильный родничекъ, который затѣмъ внезапно пропалъ, вѣроятно, вслѣдствіе промыва водонепроницаемаго слоя, служившаго ложемъ родника). Мѣстами, какъ, напримѣръ, въ оврагахъ, открывающихся къ селу Сахарово и деревнѣ Викторовка, замѣчаются незначительные роднички, вытекающіе изъ подъ понтическаго известняка.

Совершенно тѣ же гидрогеологическія условія представляютъ мѣстность, лежащая къ западу отъ Тилигульскаго лимана — между этимъ лиманомъ и Куяльницкимъ. Въ этой мѣстности большая часть селеній также пользуется верховодкой, скопляющейся въ аллювіальныхъ (наносныхъ) отложеніяхъ на днѣ балокъ (напримѣръ, въ Ней-Фриденталь, Славяносербкѣ, Курисовѣ-Покровскомъ, Антоно-Кодинцевѣ, на хуторѣ Шемполовыхъ). Такжѣ и родники встрѣчаются очень рѣдко и не обильны водою.

Въ Одесскомъ уѣздѣ родниковая вода встрѣчается, но въ незначительномъ количествѣ; при этомъ пересѣченность водораздѣловъ и значительное развитіе глубокихъ и узкихъ овраговъ являются значительнымъ затрудненіемъ къ устройству въ обширныхъ размѣрахъ орошенія удобныхъ балокъ при помощи прудовъ; къ тому же часто встрѣчающіяся даже въ верховыхъ балокъ разсматриваемаго района обнаженія столь мощно развитыхъ здѣсь третичныхъ песковъ, или слишкомъ слабое прикрытие изъ малопроницаемыми для воды глинистыми породами, дѣлаютъ задержаніе воды въ прудахъ очень затруднительнымъ.

Устройству ставковъ и прудовъ въ этихъ балкахъ, говорить далѣе Н. Соколовъ, въ значительной степени не благопріятствуетъ сильное движеніе наносовъ, имѣющее слѣдствіемъ скорое обмелѣніе прудовъ, хотя отложенія, покрывающія дно этихъ долинъ, вообще достаточно водонепроницаемы.

Относительно возможности имѣть артезіанскую воду въ окрестностяхъ Одессы, между Тилигульскимъ и Куяльницкимъ лиманами, Н. Соколовъ высказываетъ очень осторожно, не отрицая окончательно возможности устройства артезіанскихъ колодцевъ; тѣмъ не менѣе есть основательное опасеніе ихъ дорогоизны, и только въ сѣверо-западной части Одесского уѣзда можно расчитывать получить неглубокія скважины съ достаточнымъ количествомъ воды. Точныхъ данныхъ для подтвержденія такого взгляда, однако, нѣтъ.

Изъ многихъ подробныхъ данныхъ буренія артезіанскихъ колодцевъ въ Херсонской губ., приведенныхъ въ вышеизванномъ труда Н. Соколова, разсмотримъ данные относительно колодцевъ въ с. Пе-

тровкѣ-Завадовкѣ на рѣкѣ Тилигулѣ и въ г. Одессѣ, имѣющія для нашего вопроса наибольшее значеніе. Первая изъ этихъ скважинъ была доведена до глубины 135,6 метра, на которой встрѣчена была обильная вода, горько-соленая и къ употребленію совершенно непригодная. Скважина въ Одессѣ дала на глубинѣ 249,6 метра обильную самоизливающуюся подъ большимъ напоромъ также горько-соленую воду.

Сравнивая между собою различныя условія, съ которыми приходится сталкиваться при буреніи артезіанскихъ колодцевъ, по мнѣнію Н. Соколова, должно прийти къ заключенію, что условія для устройства артезіанскихъ колодцевъ въ Херсонской губерніи въ общемъ малоблагопріятны. Въ сѣверо-восточной части губерніи, въ области развитія древнихъ кристаллическихъ породъ, на сколько-нибудь значительное количество артезіанской воды расчитывать совсѣмъ нельзя. Въ остальныхъ же частяхъ губерніи, если возможно получение артезіанской воды удовлетворительного качества, то лишь съ очень большой глубины, за исключеніемъ, быть можетъ, сѣверо-западной окраины губерніи.

Нижеслѣдующія данныя о буреніи, произведенномъ распоряженіемъ Одесского земства въ періодъ 1905—1909 г.г., подтверждаютъ осторожность Н. Соколова, высказанную имъ относительно возможности нахожденія артезіанской воды. Первая скважина заложена была въ 1905 г. въ Холодной балкѣ, вблизи Хаджибейскаго лимана, при грязелѣчебницѣ Губернского земства. На глубинѣ 40 сажень получена была вода, но не больше 50 ведеръ въ часъ. Въ 1906 г. на хуторѣ Захаринова (Ламзаки) была заложена вторая скважина и доведена до глубины 50,14 саж. Здѣсь замѣчены были три водоносныхъ слоя; первый на глубинѣ 26 футовъ съ горько-соленою водой, для питья совершенно непригодной; на глубинѣ 125 футовъ встрѣченъ второй водоносный слой прѣсной воды, но въ очень незначительномъ количествѣ. Наконецъ, на третьемъ водоносномъ слоѣ, также необильномъ, на глубинѣ 322 футовъ, буреніе закончено.

Двѣ скважины, заложенные въ томъ же году въ селѣ Нечаянномъ въ руслѣ р. Березани и въ существующемъ колодцѣ, дали на глубинѣ 20 и 25 сажень хотя и пригодную питьевую воду, но въ количествѣ слишкомъ незначительномъ. Заложенная же въ 1907 г. скважина, рядомъ со скважиной въ руслѣ р. Березани, доведенная до глубины 32 сажень, дала самоизливающуюся на поверхность земли воду, въ количествѣ около 600 ведеръ въ часъ, но соленую. Наконецъ, заложенная въ 1909 г. скважина и доведенная до глубины 40 сажень воды не дала.

Имѣются еще 4 скважины въ долинѣ р. Тилигула въ имѣніи Малаховскаго, вблизи г. Березовка, и тутъ же двѣ скважины въ балкѣ

Тартакой, въ имѣніи генерала Рауха, но дебетъ всѣхъ этихъ скважинъ очень незначителенъ. Первые четыре скважины, глубиною отъ 14 до 16 сажень, даютъ самонизливающуюся на поверхность земли воду, съ сильнымъ запахомъ сѣроводорода, въ количествѣ 180 ведеръ въ часъ.

Наконецъ, имѣется скважина и въ городѣ Березовкѣ, глубиною 18 саж., съ расходомъ такимъ же, какъ и въ имѣніи Малаховскаго.

Ясно, слѣдовательно, что артезіанской воды, удовлетворительной по качеству и въ достаточномъ количествѣ, найти здѣсь невозможно.

Остается еще вопросъ о прудахъ, но многолѣтніе опыты показали ихъ непримѣнимость въ мѣстныхъ условіяхъ.

Большая часть неудачъ съ прудами, закладываемыми въ балкахъ Херсонскаго и Одесскаго уѣздовъ, обусловливается тѣмъ обстоятельствомъ, что на днѣ этихъ балокъ или въ нижней части склоновъ обнажается ноздреватый почтическій известнякъ, черезъ который просачивается задержанная плотиною вода.

Если принять, кромѣ того, во вниманіе неизбѣжность засоренія прудовъ наносными грунтами съ откосовъ овраговъ, большую испаряемость прудовъ лѣтомъ и значительное промерзаніе при безсѣнѣнныхъ зимахъ, а также высокую стоимость отчужденія земель именно по оврагамъ, гдѣ большую частью и устраиваются селенія, то станетъ совершенно ясно, насколько, при высокой даже стоимости всѣхъ устройствъ, обеспеченіе водою изъ прудовъ участка Одесса—Вознесенскъ, въ соответствующемъ количествѣ и удовлетворительного качества, будетъ проблематично.

Такимъ образомъ, два способа пользованія атмосферными осадками изъ прудовъ или изъ артезіанскихъ или другихъ колодцевъ въ данномъ случаѣ совершенно непримѣнимы, такъ какъ основное и главное требованіе, предъявляемое къ желѣзнодорожнымъ магистралямъ, это— непрерывность и регулярность движения по нимъ. Безъ надежнаго же водоснабженія такое движение невозможно.

Съ своей стороны, надежность водоснабженія прежде всего зависитъ отъ степени надежности источника, изъ которого водоснабженіе производится. Надежными же вполнѣ источниками слѣдуетъ считать только живые источники—многоводныя рѣки и озера.

Такой именно источникъ и есть рѣка Южный Бугъ, изъ которой проектируется водоснабженіе участка Вознесенскъ—Одесса. Нельзя не сознаться, что централизованіе водоснабженія такого большого желѣзнодорожного участка съ девятью станціями—вещь не совсѣмъ обыкновенная и легкая, но въ данномъ случаѣ сама природа, какъ бы въ вознагражденіе за скучность источниковъ, въ топографическомъ отношеніи идетъ навстрѣчу этому проекту. Вся мѣстность представляетъ собою рядъ переваловъ, постепенно понижающихся отъ Буга къ Одессѣ,

при чём стороны этихъ переваловъ, обращенная къ Бугу, коротки, а противоположная, со стороны Одессы, длинны и пологи.

Общій принципъ водопровода разрѣшенъ, такимъ образомъ, самой природой: поднимать воду на перевалы искусственно, а оттуда она сама потечетъ самотекомъ; при чёмъ каждый изъ четырехъ участковъ для подъема воды гораздо короче четырехъ же самотечныхъ участковъ. Такая идея, списанная—я бы сказалъ—съ натуры, и положена въ основаніе, и водоснабженіе участка Вознесенскъ—Одесса проектируется въ главныхъ чертахъ слѣдующимъ образомъ.

Изъ Буга вода по одиночному водопроводу, отчасти напорному, отчасти самотечному, доставляется вплоть до Одессы, отвѣтвляясь по дорогѣ на каждую изъ девяти станцій дороги. На каждой изъ станцій потребленія имѣется четырнадцатидневный запасъ воды на случай порчи магистрали или ея отвѣтвленій. Кромѣ того, на трехъ водоподъемныхъ станціяхъ (кромѣ станціи у Буга), въ концѣ самотечныхъ участковъ, проектируются запасные резервуары, емкостью, равной суточному расходу въ магистрали, или, что тоже, суточной производительности водоподъемной станціи, на случай порчи оборудования предшествующихъ станцій или участковъ магистрали. Наконецъ, на четырехъ перевалахъ, въ точкахъ перехода напорной части магистрали въ гравитационную, предполагаются также резервуары небольшой емкости. Резервуары эти, кромѣ ихъ прямого назначенія, какъ промежуточныхъ звеньевъ между разнородными частями магистрали, служить еще дополнительными отстойниками воды, и потому объемъ ихъ, въ зависимости отъ постепенного очищенія воды, съ приближеніемъ къ Одессѣ постепенно уменьшается.

Отстаиваніе воды проектируется у мѣста забора воды на правомъ берегу Буга, выше города Вознесенска, въ заселенныхъ мѣстахъ. Время отстаиванія и въ зависимости отъ этого размѣры отстойника будутъ опредѣлены по полученіи достаточныхъ результатовъ наблюдений надъ составомъ воды Буга въ разное время года, которая въ настоящее время уже производится. Дальнѣйшее отстаиваніе, кромѣ этого, будетъ происходить въ запасныхъ резервуарахъ съ суточнымъ запасомъ у слѣдующихъ трехъ водоподъемныхъ станцій. Наконецъ, резервуары на перевалахъ, какъ выше указано, должны окончательно очистить воду отъ взвѣшенныхъ частицъ и тѣмъ самымъ предохранить послѣдующіе гравитационные участки магистрали отъ засоренія осадками.

Что же касается устройства магистрали, то четыре напорные участка, длиною около 50 верстъ, проектируются изъ чугунныхъ трубъ; относительно же четырехъ гравитационныхъ участковъ, длиною около 84 верстъ, имѣются два предположенія: либо участки эти будутъ сдѣланы изъ бетонныхъ трубъ, работающихъ не полнымъ сѣченіемъ, либо и здѣсь будутъ примѣнены чугунные трубы, работающія полнымъ сѣ-

ченiemъ,—въ зависимости отъ стоимости ихъ, считая въ томъ числѣ и всѣ дополнительныя сооруженія и работы, съ которыми связано примененіе тѣхъ или другихъ трубъ, и принимая во вниманіе, что при существованіи напора во всей магистрали возможно использование его и для подачи воды на станціи потребленія непосредственно къ мѣстамъ потребленія, въ путевые для питанія паровозовъ и въ другіе краны.

Въ этомъ случаѣ возможно сбереженіе на устройство нѣкоторыхъ промежуточныхъ водоемныхъ зданій съ баками на опредѣленной высотѣ, между вышеуказанными запасными резервуарами на станціяхъ потребленія и мѣстами потребленія воды, и на подъемъ воды въ эти баки, при условіи сохраненія, конечно, наличія четырнадцатидневнаго запаса воды на станціяхъ и возможности его использованія и при временной остановкѣ дѣйствія магистрали. Послѣднее условіе достижимо лишь при возможности расположенія запасныхъ резервуаровъ на соответственной высотѣ надъ станціей, невдалекѣ отъ нея. При отсутствіи же напора въ гравитационной части магистрали наполненіе въ этомъ случаѣ запасныхъ резервуаровъ, конечно, невозможно.

Производительность магистрали принята, въ зависимости отъ потребностей наибольшаго движенія на линіи Одесса-Бахмачъ 20 паръ поѣздовъ, въ 280 куб. саж. въ сутки, считая въ томъ числѣ 25% — на потерю въ водопроводѣ, на расходъ для двигателей на перекачкахъ и проч. Количество это должно быть подано по магистрали въ 24 часа.

Кромѣ станціи, водопроводъ долженъ снабжать водою и всѣ путевые зданія, вблизи которыхъ онъ проходитъ.

Принимая во вниманіе незначительный расходъ въ этихъ точкахъ, снабженіе ихъ водою непосредственно изъ магистрали, независимо отъ того, будетъ ли это напорная его часть или гравитационная, не представить, конечно, затрудненія.

Не представлять затрудненія и отвѣтленія къ отдѣльнымъ станціямъ, въ запасные на нихъ резервуары, изъ которыхъ, какъ выше указано, вода либо будетъ перекачиваться въ баки водоемныхъ зданій, либо будетъ непосредственно поступать въ разводящую сеть.

Серьезнымъ является вопросъ о расположеніи трехъ перекачивательныхъ станцій относительно желѣзнодорожныхъ станцій, въ смыслѣ удобства доставки къ нимъ топлива.

Въ зависимости отъ этого и принимая во вниманіе значительное количество водоподъемныхъ приспособленій, 4 по магистрали и 9 на станціяхъ потребленія, естественнымъ образомъ возникаетъ вопросъ о централизациі необходимости для подъема воды энергіи, другими словами, обѣ электрической передачѣ силы ко всѣмъ водоподъемнымъ зда-

ніямъ, а за одно и для другихъ цѣлей на отдельныхъ станціяхъ—для мастерскихъ, освѣщенія и проч.

Еще болѣе привлекательной становится мысль о примѣненіи въ данномъ случаѣ электрической энергіи, если принять во вниманіе, что немногимъ выше начала водопровода рѣка Бугъ уже несудоходна, и нѣтъ, повидимому, препятствій къ устройству здѣсь гидро-электрической станціи.

Всѣ эти вопросы пока еще только намѣчены, и только подробная изысканія и цѣлый рядъ сравнительныхъ проектовъ и подсчетовъ укажутъ, что будетъ раціональнѣе и на чёмъ остановиться.

Таковъ пока въ общихъ чертахъ проектъ водоснабженія безводного участка строящейся желѣзодорожной линіи Одесса-Бахмачъ. Надѣюсь, что къ слѣдующему, Десятому, нашему Сѣєзду, я буду въ состояніи сообщить вамъ не только подробно разработанный проектъ этого водоснабженія, но и данныя объ его выполненіи, хотя бы и не въ полномъ объемѣ.

Теперь же я коснусь еще одного очень важнаго, по моему, вопроса, находящагося въ тѣсной связи съ изложеннымъ мною проектомъ и обсуждавшагося уже на Четвертомъ Водопроводномъ Сѣєздѣ. Я хочу сказать нѣсколько словъ объ использованіи водоснабженія желѣзныхъ дорогъ для потребностей населенныхъ мѣстъ, прилегающихъ къ этимъ дорогамъ.

Въ данномъ же случаѣ, гдѣ, какъ вы видѣли, терминъ безводный относится не только къ желѣзной дорогѣ, но въ равной мѣрѣ и ко всей части Херсонской губерніи, по которой проходитъ желѣзная дорога, въ данномъ случаѣ, болѣе, чѣмъ гдѣ бы то ни было, умѣстно, полезно и, скажу болѣе, необходимо коснуться этого вопроса.

Желѣзныя дороги и мелиорация—это двѣ отрасли одного и того же общегосударственного хозяйства, которые находятся лишь въ вѣдѣніи различныхъ органовъ управления этимъ хозяйствомъ. А вѣдь во всякомъ раціональномъ хозяйствѣ всѣ его отрасли составляютъ одно гармоническое цѣлое, дополняя и улучшая другъ друга. Почему же, спрошу я, мы, производя затраты на улучшеніе одной отрасли нашего хозяйства—на улучшеніе и расширение безусловно необходимыхъ путей сообщенія, въ то же время станемъ игнорировать потребности другой, не менѣе важной отрасли, для которой-то, главнымъ образомъ, и нужны пути сообщенія,—меліорациі. Не потому же, какъ я указалъ, что эти отрасли находятся въ вѣдѣніи различныхъ министерствъ?

Я прошу только меня правильно понять: я здѣсь имѣю въ виду, конечно, не филантропію; я говорю о правильномъ хозяйствѣ, но о хозяйствѣ общегосударственномъ. Я нахожу, что въ цѣляхъ мелиорациі должно быть обязательно раціонально использовано все то, что

сдѣлано уже желѣзными дорогами для потребностей своего водоснабженія; и далѣе, желѣзныя дороги, съ своей стороны, должны безъ ущерба, конечно, для себя отпускать на строго хозяйственныхъ началахъ воду для потребностей сельского хозяйства и др.

Что такое строго хозяйственное рѣшеніе вопроса вообще возможно и легко достижимо, видно изъ примѣровъ нѣкоторыхъ желѣзныхъ дорогъ<sup>1)</sup>, отпускающихъ воду прилегающимъ поселкамъ за извѣстную плату съ точнымъ учетомъ количества ея.

Затронутый вопросъ настолько обширенъ, что можетъ послужить темой для цѣлаго ряда специальныхъ докладовъ и не только на Водопроводныхъ Сѣздахъ, и, вмѣстѣ съ тѣмъ, настолько ясень и жизненно простъ, что возможно частое напоминаніе о немъ на нашихъ Сѣздахъ можетъ, по моему, сдѣлать многое въ пользу его разрѣшенія въ благопріятномъ смыслѣ. Я предлагаю поэтому Сѣзду подтвердить еще разъ слѣдующій тезисъ:

При устройствѣ новыхъ и при расширеніи существующихъ уже водоснабженій желѣзныхъ дорогъ должно принимать во вниманіе потребности въ водѣ прилегающихъ населенныхъ мѣстъ, въ особенностяхъ мѣстностяхъ безводныхъ или бѣдныхъ хорошей водой.

Предсѣдатель. Не угодно ли кому предложить вопросы?

В. Ф. Ивановъ. Этотъ тезисъ былъ принятъ на VII-мъ Сѣзда, но въ другой формѣ.

М. А. Гартштейнъ. Я, конечно, ничего не имѣю противъ формы, въ которую выльется поддержка моего пожеланія, повторяю, не новаго для Сѣзда, чѣмъ я нахожу необходимымъ, чтобы Сѣзда такъ или иначе подтвердила это пожеланіе, показавъ такимъ образомъ, чѣмъ вопросъ этотъ Сѣзду близокъ. Я уѣренъ, что поддержка Водопроводнымъ Сѣздомъ этого вопроса вызоветъ, по крайней мѣрѣ, болѣе внимательное отношеніе къ нему и со стороны лицъ и вѣдомствъ, ближе къ нему стоящихъ, Министерства Путей сообщенія и строителей желѣзныхъ дорогъ.

А. М. Мальцевъ. Почему желѣзныя дороги обязаны давать бесплатно воду прилегающимъ къ нимъ мѣстностямъ?

Предсѣдатель. Это не обязанность, а мѣра, вытекающая изъ справедливыхъ и человѣческихъ отношеній.

В. Ф. Ивановъ. Мнеъ очень пріятно черезъ 4 года слышать вновь подтвержденіе тезиса по моему докладу, принятаго VII Сѣздомъ. Я думаю, что IX Сѣзда могъ бы вновь подтвердить тезисъ, который былъ выставленъ докладчикомъ, такъ какъ тезисы по моему докладу

<sup>1)</sup> Закавказскія, Екатерининскія, М.-К.-Воронежскія и др. доклады и выписки

не были мною внесены на совѣщательные Съѣзды инженеровъ службы пути; я это порученіе не могъ выполнить, такъ какъ по условіямъ службы моей, я не знаю времени и мѣста ихъ созыва, а попытка завязать сношенія съ Центральнымъ Бюро совѣщательныхъ Съѣздовъ не увѣнчалась успѣхомъ. Теперь мнѣ думается, что слѣдуетъ новый докладъ вмѣстѣ съ моимъ старымъ препроводить въ Центральное Бюро совѣщательныхъ Съѣздовъ инженеровъ службы пути и просить ихъ разсмотрѣть на ближайшемъ Съѣздѣ. (Обращается къ М. А. Гартштейну). Почему вы считаете бетонныя трубы болѣе дешевыми?

М. А. Гартштейнъ. На основаніи собранныхъ данныхъ у специальныхъ фирмъ по бетоннымъ и желѣзобетоннымъ работамъ и по сравненію съ существующими цѣнами гончарныхъ трубъ. Желѣзобетонныя трубы, кромѣ того, длинище, чѣмъ гончарныя; слѣдовательно, стыковъ меньше, что удешевляетъ укладку; наконецъ, трубы бетонныя можно готовить на мѣстѣ, что понижаетъ накладной расходъ на перевозку.

В. Ф. Ивановъ. Цѣны могутъ понизиться, но въ данномъ случаѣ я считалъ бы, что чугунныя трубы гораздо дешевле бетонныхъ.

Г. Г. Шахбутаговъ. У меня также возникаетъ сомнѣніе.

Предсѣдатель. Мы недостаточно убѣждены, что цѣны бетонныхъ трубъ будуть дешевле чугунныхъ.

М. А. Гартштейнъ. Дѣло въ томъ, что бетонныя трубы изготавливаются на специальныхъ машинахъ, пока еще недостаточно усовершенствованныхъ и дорого оплачиваемыхъ. Кромѣ того и работа на нихъ требуетъ опытныхъ рабочихъ. Все это, конечно, основательно вызываетъ сомнѣніе относительно дѣйствительной стоимости этихъ трубъ; но здѣсь нужно принять во вниманіе слѣдующее еще обстоятельство. Какъ я уже сказалъ, проектируется 11 паръ запасныхъ резервуаровъ, по 2 на каждой станціи, съ 14-ти дневнымъ запасомъ воды, а на каждой изъ четырехъ перекачивающихъ станцій—по 2 резервуара съ суточнымъ запасомъ воды; всего, слѣдовательно, 30 резервуаровъ. Такое значительное количество бетонныхъ и желѣзобетонныхъ работъ, сосредоточенныхъ въ однѣхъ рукахъ, хотя бы и на протяженіи около 130 верстъ, не можетъ, конечно, не отразиться на стоимости работъ въ смыслѣ ихъ удешевленія. Но, повторяю, здѣсь мною представлена только схема проекта, составленная на основаніи предварительныхъ изысканій, произведенныхъ еще въ 1904 г. Само собою разумѣется, что окончательная изысканія, сдѣланныя теперь, кромѣ того, болѣе точная свѣдѣнія объ имѣющихся на мѣстѣ необходимыхъ материалахъ, коньюнктура рынка ко времени работъ и прочія условія могутъ радикально измѣнить проектъ, даже въ принципіальныхъ его положеніяхъ.

Г. Г. Шахбутаговъ. Я хотѣлъ спросить, почему предположены бетонныя и желѣзобетонныя трубы?

М. А. Гартштейнъ. Въ отдельныхъ частяхъ, какъ я уже говорилъ, водопроводъ будетъ напорный. Затѣмъ и на гравитационныхъ участкахъ онъ будетъ работать частью полнымъ съченiemъ, частью неполнымъ. Въ зависимости отъ этого и проектируются на гравитационныхъ участкахъ бетонныя и желѣзобетонныя трубы.

О. И. Родовичъ. Докладчикомъ былъ затронутъ вопросъ: слѣдуетъ ли при устройствѣ стационарныхъ водоснабженій на вновь сооружающихся желѣзныхъ дорогахъ имѣть въ виду отпускъ воды за плату частнымъ лицамъ и учрежденіямъ? По сему вопросу, я, какъ представитель на Съѣздѣ одной изъ крупныхъ желѣзныхъ дорогъ, гдѣ такой отпускъ воды имѣть мѣсто, и какъ завѣдывающей водоснабженіемъ на этой дорогѣ, постараюсь дать нѣкоторыя свѣдѣнія, поясняя, что потребность въ отпускѣ воды частнымъ лицамъ очень скоро возрастетъ, ибо, послѣ циркулярного оповѣщенія соотвѣтственнаго положенія обѣтъ отпускѣ воды за плату жителямъ сосѣднихъ поселковъ, явилось въ продолженіе 2-хъ лѣтъ болѣе 50-ти предложеній на упомянутый отпускъ; нѣкоторыя изъ нихъ достигали до десяти тысячъ ведеръ въ сутки. Многимъ изъ просителей, на основаніи взятыхъ отъ нихъ подписокъ, былъ разрѣшенъ за плату просимый отпускъ воды по водомѣрамъ.

Для желѣзныхъ дорогъ эта отрасль отпуска воды не только небыточная, но даже, можно сказать, доходная, такъ какъ обыкновенно желѣзныя дороги устраиваютъ и оборудываютъ свои водопроводы со значительнымъ запасомъ, даже для усиленного движенія, которое, между прочимъ, въ дѣйствительности осуществляется съ большими перерывами, поэтому весь излишekъ водоснабженія можетъ быть использованъ за плату. Согласно упомянутаго положенія, вода изъ желѣзнодорожныхъ водопроводовъ отпускается по цѣнѣ съ 100% -ной надбавкой къ эксплоатационной ея стоимости, но, несмотря на это, назначенную плату потребители находятъ невысокой, и не было случая, чтобы кто-либо изъ просителей не согласился на эту плату. Кромѣ сего, желѣзная дорога береть съ потребителей подписку, которая лишаетъ потребителя права на какая-либо претензію, если бы даже дорога безъ всякихъ объясненій прекратила отпускъ воды.

Поэтому, въ виду вышеизложенного, считаю умѣстнымъ выразить пожеланіе, дабы вновь устраиваемыя желѣзныя дороги, для завершенія своего культурнаго значенія, принимали во вниманіе и разрѣшали въ удовлетворительномъ смыслѣ вопросъ обѣтъ отпускѣ воды для вновь нарождающихся сосѣднихъ со станціями поселковъ и промышленныхъ учрежденій.

М. А. Гартштейнъ. Я не могу еще оставить безъ отвѣта возраженіе инженера Мальцева, который меня, очевидно, не вѣрно понялъ. Я не предлагаю заставить дороги обязательнно отпускать даромъ воду

частнымъ лицамъ. Я нахожу необходимымъ только, чтобы желѣзныя дороги, устраивая свое водоснабженіе, принимали во вниманіе нужды прилегающихъ поселковъ въ водѣ. Какимъ образомъ отпускать воду, это вопросъ второй. Важно, по моему, чтобы государство, которое, съ одной стороны, само строить желѣзныя дороги или субсидируетъ частныхъ предприятія, съ другой стороны, занимается землеустройствомъ своихъ гражданъ, регулировало бы взаимоотнешеніе этихъ двухъ отраслей одного и того же государственного хозяйства. Наконецъ, для желѣзныхъ же дорогъ снабженіе водою прилегающихъ поселковъ вовсе не невыгодно. Дѣло въ томъ, что водоснабженіе желѣзныхъ дорогъ строится размѣрами, необходимыми для обслуживания такъ называемаго воинскаго движенія, значительно превышающаго обыкновенное нормальное на дорогахъ движеніе; другими словами, у дорогъ всегда имѣется значительный запасъ воды и соотвѣтственное оборудование, которые не вполнѣ утилизируются. Затраченный капиталъ не несетъ процентовъ. Кромѣ того, всякому извѣстно, что устройство и эксплуатация двухъ небольшихъ водоснабженій будетъ всегда дороже одного, ихъ замѣняющаго и находящагося въ тѣхъ же условіяхъ. Словомъ, желѣзная дорога всегда безъ ущерба для себя можетъ продавать прилегающимъ поселкамъ воду. Что это такъ, мы видимъ на примѣрахъ Закавказской и Екатерининской дорогъ, которыхъ это дѣлаютъ.

Я не говорю, что это не будетъ „хлопотливо“ для агентовъ дороги, но это обстоятельство, мнѣ кажется, меньше всего должно быть учтено при решеніи такого важнаго вопроса, какъ поддержаніе здоровья и благосостоянія цѣлой массы людей, живущихъ у желѣзныхъ дорогъ и такъ или иначе работающихъ для этихъ же дорогъ.

Предсѣдатель. Я думаю, что наше Собрание единогласно поддержитъ пожеланіе докладчика. (Аплодисменты).

По предложению предсѣдателя Съезда постановлено:

Предложенный докладчикомъ тезисъ передать на разсмотрѣніе Комиссіи.

Предсѣдатель. Слѣдующая очередь принадлежитъ докладчику К. П. Карельскихъ.

Сообщеніе инженера К. П. Карельскихъ: „Краткий обзоръ дѣятельности Комиссіи по изслѣдованию работы фильтровъ и воды для нового Москворѣцкаго водопровода“ было напечатано къ открытию IX Съезда и раздавалось присутствующимъ членамъ Съезда.

Съ устройствомъ въ Москвѣ англійскихъ фильтровъ для очистки москворѣцкой воды, въ концѣ 1903 года, Комиссіи по изслѣдованию дѣйствія американскихъ механическихъ фильтровъ было поручено изученіе и правильная установка работы англійскихъ фильтровъ въ Рублевѣ въ связи съ правильной постановкой санитарного контроля

за всѣмъ дѣломъ очистки москворѣцкой воды". Въ январѣ 1909 года вышелъ печатный отчетъ о дѣятельности этой Комиссіи подъ заглавіемъ: "Др.-мед. Н. К. Игнатовъ. Англійские песочные фільтры, устроенные при Рублевской водоподъемной станціи для очистки москворѣцкой воды. 1902—1905 г."; изданіе Московской Городской Управы.

Отчетъ содержитъ въ себѣ 28 печатныхъ листовъ и 16 таблицъ чертежей; въ немъ приведено описание всѣхъ опытовъ и опытныхъ приборовъ, а также всѣ полученные результаты опытовъ и химическихъ и бактериологическихъ анализовъ. Въ виду значительного интереса этихъ работъ и невозможности предоставить всѣмъ членамъ Съезда отчетъ полностью, докладчикъ въ своемъ сообщеніи кратко ознакомилъ членовъ IX Водопроводнаго Съезда съ программою работы Комиссіи и съ нѣкоторыми ея выводами.

По выслушаніи сообщенія Съездомъ постановлено:

Принять сообщеніе къ свѣдѣнію и благодарить докладчика.

Затѣмъ, послѣ перерыва, Съездомъ былъ заслушанъ докладъ И. М. Ротштейна.

### Докладъ И. М. Ротштейна.

#### Вода и очистка ея на Владикавказской желѣзной дорогѣ.

##### I.

Донъ и Волга, Каспійское и Черное море—таковы крайніе пункты Владикавказской желѣзной дороги. На протяженіи въ 1218 вер. съ сѣвера на югъ (отъ Ростова до Баку) и въ 755 вер. съ востока на западъ (отъ Царицына-на-Волгѣ до Новороссійска) названная дорога, въ цѣляхъ удовлетворенія своего водоснабженія, пользуется водою изъ самыхъ разнообразныхъ источниковъ, какъ-то: рѣкъ, озеръ, колодцевъ, искусственныхъ водоемовъ и буровыхъ скважинъ. Не удовлетворяясь качествомъ природныхъ водъ, дорога вынуждена прибѣгать къ различнымъ средствамъ для ихъ улучшенія, подвергая одинъ изъ нихъ механической очисткѣ, другія—химической, не останавливаясь передъ пробными буреніями, испытавъ даже способъ массовой перегонки воды.

Какъ и относительно другихъ дорогъ, не имѣется въ литературѣ достовѣрныхъ свѣдѣній и о водоснабженіи Владикавказской дороги. Отсутствуютъ прежде всего данные о составѣ тѣхъ водъ, коими дорога пользуется и которая, конечно, рѣзко отличны для различныхъ участковъ. Даже въ специальныхъ руководствахъ по вопросу о водоснабженіи нашихъ желѣзныхъ дорогъ, Владикавказская дорога относится одними къ тѣмъ, которая обладаютъ хорошей водой, другими —наоборотъ. Мы дальше увидимъ, какъ ошибаются и тѣ, и другие, и

считаемъ поэтому полезнымъ обнародовать имѣющіеся анализы водъ, и при томъ не только тѣхъ, которыхъ служать (въ 95 пунктахъ) для водоснабженія дороги, но и тѣхъ водъ, которыхъ, будучи расположены на территории дороги, были почему-либо изслѣдованы въ лабораторіи дороги (всего 299 анализовъ<sup>1)</sup>).

Рѣчной водой Владикавказская дорога пользуется въ 53 пунктахъ изъ 47 рѣкъ. Качество водъ этихъ рѣкъ совершенно различно. Однѣ воды по своему составу вполнѣ удовлетворительны; другія — требуютъ улучшения въ видѣ механической очистки, когда онѣ содержать массу илистыхъ взмученныхъ веществъ, или химической очистки, когда ихъ жесткость слишкомъ велика и употребленіе ихъ для паровозовъ сопряжено съ значительнымъ образованіемъ накипи въ котлахъ. Тотчасъ же за Ростовомъ, начиная со станціи Батайскъ, съ рѣкою Батайя, и вплоть до рѣки Кубань на ст. Кавказской по главной линіи, а также всѣ рѣчные воды къ востоку отъ ст. Тихорѣцкой вплоть до Волги у Сарепты, всѣ онѣ отличаются значительной жесткостью, иногда прямо невѣроятной для такихъ большихъ рѣкъ, какъ Челбасъ или Ея, жесткость коихъ доходить до 100° (по иѣм. шкалѣ) и выше. Поэтому, тамъ, гдѣ, за неимѣніемъ другого источника, приходится пользоваться рѣчной водой (пр. Батайя, Тихонькая, Челбасъ и др.), онѣ подвергаются у насъ химической очисткѣ.

Совершенно другой составъ имѣютъ рѣчные воды дороги, начиная отъ Кубани на югъ вплоть до рѣки Атачай на ст. Кизиль-Бурунъ (въ 100 вер. отъ Баку). За небольшими исключеніями, всѣ онѣ отличаются небольшимъ содержаніемъ солей вообще и въ частности накипеобразующихъ солей, но весною и лѣтомъ онѣ страдаютъ другимъ недостаткомъ: — несутъ массу ила, отчего вода представляется желтоватой, крайне непріятной на видъ; и вмѣстѣ съ тѣмъ въ этомъ видѣ онѣ опять-таки представляютъ своего рода неудобства для желѣзодорожного водоснабженія, почему ихъ подвергаютъ, особенно на большихъ станціяхъ, механической очисткѣ въ отстойныхъ бассейнахъ.

Въ теченіе года составъ этихъ водъ подвергается значительнымъ колебаніямъ. И это справедливо не только для тѣхъ рѣкъ, которыхъ имѣютъ своимъ началомъ ледники Кавказа, какъ, напримѣръ, Кума, но для всѣхъ безъ исключенія. На это измѣненіе состава воды влияютъ, съ одной стороны, такие факторы, какъ испареніе, образованіе ледяного покрова, весеннее таяніе снѣговъ, съ другой стороны — обильные источники у береговъ или въ руслѣ рѣки. До чего отличны по своему составу воды грунтовые въ руслѣ рѣки отъ рѣчной воды, видно изъ многихъ анализовъ. Укажемъ здѣсь на №№ 53 и 58<sup>2)</sup>). Вслѣдствіе

1) Смотр. ниже таблиц. анализовъ.

2) Смотр. ниже таблиц. анализовъ.

частаго измѣненія русла рѣки Кубань (на ст. Армавиръ),— явленіе довольно обычное для горныхъ рѣкъ, и вслѣдствіе сопряженныхъ съ этимъ неудобствъ для эксплоатациі, рѣшено было выкопать въ руслѣ большої колодецъ, куда и опустить всасывающую трубу. Но оказалось, что въ то время, какъ жесткость рѣчной воды была  $9,8^{\circ}$ , вода грунтовая имѣла  $53,5^{\circ}$ . Эти-то грунтовыя воды могутъ вліять на качество воды въ рѣкѣ по мѣрѣ ея удаленія отъ истоковъ. Постепенно, съ уменьшеніемъ таянія ледниковъ, съ ихъ затиханіемъ къ зимѣ, значеніе грунтовыхъ водъ выступаетъ все замѣтнѣе, и часто сравнительно удовлетворительная вода постепенно (въ теченіе года) превращается въ совершенно негодную для потребностей желѣзной дороги. Яркимъ примѣромъ въ этомъ отношеніи можетъ служить р. Кума у ст. Минеральная Воды. Эта обильная рѣка, о водѣ которой имѣется 6 полныхъ анализовъ (см. №№ 76—81) и 26 опредѣленій жесткости за послѣдній годъ, обыкновенно начинаетъ измѣнять свой составъ замѣтнымъ образомъ къ октябрю—ноябрю, достигая наихудшаго состоянія въ февралѣ и марта, и возвращается къ нормальному состоянію только въ маѣ. Очевидно, что весеннее таяніе снѣговъ почти не вліяетъ на качество ея водъ и только ледниковые воды въ состояніи разбавить жесткія грунтовыя воды настолько, что жесткость падаетъ съ  $36^{\circ}$ — $43^{\circ}$  до  $14^{\circ}$  и даже ниже.

Подвержены измѣненію въ своемъ составѣ и воды съвернаго района дороги. Это значитъ, что онѣ могутъ быть болѣе или менѣе плохими, мягкими онѣ никогда не бываютъ. Огромныя по своему протяженію рѣки, какъ Ея, Челбасъ, Тихонъкая, Кагальникъ, Сасыка, Аксай, Егорлыкъ, несутъ огромныя массы воды, негодныя ни для питья, ни для котловъ. Нормальная жесткость ихъ водъ отъ  $50^{\circ}$ — $70^{\circ}$  (по нѣмецкой шкалѣ), послѣ сухой осени зимою она повышается иногда до  $120^{\circ}$ . Соответственно этому велико въ нихъ содержаніе и растворимыхъ солей: въ рѣкахъ ближе на востокъ—поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ), въ болѣе западныхъ (приблизительно между Великокняжеской и Екатеринодаромъ, Ростовомъ и Кавказской) — глауберовой соли ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Сухой остатокъ въ нихъ составляетъ на одинъ литръ отъ 2 до 5 гр. Жесткость воды въ рѣкахъ южнаго и юго-восточнаго района рѣдко выше  $20^{\circ}$ , часто спускаясь до  $6^{\circ}$ — $8^{\circ}$ ; содержаніе солей вообще незначительно, такъ что сухой остатокъ на литръ воды составляетъ десятую часть такового въ рѣкахъ съвернаго и съверо-восточнаго района, а именно отъ 0,2 до 0,5 гр., съ незначительнымъ содержаніемъ хлора и сѣрнаго ангидрида.

Таковы двѣ характерныя группы рѣчныхъ водъ на Владикавказской дорогѣ.

Вторымъ значительнымъ источникомъ для водоснабженія дороги служать колодцы. Въ 37 пунктахъ изъ колодцевъ устроено водоснаб-

женіе для паровозовъ и, кромѣ того, имѣются сотни колодцевъ для питьевой воды (на станціяхъ, разѣздахъ и около будокъ). Обыкновенная глубина ихъ отъ 2 до 8 саж. Начиная со ст. Батайскъ, на ѿверѣ, до ст. Минеральныя Воды, на югѣ, на протяженіи 460 верстъ, и далѣе отъ ст. Хачмасъ до ст. Баку, а въ другомъ направленіи—съ востока на западъ—отъ ст. Гнилоаксайской до ст. Станичной, на протяженіи почти 500 верстъ, а также на протяженіи всей Ставропольской вѣтви (144 в.), всѣ грунтовыя воды, за очень рѣдкими исключеніями, отличаются значительной жесткостью и вообще большимъ содержаніемъ солей. Жесткость нѣкоторыхъ изъ нихъ прямо невѣроятна. Укажу, напримѣръ, на грунтовую воду на ст. Коноково: жесткость ея =  $164^{\circ}$  по нѣм. шкалѣ (или  $293,5^{\circ}$  по франц.), на ст. Овечка грунтовая вода имѣеть  $126^{\circ}$  ( $= 224^{\circ}$  фр.), на ст. Кущевка  $92^{\circ}$  ( $= 164,7^{\circ}$  фр.) На ст. Богословской имѣются родники; изъ нихъ самотекомъ вода попадаетъ въ станціонный бакъ; жесткость воды— $103^{\circ}$  ( $184,4^{\circ}$  фр.).

Въ отношеніи содержанія другихъ солей опять-таки замѣчено, что съ приближеніемъ къ востоку увеличивается содержаніе хлористыхъ соединеній, съ ѿвера же на югъ—велико особенно содержаніе сѣрнокислыхъ соединеній. Характерные свойства грунтовой воды выступаютъ только постепенно; очень часто въ свѣжевырытомъ колодцѣ вода оказывается сравнительно сносной, съ малымъ содержаніемъ солей; постепенно, по мѣрѣ откачки явно-поверхностныхъ водъ, не успѣвшихъ насытиться солями почвенныхъ слоевъ, къ колодцу притекаютъ болѣе глубокія грунтовыя воды съ значительно большей жесткостью.

Рѣзко отличны отъ этихъ грунтовыхъ водъ воды грунтовая южнѣе ст. Минеральныя Воды и дальше на востокъ по Петровской вѣтви (за исключениемъ собственно ст. Петровскъ), а также на западъ—воды отъ Екатеринодара до ст. Новороссийскъ (за исключениемъ этой станціи). Какъ видно изъ анализовъ за №№ 88, 90, 93 и т. д., всѣ эти воды при небольшой жесткости содержать нормальные количества и прочихъ соединеній, какъ хлористыхъ и сѣрнокислыхъ. Такимъ образомъ, грунтовая воды дороги также представляютъ двѣ рѣзко отличныя группы, параллельно идущія съ группами поверхностныхъ водъ.

Имѣются на дорогѣ и артезіанская воды. Артезіанская скважины у насъ насчитываютъ свою длинную исторію. Около 20 лѣтъ тому назадъ проф. Войславъ высказалъ увѣренность, что и въ районѣ съ столъ дурной водой на глубинѣ 70 саж. можно достать мягкую воду. Вскорѣ послѣ этого онъ началъ, на свой рискъ, работы одновременно въ 2-хъ пунктахъ: на ст. Крыловской и Кущевкѣ. На ст. Крыловской, лежащей на 29 саж. надъ уровнемъ моря, послѣ долгаго вре-

мени была найдена вполнѣ удовлетворительная для паровозовъ вода. Однако скважина въ скоромъ времени испортилась и пришлось рыть другую. Заложенная почти рядомъ съ первой, вторая скважина на той же глубинѣ дала опять воду такого же достоинства. Такъ какъ не оставалось больше сомнѣнія, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ бассейномъ вполнѣ удовлетворительной воды, и такъ какъ скважина не давала достаточнаго количества воды для всѣхъ нуждъ станціи, то недалеко была заложена новая скважина, которая въ настоящее время даетъ до 6 куб. саж. воды въ 1 часъ, при 20—24 часовой работѣ въ сутки. Глубина скважины—694 фута = 99 саж. 1 футъ. Вода получается изъ водоноснаго слоя кварцеваго песку. Пройденные при буреніи, сверху внизъ, слои: наносы до 15 ф., бурый суглинокъ съ водою—70 ф., бурая глина—108 ф., иль сѣрый—110 ф., желтая глина—164 ф., песчаникъ—166 ф., мергельная глина—176 ф., сѣрый плывунъ—180 ф., опять желтая глина—240 ф., сѣрая глина—339 ф., песчаникъ—351 ф., плотная сѣрая глина—608 ф., кварцевый песокъ до 692 фут., подъ нимъ—слой зеленовато-сѣрої глины. Вода въ трубахъ стоитъ на глубинѣ 20 саж.

По анализу вода совершенно тождественна съ водой изъ первоначальной, уже не существующей, скважины. Вначалѣ вода проходила съ небольшой примѣсью чрезвычайно мелкаго песку. Теперь она идетъ совершенно прозрачная. Со временемъ исчезъ также запахъ сѣроводорода. Составъ воды заслуживаетъ вниманія, такъ какъ онъ рѣзко отличается отъ известныхъ водъ этой мѣстности, какъ это видно изъ анализовъ въ таблицѣ за №№ 24, 25 и 26.

Данныя анализа выражены въ граммахъ на литръ воды:

Сухой остатокъ (при 150° С.)	0,6598.
Извѣсть (CaO)	0,0100.
Магнезія (MgO)	0,0097.
Сѣрный ангидридъ (SO <sub>3</sub> )	0,1214.
Углекислота (CO <sub>2</sub> ) связанныя	0,1200.
Хлоръ (Cl)	0,0855.
Кремневая кислота (SiO <sub>2</sub> )	0,0094.
Окиси желѣза и аллюминія (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,0012.
Азотистый ангидридъ (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) и азотный (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.
Амміакъ (NH <sub>3</sub> )	значительные слѣды.
Сумма щелочей (въ видѣ Na <sub>2</sub> O)	0,3116.
Окись калія (K <sub>2</sub> O)	0.
Общая жесткость (нѣм. градусы)	2,3° (=4,1° фр.)

На основаніи этихъ данныхъ анализа, мы можемъ, путемъ обычныхъ приемовъ, выразить составъ солей въ водѣ слѣдующимъ образомъ:

Хлористый натрій ( $\text{NaCl}$ ) . . . . .	0,1410.
Угле-кальціевая соль ( $\text{CaCO}_3$ ) . . . . .	0,0180.
Угле-магніевая соль ( $\text{MgCO}_3$ ) . . . . .	0,0204.
Сірно-натріевая соль ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) . . . . .	0,2155.
Угле-натріевая соль ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) . . . . .	0,2440 (что со- отвѣтствуетъ = 0,387 $\text{NaHCO}_3$ —дву-угле-натріевой соли).

Такимъ образомъ, настоящая вода характеризуется, во-первыхъ, крайне незначительной жесткостью,—качество очень цѣнное въ же-лѣзнодорожномъ водоснабженіи, и, во-вторыхъ, содержаніемъ дву-угле-натріевой соли, отчего эту воду можно причислить къ щелоч-нымъ водамъ.

Вторая дѣйствующая на дорогѣ скважина имѣется на ст. Екате-ринодарѣ, лежащей на 13,25 саж. надъ уровнемъ моря. Глубина скважины меньше, именно—82 саж. 4 фут. = 578 фут. Диаметръ трубы—10''.

Составъ воды въ граммахъ на литръ слѣдующій:

Сухой остатокъ (при 150° С.) . . . . .	0,3636.
Известь ( $\text{CaO}$ ) . . . . .	0,0110.
Магнезія ( $\text{MgO}$ ) . . . . .	0,0054.
Сірный ангидридъ ( $\text{SO}_3$ ) . . . . .	0,0480.
Углекислота ( $\text{CO}_2$ ) связанныя . . . . .	0,0884.
Хлоръ ( $\text{Cl}$ ) . . . . .	0,0272.
Кремневая кислота ( $\text{SiO}_2$ ) . . . . .	0,0090.
Окиси желѣза и аллюминія ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) . . . . .	0,0040.
Амміакъ ( $\text{NH}_3$ ) . . . . .	0,0003.
Сжигаемыя органическія вещества . . . . .	0,0170.
Органическія вещества (по Кубелью) . . . . .	10,2 сст. $n/_{100}$
$\text{KMnO}_4$ на 100 сст. воды.	
Азотистый ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) и азотный ( $\text{N}_2\text{O}_5$ ) ангидридъ . . . . .	0.
Сумма щелочей (въ видѣ $\text{Na}_2\text{O}$ ) . . . . .	0,1628.
Окись калія ( $\text{K}_2\text{O}$ ) . . . . .	0.
Общая жесткость (нѣм. гр.) . . . . .	1,85° (= 3,3° франц.)

И эта буровая вода отличается незначительной жесткостью, еще меньшей, чѣмъ вода ст. Крыловской, а также содержаніемъ угле-натріевой соли въ количествѣ 0,174  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  на литръ, что соотвѣтствуетъ 0,276 гр. дву-угле-натріевой соли  $\text{NaHCO}_3$  въ водѣ.

Сходство въ составѣ обѣихъ водъ довольно значительное. Можно думать, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ огромнымъ бассейномъ под-земной воды, откуда мы могли бы, быть можетъ, черпать воду и для другихъ станцій, лежащихъ въ одномъ направленіи, какъ, напримѣръ, на ст. Тихорѣцкая. Въ этомъ отношеніи будетъ имѣть огромное значеніе

предпринятая сейчасъ работа на ст. Песчанокопская, лежащей восточище ст. Крыловской верстъ на 90.

Какъ мы выше говорили, одновременно съ работой на ст. Крыловская, начаты были работы по буренію и на ст. Кущевка, лежащей съверище первой на 30 вер. на высотѣ 8 саж. надъ уровнемъ моря. Къ всеобщему удивленію обильный источникъ воды былъ найденъ уже на глубинѣ 27 саж. и хотя вода была значительно мягче, чѣмъ въ протекающей около рѣкѣ Ея и чѣмъ въ имѣющихъ на станціи колодцахъ, а именно  $28,6^{\circ}$  жесткости, но вмѣстѣ съ тѣмъ она содержала большія количества сѣроводорода, а именно 0,0119 гр. въ литрѣ, что дѣлало ее совершенно непригодной для паровозовъ, тѣкъ какъ сѣроводородъ дѣйствуетъ крайне разрушающимъ образомъ на котлы. Поэтому скважина была заброшена. Однако, подъ вліяніемъ того факта, что въ мѣстности, гдѣ грунтовыя воды очень жесткія, была въ концѣ-концовъ найдена прекрасная вода, начаты были буренія и въ другихъ мѣстахъ, но результаты оказались плачевые: воды не было найдено. Эти пункты слѣдующіе: ст. Батайскъ—на глубинѣ 14 саж., Каля—18 саж., ст. Тихорѣцкая—126 саж., Бѣлоглинская—108 саж. и Овечка—101 саж.

Третья дѣйствующая буровая скважина имѣется на ст. Дербентъ, на берегу моря. Водоснабженіе этой станціи, гдѣ необходимо было устроить основное депо, представляло трудную задачу. Рѣки вблизи нѣтъ. Городскіе колодцы, въ нижней части города (см. анализы №№ 146, 147 и 148), даютъ воду, неудовлетворительную по своему составу, жесткостью отъ 30 до  $38^{\circ}$  (по нѣм. шкалѣ). Тогда начаты были изысканія источниковъ, берущихъ свое начало въ Джалганскихъ горахъ (анализы за №№ 131—144), высящихъ надъ городомъ. Вода почти во всѣхъ этихъ источникахъ оказалась прекрасная по своимъ свойствамъ. Однако, устроить отсюда водоснабженіе оказалось нелегко, вслѣдствіе трудности проведения водопровода. Необходимо было считаться и съ тѣмъ немаловажнымъ обстоятельствомъ, что всѣ эти источники даютъ въ сущности немного воды, и она является единственной доступной для жителей верхней части города, и лишить ихъ 40—50 куб. саж. воды въ сутки значило бы поставить ихъ въ чрезвычайно затруднительное положеніе.

Между тѣмъ, изучая составъ всѣхъ водъ, мы пришли къ заключенію, что все это одна и та же вода, составъ которой постепенно ухудшается, на пути сверху внизъ, по мѣрѣ ея прохожденія по известковымъ массивамъ, вслѣдствіе чего можно было ожидать найти ее и возлѣ моря, куда она имѣть свой естественный выходъ, но на большей или меньшей глубинѣ. Предположенія эти оправдались, и на глубинѣ 32 саж. была найдена вода, въ твердыхъ песчаникахъ, сво-

бодно изливающаяся въ водосборную галлерею. Составъ воды въ граммахъ на литръ слѣдующій:

Сухой остатокъ (при 150° С.) . . . . .	1,0280.
Известь (CaO) . . . . .	0,1215.
Магнезія (MgO) . . . . .	0,1252.
Сѣрный ангидридъ (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	0,2665.
Хлортъ (Cl) . . . . .	0,0958.
Углекислота (CO <sub>2</sub> ) связаная . . . . .	0,1804.
Общая жесткость (въ нѣм. гр.) . . . . .	29,6° (= 53° фр.)

Вслѣдствіе того, что вода жесткая, она подвергается химической очисткѣ въ двухъ водоочистительныхъ аппаратахъ системы Дерюмо.

Наконецъ, на Владикавказской дорогѣ имѣются и искусственныя водохранилища („ставки“), для собиранія атмосферныхъ осадковъ, а именно на главной линіи на станціяхъ Барсукъ, Курсавка, Нагутъ и Суворовская (на послѣдней станціи сейчасъ водоснабженіе изъ ставка уничтожено). Эти искусственные водоемы различной величины, отъ 4 до 25.000 кв. саж. общей площади. Что касается количества воды, то врядъ ли приходится жаловаться въ этомъ отношеніи. Однако качество воды въ нихъ бываетъ иногда до невозможности плохо. Застоявшіяся воды содергать невѣроятно огромныя количества органическихъ веществъ, отчего онѣ часто издааютъ гнилостный запахъ. Содержаніе неорганическихъ солей также постепенно возрастаетъ и иногда можетъ переходить въ всякіе допустимые въ этомъ отношеніи предѣлы. На ст. Суворовской жесткость воды зимой доходила часто до 90° и становилось невозможнымъ пользоваться ею для паровозовъ. Промывка такихъ большихъ водоемовъ, за отсутствиемъ воды, невозможна; въ лучшемъ случаѣ ограничиваются спускомъ загнившихъ водъ; но свѣжая вода, несущая сама достаточно органическихъ веществъ, попадая на грязь дна и стѣнокъ, въ скоромъ времени опять начинаетъ портиться. Такіе открытые водоемы, доступные вѣтрамъ и пыли, водоемы, въ которыхъ лѣтомъ купаются и гдѣ стираютъ бѣлье, врядъ ли могутъ быть причислены, и съ санитарной и съ технической точекъ зрѣнія, къ рациональнымъ средствамъ для желѣзнодорожнаго водоснабженія.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что въ отношеніи своихъ водъ Владикавказская дорога представляетъ большое разнообразіе: одни участки пользуются прекрасной водой (Екатеринодарскій, Кавказскій и Грозненскій участки тяги); другіе имѣютъ почти на всемъ своемъ протяженіи плохую воду (Тихорѣцкій и Котельниковскій участки); наконецъ, третьи вынуждены пользоваться и плохой и хорошей водой (Минераловодскій и Дербентскій участки) и потому было бы ошибочно подвести дорогу общимъ протяженіемъ въ 2326 вер. подъ одну общую характеристику съ точки зрѣнія водоснабженія, какъ это дѣлаютъ нѣкоторые изслѣдователи.

II.

Основная точка зре́ння железнодорожного водоснабжения существенно отличная оть городского: впереди стоитъ здѣсь нормальная работа паровоза, а не вопросы гигиены, и не бактерія, а атомъ кальція опредѣляетъ достоинство воды. Известковыя и магнезіальныя соли воды, выдѣляющіяся въ котлахъ въ видѣ твердыхъ отложенийъ, могутъ не только причинять значительные материальные убытки дорогѣ, но нарушаютъ самое движение. Понятно поэтому, что вопросъ о железнодорожномъ водоснабжении долженъ быть рассматриваемъ не только съ точки зре́ння количества, но и качества водь.

Вредное вліяніе накипи давно извѣстно. Но объ этомъ гораздо легче говорить въ общихъ выраженіяхъ, чѣмъ выражать количественно. До сихъ поръ остается невыясненнымъ вопросъ о вліяніи накипи на расходъ топлива. Имѣющіяся по этому вопросу данныя вообще не многочисленны и рѣзко противорѣчать другъ другу. По *Вильсону* накипь, толщиною въ 1,5 mm., обусловливаетъ перерасходъ топлива въ 15%; при толщинѣ накипи въ 6 mm. перерасходъ достигаетъ 40—50%, а при толщинѣ въ 12 mm.—даже 150%. Въ 188 $\frac{1}{2}$  гг. инженеръ *Коншинъ*, устраивавшій въ то время очистку воды на Владивостокской дорогѣ, сравнивая расходъ топлива на 2 участкахъ—Минераловодскомъ съ хорошей водой и Батайскомъ съ плохой водой, пришелъ къ заключенію, что жесткія воды вызываютъ перерасходъ топлива на 30—40%. Позже американскій проф. *Вреченридже*<sup>1)</sup> производилъ опыты на железнодорожной дорогѣ *Illinois central* и пришелъ къ выводу, что слой накипи въ 0,8—1,2 mm. вызываетъ потерю тепла въ 10%.

Существуютъ однако данныя совершенно противоположнаго рода. Въ 1882 г. въ Мюнхенѣ были произведены очень интересные опыты, состоявшіе въ томъ, что паровозный котель питали искусственно приготовленной гипсовой водой, пока не образовался слой накипи, состоявшей исключительно изъ гипса, толщиною на потолкѣ решетки въ 8 mm., на дымогарныхъ трубахъ у решетки въ 3—12 mm., а у дымовой коробки въ 1—5 mm. Удивительный результатъ этихъ опытовъ былъ тотъ, что испаряемость воды не уменьшилась, не увеличилась также и температура дымовыхъ газовъ, использование тепла нисколько не измѣнилось отъ накипи. Замѣтимъ, что опыты эти были произведены очень тщательно.

Соответствующіе опыты производили въ 1903 г. въ Манчестерѣ *Strohmeier* и *Багоп* и пришли къ заключенію, что накипь, толщиною въ 3 mm., при напряженной работе котла, ведетъ къ уменьшенію использования тепла на 11 $\frac{1}{2}$ %, при ненапряженной работе—

<sup>1)</sup> Zeit. d. Ver. deut. Ingenieure 1900, стр. 1295 и Инженеръ (К.) 1899 г. № 7.

только на  $2\frac{1}{2}\%$ ; въ заключеніе своего сообщенія они говорятъ: „мы видимъ такимъ образомъ, что накипь незначительно понижаетъ полезный эффектъ котла, она повышаетъ его изнашиваемость, уменьшая продолжительность его работы“. Замѣчательно, что и инженеръ Леви<sup>1)</sup>, значительно раньше изслѣдований Strohmeier'a и Bagon'a, изучая результаты введенія химической очистки воды на Здолбуновскомъ участкѣ юго-западныхъ желѣзныхъ дорогъ, пришелъ къ тому же заключенію, а именно, что уменьшеніе накипи дало уменьшеніе расхода топлива также только на  $2\frac{1}{2}\%$ , что, конечно, рѣзко противорѣчитъ даннымъ Вильсона. Для выясненія этого же вопроса вычислялся коэффиціентъ теплопроводности для накипи въ зависимости отъ ея состава, формы, примѣси масла и другихъ органическихъ веществъ.

Въ новѣйшее время такія изслѣдованія производилъ W. Ernst<sup>2)</sup>, который въ результатахъ своихъ очень тщательно поставленныхъ опытовъ пришелъ къ заключенію, что, если стѣнка котла, при температурѣ пара въ  $180^{\circ}$  С., совершенно чиста, то отъ дымовыхъ газовъ передается внутреннему содержимому котла изъ каждыхъ 1.000.000 калорій 677.000, т. е.  $67,7\%$ ; если же на стѣнкахъ находится слой накипи въ 5 мм., то—только 653.000, т. е.  $65,3\%$ , и разница въ этомъ случаѣ составляетъ  $2,4\%$ . Отсюда Ernst дѣлаетъ слѣдующій выводъ: „вліяніе накипи на использование тепла въ котлѣ очень незначительно, во всякомъ случаѣ слишкомъ мало, чтобы его можно было прослѣдить при помощи сравнительныхъ опытовъ испаряемости“.

Bo всѣхъ этихъ случаяхъ поразительно совпаденіе данныхъ у Леви, Strohmeier'a и Ernst'a. Прибавимъ къ этому, что вопросъ о вліяніи накипи на расходъ топлива можетъ быть решенъ только путемъ специальныхъ опытовъ. Наблюденія и данныя желѣзныхъ дорогъ мало пригодны для решения этого сложнаго вопроса, такъ какъ въ каждомъ депо или на каждомъ участкѣ дороги слишкомъ велико число своихъ факторовъ, вліающихъ на расходъ топлива, а съ другой стороны—статистические методы желѣзныхъ дорогъ въ достаточной степени не научны.

Специально по поводу данныхъ, въ свое время опубликованныхъ относительно Владикавказской дороги инженеромъ Коншинымъ, я считаю необходимымъ замѣтить, что въ настоящее время нормы расхода топлива для всѣхъ участковъ тяги одинаковы.

Но если вопросъ о вліяніи накипи на расходъ топлива не выясненъ въ точности, то въ другихъ отношеніяхъ вредное вліяніе ея въ общемъ строѣ желѣзнодорожной экономики не подлежитъ сомнѣнію, и всѣми наблюдателями удостовѣрено, что накипь ведетъ къ скорой изнаши-

<sup>1)</sup> См. труды XVII Съезда начальниковъ Службы Тяги.

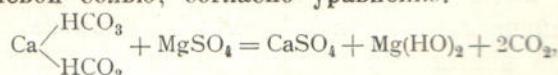
<sup>2)</sup> См. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. 62 Abt. II a, 1902.

ваемости котла, къ необходимости болѣе частыхъ промывокъ котловъ, а слѣдовательно и къ бесполезнымъ простоямъ паровозовъ, къ прогоранію болтовъ, связей, течи дымовыхъ трубъ, иногда къ трещинамъ рѣшетокъ и даже къ взрывамъ. Въ Германіи статистика взрывовъ паровыхъ котловъ, за періодъ съ 1877 по 1896 г., показала, что 10% были вызваны перегрѣвами металла, вслѣдствіе отложенія накипи.

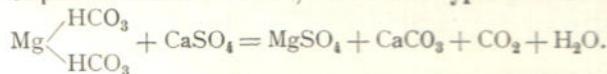
Совершенно различны и пробѣги паровозовъ на дорогѣ на участкахъ съ мягкой и жесткой водой. Для эксплоатации имѣть громадное значеніе и нарушение правильности движенія, когда требуются резервные паровозы. Совершенно вѣрно указываетъ г. Яловецкій: „кому не приходилось работать при условіяхъ плохой воды, тотъ не можетъ имѣть понятія о тѣхъ ужасныхъ дѣйствіяхъ дурной воды, какія оказываются на дѣлѣ; многія явленія даже кажутся невѣроятными“. Мы имѣли случай наблюдать эти явленія при постройкѣ Царицынской вѣтви, когда часто совершенно простоянавливалось движеніе (изъ нѣсколькихъ десятковъ паровозовъ не оказывалось ни одного годнаго), когда вслѣдъ за отошедшими поѣздомъ приходилось въ скорости послыять другіе паровозы, когда, словомъ, нарушалось то, что составляетъ сущность желѣзнодорожной жизни.

Всѣ эти факты и привели къ химической очисткѣ воды, т. е. къ предварительному выдѣленію изъ воды тѣхъ веществъ, которыя въ котлѣ отложились бы въ видѣ накипи.

Въ образованіи накипи принимаютъ участіе прежде всего известковая и магнезіальная соли. Дву-угле-кальціевая соль  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , теряя при кипяченіи углекислоту, превращается въ нерастворимое соединеніе  $\text{CaCO}_3$ . Дву-угле-магніевая соль  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , при кипяченіи подъ давленіемъ, теряетъ обѣ частицы углекислоты и превращается въ гидратное соединеніе  $\text{Mg}(\text{HO})_2$ , въ какомъ видѣ ее обычно находить въ накипи. При температурѣ выше 140° С. сѣрно-кальціевая соль  $\text{CaSO}_4$  выпадаетъ изъ раствора. Дальнѣйшее изученіе химическихъ реакцій, происходящихъ внутри котла, показало, что и нѣкоторыя легко растворимыя соли могутъ способствовать накипеобразованію. Такъ, напр., установлено, что сѣрно-магніевая соль ( $\text{MgSO}_4$ ) вступаетъ при невысокихъ температурахъ въ обмѣнное разложеніе съ дву-угле-кальціевой солью, согласно уравненію:



при температурѣ же выше 140° реакція идетъ въ сторону образованія растворимой сѣрно-магніевой соли, согласно уравненію:

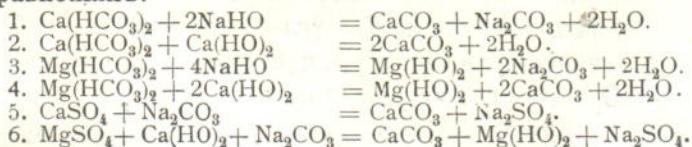


При ненадлежащемъ уходѣ за котломъ, при отсутствіи своевременныхъ промывокъ, въ накипь могутъ переходить и такія растворимыя

соли, какъ хлористый натрій и сѣрно-натріевая соль. Послѣдняя вмѣстѣ съ сѣрно-кальціевої образуетъ твердыя пласти. Наконецъ, нормально въ умѣжениі количества накипи принимаютъ участіе: кремневая кислота, окиси желѣза и аллюминія и органическія примѣси воды. Впрочемъ, вопросъ объ участіи каждой изъ названныхъ частей воды въ накипеобразованіи далеко еще не выясненъ въ достаточной степени. Всѣмъ извѣстно, что рядомъ съ накипью въ котлахъ образуется и мягкая легко удаляемая масса, такъ называемый шламмъ. Изученіе состава этихъ двухъ образованій, какъ и питающихъ воду, привело наблюдателей къ заключенію, что магнезіальныя соли главнымъ образомъ переходятъ въ шламмъ, известковыя—въ накипь<sup>1)</sup>.

Остается также открытымъ вопросъ, при какихъ условіяхъ выдѣляющіеся изъ воды осадки цементируются въ твердую и плотно прилегающую къ металлу массу. Одно несомнѣнно, что въ преобладающемъ количествѣ случаевъ борьба съ накипью возможна только при предварительномъ выдѣленіи изъ воды известковыхъ и магнезіальныхъ солей, т. е. посредствомъ химической очистки воды.

Кларкъ, впервые введшій способъ смягченія лондонскихъ водъ, употреблялъ для этой цѣли извѣсть. Вскорѣ было выяснено, что одной извѣсти для этой цѣли недостаточно. Наиболѣе распространенные въ настоящее время реактивы—извѣсть и кальцинированная сода, рѣже—ѣдкій натръ. Происходящій при этомъ процессъ выраженъ въ слѣдующихъ уравненіяхъ:



Одновременно съ выдѣленіемъ изъ воды указанныхъ соединеній, изъ воды выдѣляются: часть органическихъ соединеній (по нашимъ опредѣленіямъ уменьшеніе органическихъ веществъ—опредѣленіе по Кубелю—составляетъ въ этомъ случаѣ отъ 50—80 %) и свободная углекислота, вслѣдствіе соединенія ея со щелочью.

Ограничивающіеся этими бѣглыми замѣчаніями о химизмѣ очистки воды, перейдемъ къ очисткѣ воды на Владикавказской дорогѣ.

Какъ мы выше говорили, кромѣ химической, на дорогѣ существуетъ и механическая очистка. Послѣдняя вызывается тѣмъ обстоятельствомъ, что многія горныя рѣки весною и лѣтомъ содержать огромныя количества взвѣшенныхъ частицъ, иногда до 40 gr. на литръ воды. Эти осадки причиняютъ большія неудобства, забиваютъ трубы, инжектора, вызываютъ киданіе воды и т. д.

1) См. наши изслѣдованія въ Mittheil. aus der Praxis des Dampfkess. u. Dampfmaschinenbetriebes 1899, 2; Zeit. angew. Chemie XVIII 14; см. также Prof. B. Goldberg. Chem. Zeitung 1904, № 54 и др.

Механическая очистка сводится къ отстою воды въ отстойныхъ бассейнахъ, типа „перемѣнного тока“, состоящихъ обыкновенно изъ 3-отстойниковъ, емкостью каждый соотвѣтственно суточному расходу воды на станціи. Такие отстойники на дорогѣ имѣются 2-хъ видовъ: одни—открытые, другіе (новѣйшіе) дѣлаются закрытыми, для защиты отъ вѣтровъ, дабы при большемъ покоѣ достичнуть лучшаго отстаиванія въ нихъ осадковъ. Такіе крытые отстойники имѣются на 3-хъ станціяхъ: Грозный, Невинномысская и Кавказская. Стѣнки и дно въ нихъ выложены на каркасѣ (въ Кавказской даже желѣзобетонны), крыши во всѣхъ желѣзобетонны. Каждый отстойникъ снабженъ приспособленіемъ для отвода, по мѣрѣ надобности, осѣвшихъ частицъ въ рѣку. Открытые отстойники имѣются на 10 станціяхъ: Минеральныя Воды, Ессентуки, Слѣпцовская, Гудермесъ, Чиръ-Юртъ, Хасавъ-Юртъ, Хачмасъ, Манасть, Карагентъ и Мамедъ-Кала. Въ общемъ эти отстойники выполняютъ свою задачу достаточно удовлетворительно. Остающееся въ водѣ, послѣ 24-хъ часоваго отстоя, количество взвѣшенныхъ частицъ очень незначительно и вполнѣ допустимо для цѣлей питанія котловъ.

Что касается химически очищенной воды, то въ настоящее время ею пользуются 17 станцій; на 6 изъ нихъ вода очищается въ стационарномъ аппаратѣ системы Беранже и Штингля (ст. Батайскъ, Каяла, Степная, Кисляковка, Леушковская и Малороссійская), на остальныхъ 11 станціяхъ въ аппаратѣ Дерюмо (Тихорѣцкая—2 аппарата, Ея, Песчанокопская, Великокняжеская, Двойная, Куберле, Зимовники, Ремонтная, Котельниково, Жутово и Дербентъ (на послѣдней станціи также 2 аппарата). Очистки по системѣ Карсенъ и Деренъ на Владикавказской дорогѣ не существовало и не существуетъ, какъ ошибочно утверждалъ г. Борзовъ въ своемъ докладѣ на IV-мъ Водопроводномъ Съѣздѣ.

Аппаратъ Беранже и Штингля состоитъ изъ 4-хъ цилиндровъ, поставленныхъ одинъ нѣсколько ниже другого и постепенно увеличивающихся въ объемѣ. Посрединѣ каждого цилиндра проходить смѣшивательная труба. При каждомъ аппаратѣ имѣется и небольшой желѣзный ящикъ, въ которомъ приготавляется растворъ реактива. Очистка воды производится въ этомъ аппаратѣ посредствомъ щѣдкаго натра. Вода изъ источника, одновременно съ растворомъ соды, поступаетъ въ воронку, наложенную на смѣшивательную трубу первого цилиндра, при чѣмъ обыкновенно тотчасъ же начинается реакція, т. е. выдѣление изъ воды известковыхъ и магнезіальныхъ солей. Дальнѣйшее движение воды по слѣдующимъ цилиндрамъ имѣть своей цѣлью окончание реакціи и осажденіе выдѣленныхъ осадковъ. Въ послѣднемъ цилиндрѣ имѣется фильтръ, для окончательного задержанія всѣхъ частицъ, и отсюда прозрачная и смягченная вода поступаетъ въ станціонный бакъ.

Въ настоящее время этотъ водоочиститель долженъ быть признанъ совершенно неудовлетворительнымъ. Самый существенный недостатокъ его состоять въ томъ, что очистку воды приходится производить посредствомъ одного реактива — ёдкаго натра. Дѣйствуя на двууглекислымъ соединенія и превращая ихъ въ нерастворимое состояніе, ёдкій натръ самъ переходитъ въ угленатріевую соль. Послѣдняя въ свою очередь дѣйствуетъ на сѣрнокальціевую соль. Должно быть какое-то соотвѣтствіе между содержаніемъ въ видѣ углекислыхъ и сѣрнокислыхъ соединеній. Если же такого соотвѣтствія нѣтъ, что представляетъ обычное явленіе въ природныхъ водахъ, то или не хватаетъ количества взятаго ёдкаго натра и тогда надо вводить другой еще реактивъ, что не трудно, или же, что гораздо чаще, введенныи въ воду ёдкій натръ образуетъ значительно больше угленатріевой соли, чѣмъ нужно для сѣрнокислыхъ соединеній. Послѣдній случай какъ разъ имѣеть мѣсто у насъ. Въ виду этого очищеннаго воды содержать избытокъ соды, отъ 5 до 12 фун. на куб. саж. воды. Даѣте, употребленіе ёдкаго натра невыгодно и съ экономической точки зрењія; собственное приготовленіе (изъ извести и кальцинированной соды) обходится значительно дешевле.

Не останавливаясь на другихъ деталяхъ, перейдемъ къ другому водоочистителю системы Дерюмо. Очистка воды производится здѣсь посредствомъ соды и извести. Сода употребляется въ видѣ 10° Бѣ раствора. Регулированіе подачи его достигается посредствомъ небольшого ящика, поплавокъ котораго обусловливаетъ постоянный въ немъ уровень и, слѣдовательно, единообразный вытокъ содового раствора. Приготовленіе известковаго раствора сложнѣе. Такъ какъ известь можетъ быть употреблена только въ растворѣ и такъ какъ крѣпость раствора должна быть постоянная и опредѣленная, и принимая, далѣе, во вниманіе, что насыщенный растворъ извести въ водѣ содержитъ 1,3 гр. въ литрѣ воды, но не больше, изобрѣтатель положилъ въ основу пользованія известью для очистки воды насыщенный растворъ ея. Для достиженія этой цѣли, вода изъ источника попадаетъ на водяное колесо, которое своимъ вращеніемъ поддерживаетъ во все время работы аппарата въ движеніи и мѣшалку въ томъ сосудѣ, гдѣ идетъ приготовленіе известковаго раствора, т. е. въ сатураторѣ. Вслѣдствіе этого достигается быстрое насыщеніе воды известью, т. е. мы получаемъ растворъ опредѣленной крѣпости. Но это самое размѣшиваніе въ то же время не даетъ улечься частицамъ, взвѣшеннымъ въ водѣ, т. е. извести и выдѣлившимся изъ воды соединеніямъ, и потому онѣ легко попадаютъ въ главный осадочный цилиндръ, куда, по идеѣ изобрѣтателя, должна была попадать только чистая известковая вода.

Вредная сторона этого явленія состоить въ томъ, что излишняя изесть, въ видѣ взвѣшенныхъ частицъ, попадая въ главную массу

воды, растворяется въ ней: получается вода, содержащая избытокъ извести. Такая вода въ котлахъ даетъ известковую накипь. Для предотвращенія этого, на Владикавказской дорогѣ, рядомъ съ первымъ сатураторомъ, поставленъ второй сосудъ; известковая вода со взмучеными бѣлыми частицами, по виду и отчасти по составу болѣе подходящая къ известковому молоку, проходитъ во второй цилиндръ и здѣсь подвергается декантаціи. Такимъ путемъ мы обеспечили себя известковой водой, совершенно прозрачной и насыщенной.

Устройство самого аппарата слѣдующее.

Аппаратъ состоять изъ 4 существенныхъ частей: большого вертикального цилиндра, такъ называемаго осадочнаго сатуратора, въ которомъ вода насыщается известию; изъ другого сатуратора, въ которомъ известковая вода освѣтляется, и, наконецъ, 2-хъ ящиковъ для содоваго раствора.

Вода изъ источника подается въ водопрѣемный ящикъ. Этотъ ящикъ перегородкой раздѣляется на 2 части: собственно прѣемникъ и водораспредѣлитель. Въ водопрѣемникѣ находится сливная труба, отводящая избытокъ воды (въ бакъ съ неочищенной водой, если таковой имѣется на станціи, или просто наружу), и такимъ образомъ во вторую часть ящика—въ водораспредѣлитель—вода переходитъ подъ давлениемъ определенного столба жидкости, въ определенномъ и постояннономъ количествѣ, въ зависимости отъ того, на сколько открыть передаточный клапанъ, находящійся между обоими отдѣленіями ящика. Такъ достигается первое необходимое условіе для правильной очистки воды—аппаратъ въ единицу времени получаетъ постоянное количество воды.

Въ водораспредѣлителѣ это определенное количество воды раздѣляется на 2 струи, въ зависимости отъ состава данной воды. Одна, меньшая, черезъ небольшое отверстіе, направляется по желобку въ сатураторъ, проходя по трубѣ до дна сатуратора и оттуда вверхъ, на пути своемъ насыщаась известию. Другая, значительно большая часть, на пути своемъ къ осадочному цилинду, ниспадаетъ на водяное колесо, которое своимъ движениемъ вращаетъ мѣшалку въ сатураторѣ. Послѣдняя не даетъ извести улечься на дно, непрерывно взмѣшивая ее съ водой, вслѣдствіе чего послѣдняя насыщается ею и переходитъ для освѣтленія во второй сатураторъ. Самое заряженіе сатуратора известию производится такимъ образомъ, что определенное количество ея (въ негашеномъ состояніи) засыпается въ особое отдѣленіе при сатураторѣ, гдѣ она гасится и гдѣ она остается лежать до тѣхъ поръ, пока не наступить моментъ спустить ее внизъ, на дно сатуратора. Такое заряженіе производится каждые 6 часовъ. Количество воды изъ водораспредѣлителя на сатураторъ опредѣляется на основаніи данныхъ анализа воды, опредѣляющихъ, сколько всего извести надо взять на.

то количество воды, которое очищается въ единицу времени; съ другой стороны, зная, что въ одномъ литрѣ известковой воды содержится 1,3 gr. CaO, мы вычисляемъ, сколько всего надо известковой воды, сколько, следовательно, надо изъ общей массы поданной изъ источника воды отдѣлить на сатураторъ, для приготовленія чистой известковой воды. Остальное количество попадаетъ черезъ водяное колесо въ главный цилиндръ, собственно въ смѣшивающую внутреннюю трубу. Здѣсь сходятся, такимъ образомъ: главная струя воды; затѣмъ, та часть, которая служила для приготовленія известковой воды, и, наконецъ, содовый растворъ. Реакція сейчасъ же начинается. Вода по трубѣ спускается внизъ, чтобы затѣмъ по винтовымъ поверхностимъ подняться вверхъ, и透过 filter изъ древесныхъ стружекъ въ верхней части главного цилиндра поступаетъ, совершенно прозрачна, въ станціонный бакъ.

Таковъ обычный типъ аппарата Дерию. Наибольшихъ размѣровъ очистка воды производится на ст. Тихорѣцкой, которая снабжается водой изъ р. Челбасъ, расположенной въ 5 verstахъ отъ станціи. По 10"-му водопроводу (имѣется и запасный 6"-ый) вода подается въ баки для неочищенной воды, емкостью каждый по 20 куб. саж. Отсюда станція беретъ воду для всѣхъ разнообразныхъ потребностей, кромѣ питья, какъ-то: для промывки паровозовъ, для отхожихъ мѣсть, для бани и т. д. Отсюда же вода поступаетъ въ водоочистители, которые въ часъ очищаются по 6 куб. с., и очищенная вода поступаетъ въ 2 бака, по 8 куб. с. каждый, для цѣлей питанія паровозовъ и станціонныхъ котловъ. Очищаемая вода (см. анализъ въ таблицѣ подъ №№ 43—48) очень жесткая, содержаниемагнезіальныхъ солей въ ней очень значительно (напр., при общей жесткости въ 59,3°, на долю известковыхъ солей приходится 21,3°, на долю же магнезіальныхъ—38°), также велико содержаніе въ ней глауберовой соли, которую намъ пришлось однажды найти въ накипи одного маневроваго паровоза, запоздавшаго съ своевременной промывкой. Вода эта часто измѣняетъ свой составъ, при чемъ колебанія жесткости составляютъ отъ 40°—120°. Употребленіе ея въ неочищенномъ видѣ для паровозовъ совершенно недопустимо.

Для очистки вода поступаетъ изъ баковъ съ неочищенной водой въ водораспределитель водоочистительнаго аппарата, при чемъ количество поступающей воды регулируется поплавкомъ, и такимъ образомъ избѣгнута потеря воды. Чтобы избавиться отъ необходимости поднимать на большую высоту извѣсть (по 6—10 пуд. ея каждые 6 часовъ для каждого аппарата), она отгашивается внизу, и специальнymъ насосомъ известковая гуща накачивается въ сатураторы. Содовый растворъ также готовится внизу и отсюда инжекторомъ подается въ большиe содовые ящики наверху. Такъ какъ каждый аппаратъ мо-

жеть безъ напряженія работать по 18 час. въ сутки, а при умѣломъ уходѣ даже по 21 час., то каждый водоочиститель доставляетъ въ сутки отъ 54 до 63 куб., оба вмѣстѣ отъ 108 до 126. Въ теченіе 1907 г. фактически въ нихъ очищены 22740 куб. с., на что израсходовано 8556 п. кальцинированной соды (въ среднемъ въ сутки почти по 24 пуда) и 10309 п. извести, общею стоимостью 11142 руб.

Всего очищено на дорогѣ въ томъ же году 65000 куб. с. воды. Реактивы обошлись дорогѣ въ 28341 р. 08 к. Прочихъ расходовъ по очисткѣ воды (какъ-то: содержаніе и ремонть аппаратовъ, отопленіе помѣщений и проч.) было на 6343 р. 56 к., въ общемъ израсходовано 34684 р. 64 к. и средняя стоимость 1 куб. с. очищенной воды выразилась въ 52,9 коп. Очистка воды въ аппаратахъ Беранже и Штингля, посредствомъ Ѳдкаго натра (такъ называемой въ продажѣ каустической соды), въ среднемъ обходится на 35 коп. дороже, чѣмъ въ аппаратѣ Дерюмо, посредствомъ кальцинированной соды и извести.

Говоря объ очисткѣ воды на Владикавказской дорогѣ, мы считаемъ полезнымъ упомянуть здѣсь о сдѣланномъ дорогою опыте мас-совой перегонки жесткой воды, произведенномъ на ст. Кущевка лѣтъ 10 тому назадъ въ перегонномъ аппаратѣ Ягна. Это тѣмъ болѣе слѣдуетъ сдѣлать, что вокругъ этого аппарата въ свое время слагались цѣлые легенды, отчасти и теперь повторяемыя, и что надо же когда-нибудь установить истину фактическую.

Какъ извѣстно, идея аппарата Ягна основана на многократномъ испареніи воды. Свѣжій паръ изъ котла поступаетъ въ „элементъ“, состоящей изъ желѣзного кожуха, частью наполненнаго свѣжей перегоняемой водой; вокругъ кожуха помѣщается испарительная батарея, состоявшая въ аппаратѣ на ст. Кущевка изъ вертикальныхъ мѣдныхъ трубокъ (въ послѣдніхъ аппаратахъ эти батареи состоятъ изъ горизонтальныхъ двойныхъ пластинъ). Паръ изъ котла высокаго давленія, около 6 атмосферъ, поступалъ въ эти трубки, конденсировался въ нихъ и отсюда высасывался насосомъ, какъ опрѣсененная дистиллированная вода. Конденсируясь въ атмосферѣ, съ температурой, на нѣсколько градусовъ ниже собственной, паръ отдавалъ окружающей средѣ свою скрытую теплоту испаренія, за счетъ которой шло нагреваніе и испареніе окружавшей трубки сырой воды. Образовавшійся такимъ образомъ въ первомъ элементѣ паръ поступалъ въ слѣдующій элементъ, такого же точно устройства, какъ и первый, превращался въ свою очередь въ конденсатъ, а за счетъ скрытой теплоты его образовывалась новая порція пара, поступавшая въ слѣдующій элементъ. Такихъ элементовъ было въ аппаратѣ десять.

Такъ какъ по идеѣ этотъ аппаратъ не представлять ничего нового (на сахарныхъ, содовыхъ и др. химическихъ заводахъ уже съ давнихъ поръ примѣняются выпарные аппараты многократного испа-

ренія по типу Рильте), то решено было испытать одинъ аппаратъ Ягна. По сметѣ, составленной изобрѣтателемъ, онъ долженъ быть обойтись въ 18.000 руб., производительность его должна была быть 16 куб. с. въ сутки, при расходѣ нефти отъ 8 до 9 пуд. на 1 куб. с. воды. Въ дѣйствительности аппаратъ обошелся около 40.000 руб. Затѣмъ, когда началась работа, онъ потребовалъ множество передѣлокъ, но къ сожалѣнію точная стоимость ихъ такъ и осталась невыясненной. Далѣе, оказалось, что аппаратъ давалъ по 16 куб. с. въ сутки только въ начальномъ періодѣ кампани; затѣмъ, производительность его падала очень скоро, и приблизительно черезъ 10 12 дней работы онъ давалъ не болѣе 5 куб. с. воды въ сутки. Приходилось аппаратъ останавливать для очистки его отъ накипи, толстымъ слоемъ осѣдавшей на трубкахъ батареи, и такъ какъ конструкція послѣдней была очень несовершенная, то на очистку тратилось отъ 8 до 10 дней. (Въ новѣйшихъ аппаратахъ конструкція батареи измѣнена такимъ образомъ, что она дѣлается горизонтальной и устанавливается на жѣлѣзныхъ салазкахъ, на которыхъ она по рельсамъ выдвигается изъ кожуха для очистки). Включая эти неизбѣжные дни для остановокъ, производительность аппарата оказывалась въ среднемъ во много разъ ниже, чѣмъ предполагалось. Что касается расхода нефти, то онъ также оказался несоответствующимъ первоначальнымъ предположеніямъ, такъ какъ въ среднемъ на 1 куб. с. воды расходовалось около 15 пуд. нефти, т. е. почти вдвое больше.

Выяснились на практикѣ и иѣкоторыя другія неудобства, которыя имѣли однако то крупное значеніе, что они приводили къ частымъ остановкамъ и оставляли станцію безъ воды слишкомъ часто. Вода получалась въ бакѣ очень горячая (въ 90°) и инжектора отказывались брать ее. Болѣе же сильное охлажденіе дистиллата требовало большаго количества воды на охлажденіе, а въ станціонномъ колодцѣ было не больше 20 куб. с.-въ сутки.

Въ то время, какъ мы на практикѣ знакомились съ указанными недостатками аппарата, низводившими его значеніе для станціоннаго водоснабженія почти къ нулю, тамъ, где это надо было, о немъ дѣлались сообщенія совершенно другого рода. Въ журналѣ Министерства Путей сообщенія (см. 1898 г. № 9) появилась статья, въ которой сообщалось, что кущевскій аппаратъ Ягна блестяще разрѣшилъ задачу недорогого способа полученія дистиллированной воды для жѣлѣзнодорожнаго водоснабженія. Особенно подчеркивалось то обстоятельство, что на трубкахъ батарей этого аппарата совершенно не осаждаются накипь, что онъ остается во время работы совершенно чистыми и поэтому ихъ производительность всегда одна и та же, а расходъ нефти не великъ. Въ это же приблизительно время на сѣѣздѣ начальниковъ службы тяги одновременно дѣлались сообщенія объ

аппаратъ Ягна на ст. Красноводскъ Закаспійской ж. д. и о кущевскомъ аппаратѣ. О первомъ изъ нихъ сообщалось какъ разъ то самое, что имѣло мѣсто и въ Кущевкѣ, при чёмъ стоимость 1 куб. с. опрѣсненной воды опредѣлялась въ 6 руб. О кущевскомъ же аппаратѣ говорилось совершенно другое, въ духѣ вышеупомянутой статьи, и стоимость 1 куб. с. воды опредѣлялась всего лишь въ 1 р. 35 коп. Между тѣмъ, въ дѣйствительности, на основаніи данныхъ, полученныхъ специальной комиссией, въ теченіе недѣли всесторонне изслѣдовавшей работу аппарата: испаряемость, расходъ сырой воды и нефти, температуры паденія въ элементахъ, степень сгущенія воды въ каждомъ изъ нихъ, даже составъ накипи и т. д., цѣна 1 куб. с. опрѣсненной воды была опредѣлена почти такая же, какъ и въ Красноводскѣ, т. е. около 6 руб. Въ то время нефть обходилась дорогѣ въ 10 коп. Принимая во вниманіе, что теперь она стоитъ 30 к. и что на кубъ воды расходовалось 15 пуд. ея, теперь стоимость 1 куб. с. воды была бы на 3 руб. дороже, т. е. около 9 руб.

Изъ сказанного видно, какъ невѣрны были свѣдѣнія объ аппаратѣ Ягна на ст. Кущевка. Прибавимъ, что послѣ нѣкотораго времени работы аппарата выяснилось, что батареи начали совершенно изнашиваться, вслѣдствіе частой очистки ихъ отъ твердой накипи. И когда насталъ моментъ постановки новыхъ, на что нужно было затратить нѣсколько тысяч рублей, то этимъ воспользовались, чтобы пріостановить дальнѣйшій опытъ съ этимъ аппаратомъ, который не обеспечивалъ станцію водою, а получавшаяся вода обходилась такъ дорого! Такимъ образомъ, этотъ аппаратъ погибъ, такъ сказать, естественной смертью, а не „сгорѣлъ и болѣе не возобновлялся“, какъ сообщаетъ о немъ г. Bothas \*).

Единственнымъ осознательнымъ результатомъ этого дорого стоявшаго дорогѣ опыта мы считаемъ оригиналъный аппаратъ для массовой перегонки воды, разработанный въ службѣ тяги Владикавк. дер. завѣдующимъ техническимъ бюро инженеромъ Лопушинскимъ. Задача, которую поставилъ себѣ изобрѣтатель, заключалась въ томъ, чтобы получить дистиллированную воду при возможно низкой температурѣ съ наилучшей утилизацией тепла. Для достижения этой цѣли, „элементъ“ въ аппаратѣ Лопушинского снабженъ пароструйнымъ компрессоромъ, въ которомъ паръ, образовавшійся изъ сырой воды въ элементѣ, встрѣчается со струей пара изъ котла, имѣющаго болѣе высокое давленіе и большую скорость; вслѣдствіе удара двухъ струй пара, давленіе смѣси нѣсколько повышается и затѣмъ еще больше возрастаетъ. Размѣръ компрессора разсчитанъ такимъ образомъ, чтобы, прибавляя количество свѣжаго пара не болѣе  $10\%$  отъ вѣса воды, поднимать да-

\* См. „Массовое опрѣсненіе воды“, 1908, стр. 44.

вленіе пара, образующагося изъ перегоняемой воды, примѣрно на одну атмосферу (напр., съ 0,7 до 1,7 абсол. атмосферы); и въ такомъ состояніи паръ изъ компрессора поступаетъ въ элементъ, въ пространство между испарительными трубками, гдѣ онъ конденсируется въ дистиллированную воду. За счетъ скрытой теплоты сконденсировавшагося пара образуется изъ сырой воды соотвѣтственное количество свѣжаго пара. Такимъ образомъ, аппаратъ Лопушинскаго построенъ на другомъ принципѣ, чѣмъ аппаратъ Ягна. Другая особенность аппарата Лопушинскаго заключается въ томъ, что подвергаемая перегонкѣ вода, предварительно, до поступленія въ элементъ, подвергается химической очисткѣ, съ тѣмъ, чтобы избавить испаряющія поверхности отъ накипи, а слѣдовательно и отъ очистки, которая уменьшаетъ производительность аппарата и увеличиваетъ стоимость перегонки.

### III.

Очертивъ въ общихъ чертахъ свойства водъ, которыми пользуется Владикавказская дорога, а также и мѣры, принимаемыя ею для ихъ улучшенія, мы позволимъ себѣ въ заключеніе остановиться на которыхъ вопросахъ желѣзнодорожнаго водоснабженія. Параллельно тому, какъ гигіена выяснила огромное значеніе воды въ жизни человѣка, техника постепенно приходитъ къ сознанію важнаго значенія воды и для желѣзныхъ дорогъ. Само собою разумѣется, что здѣсь въ конечномъ итогѣ это вопросъ экономической. Вообще говоря, вода на желѣзной дорогѣ обходится дорого. Это естественно, если мы примемъ во вниманіе, что желѣзнодорожное водоснабженіе по преимуществу носитъ мелкій характеръ и что оно разрастается въ крупныя устройства только на небольшомъ числѣ станцій. Необходимость возводить постройки и всѣ нужныя сооруженія, а затѣмъ содержать штатъ на станціяхъ, гдѣ въ теченіе года подается одна-двѣ сотни кубическихъ саженей воды, ложится очень дорого на общей стоимости водоснабженія. Врядъ ли однако, имѣя въ виду основную задачу желѣзныхъ дорогъ и недопустимость перерывовъ въ движеніи, можно будетъ отступить отъ этого принципа, какъ это предлагалось инж. Фельдтомъ \*), тѣмъ болѣе, что въ настоящее время въ существующія водоснабженія уже вложены многіе миллионы и едва ли можно будетъ достать другие свободные миллионы для такой крупной реформы, какъ значительное расширеніе центральныхъ водоснабженій и замѣна, соотвѣтственно съ этимъ, существующаго типа тендеровъ другимъ—значительно большаго размѣра. Но совершенно правы всѣ многочисленные изслѣдователи, которые съ разныхъ сторонъ и разными путями приходятъ

\*.) См. „Новый принципъ желѣзнодорожнаго водоснабженія“.

къ одному и тому же выводу, а именно, что вода въ общемъ строѣ желѣзнодорожнаго хозяйства играетъ гораздо болѣе значительную роль, чѣмъ это принято думать, и что поэтому необходимо удѣлить гораздо больше вниманія, чѣмъ теперь, качественной сторонѣ вопроса, потому что отъ свойствъ воды зависить работа паровоза и правильность движенія,—два важныхъ момента въ экономикѣ желѣзныхъ дорогъ. Всякая дорога должна стараться дать паровозамъ мягкую воду. Предѣльной нормой жесткости воды на станціяхъ, гдѣ производится усиленный наборъ ея, мы считаемъ отъ 12° до 15°. Въ противномъ случаѣ вода должна подвергнуться улучшенню. Помимо жесткости, которая является главнымъ моментомъ въ опредѣлениі достоинства воды, слѣдуетъ обращать вниманіе и на другія свойства воды. Реакція воды должна быть нейтральная. Она не должна содержать и слѣдовъ сѣроводорода, а также по возможности амміака и азотистой кислоты, такъ какъ всѣ эти соединенія обусловливаютъ сильное раззѣданіе металла. Содержаніе органическихъ веществъ можетъ быть больше, чѣмъ это допускается для питьевыхъ водъ, но относительно ихъ должна быть увѣренность, что при сгущеніи и подъ давленіемъ онѣ не будутъ разлагаться съ образованіемъ соединеній кислого характера. Наконецъ, при выборѣ источника водоснабженія должно отдать предпочтеніе водѣ съ наименьшимъ содержаніемъ растворимыхъ солей. Тамъ, гдѣ необходимости однако заставляетъ употреблять воду жесткую, послѣдняя должна быть подвергнута улучшенню.

Для улучшеннія качества воды существуютъ 2 способа: химическая очистка и перегонка. Въ послѣднее время замѣчается отрицательное отношение къ первой и стремление выдвинуть, какъ единственно рациональный способъ, массовую перегонку воды. Это особенно замѣтно въ послѣдніе годы на страницахъ „Желѣзнодорожнаго Дѣла“ въ статьяхъ гг. Фельдта и Элькина.

Что касается способа дистилляціи воды, то мы считаемъ, что онъ до сихъ поръ, къ крайнему сожалѣнію, несмотря на то, что онъ насчитываетъ уже 12-лѣтнюю исторію, не можетъ быть признанъ способомъ, о которомъ можно было бы увѣренно говорить при устройствѣ водоснабженія. Говоримъ объ этомъ съ сожалѣніемъ потому, что дѣйствительно бываютъ случаи, когда улучшеніе единствено имѣющейся воды возможно только путемъ перегонки. Къ такимъ случаямъ мы относимъ ст. Красноводскъ и Учь-Аджи Средне-Азіатской дороги. Мы уже неоднократно имѣли случай высказаться, что химическая очистка воды, если послѣдняя очень жесткая и содержитъ значительная количества растворимыхъ солей, какъ хлористый натрій или сѣро-натріевая соль, не дастъ удовлетворительныхъ результатовъ при питаніи котловъ. Выдѣлить известковая и магнезіальная соли не трудно; попутно связывается свободная углекислота, и если вода содержитъ ор-

ганическія вещества, то выдѣляются и они въ количествѣ отъ 60—80%. Тѣмъ не менѣе такая очищенная вода, если очистка произведена по существующимъ приемамъ, т. е. посредствомъ Ѳдаго натра или посредствомъ извести и кальцинированной соды, является материаломъ для питанія котловъ тѣмъ болѣе неудовлетворительнымъ, чѣмъ выше содержаніе въ ней растворимыхъ солей, количество которыхъ при очисткѣ уменьшается вообще незначительно, только соотвѣтственно содержанію въ водѣ углекислыхъ соединеній. Въ чёмъ кроется причина этого явленія—неизвѣстно, но опытъ показываетъ, что работа котла, питающагося такими водами, далеко несовершенна. Въ такихъ случаяхъ слѣдуетъ отдать рѣшительное предпочтеніе способу перегонки, хотя бы онъ обошелся дороже, чѣмъ химическая очистка. Но надежнаго способа для полученія дистиллированной воды, по соотвѣтствующей, т. е. не слишкомъ дорогой цѣнѣ, мы до сихъ поръ не имѣемъ. Если мы обратимся къ тѣмъ опытаамъ, къ слову сказать очень дорогимъ, которые до сихъ поръ были произведены съ перегонными аппаратами различныхъ системъ, а именно—Ягна, Чернова и Круга, то мы увидимъ здѣсь только цѣлый рядъ неудачъ или получимъ какія-то неясныя данныя, на которыхъ полагаться нельзя. Первые опрѣснители Ягна, на ст. Красноводскѣ, а затѣмъ на ст. Кущевка, въ скоромъ времени были преданы забвенію, несмотря на всѣ попытки (въ офиціальныхъ запискахъ и въ печати) доказать, что кущевскій аппаратъ будто бы удовлетворительно разрѣшилъ эту задачу. Затѣмъ, строится аппаратъ въ Баку, а вслѣдѣ за нимъ слѣдуетъ цѣлый рядъ аппаратовъ—въ Учъ-Аджи, Красноводскѣ (здѣсь цѣлыхъ три аппарата) и на ст. Гришино Екатер. дор. Установкѣ каждого изъ нихъ обыкновенно предшествуетъ извѣщеніе о серьезныхъ улучшеніяхъ, самая установка продолжается годами; затѣмъ слѣдуютъ продолжительныя испытанія, возникаютъ постоянно споры и несогласія между строителями и управлѣніями дорогъ, которыхъ въ концѣ-концовъ, несмотря на огромныя затраты, воды опрѣсненной не имѣютъ. По поводу, напримѣръ, аппарата на ст. Гришино въ свое время говорили, какъ объ аппаратѣ особенно усовершенствованномъ; затѣмъ заявлялось, что онъ работаетъ прекрасно и кубъ опрѣсненной воды обходится необычайно дешево—въ 2 р. 40 к. \*), а теперь г. Bothas, въ своей недавно появившейся книжкѣ „Массовое опрѣсненіе воды“, по поводу этого аппарата ограничивается только краткой замѣткой, что „этотъ опрѣснитель былъ построенъ по совершенно новой системѣ, которая, однако, на практикѣ не оправдала возложенныхъ на нее надеждъ“ (стр. 44), изъ чего несомнѣнно слѣдуетъ, что и этотъ аппаратъ не работаетъ. На ст. Учъ-Аджи въ 1902 г. былъ поставленъ аппаратъ Ягно-Коп-

\*) См. Железнодорожное Дѣло за 1902 г. въ препніяхъ по поводу доклада К. Н. Кашкина: „О проведеніи желѣзныхъ дорогъ въ безводной мѣстности“.

пеля, а въ 1904 г. аппаратъ Чернова. Относительно послѣдняго мы знаемъ, что, вмѣсто 20 кубовъ въ сутки, онъ давалъ при испытаніи отъ 12 до 4,5 и въ среднемъ за рабочій періодъ всего по 7 кб. с., а со включеніемъ неизбѣжныхъ простоевъ только 5 кб. с., при чёмъ нефти уходило на кубъ воды почти по 30 пудовъ, что при цѣнѣ нефти въ 30 к. со-ставляетъ расходъ на топливо въ 9 руб.; если же прибавить сюда остальные расходы: администрацію, очистку, амортизацію и погашеніе, то при малой производительности аппарата они окажутся очень велики, около 4—5 р. на 1 куб. с., такъ что общая стоимость послѣдней должна выразиться въ невѣроятно дорогой цѣнѣ—около 14 р. И не-смотря на такую высокую цѣну, этотъ аппаратъ не можетъ обезпе-чить станцію водой. Что касается второго опрѣснителя на этой же станціи системы Ягно-Кошпеля, то былъ онъ построенъ въ 1902 г. на 20 кубовъ въ сутки, при испытаніи далъ совершенно плохіе ре-зультаты, но при изслѣдованіи причины этого явленія оказалось, что вода, подлежавшая перегонкѣ, оказалась не въ 96° жесткости, какъ разсчитывалъ строитель, а въ 400\*). Затѣмъ, въ 1906 г. рѣшили произвести опытъ съ этимъ аппаратомъ: на станцію привозили мягкую воду и прибавляли имѣющейся жесткой, въ такомъ отношеніи, что получалась вода въ 100° жесткости; при этомъ опытъ „результаты оказались гораздо благопріятнѣе, чѣмъ требовалось отъ него условиями договора“ (Bothas, стр. 45). Тѣмъ не менѣе аппаратъ не работаетъ и въ настоящее время, такъ какъ управление дороги совершенно основательно рѣшило, что вмѣсто того, чтобы для полученія 20 кб. с. воды привозить издалека 15 кб. с. мягкой воды, смѣшивать ихъ затѣмъ съ 5 кб. с. жесткой воды и перегонять эту смѣсь, затрачивая по 8 руб. на 1 кб. с., гораздо проще и дешевле привозить всѣ 20 кб. с. Та-кимъ образомъ, въ настоящее время Средне-Азиатская дорога имѣеть на ст. Учъ-Аджи 2 аппарата, общей стоимостью, считая всѣ расходы, врядъ ли меныше 300.000 руб., но опрѣсненной воды она все-таки не имѣеть. Едва ли можно считать удачными и результаты, получив-шіеся при работе аппарата Круга на ст. Красноводскъ, хотя по отно-шенію къ этому аппарату до сихъ поръ не выяснено, какъ часто онъ портится и оставляетъ, слѣдовательно, станцію безъ воды. Расходъ нефти оказался въ 13,6 п. на 1 кб. с. воды, стоимость 1 кб. с.—9 р. 17 коп.

Имѣются еще опрѣснители городскіе—въ Красноводскѣ и въ Баку. Относительно первого изъ нихъ у насъ нѣть данныхъ; говорятъ, городъ отпускаетъ эту воду по 1½ коп. за ведро, т. е. по 12 р. за кубъ. Относительно бакинскаго аппарата г. Bothas сообщаетъ слѣдую-щее. Этотъ опрѣснитель работаетъ съ 1899 г., а договоръ на его

\*.) См. Железнодорожное Дѣло—статьи гг. Горчакова (въ № 23-24 за 1908 г.) и Элькина (въ № 5—6 за 1909 г.).

постройку заключенъ былъ въ 1898 г. Изъ этого мы заключаемъ, что аппаратъ—стараго типа; несмотря на это, именно онъ продолжаетъ работать до сихъ поръ, тогда какъ всѣ новѣйшіе, такъ сказать, усовершенствованные аппараты Ягно-Коппеля стоять безъ дѣйствія. Причина этого явленія почему-то не выясняется, несмотря на вполнѣ естественное недоумѣніе читателя. По договору, заключенному фирмой съ городомъ, наибольшая суточная производительность составляетъ 75.000 ведеръ (до 94 куб. с.), а городъ обязался принимать не менѣе 60.000 вед. Почти черезъ 10 лѣтъ, въ 1907 г., дано перегнанной воды 302.470 см<sup>3</sup>, что составляетъ приблизительно по 84 куб. с. въ сутки. Самое устройство состоять изъ 5 самостоятельныхъ аппаратовъ 9-кратнаго испаренія, суточной производительностью каждый въ 40 куб. с. Такимъ образомъ, всѣ вмѣстѣ они расчитаны на 200 куб. с. воды въ сутки, хотя по договору фирма не обязана давать болѣе 94 куб. с. Невольно возникаетъ вопросъ, зачѣмъ надо было увеличивать въ такой значительной степени устройство? Принимая обычную стоимость этихъ аппаратовъ въ 6.000 р. на 1 куб. с. суточной производительности, мы получимъ, что фирма затратила на устройство вмѣсто 564.000 р.—1.200.000 р. Въ книгѣ Bothas мы не находимъ однако отвѣта на этотъ вопросъ; возможно, что каждый аппаратъ, вмѣсто предположенныхъ 40 куб. с., даетъ значительно меньше воды, какъ это оказывается въ другихъ случаяхъ, если приходится ввести въ разсчетъ и пристои. Во сколько обходится 1 кубъ воды здѣсь—неизвѣстно. Повидимому, въ 1899 г., 1 кубъ воды оцѣнивался въ 5 р. 60 коп. Но въ то время цѣна нефти была ненормально низка, всего 10 коп. Теперь, если мы примемъ стоимость ея въ среднемъ въ 30 коп. и будемъ считать даже по 12 пуд. на 1 кубъ, стоимость послѣдняго выразится въ 5 р. 60 к. + (30—10) × 12 п. = 8 р.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что до сихъ поръ всѣ опыты съ опрѣснителями на желѣзныхъ дорогахъ дали печальные результаты. Съ одной стороны, ни одинъ изъ нихъ не обеспечиваетъ съувѣренностю станцію нужнымъ количествомъ воды, а съ другой стоимость опрѣсненія оказывается значительно выше разсчетовъ. Такъ, напр., въ то время, какъ Bothas (стр. 32 названной книги) опредѣляетъ, при цѣнѣ нефти въ 20 к., стоимость 1 куба опрѣсненной воды въ 4 р. 47 к., а Элькинъ, при цѣнѣ нефти въ 15 к., всего въ 3 р. 69 к., на дѣлѣ всюду эта стоимость оказывается значительно выше—отъ 8 до 10 р., а эта разница получается не только потому, что названные авторы беруть незначительную цѣну для нефти, но и потому, что они слишкомъ низко оцѣниваютъ остальные расходы, которые, напр., въ аппаратѣ кущевскомъ опредѣлены были въ 4 р. на одинъ кубъ и почти во столько же, черезъ 12 лѣтъ, на ст. Красноводскъ для аппарата Круга. Соглашаясь, что опрѣсненная вода выше всякой другой

воды съ точки зрења работы котла, мы думаемъ, что широкому примѣненію опрѣснителей всегда будетъ препятствовать значительная стоимость опрѣсненія, не 5,38 коп., какъ это подсчитываетъ Элькинъ\*), на поѣздовъ-версту, а отъ 12 до 15 коп. А при такой стоимости не оправдываются, по формуламъ же Элькина, всѣ послѣдствія введенія на дорогѣ опрѣсненной воды, на какія указываетъ названный изслѣдователь, если даже признать правильными всѣ его предположенія. Поэтому, если наконецъ удастся выработать типъ аппарата, вполнѣ обеспечивающаго станцію водой, этотъ способъ можно будетъ примѣнить только въ исключительныхъ случаяхъ, когда приходится мириться со всѣкими расходами для достижени¤ того, что кажется необходимымъ.

Другой способъ улучшени¤ качества воды для котловъ—это химическая очистка ея. Въ томъ видѣ, какъ онъ осуществляется въ настоящее время, онъ имѣетъ свои достоинства и свои недостатки. Онъ простъ, недорогъ, и опытъ показалъ, что тамъ, где примѣненіе его поставлено правильно, когда дѣло не ввѣряется всесфѣро простому чернорабочему, онъ даетъ хороши¤ результаты. Владикавказская дорога имѣетъ въ этомъ отношеніи громадный опытъ. Слова инж. Яловецкаго, которыя всѣми охотно цитируются относительно вреда жесткихъ водъ, относятся именно къ этой дорогѣ. Несмотря на то, что съ тѣхъ поръ положеніе, съ точки зрења качества воды, еще болѣе ухудшилось (мы имѣемъ въ виду образованіе основного депо на ст. Тихорѣцкой), несмотря на то, что въ современныхъ паровозахъ мы имѣемъ факторы, ухудшающіе всѣ явленія накипеобразованія (болѣе высокое давление пара), дорога не знаетъ ничего подобнаго тому, что въ свое время наблюдали инж. Яловецкій и Коншинъ. Пробѣги увеличились въ нѣсколько разъ, расходъ топлива на этихъ участкахъ та¤ой же, какъ и на другихъ участкахъ. Принято говорить, что очищенная вода разъѣдаетъ желѣзо и мѣдь. Если бы это сооствѣтствовало истинѣ, то давно бы отъ ея паровозовъ ничего не осталось. А между тѣмъ, если бы прекратить очистку воды на дорогѣ только на 3 мѣсяца, мы привели бы въ негодное состояніе всѣ паровозы, нарушили бы движеніе и перегрузили бы наши мастерскія ремонтомъ.

Сознавая всѣ эти положительны¤ стороны, мы тѣмъ не менѣе неоднократно уже указывали, что далеко не всѣ надежды, которыя связывались съ химической очисткой, оправдались на дѣлѣ. Работа на очищенныхъ водахъ Владикавказской дороги хуже, чѣмъ работа на хорошихъ неочищенныхъ водахъ. И тѣ и другія воды даютъ одинаково мало накипи въ котлахъ, что мы установили точными наблюде-

\* ) См. опытъ экономической оценки значенія водоснабженія для числа и оборота паровозовъ и для эксплоатационныхъ расходовъ. 1907. Стр. 56 и 63.

но пробѣги паровозовъ различны. Слѣдовательно, заключили мы, ошибочно было бы сводить всѣ явленія работы паровознаго котла только къ накипи. Удаляя послѣднюю, мы вносимъ значительное улучшеніе, но этого очевидно еще недостаточно. Важную роль играютъ еще и такъ называемыя растворимыя соли, у насъ по преимуществу сѣрно-натріевая соль (такъ наз. глауберовская соль). Химическая очистка не уменьшаетъ этихъ солей, даже увеличиваетъ содержаніе послѣдней (она образуется за счетъ выдѣляемыхъ  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{MgSO}_4$ ). Отсюда мы пришли, далѣе, къ выводу, что химическая очистка воды тѣмъ благопріятнѣе, чѣмъ меньше въ очищаемой водѣ растворимыхъ солей, что и подтвердилось у насъ на ст. Дербентъ.

Химическая очистка воды однако еще не сказала своего послѣдняго слова. Въ послѣднее время появились 2 новыхъ способа, которые заслуживаютъ всеобщаго вниманія. Одинъ изъ нихъ—цеолитовый способъ, который поражаетъ своей простотой. Сущность его заключается въ томъ, что жесткая вода пропускается черезъ сосудъ, наполненный аллюминиевымъ силикатомъ, въ составъ которого входитъ щелочной металлъ. Формула его— $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} + 6\text{H}_2\text{O}$ . Проходящая черезъ это вещество вода обмѣниваетъ свой кальцій, магній, желѣзо, марганецъ на щелочной металлъ и выходитъ освобожденная отъ накипеобразующихъ солей настолько, что жесткость ея отъ 0° до 2°. Когда фильтрующій материалъ насытится кальціемъ и магніемъ (это узнается по увеличенію жесткости воды), его оживляютъ, обливъ его на нѣкоторое время поваренной солью: натрій вытѣсняетъ теперь кальцій и магній,—и цеолитовый песокъ опять готовъ для дѣла. Этотъ способъ очень простъ, но достаточное выясненіе его практичности дѣло будущаго. Во всякомъ случаѣ для цѣлей уменьшенія въ водѣ общаго содержанія солей онъ не годится. Для послѣдней цѣли призванъ другой способъ—баритовый. Въ лабораторіи Владикавказской дороги изучались двѣ комбинаціи его: очистка воды посредствомъ Ѣдкаго барія— $\text{Ba}(\text{HO})_2$  \*) и комбинированный—посредствомъ извести и углекислаго барія— $\text{BaCO}_3$ . Примѣненію того и другого способа препятствуетъ высокая пошлина на баритовыя соединенія, ввозимыя изъ-за границы. Но даже и при этомъ условіи стоимость очистки увеличивалась на 1 кубъ воды только на 1 р.—1 р. 50 к., въ зависимости отъ содержанія въ водѣ растворимыхъ сѣрнокислыхъ соединеній. Для водъ, подобныхъ водамъ Владикавказской дороги, примененіе баритового способа дало бы прекрасные результаты. Наконецъ, укажемъ еще на одно усовершенствованіе въ дѣлѣ очистки воды: при-

\*) См. Инженеръ (К.), 1906.

мѣненіе тепла. До сихъ поръ очистка ведется на холода, зимою при температурѣ въ 4°. Ясно, что при температурѣ 70°—80° всѣ химические процессы будутъ совершаться быстрѣе и совершеннѣе, очищенная вода будетъ имѣть, безъ избытка реактивовъ, жесткость въ 1°—2°. Т.мъ, гдѣ можно говорить о расходахъ въ 4—5 р. на кубъ воды, ибо это продуктивные расходы, тѣмъ паче позорительно указать на расходы въ 1 р. 50 к.—2 р. Надо стать на этотъ путь въ виду важнаго значенія качества воды для желѣзныхъ дорогъ, избѣгая только шаблоновъ. Въ однихъ случаяхъ совершенно достаточно ограничиться очисткой посредствомъ извести и кальцинированной соды (самый дешевый способъ), иногда необходима комбинація его съ прогреваниемъ воды; въ другихъ случаяхъ цеолитовый способъ уже можетъ сослужить достаточную службу; въ третьихъ — необходимо воспользоваться баритовымъ способомъ для уменьшенія содержанія растворимыхъ солей въ водѣ и, наконецъ, имѣются случаи, когда только перегонкой можно получить пригодную для питанія паровозовъ воду.

До сихъ поръ наши желѣзныя дороги недостаточно оцѣнили значеніе улучшенія качествъ воды въ общемъ строѣ желѣзнодорожнаго хозяйства. Быть можетъ, это объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что этотъ вопросъ еще недостаточно изученъ. Въ такомъ случаѣ, инициативу по детальной разработкѣ его надлежитъ взять на себя Водопроводному Съѣзду, принявъ слѣдующій *тезисъ*:

„Признавая въ высшей степени полезнымъ выработать нормы для водѣ, служащихъ для питанія паровыхъ котловъ, Съѣздъ выражаетъ пожеланіе, чтобы для этой цѣли былъ собранъ и опубликованъ имѣющійся обширный матеріалъ по изслѣдованию разнообразныхъ источниковъ желѣзнодорожнаго водоснабженія и въ связи съ этимъ, по специальнѣй программѣ, и тѣ данныя, которыя вполнѣ освѣтили бы вопросъ о вліяніи состава воды на работу и эксплоатацию паровоза“.

# Воды Владикавказской железнодороги.

(Данные выражены въ граммахъ на литръ воды. Версты съ юга—отъ Ростова н./д. до Баку и съ востока на запад—отъ Царицына н./в. до Новороссийска.

№, №	Название стан- ций.	Название источника.	Время производ- ства анализа.	Химическая				Физиче- скія				Жесткость,
				Соды	Со- дѣ- ти-	Со- дѣ- ти-	Со- дѣ- ти-	Соды	Со- дѣ- ти-	Со- дѣ- ти-	Соды	
1 <sup>1)</sup>	0 Ростовъ.	Багатянск. род.	20/III 1901	1,524	0,2300	0,1054	0,4896	0,1420	0,1254	37,7 <sup>0</sup>	67,5 <sup>0</sup>	— 232 —
2 <sup>2)</sup>	" "	р. Донъ.	IX—1904	0,430	0,1033	0,0324	0,0588	0,0639	0,0902	14,8 <sup>0</sup>	26,5 <sup>0</sup>	
3 <sup>2)</sup>	" "	"	IX—1907	0,6026	0,1086	0,0443	0,0906	0,1242	0,0902	17 <sup>0</sup>	30,4 <sup>0</sup>	
4 <sup>3)</sup>	6	" Пойма.	XII—1902	0,8605	0,1490	0,0594	0,1632	0,1775	0,1232	23,1 <sup>0</sup>	41,1 <sup>0</sup>	
5 <sup>3)</sup>	7	"	XII—1903	—	0,2150	0,0774	0,2720	0,2911	0,1100	32,2 <sup>0</sup>	57,6 <sup>0</sup>	
6 <sup>3)</sup>	8	"	XII—1903	—	0,425	0,0756	1,377	0,6887	0,0132	53 <sup>0</sup>	94,8 <sup>0</sup>	
7 <sup>4)</sup>	10 Батайск.	р. Батайя.	V—1894	—	0,0572	0,0900	0,0246	0,0148	0,0693	6,9 <sup>0</sup>	12,3 <sup>0</sup>	
8 <sup>4)</sup>	"	"	IX—1894	—	0,1085	0,0335	0,0697	—	0,0897	15 <sup>0</sup>	26,8 <sup>0</sup>	
9 <sup>4)</sup>	"	"	X—1904	1,059	0,1500	0,0576	0,2462	0,2520	0,0704	23 <sup>0</sup>	41 <sup>0</sup>	
10 <sup>4)</sup>	"	"	I—1894	—	0,2309	0,0756	0,7451	—	0,0832	33,7 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	
11	"	"	V—1897	—	0,2210	0,1706	0,9850	0,1645	0,1518	45,8 <sup>0</sup>	81,9 <sup>0</sup>	
12 <sup>5)</sup>	34 Каяла.	4 кол. h=1,5— —2,3 с.	VII—1894	—	0,2575	0,1654	0,8493	0,0248	0,1452	49 <sup>0</sup>	87,3 <sup>0</sup>	
13 <sup>6)</sup>	"	Буровая скваж.	V—1895	—	0,2388	0,1216	0,6836	0,2476	0,1133	40,7 <sup>0</sup>	72,8 <sup>0</sup>	
14	"	р. Кагальникъ.	I—1904	2,642	0,3100	0,1806	0,986	0,3195	0,1518	56 <sup>0</sup>	100 <sup>0</sup>	
15 <sup>7)</sup>	58 Степная.	Кол. h=5,47 с.	XII—1895	—	0,3320	0,2990	1,2873	0,0706	0,1386	75 <sup>0</sup>	134,2 <sup>0</sup>	
16	61 Будка.	Колодецъ.	VII—1896	—	0,2893	0,1728	1,0779	0,0600	0,1276	53 <sup>0</sup>	94,8 <sup>0</sup>	
17	81 Кущевка.	Кол. h=3,46 с.	VI—1898	—	0,4500	0,2880	1,4612	0,2124	0,1496	85 <sup>0</sup>	152,0 <sup>0</sup>	
18 <sup>8)</sup>	"	Кол. h=3,12 с.	VIII—1898	—	0,5800	0,2420	1,7863	0,2201	0,1760	92 <sup>0</sup>	164,7 <sup>0</sup>	
19 <sup>9)</sup>	"	Буровая скваж.	I—1895	—	0,1320	0,1099	0,3816	—	0,1652	28,6 <sup>0</sup>	51 <sup>0</sup>	
20	"	р. Ея.	I—1904	5,920	0,3840	0,4896	2,286	0,3124	0,2464	107 <sup>0</sup>	191,5 <sup>0</sup>	
21	"	Котлов. урѣки.	V—1903	2,524	0,1970	0,1303	0,6222	0,2946	—	38 <sup>0</sup>	68 <sup>0</sup>	

	99	Кисляковка.	Кол. h=7,5—	V—1894	—	0,1481 0,1389 0,4786 0,0283 0,1518	34,2°	61,2°
23	"	"	— 9,3 c.	I—1897	—	0,1640 0,1138 0,4012 0,0350 0,1672	32,3°	57,8°
24	118	Крыловская.	Колодцы 119 в. h=2,8—3,8 с.	IV—1894	—	0,2645 0,1482 0,8424	—	0,1188 48,0° 85,9°
25	"	"	Колодцы 119 в. h=2,8—3,8 с.	VIII—1896	—	0,3170 0,1764 0,9200 0,0351 0,1298	56,3°	00,7°
26	"	"	Колод. питьев., h=3,5 с.	I—1897	—	0,2580 0,0820 0,3210 0,034	0,1320	37,3 66,7°
27 <sup>11)</sup>	118	"	Буровая скважин. р. Сосыка.	VIII—1908	0,6598 0,0100 0,0097 0,1214 0,0855 0,1200	2,3°	4,1°	
28	135	"	"	VI—1894	—	0,2910 0,2379 1,4140 0,0886 0,1870	62,0°	112,0°
29 <sup>12)</sup>	"	"	"	IX—1904	3,097 0,4140 0,2124 1,4498 0,0604 0,1452	70,8°	126,7°	
30	"	"	"	XII—1895	—	0,3201 0,4302 1,2173 0,1553 0,2112 92°	164,7°	
31	135	"	Колод. у рѣки h=2,2 с.	IV—1896	—	0,3040 0,1614 0,5654 0,0442 0,1144	53°	94,6°

1)  $\text{Na}_2\text{O}_3 = 0,00324$ ;  $\text{N}_2\text{O}_3$  и  $\text{NH}_3 = 0$ ; сжигаемая органическая вещества—0,114; временная жесткость—15,96° и постоянная—21,79°; свободная углекислота—0,0475. Употребляется для питья.

2)  $\text{Na}_2\text{O}_3 = 0$ ;  $\text{N}_2\text{O}_3$ —сахары; органическая вещества (по Курелю)—9,4 сстн. п./100 КМн.О<sub>4</sub> на 100 сстн. воды. Наименьшая наблюдавшаяся жесткость—5°, наибольшая (зимою)—18°. Употребляется для паровозов.

3) Эти поймы образуются на низкомъ берегу Дона, вслѣдствіе весеннаго его разлива. Въ это время жесткость ихъ воль—60. Постѣ спада воды образуются 3 самостоятельныхъ бассейна—“поймы”—различной величины. Отъ испаренія происходить стущеніе солей, наиболѣе значительное въ наименьшей поймѣ.

4) Вода р. Батайи употребляется для паровозовъ. Когда жесткость воды доходитъ до 15°—въ концѣ сентября или въ октябрѣ, то она подвергается очисткѣ въ аппаратѣ Беранже и Штингля. Очистка продолжается до марта.

5) Употребляется для паровозовъ и очищается въ аппаратѣ Беранже и Штингля.

6) Глубина скважины была 18 саж. Всѣдѣствіе высокой жесткости скважина была заброшена.

7) Употребляется для паровозовъ. Очищается въ аппаратѣ Беранже и Штингля.

8) Эта вода перегонялась въ аппаратѣ Игна. Теперь аппаратъ не работаетъ.

9) Вода содержала сульфидородн. ( $\text{H}_2\text{S}$ )—0,0119 г. въ 1 лит. воды и очень временно действовала на паровозы. II=27 саж.

10) Вода очищается въ аппаратѣ Беранже и Штингля.

11) Сумма щелочей ( $\text{Na}_2\text{O}$ )—0,3116;  $\text{K}_2\text{O} = 0$ ;  $\text{SiO}_2 = 0,0094$ ;  $\text{Fe}_{2}\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,0012$ . Глубина = 578 ф. = 82 с. 4 ф. д = 10'.

12) Сжигаемая органическая вещества — 0,289.

№	Название станции.	Название источника.	Время производства анализа.	Сырье огнест.- турб.	Нибетр. CaO.	Марганца MnO.	Оксиген аргирит SO <sub>3</sub> g.	Хромата CrO <sub>2</sub> .	Чирикова CO <sub>2</sub> .	Гематит Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	Феррит FeO.	Ферросили- ций SiO <sub>2</sub> .	Ферроалью- миний Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	Жесткость.
32 <sup>1)</sup>	135 Сосыка.	Кол. на станц.	VIII—1906 3,327	—	1,5504 0,0498 0,1475	67 <sup>0</sup>	120 <sup>0</sup>							
33	141 р. Короленк.	Колодецъ.	I—1897	0,2730 0,2405 1,3290 0,0262 0,1270	61 <sup>0</sup>	109 <sup>0</sup>								
34	" "	"	X—1897	0,2260 0,1836 1,3695 0,0280 0,1089	48,3 <sup>0</sup>	86,4 <sup>0</sup>								
35 <sup>2)</sup>	144 "	"	VI—1904 4,533	0,4340 0,3730 1,9028 0,1068 0,1364	95,6 <sup>0</sup>	171 <sup>0</sup>								
36	151 Лешковская р.	Тихонькая.	VI—1896	0,1950 0,2111 1,0807 0,0861 0,1142	49,0 <sup>0</sup>	87,3 <sup>0</sup>								
37 <sup>3)</sup>	" "	"	VIII—1897	0,2200 0,3823 1,8564 0,1670 0,1496	75 <sup>0</sup>	134 <sub>0</sub>								
38	" "	"	X—1904 5,260	0,4100 0,4644 2,5949 0,1775 0,1430	106 <sup>0</sup>	189,7 <sup>0</sup>								
39	" "	"	II—1901	0,2700 0,1800 0,7616	—	0,1628 52 <sup>0</sup>								
40	" "	"	II—1901	0,6660 0,3924 1,819	—	0,1804 120,6 <sup>0</sup>	215,8 <sup>0</sup>							
41	171 Тихорѣцкая.	Птичев. колод.	h=8 с.	0,1840 0,1363 0,6523 0,0518 0,1980	37,4 <sup>0</sup>	66,9 <sup>0</sup>								
42 <sup>4)</sup>	" "	"	V—1901 2,040	0,2300 0,1836 0,9010 0,0203 0,1276	48,7 <sup>0</sup>	87 <sup>0</sup>								
43	" "	"	IX—1894	0,2020 0,2468 1,2676	—	0,1400 58 <sup>0</sup>	103,8 <sup>0</sup>							
44 <sup>5)</sup>	" "	"	XI—1896	0,2000 0,2160	—	0,1716 50,2 <sup>0</sup>	89,8 <sup>0</sup>							
45 <sup>5)</sup>	" "	"	III—1898	0,2130 0,2718 1,4070 0,0390 0,1672	59,3 <sup>0</sup>	106 <sup>0</sup>								
46 <sup>6)</sup>	" "	"	XI—1902 3,265	0,2520 0,2779 1,5028 0,1242 6,1584	64,1 <sup>0</sup>	114,7 <sup>0</sup>								
47 <sup>7)</sup>	" "	" (очин.)	IX—1907 3,105	0,0240 0,0032 1,5028 0,1242 0,0836	2,8 <sup>0</sup>	5 <sup>0</sup>								
48	" "	"	IX—1907 3,6880	0,2340 0,3348 1,7354 0,1278 0,1408	70,2 <sup>0</sup>	125,6 <sup>0</sup>								
49	201 Р. Бекешев.	Колодецъ.	VI—1899	0,1450 0,1134 0,6448 0,0319 0,2750	30,3 <sup>0</sup>	54,2 <sup>0</sup>								
50	204 "	"	VI—1899	0,1001 0,0583 0,4184 0,0142 0,2046	18 <sup>0</sup>	32,2 <sup>0</sup>								
51	211 Мирская.	р. В.—1903 0,	V—1903 0,5430	6,1400 0,0324 0,1142 0,0106 0,1342	18,4 <sup>0</sup>	32,9 <sup>0</sup>								
52	221 Р.Рогачевск.	"	VI—1899	0,207 0,1134 0,6654 0,0426 0,2046	36,5 <sup>0</sup>	65,4 <sup>0</sup>								
53 <sup>8)</sup>	229 Кавказская.	р. Кубань.	XII—1898	0,0700 0,0201 0,07203 0,0142 0,0572	9,8 <sup>0</sup>	17,5 <sup>0</sup>								
54	"	"	IX+1901 1,215	0,1800 0,1306 0,4114 0,071	0,1364 36,2 <sup>0</sup>	64,8 <sup>0</sup>								
55	242 Гулькевичи.	Кол. h=7 с.	IV—1897	0,3350 0,2162 0,8480	—	0,1312 63,7 <sup>0</sup>	114 <sup>0</sup>							
56	257 Отрада-Куб.	Кол. h=12,5 с.	V—1897	0,340 0,2450 0,7416	—	0,1300 68 <sup>0</sup>	121,7 <sup>0</sup>							
57	274 Кубанская.	Колодецъ.	V—1897	0,199 0,0414 0,432	—	0,1260 25,5 <sup>0</sup>	45,6 <sup>0</sup>							

58 <sup>9)</sup>	291	Армавир.	Кол. въ русль рѣки Кубань.	II—1897	—	0,365	0,1218	0,5076	0,1400	0,2156	53,5 <sup>0</sup>	95,7 <sup>0</sup>
59	"	"	р. Урупъ.	I—1904	0,7525	0,189	0,0439	0,2482	0,0319	0,1034	25 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>
60	313	Коноково.	Кол. h=2,5 с.	VI—1897	—	0,7000	0,6306	3,486	—	0,1879	164 <sup>0</sup>	293,5 <sup>0</sup>
61	335	Овечка.	Кол. на стани. h=2,8.	VII—1897	—	0,608	0,4662	2,2053	0,2118	0,1782	126 <sup>0</sup>	225 <sup>0</sup>
62 <sup>10)</sup>	"	"	р. Овечка.	VII—1896	—	0,249	0,2142	1,204	0,1856	0,1892	54,8 <sup>0</sup>	98 <sup>0</sup>
63	"	"	"	II—1897	—	0,3110	0,2605	1,4130	0,210	0,2112	67,5 <sup>0</sup>	120,8 <sup>0</sup>
64	"	"	Кол. въ 2-хъ в. Родникъ № 1.	V—1898	—	0,1820	0	0,1344	0,028	0,1320	19,5 <sup>0</sup>	34,9 <sup>0</sup>
65	"	"	Родникъ № 4.	VI—1898	—	0,306	0,1926	1,2425	0,1540	0,2068	57,2 <sup>0</sup>	102,3 <sup>0</sup>
66	"	"	"	"	—	0,526	0,1303	1,046	0,1020	0,1466	70,8 <sup>0</sup>	126,7 <sup>0</sup>
67	"	"	Источникъ.	"	—	0,115	0,027	0,0466	0,0248	0,0792	15,3 <sup>0</sup>	27,3 <sup>0</sup>
68	353	Богословск.	Родники.	XI—1899	—	0,510	0,3744	2,7508	0,4402	0,1254	103 <sup>0</sup>	184,4 <sup>0</sup>
69 <sup>11)</sup>	386	Барсуки.	Искусств. пруд.	X—1899	—	0,105	0,0954	0,2884	0,2059	0,1144	23,5 <sup>0</sup>	42 <sup>0</sup>
70	"	"	VIII—1900	"	—	0,177	0,0882	0,5406	0,284	0,1166	30 <sup>0</sup>	53,7 <sup>0</sup>
71 <sup>12)</sup>	411	Курсавка.	II—1902	0,5150	0,060	0,037	0,1632	0,076	0,0308	11,2 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	235
72 <sup>13)</sup>	429	Нагутская.	X—1899	"	—	0,130	0,0666	0,1259	0,2059	0,1584	22 <sup>0</sup>	39,4 <sup>0</sup>
73	"	"	II—1902	2,875	0,250	0,1900	0,479	1,0756	0,1650	51 <sup>0</sup>	91 <sup>0</sup>	—
74 <sup>14)</sup>	446	Суворовская.	V—1899	"	—	0,285	0,2844	1,4144	1,3909	0,1122	68,2 <sup>0</sup>	122 <sup>0</sup>
75	"	"	VIII—1900	"	—	0,325	0,1674	1,2920	1,008	0,1056	55,8 <sup>0</sup>	100 <sup>0</sup>

1) Сжигаемая органическая вещества — 0,410.

2) Сжигаемая органическая вещества — 0,5840.

3) Для паровозной воды очищается въ аппаратѣ Беранже и Штитнля.

4) Сжигаемая органическая вещества = 0,255; по Кубелю — 0,02496 КМnO<sub>4</sub>.

5) Вода очищается для паровозной въ аппаратахъ Дерюмо. Измѣнение состава воды подъ влияніемъ очистки видно изъ анализовъ № 46 и 47: воды набраны въ одно время.

6) Органическая вещества по Кубело — 0,04076 КМnO<sub>4</sub>.

7) Органическая вещества по Кубело — 0,02928 КМnO<sub>4</sub>.

8) Вслѣдствіе значительного содержания инфицированныхъ частичекъ вода отстаивается въ течение 24 часовъ передъ употребленіемъ въ крытыхъ отстойныхъ бассейнахъ.

9) Водообнаженіе изъ р. Кубели.

10) На этой станции при бурении до 101 саж. воды не было найдено.

11) Площадь искусственного пруда = 4000 кв. м.

12) Площадь пруда = 25000 кв. м.

13) Площадь пруда = 8000 кв. м.

14) Площадь = 6500 кв. м.



102	Петр.-Кавк.	Вода изъ город. бассейна.	V—1895	—	0,1350 0,0144 0,0089 0,0211 0,1225 0,1510 0,0781 0,0527 0,0603 0,2024 0,1010 0,0325 0,0308 0,0704 0,1100	14,9 26, <sup>0</sup> 46,4 <sup>0</sup>	26,7 <sup>0</sup>
103	"	Ист. „Т.-Бул.“	V—1898	—	0,1350 0,0144 0,0089 0,0211 0,1225 0,1510 0,0781 0,0527 0,0603 0,2024 0,1010 0,0325 0,0308 0,0704 0,1100	26, <sup>0</sup> 14,8 <sup>0</sup>	26, <sup>0</sup>
104	"	" Чалпар. <sup>a</sup>	"	—	0,1350 0,0144 0,0089 0,0211 0,1225 0,1510 0,0781 0,0527 0,0603 0,2024 0,1010 0,0325 0,0308 0,0704 0,1100	46,4 <sup>0</sup>	46,4 <sup>0</sup>
105	878	Ист. „Эрмали- булахъ“.	V—1898	—	0,0765 0,0803 0,0642 0,0532 0,1474 0,1050 0,1984 0,4836 0,1810 0,3650	18,8 <sup>0</sup> 38,2 <sup>0</sup>	33,6 <sup>0</sup>
106	"	Ист. „Сан.-Су- булахъ“.	"	—	0,1050 0,1984 0,4836 0,1810 0,3650 0,1120 0,0886 0,1768 0,0928 0,1452	38,2 <sup>0</sup> 23,5 <sup>0</sup>	68,4 <sup>0</sup>
107	"	38-ая в. Шур- шоссе.	"	—	0,1120 0,0886 0,1768 0,0928 0,1452 0,1505 0,0360 0,0514 0,0167 0,1276 0,165 0,0126 0,068 0,0177 0,1540	42, <sup>0</sup> 20,0 <sup>0</sup> 18, <sup>0</sup>	36, <sup>0</sup>
108	"	" Киз.-Чубукъ“.	IX—1898	—	0,1120 0,0886 0,1768 0,0928 0,1452 0,1505 0,0360 0,0514 0,0167 0,1276 0,165 0,0126 0,068 0,0177 0,1540	32,4 <sup>0</sup>	32,4 <sup>0</sup>
109	"	" Чот.-Булахъ“.	VIII—1900	—	0,1120 0,0886 0,1768 0,0928 0,1452 0,1505 0,0360 0,0514 0,0167 0,1276 0,165 0,0126 0,068 0,0177 0,1540	—	—
110	"	" Ак.-Булахъ“.	IV—1901	—	0,1120 0,0886 0,1768 0,0928 0,1452 0,1505 0,0360 0,0514 0,0167 0,1276 0,165 0,0126 0,068 0,0177 0,1540	—	—
111	"	" Чугура“.	"	—	0,1120 0,0886 0,1768 0,0928 0,1452 0,1505 0,0360 0,0514 0,0167 0,1276 0,165 0,0126 0,068 0,0177 0,1540	—	—
112	"	Нов. Колодецъ. Колодецъ.	II—1902	1,7600	0,135 0,153 0,3638 0,4170 0,1826 0,150 0,1548 0,5630 0,4720 0,1936	35, <sup>0</sup> 35, <sup>0</sup>	62,6
113	"	881 Петр.-Портъ Кол. бл. Макар.	II—1903	2,207	0,150 0,1548 0,5630 0,4720 0,1936 0,150 0,1548 0,5630 0,4720 0,1936	36, <sup>0</sup> 36, <sup>0</sup>	65,5 <sup>0</sup>
114	"	Бур. скважина.	XI—1901	1,810	0,325 0,1188 0,4012 0,3442 0,1570 0,325 0,1188 0,4012 0,3442 0,1570	49, <sup>0</sup> 49, <sup>0</sup>	87,7 <sup>0</sup>
115	"	"	XII—1902	2,940	0,450 0,2502 1,1424 0,2273 0,2046 0,450 0,2502 1,1424 0,2273 0,2046	80, <sup>0</sup> 80, <sup>0</sup>	143,2 <sup>0</sup>
116	913	р. Манаасъ.	V—1898	0,793	0,1230 0,0195 0,1578 0,0213 0,0660 0,1230 0,0195 0,1578 0,0213 0,0660	15 15	26,8 <sup>0</sup>
117 <sup>b)</sup>	"	"	IX—1902	0,590	0,161 0,0403 0,1414 0,0461 0,1166 0,161 0,0403 0,1414 0,0461 0,1166	21,6 21,6	38,7 <sup>0</sup>
118	929	Ключ. „Урусь- Булахъ“.	V—1898	—	0,4750 0,2466 1,8055 0,3834 0,1628 0,1350 0,0780 0,0480 0,0437 0,1658	82, <sup>0</sup> 24,4 <sup>0</sup>	146,8 <sup>0</sup>
119	"	* Мал. род. въ сел.	XI—1898	—	0,1350 0,0780 0,0480 0,0437 0,1658 0,1350 0,0810 0,0686 0,0568 0,1574	43,7 <sup>0</sup> 24,8 <sup>0</sup>	43,7 <sup>0</sup>
120	"	Бол. род. въ сел.	"	—	0,1350 0,0810 0,0686 0,0568 0,1574 0,1350 0,0810 0,0686 0,0568 0,1574	44,4 <sup>0</sup> 44,4 <sup>0</sup>	44,4 <sup>0</sup>
121	"	Род. пр. станицы.	VII—1899	—	0,4130 0,2700 1,4489 0,3266 0,1452 0,4130 0,2700 1,4489 0,3266 0,1452	78,8 <sup>0</sup> 78,8 <sup>0</sup>	141, <sup>0</sup>
122	958	р. Гамри.	V—1898	—	0,0850 0,0280 0,0767 0,0213 0,0567 0,0850 0,0280 0,0767 0,0213 0,0567	12,4 <sup>0</sup> 22 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>

1) Вода р. Кумы отстаивается въ открытыхъ отстойникахъ отъ ионитоныхъ частицъ.  
 2) Составъ ее рѣзко измѣняется въ течение года; ионитоное содержаніе солей обыкновенно въ маѣ, наиболѣшее — въ январѣ и февралѣ, при чёмъ содержаніе его увеличивается въ 3 и болѣе разъ.

3) Водою Терека снабжены и ст. Владикавказъ и Несадланъ.

4)  $N_2O_5 = 0,0134$ ;  $SiO_2 = 0,0362$ ;  $Na_2O = 0,2352$ ,  $K_2O = 0,0616$ , сѣль титановой кислоты.

5) Изъ р. Сунжи устроено водоснабженіе для ст. Самашкинская и Гронинъ.

6) Взвѣшеніиыхъ частицъ въ 1 літре — 12,626 г. Отстаетъ въ открытыхъ отстойникахъ.

№	Бепечт.	Название станции.	Название источника.	Время производства анализа.	Жесткость.					
					CaO.	MgO.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	SiO <sub>2</sub> .	Cl.	CO <sub>2</sub> .
123	958	Калгенть.	р. Гамри.	X—1903 0,6340 0,093	0,0502 0,1040 0,0958	0,132	16,6°	29,7°		
124	"	"	род. у рѣки.	VII—1899 —	0,1580 0,0540 0,1258 0,0426 0,1606	23,3°	41,7°			
125	"	"	"	X—1903 0,604	0,1500 0,0576 0,1129 0,0319 0,1562	23°	41,1°			
126	"	"	"	V—1898 —	0,1750 0,0515 0,1462 0,1129 0,1298	24,7°	44,2°			
127 <sup>1)</sup>	"	"	Ручей на стан.	VI—1899 33,3920 0	0,8400 0,4608 0,5712 19,4817 0,1914	—	—			
128	983	Мамедъ-Казла р.	Урусларъ.	IX—1899 0,777	0,1380 0,0720 0,2181 0,0497 0,1298	23,8°	42,5°			
129	"	"	"	XI—1903 0,850	0,175 0,0578 0,2108 0,046 0,1672	25,6°	45,8°			
130 <sup>2)</sup>	1003	Дербентъ.	Буровая скваж.	X—1903 1,028	0,1215 0,1252 0,2665 0,0958 0,1804	29,6°	53°			
131	"	"	Джагл. род. № 6.	V и VI—1899 0,6430 0	0,1280 0,0144 0,0102 0,0213 0,1196	14,7°	26,3°			
132	"	"	"	"	0,120 0,0540 0,1090 0,0745 0,1386	19°	34°			
133	"	"	"	"	0,1250 0,0142 0,0110 0,0177 0,1140	14,4°	25,8°			
134 <sup>3)</sup>	"	"	"	"	0,1200 0,0288 0,1530 0,0230 0,1230	15,9°	28,5°			
135	"	"	"	"	0,0901 0,0288 0,0179 0,0195 0,1140	12,9°	23°			
136	"	"	"	"	0,1450 0,0252 0,0204 0,0248 0,1584	18°	32°			
137	"	"	Гентъ-Кю-чай-б.	"	0,1070 0,0424 0,0625 0,0497 0,1330	16,5°	29,5°			
138	"	"	Мекари-булахъ.	"	0,1050 0,0540 0,0530 0,0532 0,1416	16,2°	29°			
139	"	"	Кала-булахъ.	"	0,1410 0,0484 0,0544 0,0284 0,1628	20,8°	37,2°			
140	"	"	Пени-булахъ.	"	0,0810 0,0306 0,0238 0,0284 0,0946	12,3°	22°			
141	"	"	Джуръ-дж.-бул.	"	0,0720 0,0450 0,0530 0,0532 0,1040	13,5°	24°			
142	"	"	Джарчи-булахъ.	"	0,1270 0,0612 0,0816 0,0923 0,1452	21°	37,6°			
143	"	"	Базартъ-булахъ.	"	0,1130 0,0648 0,0452 0,0852 0,1658	20,2°	36,1°			
144	"	"	Шаптаги-булахъ.	"	0,1430 0,0756 0,0748 0,0603 0,1980	23,5°	42°			
145	"	"	Ших.-сала-булахъ.	"	0,0880 0,0404 0,1380 0,0390 0,1156	14,4°	25,8°			
146	"	"	Пайръ-булахъ.	"	0,1630 0,1350 0,2162 0,1015 0,1606	35,2°	63°			
147	"	"	Кефари-булахъ.	"	0,1800 0,1484 0,1904 0,1739 0,1628	38,7°	69,2°			
148	"	"	Аванн-булахъ.	"	0,1220 0,1350 0,2142 0,0710 0,2112	30,1°	53,8°			
149	1023	Белиджи.	Ист. возлѣ стан.	V—1898 0,8580 0,1660 0,0972 0,1502 0,0248 0,2090	30,2°	54°				

1150	"	Белиджи.	III	—	0,0812	0,0594	0,1118	0,0248	0,1056	16,2°	29°	
151	"		XII	—	0,1620	0,0985	0,2754	0,1171	0,1694	30°	53,7°	
152	1043	Ялама.	VIII	—	0,1170	0,0469	0,0734	0,0213	0,1332	18°	32,4°	
153	"		III	—	0,1220	0,0511	0,0708	0,0106	0,1188	19,3°	34,5°	
154	1059	Худатъ.	V	—	0,1150	0,0302	0,0544	0,0248	0,0937	15,7°	28,1°	
155	"		XII	—	0,1343	0,093	0,0486	0,0421	0,0880	11,44	16°	
156	1079	Хачмасъ.	III	—	0,1150	0,0486	0,0748	0,0142	0,1408	17°	30,4°	
157	"		I	—	0,1904	0,4200	0,110	0,0475	0,0802	0,0071	0,1144	
158	1110	Дивичи.	X	—	0,1350	0,0810	0,1802	0,0350	0,1848	24,5°	43,8°	
159	"		I	—	0,1900	0,970	0,155	0,0882	0,204	0,0731	0,1936	
160	"		III	—	0,1901	—	0,183	0,1116	0,2686	—	0,2206	
161	1128	Киз.-Буригъ.	VI	—	0,1898	0,3615	0,587	0,0142	0,0816	0,0372	0,0458	
162	1156	Кильзи.	IV	—	0,1898	2,303	0,1602	0,0804	0,7167	0,2733	0,1804	
163	"		X	—	0,1899	—	0,1360	0,0864	0,7140	0,2039	0,1782	
164	"		"	—	0,1400	0,0954	0,8466	0,2698	0,1892	27,3	48,9°	
165	"		IV	—	0,1904	2,5430	0,1715	0,0638	0,9410	0,2830	0,1760	
166	0	Царциц. н/В.	X	—	0,3825	0,0960	0,0279	0,0652	0,0568	0,0748	13,5°	
167	"		VIII	—	0,0900	0,0270	0,0462	0,0175	0,0924	12,8°	22,9°	
168	15	Бекетовка.	VI	—	0,1250	0,0240	0,0586	0,0841	0,0845	16°	28,6°	
169	23	Сарепта.	VII	—	0,1030	0,0245	0,0204	0,0280	0,0962	13,6°	24,3°	
170 <sup>4)</sup>	"		XII	—	0,4600	0,099	0,0712	0,0799	0,0868	0,077	19,8°	
171	"		Новые источн.	II	—	0,0810	0,0201	0,0920	0,0142	0,0748	10,9°	17,9°
172	44	Червленая.	Pрудъ.	X	—	0,0995	0,0234	0,0610	0,0560	0,0704	13,1°	23,5°
173	61	Тингута.	VI	—	0,1930	0,0460	0,2278	0,5046	0,1276	25,7°	46°	
174	81	Абганерово	р. Китай.-Булук.	VI	—	0,0540	0,0205	0,0612	0,0710	0,0650	8,2°	14,6°
175 <sup>5)</sup>	"		VII	—	0,0330	—	0,0238	0,0284	0,0308	3,3°	5,9°	

1) FeO = 0,126; SiO<sub>2</sub> = 0,0224; Na<sub>2</sub>O = 15,6593; K<sub>2</sub>O = 0,2317; NH<sub>3</sub> = 0,093; J = 0,00386; ул. вѣсъ = 1,0235.

2) Глауко 4°-ой окисленія = 30 с. Вода очищается въ аппаратѣ (2) дерево.

3) Всѣ эти родники расположены выше юрѣности и изъ которыхъ изъ нихъ по открытому водопроводному каналу самотекомъ проходять въ городъ, —верхнюю его часть. Въ нижней части города жители пользуются колодцами. Буровая скважина дороги расположена на станціи.

4) Вода изъ родника всегда жесткою волынью въ первоть, трубы — 4-хъ дюймовъ.

5) Водопроводъ отъ пруда къ станицѣ — 8 версты, трубы — 4-хъ дюймовъ.

№	Название станицы.	Познание источника.	Время производства анализа.	Сюжет отбора	H бересклета	CaO.	Mаргелина	MgO.	Xylosp. C.	Углеродистая	CO <sub>2</sub>	Кислородная	SO <sub>3</sub>	Оксиды азота	H бересклета	H бересклета	H бересклета	H бересклета	Жесткость,
176	"	Абганерово.	р. Китай-Булук.	XII—1904	—	0,152	0,03340	0,45220	0,29460	0,1078	19,8°	35,4°							
177	102 Гнилоаксац.	Балка въ 823 с. отъ станціи.	Малые Солонцы	IX—1897	—	0,17000	0,03060	0,02380	0,05950	0,1100	21°	37,6°							
178	"	"	6 в. отъ станціи.	VII—1898	—	0,06200	0,02260	0,05100	0,05680	0,0660	9,2°	16,4°							
179	"	"	Больш. Солонцы 7 в. отъ станціи.	"	"	0,20800	0,09250	0,54800	0,18100	0,1122	33,6°	60°							
			р. Аксай Есаул.	X—1897	—	0,19200	0,14580	0,79220	0,67900	0,1144	39,6°	70°							
			"	VIII—1898	—	0,14500	0,07380	0,36720	0,28400	0,1100	24,8°	44,8°							
180 <sup>(1)</sup>	121 Жутово.		Колодецъ водо-подъемн. зданія.	XII—1898	—	0,08090	0,12600	0,90070	0,67450	0,1276	25,6°	45,8°							
			Колодецъ.	VII—1898	—	0,23200	0,08100	0,26570	0,19520	0,1231	34,5°	61,7°							
182	"	"	"	XI—1898	—	0,45100	0,12400	0,6500	—	0,1368	62°	111°							
183	140 Чилеково.		"	XII—1899	—	0,52000	0,19291	1,71020	0,42600	0,1364	79°	141,4°							
184	"	"	"	V—1898	—	0,22800	0,13681	1,45240	0,41890	0,2024	42°	75°							
185	"	"	Терновая балка.	III—1899	—	0,09500	0,03780	0,05830	0,08900	0,1160	14,8°	26,4°							
186	157 Гремячая.		Коллахут. Чернивск. 7 в. отъ ст.	V—1899	—	0,11300	0,04140	0,07680	0,18100	0,1286	16,9°	30°							
187	"	"	р. Аксай.	III—1899	—														
188	"	"	Родникъ на бер.	V—1899	—														
189	"	"	Аксай.	"	"	0,09400	0,03800	0,07990	0,17900	0,1168	14,6°	26°							
190	177 Котельник.		Первонач. кол.	XII—1896	—	0,21800	0,05580	0,40810	0,32200	0,1386	29,6°	53°							
191	"	"	Кол. поверхн.	VII—1897	—	0,13500	0,02440	0,17200	0,17500	0,1034	17°	30°							
192	"	"	" при углубл.	IX—1897	—	0,19000	0,02800	0,16280	0,14770	0,0924	23°	41,2°							
193	"	"	" дај. утл.	IV—1898	—	0,18100	0,08940	0,50490	0,34430	0,1364	30,5°	54,5°							
194	"	"	р. Аксай Курмоярский.	XII—1898	—	0,21800	0,10800	0,44590	0,50050	0,1122	36,9°	66°							

195	"	Котельник.	р. Аксай Курмоярской.	IV—1899	—	0,1600 0,0684 0,2434 0,2733 0,0946	25,2 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>
196	"	Кол. на лѣвомъ берегу Аксая.	Прудъ въ балкѣ „Нагольной“.	III—1899	—	0,0550 0,0223 0,0953 0,0710 0,0462	8,8 <sup>0</sup>	15,7 <sup>0</sup>
197	"	Водосборн. гал. на лѣв. же бер.	XII—1898	—	0,0900 0,0360 0,1155 0,1420 0,0792	14 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	
198	"	Прудъ въ балкѣ Кол. около балки Прудъ зимою.	V—1898 XII—1898 XII—1904 2,445	—	0,0560 0,0274 0,1303 0,0958 0,0418 0,1980 0,0864 0,5193 0,3408 0,1496 0,1400 0,1476 0,6868 0,805 0,0748	9,4 <sup>0</sup> 31,8 <sup>0</sup> 34,6 <sup>0</sup>	16,1 <sup>0</sup> 56,9 <sup>0</sup> 61,9 <sup>0</sup>	
199	"	Кол. въ „Комиссаровск. балкѣ“.	VIII—1897	—	0,1300 0,0430 0,0344 0,0525 0,1276	19 <sup>0</sup>	34 <sup>0</sup>	
200 <sup>3)</sup>	"	Прудъ въ „Семичной.“	VI—1898 IV—1897	—	0,1130 0,0360 0,1836 0,0958 0,0726 0,1721 0,0767 0,3160 —	16,3 <sup>0</sup> —	29 <sup>0</sup> 49,4 <sup>0</sup>	
201	198	Ремонтная.	IX—1898	—	0,1230 0,0780 0,3794 0,1810 0,0968	23,2 <sup>0</sup>	41,5 <sup>0</sup>	
202	"	Кол. по р. Ерикъ.	XII—1899	—	0,1900 0,0756 0,4868 0,2201 0,1452	30,1 <sup>0</sup>	53,9 <sup>0</sup>	
203	217	Прудъ въ „Яблоновой“ балкѣ.	V—1897	—	0,1030 0,0248 0,0146 —	0,1012 13,6 <sup>0</sup>	24,3 <sup>0</sup>	
204	"	Прудъ въ „Яблоновой“ балкѣ.	VII—1903	—	0,556 0,2466 1,2512 0,1520,0,1144	89 <sup>0</sup>	159 <sup>0</sup>	
205 <sup>4)</sup>	"	Кол. на станиці.	" XI—1899	—	0,164 0,0266 0,0,3190,1320	20 <sup>0</sup>	35,8 <sup>0</sup>	
206	235	Гашунь.	V—1901 0,6400 0,200	0,1270 0,0432 0,0884 0,1065 0,0988	18,3 <sup>0</sup>	32,7 <sup>0</sup>		
207	"	„Мазанка“.	V—1897	—	0,0468 0,0612 0,0128 0,1276	26,5 <sup>0</sup>	47,4 <sup>0</sup>	
208	"	Новый колодецъ.	VII—1903	—	0,0266 0,0,3190,1320	20 <sup>0</sup>	35,8 <sup>0</sup>	
209	252	Зимовники.	"	0,1270 0,0432 0,0884 0,1065 0,0988	18,3 <sup>0</sup>	32,7 <sup>0</sup>		
210	"	р. Мал. Куберле.	V—1902 0,8900 0,1600 0,0540 0,1768 0,1988 0,0792	23,5 <sup>0</sup>	42 <sup>0</sup>			
211 <sup>5)</sup>	"	родн. въ балкѣ.	V—1897	—	0,2350 0,0962 0,3896 0,4725 0,1066	36 <sup>0</sup>	64,4 <sup>0</sup>	
212	279	Куберле.	—	—	—	—	—	

1) Вода для паровозовъ очищается въ аппаратѣ Дерюмо.

2) Эта вода служить для питья.

3) Эта вода служить для паровозовъ. Зимою она очищается въ аппаратѣ Дерюмо.

4) Вода очищается для паровозовъ въ аппаратѣ Дерюмо.

5) Вода очищается въ аппаратѣ Дерюмо.

№	Название станицы.	Название источника.	Время пропаво- ства аваиза.	Сроки отра- дки	Компания				Жесткость фарычи Фарычи Гибкость
					Маркиза CaO.	Маркиза SO <sub>3</sub>	Хромат Cl.	Гидрохлори- ка CO <sub>2</sub>	
213 <sup>1)</sup>	Куберле.	Кол., h=6 с. р. Мал. Куберле.	XI—1899 XII—1900 V—1901 0,6550	— — —	0,2630 0,1332 0,7412 0,4047 0,1628 0,2600 0,1872 0,7072 0,5609 0,1276 0,2010 0,0504 0,0704 0,1349 0,1320	45° 52° 27°	80,5° 93° 48°		
214	"	"							
215	"	"							
216	299	Двойная.							
217 <sup>2)</sup>	"	"	"Лопатинской"	VIII—1896 IV—1897 VIII—1903 0,3330 III—1898	— — 0,1005 0,0402 —	0,2825 0,1638 0,4408 0,2640 0,0401 0,6031 0,0532 0,1276 0,1620 0,0374 0,2106 0,0781 0,0968	— 0,007 0,1210 0,0968	0,1936 51,1° 32° 16° 21,4°	91° 32° 16° 38,3°
218	313	"	Колод. h=5, 6 с.						
219	317	Ельмутъ.	Колод. на станции.						
220	321	"	Колод. 188 в. h=8 с.						
221	335	Великовняж.	р. Пучинка.	VIII—1903 VI—1896 I—1897 IX—1897	— — — —	0,235 0,0774 0,1564 0,4118 0,1166 0,2430 0,1423 0,5940 0,4027 0,1232 0,1940 0,0912 0,4562 0,0424 0,1230 0,2680 0,1605 0,6654 0,0667 0,1606	34,3° 44,2° 32,2° 49,2°	61,4° 79° 57,6° 88°	
222 <sup>3)</sup>	"	"	Колод. въ прудѣ.						
223	"	"	"						
224	345	156-ая вер.	Колодець.	VIII—1901 1,775	0,1864 0,1310 0,3944 0,9833 0,2068	37°	66,2°		
225	354	Шаблевик	Скважина.	III—1903 0,6330 0,205	0,0360 0,0204 0,0230 0,1896	25,5°	45,6°		
226	"	"	Код. близъ села.	XII—1906 1,4490 0,2900 0,0540 0,4624 0,2094 0,1140	0,1140	36,5°	65,3°		
227	363	Торговая.	"Капустина".	I—1896	—	0,1224 0,0098 0,0219 0,0600 0,0950	13,6°	24,3°	
228	"	"	Тамъ-же 100 с. выше.	"	—	0,1440 0,0161 0,0638 0,0238 0,1078	16,6°	29,7°	
229	"	"	Родникъ на бер. р. Егорлыкъ.	II—1896	—	0,2400 0,2158 0,6797	—	0,1012 54°	96,6°
230	"	"	Код. пост. водо- снабж., h=4,0 с.						
231	"	"	Новые колод.	IV—1896 V—1901 0,455	0,1240 0,1300 0,0252 0,0136 0,0390 0,0990	12,4° 16,5°	22° 29,5°		
232	380	Крученская.	Код., h=3,7 с.	XII—1896	—	0,2320 0,0760 0,4390 0,1590 0,0560	34°	60,8°	

233	"	Крученская.	Кол. „Верхней балки“.	II—1897	—	0,0800 0,0131 0,0137 0,0175 0,0704	9,8°	17,5°
234	"		Кол. „Средней балки“.	II—1897	—	0,1650 0,0795 0,0295 0,1740 0,1188	27,5°	49°
235	380		Кол. „Нижней балки“.	II—1897	—	0,3250 0,2286 1,3650 0,2800 0,1584	64,5°	115°
236	398	Развильная.	Колодецъ.	IX—1896	—	0,3300 0,0338 0,5335 0,1945 0,1628	38°	68°
237	"		Колод. 103 в.	V—1897	—	0,3140 0,0649 0,6050	—	40,3°
238	415	Песчанокоп.	Кол. пост. водо- снабжения.	X—1897	—	0,2625 0,0680 0,3372 0,0770 0,1188	35,7°	63,9°
239 <sup>4)</sup>	"		Кол. пост. водо- снабжения.	IX—1898	—	0,4060 0,0822 0,4850	—	0,1232 51°
240	"		Новый колод. у водоизборки.	XII—1906 3,460	0,440	0,1972 1,5776 0,2201 0,1100	70°	125,3°
241	"		Кол. на станц.	XI—1902	—	0,370 0,9108 2,5214 0,3656 0,1166	164,4°	294°
242	435	Бълоглинск.	Ручей въ балкѣ „Вершинка“.	XI—1895	—	0,3350 0,2486 1,7525 0,2894 0,1716	68,2°	122°
243	"		Кол. пост. водо- снабжения.	III—1897	—	0,1502 0,0230 0,0714 0,0315 0,1100	18,2°	32,5°
244	"		Новый колод.	IX—1901 0,790	0,205	0,0540 0,2210 0,0568 0,1034	28,1°	50,3°
245	456	Ея.	Кол. на станц.	IX—1895	—	0,0675 0,0972 0,502 0,0634 0,2310	20,2°	36°
246	"		Кол. въ балкѣ „Выселки“.	"	—	0,2420 0,3377 1,8500 0,1170 0,1408	70,6°	126°
247 <sup>5)</sup>	"		Кол. пост. водо- снабжения.	"	—	—	—	—
248	"		Кол. около вод.	XII—1904 1,4280	0,0985 0,1269 0,5315 0,0980 0,1298	27,6°	49,4°	
249	481	Поршинск.	Кол. въ балкѣ „Городковая“.	IX—1906 4,840	0,328 0,434 1,8836 0,3692 0,2213	93,5°	167,3°	
				IV—1895	—	0,5460 0,1037 0,9306 0,0663 0,1056	69°	123,5°

1) Вода для паровозовъ очищается въ аспираціи Доромо.

2) Вода для паровозовъ очищается въ аспираціи Доромо.

3) Вода для паровозовъ очищается въ аспираціи Доромо.

4) Вода для паровозовъ очищается въ аспираціи Доромо.

5) Вода для паровозовъ очищается въ аспираціи Доромо.

№	Бепрн.	Название стан-ций.	Название источника.	Время произвед-ства анализа.	Жесткость.											
					CaO.	MgO.	CaCO <sub>3</sub>	CaSiO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	NaOH	Фарин-гия,	Фарин-гия,	Фарин-гия,
250	481	Поропинск.	Ключи тамъ-же,	IX—1895	—	0,2830	0,1893	0,9415	0,0282	0,1276	54,7 <sup>0</sup>	97,9 <sup>0</sup>				
251	529	Бейсугъ.	р. Бейсугъ I.	IX—1899	—	0,1700	0,1584	0,9384	0,078	0,1628	39, <sup>0</sup>	69,7 <sup>0</sup>				
252	569	Станична.	р. Бейсугъ II.	XII—1899	—	0,085	0,0936	0,3224	0,0319	0,1712	21,5 <sup>0</sup>	38,5 <sup>0</sup>				
253	591	Пластуновск.	р. Кочеты.	XI—1899	—	0,095	0,0578	0,0954	0,0307	0,2112	17,5 <sup>0</sup>	31,3 <sup>0</sup>				
254 <sup>1)</sup>	628	Екатеринод.	Бур. скваж. 10'' h=82 с.	V—1895	0,3636	0,0100	0,0054	0,0480	0,0272	0,0884	1,85 <sup>0</sup>	3,3 <sup>0</sup>				
255	646	Афипская.	р. Афипъ.	XII—1899	—	0,0450	0,0054	слюд.	0,0051	0,0410	5,1 <sup>0</sup>	9,3 <sup>0</sup>				
256	683	Линейная.	р. Ахтырка.	XII—1899	—	0,0560	0,0072	слѣды	0,0165	0,0520	6,6 <sup>0</sup>	11,7 <sup>0</sup>				
257	698	Абинская.	р. Абинка.	XI—1900	—	0,1170	0,012	0,0102	0,0142	0,099	13,3 <sup>0</sup>	23,8 <sup>0</sup>				
258	709	Крымская.	Род.р. Алагумъ.	XII—1899	—	0,1300	0,0126	0,0085	0,0230	0,1144	14,6 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>				
259	"	Родники новые.	Горные ключи.	VIII—1904	—	0,1300	0,0121	0,0114	0,0246	0,1200	14,6 <sup>0</sup>	26 <sup>0</sup>				
260	721	Баканская.	XII—1899	—	0,1600	0,0270	0,0051	0,0177	0,1528	19,8 <sup>0</sup>	35,4 <sup>0</sup>					
261	738	Тоннельная.	р. Бакан. и к.л.	XII—1899	—	0,1260	0,0036	0,0034	0,0106	0,1012	13,1 <sup>0</sup>	23,4 <sup>0</sup>				
262	755	Новороссийск.	Кол. „Бол.вод.“	XI—1896	—	0,3028	0,0525	0,0205	0,5100	0,2266	37,5 <sup>0</sup>	67 <sup>0</sup>				
263 <sup>2)</sup>	"	"	X—1899	—	0,4010	0,4752	0,4664	4,6540	0,2287	106,5 <sup>0</sup>	190 <sup>0</sup>					
264	"	"	X—1900	—	0,490	0,1512	0,0442	1,775	0,232	70, <sup>0</sup>	125,3 <sup>0</sup>					
265	"	Небреж. самот.	VII—1899	—	0,1170	0,009	0,0078	0,0243	0,1022	12,9 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>					
266	"	Кол. мастерск.	XI—1896	—	0,1490	0,010	0,0123	0,0315	0,1276	16,3 <sup>0</sup>	29 <sup>0</sup>					
267	"	"	VII—1899	—	0,1610	0,0108	0,0591	0,0230	0,1060	17, <sup>0</sup>	30,4 <sup>0</sup>					
268	"	Водораз. штол.	h=43 с.	II—1901	0,4525	0,177	0,0108	0,0102	0,0246	0,1364	19 <sup>0</sup>	34 <sup>0</sup>				
269	"	Водораз. штол.	h=56 с.	"	0,3800	0,156	0,009	0,0136	0,0195	0,1254	16,9 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>				

## Воды Ставропольской вѣтви.

Версты отъ ст. Кавказской къ г. Ставрополю.

270	12 Р. Гетманов.	Кол. на 11-ой в.	VII—1897	—	0,4820 0,4338 1,1714 0,0455 0,1342 108,9° 195°	
271	" "	Кол. при пасс.	VI—1899	—	0,3630 0,3630 1,7356 0,0284 0,1496 85,1° 152,3°	
272	" "	зданиі на 12 в.	VII—1897	—	0,1801 0,0714 0,2418 0,0210 0,1320 27,8° 49,7°	
273	" "	Кол. при пасс.	VI—1899	—	0,2100 0,0720 0,3258 0,0177 0,1232 31° 55,4°	
274	24 Темижбекск.	Колодецъ при пас. зданіи.	VII—1897	—	0,3220 0,2232 1,5334 0,0560 0,1496 63,4° 113,4°	
275	" "	Колодецъ при пас. зданіи.	VI—1899	—	0,2720 0,2007 1,2303 0,0563 0,1386 55,2° 98,8°	
276	" "	Колодецъ при казармъ.	VII—1899	—	0,2000 0,5029 2,4991 0,0603 0,1496 90,4° 161,8°	
277	39 Раз. Григор.	Кол. на 37-й в.	VII—1897	—	0,3750 0,2794 1,9074 0,0562 0,1375 76,5° 136,9°	
278	" "	38-й в.	"	—	0,2970 0,2196 1,3056 0,0770 0,1408 60,3° 107,9°	
279	55 Распеватка.	Колодецъ	XII—1894	—	0,2050 0,2359 0,5492 — 0,1185 53° 95°	
280	" "	"	V—1897	—	0,2730 0,1728 0,6501 0,2240 0,1232 51° 91°	
281	65 Раз. Кармал.	"	III—1898	—	0,4202 0,4480 2,1525 0,2729 0,1342 104,7° 187°	
282	" "	Колодецъ на хуторѣ.	III—1898	—	0,1325 0,0916 0,1818 0,0497 0,1186 26° 46,5°	
283	80 Егорлыкъ.	Родникъ на 79 в.	XII—1894	—	0,2179 0,1974 0,8534 — 0,1342 49,2° 88°	
284	"	р. Егорлыкъ.	"	—	0,3275 0,2792 1,3834 — 0,1109 71° 127°	
285	96 Изобильная.	Колод. на 95 в.	XII—1894	—	0,3380 0,5442 3,1192 — 0,1320 110° 197°	
286	" "	" на стан.	IX—1902	2,460 0,560 0,1116 1,2376 0,0532 0,0836 73° 130,7°		
287	" "	"	XII—1902	2,363 0,415 0,1558 1,2036 0,0497 0,0748 63,3° 113°		

245 |

1)  $\text{Na}_2\text{O} = 0,1628$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0$ ;  $\text{SiO}_2 = 0,009$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,004$ .  $[\text{NaHCO}_3 = 0,276 = \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1743]$ . Для питанія паровозовъ

2) Примѣръ морской воды.

№ №	Название ста- ций.	Название источника.	Время производ- ства анализа.	Cxox ocrta. H3reect., CaO.	CaO. MgO. MgO. CaO. Al2O3 SiO2 A12O3 SiO2	Xjor Cl. Cl. CO2 CaCO3 MgCO3 MgCO3 CaCO3	Trjekcione CBr3H2O H2O	H2O H2O H2O H2O	Же осто- кости. Же осто- кости. Же осто- кости. Же осто- кости.
288	112 Рядзянная.	Родн. III-ей в. Колодецъ.	XII—1894 I—1895	0,201 0,0975 0,0558 0,0295	0,0508 0,243 0,0295	— — —	0,099 0,1122 17,4°	27° 17,4° 31°	48,3° 31°
289	"	Источникъ „Хо- лодный“.	I—1895	0,1440	0,0320 0,0027	—	0,1474	18,8°	33,6°
290	144 Ставрополь.	Источникъ „По- вый Карабинъ“.	I—1895	0,2001	0,0342 0,0130	—	0,1342	25°	44,7°
291	"	Колодецъ дачи Михайлова.	I—1895	0,2590 0,2350	0,0853 0,0810 0,1236	0,1522 0,0525 —	0,1764 0,1950 0,1826	37,8° 67,6° 34,5°	61,6°
292	"	"	IX—1898 I—1895	— —	—	—	—	—	—
293	"	"	"	—	—	—	—	—	—

## Воды Минераловодской възви.

294	—	Железногор. Родникъ.	XI—1899	0,0900 0,1450 0,0950 0,1900	0,0108 0,0126 0,0144 0,0104	0,0170 0,0171 0,0051 0,0072	0,0059 0,0058 0,0051 0,0049	0,0731 0,1198 0,088 0,0876	10,4° 16,1° 11,5° 11,8°
295	16	Карпашъ.	"	—	0,0104	0,0100	0,0094	0,0049	10,4°
296	25	Пятигорскъ.	"	—	0,0108	0,0288	0,0238	0,0195	28,8°
297	"	р. Юца,	XI—1899	—	—	—	—	—	20,6°
298	41	Ессентуки.	р. Бугунда.	—	—	—	—	—	21°
299	61	Кисловодскъ.	р. Жгучка.	"	—	—	—	—	26,3°

Предсѣдатель. Кто желаетъ предложить вопросы?

А. И. Чарковскій. Я внесу маленькую поправку. Докладчикъ упомянулъ, что въ Баку дѣйствуетъ опрѣснитель старого типа, и выразилъ недоумѣніе, почему именно этотъ опрѣснитель оказался пригоднымъ, а не аппаратъ новѣйшихъ системъ? Но дѣло въ томъ, что въ бакинскомъ аппаратѣ имѣются всѣ новѣйшія усовершенствованія. Я знаю 3 типа аппаратовъ. Первый типъ былъ установленъ на ст. Кущевка Владикавказской ж. д. и на ст. Красноводскъ Закаспійской д. Второй типъ былъ установленъ въ Красноводскѣ же. Наконецъ, третій, послѣдній по времени и самый усовершенствованный, работаетъ въ Баку. Онъ существенно отличается отъ первыхъ двухъ и благодаря этому онъ оказался вполнѣ экономичнымъ, и эксплоатациѣ его выгодна. Усовершенствованный аппаратъ системы Ягно-Копчеля установленъ также въ Красноводскѣ для военнаго министерства и работа его вполнѣ удовлетворительна. Докладчикъ упомянулъ также объ опрѣснителѣ Круга. Этотъ аппаратъ, вопреки мнѣнію докладчика, вполнѣ оправдалъ возлагавшіяся на него надежды: производительность его— 10 куб. с. въ сутки, стоимость 1 куба опрѣсненной воды составляетъ 9 руб.

И. М. Ротштейнъ. Изъ словъ г. Чарковскаго выясняется то новое для меня обстоятельство, что въ бакинскомъ аппаратѣ примѣнены всѣ новѣйшія усовершенствованія. Этимъ разсѣивается то естественное недоразумѣніе, которое возникаетъ у читателя при чтеніи книги Bothas, на которую я сослался въ своемъ докладѣ и гдѣ ничего не говорится о постепенныхъ конструктивныхъ измѣненіяхъ этого стариннаго аппарата. Вообще трудно разобраться во всей исторіи вопроса объ опрѣснителяхъ. Въ однихъ случаяхъ истина явно извращается. Примѣръ— кущевскій аппаратъ. Въ другихъ случаяхъ многое замалчивается, такъ что невозможно добраться до истины. Въ Баку, при осмотрѣ нами опрѣснителя, на многіе мои вопросы отказывались дать отвѣтъ. Во всякомъ случаѣ теперь уже очевидно, что о замѣнѣ всѣхъ системъ желѣзодорожнаго водоснабженія одной системой—опрѣсненіемъ—не можетъ быть и рѣчи. Вѣдь и въ лучшемъ аппаратѣ—системы Круга— 800 ведеръ обошлись въ 9 р. 17 коп. Впрочемъ, этотъ аппаратъ еще слишкомъ мало былъ въ работѣ...

А. И. Чарковскій. Онъ работаетъ уже 2 года.

И. М. Ротштейнъ. Нѣтъ, меныше, всего годъ съ небольшимъ, при чемъ неизвѣстно, какъ часто его приходилось останавливать для чистки, да и вообще нѣтъ картины его работы.

Г. Г. Шахбудаговъ. Докладчикъ указалъ, что онъ считаетъ пре-дѣльной жесткостью для водоснабженія основныхъ станцій— $12^{\circ}$ . О какой жесткости идетъ рѣчь—о временной или о постоянной?

И. М. Ротштейнъ. Я имѣлъ въ виду общую жесткость.

Г. Г. Шахбудаговъ. Слѣдовательно, вода съ жесткостью въ 20° совершенно непригодна?

И. М. Ротштейнъ. Въ техникѣ до сихъ поръ нормы въ этомъ отношеніи не выработаны, да и врядъ ли это возможно для всѣхъ случаевъ. Предлагаемая мною норма не претендуетъ на абсолютное значеніе. Да и вообще эта норма—только личный мой взглядъ.

Създомъ постановлено:

Предложенный докладчикомъ тезисъ передать въ Комиссію.

Предсѣдатель. Позвольте перейти къ докладу М. И. Бимана.

### Докладъ М. И. Бимана.

#### Очистка городскихъ сточныхъ водъ полями орошенія въ сравненіи съ біологическимъ способомъ очистки.

Способъ очистки сточныхъ водъ біологическимъ способомъ можно считать въ настоящее время въ Россіи достаточно разработаннымъ и поэтому можно опредѣлить его значеніе для данной цѣли. Особенно способствовали выясненію этого вопроса опыты надъ біологическимъ способомъ въ г. Москвѣ. Что касается полей орошенія, то ихъ значеніе для средней полосы Россіи также можетъ быть опредѣлено по многолѣтней практикѣ большихъ московскихъ полей.

Но прежде чѣмъ перейти къ изложенію преимуществъ и недостатковъ того или другого изъ указанныхъ способовъ очистки сточныхъ водъ, позволю себѣ остановиться на вопросѣ о необходимости очистки сточныхъ водъ вообще.

Не надо намъ забывать что устройство правильной канализаціи во всякомъ густонаселенномъ центрѣ является большимъ санитарнымъ пріобрѣтеніемъ, выражющимся прежде всего въ уменьшеніи смертности и заболѣваемости. Казалось бы поэтому, что устройство планомѣрной канализаціи должно бы составлять одну изъ важнѣйшихъ заботъ какъ мѣстныхъ властей, такъ и правительства. Мы дѣйствительно видимъ очень широкое распространеніе систематической канализаціи въ нѣкоторыхъ странахъ Западной Европы, особенно въ Англіи и Германіи. Нельзя упускать изъ виду, что устройство, а также эксплоатація городской канализаціонной сѣти стоять сравнительно не дорого, и всякий правильно поставленный способъ вывозки нечистотъ изъ города стоить дороже. Можно бы поэтому удивляться, почему нѣть правильной канализаціи вездѣ во всѣхъ густонаселенныхъ центрахъ. Объясненіе такому положенію можно найти очень легко. Послѣ устройства канализаціи собирается къ одному мѣсту города, рѣдко къ нѣсколькимъ мѣстамъ, большое количество грязной жидкости, называемой сточную водою, способной легко загнивать и распространять зловоніе. Необходимость обезвреживания сточной воды и соста-

вляеть то затрудненіе, которое препятствует широкому распространению канализационныхъ устройствъ, такъ какъ для этого требуются всегда большие расходы.

Взглядъ на требуемую степень обезвреживания сточныхъ водъ однако можетъ быть различный: болѣе или менѣе строгий. Чѣмъ строже требование по отношенію къ степени очистки, тѣмъ больше препятствій будетъ поставлено на пути къ оздоровленію городовъ, и наоборотъ. Справедливы эти требование бываютъ только тогда, когда они поставлены въ зависимости отъ общественного водоема, служащаго естественнымъ приемникомъ всякой воды, вытекающей изъ предѣловъ города. Необходимо имѣть въ виду, что изъ городовъ, не имѣющихъ систематической канализациі, тѣмъ или инымъ путемъ, все равно, загрязненные въ человѣческомъ обиходѣ воды и всякие жидкіе отбросы направляются къ естественному приемнику, хотя бы при помощи грунтовой воды, но нерѣдко и поверхностными стоками или первобытными каналами. Часть грязныхъ веществъ при этомъ остается въ предѣлахъ города, загрязняя почву и грунтовую воду, изъ которой иногда черпаютъ воду при помощи колодцевъ для разныхъ хозяйственныхъ нуждъ. Такое положеніе вещей, отнюдь непреувеличенное, ведетъ къ большимъ санитарнымъ бѣдствіямъ и способствуетъ развитію эпидемій въ городѣ, при этомъ далеко не избавляя общественный водоемъ отъ загрязненія.

Исторический ходъ оздоровленія городовъ заключается въ томъ, что города прежде всего устроили канализацію для удаленія какъ можно скорѣе изъ города загрязненной воды, выпуская таковую въ рѣку уже ниже города, при чемъ оказалось, что всякая рѣка въ извѣстныхъ предѣлахъ способна очищаться сама отъ попадающихъ въ нее загрязненій, такъ что на извѣстномъ разстояніи отъ города даже слѣдовъ загрязненія уже нельзя найти. Когда же оказалось, что самоочищеніе рѣки имѣетъ свои предѣлы, стали требовать, чтобы сточная вода, передъ спускомъ въ рѣку, подвергалась бы предварительной очисткѣ.

Я приведу два примѣра. Въ Англіи, гдѣ канализація городовъ уже давно существуетъ, вначалѣ также спускали сточную воду въ ближайшіе водоемы безъ очистки. Однако, при сильномъ ростѣ городовъ съ одной стороны, маловодіи рѣкъ съ другой стороны, происходило сильное загрязненіе рѣкъ, и уже съ 1868 г. началась разработка вопроса, какъ избавить рѣки отъ загрязненія. Въ настоящее время, благодаря примѣненію біологического способа, повидимому вопросъ получить осуществляемое разрѣшеніе. Устройство полей орошенія въ Англіи рѣдко возможно, вслѣдствіе большой цѣнности земли и при томъ мало подходящей почвы. Въ Германіи устройство канализаціи въ городахъ и другихъ густонаселенныхъ мѣстахъ также сильно развито, благодаря возможности спуска сточныхъ водъ

въ рѣку. Въ Германіи есть большія рѣки, способныя очищать сточную воду, и поэтому здѣсь вопросъ о необходимости очистки еще не представляетъ особой остроты. Относительно спуска сточныхъ водъ въ рѣку издано прусскимъ правительствомъ 20 февраля 1901 года особое распоряженіе, въ цѣляхъ урегулированія такого спуска. Согласно этихъ распоряженій, при разрѣшении спуска сточныхъ водъ въ рѣку, необходимо имѣть въ виду количество спускаемой воды и воды въ рѣкѣ, при чмъ соотношеніе этихъ водъ цифрою не установлено, и должны каждый разъ быть принимаемы во вниманіе всѣ мѣстныя условія, какъ-то: скорость воды въ рѣкѣ и въ спускномъ каналѣ, состояніе береговъ и дна рѣки, составъ воды (чмъ чище вода въ рѣкѣ, тмъ больше она можетъ очищать грязной воды); при этомъ указывается, что большое движеніе судовъ способствуетъ до нѣкоторой степени очищенію спущенныхъ водъ, такъ какъ производить сильное движеніе воды. Выпускъ грязной воды долженъ быть произведенъ въ такомъ мѣстѣ, гдѣ скорость большая.

Если возвратимся къ условіямъ, существующимъ у насъ въ Россіи, то мы увидимъ, что у насъ имѣется рядъ большихъ рѣкъ, такъ же какъ въ Германіи. Если бы мы придержались взгляда, существовавшаго въ Германіи, и могли бы строить канализацію въ городахъ, лежащихъ у большихъ рѣкъ, съ выпускомъ канализаціонныхъ сточныхъ водъ въ рѣку, то многіе изъ нашихъ городовъ обогатились бы крупнымъ санитарнымъ приобрѣтеніемъ, приносящимъ великую общественную пользу. Однако у насъ, до самаго послѣдняго времени, къ сожалѣнію, часто связываютъ устройство канализаціи съ непремѣнной очисткой сточныхъ водъ, и такимъ образомъ лишаютъ города тѣхъ благъ, которыхъ приноситъ канализація. Но надо отмѣтить, что въ послѣднее время и у насъ въ этомъ отношеніи взглядъ на необходимость очистки сточныхъ водъ становится менѣе строгимъ, и, вѣроятно, не далеко то время, когда города будутъ имѣть возможность пріобрѣсти легко осуществимымъ способомъ блага канализаціи.

Спускъ сточныхъ водъ въ водоемъ, не имѣющій достаточно быстрого теченія, производить нѣкоторыя неудобства, какъ эстетического и гигіеническаго, такъ и экономического характера. Самыя грубыя плавающія вещества остаются на поверхности и могутъ иногдаходить въ гниеніе, а болѣе тяжелыя осѣдаютъ на дно у выпуска и могутъ также переходить въ гниеніе. Вслѣдствіе этого водоемъ будетъ распространять зловоніе, не говоря уже о томъ, что вода такого водоема становится негодной для употребленія. Впрочемъ, надо отмѣтить, что вода въ большихъ рѣкахъ, особенно судоходныхъ, и помимо спуска городскихъ сточныхъ водъ, всегда настолько загрязнена, что она для непосредственного употребленія людьми и животными не годится. Экономический вредъ можетъ быть вызванъ выпускомъ сточныхъ водъ,

если вода сдѣлается негодной для нѣкоторыхъ промышленныхъ цѣлей, а также для рыбоводства. Въ этихъ случаяхъ является необходимымъ изъ сточной воды, передъ ея спускомъ въ водоемъ, отдѣлить всѣ крупные плавающія и всѣ твердые легко осаждающіяся вещества, т. е. примѣнить механическій способъ очистки. Это, между прочимъ, всегда необходимо при спускѣ сточныхъ водъ въ озера.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда количество сточныхъ водъ большое, а общественный водоемъ, имѣющій служить приемникомъ ихъ, сравнительно небольшой, является необходимымъ примѣнить болѣе совершенный способъ очистки сточныхъ водъ. Современная техника знаетъ 2 такихъ способа: поля орошенія и біологический способъ. Собственно мы имѣемъ здѣсь дѣло съ двумя группами способовъ, имѣющихъ между собою много общаго и основанныхъ на одинихъ и тѣхъ же принципахъ. Сточная вода, проходя черезъ извѣстную среду, въ одномъ случаѣ черезъ естественную почву, въ другомъ черезъ искусственно подготовленные материалы, оставляетъ въ этой средѣ загрязняющія воду вещества; эти грязные вещества потомъ, при помощи жизнедѣятельности микроорганизмовъ, превращаются въ неорганическія безвредныя вещества. Первая группа способовъ, при использованіи естественной почвы для очистки сточныхъ водъ, заключаетъ въ себѣ 2 способа, въ зависимости отъ того, преслѣдуется ли цѣль использовать для выращивания полезныхъ растеній содержащіяся въ сточной водѣ удобрительные вещества, или почва должна служить исключительно только для цѣли очистки сточныхъ водъ. Мы назовемъ вкратцѣ первый способъ орошеніемъ, а второй способъ—перемежающейся фильтраціей; поле, на которомъ это производится, назовемъ полемъ орошенія. Оба способа этой первой группы иногда называются также естественными біологическими способами очистки.

Вторая группа очистительныхъ приспособленій извѣстна подъ названіемъ искусственного біологического способа очистки, и называется обыкновенно, для краткости, біологическимъ способомъ очистки. Мы имѣемъ здѣсь также 2 способа: периодического и безпрерывнаго дѣйствія. При первомъ способѣ водою заполняется фильтрующій материалъ на определенное время, и послѣ нѣкотораго времени, обыкновенно послѣ 2-хъ часовъ стоянія, вода спускается и фильтру дается отдыхъ, не менѣе 2-хъ часовъ. При второмъ способѣ вода безостановочно, или черезъ короткій періодъ времени, распредѣляется извѣстнымъ порядкомъ по поверхности фильтра и проходить его въ видѣ отдѣльныхъ капель. Послѣдній способъ имѣетъ много сходства со способомъ перемежающейся фильтраціи черезъ естественную почву.

Послѣ этой краткой характеристики разныхъ способовъ очистки городскихъ сточныхъ водъ, перейдемъ къ оцѣнкѣ ихъ, что и составляетъ цѣль нашего доклада, при чемъ пойдемъ въ такомъ порядкѣ,

что, начиная съ самаго совершенного способа, перейдемъ постепенно къ менѣе совершеннымъ.

Загрязняющія сточную воду вещества раздѣляются на твердыя или взвѣшеныя и на растворенныя въ водѣ, при чмъ какъ тѣ, такъ и другія бывають органическія и неорганическія. Кромѣ того, сточная вода содержитъ много микроорганизмовъ и между ними иногда вредныхъ для человѣка и высшихъ животныхъ. Сколько этихъ веществъ содержитъ сточная вода, видимъ изъ слѣдующаго примѣра. Московская городская сточная вода, полученная при раздѣльной системѣ сплавной канализаціи, содержитъ въ 1 літре или въ 1000 граммахъ сточной воды взвѣшеннѣхъ веществъ около 0,6 гр., изъ нихъ 0,5 гр. органическихъ и 0,1 гр. неорганическихъ, и около 1 гр. растворенныхъ веществъ, изъ нихъ 0,5 гр. органическихъ и 0,5 гр. неорганическихъ. На окисленіе органическихъ веществъ требуется около 60 мгр. кислорода. Бактерій въ московской сточной водѣ опредѣлено до 10 мил. колоній въ 1 куб. см.

Цѣль очистки сточныхъ водь заключается въ удаленіи изъ нея указанныхъ выше загрязняющихъ ее веществъ.

При фільтраціи сточной воды черезъ естественную почву цѣль достигается вполнѣ. Выходящая изъ дренажа очищенная вода бываетъ прозрачная, не содержитъ взвѣшеннѣхъ веществъ совсѣмъ или содержитъ ихъ только очень мало, не имѣть дурного запаха или вкуса и не имѣть способности загнивать. Химическій анализъ показываетъ уменьшеніе органическаго азота на 75% до 90% (въ сточной водѣ его содержится до 20 мгр. въ літре, въ дренажной отъ 2 до 5 мгр.) и окисляемости также отъ 60% до 90%.

Такіе результаты очистки получаются какъ средніе при нормальныхъ благопріятныхъ условіяхъ работы полей орошенія. Однако, не всегда условія бываютъ столь благопріятны. Достигаемые результаты находятся въ зависимости прежде всего отъ почвы полей орошенія, потомъ отъ климатическихъ условій, отъ величины слоя напуска, частоты напусковъ, и вообще отъ правильно поставленной эксплоатаціи полей.

Сточная вода очищается хорошо въ глинистой, не очень плотной, почвѣ, потому что, вслѣдствіе малой проницательности этой почвы, вода находится въ болѣе продолжительномъ соприкосновеніи съ почвою. Однако, производительность глинистой почвы очень мала, и поэтому требуется большая площадь и укладка частаго дренажа или орошеніе по наклонной поверхности безъ дренажа. Разведеніе луговъ на глинистой почвѣ увеличиваетъ пропускную способность, такъ какъ поддерживаетъ поверхность почвы въ болѣе рыхломъ состояніи. Больше производительными бываютъ суглинистая почва, на которыхъ сточная вода также очищается хорошо. Песчаная почва пропускаетъ

очень много воды, но степень очистки, по задержке азота и по окисляемости, бывает нѣсколько хуже, чѣмъ на суглинистыхъ и глинистыхъ почвахъ; дренажная вода здѣсь все-таки получается въ высшей степени прозрачная, безъ гнилостного запаха и не способна загнивать. Самая плохая почва для очистки сточныхъ водъ — торфяная почва; очищенная вода бываетъ не совсѣмъ прозрачна, желтоватаго цвѣта, содержать много азота и имѣть большую окисляемость; запахъ замѣтный, землистый, но не гнилостный. Иногда въ торфяной почвѣ образуются трещины, черезъ которыхъ въ дренажъ можетъ попадать неочищенная вода. Такъ какъ эта почва очень легко насыщается водою и при этомъ разбухаетъ, а потому весьма трудно пропускаетъ воду и воздухъ, то она вообще можетъ быть примѣнена для полей орошениія въ крайнемъ случаѣ — изъ экономическихъ соображеній, или когда другой почвы нѣть. На московскихъ поляхъ орошениія, гдѣ имѣется нѣкоторая часть полей съ торфяною почвою, парализуютъ недостатки торфяной почвы обсыпкою слоемъ песка въ 0,20 с., что даетъ весьма благопріятные результаты.

Климатическія условія имѣютъ также большое вліяніе на очистку сточныхъ водъ полями орошениія, какъ въ количественномъ, такъ и качественномъ отношеніяхъ. Здѣсь, на Закавказье, конечно, поля орошениія будутъ работать круглый годъ хорошо, но у насъ на сѣверѣ это бываетъ иначе. Лѣтомъ и осенью никакихъ серьезныхъ препятствій къ правильному дѣйствію полей орошениія не встрѣчается, конечно, если площадь полей имѣеть правильное отношеніе къ количеству очищаемой воды, но зимою затрудненія бываютъ значительныя, по крайней мѣрѣ для климата подобнаго московскому. Опыты на московскихъ поляхъ орошениія показали, что на легко проницаемыхъ песчаныхъ почвахъ фільтрація черезъ почву возможна въ теченіе всей зимы, при нѣкоторой своевременной подготовкѣ почвы. Для этого требуется провести по возможности глубокія борозды, которыя въ началѣ морозовъ сверху покрываются ледяною крышкою, подъ которой остается пустота, допускающая безпрепятственное распределеніе воды. Почва въ бороздахъ остается талой или замерзаетъ настолько слабо, что легко оттаиваетъ при напускѣ сточной воды, температура которой зимою бываетъ не менѣе  $8^{\circ}$ — $10^{\circ}$  Ц.

Для правильнаго функционировaniя такихъ полей орошениія, однако, надо соблюсти нѣкоторую осторожность въ напускaniи воды; необходимо напустить столько воды, сколько вмѣщается въ бороздахъ, выступать же вода поверхъ льда не должна, такъ какъ иначе будетъ намерзать на поверхности толстый слой льда, который будетъ препятствовать доступу воздуха. Очищенная такимъ образомъ вода бываетъ вполнѣ прозрачная и поэтому не можетъ вызвать опасеній въ отношеніи загрязненія общественнаго водоема. Но вслѣдствіе того, что все-

таки температура почвы бывает довольно низкая, вытекающая дренажная вода имѣеть только 2 или 3 градуса выше нуля, и поэтому органическая жизнь протекаетъ очень слабо; очистка воды происходитъ главнымъ образомъ вслѣдствіе механической фільтрації, и обезвреживание, въ полномъ смыслѣ этого слова, не всегда бываетъ; такая дренажная вода иногда сохраняетъ способность загнивать.

На болѣе тяжелыхъ почвахъ, при суворомъ климатѣ, обыкновенно фільтрація черезъ почву затрудняется, а иногда и совсѣмъ прекращается съ наступлениемъ сильныхъ морозовъ, такъ какъ почва замерзаетъ, и вслѣдствіе медленной пропускной способности такой почвы, напущенная сточная вода стоитъ долго на поверхности и, сильно охлаждаясь, не только не въ состояніи оттаивать почву, но замерзаетъ на поверхности поля. Такимъ образомъ, сточная вода—въ продолженіе зимы, образуетъ толстый слой льда на поверхности поля—до 0,30 с. и больше, если это позволяютъ окружающія участокъ насыпи. Для зимнаго размѣщенія воды при этихъ условіяхъ необходимо имѣть большую площадь полей орошенія. Освобожденіе полей отъ накопившагося за зиму льда представляетъ весною также значительныя неудобства. Если бы весною ждать, пока ледь растаетъ и вода пройдетъ черезъ почву, то на это потребовалось бы очень много времени, такъ какъ мерзлая почва, подъ покровомъ холодной воды, можетъ оттаивать очень медленно, и только тогда она сдѣлается способной пропускать черезъ себя воду. Проникновеніе въ почву воды встрѣчаетъ еще не мало препятствій въ осадкѣ, который подъ водою отлагается и закрываетъ поры на поверхности почвы. Въ виду всего этого, поле не можетъ быть своевременно обработано для обезвреживания сточной воды, не говоря уже о томъ, что посѣвы не могутъ быть произведены своевременно. На практикѣ поэтому представляется необходимымъ оттаившую на участкахъ сточную воду спустить во время весенней оттепели черезъ отводные каналы въ водоемъ, что, впрочемъ, во время весеннаго половодья никакихъ опасеній вызвать не можетъ.

Такимъ образомъ мы видимъ, что почвенные и климатическія условія имѣютъ значительное вліяніе на очистку сточныхъ водъ почвою, какъ въ количественномъ, такъ и въ качественномъ отношеніяхъ. При этомъ еще нельзя не указать, что въ эксплоатациіи полей орошенія долженъ быть соблюденъ строгій режимъ. Очень много на качество очищенной воды вліяетъ правильный слой выпускаемой за одинъ разъ сточной воды и потомъ частота напусковъ. Вообще надо имѣть въ виду, что обезвреживание воды въ почвѣ будетъ происходить только тогда хорошо, если въ почву будетъ проникать достаточно воздуха. Въ виду этого, между двумя напусками, поверхность участка должна оставаться сухою опредѣленное время, въ зависимости отъ почвы и погоды. Количество выпускаемой за разъ воды также должно быть

установлено въ зависимости отъ почвы. Чѣмъ легче почва пропускаеть воду, тѣмъ больше воды можетъ быть выпущено за 1 разъ и тѣмъ короче могутъ быть періоды между напусками. Напримеръ, нормальный слой напуска на московскихъ поляхъ принимается 0,05 с. чрезъ 5—7 дней.

Всѣ изложенные данныя, обусловливающія правильную очистку сточной воды почвою, примѣнимы какъ къ способу орошенія сельскохозяйственныхъ культуръ, такъ и къ способу чистой перемежающейся фильтраціи. При обоихъ способахъ получается хорошо очищенная вода, но все-таки приходится указать, что при культурѣ растеній очистка достигаетъ высшей степени. Нѣкоторую разницу между обоими способами можно усмотреть также въ слѣдующемъ. Сточная вода содержитъ большое количество удобрительныхъ веществъ и между прочимъ неорганическія: извѣстъ, калій, фосфорную кислоту, которые, при проходѣ воды черезъ почву, въ послѣдней задерживаются. При произрастаніи на такой почвѣ соотвѣтствующихъ растеній, эти вещества воспринимаются послѣдними и поэтому извлекаются изъ почвы. Безъ культуръ почва со временемъ насыщается указанными веществами, и они начинаютъ выходить въ очищенной водѣ почти въ такомъ же количествѣ, въ какомъ поступаютъ со сточную водою<sup>1)</sup>). Это вызываетъ нѣкоторое неудобство, какъ въ отводныхъ канавахъ, такъ и въ общественномъ водоемѣ, если послѣдній маловоденъ, такъ какъ способствуетъ обильному росту разныхъ водорослей. При нѣкоторыхъ условіяхъ это обстоятельство можетъ вызвать необходимость вторичной фильтраціи дренажной воды, какъ это, напр., имѣть мѣсто на берлинскихъ поляхъ орошенія. Принимая, однако, во вниманіе, что, при суховомъ климатѣ, какъ, напримеръ, московскій, гдѣ растительный періодъ бываетъ весьма короткимъ, большой пользы отъ культуры растеній ожидать нельзя, такъ или иначе приходится считаться съ указанными неудобствами. Въ этомъ случаѣ вопросъ объ использованіи полей орошениія для полезныхъ культурныхъ растеній вообще долженъ отступить на второй планъ, и предпочтеніе полей орошениія съ культурою растеній передъ перемежающейся фильтраціей безъ культуры отпадаетъ, такъ какъ очистка сточной воды при обоихъ способахъ получается удовлетворительная. При болѣе мягкомъ климатѣ и въ теплыхъ странахъ надо отдать предпочтеніе полямъ орошениія съ культурою, тѣмъ болѣе, что культура здѣсь и такъ страдаетъ отъ недостаточности воды.

Въ отношеніи устраненія вредныхъ для человѣка и животныхъ микроорганизмовъ можно указать, что очисткою черезъ почву задерживается до 90% и болѣе микроорганизмовъ отъ первоначального

1) Dr. Thumm.—Technisches Gemeindeblatt VIII. Jahrg. № 14, стр. 214.

числа, достигающего до 10 мил. въ 1 куб. см., при чемъ задерживается болѣе на культурныхъ поляхъ, а менѣе при перемежающейся фільтрації. Хотя есть вѣроятіе, что при меньшемъ числѣ микроорганизмовъ патогенныхъ будетъ также меньше и что послѣдніе легче задерживаются почвою, однако, полной увѣренности въ томъ, что въ дренажной водѣ патогенныхъ бактерій не будетъ, также не имѣть. По изслѣдованіямъ Англійской Королевской комиссіи, произведеннымъ въ 1898 г. на самыхъ лучшихъ англійскихъ поляхъ орошенія, оказались въ дренажной водѣ бактеріи *colli*, что указываетъ на возможность прохожденія черезъ почву также тифозныхъ и холерныхъ бактерій. Это обстоятельство, конечно, имѣть нѣкоторое значеніе, но едва ли было бы справедливо, послѣ очистки сточной воды почвою, предъявлять еще требования о дезинфекціи воды, такъ какъ, во всякомъ случаѣ, достигнутые этими способами результаты надо признать практически удовлетворительными, а дезинфекція большого количества воды не даетъ лучшихъ результатовъ и не производима на поляхъ орошенія, вслѣдствіе большой стоимости приспособленій для этого.

Изъ всего сказанного мы видимъ, что очистка сточныхъ водъ почвою даетъ въ общемъ во всѣхъ отношеніяхъ удовлетворительные результаты. Разсмотримъ теперь результаты очистки искусственнымъ біологическимъ способомъ. Прежде всего, необходимо указать на одно преимущество искусственного способа: онъ представляется весьма гибкимъ и можетъ быть легко приспособляемъ ко всяkimъ требованіямъ мѣстныхъ условій. Гдѣ это требуется, степень очистки можетъ быть доведена почти до такой, какая получается на хорошо работающихъ поляхъ орошенія; въ иныхъ случаяхъ можетъ оказаться достаточнымъ только удаленіе взвѣшенныхъ веществъ въ септикъ-танкѣ или осадочномъ бассейнѣ; еще въ другихъ случаяхъ достаточно къ этому прибавить одинъ окислитель. Какъ видно, съ біологическимъ способомъ возможны разныя комбинаціи, смотря по требуемой степени очистки. Самое строгое требование—пропускать очищенную біологическимъ способомъ воду еще черезъ естественную почву, для удаленія бактерій, на практикѣ большихъ городовъ не примѣняется, такъ какъ подобная комбинація двухъ самостоятельныхъ способовъ стоила бы весьма дорого. Больше всего примѣняется комбинація, состоящая изъ предварительной очистки въ септикъ-танкѣ или осадочныхъ бассейнахъ и изъ окончательной очистки или въ двухъ ступеняхъ фільтровъ периодического дѣйствія, или въ одной ступени фільтровъ непрерывнаго дѣйствія; въ послѣднемъ случаѣ считается желательнымъ воду пропустить еще черезъ песчаные фільтры.

Въ отношеніи степени очистки прежде всего надо отмѣтить, что очищенная вода содержитъ значительно больше микроорганизмовъ, чѣмъ вода съ полей орошенія, и вѣроятность прохожденія черезъ всѣ ступени

станції болѣзнетворныхъ бактерій также бываетъ больше, чѣмъ при поляхъ орошенія. Въ виду этого является необходимость удалить болѣзнетворныхъ бактерій путемъ дезинфекціи. Въ обыкновенное время, когда въ городѣ эпидемій нѣть, достаточно дезинфекцию производить непосредственно у постели больного. Въ случаѣ эпидемій такая дезинфекція не будетъ вполнѣ достигать цѣли, и поэтому очистная станція должна быть такъ приспособлена, чтобы вся очищаемая на ней вода могла бы подвергаться дезинфекциі. Если это обстоятельство уже имѣется въ виду при проектированіи станціи, то разныя части станціи могутъ быть такъ расположены и распределены, что особыхъ бассейновъ для дезинфекціи не потребуется. Дезинфекція производится теперь хлорною известью и стоить, впрочемъ, не дорого; количество хлорной извести по новѣйшимъ изслѣдованіямъ считаются даже достаточнымъ 1 часть на 70.000 частей воды, если известь содержить 35% действующаго хлора; обыкновенно еще принято считать 1 часть хлорной извести на 5.000 частей сточной воды, при воздействиіи хлора въ продолженіе 2-хъ часовъ. Вообще необходимость устраненія болѣзнетворныхъ бактерій изъ очищенной на біологическихъ фільтрахъ воды, хотя бы только періодически, составляетъ одинъ изъ недостатковъ этого способа, съ которымъ надо такъ или иначе считаться. Въ этомъ отношеніи нѣть разницы между періодической и непрерывной біологической фільтраціей.

По физическимъ и химическимъ качествамъ очищенной біологическими способами воды замѣчается иѣкоторая разница между обоими способами искусственной біологической очистки. Нужно отмѣтить, что оба способа, хотя въ принципѣ одинаковы, имѣютъ однако каждый свою особенность. Прежде всего можно указать, что для правильнаго и продолжительнаго дѣйствія періодическихъ фільтровъ необходимо предварительно удалить изъ воды по возможности больше взвѣшеннѣхъ веществъ; для безпрерывныхъ фільтровъ, построенныхъ изъ крупнозернистаго фільтрующаго материала, требуется менѣе тщательная предварительная очистка, и иногда, въ зависимости отъ состава сточныхъ водъ, считаются достаточнымъ пропускать сточную воду черезъ решетки и песочникъ. Другая особенность періодическихъ фільтровъ та, что они должны быть мелкие, и тѣмъ мельче, чѣмъ тоньше зерно материала, чтобы циркуляція воздуха во всемъ тѣлѣ фільтра не была затруднена, но за то фільтры размѣщаются обыкновенно двумя, рѣдко тремя ступенями, при чемъ зерно для каждой слѣдующей ступени берется мельче. Безпрерывные фільтры строятся только въ одной ступени, но при этомъ очень высокими (1,5 до 2 саж.); доступъ воздуха обеспеченъ, если фільтръ сдѣланъ изъ крупнаго материала. Несмотря однако на то, что періодические фільтры являются двумя ступенями, а безпрерывные безъ ступеней, первые требуютъ меньшее

разницы между нивелирными отмѣтками поступлениія и спуска воды, такъ какъ для безпрерывныхъ фильтровъ, кромѣ высоты самого фильтра, требуется еще значительная высота для приспособленій, распредѣляющихъ воду по поверхности фильтра. Поэтому періодические фильтры могутъ быть примѣнимы тамъ, где нельзя располагать достаточнымъ уклономъ мѣстности, а площадь земли большая; безпрерывные же фильтры—когда земли мало, но свободной высоты достаточно.

Указанныя особенности въ устройствѣ фильтровъ не могутъ не вліять на физическія качества очищенной воды. Вода изъ безпрерывныхъ фильтровъ бываетъ менѣе прозрачна, чѣмъ изъ періодическихъ, и содержитъ большое количество взвѣшенныхъ веществъ. Очищенная въ періодическихъ фильтрахъ вода изъ второй ступени бываетъ болѣе прозрачная, но она все-таки менѣе прозрачна, чѣмъ съ полей орошенія. Если по мѣстнымъ условіямъ представляется необходимымъ получить прозрачную воду, то послѣ біологическихъ фильтровъ, какъ безпрерывныхъ, такъ и періодическихъ, необходимо еще очищенную воду пропустить черезъ фильтръ изъ мелкозернистаго материала 1—3 мм.

По запаху вода изъ біологическихъ фильтровъ нѣсколько отличается отъ воды съ полей орошенія, такъ какъ почти всегда получается вода съ землистымъ запахомъ или съ запахомъ болотной воды. Гнилостнаго запаха вода, очищенная біологическимъ способомъ, при двойной періодической фильтраціи или при безпрерывной фильтраціи, не имѣеть, а иногда даже уже изъ первыхъ окислителей вода такого запаха не имѣеть.

По химическому составу между водою, очищенною перемежающейся фильтраціей, и таковой съ искусственныхъ біологическихъ фильтровъ большой разницы не замѣчается, какъ по окисляемости и содержанію амміака, такъ и азотной кислоты; въ суглинистой почвѣ вода по химическому составу очищается лучше. Во всякомъ случаѣ, при исправно дѣйствующихъ фильтрахъ, вода не только изъ вторичныхъ окислителей, но часто уже и изъ первичныхъ не способна загнивать, и спускъ ея въ общественный водоемъ, если послѣдній не очень маловоденъ, возможенъ безъ всякаго опасенія за вредныя последствія. При сравненіи періодическихъ и безпрерывныхъ фильтровъ можно указать, что вода, очищенная въ безпрерывныхъ фильтрахъ, при большихъ напускахъ содержитъ больше азота и амміака, а также окисляемость больше, чѣмъ въ періодическихъ фильтрахъ, но при умѣренномъ использованіи безпрерывныхъ фильтровъ разница уже не будетъ. Вообще качественный эффектъ періодическихъ фильтровъ зависитъ отъ крупности зерна материала, а также отъ числа ступеней: чѣмъ мельче материалъ и больше ступеней, тѣмъ чище вода. При непрерывныхъ фильтрахъ качество воды зависитъ, частью отъ высоты

фильтра и крупности материала, но главнымъ образомъ отъ способа распределенія воды по поверхности фильтра, и отъ количества пропущенной черезъ фильтръ воды: чѣмъ равномѣрнѣе вода распредѣляется и чѣмъ меньше воды, тѣмъ лучше будетъ по качеству очищенная вода.

Главный интересъ, конечно, для сироваго, напримѣръ московскаго, климата представляетъ вопросъ о томъ, какъ очистительныя приспособленія дѣйствуютъ зимою. Зима 1907 — 8 гг. была для Москвы болѣе продолжительна и болѣе сурова, чѣмъ вообще замѣчено. Средняя температура воздуха за декабрь мѣсяцъ была  $-22,6^{\circ}$  Ц., при постоянныхъ вѣтрахъ и метеляхъ. Средняя температура за 5 мѣсяцевъ — съ октября до марта — была въ 1907 — 8 гг.  $-9,2^{\circ}$  Ц., а въ 1908 — 9 гг.  $-9,6^{\circ}$  Ц. Несмотря на такія неблагопріятныя метеорологическія условія, московская опытная биологическая станція во всѣхъ частяхъ дѣйствовала вполнѣ исправно, при чемъ не принимались никакія особыя мѣропріятія для утепленія. Очищенная въ периодически дѣйствующихъ фильтрахъ вода по своему качеству не имѣла значительной разницы съ лѣтнею очисткою. На поляхъ орошенія же, гдѣ на песчаной почвѣ удалось производить всю зиму перемежающуюся фильтрацію воды, послѣдняя очищалась по химическому составу иногда не лучше, чѣмъ на биологической станціи, и иногда загнивала. Непрерывно дѣйствующіе фильтры, открытые, дали загнивающую воду, и поэтому текущую зимою 1908 — 9 гг. они прикрыты съ боковъ и сверху неплотно досками, при чемъ качество очистки значительно улучшилось.

Изъ всего изложенного мы видимъ, что мы имѣемъ нѣсколько способовъ очистки, выборъ между которыми зависитъ отъ мѣстныхъ условій и, главнымъ образомъ, отъ величины и состоянія водоема, который долженъ принимать очищенную воду. Смотря по требуемой степени очистки, можетъ быть выбрана та или другая комбинація очистительныхъ приспособленій. Въ общемъ нельзя высказать предпочтеніе одной или другой системѣ очистки, нельзя также высказать общее предпочтеніе очисткѣ почвою или очисткѣ искусственнымъ биологическимъ способомъ, все это зависитъ отъ требуемой степени очистки и отъ другихъ мѣстныхъ условій.

Очень большое практическое значеніе при выборѣ способа очистки имѣть стоимость устройства и эксплоатациі. Справедливо считаются, что, гдѣ только возможно, полямъ орошенія должно быть отдано предпочтеніе. На практикѣ примѣненію полей орошенія мѣшаютъ разныя обстоятельства. Прежній взглядъ, что поля орошенія даютъ возможность использовать находящіяся въ сточной водѣ въ большомъ количествѣ удобрительныя вещества и поэтому являются экономически выгодными, на практикѣ не нашелъ подтвержденія. Это объясняется

тѣмъ, что питательные вещества, какъ-то: азотъ, фосфорная кислота, калій и т. д., не содержатся въ сточной водѣ въ той пропорціи, въ какой это нужно для растеній, поэтому выборъ соотвѣтствующихъ культурныхъ растеній является крайне труднымъ. Въ виду этого, для веденія сколько-нибудь правильного хозяйства на поляхъ орошенія, требуется весьма большая площадь полей, которую Dr. F. König въ своемъ труда „Verunreinigung der Gewasser“ исчисляетъ въ 1 дес. на 100 жителей, а при площади въ 1 дес. на 200 жителей уже происходит неполное потребленіе растеніями питательныхъ веществъ, и таковыя попадаютъ, проходя черезъ почву, въ общественные водоемы. По разсчету на количество сточной воды, можно такимъ образомъ обезвредить отъ 700 до 1500 ведеръ на 1 дес. полей орошенія. Такое соотношеніе площади полей орошенія къ числу жителей рѣдко осуществимо и могло бы быть собственно осуществлено только для небольшихъ городовъ. Всѣ существующія поля орошенія, какъ у насъ въ Россіи, такъ и въ Германіи, Франціи и Англіи, не удовлетворяютъ этому требованію. Самыми большими полями орошенія располагаетъ городъ Берлинъ, который имѣеть для этой цѣли 16.000 дес., изъ которыхъ пока подъ орошеніе приспособлено около 8.000 дес.; на 1 дес. рабочей площади полей орошенія напускается въ среднемъ отъ 2.600 до 2.700 ведеръ сточной воды въ сутки, при чёмъ почва полей песчаная. На берлинскихъ поляхъ орошенія ведется интенсивное сельское хозяйство, и большая часть орошаемой площади находится въ собственномъ хозяйствѣ города. Въ городскомъ хозяйствѣ имѣется луговъ 1.600 дес., участковъ подъ посѣвами ржи, пшеницы, ячменя, овса и другихъ—3.300 дес., подъ огородною культурою: кормовой свеклы и моркови и картофеля—900 дес., подъ разными другими культурами—260 дес., всего около 6.060 дес. Кромѣ того, около 1.100 дес. орошаемой площади сдано въ аренду подъ огородныя культуры. Не приспособленная подъ орошеніе площадь также использована интенсивнымъ хозяйствомъ. Доходъ съ общей площади составляетъ до 1.655.000 р. въ годъ, текущіе расходы столько же, но для уплаты процентовъ и на погашеніе затраченного капитала приплачивается изъ общихъ городскихъ средствъ ежегодно до 1.400.000 р., что на 1 годовое ведро \*) очищенной воды составляетъ около 7 коп. Поэтому экономической успѣхъ берлинскихъ полей орошенія можно считать не полнымъ. Надо при этомъ имѣть въ виду, что берлинскія поля орошенія самыя большия, давно уже существуютъ и дѣйствуютъ хорошо. Если въ литературѣ иногда встречаются указанія, что поля орошенія въ разныхъ другихъ мѣстахъ даютъ крупные доходы, то къ этому слѣдуетъ отнестись въ высшей степени скептически, такъ какъ

\*) Годовое ведро равняется абсолютнымъ 365 ведрамъ и обозначаетъ 1 суточное ведро въ теченіе года.

поля орошения, дающія городу чистый доходъ, едва ли могутъ отвѣтить своему прямому назначению. Чтобы получить доходы, надо отдавать поля орошения въ аренду, арендаторы же используютъ наибольшую площадь для культуръ, обезвреживая на ней только то количество воды, какое нужно для успѣшного роста растеній, при чмъ это количество, находясь также въ зависимости отъ погоды, можетъ быть вообще небольшое. Значительная часть сточной воды напускается на небольшую площадь, превращая ее въ болото, или спускается недостаточно очищенной въ водоемъ. Такимъ образомъ, мы видимъ, что даже при большой площади и правильномъ использованіи полей орошения экономического успѣха нельзя ожидать, т.-е. не только не получится чистаго дохода, но еще надо будетъ приплачивать. Мы видѣли, что на берлинскихъ поляхъ орошения приплата составляетъ 7 коп. на 1 годовое ведро. Ниже мы увидимъ, что есть способы, требующіе немнога площади земли, а расходовъ также около 7 коп. на 1 годовое ведро и очищающіе сточную воду удовлетворительно. Такъ какъ земля въ обыкновенномъ сельскомъ хозяйствѣ приносить безусловно чистый доходъ, то мы видимъ, что берлинцы, отнимая своимъ полями орошения большую площадь отъ сельского хозяйства, лишаютъ народное хозяйство доходной статьи. Необходимо указать въ этомъ мѣстѣ, что въ Берлинѣ уже поднимаются настойчиво голоса противъ полей орошения. Близайшимъ поводомъ къ этому служить тамъ то обстоятельство, что нѣкоторая площадь полей подходитъ близко къ городу и поэтому мѣшаетъ расширению города. Въ виду этого предлагаются и обсуждаются въ специальной литературѣ проекты уничтоженія полей. Есть, напримѣръ, проектъ—построить громадный каналъ, длиною 70 верстъ, и спускать сточные воды въ р. Одеръ \*). Другіе проекты предлагаютъ перейти къ биологическому способу очистки или къ способу перемежающейся фільтраціи, требующей также значительно меныше площади.

Изъ всего вышеизложеннаго нельзя не прйтіи къ заключенію, что поля орошения съ сельско-хозяйственной культурою, съ точки зрѣнія народнаго хозяйства, не могутъ быть достаточно оправдываемы. (Вѣроятно на югѣ, гдѣ вообще культура растеній возможна только при искусственномъ орошениі, положеніе другое, и поэтому можетъ быть поля орошения принесутъ большую пользу). Техника должна направить свои усилия на то, чтобы обезвредить на наименьшей площади наибольшее количество сточной воды, т. е. примѣнить на поляхъ орошения спосѣб перемежающейся фільтраціи. Тогда поля орошения будутъ представлять изъ себя санитарно-техническое приспособленіе, отъ которого доходовъ ожидать нельзя. Такое решеніе вопроса является особенно

\* ) C. Kade—Die Beseitigung der Rieselfelder von Gross-Berlin. 1908.

правильнымъ для мѣстностей съ суровымъ климатомъ и съ короткимъ растительнымъ періодомъ, т. е. для сѣверной и частью средней полосы Европейской Россіи.

Способъ перемежающейся фільтрації примѣняется въ Англіи, а также въ Парижѣ и на большей части полей въ Москвѣ. Доходъ отъ полей орошенія, при этомъ способѣ, можно получить въ небольшомъ размѣрѣ тогда, когда полю предоставается продолжительный отдыхъ (1 растительный періодъ) для возстановленія обезвреживающей способности, что считаютъ необходимымъ послѣ 1-го или 2-хъ лѣтъ дѣйствія поля. Во время отдыха полезно поле засѣять культурными растеніями.

При способѣ перемежающейся фільтрації можно на единицѣ площасти очистить значительно больше воды, чѣмъ на полѣ съ культурными растеніями. Можно указать на слѣдующій примѣръ. Выше было указано, что на берлинскихъ поляхъ орошенія обезвреживается въ среднемъ на 1 десят. въ сутки отъ 2.600 до 2.700 ведеръ воды при песчаной почвѣ. На поляхъ орошенія г. Шарлоттенбурга, при такой же почвѣ, обезвреживается на 1 дес. въ сутки отъ 15.000 до 17.000 ведеръ, а на московскихъ поляхъ орошенія на глинистой и торфяной почвѣ до 4.500 ведеръ въ сутки и на песчаной почвѣ до 20.000 ведеръ въ сутки,—все это при способѣ перемежающейся фільтрації.

Такимъ образомъ, мы подошли къ решению вопроса: сколько земли нужно для осуществленія каждого изъ способовъ очистки сточныхъ водъ. Пользуясь всѣми имѣющимися въ нашемъ распоряженіи теоретическими и практическими данными, можемъ принять, что для полей орошенія, съ правильнымъ сельскимъ хозяйствомъ, потребуется при песчаной почвѣ 1 дес. рабочей площасти полей орошенія на каждые 2.000 ведеръ суточнаго количества сточной воды, или на каждые 250 жителей; при глинистой почвѣ можно считать половину этого, т. е. 1 дес. на 1.000 ведеръ суточнаго количества, или около 100 жителей. Для способа перемежающейся фільтрації требуется 1 дес. полезной площасти: при чистой крупно песчаной почвѣ на 15.000 ведеръ, суглинистой на 7.500 ведеръ, а глинистой на 3.000 ведеръ. При послѣднемъ способѣ, т. е. перемежающейся фільтраціи, необходимо сточную воду подвергать нѣкоторой предварительной очисткѣ, для отдѣленія тяжелыхъ взвѣшенныхъ и плавающихъ веществъ, такъ какъ эти вещества способны покрывать почву плотною корою, не пропускающею ни воды, ни воздуха и поэтому уменьшающе значительно пропускную и очистительную способность почвы; частое уничтоженіе коры стоило бы дорого и зимою даже невозможно. Указанное зло впрочемъ также обнаруживается и на поляхъ орошенія съ сельско-хозяйственной культурою, и нѣкоторыя растенія, непосредственно орошаemыя, напримѣръ, кормовая трава, могутъ покрываться бумажками и вся-

кимъ иломъ и сдѣлаться негодными къ употребленію. Въ тѣхъ случаяхъ, когда растенія разводятся на гродахъ и сточная вода черезъ край наполненныхъ бороздъ не выливается, дно и откосы бороздъ покрываются корою, которая мѣшаетъ быстротѣ проникновенія воды въ грунтъ. Кора же загниваетъ и распространяетъ дурной запахъ, который, вмѣстѣ съ долго стоящей водой въ бороздахъ, въ сосѣдствѣ съ культурными растеніями, иногда овощами и ягодами, во всякомъ случаѣ нежелателенъ. Въ виду этого необходимо удалить указанныя вещества изъ сточной воды, передъ ея напускомъ на поля орошенія, для чего служать осадочные бассейны или частныя рѣшетки. Иногда осадочные бассейны для этой цѣли устраиваются прямо въ землѣ, въ видѣ прудовъ, при чемъ скорость прохожденія воды черезъ нихъ принимается отъ 10 до 20 мм. въ секунду, и поэтому, при глубинѣ бассейна въ 0,50 саж., требуется площадь бассейна небольшая и составляетъ, напримѣръ, при очисткѣ 1 милл. ведеръ въ сутки всего 150 кв. саж. Примѣненіе предварительной очистки вызываетъ однако другого рода неудобства, а именно необходимость удаленія и уничтоженія осадка. На некоторыхъ заграничныхъ поляхъ орошенія осадокъ спускается въ особья хранилища, гдѣ онъ подсыхаетъ, и потомъ или увозится соединими землевладѣльцами на удобреніе, иногда за плату, или для той же цѣли употребляется на участкахъ полей орошенія, которые не приспособлены къ орошенію.

Другой способъ уничтоженія осадка, употребляемый также на московскихъ поляхъ орошенія, гдѣ для нѣкоторой части устроены осадочные бассейны, заключается въ распределеніи осадка по глубокимъ бороздамъ особаго участка, забрасываніи землею послѣ обсушки и зараживаніи; послѣ чего участокъ можетъ быть засѣянъ, съ тѣмъ, чтобы черезъ годъ на немъ вновь распределить осадокъ. Для такого способа уничтоженія осадка требуется 1 дес. песчанаго поля на каждыя 100.000 ведеръ обезвреживаемой въ сутки сточной воды. При опредѣленіи площади земли, приобрѣтаймой подъ поля орошенія, необходимо имѣть это въ виду. Кромѣ этого, надо еще прибавить 25 % земли на разныя сооруженія: канавы, насыпи, дороги и на усадьбу.

Такимъ образомъ, для города, канализованного по раздельной системѣ, т.-е. безъ дождевыхъ водъ, и имѣющаго въ среднемъ въ сутки 1 мил. ведеръ сточной воды отъ 140.000 жителей, требуется слѣдующая площадь подъ поля орошенія: 1) при полезной культурѣ—650 дес. легкой песчаной почвы, или 1.300 дес. тяжелой глинистой; 2) при способѣ перемежающейся фильтраціи, съ осадочнымъ бассейномъ и съ культурою полезныхъ растеній только на отдыхающихъ участкахъ—100 дес. чистой крупнопесчаной почвы или 180 дес. легкой суглинистой почвы; глинистая и торфяная почва для этой цѣли мало пригодны.

Для искусственного биологического способа очистки требуется земли значительно меньше. Необходимая площадь для приспособлений предварительной очистки находится въ зависимости отъ того, примѣняется ли септикъ-танкъ или простой осадочный бассейнъ. Какъ известно, разница между этими 2-мя способами предварительной очистки заключается въ томъ, что въ первомъ случаѣ необходимы бассейны на суточное количество воды, вслѣдствіе того, что осадокъ удаляется только 1 или 2 раза въ годъ, во второмъ же случаѣ бассейны строятся на 4-хъ—5-ти кратный обмѣнъ воды въ сутки, и осадокъ удаляется 1 разъ въ 1 или 2 недѣли. Для дальнѣйшей очистки воды на биологическихъ фильтрахъ большой разницы между обоими способами предварительной очистки нѣтъ, но въ смыслѣ удобствъ удаленія осадка нѣкоторое преимущество имѣютъ септикъ-танки, такъ какъ часть осадка уничтожается, значитъ остается меньше удалять, тѣмъ болѣе, что онъ дѣлается болѣе плотнымъ и содержитъ менѣе воды, чѣмъ осадокъ изъ осадочного бассейна. Кромѣ того, септикъ-танки задерживаютъ больше взвѣшенныхъ веществъ, и поэтому фильтръ менѣе быстро засаривается. Но удаленіе осадка изъ септикъ-танковъ представляетъ нѣкоторые неудобства, такъ какъ осадокъ бываетъ плотнѣе и спускъ его по трубамъ, какъ и перекачка машинами, затруднителенъ, и, кромѣ того, осадокъ мало годится для удобренія. Осадочные бассейны же требуютъ меньше площади и устройство ихъ дешевле, поэтому они примѣнимы всегда въ такихъ случаяхъ, когда удаленіе осадка не вызываетъ значительныхъ расходовъ, напримѣръ, когда онъ на мѣсто уничтоженія можетъ быть спущенъ самотокомъ или когда осадокъ легко разбирается, какъ удобренійный материалъ. На 1 мил. ведеръ сточной воды въ сутки требуется площадь септикъ-танка въ 1.250 кв. с., а осадочного бассейна въ 250 кв. с.

Биологические фильтры периодического дѣйствія расчитываются на водоемкость въ 25% отъ фильтрующаго материала, поэтому, для очистки 1 мил. вед. сточной воды въ сутки, объемъ фильтровъ, расположенныхъ въ двухъ ступеняхъ и при двухъ наполненіяхъ, долженъ быть 5.000 куб. с., или въ каждой ступени 2.500 куб. с. Считая первую ступень глуб. 0,75 с., и вторую 0,60 с., рабочая поверхность фильтровъ будетъ занимать площадь 7.500 кв. с. Въ случаѣ примѣненія третьей ступени или песчаныхъ фильтровъ, потребуется для нихъ рабочей площади 5.000 кв. с.

Такимъ образомъ, рабочая площадь очистительныхъ приспособлений, состоящихъ изъ септикъ-танка и 3-хъ ступеней окислителей, будетъ 13.750 кв. с., а рабочая площадь очистительныхъ приспособлений, состоящихъ изъ осадочного бассейна и двухъ ступеней фильтровъ, будетъ 7.750 кв. с. Къ полезной площади надо еще прибавить 25% на сооруженія дороги, зданія, складовъ материаловъ и т. д., и тогда

общая площадь, требующаяся для очистительной станции, на 1 мил. ведеръ будетъ: въ 1-мъ случаѣ 17.200 кв. с., или около 7 дес., а во второмъ случаѣ 9.700 кв. с., или около 4 десятинъ. Въ случаѣ устройства непрерывныхъ фильтровъ, рабочая поверхность послѣднихъ будетъ не болѣе 2.500 кв. с., поэтому вся станція очистки потребуетъ площади не болѣе 2-хъ десятинъ. На обезвреживание осадка изъ осадочного бассейна, примѣняя способъ уничтоженія его въ почвѣ, потребуется еще площадь въ 10 десятинъ.

Изъ всего этого мы видимъ, что для біологической очистной станціи на 1 мил. ведеръ въ сутки требуется площадь отъ 12 до 17 десятинъ, смотря по комбинаціи очистительныхъ приспособленій. Для полей орошенія, на которыхъ сточная вода обезвреживается по способу перемежающейся фильтраціи, какъ выше исчислено, требуется площадь отъ 100 до 180 дес.; въ случаѣ же разведенія на поляхъ орошения полезной культуры требуется площадь отъ 650 до 1.300 дес. Изъ этого видно, что искусственный біологический способъ требуетъ сравнительно небольшую площадь земли и поэтому, съ точки зрѣнія народнаго хозяйства, занимаетъ первое мѣсто по сравненію съ полями орошенія.

Разсмотримъ теперь вкратцѣ преимущества и недостатки того и другого способа по отношенію къ удобству эксплоатациі. На поляхъ орошенія сооруженія для распределенія сточной воды и удаленія очищенной воды разбросаны на большой площади и поэтому требуется сложный техническій уходъ за ними, и чѣмъ больше площадь, тѣмъ сложнѣе, конечно, уходъ, такъ какъ остановка въ правильномъ дѣйствіи какого-либо коренного сооруженія можетъ вызвать изъятіе изъ эксплоатациі большой площади полей. Далѣе вызываетъ нѣкоторыя затрудненія образованіе корки въ оросительныхъ бороздахъ или на поверхности почвы, такъ какъ корка мѣшає проникновенію воды и воздуха въ почву. Для уничтоженія корки требуется по крайней мѣрѣ 2 раза въ годъ, весною и осенью, вспахать и сбранить поле, при чемъ оросительные борозды уничтожаются и должны быть проведены вновь. Кромѣ того, въ теченіе растительного периода года поля орошения покрываются сорной растительностью, которую необходимо удалять. Если поле не занято культурными растеніями, то сорные травы можно скосить и удалить, но при наличіи культурныхъ растеній представляется необходимымъ болѣе дорогой способъ—выпалываніе. Зимою же требуется очистка отъ снѣга распределительныхъ канавъ. Борьба съ вышеуказанными неудобствами требуетъ значительныхъ расходовъ, но особыхъ затрудненій не вызываетъ. Болѣе значительное неудобство, съ которымъ уже не такъ легко бороться, возникаетъ, когда почва замерзаетъ и сточная вода собирается на поверхности почвы въ видѣ льда. Въ этомъ случаѣ весенняя подготовка поля для орошенія затя-

гивается, и это можетъ вызвать запозданіе посѣвовъ культурныхъ растеній, если таковыя предполагаются, но во всякомъ случаѣ запаздываетъ подготовка достаточной площади поля для размѣщенія поступающей сточной воды, что можетъ привести къ необходимости избавляться отъ послѣдней менѣе легальнымъ способомъ: непосредственнымъ спускомъ въ рѣку, хотя и на время сравнительно непродолжительное.

Вышеуказанныхъ неудобствъ по эксплоатациії біологической спо-собъ представляетъ въ значительно меньшей мѣрѣ. Зима не вызываетъ серьезныхъ затрудненій въ правильномъ дѣйствіи сооруженій, и можетъ потребоваться развѣ только очистка снѣга въ разныхъ мѣстахъ станціи. Въ остальное время года представляется иногда необходимымъ выпалывать сорную растительность на поверхности фільтровъ, но это не трудно, такъ какъ растенія не пускаютъ глубокихъ корней, поэтому легко вытаскиваются съ корнями, главное же—количество ихъ небольшое, вслѣдствіе сравнительно небольшой площади фільтровъ. Поверхность фільтровъ, особенно во второй ступени, иногда покрывается грязью, которую также необходимо удалять одинъ или два раза въ годъ. Но все это не вызываетъ большихъ расходовъ. Самую дорогою статью въ эксплоатациії біологическихъ фільтровъ составляетъ промывка фільтрующаго материала, что требуется произвести черезъ извѣстные періоды, въ среднемъ 1 разъ въ 3 года. Въ этомъ отношеніи имѣютъ большое преимущество безпрерывно дѣйствующіе фільтры, такъ какъ для нихъ промывка фільтрующаго материала не требуется, а если и потребуется, то только черезъ значительное число лѣтъ. Уходъ за сооруженіями біологической станціи весьма простъ, вслѣдствіе большой устойчивости въ дѣйствіи и вслѣдствіе того, что всѣ сооруженія сосредоточены на небольшой площасти. По этой причинѣ управление очистительными приспособленіями также значительно упрощается и поэтому значительно расходовъ на администрацію не требуется.

Въ смыслѣ удобства эксплоатациії можно отдать предпочтеніе безпрерывнымъ фільтрамъ, такъ какъ они почти никакого ухода не требуютъ, однако, зимою они сильно охлаждаются, и поэтому сточная вода хотя и очищается, но сохраняетъ иногда способность загниванія. Въ этомъ отношеніи безпрерывные фільтры имѣютъ большое сходство съ фільтраціей воды черезъ песчаную почву въ зимнее время. Вообще можно указать, что условия примѣненія безпрерывныхъ фільтровъ для суроваго климата еще не выяснены, и поэтому примененіе ихъ встрѣчаетъ нѣкоторая сомнѣнія. Въ виду этого преимущество этихъ фільтровъ для сѣвера Россіи остается гадательнымъ, и предпочтеніе должно быть отдано періодически дѣйствующимъ фільтрамъ.

Переходя къ сравненію стоимости способовъ очистки сточныхъ водъ, долженъ прежде всего указать, что этотъ вопросъ не можетъ быть разрѣшенъ въ общемъ смыслѣ, и пригодные для всѣхъ случаевъ цифры не могутъ быть указаны. Стоимость устройства, а также и эксплоатациі настолько тѣсно связаны съ мѣстными условіями, что они должны быть установлены въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ. Поэтому въ ниже-слѣдующемъ можно указать только на нѣкоторыя общія данныя, вліяющія на стоимость, и потомъ показать примѣръ расчета. Выше уже было указано на стоимость эксплоатациі берлинскихъ полей орошенія, которая, за вычетомъ всѣхъ доходовъ, выразилась въ 7 коп. на 1 годовое ведро очищенной сточной воды. Имѣя въ виду, что въ Берлинѣ большое число насосныхъ станцій вызвано исключительно разбросанностью полей орошенія, необходимо еще прибавить расходъ на перекачку воды въ 2 коп. на 1 годовое ведро и 3,5 коп. на 1 годовое ведро на  $\frac{1}{100}$  и амортизацию по насоснымъ станціямъ, и тогда общая стоимость эксплоатациі загородныхъ сооруженій будетъ около 12 коп. на 1 годовое ведро. На покупку земли и приспособленіе подъ орошеніе истрачено до 30 мил. рублей, а на насосныя станціи и напорные трубы около 15 мил. рублей. На поля орошенія поступаетъ въ настоящее время около 20 мил. вед. сточной воды въ сутки, поэтому на 1 ведро стоимость полей орошенія можно исчислить въ 1 р. 50 к. и перекачку воды въ 75 к., а всего 2 р. 25 к.

Изъ отчетовъ Московской Городской Управы за 1906 годъ мы видимъ, что на приобрѣтеніе земли и устройство полей орошенія израсходовано 6.390.000 р., а на эксплоатацию, безъ уплаты  $\frac{1}{100}$ , — 253.000 р. Такъ какъ въ 1906 г., въ среднемъ въ сутки, было очищено воды 3.810.000 ведеръ, то расходъ на устройство 1 ведра составляетъ 1 руб. 68 коп., а расходъ по эксплоатациі 5,5 к. за 1 годовое ведро. Проценты на затраченный капиталъ составятъ около 10 к. на 1 годовое ведро, поэтому общій эксплоатационный расходъ полей орошенія опредѣлится около 15 к. на 1 годовое ведро.

Московская Городская Управа имѣть въ своемъ распоряженіи еще нѣкоторыя другія данныя для расчета стоимости устройства и эксплоатациі полей орошенія. Имѣя въ виду использовать вновь приобрѣтаемыя земли для способы перемежающейся фильтраціи, стоимость приобрѣтенія 1 дес. земли исчислимъ въ 3.000 р. и приспособленіе въ 4.500 р., всего 7.500 р.; стоимость эксплоатациі опредѣлена въ 370 руб. на 1 дес. полезной площади, или 280 руб. на 1 дес. общей площади, и проценты на затраченный капиталъ изъ 6% можно исчислить на 1 десятину въ 450 руб., всего 730 р. Выше было указано, что для очистки 1 мил. ведеръ по способу перемежающейся фильтраціи требуется приспособить или 100 дес. песчаной почвы, или 180 десятинъ суглинистой почвы. Такимъ образомъ, стои-

мость приспособленія, включая пріобрѣтеніе земли, будетъ: при песчаной почвѣ полей 750.000 руб., или 75 к. на 1 суточное ведро, и эксплоатациѣ 73.000 руб., или 7,3 к. на 1 годовое ведро; при суглинистой почвѣ расходъ на устройство будетъ 1.350.000 руб., или 1 р. 35 к. на 1 суточное ведро, а на эксплоатацию 127.400 руб., или 12,7 к. на 1 годовое ведро. Расходы на перекачку воды на поля орошенія сюда не включены.

Стоимость искусственного біологического способа находится также въ зависимости отъ мѣстныхъ условій. Прежде всего стоимость устройства зависитъ отъ того, возможно ли построить сооруженія открытыми. По этому поводу можно замѣтить, что закрытія бассейновъ и фильтровъ по климатическимъ условіямъ не требуется; желательно только въ суворомъ климатѣ покрыть на зиму досками осадочные бассейны или септикъ-танки, фильтры же никакого покрытия не требуютъ. Первостепенное вліяніе на стоимость устройства имѣеть цѣна на материалы, которыми фильтръ загружается. Расходы на эксплоатацию зависятъ главнымъ образомъ отъ прочности материала, которымъ фильтры загружены, а также отъ быстроты засоренія фильтра. Изъ московскихъ опытовъ выяснилось, что промывка и возобновленіе фильтра, получающаго по 2 наполненія въ день, потребуется не чаще 1 раза въ 3 года, и при промывкѣ требуется прибавить новаго материала до 15%, при чемъ стоимость промывки опредѣлилась до 15 р. на 1 куб. саж. фильтра.

Въ Москвѣ былъ составленъ проектъ на устройство біологической станціи для очистки 500.000 ведеръ въ сутки и теперь осуществленъ. Станція состоить изъ 3-хъ осадочныхъ бассейновъ и по 6 фильтровъ въ каждой изъ двухъ ступеней; наполненій предположено по 3 въ сутки. Стоимость устройства такой станціи была опредѣлена въ 330.000 р., или 66 к. на 1 суточное ведро; въ действительности же стоила нѣсколько меньше, а именно 300.000 р., или 60 к. на 1 суточное ведро; эксплоатациѣ же, имѣя въ виду, что промывка материала потребуется каждые 2 года, исчислена въ 42.000 р., или 8,4 к. на 1 годовое ведро, а если сюда прибавить 6% на затраченный капиталъ, или 19.800 р., то общая стоимость эксплоатации будетъ около 62.000 р., или 12 к. на 1 годовое ведро. Стоимость такой же станціи изъ осадочныхъ бассейновъ и двухъ ступеней фильтровъ, но при двухъ наполненіяхъ въ день, для очистки 1 мил. ведеръ въ сутки, можно по соображенію съ этимъ исчислить въ 900.000 р., а такъ какъ для станціи нужно 14 дес. земли, стоимостью 42.000 р., то общий расходъ будетъ 942.000 руб., или 94 к. на 1 ведро. Эксплоатациѣ будетъ стоить 50.000 р. въ годъ, а 6% на затраченный капиталъ—56.500 р., поэтому общий расходъ на эксплоатацию будетъ 106.500 руб., или 10,6 к. на 1 годовое ведро. Изъ этого видно, что фильтры, расчи-

танные на 2 наполненія въ день, въ общемъ выходить выгоднѣе, несмотря на то, что стоимость устройства ихъ больше.

Непрерывно дѣйствующіе біологические фильтры стоять значительно дешевле періодическихъ. Для примѣра сдѣляемъ расчетъ на очень хорошо оборудованную станцію, состоящую: изъ осадочныхъ бассейновъ, изъ безпрерывныхъ фильтровъ съ распределителями Фиддiana и изъ песчаныхъ фильтровъ. Стоимость устройства осадочныхъ бассейновъ, вмѣстѣ съ приспособленіями для удаленія осадка, можно опредѣлить въ 36.000 руб., фильтровъ съ распределителями Фиддiana въ 326.000 руб., песчаныхъ фильтровъ въ 228.000 руб. и расходъ на приобрѣтеніе 12 дес. земли въ 36.000 руб.; весь единовременный расходъ на такую станцію для очистки 1 мил. ведеръ въ сутки поэтому будетъ 626.000 р., или около 63 к. на 1 ведро. Эксплоатациа этой станціи будетъ стоить 25.000 р., и такъ какъ 6% на строительный капиталъ составляютъ 37.560 руб., то общий расходъ на эксплоатацию опредѣляется въ суммѣ 62.560 руб., или 6,3 к. на 1 годовое ведро.

Изъ этихъ примѣровъ мы видимъ, что ежегодный расходъ на поля орошенія, используемыя по способу перемежающейся фильтраціи, опредѣляется отъ 8 до 15 к. на 1 годовое ведро, въ зависимости отъ почвы; біологический способъ періодического дѣйствія требуетъ расхода больше 10 к., а непрерывнаго дѣйствія не менѣе 6 к. на 1 годовое ведро.

Въ этихъ расчетахъ не взята стоимость передачи сточной воды изъ города на очистительная приспособленія. Если имѣть въ виду, что біологическая станція можетъ быть построена недалеко отъ города и что вообще городъ меньше стѣсненъ въ выборѣ мѣстности, чѣмъ при поляхъ орошенія, то не трудно сдѣлать выводъ, что могутъ быть случаи, когда біологическая очистка окажется самымъ дешевымъ способомъ очистки. При одинаковыхъ же экономическихъ условіяхъ предпочтеніе остается на сторонѣ полей орошенія, такъ какъ достигаемые на послѣднихъ результаты очистки, съ санитарной точки зренія, несомнѣнно выше, чѣмъ достигаемые на искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ.

Въ заключеніе укажемъ иѣсколько выводовъ Англійской Королевской комиссіи по удаленію сточныхъ водъ, относящіеся къ разматриваемому вопросу (Лондонъ, 1908):

„Очистку сточныхъ водъ городовъ желательно произвести или чрезъ почву, или искусственными фильтрами, при чемъ существенной разница между обоими способами нѣть. Выборъ одного изъ этихъ способовъ городомъ, желающимъ очищать свои сточные воды, связанъ съ вопросомъ, во-первыхъ, какая степень очистки желательна, имѣя въ виду особья условія города и рѣки, въ которую вода спускается,

во-вторыхъ, какимъ образомъ можно, въ данномъ случаѣ, достигнуть желаемой степени очистки болѣе экономическимъ способомъ“.

„Желательно удалить изъ сточной воды, предварительною очисткою, возможно больше тяжелыхъ и взвѣшенныхъ веществъ, прежде чѣмъ ее очищать на почвѣ или на фильтрахъ“.

„Въ качественномъ отношеніи нельзя усмотрѣть существенаго преимущества воды, очищенной на почвѣ, или воды, очищенной на фильтрахъ. Вода изъ почвы, особенно изъ хорошо пригодной для очистки сточныхъ водъ, содержитъ только незначительное количество непокисленаго органическаго вещества и стоитъ поэтому по качеству выше, чѣмъ вода изъ искусственныхъ фильтровъ, при настоящей ихъ конструкціи и употреблениі. Но вода изъ почвы, малопригодной для очистки сточныхъ водъ, бываетъ иногда недостаточно очищена“.

„Выборъ способа очистки сточныхъ водъ находится прежде всего въ зависимости отъ мѣстныхъ условій. Если возможно пріобрѣсти по 100 L за acre (2.500 р. за 1 десят.) достаточное количество подходящей земли, на которую сточная вода можетъ быть направлена самотокомъ, то обыкновенно очистка почвою будетъ самымъ дешевымъ способомъ. Въ случаѣ, когда можно имѣть только глинистую почву, дешевле и цѣлесообразнѣе будетъ примѣнить искусственные фильтры“.

Фильтры, контактные въ одной ступени, дадутъ достаточно очищенную воду только въ случаяхъ, когда сточная вода не очень загрязнена и когда производится очень тщательная предварительная очистка. Для очистки болѣе грязныхъ водъ, если желательно получить хорошую очистку, требуется двойная фильтрація. При очень грязныхъ сточныхъ водахъ необходима тройная фильтрація, за исключениемъ случаевъ, когда предварительная очистка очень тщательна.

Почти во всѣхъ случаяхъ можно на единицѣ объема безпрерывно действующихъ фильтровъ очищать больше воды, чѣмъ при контактныхъ фильтрахъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ даже въ два раза или около двухъ разъ больше.

Въ случаяхъ, когда сточная вода содержитъ много взвѣшенныхъ веществъ, можно совѣтовать строить фильтры изъ крупнозернистаго материала. Если же предварительною очисткою удалена большая часть взвѣшенныхъ веществъ, рекомендуется употребить мелкій материалъ.

#### Тезисы:

- 1) Систематическая канализація населенныхъ центровъ является болѣшимъ санитарнымъ пріобрѣтеніемъ этихъ центровъ. Успѣшность возможно далекаго проведения этого принципа въ жизни находится въ зависимости отъ требованія очищать сточныя воды, и поэтому такое требованіе и установление степени очистки должно быть тщательно обосновано совокупностью всѣхъ мѣстныхъ условій и главнымъ образомъ состояніемъ водоема, въ который сточныя воды спускаются.

2) Очистка сточныхъ водъ полями орошенія, съ культурою растеній, является въ настоящее время, съ санитарной точки зрѣнія, самымъ совершеннымъ способомъ очистки сточной воды, и, гдѣ мѣстная условія дозволяютъ, этотъ способъ долженъ быть примѣняемъ. Но такъ какъ для этого требуются сравнительно большія площади земли, то этотъ способъ можетъ быть примѣнимъ для небольшихъ городовъ или вообще для маленькихъ установокъ.

3) Способъ перемежающейся фільтраціи черезъ естественную почву требуетъ значительно меньше земли, чѣмъ предыдущій способъ, и поэтому съ точки зрѣнія народнаго хозяйства ему должно быть отдано преимущество, особенно для большихъ городовъ. Результаты очистки сточной воды этимъ способомъ, при достаточной площади земли и подходящей почвѣ, могутъ быть признаны съ санитарной точки зрѣнія вполнѣ удовлетворительными.

4) Искусственные біологические способы примѣнимы, когда климатическія условія вызываютъ большія затрудненія примѣненію предыдущихъ способовъ, когда нѣтъ вблизи города достаточной площади подходящей земли или вообще когда экономической разсчетъ, при обсужденіи совокупности мѣстныхъ условій, будетъ на сторонѣ этихъ способовъ. Примѣненіе искусственныхъ біологическихъ способовъ дѣлаетъ возможнымъ болѣе удобно производить дезинфекцію сточной воды во время эпидемій, если при проектированіи сооруженій имѣть это обстоятельство въ виду. Въ санитарномъ отношеніи искусственные біологические способы, при соблюденіи этихъ условій, вполнѣ примѣнимы. Эти способы даютъ также возможность доводить очистку сточныхъ водъ до желательной степени, въ зависимости отъ предъявляемыхъ условій.

5) Экономическое преимущество какого-либо изъ указанныхъ способовъ нельзя усмотрѣть для всѣхъ случаевъ. Въ каждомъ отдельномъ случаѣ, принимая во вниманіе всѣ мѣстные условія, должно быть установлено сравнительными подсчетами, какой изъ способовъ требуетъ меньше затратъ на устройство и эксплоатацию, если вообще экономической вопросъ для даннаго случая можетъ имѣть значеніе, и не требуется руководствоваться исключительно санитарными требованиями.

---

По предложенію предсѣдателя Съѣзда постановлено:

Передать предложенные докладчикомъ тезисы на разсмотрѣніе Комиссіи.

Членомъ Съѣзда Г. Д. Журули было высказано пожеланіе, чтобы при разсмотрѣніи тезисовъ въ Комиссіи было обращено вниманіе на вопросъ о выпускѣ нечистотныхъ водъ въ море.

Затѣмъ предсѣдателемъ были прочтены полученные въ этотъ день

телеграммы съ привѣтствіями Съѣзду: отъ статсъ-секретаря Коковцева, отъ Императорскаго Техническаго общества и отъ профессора Н. А. Бѣлелюбскаго. Постѣднѣе засѣданіе было закрыто.

### Вечернее засѣданіе.

Засѣданіе открылось въ 7 час. 30 мин. вечера подъ предсѣдательствомъ товарища предсѣдателя Т. М. Турчиновича. Первымъ было выслушано сообщеніе И. Д. Лисиціана: „Канализація города Тифліса“.

### Сообщеніе И. Д. Лисиціана.

#### Канализація города Тифліса.

Городъ Тифлісъ расположень по обоимъ берегамъ рѣки Куры, въ узкой долинѣ, перерѣзанной большими и малыми оврагами\*). Съ возрастаніемъ числа жителей, конечно, увеличивалась площадь заселенной части. Для образованія послѣдней засыпались овраги, но нѣкоторые изъ нихъ, до засыпки, для отвода ливневыхъ водъ, были закрыты сводами. Такимъ образомъ получились первоначально ливне-отводы Дабаханскаго ущелья, Петхайнскій, Сололакскій и т. д. Они служили исключительно для отвода атмосферныхъ водъ, и спускъ домовыхъ нечистотъ по нимъ не разрѣшался, а для послѣднихъ устраивались (да и теперь еще устраиваются, гдѣ нѣть канализацій) выгребныя необлицованныя ямы, во многихъ мѣстахъ доведенные до грунтовыхъ водъ или до скалы. Такія ямы, недопустимыя по обязательнымъ постановленіямъ города, должны считаться большимъ зломъ, такъ какъ этимъ загрязняется почва (при строгости примѣненія этого постановленія, конечно, городская канализаціонная сѣть значительно разрослась бы).

Пока въ городѣ не было водопровода, примитивный отводъ домовыхъ нечистотъ не беспокоилъ обывателей, но съ устройствомъ первого водопровода (на правомъ берегу Куры), для снабженія водой казенныхъ зданій, а въ 70-хъ годахъ и частныхъ домовъ этого района, жители были поставлены въ затруднительное положеніе, такъ какъ очистка выгребныхъ ямъ уже требовала не малыхъ расходовъ. Тогда и выдвинулся вопросъ объ искусственномъ удаленіи нечистотъ посредствомъ трубъ, но такъ какъ для этого требовались большия средства, то администрациєю было разрѣшено воспользоваться ливнеотводами какъ приемниками домовыхъ нечистотъ, какъ непосредственно, такъ и путемъ введенія въ нихъ другихъ уличныхъ вѣтокъ. Этимъ какъ бы легализированъ былъ спускъ всѣхъ грязныхъ водъ въ Куру, въ чертѣ

\* ) Само название города произошло отъ „Типи Лиси“, что означаетъ горячій источникъ. Обилие сѣрныхъ водъ, находящихся на правомъ склонѣ горы у Дабаханки, служило большой приманкой для заселенія.

города, и было положено основание для дальнейшаго развитія канализаціи, путемъ устройства въ широкихъ размѣрахъ канализационныхъ трубъ и новыхъ коллекторовъ въ Курѣ. Такимъ образомъ, построилась существующая канализационная сѣть, которую нужно отнести къ общеславной системѣ, отводящая не только домовыя, но и атмосферные воды.

Канализационная сѣть города Тифлиса состоитъ изъ почти 60-ти отдельныхъ коллекторовъ, спускающихся въ Курѣ. Каждый коллекторъ въ отдельности захватываетъ трубы съ прилегающихъ улицъ.

На устройство первого ливнеотвода правительствомъ была выдана субсидія, на условіяхъ погашенія въ известный срокъ. Канализационные трубы для казенныхъ зданій строились на средства казны, уличные же вѣти и отдельные новые коллекторы строились самими домовладѣльцами на свой счетъ, но безъ общаго проекта канализаціи.

Постройка трубъ ведется такимъ образомъ: оцѣнивается вся стоимость строящейся трубы и раскладывается пропорционально длинѣ фасадовъ домовъ, лежащихъ по линіи коллектора. Конечно, такой способъ раскладки не можетъ считаться справедливымъ, такъ какъ на долю владѣльцевъ домовъ, лежащихъ ближе къ Курѣ, и строящихъ трубы большихъ размѣровъ, выпадаетъ большая плата, чѣмъ на владѣльцевъ домовъ вышележащихъ, которымъ приходится прокладывать трубы меньшихъ диаметровъ. Но разъ постройка трубъ была не обязательна и велась частями, иного способа примѣнить нельзя.

Однако, несмотря на эту неравномѣрность самообложенія, домовладѣльцы, признавая важность отвода нечистотъ канализацией, не останавливаются передъ дальнѣйшими расходами, и канализационная сѣть быстро расширяется. Особенно этому способствуетъ распространение водопроводной сѣти по всѣмъ районамъ города.

На самомъ дѣлѣ, мы видимъ, что до 1888 года, когда только началъ функционировать водопроводъ, канализационная сѣть была длиною около 6 верстъ, въ 1896 г. она достигла 20 верстъ, а въ настоящее время длина сѣти разрослась до 80 верстъ, при общей длине всѣхъ городскихъ улицъ въ 260 верстъ, не считая улицъ новаго района, какъ-то Ваке и Бебутовскаго поселенія, еще не затронутыхъ канализацией.

Наиболѣе канализированными районами нужно считать: Сололаки, склонъ горы св. Давида, часть Веры до Удѣльныхъ подваловъ, часть Авлабара, прилегающую къ Кахетинской площ., Пески, Чугуреты и Куки—до линіи желѣзной дороги.

При всей площади заселенной части города въ 1.500 гекторовъ, настоящая канализація обслуживаетъ около 600 гекторовъ, т.-е. болѣе третьей части. Но на этомъ, конечно, не слѣдуетъ останавливаться, городу необходимо всѣми силами стараться увеличивать сѣть и захва-

тывать новые районы. И действительно, городъ, съ 1900 года, сталъ приходить на помощь домовладѣльцамъ, внося въ смѣту каждого года, въ видѣ оборотнаго и возвратнаго капитала, смотря по состоянію общаго бюджета, отъ 5 до 10 тысячъ. Деньги эти расходовались на прокладку трубъ первой важности, съ тѣмъ однако, чтобы домовладѣльцы возвращали ихъ обратно по частямъ.

Общая стоимость канализационной сѣти достигаетъ до 750 тысячъ руб., изъ коихъ на долю большихъ ливнеотводовъ, какъ Сололакскій, Инженерный, Барятинскій, Дабахаинскій, Петхайнскій, приходится около 180 тысячъ руб., а остальные 570 тысячъ руб. израсходованы на второстепенные вѣтки.

Первоначально коллекторы строились изъ грузинского кирпича ( $\frac{3}{4} \times 4 \times 4$  вершк.) на известковомъ растворѣ, такъ какъ цементъ былъ мало извѣстенъ и стоилъ дорого.

Большіе коллекторы-ливнеотводы имѣютъ лотковое сѣченіе (съ полуциркульными сводами). Такъ построены трубы—Сололакская, Дабаханская, Петхайнская, Инженерная, Водовозная. Старыя канализационныя уличныя вѣтки строились изъ того же материала, но круглаго сѣченія. Такимъ же образомъ и такого же сѣченія устраивались и домовыя вѣтки, діаметромъ не менѣе 1 аршина, для болѣе удобной очистки, къ которой приходилось прибѣгать вслѣдствіе недостатка въ водѣ.

Съ 1885 г. сѣченіе трубъ было измѣнено на яйцеобразное, и съ этого же времени онѣ строились изъ кирпича на цементѣ. Болѣе правильная постановка дѣла постройки трубъ была съ 1890 года, когда онѣ преимущественно начали дѣлаться изъ прессованнаго бетона.

Максимальная глубина уложенныхъ трубъ не превышаетъ 10 арш., въ рѣдкихъ случаяхъ она доходитъ до водоноснаго слоя.

При тѣхъ большихъ уклонахъ, которые, въ силу топографическихъ условій, приходится давать уличнымъ стокамъ, желательно было бы строить трубы со штейгутовыми днами, но это вызываетъ значительное удорожаніе работъ, что при существующемъ способѣ работы допустить нѣть возможности.

Для приема ливневыхъ водъ съ нагорныхъ мѣстъ, старые ливнеотводы доведены до нагорныхъ улицъ и отсюда начинаются въ видѣ открытыхъ трубъ. Другого способа для приема громадныхъ потоковъ водъ, идущихъ съ большой скоростью, нельзя примѣнить. Насколько велика масса воды, попадающая въ ливнеотводъ, видно, напримѣрь, изъ того, что въ Сололакскую трубу стекаютъ воды съ районовъ до 1.500 десятинъ, въ количествѣ до 400 куб. метровъ въ секунду. Бывали случаи, когда потоками у начала Сололакской горы уносились дилижансы, запряженные 6-ю лошадьми, и черезъ крытыя каналы выбрасывались въ Курь.

Уличные дождевые воды принимаются на улицахъ сливными решетками, соединенными сифонами съ канализационными трубами. Осмотръ уличныхъ трубъ производится черезъ смотровые колодцы, установленные надъ ними. Колодцы покрыты чугунными крышками и отстоять другъ отъ друга на разстояніи 25—30 саж.

Вентиляція уличныхъ трубъ происходит черезъ открытые ливнеспуски въ нагорныхъ частяхъ города, что, конечно, нужно отнести къ дефекту тифлисской канализациі. Главнымъ же образомъ сѣть вентилируется черезъ домовыя водосточныя трубы, которая, по обязательнымъ постановленіямъ, должны строиться безъ затворовъ и быть выведены выше крыши домовъ.

За пользованіе канализационной сѣтью домовладѣльцы не обложены никакими налогами. На обязанности ихъ лежитъ только постройка трубы, самыи же надзоръ и ремонтъ въ дальнѣйшемъ городъ беретъ на себя и производить изъ своихъ средствъ. Для надзора за канализационной сѣтью имѣется специальный штатъ рабочихъ. Въ общемъ на содержаніе всей канализационной сѣти расходуется въ годъ (на ремонтъ и улучшеніе сѣти) до 10 тысячъ рублей, что на погонную версту трубы составитъ около 125 рублей.

Домовая канализациія устраивается внутри зданій изъ чугунныхъ трубъ, диаметромъ отъ 4 до 6 дюймовъ. Вѣтки же, уложенные во дворахъ и соединяющіяся съ уличными трубами, устраиваются главнымъ образомъ изъ бетона, диаметромъ отъ 4 до 6 вершковъ. Для сбора дождевыхъ водъ, во дворахъ устанавливаются цементные сифоны съ чугунными решетками. Домовыя вѣтки устраиваются съ уклонами въ 1: 25 и 1: 50.

Нужно сожалѣть, что у насъ не ведется правильная регистрація болѣзней и смертности, чтобы имѣть картину той пользы, которую принесло увеличеніе канализационной сѣти. Нельзя отрицать все-таки, что быстрое удаленіе домовыхъ водъ канализационными трубами слѣдуетъ считать большимъ благомъ для населенія. Благодаря увеличенію канализационной сѣти, не замѣчаются инфекціонныя заболѣванія, а если и имѣются случаи, то они не принимаютъ характера эпидемическаго. Но на ряду съ той громадной пользой, которую приносить существующая канализациія, нельзя отрицать, что имѣются крупные дефекты, на которые городъ долженъ быть бы обратить особое вниманіе. Однимъ изъ крупнѣйшихъ недостатковъ ея нужно считать малое разжиженіе нечистотъ, благодаря малому количеству водопроводной воды.

Городъ въ среднемъ подаетъ въ сутки до 700 тыс. ведеръ воды, или на каждого жителя 700:240 = 3 ведра, что должно считать крайне скучнымъ. При климатическихъ условіяхъ Тифлиса снабженіе водою должно быть въ количествѣ не менѣе  $2\frac{1}{2}$  миллионовъ ведеръ въ сутки

(100—125 літр. на чоловіка), що також має сматати достаточнимъ развѣ только для удовлетворенія самыхъ настоятельныхъ потребностей, а такове должно стремиться разсчитать на снабженіе лѣтомъ до  $3\frac{1}{2}$  миллионовъ ведеръ, чтобы можно было считать водоснабженіе сколько-нибудь обильнымъ и достаточнымъ для разжиженія нечистотъ и быстрого сплавленія ихъ по канализаціоннымъ трубамъ. Норма въ 125 літровъ взята скорѣе какъ минимальная, чѣмъ максимальная средняя суточного расхода воды на чоловіка, какъ это принято въ европейскихъ городахъ и столицахъ Россіи.

Если сплавнаа система даетъ возможность быстрого удаленія нечистотъ, то при недостаткѣ воды можетъ получится совершенно обратное явленіе, что и замѣчается въ существующей канализації—нечистоты во многихъ трубахъ застаиваются и загниваютъ; и только благодаря ливнямъ производится капитальная промывка сѣти. Вопросъ объ увеличеніи водоснабженія, какъ для житейского обихода населенія, такъ и для санитарныхъ цѣлей города, долженъ стоять на первой очереди. Только изобиліе воды можетъ дать чистоту, улучшить санитарное состояніе города и умѣрить климатъ Тифліса.

Къ дефекту канализації нужно отнести еще и то, что стоки спущены въ предѣлахъ города отдельными коллекторами. Такой способъ можетъ быть можно считать терпимымъ, такъ какъ, благодаря сильному теченію рѣки Куры, осажденіе неорганическихъ и вмѣстѣ съ тѣмъ органическихъ веществъ идетъ медленно, и вслѣдствіе механическаго дѣйствія текущей воды происходитъ измѣненіе этихъ веществъ.

Но такое положеніе можетъ быть при половодіяхъ, когда нечистоты непосредственно попадаютъ въ воду, при низкихъ же водахъ весьма трудно обеспечить спускъ нечистотъ прямо въ воды Куры, благодаря тому, что Кура, въ чертѣ города, протекаетъ по широкому руслу, гдѣ острова и отмели раздѣляютъ теченіе на многіе рукава, а рѣка постоянно переходитъ отъ одного берега къ другому и непостоянна. Есть мѣста, какъ, напримѣръ, около Михайловскаго моста, гдѣ въ рукавѣ Куры спущены 3 крупныхъ коллектора, лѣтомъ же рукавъ высыхаетъ, и приходится разными искусственными мѣрами обеспечивать хоть малый притокъ воды изъ главнаго русла. Во многихъ мѣстахъ, несмотря на это (прорытіе канавъ для воды отъ устьевъ канализаціонныхъ трубъ къ теченію Куры), отмели заболачиваются, органическія вещества въ нихъ разлагаются и выдѣляются, въ особенности въ жаркую пору, газы, весьма вредные для здоровья.

Вмѣстѣ съ возникновеніемъ вопроса о постройкѣ большого водопровода и вопросъ о рациональномъ удаленіи домашнихъ сточныхъ водъ сталъ озабочивать городское самоуправленіе. Для этой цѣли, въ 1895 г., былъ приглашенъ инженеръ Линдлей, который и составилъ общій проектъ канализаціи города. Въ своемъ проектѣ онъ предлагал-

еть, какъ самую цѣлесообразную, примѣнить общеславную систему, т.-е. собрать всѣ грязныя и дождевыя воды и по канализационнымъ трубамъ, проложеннымъ по параллельнымъ съ рѣкой Куорой улицамъ, вывести за городъ. Коллекторы имъ предполагаются такихъ съченій, чтобы вмѣщали въ себѣ не только нечистоты изъ домовъ, но и дождевыя воды съ заселенныхъ районовъ города. Дождевыя же воды нагорныхъ незаселенныхъ районовъ, которые имѣютъ уклоны къ Тифлису, собираются особыми водостоками и, не попадая въ канализационную сѣть, отводятся прямо въ Куру. Въ случаяхъ же наполненія уличныхъ коллекторовъ во время большихъ ливней, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ они пересѣкаются ливнеотводными каналами, проектируются специальные клапаны, открывающіеся автоматически.

Воды, идущія съ лѣваго берега Куры, собираются 7-ю сборными коллекторами въ одинъ главный коллекторъ у Метехскаго замка (у Авлабарскаго моста), который здѣсь, черезъ пробитый въ скалѣ на протяженіи 40 саж. тоннель, переводится сифономъ на правый берегъ, гдѣ соединяется съ главными выводными коллекторами на Воронцовскую ул. Дальше онъ направляется къ главнымъ выводнымъ коллекторамъ, заложеннымъ на глубину до 5 саж. и идущимъ по Воронцовскому и Эриванскому шоссе на протяженіи 500 саж. ниже Мнацакановскаго моста; оставивъ означенное шоссе, поворачиваетъ на водостокъ и идетъ по берегу рукава Куры до мѣста, гдѣ этотъ рукавъ снова сливается съ главнымъ теченіемъ, ниже Ортачальскаго острова, а оттуда, пересѣкая рѣку Куру сифономъ, коллекторъ принимаетъ дальнѣйшее направленіе вдоль Навтлуга, черезъ св. Варвару. Этимъ способомъ Линдлей упрощаетъ канализацію Авлабара и Навтлуга, такъ какъ воды этихъ районовъ впускаются у Навтлуга прямо въ главный выводной коллекторъ. Всѣ воды города предполагается спустить главными коллекторами на лѣвый берегъ Куры, на 800 саж. ниже существующей бойни.

Инженеръ Линдлей предлагаетъ спускать всѣ сточныя воды прямо въ рѣку, но прибавляетъ, что въ случаѣ, если окажется прямой спускъ неудачнымъ, то вся система должна быть устроена такъ, чтобы можно было бы установить соотвѣтственную очистку сточныхъ водъ передъ выпускомъ ихъ въ рѣку.

Такъ какъ въ городѣ имѣются участки, затопляемые въ періоды высокихъ водъ, то Линдлей раздѣляетъ канализационную сѣть на нижнюю и верхнюю системы. Во время затопленія нижнихъ районовъ, нижняя сѣть изолируется и верхняя система дѣйствуетъ отдельно; при чёмъ выходъ водъ въ Куру производится посредствомъ отдельныхъ предохранительныхъ выпусковъ. Такимъ образомъ, въ періодъ очень высокихъ водъ, воды изъ городскихъ трубъ спускаются въ предѣлахъ города непосредственно въ Куру.

Стоимость канализационныхъ работъ въ смѣтѣ подраздѣлена на три серіи: I—2.650.000 р., II—1.950.000 р., III—600.000 р.—главный выводной коллекторъ ниже новыхъ боенъ. Такимъ образомъ, исполненіе всего проекта обойдется городу 5.200.000 р. Изъ осмотра существующей канализационной сѣти Линдлей дѣлаетъ заключеніе, что ею воспользоваться не придется вовсе.

Исходя изъ проекта, составленного Линдлеемъ, самымъ главнымъ для города вопросомъ является: правильно ли предложеніе Линдлея устроить канализацію по общеславной системѣ или же было бы рациональнѣе примѣнить раздѣльную. На мой взглядъ, если городъ забросить существующую канализацію, то для Тифлиса именно только и можно рекомендовать раздѣльную систему, конечно, при условіи расширенія городского водопровода. Разматривая городъ Тифлисъ, мы видимъ, что заселенные и могущіе быть заселенными въ будущемъ районы расположены по обѣимъ сторонамъ рѣки Куры, и границы каждой стороны удалены отъ рѣки не болѣе какъ на  $1-1\frac{1}{4}$  версты. Всѣ дождевые воды естественнымъ своимъ теченіемъ имѣютъ почти перпендикулярное направленіе къ своему коллектору—къ рѣкѣ Курѣ, следовательно, для отвода ливневыхъ водъ, необходимо только воспользоваться тѣми каналами-ливнеотводами, частью оврагами, которые уже имѣются, и для очень небольшихъ заселенныхъ районовъ построить новые, во всякомъ случаѣ не такие длинные, и уложить не такъ глубоко, какъ это необходимо при общей сплавной системѣ, гдѣ воды выводятся многочисленными параллельными коллекторами за 10 верстъ виѣ черты города.

Если принять въ разсчетъ отношеніе количества грязныхъ водъ къ количеству водъ во время ливней, подлежащихъ отводу черезъ канализаціонныя трубы, какъ это принято въ проектѣ, для первого на гектаръ 0,5 литра въ секунду, для второго 200 литровъ, то мы легко можемъ сдѣлать заключеніе, какую можетъ составить разницу устройство одной или другой системы. Въ проектѣ сказано, что общая длина канализаціонной сѣти, безъ предохранительныхъ дождевыхъ выпусковъ и горныхъ стоковъ, составить 55.146 саж., стоимость ихъ исчисляется въ 3.960.000 руб., или 72 руб. за саж. Такая стоимость получается именно благодаря большой глубинѣ заложенія и большимъ размѣрамъ трубъ. При раздѣльной системѣ, во всякомъ случаѣ, экономія должна быть не менѣе, какъ процентовъ на 50.

Но въ настоящее время рѣшеніе вопроса о способахъ удаленія городомъ грязныхъ водъ мѣняется. Въ 1895 г., когда инженеръ Линдлей составилъ вышеописанный проектъ, длина канализаціонной сѣти достигала едва 20 верстъ; въ настоящее же время она доходитъ до 80 верстъ, и уже говорить, что мы выбрасываемъ всю существующую сѣть и начинаемъ строить новую—не приходится. Существующая

сѣть обошлась обывателямъ до 750 тыс. руб., и при настоящемъ положеніи финансоваѣ выбрасываніе такой солидной суммы врядъ ли можно назвать цѣлесообразнымъ.

Такъ или иначе, хотя инженеръ Линдлей и не призналъ старую сѣТЬ, но мнѣ кажется ею можно воспользоваться, постепенно улучшая ее. Какъ достичь этого, это вопросъ, который долженъ разрѣшить городъ, принимая въ соображеніе существующую канализацію, а въ особенности загрязненіе р. Куры въ предѣлахъ города.

На мой взглядъ вопросъ возможно решить такимъ образомъ. Въ послѣднее время городомъ составленъ проектъ регулированія береговъ рѣки Куры, съ обозначеніемъ полосы бичевника по обоимъ берегамъ. Нѣкоторые прибрежные домовладѣльцы уже устроили набережныя стѣны по проектированному направленію, и если устройство таковыхъ будетъ продолжаться, а къ тому же и городъ придетъ на помощь домовладѣльцамъ, тогда образуется набережная вдоль р. Куры, и по этой набережной, по крайней мѣрѣ до Авлабарскихъ мостовъ, можно было бы проложить магистральную канализаціонную трубы, которая, проходя по обоимъ берегамъ, захватывали бы всѣ иныѣ существующіе спуски въ Курѣ. Дальнѣйшее направленіе коллектора отъ Авлабарского моста можно было бы вести или по новой набережной улицѣ до Мнацакановскаго моста, или же по Воронцовской улицѣ, по проекту Линдлея со спускомъ выходного коллектора ниже боенъ. Для отвода ливневыхъ водъ будутъ служить существующіе каналы. Этотъ способъ поможетъ городу устроить набережныя улицы, которые будутъ украшениемъ Тифлиса и самыми лучшими мѣстами для прогулокъ публики въ лѣтнее время.

По моему подсчету, такой способъ отвода грязныхъ водъ, съ устройствомъ набережной стѣны съ двухъ сторонъ Куры, до Авлабарского моста, можетъ обойтись 2 миллиона рублей. Часть этихъ расходовъ городъ долженъ взять на себя и погашать увеличеннымъ оцѣночнымъ сборомъ съ прибрежныхъ домовъ, а другая часть можетъ быть погашена домовладѣльцами канализаціоннымъ налогомъ, какъ это введено во многихъ городахъ Россіи.

Конечно, желательно было бы примѣнить біологическую очистку канализаціонныхъ водъ прежде впуска ихъ въ Курѣ, но если принять во вниманіе то обстоятельство, что количество воды, которое даетъ рѣка Кура при самомъ низкомъ горизонте ея въ одну секунду, болѣе 7 куб. саж., а при обыкновенномъ—10 куб. саж., при высокой же водѣ до 240 куб. саж., то нужно заключить, что отношеніе количествъ сточныхъ водъ и водъ Куры, даже при самомъ низкомъ горизонте, получается какъ 1 : 500, что обеспечиваетъ полное разжиженіе сточныхъ водъ. Большой уклонъ рѣки — 1 : 500, каменистое и скалистое ложе и малая заселенность береговъ ея ниже Тифлиса по-

зволяют спустить сточные воды прямо въ Куру, и на многіе годы это будетъ безопасно. Во всякомъ случаѣ, даже той степени разжиженія, которая прината какъ максимальная американскими городами—1 : 100, не говоря уже о нормѣ, принятой англійской правительственной комиссией—1 : 40, не скоро будетъ достигнуто.

Заканчивая обзоръ существующей канализаціонной сѣти и способа ея улучшенія, слѣдуетъ сказать еще объ удаленіи твердаго мусора изъ домовъ и съ улицъ. Въ настоящее время мусоръ сваливается на берегъ Куры въ отведенныхъ городомъ мѣстахъ. Такой способъ разсчитанъ на быстроту теченія Куры, которая и уносить съ собой сброшенный мусоръ и навозъ, а во время половодья очистка береговъ происходитъ еще активнѣе. Городъ, считая такой способъ нерациональнымъ, занятъ вопросомъ объ устройствѣ мусоро-сжигательныхъ печей.

Послѣ вопросовъ, предложенныхыхъ докладчику нѣкоторыми изъ присутствующихъ членовъ, Съѣздъ благодаритъ докладчика за сдѣланное сообщеніе и переходитъ къ слѣдующему очередному докладу.

### Докладъ инженера П. Ф. Горбачева.

#### О способахъ осуществленія канализаціи въ русскихъ городахъ.

Вездѣ въ Россіи уже сознается необходимость устройства канализацій въ городахъ, но осуществленіе ихъ идетъ не такъ быстро, какъ можно ожидать,—настолько, что въ правительственныхъ сферахъ возникаетъ мысль о принудительномъ оздоровленіи городовъ. Это замедленіе, очевидно, имѣтъ свои причины, выясненіе которыхъ составляетъ цѣль настоящаго доклада.

Съ технической стороны канализація русскихъ городовъ, за рѣдкими исключеніями, врядъ ли встрѣчаетъ серьезныя препятствія. Необходимые уклоны, въ большинствѣ случаевъ, имѣются по топографическому положенію города, а, въ крайнемъ случаѣ, недостатокъ естественныхъ уклоновъ можно восполнить перекачкой, воспользовавшись для этого, какъ энергіей: паромъ, электричествомъ, сжатымъ воздухомъ, или водою подъ давленіемъ. Естественные препятствія (овраги, рѣки, холмы) можно преодолѣть устройствомъ акведуковъ, дюкеровъ или тоннелей. Въ отношеніи выпуска сточныхъ водъ, въ случаѣ отсутствія достаточно мощнаго воднаго протока, можно примѣнить соответствующіе даннымъ условіямъ различные способы очищенія сточныхъ водъ.

Съ хозяйственной точки зрењія, размѣръ канализаціонныхъ сооруженій можно всегда согласовать со степенью потребности въ нихъ въ данный моментъ, въ особенности примѣнія раздѣльную систему

канализациі, которая, имѣя одинаковое съ гигиенической точки зрењія значение со сплавной канализацией, имѣть то преимущество въ хозяйственномъ отношеніи, что можетъ быть устраиваема не сразу во всемъ городѣ, а постепенно, отдѣльными участками въ пунктахъ наибольшаго потребленія водопроводной воды, такъ какъ отведеніе именно домашнихъ сточныхъ водь, т.-е. использованной и загрязненной водопроводной воды, составляетъ главную задачу канализациі съ санитарной точки зрењія.

Кромѣ того, въ виду особенности русскихъ городовъ, главнымъ образомъ среднихъ и малыхъ, въ которыхъ одновременно находятся: центръ, съ культурными потребностями жителей, требующими устройства канализациі, и предмѣстья, гдѣ канализациі по недостаточному развитію водоснабженія положительно невозможна, въ извѣстныхъ случаяхъ можетъ оказаться болѣе удобнымъ и выгоднымъ раздѣлить городъ на нѣсколько частей, съ совершенно независимыми канализациіями (радіальный типъ). При этомъ общая стоимость полного устройства, конечно, нѣсколько удорожится, но сбереженія отъ платежа процентовъ на стоимость тѣхъ устройствъ, которые могутъ быть использованы черезъ болѣе или менѣе значительный промежутокъ времени, могутъ составить очень крупную сумму, покроющу расходы на новыя параллельныя устройства. Напримѣръ, считая нормальный процентъ по городскимъ займамъ  $5\%$ , получимъ по правилу сложныхъ процентовъ, что капиталъ въ 15 лѣтъ удваивается, а въ 23 года утраивается, и, слѣдовательно, для плательщиковъ процентовъ по займамъ выгоднѣе черезъ 20 лѣтъ построить еще новую такую же канализациію, чѣмъ платить все время проценты на мертвый капиталъ, грузу затраченный въ разсчетѣ на будущее пользованіе.

Финансовая сторона дѣла болѣе сложна, но и здѣсь имѣется рядъ практическихъ выводовъ. Для устройства канализациі, во-первыхъ, можно совершенно обойтись безъ затратъ изъ городской кассы, путемъ устройства всѣхъ линій канализациі на средства заинтересованныхъ группъ домовладѣльцевъ. Но при этомъ, такъ сказать, натурамъ способѣ осуществленія имѣются серьезные неудобства, такъ какъ, вслѣдствіе отсутствія общаго плана канализациі, отдѣльныя частныя линіи обслуживаютъ только интересы группы участникохъ домовладѣльцевъ, не будучи пригодны по своимъ размѣрамъ или глубинамъ заложенія для присоединенія другихъ домовладѣльцевъ, которые нерѣдко вынуждены поэтому проводить для своихъ надобностей параллельно особыя линіи. При этомъ всѣ эти частныя линіи, обходящіяся въ общей сложности гораздо дороже правильной канализациі, въ то же время оказываются несоответствующими общему плану ея, и потому впослѣдствіи должны замѣняться другими, за счетъ тѣхъ же домовладѣльцевъ, и, слѣдовательно, затраты на нихъ оказываются не-

производительными ни для города, ни для домовладельцевъ. Устройство же такимъ способомъ канализациі по предварительно выработанному общему плану встрѣчаетъ затрудненіе въ томъ отношеніи, что домовладельцы ниже расположенныхъ имѣній находятьъ несправедливымъ оплачивать за свой счетъ устройство большихъ коллекторовъ такихъ размѣровъ, которые нужны не только для нихъ, но и для домовладельцевъ выше лежащихъ частей города.

Болѣе правильнымъ въ идеѣ было бы осуществленіе канализациі всѣми домовладельцами города на взаимныхъ началахъ, но при практическомъ выполненіи, при добровольномъ вступлениі въ члены такого общества, обыкновенно не всѣ домовладельцы вступятъ въ него, и въ результатѣ этого вносимыхъ паевъ, соразмѣрно дѣйствительной стоимости по разверсткѣ, окажется недостаточнымъ для выполненія всей системы канализациі. Поэтому приходится отыскивать дополнительный капиталъ для покрытія недостающей суммы, который можетъ быть найденъ только подъ условіемъ достаточного вознагражденія въ видѣ дивиденда, вслѣдствіе чего общество утрачиваетъ свой взаимный характеръ и естественно превращается въ обыкновенное коммерческое предприятіе на концессіонныхъ началахъ.

Устройство и содержаніе канализациі путемъ привлеченія частнаго капитала на началахъ концессіи не имѣеть резонныхъ оснований. Возможность устройства ея постепенно, по мѣрѣ надобности и возможности, безъ необходимости единовременныхъ крупныхъ затратъ, легкость ухода и содержанія, отсутствіе надобности въ крупныхъ оборотныхъ средствахъ для эксплоатациі, исключеніе хозяйственно-коммерческой постановки дѣла, въ виду невозможности частной конкуренціи,—все это исключаетъ тѣ обстоятельства, при которыхъ, въ извѣстныхъ условіяхъ, можетъ быть оправдана передача городскихъ предприятій въ концессіонное пользованіе. Поэтому наиболѣе прямымъ и вѣрнымъ путемъ является осуществленіе канализациі на общегородскія средства, добытыя, напримѣръ, путемъ займа, погашеніе и проценты по которому оплачиваются взиманіемъ опредѣленныхъ канализационныхъ сборовъ съ присоединенныхъ имѣній: единовременныхъ—при присоединеніи канализациі, и постоянныхъ ежегодныхъ—на покрытіе расходовъ по содержанію канализациі, на перекачку и очищеніе сточныхъ водъ и т. д.

Если разрѣшеніе займа для устройства канализациі или реализація его встрѣчаютъ тѣ или иные затрудненія, или же существуютъ опасенія въ томъ, что въ первое время количество присоединенныхъ усадебъ не будетъ достаточно для покрытія расходовъ по устройству всей сѣти, то можетъ быть примѣненъ комбинированный способъ, состоящій въ томъ, что городское управлѣніе устраиваетъ только главные коллектора и магистрали, и то лишь въ той части, въ которой

заявлены требованиеі домовладѣльцевъ объ ихъ присоединенії. Всѣ же уличныі линіи проводятся заинтересованными домовладѣльцами на свой счетъ, но согласно общему плану канализациі, такъ что онъ всѣ входятъ въ правильную городскую сѣть. Сборы же съ домовладѣльцевъ составляютъ специальный фондъ для расширенія коллекторовъ и магистралей, устройства насосныхъ и очистныхъ станцій и т. д. Хорошимъ примѣромъ примѣненія такого способа является Ростовъ-на-Дону, гдѣ городское управление, затративъ въ 1892 году 90.000 руб. на приспособленіе старого дождевого водостока для цѣлей канализациі и руководствуясь предварительно выработаннымъ мною общимъ проектомъ канализациі, имѣеть въ настоящее время такимъ путемъ 48 верстъ правильной канализационной сѣти, стоимостью въ 885.000 руб. При этомъ городъ возвратилъ всѣ свои затраты изъ ежегодныхъ поступлений канализационныхъ сборовъ и покрываетъ изъ того же источника всѣ расходы на содержаніе канализациі, а также крупные расходы на устройство особыхъ дождевыхъ водостоковъ; теперь онъ имѣеть сверхъ того свободный канализационный фондъ изъ остатковъ этихъ сборовъ въ 200.000 руб. Сумма поступлений канализационныхъ сборовъ за 1907 годъ составила 65.000 руб., а расходы по содержанію—14.000 руб.

Желая удовлетворить общую потребность въ канализациі и для обеспеченія возможности присоединенія менѣе достаточнымъ домовладѣльцамъ, городское управление проводить теперь съ разсрочкой платежа не только канализационныія линіи по улицамъ, гдѣ заявлено желаніе о присоединеніи домовладѣльцами, но и водопроводныія линіи для обслуживанія канализируемыхъ усадебъ.

Такой способъ, слѣдя естественному развитію канализациі по мѣрѣ надобности въ ней, съ добровольнымъ присоединеніемъ, и не требуя крупныхъ единовременныхъ затратъ, можетъ оказаться полезнымъ для многихъ среднихъ и даже малыхъ русскихъ городовъ.

При осуществленіи канализациі, со стороны административныхъ властей наблюдается вообще самое благожелательное отношеніе, какъ въ смыслѣ содѣйствія къ разрѣшенію займа на устройство ея, такъ и при техническомъ разсмотрѣніи проектовъ. Но есть одинъ вопросъ, который всегда при этомъ возникаетъ, но, къ сожалѣнію, не всегда благопріятно разрѣшается, это болѣй вопросъ объ очищеніи сточныхъ водъ передъ выпускомъ въ рѣки.

Извѣстно, что во всякомъ городѣ, хотя бы онъ и не имѣлъ канализациі, всегда имѣются сточные воды, напримѣръ, изъ бань, фабрикъ и отдельныхъ учрежденій: больницъ, большихъ учебныхъ заведеній съ интернатами и т. д., и даже просто съ обыкновенныхъ свалокъ нечистотъ, откуда обыкновенно бѣжитъ зловонный ручей въ ближайшій оврагъ и затѣмъ въ рѣку. И съ этимъ всегда молчаливо примиряют-

ся, какъ съ неизбѣжнымъ и неустранимымъ зломъ. Но какъ только возникаетъ вопросъ о канализаціи, то непремѣнно выдвигается требование абсолютной чистоты сточной воды, а не необходимой и достаточной для даннаго случая степени очищенія ея, совершенно не считаясь съ благопріятными мѣстными условіями, напримѣръ, съ большой мощностью имѣющагося воднаго протока или сравнительно малымъ количествомъ сточныхъ водъ, т. е. условіями, ослабляющими или совершенно исключающими возможность вреда отъ выпуска сточныхъ водъ въ рѣки. Требованія относительно степени очищенія ставятся часто настолько строгія, что они или совершенно невыполнимы, или требуютъ такихъ большихъ расходовъ, которые не подъ силу нашимъ русскимъ городамъ. Поэтому устройство канализаціи въ нихъ фактически приостанавливается, во вредъ правильному оздоровленію городскихъ поселеній. Жители, вынужденные экономить въ расходованіи чистой воды, за невозможностью отвода загрязненной, сокращаютъ потребленіе ея, въ ущербъ чистотѣ тѣла и жилища. Всѣ гигієническая блага обильного и дешеваго водоснабженія исчезаютъ и получается та характерная картина искусственного загрязненія дворовой почвы, какая обычна въ городахъ съ водопроводомъ, но безъ канализаціи. Усиленное развитіе всевозможныхъ эпидемическихъ болѣзней, въ особенности брюшного тифа, является неизбѣжнымъ слѣдствіемъ такого положенія, что и наблюдается въ дѣйствительности въ современныхъ русскихъ городахъ, и даже въ Берлинѣ доканализаціонного периода, т. е. въ 60-хъ годахъ прошлого столѣтія.

До настоящаго времени, какъ извѣстно, вопросъ о выпускѣ сточныхъ водъ въ рѣку, съ очищеніемъ или безъ него, толковался въ примѣненіи къ различнымъ городамъ различно, такъ, напримѣръ, онъ иначе разрѣшенъ для Варшавы, гдѣ спускъ производится круглый годъ, чѣмъ для Москвы, гдѣ онъ допущенъ только во время половодья, или для Саратова, гдѣ онъ совершенно не допущенъ. Теперь же, какъ извѣстно изъ циркуляра Управлениія главнаго врачебнаго инспектора, отъ 5 марта 1908 года, предполагается провести въ законодательномъ порядкѣ нормы для очищенія сточныхъ водъ. Судя по опубликованному тексту ихъ, онѣ въ нѣкоторомъ отношеніи представляютъ шагъ впередъ по сравненію съ господствовавшими ранѣе взглядами, но устанавливаются для всѣхъ случаевъ такія общія требования, которая, по господствующимъ взглядамъ современной гигіены, могутъ относиться только къ идеальному очищенію сточной воды. Поэтому въ указанныя нормы введены нѣкоторыя положенія, которые создаютъ большія затрудненія въ практическомъ примѣненіи. Такъ, напримѣръ, имѣются такія требованія: очищенная жидкость не должна имѣть „определенной окраски“ и „определенного запаха“. Но извѣстно, что не только идеально очищенная сточная вода, а и вся-

кая другая, имѣютъ свой опредѣленный запахъ, опредѣленный оттѣнокъ. Даже дистиллированная вода въ глубокомъ слоѣ синевата, а при стояніи получаетъ затхлый запахъ; достаточно также вспомнить о желтоватомъ оттѣнкѣ питьевой воды Петербургскаго и Киевскаго водопроводовъ, зависающемъ отъ присутствія гуминовыхъ веществъ, совершенно безвредныхъ въ санитарной точки зреінія. Даѣтъ ставится требование, чтобы очищенная сточная жидкость не загнивала при стояніи въ закрытой посудѣ въ теченіе 7-ми дней, какъ будто бы городскія сточныя воды выпускаются въ закрытые сосуды, въ которыхъ находятся безъ движенія 7 дней, а не въ рѣку, съ массой растворенного въ ней кислорода и съ многочисленнымъ населеніемъ всевозможныхъ растительныхъ и животныхъ организмовъ, можетъ быть требующихъ для себя совершенно иныхъ условій жизни и питания, чѣмъ тѣ, которыя мы имѣемъ предоставить, благодаря недостаточному изученію нами этого своеобразнаго міра. Затѣмъ, по нормамъ, требуется еще, чтобы рыбы могли жить въ очищенной жидкости. Но развѣ рыбы будутъ когда-либо вынуждены жить именно въ этой цѣльной жидкости; вѣдь онѣ будутъ жить въ смѣси ея съ рѣчной водой; и такие опыты имѣли бы основаніе, если бы они производились въ смѣсяхъ очищенной сточной жидкости съ рѣчною водою, пропорціонально дѣйствительно существующимъ между ними соотношеніямъ, и притомъ въ условіяхъ, исключающихъ постороннія причины смерти рыбъ: замедленіе растворенія кислорода, отсутствіе привычной пищи, тѣсноту и т. д. По крайней мѣрѣ, въ Гамбургскомъ гигієническомъ институтѣ уже признана нерациональность такихъ опытовъ, и для испытанія живучести рыбъ, въ зависимости отъ количества сточныхъ водъ, рыбъ помѣщаются тамъ въ особаго устройства садки въ различныхъ пунктахъ рѣки, гдѣ рыбы находятся въ болѣе или менѣе естественныхъ условіяхъ существованія. Наконецъ, въ нормахъ устанавливается, чтобы очищенные сточныя воды были бы не грязнѣе воды того водоема, куда онѣ выпускаются. Это абсолютно невыполнимо. Къ тому же, если бы удалось примѣненіемъ самыхъ совершенныхъ способовъ очистить сточныя воды настолько, что онѣ будутъ чище естественныхъ водъ, то является вопросъ, зачѣмъ же ихъ тогда выпускать въ водоемы и не употреблять обратно, для цѣлей водоснабженія.

Наконецъ, помимо всѣхъ этихъ частностей, съ самой основной мыслью объ установлѣніи нормъ для очистенія сточныхъ водъ—нельзя согласиться. Наука и техника въ этой области идутъ такъ быстро впередъ, что догнать ихъ, въ видѣ правильной нормировки,—положительно невозможно медленно дѣйствующему законодательному механизму. Всякія нормы, составленныя сегодня самыми идеальными образомъ, явятся завтра, вслѣдствіе науки, анахронизмомъ, но имѣю-

щить однако силу закона, представляя большой вредъ для здоровья населения государства въ видѣ остановки нормального развитія канализаціи и водоснабженія русскихъ городовъ.

Отсутствіе обязательной необходимости какихъ бы то ни было нормъ для очищенія сточныхъ водъ сдѣлается еще болѣе яснымъ, если вспомнить, что попытка выработать даже академически подобные нормы для питьевой воды потерпѣла полную неудачу. Самая тщательно разработанная постановленія Брюссельского конгресса гигиены 1885 г. и отдельныхъ научныхъ авторитетовъ оказались въ практическомъ примѣненіи не соотвѣтствующими обнаруженнымъ фактамъ и теперь рѣшительно осуждены и забыты. Въ настоящее время современная гигиена требуетъ отъ питьевой воды ни того или другого качественного или количественного состава, а отсутствія фактическаго вреда при ея употребленіи и отсутствія такихъ признаковъ, которые не предположительно, а неизбѣжно, всегда и во всѣхъ случаѣахъ, вызываютъ болѣзненныя явленія въ организмѣ.

Съ другой стороны, специально по отношенію къ сточнымъ водамъ, въ странѣ съ широко разработаннымъ и тщательно примѣняемымъ санитарнымъ законодательствомъ, и съ климатическими и топографическими условіями, наиболѣе подходящими къ нашимъ русскимъ, именно въ Германіи, также совершенно оставлена мысль о нормахъ очищенія.

По послѣднему указанію государственного медицинскаго совѣта (Reichsgesundheitsrat), въ 1903 году, важному гигиеническому значенію охраненія чистоты рѣкъ должно съ другой стороны противопоставить фактъ, что для городовъ и фабрикъ должна быть сохранена возможность удалить ихъ сточные воды. Общественные водные протоки служать для этого естественными коллекторами (*die natürlichen Abflussventile*). Часто возможности другого способа устраненія отбросовъ не имѣется. Поэтому въ выпускѣ сточныхъ водъ въ рѣки не должно отказывать, но нужно устанавливать условія, исключающія вредныя для общественнаго здоровья послѣдствія. Общихъ нормъ для этого не имѣется. Только въ каждомъ отдельномъ случаѣ, на основаніи мѣстныхъ условій, можно ихъ опредѣлить.

Какое значение имѣло это руководящее указаніе правительства для Германіи, видно изъ того, что тамъ теперь теоретически разработанъ и широко распространился новый болѣе простой и доступный способъ очищенія сточныхъ водъ, такъ называемое „механическое очищеніе“. Не вдаваясь въ подробное описание его, можно только пояснить, что главная и самая опасная часть способныхъ къ разложенію органическихъ веществъ находится въ нерастворенномъ состояніи, въ среднемъ 500 миллигр. на 1 літръ, сравнительно съ 300 миллигр. растворенныхъ органическихъ веществъ. Съ другой стороны,

только твердые вещества представляют по своей формѣ дѣйствительную опасность, такъ какъ именно они производят загрязненіе водныхъ протоковъ, въ видѣ осажденія болѣе тяжелыхъ частицъ, увлекающихъ за собою и менѣе тяжелыя (взвѣшенныя), образуя вмѣстѣ на днѣ рѣки плотный слой ила, куда не можетъ свободно проникать растворенный въ рѣчной водѣ кислородъ, а могутъ происходить только процессы гнилостнаго разложенія, съ массой поднимающихся пузырей зловонныхъ газовъ и всplывающихъ хлопьевъ чернаго ила. Рыба и другія животныя и растительные организмы рѣкъ въ этомъ мѣстѣ исчезаютъ, и въ общемъ получается та картина, которая называется „загрязненіемъ рѣкъ“. Чѣмъ тяжелѣе и крупнѣе нерастворимыя части сточныхъ водъ, тѣмъ болѣе онѣ опасны для рѣки, наоборотъ—самая мельчайшія и наиболѣе легкія взвѣшенныя частицы, состоящія главнымъ образомъ изъ клѣтчатки и жировыхъ веществъ, трудно разлагаются и совершенно безопасны для санитарныхъ условій рѣки.

Что касается растворенныхъ органическихъ веществъ, то они, попадая въ рѣку, подвергаются процессамъ окисленія за счетъ растворенного въ рѣкѣ кислорода, при содѣйствіи находящихся въ рѣкѣ микроорганизмовъ, и быстро превращаются въ конечные продукты окисленія, безвредные съ санитарной точки зрѣнія. По опытамъ доктора Спітты, въ рѣчной водѣ, изъ нормального содержанія кислорода 6—7 куб. см. на 1 літръ (соответственно температурѣ), при пятнадцатикратномъ разбавленіи сточныхъ водъ рѣчною, растворенный кислородъ почти исчезаетъ, а при стократномъ разбавленіи—его оставалось около 4 куб. см., что, по опытамъ Гоппе-Зейлера и Дунканна, вполнѣ достаточно для нормальныхъ условій жизни самыхъ чувствительныхъ породъ рыбъ. Поэтому профессоръ гигієны Крузе находитъ, что при такомъ разбавленіи примѣсь взвѣшенныхъ и растворимыхъ веществъ сточныхъ водъ въ рѣкѣ едва ли ощутима, и вредная послѣдствія ея загрязненія исключаются. При этомъ нужно замѣтить, что реакціи окисленія органическихъ веществъ идутъ очень быстро. Достаточно вспомнить то незначительное время, которое необходимо для прохожденія воды черезъ слой почвы въ нѣсколько сантиметровъ на поляхъ срошенія, или скорость прохожденія жидкости въ коксовомъ слоѣ біологического оросительного окислителя. Поэтому и въ рѣкѣ, строго говоря, для окисленія органическихъ веществъ необходимо лишь столько времени, сколько нужно для смѣшиванія сточной воды съ рѣчной, въ степени, соответствующей потребности въ кислородѣ для окисленія.

Что касается содержанія въ сточныхъ водахъ микроорганизмовъ, среди которыхъ могутъ быть и болѣзнетворные, то необходимо замѣтить, что ни одинъ изъ существующихъ способовъ не даетъ гаран-

тій въ ихъ абсолютномъ устраниеніи. Даже при орошеніи полей и биологическомъ способѣ въ 1 куб. см. очищенной жидкости находится около 5.000 жизнеспособныхъ бактерій, при чемъ нельзя поручиться, что между ними не могутъ оказаться опасные съ гигієнической точки зрѣнія. Поэтому, чтобы получить жидкость вполнѣ свободную отъ микроорганизмовъ, современная гигіена ставить условіемъ производство особой дезинфекціи, независимо отъ очищенія, каковую, впрочемъ, рекомендуется производить не постоянно, а только въ случаѣ опасности эпидеміи. Въ виду всего вышесказанного, взглядъ на требованія относительно очищенія сточныхъ водъ въ Германіи въ послѣднее время сильно измѣнился, и тамъ теперь и научные авторитеты и правительственные учрежденія считаютъ достаточнымъ, при благопріятныхъ условіяхъ (например, существованіи вблизи города мощныхъ водныхъ протоковъ), ограничиваться болѣе простымъ способомъ очищенія, но съ тѣмъ только, чтобы избранный способъ быть, насколько возможно, совершеннымъ въ своемъ родѣ и снабженъ всѣми современными техническими приспособленіями.

Касаясь ближе механическаго способа очищенія, нужно упомянуть, что по отзыву завѣдующаго Королевской испытательной станціей въ Берлинѣ, доктора Шмидтмана, на Берлинскомъ конгрессѣ гигіиіи, въ 1907 году, оно при цѣлесообразномъ устройствѣ и при благопріятныхъ условіяхъ выпуска въ водныхъ протокахъ оказалось до сихъ поръ въ Германіи вполнѣ дѣйствительнымъ. Въ этомъ уѣдился и я лично, осмотрѣвъ въ заграничную поѣздку, осенью прошлаго года, 16 станцій очищенія въ Германіи. Поэтому механическое очищеніе тамъ вытѣсняетъ всѣ другія и примѣняется во всѣхъ безъ исключенія большихъ городахъ, расположенныхъ на сколько-нибудь значительныхъ рѣкахъ, напримѣръ:

На рѣкѣ Рейнѣ: въ Боннѣ съ 82.000 жителей, въ Кельнѣ съ 428.000 жителей, въ Дюссельдорфѣ съ 260.000 жителей; на Майнѣ: въ Франкфуртѣ съ 335.000 жителей; на Эльбѣ: въ Дрезденѣ съ 514.000 жителей, въ Гамбургѣ съ 803.000 жителей; на Везерѣ: въ Бременѣ съ 220.000 жителей; на Неккарѣ: въ Мангеймѣ съ 163.000 жителей и въ Штутгартѣ съ 249.000 жителей; на Фульдѣ: въ Кассельѣ съ 120.000 жителей; на Лейнѣ: въ Ганноверѣ съ 250.000 жителей; на Вупперѣ: въ Эльберфельдѣ съ 163.000 жителей и въ Барменѣ съ 159.000 жителей; на Брагѣ: въ Бромбергѣ съ 55.000 жителей и т. д.

Мощность рѣки, или точнѣе отношеніе между количествомъ городскихъ сточныхъ водъ и рѣчныхъ наиболѣе благопріятно въ Кельнѣ и Дюссельдорфѣ, именно около 1 : 1000, и менѣе всего благопріятно въ Дрезденѣ, иѣсколько меньше 1 : 100.

Интересно, что въ городѣ Гамбургѣ, гдѣ въ гигієническомъ институтѣ, подъ руководствомъ профессора Дунбара, производились тщательные изслѣдованія надъ всевозможными способами очищенія сточныхъ водъ и гдѣ, между прочимъ, были разработаны теорія и практика біологического очищенія, тѣмъ не менѣе тотъ же профессоръ Дунбаръ призналъ, что для сточныхъ водъ Гамбурга, передъ спускомъ ихъ въ рѣку Эльбу, вполнѣ достаточно одного механическаго очищенія, такъ какъ количество воды въ рѣкѣ Эльбѣ превышаетъ количество сточныхъ водъ, при исключительно низкомъ стояніи рѣки, въ 75 разъ, а при нормальномъ—въ 800 разъ.

Такъ какъ въ Россіи города вообще менѣе, а рѣки сравнительно больше, чѣмъ въ Германіи, то отношеніе сточныхъ водъ къ рѣчнымъ у насъ значительно благопріятнѣе, что даетъ смѣость сказать, что механическое очищеніе, давшее хорошие результаты въ Германіи, окажется еще лучшимъ для русскихъ условій и цѣлесообразнымъ для многихъ городовъ, расположенныхъ на значительныхъ рѣкахъ.

Кромѣ того нужно имѣть въ виду, что въ русскихъ городахъ обыкновенно водоснабженіе развито недостаточно и неравномѣрно въ различныхъ частяхъ города; въ то время какъ центръ потребляетъ много воды и нуждается въ канализації, въ предмѣстьяхъ, вслѣдствіе малаго потребленія воды, канализація преждевременна. Поэтому даже значительные города, въ первое время дѣйствія канализаціи, будутъ давать малое количество сточныхъ водъ, и для малыхъ городовъ можно было бы довольствоваться сначала болѣе простыми способами очищенія, при условіи, что, съ развитиемъ канализируемыхъ районовъ и съ увеличеніемъ количества сточныхъ водъ, очищеніе должно быть соотвѣтственно усиливаемо настолько, чтобы фактическое загрязненіе рѣки, съ вредными послѣдствіями его, всегда было устраниено.

Благодѣтельная послѣдствія указаній германскаго медицинскаго совѣта не замедлили сказаться въ быстромъ ростѣ канализацій и водопроводовъ въ Германіи. Въ настоящее время тамъ вполнѣ или частично канализировано 650 городовъ. Относительно примѣненія въ нихъ способовъ очищенія, даетъ понятіе нижеслѣдующая таблица, составленная мною по даннымъ спеціального обслѣдованія кобленцскаго врачебнаго инспектора, доктора медицины Соломона, по порученію прусскаго правительства (*die sttische Abwasserbeseitigung in Deutschland*, B. II, S. 855—864).

Таблица показываетъ насколько не точны у насъ взгляды на степень распространенія способовъ очищенія сточныхъ водъ за границей. Съ вѣдома правительства, почти половина всѣхъ канализацій городовъ и общинъ въ Германіи выпускаютъ свои сточные воды въ рѣки безъ всякаго очищенія, отчасти потому, что находятся въ благопріятныхъ

Примѣняемые способы очищенія.	Въ сколькихъ городахъ.	% %
I. Почвенные способы (поля орошения, перемежающаяся фильтрація и орошение луговъ безъ подготовки почвы) . .	87	13,5
II. Біологические способы (оросительные и наполнительные окислители съ гнилостными камерами и безъ нихъ) .	80	12,3
III. Химические способы (обыкновенные, Рекнеръ-Роте и Дегенеръ-Роте) .	20	3,1
IV. Механические способы (посредствомъ механическихъ приспособленій: рѣшетъ, сѣтокъ или посредствомъ осадочныхъ резервуаровъ: бассейновъ, колодцевъ и башень) . . . . .	179	27,5
V. Безъ всякаго очищенія . .	284	43,6
<b>Итого . . .</b>	<b>650</b>	<b>100 %</b>

условіяхъ, т. е. съ малымъ количествомъ сточныхъ водъ на большихъ водныхъ протокахъ, отчасти вслѣдствіе того, что пока производятъ опыты надъ различными способами очищенія, для выбора себѣ наиболѣе подходящаго, т. е. удовлетворяющаго мѣстнымъ условіямъ и вмѣстѣ съ тѣмъ экономичнаго. Затѣмъ, около четверти всѣхъ канализированныхъ городовъ примѣняютъ только механическое очищеніе и лишь остальная четверть имѣеть глубже идущіе способы очищенія: химические, біологические и почвенные, при чемъ всѣ такіе города, безъ исключенія, не имѣютъ вблизи себя большихъ водныхъ протоковъ. Добавлю, что, на континентѣ Европы, Германія представляетъ страну, гдѣ болѣе всего примѣняются различные способы очищенія сточныхъ водъ. Въ Австріи, Франціи, Италии, Бельгіи, Голландіи и т. д., очищеніе сточныхъ водъ является рѣдкимъ исключениемъ, а общимъ правиломъ—выпускъ въ рѣки безъ очищенія. Между тѣмъ тамъ нѣть эпидемій и эндемій брюшного тифа и холеры, какъ у насъ, что показываетъ зависимость послѣднихъ не отъ выпуска сточныхъ водъ въ рѣку, а отъ многихъ другихъ причинъ, въ числѣ которыхъ не послѣднее мѣсто занимаютъ отсутствіе обильного водоснабженія и стоковъ для загрязненной воды, что именно составляетъ большое мѣсто городовъ въ Россіи.

Заканчивая этот мой докладъ, я считаю нужнымъ оговориться, что я вовсе не думаю рекомендовать механическое очищеніе, какъ лучшій или вездѣ примѣнимый способъ, и упоминаю объ этомъ послѣднемъ крупномъ фактѣ въ области санитарной техники для того, чтобы оцѣнить его значеніе и результаты и указать на необходимости производства опытовъ относительно примѣненія механическаго очищенія для канализацій русскихъ городовъ.

Вообще, по моему мнѣнію, всегда совершенно праздными представляются академическія разсужденія о томъ, какой способъ очищенія самый лучшій. Съ практической точки зрѣнія, лучшимъ способомъ будетъ тотъ, который устраниетъ дѣйствительный вредъ отъ выпуска сточныхъ водъ въ рѣки и въ то же время стоитъ дешевле другихъ.

При этомъ мною выставляются на обсужденіе Съѣзда слѣдующія положенія:

1. Осуществленіе канализаціи въ среднихъ и даже малыхъ русскихъ городахъ не встрѣчаетъ непреодолимыхъ затрудненій ни въ техническомъ отношеніи, при примѣненіи рациональныхъ приемовъ проектированія, ни въ хозяйственномъ отношеніи, при согласованности размѣра канализаціи съ потребностью въ ней, напримѣръ, примѣнѣній раздѣльной системы радиального типа,—ни даже въ финансовомъ отношеніи, при постепенномъ выполненіи и устройствѣ главныхъ коллекторовъ за счетъ города и второстепенныхъ водостоковъ на средства заинтересованныхъ группъ домовладѣльцевъ, по заранѣе выработанному общему проекту канализаціи.

2. Главнымъ препятствиемъ, для широкаго примѣненія канализацій въ русскихъ городахъ, являются иногда излишне строгія и трудно выполнимыя требования относительно степени очищенія сточныхъ водъ.

3. Нормированіе въ законодательномъ порядкѣ подобныхъ условій, опредѣляющихъ качества очищенныхъ водъ, трудно согласовать съ постояннымъ развитиемъ гигиены и съ санитарной техникой, и поэтому оно можетъ затормазить осуществленіе канализацій и принести вредъ дѣлу оздоровленія русскихъ городовъ.

4. Для охраненія возможной чистоты рѣкъ и устраненія вреда для окрестнаго населения, вполнѣ достаточно, согласно заграничной практикѣ, установленія въ каждомъ отдельномъ случаѣ соответствующихъ требованій относительно степени очищенія сточныхъ водъ передъ выпускомъ ихъ въ рѣку, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій и на основаніи ихъ специального научного обслѣдованія.

5. Въ виду особенности среднихъ и малыхъ русскихъ городовъ, въ которыхъ одновременно находятся центръ, съ культурными потребностями жителей, требующими устройства канализаціи, и предмѣстья, гдѣ канализація по недостаточному развитию водоснабженія невозмож-

на,—желательны, для содѣйствія оздоровленію городовъ, сначала ус-  
ловныя разрѣшенія, на неопределенный срокъ, болѣе простыхъ спо-  
собовъ грубаго очищенія и затѣмъ, по мѣрѣ развитія канализаціи и  
увеличенія количества сточныхъ водъ, повышеніе требованій, въ слу-  
чаяхъ дѣйствительной надобности, до механическаго очищенія въ рѣ-  
шеткахъ и ситахъ съ малыми прозорами, затѣмъ механическаго очи-  
щенія въ отстойныхъ бассейнахъ, колодцахъ или въ бассейнахъ, да-  
лѣе химико-механическихъ способовъ и, наконецъ, глубже идущихъ  
способовъ очищенія—почвенного или биологическаго, какой окажется  
по мѣстнымъ условіямъ болѣе удобнымъ и экономичнымъ.

---

По прочитанному докладу членами Съѣзда Н. А. Алексѣевымъ,  
Ф. А. Даниловымъ и М. В. Лункевичемъ были предложены доклад-  
чику вопросы.

*Съѣздомъ постановлено:*

**Передать тезисы на разсмотрѣніе Комиссіи.**

Затѣмъ, по предложенію предсѣдателя, Съѣздомъ была избрана  
Ревизіонная Комиссія по разсмотрѣнію отчета Постояннаго Бюро.

Послѣ этого Съѣздомъ былъ заслушанъ докладъ П. С. Бѣлова.

**Докладъ П. С. Бѣлова.**

**Біологическая очистка сточныхъ всѣхъ на желѣзныхъ дорогахъ и во  
владѣніяхъ частныхъ лицъ.**

Мм. Гр.! Современная санитарная наука однимъ изъ основныхъ  
положеній ставить недопустимость загрязненныхъ домовыхъ водъ въ  
поглощающіе колодцы; принимая это положеніе, слѣдуетъ въ то же  
время признать, что вывозка этихъ водъ изъ непроницаемыхъ прием-  
никовъ экономически весьма тяжела. Отсюда два вывода: первый—  
что нужно стремиться сточная домовая воды выпускать въ водоемы  
послѣ предварительного уменьшениія загрязненія ихъ до той степени,  
которая является необходимой по мѣстнымъ условіямъ, и второй—что  
вопросъ о рациональныхъ очистительныхъ устройствахъ при частныхъ  
владѣніяхъ и на желѣзныхъ дорогахъ представляется вопросомъ боль-  
шой важности, особенно въ Россіи, гдѣ канализація съ централизо-  
ванною очисткою имѣется всего лишь въ нѣсколькихъ городахъ; что  
послѣдній выводъ не является теоретическимъ видно, между прочимъ,  
изъ того широкаго развитія, которое лишь за 3—4 года получило въ  
Россіи, несмотря на многія препятствія, дѣло біологической очистки  
сточныхъ водъ.

Однимъ изъ такихъ препятствій служило полное отсутствіе въ  
русской технической литературѣ данныхъ, необходимыхъ для сужде-

нія о выгодности такого рода устройствъ, о первоначальныхъ затратахъ, обь стоимости эксплоатациі, о необходимости того или иного ухода и въ особенности о той степени очищенія сточныхъ водъ, на которую можно было бы разсчитывать при данномъ устройствѣ; тѣ разрозненные анализы водъ, которые удавалось собрать, не позволяли сдѣлать сколько-нибудь достовѣрную критическую оцѣнку этихъ сооруженій, потому что ни условія взятія пробъ для анализа, ни методы производства послѣднихъ обыкновенно извѣстны не были.

Съ такимъ положеніемъ дѣла пришлось, между прочимъ, встрѣтиться образованной при Министерствѣ Путей сообщенія, подъ предсѣдательствомъ инженера О. А. Турцевича, Комиссіи по изслѣдованию системъ ассенизациіи желѣзнодорожныхъ станцій; ознакомившись съ имѣющимся материаломъ, Комиссія не нашла возможнымъ высказаться о желательности примѣнія на желѣзныхъ дорогахъ біологической очистки сточныхъ водъ, не произведя самостоятельного изслѣдованія этихъ установокъ. Въ своихъ работахъ по упомянутымъ изслѣдованіямъ Комиссіи удалось заинтересовать и привлечь къ участію значительное число не принадлежащихъ къ желѣзнодорожному составу лицъ, научно или практически занимающихся вопросами очистки сточныхъ водъ. Работы по изслѣдованию установокъ, начатыя съ іюля 1908 года, продолжаются полнымъ ходомъ и въ настоящее время; за истекшій періодъ времени были осмотрѣны, кроме 2-хъ опытныхъ біологическихъ станцій въ гг. Москвѣ и Гельсингфорсѣ; всего 45 біологическихъ установокъ на желѣзныхъ дорогахъ (10 установокъ), а также въ владѣніяхъ общественныхъ учрежденій и частныхъ лицъ (35 установокъ).

При выборѣ изъ числа осмотрѣнныхъ тѣхъ установокъ, которыхъ должны подвергнуться обстоятельному изслѣдованію, было обращено вниманіе на слѣдующее:

1) Чтобы были изслѣдованы сооруженія, устроенные различными фирмами; для этой цѣли фирмамъ, занимающимся дѣломъ біологической очистки сточныхъ водъ, о существованіи которыхъ было Комиссіей извѣстно, было предложено поименовать тѣ изъ построенныхъ ими сооруженій, которыхъ, по мнѣнію фирмъ, даютъ наиболѣе благопріятные результаты, т.-е. высокую степень очистки при наименьшихъ затратахъ на устройство и при наименьшей стоимости эксплоатациі; запрошенныя данныя были получены отъ 8 фирмъ.

2) Чтобы характеръ сточныхъ водъ, подводимыхъ для очистки къ сооруженіямъ частныхъ лицъ и общественныхъ учрежденій, соответствовалъ таковому же на желѣзныхъ дорогахъ; изслѣдованы должны быть сооруженія, очищающія: а) смѣшанныя хозяйственно-фекальные воды, б) только фекальные воды, в) только банныя и прачечные воды, г) специальные воды (больницы).

3) Чтобы изслѣдованы были по возможности всѣ способы, при-

мѣняемые въ Россіи для очистки сточныхъ водъ: какъ чисто біологические (съ подготовительнымъ септическимъ и подготовительнымъ окислительнымъ процессомъ), такъ и комбинированные (химико-біологические и механико-біологические);

4) Чтобы изслѣдованы были сооруженія, работающія при разныхъ климатическихъ условіяхъ.

Приступая въ началѣ работы къ изслѣдованію сооруженій послѣ предварительного ознакомленія съ проектами ихъ и осмотра на мѣстахъ, предположено было ограничиться лишь немногими изслѣдованіями, потому что большинство существовавшихъ въ то время сооруженій, какъ на желѣзныхъ дорогахъ, такъ и во владѣніяхъ частныхъ лицъ, носило въ основныхъ своихъ чертахъ однообразный характеръ: подготовка сточной жидкости производилась въ септикахъ большого объема, для очищенія ея служили сравнительно небольшіе коксовые окислители.

За время 8-ми мѣсячной работы Комиссіи, біологическая очистка сточныхъ водъ получила въ Россіи значительное развитіе не только въ смыслѣ увеличенія количества установокъ, но и въ измѣненіи существовавшаго метода очистки водъ съ септическимъ подготовительнымъ процессомъ, а также въ примѣненіи новыхъ для Россіи методовъ. Вотъ та причина, которая заставила значительно пополнить первоначально намѣченное число изслѣдованій.

По настоящее время изслѣдовано всего 15 сооруженій. Изслѣдованія состояли:

1) Въ выемкѣ пробъ воды изъ разныхъ частей сооруженія и въ производствѣ анализовъ; нормально брались 3 пробы: чистой хозяйственной воды, воды послѣ септика и воды послѣ окислителя. Если очищенные воды спускались не въ городскіе водостоки, то, кромѣ указанныхъ выше, брались еще пробы: изъ конца открытой канавы или трубопровода, изъ водоема выше впаденія въ него очищенной воды, изъ водоема ниже впаденія въ него очищенной воды и другія пробы въ зависимости отъ мѣстныхъ условій. Выемка пробъ производилась во всемъ согласно особо выработанной инструкціи, за личной отвѣтственностью одного изъ гг. членовъ Комиссіи, особо приглашеннымъ лицомъ со среднимъ техническимъ образованіемъ; пробы брались среднія, черезъ промежутки отъ 15 до 30 минутъ въ теченіе сутокъ. Такимъ образомъ каждая проба, посыпаемая для анализа, являлась средней изъ 96 — 48 частныхъ пробъ. Физическія свойства пробъ опредѣлялись на мѣстѣ, для чего была сконструирована специальная портативная походная лабораторія. Самые анализы воды производились: въ лабораторіи московскихъ полей орошенія и въ лабораторіи С.-Петербургскаго института экспериментальной медицины — по однороднымъ методамъ, предложенными Комиссіи С. К. Дзержевскимъ.

2) Въ выясненіи деталей устройства, единовременныхъ на него затратъ и стоимости содержанія, согласно особаго запроснаго листа.

При производствѣ изслѣдований особую трудность составило получение данныхъ о стоимости эксплоатации сооруженій, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ учетъ расходовъ на материалы и рабочую силу владѣльцами былъведенъ недостаточно точный, а иногда такой учетъ и вовсе отсутствовалъ; къ этому необходимо прибавить, что биологическая устройства для очистки сточныхъ водъ на желѣзныхъ дорогахъ и во владѣніяхъ частныхъ лицъ появились только съ 1905 года и потому за 4 года ихъ работы нѣкоторыхъ необходимыхъ эксплоатационныхъ расходовъ для нихъ еще не производилось; къ такимъ расходамъ относятся: очистка септика, удаление корки, ремонтъ распределителя и пр.; такимъ образомъ, тѣ данные о стоимости эксплоатации, которыми располагаетъ Комиссія, не являются достаточно полными.

Сужденіе объ установкахъ, въ санитарной точки зрењія, въ отношеніи устойчивости работы можетъ быть сдѣлано только путемъ систематического наблюденія, въ теченіе болѣе или менѣе продолжительного периода времени; такъ какъ изслѣдованія сооруженій начались сравнительно недавно, то надлежащими опытными данными, для сужденія объ устойчивости работы, Комиссія въ настоящее время еще не вполнѣ располагаетъ.

Я не имѣю возможности за недостаткомъ времени доложить вамъ хотя бы краткое описание наиболѣе интересныхъ устройствъ и тѣхъ условій, въ которыхъ эти устройства поставлены въ Россіи, почему перейду прямо къ тѣмъ обобщеніямъ, которыхъ можно было сдѣлать на основаніи полученныхъ до настоящаго времени материаловъ.

#### *Оценка изслѣдованныхъ установокъ съ экономической стороны.*

Изъ собранныхъ Комиссіей данныхъ видно, что:

1) Стоимость устройства биологической станціи для очистки фекальныхъ и хозяйственно-фекальныхъ водъ, въ количествѣ отъ 600 до 5.000 ведеръ въ сутки, колеблется отъ 8 руб. до 2 руб. 30 коп. за одно суточное ведро; если отбросить указанные высшій и низшій предѣлы стоимости, каковые носятъ здѣсь мѣстный характеръ, то, руководствуясь остальными данными, можно принять, что единовременные затраты на биологическую установку средняго размѣра въ 1000 ведеръ составляютъ 4,5—5,5 рублей на суточное ведро.

2) Стоимость эксплоатации установокъ колеблется также въ широкихъ предѣлахъ: отъ 0,40 — 0,05 руб. на суточное ведро; такое значительное отличие въ стоимости эксплоатации, кромѣ вліянія мѣстныхъ условій (уплачивается ли городу за право пользованія водостоками, производится ли по требованію городскихъ управъ разжиженіе очищенной воды водопроводною водой при не вполнѣ удовлетворительной работе установки и пр.), слѣдуетъ объяснить главнымъ образомъ тѣмъ, что установки работаютъ еще очень небольшое время,

и потому въ тѣхъ изъ нихъ, въ которыхъ, въ силу тѣхъ или иныхъ соображений, пришлось произвести некоторые расходы, повторяющіеся не ежегодно (смѣна распределителя, очистка септика и пр.), эксплуатационный расходъ сильно возросъ; въ другихъ установкахъ, напротивъ, эксплуатационные расходы за истекшее время были действительно незначительны, но въ близкомъ будущемъ они должны временно повыситься; установить при такихъ условіяхъ среднюю норму эксплуатационного расхода можно только весьма приближенно. На основаніи материаловъ, собранныхъ до настоящаго времени, такой приближенной нормой средняго эксплуатационного расхода можно считать 0,10—0,15 руб. на суточное ведро, при условіи, что за право спуска очищенныхъ водъ платить не приходится; эксплуатационный расходъ въ исследованныхъ установкахъ возрастаетъ до  $\approx$  0,25 руб., если за право спуска очищенныхъ биологическимъ способомъ водъ въ городские водостоки городомъ взимается плата.

3) Стоимость устройства биологической станціи для очистки больничныхъ водъ, въ количествѣ 3.000—4.500 ведеръ въ сутки, можетъ быть принята въ 2 р. на суточное ведро.

Во всѣхъ изслѣдованныхъ установкахъ биологическая очистка сточныхъ водъ, съ послѣдующимъ отводомъ ихъ въ водоемъ, была введена взамѣнъ существовавшей ранѣе вывозки этой воды изъ выгребовъ, и потому естественно произвести сравненіе 2-хъ указанныхъ способовъ удаленія загрязненныхъ сточныхъ водъ.

Въ нижепомѣщенной таблицѣ 1-й приведены соответствующія данные для нѣкоторыхъ владѣній, въ которыхъ учеты расходовъ на вывозку и эксплуатацию при биологическомъ способѣ очистки велись достаточно точно.

Таблица 1-я.

НАИМЕНОВАНИЕ УСТАНОВКИ.	Суточное количество воды.	I. Биологическая установка.		П. Вывозка.		
		Стоимость устройства.	Годовая сто- имость экспло- атации.	Стоимость вы- воза 40-вед. бочки.	Годовая сто- имость вывоза (дѣйств.).	Годовая сто- имость вывоза при непрониц. выгребѣ.
1. Городъ Москва, фабрика Циндель, домъ на 4 кварт.	120 в.	1.760 р.	100 р.	1 р. — к.	400 р.	720 р.
2. Городъ Екатери- нославъ, город- ская управа . .	550 в.	2.700 р.	35 р.	— 70 к.	1.200 р.	3.500 р.

Въ слѣдующей таблицѣ 2-й приведены для среднихъ разобранныхъ выше условій данные, отнесенные къ 1 суточному ведру, о стоимости удаленія въ теченіе года очищенныхъ біологическимъ способомъ водъ, по сравненію съ вывозкою сточныхъ водъ изъ выгребовъ.

Таблица 2-я.

I. Біологическая установки.			II. Вывозъ.		
Единовременные затраты 5 руб. 50 коп.	Годовая эксплуатация 15 коп.		Общий расходъ за годъ.		
Амортизация въ 20 лѣтъ.	Проценты (считая по 6%).	Ежегодные расходы.	Общий расходъ за годъ.	a) для большихъ городовъ, где вывозъ одной 40-ведерной бочки стоить 1 рубль.	b) для малыхъ городовъ, где вывозъ одной 40-ведерной бочки стоить 0,50 руб.
0,28 руб.	0,33 руб.	0,15 руб.	5 0,76 р.	9,00 руб.	4,50 руб.

При разсмотрѣніи таблицы 2-й, слѣдуетъ имѣть въ виду нижеизложенное:

1) Въ стоимость единовременныхъ затратъ на устройство біологическихъ установокъ не включенъ зависящій всесѣло отъ мѣстныхъ условій расходъ на отводъ очищенныхъ сточныхъ водъ въ водостокъ, открытую канаву и пр.

2) Таблица составлена въ предположеніи, что выгребная яма при зданіи уже существуетъ; при вновь строящихся зданіяхъ слѣдуетъ принять во вниманіе тоже расходъ на постройку выгребной ямы.

Изъ изложенного, между прочимъ, слѣдуетъ, что для каждого частнаго случая необходимо, принявъ во вниманіе всѣ мѣстныя условія, составить финансовый разсчетъ, выясняющій выгоды примѣненія той или иной системы ассенизациі.

Изъ установокъ, которыя Комиссія пришлось изслѣдовывать, во всѣхъ случаяхъ выгода была на сторонѣ біологического способа; это заключеніе побочно подтверждается также самою причиной распространенія біологического способа, такъ какъ въ подавляющемъ большинствѣ случаевъ стремленіе замѣнить вывозку сточныхъ водъ изъ выгребовъ было обусловлено соображеніями финансовыми, а не санитарными.

Оценка изслѣдованныхъ установокъ съ санитарной стороны.

Задаваясь цѣлью выяснить вліяніе примѣненія біологическихъ установокъ на тотъ небольшой районъ мѣстности, для котораго уста-

новки предназначены (владѣніе фабрики, больницы, станціи желѣзной дороги и пр.), приходится прежде всего отмѣтить, что значительное удешевление удаленія загрязненныхъ водъ въ случаѣ примѣненія біологическихъ установокъ, по сравненію съ удаленіемъ тѣхъ же водъ вывозомъ, способствуетъ болѣе широкому распространенію ватерклозетовъ; та же причина позволяетъ провести водопроводъ для кухонъ, умывальниковъ и проч. въ такого рода зданія, какъ казармы для рабочихъ, что при вывозной системѣ было по экономическимъ соображеніямъ невозможно.

Если къ изложенному прибавить, что при нормальной работе біологическихъ установокъ не замѣчается вблизи ихъ запаха, а также и другихъ какихъ-либо неблагопріятныхъ сторонъ, то можно вывести заключеніе, что въ рассматриваемомъ отношеніи примѣненіе біологическихъ установокъ съ санитарной точки зрѣнія является желательнымъ.

Переходя къ оцѣнкѣ примѣненія біологическихъ установокъ въ болѣе широкомъ санитарномъ смыслѣ, а именно, въ отношеніи степени очистки загрязненныхъ водъ и вліянія на водоемъ, въ который производится спускъ ихъ, долженъ указать, что изъ 15 обслѣдованныхъ до настоящаго времени установокъ—въ 7-ми результаты очистки были удовлетворительны, въ 3-хъ—не вполнѣ удовлетворительны и въ остальныхъ 5-ти результаты очистки были неудовлетворительны; слѣдуетъ при этомъ указать, что обслѣдованы были сравнительно лучше работающія установки. Если бы составить подобную таблицу для всѣхъ существующихъ въ Россіи установокъ, то результатъ былъ бы менѣе удовлетворителенъ; такъ, въ г. Москвѣ, изъ 25 работающихъ въ настоящее время установокъ, 22 не удовлетворяютъ выработаннымъ Московскою городскою управою требованіямъ.

Причины неудовлетворительной работы біологическихъ установокъ, осмотрѣнныхъ Комиссіей, могутъ быть сведены къ слѣдующимъ:

I) Въ число обслѣдованныхъ установокъ вошли многія установки, первыя по времени своего устройства въ Россіи; отсутствие собственаго опыта заставляло строителей копировать заграничныя устройства этого рода, что, конечно, не могло привести къ благопріятнымъ результатамъ въ виду значительного отличія условій, въ которыхъ находятся установки въ Россіи, по сравненію съ установками заграничными. Такимъ образомъ, первыя установки въ Россіи были въ сущности опытными станціями; благодаря наблюденію надъ ними явилась возможность проектировать въ дальнѣйшемъ установки болѣе совершенныя.

II) Первые строители взяли на себя задачу указать преимущество предлагаемой системы ассенизациіи передъ существовавшей вывозкой загрязненной воды изъ выгребовъ въ томъ отношеніи, что съ примѣ-

неніемъ біологического способа очистки вивозки совершено не будетъ или она будетъ производиться черезъ весьма большіе промежутки времени и въ самомъ ничтожномъ количествѣ. Стремленіе уменьшить до минимума количество взвѣшенныхъ веществъ, подлежащихъ вывозѣ, побуждало строителей прибѣгать къ такого рода септикамъ, въ которыхъ:

а) Загрязненная сточная жидкость переходитъ со значительной скоростью изъ первого отдѣленія септика во второе, затѣмъ въ третье и т. д., черезъ переливы, располагаемые по противолежащимъ угламъ камеры; такое движение жидкости способствуетъ, между прочимъ, механическому размельченію взвѣшенныхъ веществъ, а затѣмъ и вынесенію этихъ частицъ изъ септика на окислитель. Какъ видно, въ устройствахъ этого рода не соблюденъ основной принципъ, на которомъ основано подготовленіе сточной жидкости для очистки, состоящее именно въ задержаніи возможно большаго количества взвѣшенныхъ веществъ. Описанное устройство примѣнено въ большинствѣ тѣхъ установокъ Московского района, однимъ изъ недостатковъ работы которыхъ является большое количество взвѣшенныхъ веществъ, содержащихся въ очищенной водѣ.

б) Септики устраиваются весьма значительной емкости — на 5—6—8 до 20-ти суточнаго объема сточной жидкости. Вопросъ объ отрицательномъ вліяніи продолжительного септическаго процесса на способность воды къ дальнѣйшему очищенію на коксовыхъ окислителяхъ въ такой мѣрѣ освѣщенъ опытнымъ путемъ, что останавливаться на этомъ не приходится; здѣсь слѣдуетъ лишь отмѣтить, что въ послѣднихъ по времени установкахъ септики устроены емкостью отъ 2-хъ и менѣе суточнаго количества очищаемыхъ водъ — даже тѣми фирмами и строителями, которые были извѣстны какъ пропагандисты необходимости долговременнаго септическаго процесса.

III. Расположеніе септиковъ непосредственно подъ стояками, приводящими сточную жидкость; такое расположеніе, особенно въ установкахъ при зданіяхъ многоэтажныхъ, также способствуетъ вынесенію изъ септика значительного количества взвѣшенныхъ веществъ.

Чтобы закончить описание недостатковъ въ устройствѣ и размѣщеніи септиковъ, необходимо упомянуть еще о 2-хъ обстоятельствахъ, которые даютъ себя знать во время эксплоатации установки:

1) Очистка септика отъ корки или осадка, а также прочистка переливовъ въ септикахъ неизбѣжно бываютъ сопряжены съ появлениемъ болѣе или менѣе значительного зловонія, а потому расположеніе септиковъ въ подвалѣ жилого дома является крайне нежелательнымъ. Къ такому же заключенію пришла въ послѣднее время и Московская городская управа, которая не только не разрѣшаетъ вновь установокъ въ подвалахъ жилыхъ помѣщеній, но предъявляетъ также требованія о выносѣ изъ подваловъ наружу уже работающихъ установокъ.

2) Въ большинствѣ осмотрѣнныхъ установокъ нѣть никакихъ приспособленій для возможности очистки камеръ септика безъ перерыва работы его, что на практикѣ создаетъ большія неудобства. УстраниТЬ этотъ важный недостатокъ возможно дѣленіемъ камеръ септика продольно перегородкой на двѣ или на другое число частей, съ тѣмъ, чтобы при обычныхъ условіяхъ были въ работѣ всѣ параллельные отдѣленія, а во время очистки, а также въ теченіе того времени, когда количество сточныхъ водъ уменьшается (напр., лѣтомъ въ школахъ, въ особнякахъ при выѣздѣ лѣтомъ на дачу и пр.), только нѣкоторыя изъ этихъ отдѣленій.

#### IV. Перегрузка многихъ установокъ.

Для надлежащей работы біологической установки необходимо имѣть для данного количества сточной воды, подлежащей очисткѣ, нѣкоторые минимальные размѣры основныхъ частей (напр., окислителя); если черезъ установку проходитъ за сутки количество воды, значительно большее предвидѣнного, то установка, являясь перегруженной, не въ состояніи развить надлежащій эффектъ очистки.

Однѣ изъ установокъ перегружены владѣльцами; причина этого кроется въ томъ, что самая идея біологической очистки недостаточно популяризована; владѣльцамъ не разъяснено, что біологическія установки являются своего рода фабrikами, производительность которыхъ всецѣло зависитъ отъ ихъ оборудования.

Другія изъ установокъ являются перегруженными вслѣдствіе того, что при проектированіи ихъ неправильно былъ взятъ расходъ воды на 1 человѣка въ сутки; опытныхъ нормъ для опредѣленія такого расхода въ зданіяхъ различныхъ категорій (больницы, конторы, наружная отхожія мѣста и пр.) не имѣется. На эту сторону дѣла Комиссіей было обращено надлежащее вниманіе, и управленія желѣзныхъ дорогъ производятъ необходимыя наблюденія.

#### V. Недостаточные размѣры окислителя.

За исключеніемъ одной изъ изслѣдованныхъ установокъ, гдѣ примененъ окислитель контактный, во всѣхъ другихъ установкахъ устроены окислители непрерывно дѣйствующіе.

Отношеніе объема окислительного материала къ суточному количеству очищаемой воды въ осмотрѣнныхъ установкахъ колеблется отъ 0,55 до 3,28; на одну квадратную сажень поверхности окислителя приходится отъ 897 до 200 ведеръ очищаемой воды. Слѣдуетъ указать, что въ послѣднее время многія изъ существующихъ установокъ переустраиваются, главнымъ образомъ, для увеличенія емкости окислителя. Результаты изслѣдованій Комиссіи, въ связи съ имѣющимися по этому вопросу литературными данными, показываютъ, что удовлетворительно очищать домовыя сточныя воды біологическія установки могутъ при условіи, чтобы на 1 кв. саж. поверхности окислителя

приходилось 200 ведеръ очищаемой воды; высота окислителя должна быть сообразована съ крупностью материала, и общий объемъ окислителя не долженъ быть менѣе 2-хъ суточныхъ объемовъ очищаемой воды.

#### VI. Недостатки въ деталяхъ устройства.

а) Неравномѣрное распределеніе подготовленной сточной жидкости на поверхности окислителя. На эту важную деталь во многихъ случаяхъ при самомъ устройствѣ обращено недостаточно серьезное вниманіе; приходилось, между прочимъ, встрѣчать и такія установки, въ которыхъ распределеніе жидкости отсутствовало совершенно.

б) Недостаточность, а иногда и отсутствіе приспособленій для воздухообмена въ материалѣ окислителя.

#### в) Неподходящія—конструкція и размѣщеніе электронасосовъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда по мѣстнымъ условіямъ не представляется возможности подать самотекомъ на окислитель подготовленную въ септике сточную жидкость, приходится перекачивать ее. Своевременность перекачки имѣеть весьма большое значеніе на работу установки; если при продолжающемся поступлениі свѣжей сточной жидкости въ септикъ подготовленная жидкость изъ него не удаляется, то уровень жидкости въ камерахъ септика повышается, слѣдствіемъ чего является переходъ жидкости, а съ нею вмѣстѣ и частицъ корки, черезъ верхъ переливовъ изъ первой камеры септика въ послѣдующія и далѣе въ сборный бассейнъ; при возобновившейся работе насоса частицы корки, вмѣстѣ съ жидкостью, подаются на окислитель и, закупоривая послѣдній, нарушаютъ правильность его работы.

#### VII. Недостаточный уходъ и отсутствіе санитарно-техническаго надзора, направляющаго работу біологической установки.

Въ большинствѣ случаевъ уходъ за біологическими установками, по словамъ владѣльцевъ, порученъ дворникамъ; но такъ какъ инструкцій послѣднимъ не дано, а санитарно-техническій надзоръ, который долженъ быть направленъ работу установки, совершенно отсутствуетъ, то уходъ такого рода, являясь болѣею частью фиктивнымъ, въ отдѣльныхъ случаяхъ приносить установкамъ только вредъ; такъ, встрѣчались установки, въ которыхъ каналы, приводящіе воздухъ къ окислителю, были заложены, вытяжные каналы никогда не открывались, желоба, распредѣляющіе сточную жидкость по поверхности окислителя, оказывались частью снятыми и пр. Многія изъ установокъ, правильно конструированныхъ, не давали должнаго эффекта очистки исключительно благодаря отсутствію надлежащаго надзора. Прочисткою засоренныхъ выпускныхъ отверстій въ распредѣляющемъ сегнеровомъ колесѣ, прочисткою распредѣлительныхъ желобовъ, перештыковкою верхней части кокса, промывкою его, смѣюю небольшой части его—можно было просто и съ минимальными затратами возста-

новить надлежащую работу сооруженія, избавившись въ нѣкоторыхъ случаяхъ кромѣ того отъ крупныхъ непроизводительныхъ расходовъ, какъ, напримѣръ, отъ расхода на разжиженіе очищенной воды водой водопроводной, что требуется нѣкоторыми городскими управами въ тѣхъ случаяхъ, когда результатъ очистки воды не удовлетворяетъ выработаннымъ требованіямъ.

Только при существованіи прочно поставленнаго санитарно-техническаго надзора можетъ быть организованъ несложный по существу, но надлежаще инструированный уходъ за сооруженіемъ, а также могутъ быть своевременно приняты всѣ мѣры для поддержанія устойчивости его работы.

Закончивъ описаніе недостатковъ въ устройствѣ и въ постановкѣ эксплоатации осмотрѣнныхъ біологическихъ установокъ, слѣдуетъ указать, что тамъ, где описанные недостатки отсутствуютъ, біологическія установки работаютъ удовлетворительно; сюда относятся двѣ установки въ г. Москвѣ; кромѣ тѣхъ анализовъ воды, которые произведены Комиссіей, въ распоряженіи ея имѣются также анализы, сдѣланные ранѣе Московскою городскою управою.

Особый интересъ представляютъ также установки:

1) Въ г. Харьковѣ—при жиломъ домѣ Страхового общества „Россія“; здѣсь результаты изслѣдованія Комиссіи дополняютъ данные о работѣ тѣхъ же установокъ въ продолженіе 1907 и 1908 гг.; данные эти сообщены д-ромъ В. В. Фавромъ.

2) Въ г. Екатеринославлѣ—при Екатеринославской городской думѣ; данные о работѣ этой установки сообщены г. завѣдующимъ Екатеринославской городской лабораторіей, Н. Д. Аверкіевымъ.

Изъ разсмотрѣнія данныхъ анализовъ перечисленныхъ выше установокъ можно заключить, что результаты очистки въ нихъ воды превосходить предъявляемыя требованія и что работа этихъ установокъ обладаетъ достаточной устойчивостью.

Убѣдившись, что неудовлетворительные результаты работъ въ біологическихъ установкахъ получаются весьма часто какъ результатъ грубыхъ ошибокъ проектированія, Комиссія, основываясь на собранномъ до настоящаго времени материалѣ, сочла возможнымъ дать управлениемъ желѣзныхъ дорогъ слѣдующія практическія замѣчанія:

1. Объемъ септика, подготавливающаго сточную воду для дальнѣйшей очистки, долженъ быть разсчитанъ на 1—2-хъ суточное пребываніе въ немъ сточной жидкости, и въ этихъ предѣлахъ тѣмъ болѣе, чѣмъ менѣе установка.

2. Септики должны быть устраиваемы только такого типа, который стремится задержать наибольшее количество взвѣшенныхъ веществъ, при чѣмъ для удобства чистки рекомендуется раздѣлять септикъ на параллельныя, одновременно дѣйствующія, отдѣленія.

3. Въ зависимости оть мѣстныхъ условій можетъ быть примѣнѣемъ непрерывно дѣйствующій или же контактный окислитель.

4. По наблюденіямъ надъ существующими въ Россіи окислителями непрерывного дѣйствія, оказавшимися по изслѣдованіямъ удовлетворительными, объемъ фильтрующаго материала долженъ быть не менѣе  $2 - 2\frac{1}{2}$  объемовъ очищаемой въ сутки воды.

5. На равномѣрное распредѣленіе воды по всей поверхности окислительного материала должно быть обращено серьезное вниманіе, въ особенности въ непрерывно дѣйствующихъ окислителяхъ.

6. Для надлежащей работы окислителя необходимо принять мѣры къ тому, чтобы вся толща загрузки была обеспечена воздухообмѣномъ.

7. Въ установкахъ при больницахъ должны быть устроены приспособленія, помошью которыхъ воды, при надобности, могли бы быть дезинфицированы.

Приведенная выше практическія замѣчанія Комиссія приняла съ слѣдующими двумя оговорками:

1) Что они, являемся предварительными, относятся только до обслѣдованныхъ пока біологическихъ установокъ съ подготовительнымъ септическимъ процессомъ и окислителемъ непрерывного дѣйствія.

2) Что замѣчанія эти предлагаются какъ материалъ для проектированія, основанный на наблюденіяхъ надъ существующими въ Россіи установками; эти замѣчанія ни въ коемъ случаѣ не могутъ быть разсмотриваемы какъ правила для проектированія, какъ потому, что наблюденій надъ установками произведено далеко недостаточно, такъ и главнымъ образомъ потому, что выработка такихъ правилъ неизбѣжно повела бы къ устройствамъ типовымъ, что въ такомъ новомъ и живомъ дѣлѣ, какъ біологическая очистка сточныхъ водъ, является особенно нежелательнымъ, такъ какъ это стѣсняло бы свободу проектированія и примѣненія новыхъ методовъ въ разматриваемой, быстро совершенствующейся, области санитарной техники.

Доложивъ вамъ, Мм. Гг., о полученныхъ пока результатахъ работъ Комиссіи, я позволю поставить на ваше обсужденіе тѣ общія положенія, которые были приняты упомянутою мною Комиссіей:

*Тезисы доклада:*

1. Очистка сточныхъ водъ, т.-е. переводъ органическихъ загрязнений водъ въ безвредныя минеральныя вещества, можетъ быть произведена только біологическимъ способомъ или на поляхъ орошенія, или на искусственныхъ окислителяхъ.

2. Съ экономической стороны очистка сточныхъ водъ біологическимъ способомъ на практикѣ оказывается выгоднѣе вывозки этой воды.

3. Какъ всѣкое техническое сооруженіе, біологическая установки требуютъ за собой ухода, хотя и не сложнаго по существу.

4. Біологіческія установки требують регулярного надзора за своєю работою; на жалѣзныхъ дорогахъ такой надзоръ осуществляется учреждениемъ прочно поставленного санитарно-техническаго органа.

По выслушанному докладу Съездомъ постановлено:

Передать тезисы доклада въ Комиссію.

**Заключеніе Московской группы постоянныхъ членовъ Водопроводныхъ Съездовъ по докладамъ М. И. Бимана, В. А. Дроздова и П. С. Бѣлова объ очисткѣ сточныхъ водъ.**

(Принято въ засѣданіи группы 5-го марта 1909 года).

Московская группа постоянныхъ членовъ Водопроводныхъ Съездовъ считаетъ возможнымъ принять предлагаемые докладчиками тезисы въ нижеслѣдующей редакції:

#### A. Общія положенія.

1) Систематическая канализація населенныхъ центровъ является большимъ санитарнымъ пріобрѣтеніемъ этихъ центровъ. Успѣшность возможно далекаго проведения этого принципа въ жизни находится въ зависимости отъ требованія очищать сточная канализаціонныя воды, и поэтому такое требованіе и установление степени очистки должно быть тщательно обосновано совокупностью всѣхъ мѣстныхъ условій и, главнымъ образомъ, состояніемъ водоема, въ который сточные воды спускаются.

2) Очистка сточныхъ водъ, т. е. переводъ органическихъ загрязненій водъ въ безвредныя минеральныя вещества, можетъ быть произведена экономически выгодно только біологическимъ процессомъ или на поляхъ орошенія, или на искусственныхъ окислителяхъ.

3) Біологическая обработка сточной жидкости, какъ на поляхъ орошенія, такъ и на искусственныхъ окислителяхъ, требуетъ регулярного санитарно-техническаго надзора за всей работой.

#### B. Большия установки.

4) Очистка сточныхъ водъ полями орошенія съ культурою растеній является въ настоящее время, съ санитарной точки зрѣнія, самымъ совершеннымъ способомъ очистки сточной воды, и, гдѣ мѣстныя условія позволяютъ, этотъ способъ долженъ быть примѣняемъ. Но такъ какъ для этого требуются сравнительно большія площади земли, то этотъ способъ можетъ быть примѣнимъ для небольшихъ городовъ или вообще для маленькихъ установокъ.

5) Способъ перемежающейся фільтраціи черезъ естественную почву требуетъ значительно меньше земли, чѣмъ предыдущій способъ, и поэтому съ точки зрѣнія народнаго хозяйства ему должно быть отдано преимущество, особенно для большихъ городовъ. Результаты

очистки сточныхъ водъ этимъ способомъ, при достаточной площади земли и подходящей почвѣ, могутъ быть признаны съ санитарной точки зрењія вполнѣ удовлетворительными.

6) Искусственные біологические способы примѣнимы, когда климатическая условия вызываютъ большія затрудненія къ примененію предыдущихъ способовъ, когда нѣтъ вблизи города достаточной площади подходящей земли или вообще когда экономической разсчетъ, при обсужденіи совокупности мѣстныхъ условій, будетъ на сторонѣ этихъ способовъ. Эти способы даютъ также возможность доводить очистку сточныхъ водъ до желаемой степени, въ зависимости отъ предъявляемыхъ требованій.

Примѣненіе искусственныхъ біологическихъ способовъ дѣлаетъ возможнымъ болѣе удобно производить дезинфекцію сточныхъ водъ во время эпидемій, если при проектированіи сооруженій имѣть это обстоятельство въ виду.

Въ санитарномъ отношеніи искусственные біологические способы, при соблюденіи этихъ условій, вполнѣ примѣнимы.

7) Экономического преимущества какого-либо изъ указанныхъ способовъ нельзя усмотрѣть для всѣхъ случаевъ. Въ каждомъ отдельномъ случаѣ, принимая во вниманіе всѣ мѣстные условія, должно быть установлено сравнительными подсчетами, какой изъ способовъ требуетъ меньше затратъ на устройство и эксплоатацію, если вообще экономической вопросъ для данного случая можетъ имѣть значеніе, и не требуется руководствоваться исключительно санитарными требованіями.

#### *B. Малыя установки.*

8) Съ экономической стороны очистка сточныхъ водъ біологическимъ способомъ на практикѣ оказывается выгоднѣе вывозки этой воды.

9) Какъ всякое техническое сооруженіе, біологическая установки въ отдельныхъ владѣніяхъ требуютъ за собой ухода, хотя и не сложнаго по существу.

#### *Г. Практические выводы по малымъ установкамъ.*

10) Соглашаясь съ докладчикомъ, что данныхъ по малымъ біологическимъ установкамъ собрано недостаточно и что до настоящаго времени не имѣется положительныхъ указаній для проектированія такихъ установокъ, Московская группа считаетъ крайне желательнымъ: 1) довести до свѣдѣнія заинтересованныхъ лицъ (строителей и устраивающихъ) указанные докладчикомъ практические выводы изъ наблюдений надъ существующими біологическими установками, какъ материаль при проектированіи и устройствѣ установокъ и 2) провѣрить эти практические выводы на опытѣ.

*Д. Тезисы къ докладамъ В. А. Дроздова<sup>1)</sup>.*

1. Требование по отношению къ степени обезвреживания фабричныхъ водъ не могутъ быть общими, они зависятъ отъ многихъ мѣстныхъ условий, и поэтому должны составляться каждый разъ въ зависимости отъ размѣровъ и характера того источника, въ который выпускаются. Минимальные требования должны преслѣдоваться, чтобы охранять рѣки: отъ накопленія гниющихъ массъ, зловонія, ядовъ, рѣзкой окраски и помутнѣнія.

2. Химическое осажденіе не устраниетъ загниваемость водъ, содержащихъ растворенные органическія вещества, а потому послѣ этой операции рационально примѣнить окислительные процессы, а получаемые при этомъ осадки подвергать особой переработкѣ.

3. Окислительные процессы, имѣющіе цѣлью минерализовать органическія загрязненія, могутъ быть достигнуты или прибавлениемъ химическихъ реактивовъ, или жизнедѣятельностью микроорганизмовъ. Такъ какъ первый путь практическіи представляеть большія трудности, то слѣдуетъ стремиться къ возможно широкому примѣненію биологическихъ процессовъ въ дѣлѣ обезвреживания фабричныхъ сточныхъ водъ.

---

(Предсѣдатель объявляетъ перерывъ засѣданія).

Предсѣдатель. Засѣданіе возобновляется. На очереди два доклада Н. Д. Аверкіева. Позвольте просить докладчика приступить къ чтенію.

Докладъ Н. Д. Аверкіева.

Процессы нитрификаціи при искусственныхъ культурахъ аэробныхъ бактерій при очисткѣ и обезвреживаніи сточныхъ водъ биологическимъ методомъ<sup>2)</sup>.

Съ 1906 года мною начаты были нѣкоторыя работы, заключающія лабораторные опыты и наблюденія относительно процессовъ нитрификаціи. Существующія изслѣдованія по этому вопросу, касаясь этого процесса въ почвѣ, детально показываютъ всю огромную роль

<sup>1)</sup> Докладъ В. А. Дроздова: „Нѣкоторыя данные изъ практики санитарной техники въ дѣлѣ охраны рѣкъ отъ загрязненія фабричными сточными водами“, принятый въ числѣ другихъ его докладовъ по вопросу о биологической очисткѣ сточныхъ водъ, Московской группой постоянныхъ членовъ, былъ посланъ отъ нея на Съездъ, но за отсутствіемъ докладчика остался недоложеннымъ; докладъ будетъ напечатанъ въ VI-мъ выпускѣ Трудовъ IX-го Съезда.

<sup>2)</sup> Должено: 1) На Съездѣ заводскихъ, рудничныхъ и фабричныхъ врачей въ г. Екатеринославѣ, въ февралѣ 1908 года.

2) На Губернскомъ санитарномъ совѣщаніи при Екатеринославской губернскій земской управѣ по вопросамъ борьбы съ холерой, въ мартѣ 1908 года.

3) Въ Екатеринославскомъ отдѣлѣ санитарной техники Императорскаго Техническаго общества, въ іюнь 1908 года.

4) Въ Обществѣ строителей станцій для очистки сточныхъ водъ биологическимъ методомъ въ Парижѣ въ іюлѣ 1908 г. и въ Лондонѣ въ августѣ 1908 г.

нитрифицирующихъ микроорганизмовъ, участвующихъ въ круговоротѣ азота въ природѣ. Аэробные процессы, лежащіе въ основѣ разложеній и распада сложныхъ органическихъ веществъ въ сточныхъ водахъ при біологическомъ методѣ ихъ очищенія, заключаютъ, конечно, тѣ же основные принципы, что и при нитрификації почвы, но условія, при которыхъ эти принципы получаютъ дѣйствительное осуществленіе, конечно, совершенно отличны отъ извѣстныхъ намъ условій при нитрификації въ почвѣ. Наоборотъ, намъ извѣстны совершенно противоположныя явленія, а именно, что на сложныя азотистыя соединенія, мочевину, амины, бѣлковыя тѣла, амидокислоты и т. п., нитрифицирующія бактеріи не дѣйствуютъ. Всѣ подобныя вещества оказываютъ на нихъ вредное вліяніе. Между тѣмъ, при химическихъ и біологическихъ явленіяхъ въ сточныхъ водахъ, мы и имѣемъ главнѣйшей нашей задачей достичь распада указанныхъ химическихъ соединеній, такъ какъ они составляютъ самую главную часть сточныхъ водъ. Различные реакціи, которыя должны возникнуть главнымъ образомъ благодаря нитрифицирующимъ бактеріямъ, имѣютъ цѣлью совершенное разложеніе этихъ сложныхъ химическихъ соединеній на болѣе простыя.

Совокупность всѣхъ этихъ явленій и процессовъ до сихъ поръ совершенно неизвѣстна, и въ выясненіи этихъ условій и химическихъ явленій, въ выясненіи жизнедѣятельности нитрифицирующихъ бактерій, въ выясненіи наиболѣе успешной работы и размноженія микроорганизмовъ, въ связи съ возникающими при этомъ процессами, и состояли тѣ опыты и наблюденія, которые я излагаю здѣсь.

Главнѣйшимъ процессомъ при біологическомъ методѣ является несомнѣнно та стадія, когда начинается работа аэробныхъ микроорганизмовъ на біологическихъ пластиахъ или фільтрахъ. Поэтому всѣ предварительныя устройства до поступленія водъ на пластъ въ видѣ септикъ-танковъ или предварительной химической очистки—все это дѣлается для того, чтобы облегчить работу нитрифицирующихъ бактерій, дабы вся затрачиваемая ими энергія шла исключительно на окислительныя реакціи, а не тратилась на побочные процессы. Извѣстно, что аэробные микроорганизмы развиваются на самомъ фільтрѣ и, естественно, чѣмъ будутъ значительнѣе ихъ количества и чѣмъ они окажутся жизнеспособнѣе, тѣмъ продуктивнѣе будетъ работа. Однако, нерѣдко наблюдалось, что развитіе ихъ, даже въ усовершенствованныхъ системахъ, не наступаетъ довольно долго, и воды не очищаются въ требуемой степени. Нѣкоторыя изслѣдованія дали основаніе предположить, что явленіе это наблюдается въ тѣхъ случаяхъ, когда количество аэробныхъ бактерій незначительно настолько, что онѣ не могутъ противостоять другимъ видамъ бактерій (например гнилостнымъ), вслѣдствіе чего и не могутъ исполнять своихъ окислительныхъ функций. Въ виду этихъ соображеній, мною сдѣлано было

предположение: что если, тѣмъ или инымъ путемъ, искусственно увеличить количество аэробныхъ бактерій на пластиахъ искусственными культурами, при чёмъ на первыхъ порахъ, помимо питательного материала, находящагося въ сточныхъ водахъ, предоставить имъ питательную среду, состоящую изъ сочетаній определенныхъ химическихъ соединеній, какъ минеральныхъ, такъ и органическихъ, для успешной ихъ работы, то возможно будетъ:

1) съ начала работы достигнуть наиболѣе продуктивныхъ результатовъ дѣятельности искусственного окислителя;

2) поддерживать въ полной силѣ работу микроорганизмовъ питательной средой, даже въ случаяхъ почему-либо прекратившихъ или ослабившихъ работу фильтра;

3) достичь полнѣшаго окисленія всѣхъ сложныхъ органическихъ соединеній азота не только послѣ ихъ гнилостнаго распаденія на аммиакъ, но даже во время гнилостнаго распада на самомъ фильтрѣ;

4) въ тѣхъ случаяхъ, когда чистыя культуры нитрифицирующихъ бактерій будутъ присутствовать въ значительныхъ количествахъ, возможно будетъ обходиться даже безъ септикъ-танка, а пускать разжиженную сточную воду прямо на фильтры. Въ этихъ случаяхъ даже незначительная предварительная работа гнилостныхъ микроорганизмовъ будетъ уже достаточна, при чёмъ возможна факультативная работа этихъ микроорганизмовъ, какъ аэробовъ.

Для проверки этихъ предположеній сначала я остановился на лабораторныхъ опытахъ.

Исходнымъ материаломъ для послѣдующихъ культуръ во всѣхъ опытахъ главнымъ образомъ служилъ, помимо обычныхъ видовъ микроорганизмовъ, видъ, по моему определенію, схожій съ „*Nitrosococcus brasiliensis*“.

Питательными средами служили сочетанія специальнно избранныхъ неорганическихъ химическихъ элементовъ и органическихъ веществъ, съ такимъ разсчетомъ, чтобы въ питательной средѣ все время имѣлась слабо щелочная реакція и, при соответствующихъ процессахъ, среда не превышала бы даже ни коимъ образомъ не только слабокислой, но даже нейтральной реакціи.

При созданіи питательной среды были приняты во вниманіе соединенія и элементы, присущіе сточнымъ водамъ, и приняты во вниманіе тѣ явленія, которыхъ возникнуть при происходящихъ реакціяхъ.

Понятно, что общій процессъ искусственного культивированія нитрифицирующихъ микроорганизмовъ здѣсь непримѣнимъ, такъ какъ процессы, происходящіе при распаденіи молекулъ сложныхъ веществъ при измѣненіяхъ въ сточныхъ и клоачныхъ водахъ, нѣсколько отличны отъ обычныхъ процессовъ нитрификаціи.

Первоначальные опыты заключались въ томъ, что послѣ получения искусственныхъ культуръ аэробныхъ микроорганизмовъ, указанныхъ выше, была взята клоачная вода, представляющая изъ себя мутную желтую жидкость, съ твердыми органическими веществами, фекальнымъ запахомъ и содержаніемъ свободного сѣроводорода, и помѣщена въ эрленмейеровскую высокую колбу. Туда же была прибавлена разводка чистой искусственной культуры бактерій—250 куб. сант., полученныхъ мною, и 100 граммъ питательной среды, составленной для культивированія аэробныхъ микроорганизмовъ. Все это было заткнуто ватной пробкой и оставлено стоять на сутки при комнатной температурѣ на свѣту.

Предварительное изслѣдованіе этой клоачной воды дало слѣдующее:

Реакція этой воды была щелочная, вода желтаго цвѣта, съ непріятнымъ вонючимъ запахомъ, съ сильной опалесценціей.

Въ 1 літрѣ воды содержалось миллиграммъ:

Сухого остатка при 110° С° . . . . .	623
Аміака ( $\text{NH}_3$ ) . . . . .	63
Сѣроводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) . . . . .	34
Хлора . . . . .	213
Азотной и азотистой кислоты ( $\text{NO}_3$ и $\text{NO}_2$ ) . . . . .	0
Хамелеона на окисленіе органическихъ растворенныхъ веществъ . . . . .	486

Тоже на окисленіе взвѣшенныхъ органическихъ веществъ . . . . . 174  
t° по С. . . . . +17°

Изслѣдованіе, произведенное черезъ сутки, показало, что вода эта совершенно лишилась запаха сѣроводорода, на поверхности выдѣлилась блестящая пленка и появились азотистая и азотная кислоты. Опытъ этотъ далъ положительные результаты того, что искусственно культивированная разводка аэробныхъ микроорганизмовъ оказываетъ чрезвычайно сильное окислительное дѣйствие на клоачныя воды, даже непосредственно въ чрезвычайно неблагопріятный обстановкѣ, принимая во вниманіе значительное количество бродильныхъ и гнилостныхъ бактерій, которые, при описанныхъ условіяхъ опыта, должны усиленно способствовать явленіямъ денитрификаціи. Для установлениія болѣе точныхъ данныхъ былъ затѣмъ произведенъ цѣлый рядъ подобныхъ же опытовъ, подтвердившихъ вышеуказанное, послѣ чего только и явилась возможность точно установить эти лабораторные опыты въ количественномъ отношеніи.

Эти опыты были слѣдующіе:

1000 к. с. клоачной жидкости помѣщены были въ колбу, заткнутую ватной пробкой, туда же влито было 100 к. с. чистой культуры аэробныхъ микроорганизмовъ.

Культуры разбавлены были дистиллированной водой въ отношеніи 1 : 1.

1000 к. с. клоачной жидкости помѣщены были въ колбу, закнутую ватной пробкой, куда прибавлено было 250 к. с. чистой культуры микроорганизмовъ.

1000 к. с. клоачной жидкости были помѣщены въ колбу и закрыты ватной пробкой, туда же прибавлено 500 к. с. чистой культуры.

Всѣ эти пробы были оставлены стоять при комнатной температурѣ. Во всѣ пробы было прибавлено по 25 граммъ питательного раствора.

Опыты въ тѣхъ же условіяхъ видоизмѣнены были въ томъ отношеніи, что черезъ слой клоачной жидкости въ колбахъ все время инжекторомъ просасывался воздухъ, т. е. къ жидкости былъ доступъ кислорода. Воздухъ подавался просасываніемъ черезъ колбы съ опытными жидкостями со скоростью 8 литровъ въ 1 часъ.

Послѣ 2, 4, 10-суточнаго стоянія жидкости были сдѣланы изслѣдованія, полученные результаты представлены въ таблицѣ на стр. 311 \*).

Приведенные данныя показываютъ, что процессы разложенія и дальнѣйшаго окисленія, вплоть до простыхъ соединеній, совершаются во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ работа нитритныхъ и нитратныхъ бактерій была интенсивна, т. е., когда количество бактерій было совершенно достаточно для окислительныхъ процессовъ. Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ жидкость получала кислородъ воздуха, тамъ всѣ явленія разложенія протекали весьма удовлетворительно: черезъ двое сутокъ уже жидкость не заключала сырьводорода и гнилостнаго запаха, количество амміака падаетъ значительно, въ некоторыхъ случаяхъ на 60%, и взамѣнъ его появляются азотистая и азотная кислоты въ весьма большомъ количествѣ. Параллельно съ процессами нитритными, идетъ и расщепленіе сложныхъ органическихъ веществъ на свободную углекислоту, что видно по увеличивающемся количеству ея.

Опишу еще три опыта, гдѣ введено было въ сточную воду болѣе значительное количество культуры и питательной среды. Затѣмъ эти опыты были видоизмѣнены въ томъ направленіи, что черезъ слой сточной жидкости, въ которой помѣщены были культуры бактерій, пропускался изъ стальнаго цилиндра чистый кислородъ. По своему составу сточная жидкость была слѣдующая:

Реакція щелочная, желто-бурая мутная, непрозрачная, съ рѣзкимъ гнилостнымъ запахомъ.

\*) Опыты съ сырой клоачной водой, безъ добавленія культуръ и питательныхъ растворовъ, въ теченіе того же периода времени, особыхъ измѣненій не дали; образованія пиратовъ не было наблюдано.

Въ 1 літрѣ вода ды содергится миллиграммъ.	Клоачной жидкости по 1000 к. с.																						
	Прибавлено чистыхъ культуръ по:																						
	100 к. с.	250 к. с.	500 к. с.	100 к. с.	250 к. с.	500 к. с.	Заткнуты ватной пробкой.																
	Черезъ сутокъ:												Черезъ сутокъ:										
	2	4	10	2	4	10	2	4	10	2	4	10	2	4	10	2	4	10	2	4	10		
Сухой остатокъ со- лью при 110° С.	720	722	721	683	800	704	700	718	701	694	685	672	702	706	687	784	766	707					
Хлоръ Cl . . . . .	212	212	211	198	To же	207	To же	193	To же	192	T	o	ж	e									
Амміакъ NH <sub>3</sub> . . .	39	38	27	30	35	25	40	38	29	48	19	24	16	11	15	31	23	18					
Азотистая кислота NO <sub>2</sub> . . . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	Сл.	Сл.	14	9	17	Сл.	12	21	18	10					
Азотная кислота NO <sub>3</sub> . . . . .	0	0	Сл.	0	4	Сл.	0	Сл.	12	Сл.	8	19	0	21	38	3	37	46					
Органическія веще- ства—5 минутное окисление марган- цовисто-каліовой солью . . . . .	103	98	97	88	72	69	81	80	63	72	69	62	82	51	54	63	60	49					
Сърводородъ H <sub>2</sub> S.	17	11	0	12	5	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Угольная кислота свободная CO <sub>2</sub> .	69	117	119	82	96	103	107	118	134	86	150	161	127	142	184	111	129	201					

Въ 1 літрѣ воды содергится миллиграммъ:

Свободного амміака (NH <sub>3</sub> ) всего . . . . .	102
Сухого остатка при 110° С. . . . .	798
Сърводорода (H <sub>2</sub> S) . . . . .	72
Азотной и азотистой кислотъ (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	0
Органическихъ веществъ, растворенныхъ по хамелеону въ миллиграммахъ при 5-ти минутномъ окислениі . . . . .	507
Органическихъ веществъ взвѣшенныхъ . . . . .	214
Хлора (Cl) . . . . .	212

Для опыта было взято: по 500 к. с. клоачной воды, по 350 к. с. чистыхъ не разбавленныхъ культуръ аэробныхъ микроорганизмовъ и по 100 граммъ питательного щелочного экстракта.

Опыты были произведены при комнатной температурѣ. Черезъ 12 часовъ, сутки и 3 сутокъ были произведены изслѣдованія опытныхъ жидкостей, при чмъ оказалось:

Въ 1 літрѣ воды содер- жится миллиграммъ.	Колбы закрыты ватной пробкой.			Черезъ жидкость въ колбахъ про- пускался чистый кислородъ.	
	найдено.				
	Черезъ	Черезъ	Черезъ	Черезъ	Черезъ
	12 час.	24 час.	72 час.	12 час.	24 час.
Сухой остатокъ растворенныхъ солей при 110° С . . . . .	816	847	862	888	929
Хлоръ (Cl) . . . . .	214	211	213	215	212
Амміакъ (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	87	62	35	29	10
Азотная кислота (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . .	Слѣды.	82	117	103	340
Азотистая кислота (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . .	Слѣды.	18	29	82	59
Органическія вещества по окис- ленію хамелеономъ 5 минут . . .	385	183	117	91	26
Сѣроводородъ (H <sub>2</sub> S) . . . . .	14	Слѣды.	0	0	0
Угольная кислота свободная (CO <sub>2</sub> ) . . . . .	104	247	399	292	685

Кислородъ пропускался черезъ жидкость въ среднемъ количествѣ около 3 литровъ въ часъ.

Слѣдуетъ отмѣтить иѣкоторое повышеніе температуры, наблюдавшееся при произведенныхъ опытахъ, а именно, въ среднемъ поднятіе температуры въ первыхъ опытахъ, когда не пропускался воздухъ, было наблюдено на 2,75° С. Во второмъ же случаѣ, при пропускании воздуха черезъ жидкость, 6,25° С.

Не приводя другихъ подобныхъ опытовъ въ этомъ направленіи, я выскажу мнѣніе, что опыты эти можно считать вполнѣ удавшимися и подтвердившими высказанное мною предположеніе о громадной роли искусственной культуры бактерій при введеніи ея въ кругъ процессовъ, совершающихся при распаденіи органическихъ веществъ въ сточныхъ водахъ.

Полагаю, что во время окислительныхъ процессовъ работа гнилостныхъ бактерій, несмотря на краткость периода времени, была уже закончена и сдѣлала подготовку для аэробныхъ микроорганизмовъ, такъ какъ не будь этого, мы бы, конечно, имѣли здѣсь тогда не нитрификацію, а денитрификацію, т. е. обратный процессъ послѣдовательного расщепленія, такъ какъ налицо имѣются въ жидкости уже всѣ необходимые элементы: азотная кислота (въ соляхъ) и гнилостныя бактеріи.

Если мы выразимъ результаты работы бактерій при процессахъ разложения и обезвреживания сточныхъ водъ въ сравнительно одинаковыхъ условіяхъ, то это будетъ, на основаніи изложенныхъ опытовъ, наглядно представлено слѣдующей таблицей:

Въ 1 літрѣ воды содержится милли- граммъ.	Первоначальная клоачная вода 500 к. с.				Клоачная вода 500 к. с. послѣ 48 ч. съ введеніемъ искусств. культур-и питательной среды, безъ просасыванія воздуха. Культуръ разбавлено 1 : 1. Введено 250 к. с.				Клоачная вода 500 к. с. При равныхъ предыдущихъ услови- яхъ просасывался воздухъ.				Клоачная вода 500 к. с., нераз- бавлен. культура 350 к. с., пи- тательной среды 100 к. с. Возду- хъ не пропускался.				Клоачной воды 500 к. с., не- разбавленныхъ культуры 350 к. с. Черезъ слой жидкости пролук. чистый кислородъ.			
	Вода A.	Вода B.	A. I.	%	A. II.	%	B. III.	%	B. IV.	%	B. V.	%	B. VI.	%	B. VII.	%				
Сухой остатокъ солей при 110° С. . . . .	683	798	700	+ 2.4	786	+ 15.0	847	+ 6.1	929	+ 16.3										
Хлоръ (Cl) . . . . .	213	212	207	—	192	—	215	—	212	—										
Амміакъ (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	63	102	40	— 31.7	31	— 50.0	62	— 39.2	10	— 88.2										
Азотная кислота (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .	0	0	Сл.	—	21	+ 21	24	+ 24	340	+ 340										
Азотистая кислота (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .	0	0	0	—	3	+ 3	18	+ 18	59	+ 59										
Сѣроводородъ (H <sub>2</sub> S) .	34	72	0	— 100	0	— 100	100	— 100	0	— 100										
Хамелеона на окисленіе органическ. веществъ .	426	502	81	— 80.9	63	— 75.8	183	— 83.7	26	— 94.4										
Углекислота (CO <sub>2</sub> ) сво- бодная . . . . .	42	87	107	+ 159	111	+ 164.2	247	+ 464.2	685	+ 1530										

Вода I и II сравнивается съ водой A.

Вода III и IV . . . . . Б.

Изъ разсмотрѣнія этой таблицы и предыдущихъ ясно видно, что интенсивная окислительная работа бактерій появляется тотчасъ, какъ только количество ихъ вводится въ достаточномъ объемѣ; кромѣ того, опыты, гдѣ въ жидкость вводился чистый кислородъ, наглядно показываютъ намъ, на какую большую величину увеличивается работа микроорганизмовъ. Уменьшеніе на 88,2% амміака и увеличеніе на 34% азотной кислоты, уменьшеніе органическихъ веществъ на 94% и колоссальное увеличеніе свободной угольной кислоты ясно показываютъ интенсивность работы аэробныхъ микроорганизмовъ въ

чрезвычайно благоприятной имъ средѣ кислорода. Это же явленіе наблюдалось и тамъ, гдѣ къ жидкости былъ и доступъ воздуха и, следовательно, кислорода, при чмъ само собою понятно, что тамъ процессы нѣсколько замедлены.

Очищенная вода лишена всякаго запаха, съ незначительнымъ осадкомъ на днѣ, прозрачная, не загниваетъ. По прошествіи 3—4 недѣль на днѣ начинаетъ появляться водяная зеленая фауна кислородного характера.

Укажу еще на одно чрезвычайно интересное обстоятельство, именно, что патогенные микробы погибаютъ въ средѣ культуръ аэробовъ довольно быстро.

Опыты эти важны въ томъ отношеніи, что подтверждаютъ неоднократно указываемыя различными изслѣдователями наблюденія о ненахожденіи въ сточныхъ водахъ, очищенныхъ біологическимъ методомъ, патогенныхъ микроорганизмовъ. На этомъ основаніи, можно съ большой увѣренностью сказать напередъ, что разъ количество нитрифицирующихъ бактерій на искусственныхъ окислителяхъ будетъ значительно, то и въ водахъ не должно быть болѣзнетворныхъ бактерій, такъ какъ онѣ должны погибнуть при окислительныхъ процессахъ. Присутствіе ихъ будетъ въ томъ только случаѣ, если работа окислителей не будетъ нормальна.

Всѣ эти лабораторныя изслѣдованія даютъ мнѣ право сдѣлать указаніе, основанное на наблюденіяхъ, что вполнѣ будетъ возможно впослѣствіи, разработавъ болѣе детально эти наблюденія, осуществить ихъ на практикѣ, и тогда, конечно, могутъ оказаться излишними не только септикъ-танкъ, но даже и самый фільтръ, а вся работа будетъ происходить въ соответствующихъ бассейнахъ и т. п. Съ конца декабря 1907 года, при зданіи Екатеринославской Городской Думы, начало функционировать выстроенное сооруженіе біологической очистки клоачныхъ водъ. Пользуясь работой его, я примѣнилъ на практикѣ нѣкоторые свои лабораторные опыты, часть которыхъ изложу здѣсь.

Какъ извѣстно, работа всякой біологической станціи требуетъ извѣстнаго времени на такъ называемое созрѣваніе пласта, послѣ чего только собственно и начинается обезвреживаніе и очистка воды. Подъ созрѣваніемъ этимъ разумѣется прочная колонизация аэробныхъ микроорганизмовъ. Въ современныхъ наилучшихъ системахъ, съ автоматическими распределителями, на это требуется періодъ времени отъ 3 до 5 недѣль, иногда и больше, что зависитъ отъ состава сточныхъ водъ; въ системахъ же устарѣвшихъ, съ періодическими напусками, созрѣваніе это длится иногда мѣсяцы.

Въ 1—3 недѣли работы установки обыкновенно вода проходитъ біологический пластъ безъ всякаго измѣненія, ничѣмъ не отличаюшись отъ поступившей клоачной; послѣ этого срока въ химическомъ составѣ

начинаютъ появляться измѣненія. Желая опредѣлить на практикѣ, на сколько введеніе полученныхъ мною искусственныхъ культуръ можетъ увеличить и ускорить окислительныя способности биологического пласта на 6-ой день его работы, я помѣстилъ во всей толщѣ фильтра (дiam. 6 м., высота 1,5 м.) 4 литра искусственныхъ культуръ нитритъ-нитратныхъ микроорганизмовъ, съ соотвѣтствующей питательной средой. Разбавленіе культуръ равнялось 1 : 10.

Черезъ 3 для послѣ этого сдѣланы наблюденія и изслѣдованія, изложенные ниже. Увеличеніе окислительныхъ процессовъ отмѣчено на 2-ой день. Черезъ 5 дней, послѣ первой порціи, на фильтръ введена была вторая культура, 2 литра съ разбавленіемъ 1 : 8 и, наконецъ, еще черезъ 5, считая съ начала черезъ 10 дней, третья—2 литра съ разбавленіемъ 1 : 5. Послѣ введенія третьей порціи искусственной культуры, что было на 12-й день работы установки, дальнѣйшихъ прибавленій не было, и работа совершалась все время интенсивно и одинаково.

Полученные результаты можно представить въ видѣ таблицы I (стр. 316).

Въ таблицѣ II (стр. 317) представлены также данныя работы другой станціи <sup>1)</sup>, послѣ введенія въ окислитель 5-ти литровъ культуры нитрифицирующихъ микроорганизмовъ, разбавленныхъ 1 : 1 дистиллированной водой, и 1-го литра питательной среды. Введеніе культуръ и среды произведено во время минимальной работы станціи—ночью. Изслѣдованіе очищенной воды, до и послѣ прибавленія культуръ, выражается:

Обращаясь къ таблицѣ I, отмѣтимъ слѣдующее:

Даже въ самомъ началѣ работы введеніе искусственныхъ культуръ рѣзко отразилось на паденіи органическихъ веществъ—почти на 50 %. Точно такимъ же образомъ обстоитъ и съ свободнымъ амміакомъ, именно паденіе почти на 52 %; отмѣчено также появленіе слѣдовъ азотистой кислоты и азотной. Результатъ второго и третьяго добавленія аэробныхъ микроорганизмовъ выразился, какъ и раньше, главнымъ образомъ въ паденіи амміака и окисленіи его въ азотную кислоту, увеличеніе которой, по сравненіи съ первой и второй прибавкой, выражается громадной цифрой, а именно 135 %. Увеличеніе свободной угольной кислоты свидѣтельствуетъ о полномъ распадѣ и окисленіи сложныхъ органическихъ соединеній. Явленія эти свидѣтельствуютъ, что микроорганизмы прочно укрѣпились въ своемъ новомъ жилищѣ, выдержали борьбу за существование и стали правильно и интенсивно вести свою работу, расщепляя молекулы сложныхъ органическихъ соединеній и окисляя амміачные соединенія. Съ этого момента всѣ совершающіеся процессы должно признать идущими совершенно правильно и отчетливо, а результаты работы очень вы-

<sup>1)</sup> Въ г. Екатеринославѣ, Проспектъ, д. Смолякова, устроена на 400 ведеръ воды въ сутки.

Таблица 1.

Начало работы станции 28 декабря 1907 года.										
Въ 1 літрѣ воды содержится милли- граммъ.		1908 г.								
Сухой остатокъ . . . . .	680	701	716	697	723	731	701	718	727	589
Окисляемость 5 мин. . . . .	152,8	120,7	63,2	126,4	66,3	66,1	122,3	56,8	53,2	116,8
Окисляемость въ милли- грамммахъ кислородъ. . . . .	38,2	29,3	76	32	16,8	15,2	31,9	14,4	13,6	30,4
Аммиакъ ( $\text{NH}_3$ ) . . . . .	56	43	25	48	31	17	49	18	17,3	42
Азотистая кислота ( $\text{NO}_2$ ) . . . . .	0	0	0	0	Слѣды.	11	0	7	25	0
Азотная кислота ( $\text{NO}_3$ ) . . . . .	0	0	0	Слѣды.	0	2	17	0	29	0
Сѣрводородъ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) . . . . .	1,7	2,7	0	есть	0	0	0	0	0	есть
Хлоръ (Cl) . . . . .	212	218	212	202	205	205	210	209	212	219
Зола . . . . .	Глино- стная. Бурый цѣпѣль.	Нѣтъ. Нѣтъ. Гнил. Нѣтъ. Нѣтъ.	Нѣтъ. Нѣтъ. Гнил. Нѣтъ.	Сл.-жел. Сл.-жел.	Прозрач. Прозрач.	Прозрач. Прозрач.	Гнилост. Желтый.	Нѣтъ.	Гнилост. Желтый.	Никакого. Прозрач.
Цѣпѣль . . . . .	1—3 с.	1—2 с.	0	1—5 с.	1—12 с.	1 с.	1—12 с.	15 с.	10 с.	12 с.
Прозрачность, шрифтъ . . . . .	0	75	19	61	11	0	33	0	0	0
Снѣдѣна, № 1 . . . . .	117	—	89	111	—	142	168	—	172	181
Углекислота свободная . . . . .										235

1) Послѣ 4 сутонной инкубации, при  $27^{\circ}\text{C}$ , въ волѣ затинуванія не наблюдалось.

Таблица II.

Въ літрѣ воды миллиграммъ.	Введеніе культуръ.	
	До	Послѣ.
Сухой остатокъ солей при 110° С . . . . .	539	618
Азотная кислота $N_2O_5$ . . . . .	0	12
Азотистая кислота $N_2O_3$ . . . . .	0	32
Амміакъ весь $NH_3$ . . . . .	35	21
Органическія вещества по хамелеону . . . .	109	54
Сѣроводородъ $H_2N$ . . . . .	4	0
Угольная кислота $CO_2$ . . . . .	0	89

сокими. Я полагаю, что эти опыты вполнѣ ясно показываютъ, какое большое значение имѣть искусственная культура аэробныхъ бактерій и веденіе ея непосредственно на практикѣ. Полученные за 18 дней работы, указанные въ таблицахъ I и II, результаты очистки можно признать очень хорошими и едва ли когда наблюдавшимися изъ всѣхъ существующихъ устроенныхъ станцій биологической очистки сточныхъ водъ.

Кратко излагая описанные пока опыты, я позволю себѣ сдѣлать слѣдующія заключенія:

1) Искусственная культура аэробныхъ бактерій для нитрификаціи сточныхъ водъ можетъ быть вполнѣ осуществлена.

2) Перенесенная на практическую почву, она оказываетъ существенное улучшеніе въ дѣлѣ обезвреживанія клоачныхъ водъ биологическимъ методомъ.

3) Обладая искусственными культурами, возможно сдѣлать серьезные измѣненія въ существующихъ методахъ, въ отношеніи упрощенія процесса и ускоренія его.

Сообщая о своихъ изслѣдованіяхъ, я позволю себѣ оставить за собою начальное авторское право, какъ первого изслѣдователя въ этомъ дѣлѣ, и пригласить лицъ, интересующихся даннымъ дѣломъ, заняться изученіемъ этихъ вопросовъ.

Въ настоящее время мною производится и произведенъ рядъ опытовъ сравнительно въ большемъ масштабѣ. Полученные пока результаты вполнѣ подтверждаютъ описанное въ настоящей статьѣ и даютъ полную надежду сдѣлать существеннѣйшія улучшенія въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ биологическимъ методомъ.



**Брянский заводъ**  
ст. „БОЛВА“, Риго-Орловской  
жел. дор.  
Основанъ въ 1873 году.



1882.



1896.

**Александровский**  
Южно-Российский заводъ  
бл. ЕКАТЕРИНОСЛАВА.  
Основанъ въ 1885 году.

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**БРЯНСКАГО**

рельсопрокатного, желѣзодѣлательного и механическаго завода.

Правленіе Общества въ С.-Петербургѣ, Морская, 46.

Адресъ для телеграммъ:

„Петербургъ, Брянск заводъ“.

Телеф.: Правленія № 5-60.

Предѣлателя Правл. № 292-99.

Завѣд. дѣлами Правл. № 254-85.

Секретаря Правленія № 254-86.

Бухгалтеріи Правл. № 254-87.

**Заводы изготавляютъ:****БРЯНСКИЙ ЗАВОДЪ:**

Паровозы, пассажирскіе и товарные вагоны, вагоны-цистерны, вагоны для перевозки спирта, молочныхъ продуктовъ, вагоны-ледники, вагоны конко-желѣза, дорогъ, пароходы, баржи. Устройство переносныхъ ж. дор. съ подвижнымъ составомъ; путевыя переводныя стрѣлки, крестовины, поворотныя круги, стропила, мости, резервуары для храненія нефти и керосина. Машины. Паровые и гидравлические двигатели разныхъ типовъ, всевозможные станки, подъемные краны, насосы и проч.; паровые котлы; артиллерійскіе сваиды разн. калибровъ: бронебойные, падубойные, фугасные, шрапнели, гранаты и проч.; зарядные ящики, лафеты. Запасныя части для по-

движного состава: паровозы, тендера, вагонныя рессоры, пружины и проч.

**АЛЕКСАНДРОВСКИЙ ЗАВОДЪ:**

Чугунъ, ж. з., сталь; мосты, строцила и рельсы всевозможн. типовъ для паровыхъ, электрическихъ и конныхъ ж. дорогъ и скрѣпленія къ нимъ; листовое и сортовое ж. з., швеллеры, балки и т. д. Вертикальная отливка чугунныхъ водопроводныхъ и канализационныхъ трубъ всѣхъ діаметровъ и фасонныхъ частей къ нимъ; водоемные, керосино-вые и нефтяные резервуары.

Общество имѣть свои ж. з. рудники въ Криворогскомъ и Кергенскомъ мѣстона-  
хожденіяхъ.

**Отдѣлъ водоснабженія и канализації.**

Полное оборудование водопроводовъ: городскихъ, ж. з. и промышленныхъ, съ укладкою трубъ, постройкою зданій и механическимъ оборудованіемъ. Полная гарантія прочности исполненныхъ сооруженій. Составленіе общихъ и детальныхъ проектовъ водоснабженія и канализації городовъ.

Изготовленіе и поставка всѣхъ частей водоснабженія.

**Представительства:**

въ Москвѣ,  
Харьковѣ,  
Николаевѣ,  
Варшавѣ,  
Кievѣ,  
Тифлісѣ, Баку.

Брянского завода.	Адресъ для телегр.: „Бѣжица, Заводу“. писемъ: „Бѣжица, Орловской губ.“.
Алексан- дринскаго завода.	Адресъ для телегр.: „Екатеринославъ- Чечелевка, заводу“. писемъ: „Горяниново, Екатеринославской губ.“. грузовъ: „Ст. Горяниново, Екатеринославской губ.“.
	грузовъ: „Ст. Горяниново, Екатериинской ж. дор.“.



Бронзо-чугунно-литейный, арматурный

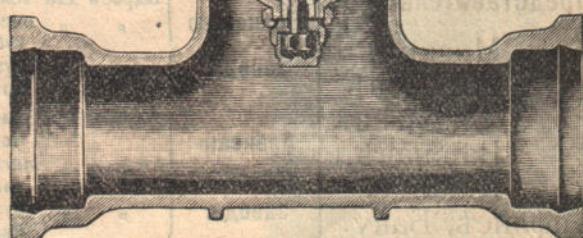
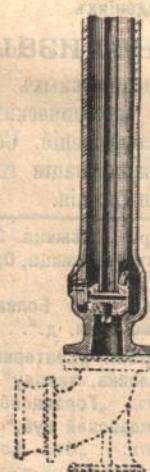
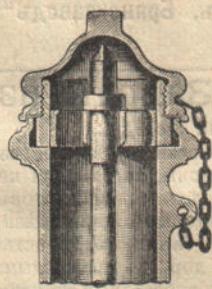
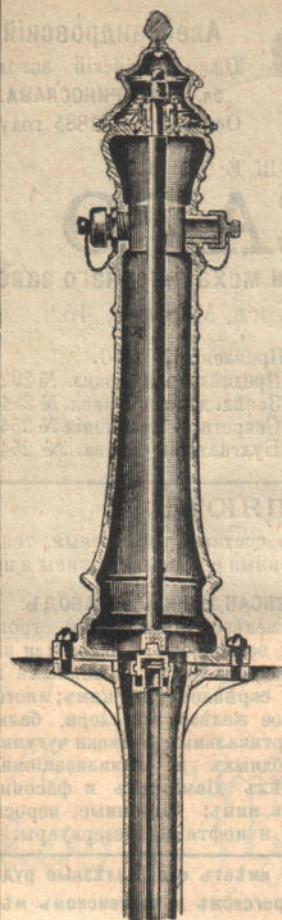
**Ф. Гакенталь и Ко.**

МОСКВА, Сыромятническая, № 26.

Адресъ для телеграммъ: МАНОМЕТРЪ-МОСКВА.



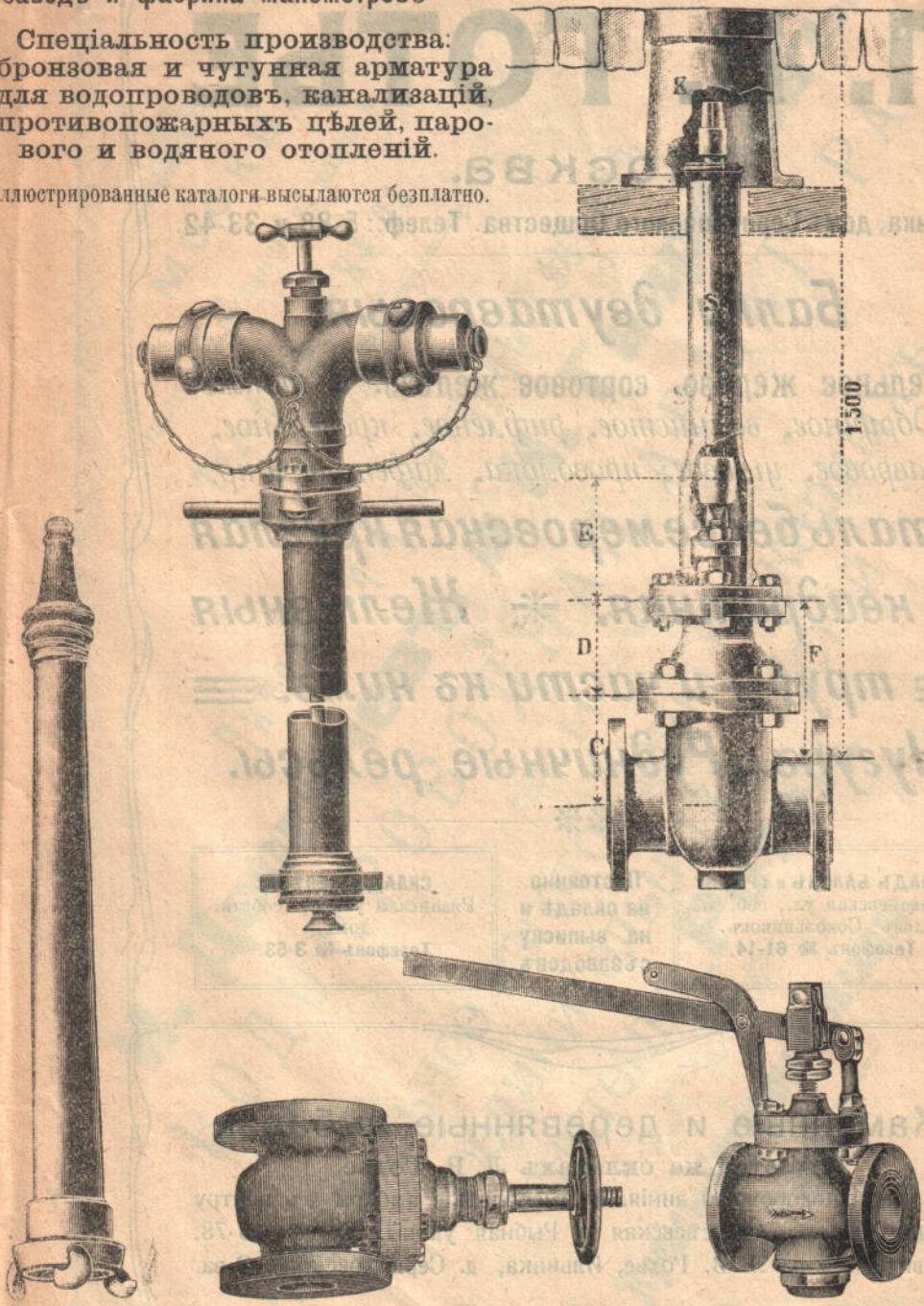
Имѣется всегда большой выборъ  
предметовъ специальности  
на складѣ.



**заводъ и фабрика манометровъ**

Спеціальность производства:  
бронзовая и чугунная арматура  
для водопроводовъ, канализаций,  
противопожарныхъ цѣлей, паро-  
вого и водяного отоплений.

Иллюстрированные каталоги высыпаются бесплатно.



# Л. В. ГОТЬЕ

**Москва.**

Ильинка, домъ Серпуховского Общества. Телеф.: 5-88 и 33-42.

## *Балки двутавровые,*

котельное желѣзо, сортовое желѣзо, а также:

Обручное, волнистое, рифленое, кровельное, тавровое, угловое, проволока, лафетное и пр.

**Сталь бессемеровская круглая  
и квадратная. — Желѣзныя  
трубы и части къ нимъ. —  
Чугунъ. Рудничные рельсы.**



СКЛАДЪ БАЛОНЪ И ТРУБЪ:  
Алексѣевская ул., соб. д.,  
близъ Сокольниковъ.  
Телефонъ № 61-14.

Постоянно  
на складѣ и  
на выписку  
съ заводовъ.

СКЛАДЪ ЖЕЛѢЗА:  
Рязанская улица, собств.  
домъ.  
Телефонъ № 3-53.

## **Каменные и деревянные амбары**

сдаются на складахъ Л. В. Готье.

Своя желѣзнодорожная линія. Самые близкіе амбары къ центру города. Москва, Алексѣевская и Рыбная улицы. Телеф. 15-78. Справиться: к-ра Л. В. Готье, Ильинка, д. Серпуховского О-ва.

И. Дергачевъ и И. Гавриловъ.  
водопроводная и специальное изготавление пожарныхъ  
системы „Рогъ“.

Москва  
Большая Грузинская, домъ № 63.  
Телефонъ № 84-02.

Литейный Армадурный заводъ

Москвичи! Купите у нас  
специальные пожарные насосы и  
трубы для пожарныхъ системъ.

Москвичи! Купите у нас  
специальные пожарные насосы и  
трубы для пожарныхъ системъ.



Поставщики Двора Его Императорского Величества

## ВИЛЛЕРУА и БОХЪ

въ Метлахѣ, Мерцигѣ и Дрезденѣ

ПРЕДЛАГАЮТЪ:

### Метлахскія плитки для половъ.

**Глазурованныя плитки** для облицовки  
стѣнъ, для устройства ваннъ и бассейновъ.

**Фаянсовые издѣлія** всякаго рода для  
водопроводныхъ цѣлей: ванны, клозеты,  
умывальники, корыты и т. д.

Главные Представители  
торговый домъ

## КОСЬ и ДЮРРЪ.

С.-Петербургъ,  
Гороховая улица, 1.  
Телефонъ № 10-07.



Москва,  
Красные ворота, д. Григоровой.  
Телефонъ № 22-42.



# МОСКОВСКОЕ товарищество РЕЗИНОВОЙ МАНИФАКТУРЫ.

КОНТОРА въ Москвѣ, Никольская, домъ гр. Шереметева.

## ВСЕВОЗМОЖНЫЯ РЕЗИНОВЫЯ ИЗДѢЛІЯ

по чертежамъ, образцамъ, моделямъ и проч.

Кромъ того  
изготавляются:

## РУКАВА

Пеньковые прорезиненные для пожарныхъ цѣлей высшаго сорта.  
Всасывающіе со спиралью. Резиновые, выбрасывающіе, мягкие.  
Паропроводные со спиралью и безъ оной. Нефтяные лучшаго  
качества и т. д.

## Техническія издѣлія:

пластина, шнуръ, кольца для водоуказательныхъ стеколъ,  
шары для вентиляй, клапаны, буфера, прокладочныя кольца,  
набивка и проч.

## Асbestosвые издѣлія:

пластина и разныхъ видовъ набивка съ резиной и безъ резины.

ЗА ДОБРОКАЧЕСТВЕННОСТЬ  
ПОЛНАЯ ГАРАНТИЯ.

Прейс-куранты, смѣты и образцы высылаются бесплатно.



## Мюръ и Мерилизъ.

### ТЕХНИЧЕСКІЙ ОТДѢЛЪ.

Петровка, д. Хомякова.

(противъ пассажа Солововникова).

Телефоны: №№ 180-15 и 180-16.

Адресъ для телеграммъ:

Москва—Мюръ и Мерилизъ.



Водоснабженіе городовъ, желѣзно-дорожныхъ  
станцій и проч.

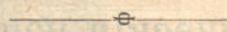
Водостокъ. Дренажи.

Водопроводъ.

Газопроводъ.

Канализація. Поля орошенія.

Санитарная принадлежности  
англійскихъ и американскихъ заводовъ.

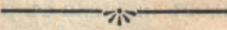


Плиточныя работы. Настилка  
половъ.

Облицовка стѣнъ.

Облицовочный кирпичъ

для фасадовъ и проч.



**Товарищество  
НАРВСКАГО  
машиностроительного  
завода**

(бывш. Д. ЗИНОВЬЕВЪ и Ко).  
ВЪ НАРВЪ.

Контора въ С.-Петербургѣ:

Столярный пер., 6.

Адресъ для телеграммъ: «Нарва—Машиностроеніе».

«Петербургъ—Нарвалитъ».

**Спеціальность:  
ЧУГУННЫЯ ТРУБЫ.**

Русско-Бельгийское Общество

КЕРАМИКОВЫХЪ ИЗДѢЛІЙ

# Заводъ „НОВЪ“

въ Боровичахъ (Новгородской губ.).

Главная Контора:

С.-Петербургъ, Николаевская ул., 3. Телефонъ № 24-01.

Адресъ для телеграммъ: С.-Петербургъ «Керановъ».

**ТРУБЫ:** канализационные и дренажные; осадочные и смотровые колодцы; выгреба и дренажные колодцы; фановые трубы, трубы для отводки вентиляционныхъ и дымовыхъ каналовъ; наружные дымовые трубы для паровозныхъ зданій.

Исполненіе проектовъ и сметъ, а также производство канализационныхъ и дренажныхъ работъ.

Продажа огнеупорныхъ глинъ, шамота и фаянсовыхъ облицовочныхъ плитокъ.

Прейс-куранты высыпаются по требованію.

### ЗОЛОТЫЯ МЕДАЛИ НА ВЫСТАВКАХЪ:

Въ С.-Петербургѣ въ 1893 и 1908 гг. Въ Н.-Новгородѣ въ 1896 г.

Въ Киевѣ въ 1897 г. и въ Вильно 1909 г.

### Большая серебряная медаль на выставкѣ

VIII Русского Водопроводного Съезда въ С.-Петербургѣ въ 1907 г.

### Представители:

МОСКВА, Троицкая ул., 15-17, Г. Ф. Циммерманъ.

КОВНА, П. Граевскій.

КІЕВЪ, Крещатикъ, 35, А. Буковинскій и Я. Слісскій.

ЕКАТЕРИНОСЛАВЪ, Торг. Домъ А. Майданскій и С-я.



ОБЩЕСТВО  
машино-строительного  
и чугунно-литейного завода  
**К. РУДЗКИЙ и К°.**

Въ ВАРШАВѢ, по Фабричной улицѣ, № 3.

Отдѣлениe въ НОВО-МИНСКѢ, || Адресъ для писемъ и телеграммъ:  
ст. Привилегированнаго жел. дорогъ. || Варшава, Заводу Рудзкаго.

Петербургское Представительство: С.-Петербургъ, Фонтанка, 58.

**Спеціальности завода:**

- 1) Чугунныя трубы водопроводныя и водоотводныя  
диаметромъ отъ  $1\frac{1}{4}$ " до  $36"$ , вертикальной отливки и всякаго  
рода фасонныя къ нимъ части.
- 2) Полное устройство водоснабженій для желѣзнодорож-  
ныхъ станцій и городовъ; къ нимъ: паровые котлы, насосы, баки,  
подогреватели, водоразборные, пожарные и гидравлические краны,  
вентили, задвижки, вантусы и всякаго рода арматура для водо-  
проводовъ.
- 3) Автоматическія огнетушительныя установки со  
спринклерами Линзера, за устройство коихъ всѣ страховыя об-  
щества дѣлаютъ 45%, скидки со страховой преміи.
- 4) Чугунныя отливки всѣхъ родовъ и размѣровъ и въ особен-  
ности для надобностей механическихъ, газовыхъ, химическихъ и со-  
довыхъ заводовъ.
- 5) Стальные отливки по способу Тропенаса требуемой твердости  
по собственнымъ и присланннымъ моделямъ, какъ-то: колеса для ваго-  
нокъ, полускаты, подушки для мостовъ, зубчатки, реторты, буксы,  
шпренгеля, наковални и т. п.
- 6) Постройка мостовъ—желѣзнодорожныхъ и шоссейныхъ—съ  
опусканіемъ кессоновъ и устройствомъ каменныхъ опоръ: поставка  
металлическихъ фермъ для мостовъ, віадуковъ и строиль.
- 7) Поворотные круги системы Селлерса, вагонные и паровозные,  
усовершенствованной конструкціи съ гидравлической пятой. Семафоры,  
Подъемные механизмы. Стрѣлки, крестовины и переводы для желѣз-  
ныхъ дорогъ и городскихъ трамваевъ.
- 8) Водяныя турбины новѣйшихъ быстроходныхъ типовъ и произ-  
вольной силы, для напоровъ отъ 0,4 метра и выше.

Инженеръ В. Л. Либертъ, Москва.

ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНТОРА

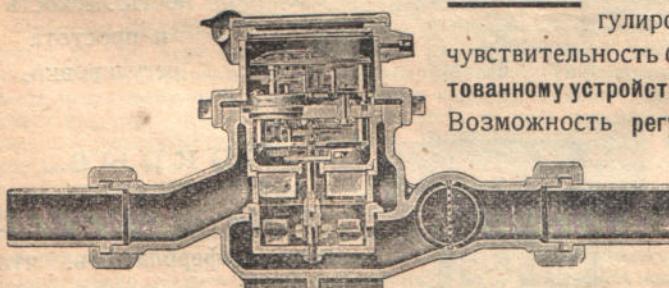
Генеральный представитель Акц. О-ва прежде Г. МЕЙНЕКЕ въ Бреславлѣ.

## Турбинные водомѣры.

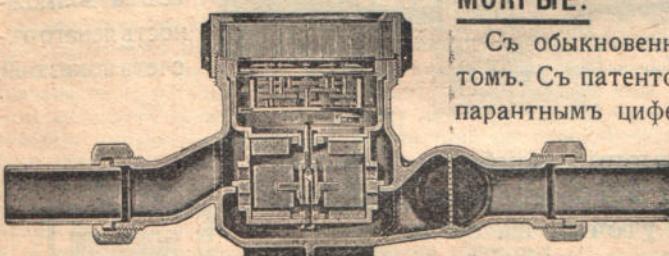
Болѣе 560.000 штукъ въ употребленіи.

### Водомѣры нормального типа.

Съ внутренней коробкой и концентрическимъ входомъ воды.

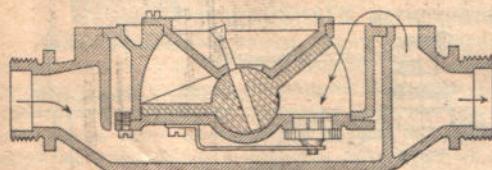


**СУХИЕ.** Точная и простая регулировка. Большая чувствительность благодаря патентованному устройству смазки конуса. Возможность регулировать положение крыльчатки благодаря составной оси. Обратный отсчетъ воды.



### МОКРЫЕ.

Съ обыкновеннымъ циферблаторомъ. Съ патентованнымъ транспарантнымъ циферблаторомъ, дающимъ ясный отсчетъ даже при обилии осадковъ въ водѣ.



**Дисковые сухіе и мокрые.** Нормальной конструкціи съ коническимъ дискомъ. Съ патентованнымъ предохранителемъ отъ поломки диска при гидравлическихъ ударахъ.

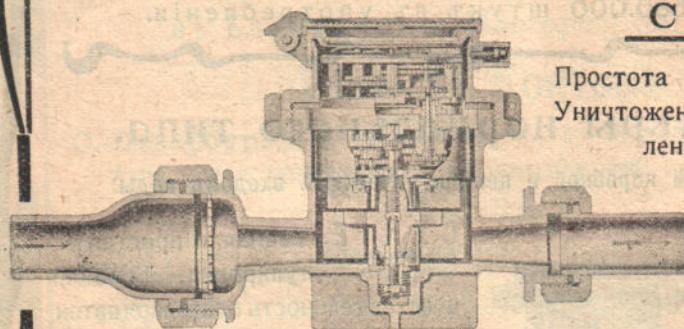
Москва, Мясницкая, д. Анановыхъ. Телеф. 3-39.  
Телегр. adr. "Водомѣры".

Инженеръ В. Л. ЛИБЕРТЪ, Москва.

Генеральный представитель Акц. О-ва прежде Г. МЕЙНЕКЕ въ Бреславль.

## ТУРБИННЫЕ ВОДОМЪРЫ ТИПА „КОСМОСЪ“.

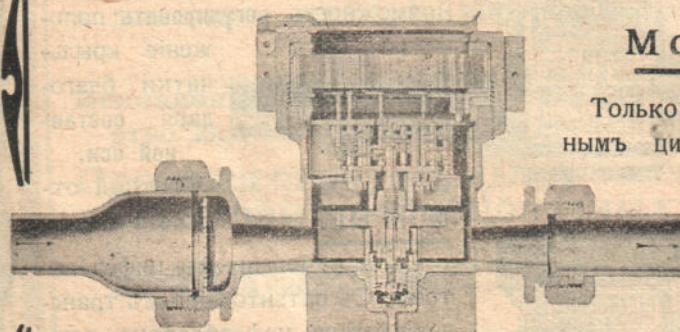
Безъ внутренней коробки, съ непосредственнымъ впускомъ воды на крыльчатку.



### Сухие.

Простота и компактность.  
Уничтожение бокового давления на ось.

Чувствительность и точность. Легкость и простота регулировки.

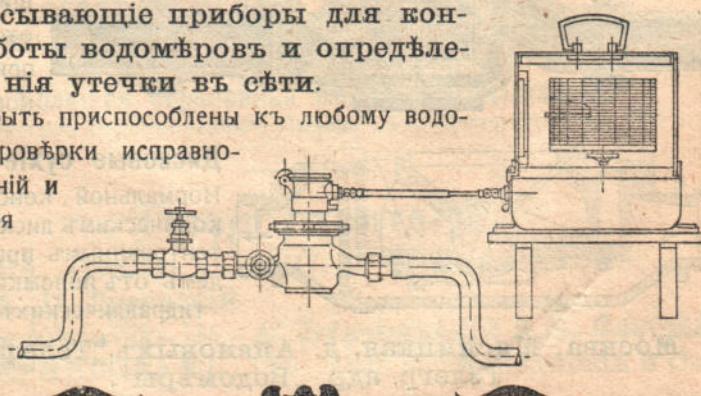


### Мокрые.

Только съ транспарантнымъ циферблатомъ, что гарантируетъ всегда возможность яснаго отсчета показаний.

Самозаписывающіе приборы для контроля работы водомѣровъ и определенія утечки въ сѣти.

Могутъ быть приспособлены къ любому водомѣру для проверки исправности показаний и изслѣдованія домовой сѣти.

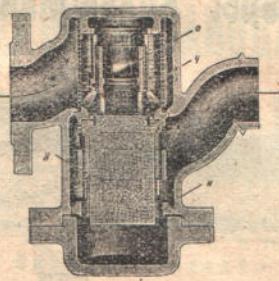
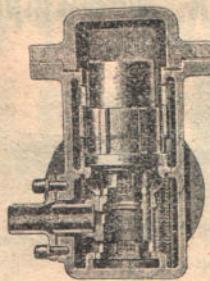


# Инженеръ В. Л. ЛИБЕРТЪ, Москва.

Генеральный представитель Акц. О-ва прежде г. МЕЙНЕКЕ въ Бреславль.

## ВОДОМЪРЫ для измѣрения большихъ количествъ воды.

Комбинированные водомѣры „Мейнеке“ съ клапаномъ двойного дѣйствія патента Эйснера.



### ОТЗЫВЫ ВОДОПРОВОДНЫХЪ УПРАВЛЕНИЙ.

Аттестатъ Берлинского городского водопровода отъ 2 февраля 1903 г. „Мы получали до сихъ порь хороши результаы съ поставленными Вами клапанами двойного дѣйствія, 4 такихъ клапана работало вмѣстѣ съ обыкновенными клапанами болѣе продолжительный срокъ. При этомъ клапаны двойного дѣйствія при мѣняющемся среднемъ расходѣ въ 8—10 куб. метр. въ день показывали до 30% больше, чѣмъ обыкновенные клапаны. Даѣе въ 10 мѣстахъ наблюдали только за одними клапанами двойного дѣйствія. При сравненіи этого періода наблюдений съ такимъ же періодомъ предшествовавшаго года было въ 9 случаяхъ констатировано увеличеніе показаній, хотя разслѣдованіемъ не удалось установить видимыхъ причинъ увеличенія потребленія. При опытахъ съ 2 комбинированными водомѣрами, установленными на гидрантныхъ линіяхъ, оказалось, что примѣненіемъ двойныхъ клапановъ можно достичь точной регистраціи даже и небольшихъ количествъ воды.“

(Подпись) Беэръ.

### Отзывъ СТОКГОЛЬМСКАГО водопровода отъ 7 августа 1907 г.

Сообщаемъ, что комбинированные водомѣры „Мейнеке“ съ клапаномъ двойного дѣйствія патента Эйснера работали до сихъ поръ къ нашему полійшему удовольствію, и что означенная система отвѣчаетъ всѣмъ требованіямъ, какія можно предъявить къ подобного рода приборамъ. Преимущество этой системы то, что вода не можетъ проходить по главному водомѣру прежде, чѣмъ расходъ ея не достигнетъ минимальной величины, необходимой для точности показаній. — При ста-ромъ устройствѣ клапана наоборотъ теряется довольно много воды оттого, что, когда потребление доходитъ до предѣловъ, при которыхъ главный водомѣръ приходитъ въ движеніе, клапанъ начинаетъ пропускать количества воды слишкомъ малыя для того, чтобы быть отмѣченными водомѣромъ. — **МЫ ЗАМѢНИЛИ ВСѢ СТАРЫЕ комбинированные клапаны клапанами „Эйснера“.**

Стокгольмский водопроводъ (подпись) О. Н. Норденштадтъ.

### Отзывъ ВАРШАВСКАГО магистрата отъ 5 января 1908 г.

„Были произведены опыты относительно правильности дѣйствій, точности, чувствительности и пропускной способности комбинированныхъ водомѣровъ системы Мейнеке, снабженныхъ клапанами Эйснера. — Оказалось, что сказанные водомѣры дѣйствуютъ совершенно правильно и не имѣютъ т. наз. переходной точки. — Большая количества воды, протекающая черезъ большой водомѣръ отмѣчаются точно, по мѣрѣ же уменьшения количества воды притокъ къ большому водомѣру моментально закрывается и одновременно открывается притокъ къ малому водомѣру, который протекшее черезъ него количество воды отмѣчается точно. Эти комбинированные водомѣры отличаются простотой конструкціи, прочностью устройства, не изнашиваются скоро и дѣйствуютъ правильно.“

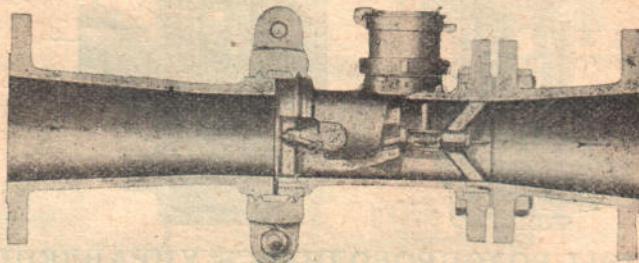
(Подпись).

**Инженеръ В. Л. ЛИБЕРТЪ, Москва.**

Генеральный представитель Акц. О-ва прежде Г. МЕЙНЕКЕ въ Бреславлѣ.

— Водомѣры для большихъ расходовъ воды. —

## Водомѣры Вольшмана для магистралей.



!!! Послѣдняя усовершенствованія !!!

Патентованное регулирующее приспособленіе.  
ПАТЕНТОВАННЫЕ СТРУЕСПРЯМИТЕЛИ.



Ничтожная  
потеря  
напора.

Простота и точ-  
ность дѣйствія.  
Возможность за-  
писи показаній  
на разстоянії.

Возможность установ-  
ки на вертикальныхъ  
линияхъ и передъ за-  
кругленіями.

Водомѣры для гидран-  
товъ и будокъ, необ-  
ходимые для контроля  
работы водопровода.  
Діаметръ менше діа-  
метра трубы.

Электрическіе и механическіе самопишуЩіе регистраторы  
показаній.

Водомѣры для воды питающей паровые котлы.  
СПЕЦІАЛЬНАЯ МАСТЕРСКАЯ ДЛЯ РЕМОНТА ВОДОМѢРОВЪ.

Нефтемѣры и водомѣры всегда на складѣ.  
Москва, Мясницкая, домъ Анановыхъ. Телефонъ 3-39.

