

ТРУДЫ
ДЕВЯТАГО РУССКАГО ВОДОПРОВОДНАГО СЪѢЗДА
ВЪ ТИФЛИСѢ
1910.

ВЫПУСКЪ 2.

ИЗДАНИЕ

Постояннаго Бюро Водопроводныхъ Съѣздовъ.

Девятый Русскій Водопроводный Съездъ.

Занятія Съезда 17-го марта.

Во вторникъ, 17-го марта, въ 9 часовъ утра около 100 человекъ членовъ Съезда собрались на вокзалъ Закавказской желѣзной дороги, откуда особымъ экстреннымъ поѣздомъ отправились на станцію Авчалы, гдѣ подробно осмотрѣли Авчалскій каналъ, водоотстойникъ, приспособленія для коагулированія воды, фильтры Пеша и англійскіе, бассейны и насосную станцію. На послѣдней особенно интереснымъ представился центробѣжный насосъ, спаренный съ паровой 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 прїѣзжими членами Съезда. Въ 12 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.

Общій 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 Добеда-Чая, Бамбакъ-Чая и Чичхана, а на остальномъ протяженіи

(отъ Тифлиса до 62 версты) пересѣкая нѣсколько живыхъ источниковъ (рѣки: Кура, Алгетъ, Храмъ), не представилъ какихъ-либо затрудненій для обезпеченія 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 начинаеть отклоняться отъ долины Арпа-Чай, а также вѣтвь Александрополь—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, Караханъ-Чай и Карсъ-Чай), и станціи, расположеніе которыхъ было связано необходимою устройствомъ стоянокъ въ городахъ Александрополь и Карсъ, не вездѣ представилось возможнымъ назначить вблизи источниковъ.

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

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

Устройство водоснабженія станцій на этомъ участкѣ представило большія трудности.

Наконѣцъ, на четвертомъ участкѣ отъ версты 296-й до версты 516-й, расположенномъ въ долинѣ Аракса, хотя и имѣлась вездѣ 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 достигнуть примѣненіемъ естественной фильтраціи.

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

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

пунктовъ водоснабженія дѣлалось такъ, чтобы, при закрытіи какого-либо водоснабженія по случаю порчи или ремонта, общій расходъ воды между остающимися за симъ смежными не превосходить объема тендера, равнаго 400 кв. 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 способенъ оказывать лишь слабое вліяніе на цѣлесообразное распредѣленіе пунктовъ водоснабженія на тѣхъ дорогахъ, на которыхъ (какъ на большинствѣ дорогъ Европейской Россіи и Сибири) коэффициентъ виртуальности лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ превышаетъ 3. Совершенно иное положеніе обнаруживается на дорогахъ горныхъ, гдѣ коэффициентъ превосходитъ 5,5 (Александрополь—Эриванскій участокъ) и даже 8,5 (Тифлисъ—Александрополь).

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

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

Теоретическій расчетъ былъ провѣренъ опытнымъ поѣздками, съ поѣздами принятаго для расчета состава, и результаты поѣздовъ вполне подтвердили принятыя нормы.

Журналомъ Инженернаго совѣта № 91—1903 г. № 96—1904 г. 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 каждаго перегона долженъ быть опредѣляемъ по расходу пара на дѣйствительную поѣздо-версту, при пробѣгѣ поѣзда извѣстнаго состава на различныхъ уклонахъ профиля пути съ соответствующими скоростями, то-есть именно такъ, какъ это было принято въ расчетахъ управленія работъ для Александрополь-Эриванскаго участка дороги.

Расчетъ водоснабженія Улукханлу-Джугьфинскаго участка сдѣланъ во всемъ согласно утвержденнымъ новымъ правиламъ; результаты подсчетовъ также подтвердились совершенными на труднѣйшихъ участкахъ пробными поѣздками.

Сравнивая приведенныя въ приложеніи къ § 77 техническихъ условій 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 управленія работъ, сдѣланные 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.

*) Изъ нижепомѣщенной таблицѣ показаны: значенія расхода воды для различныхъ фиктивныхъ уклоновъ согласно таблицѣ, приложенной къ § 77 техн. условій сооруженія магистралей, полученныя по расчетамъ управленія работъ, а также тѣ и другія, относящіяся къ виртуальной верстѣ соответствующаго уклона.

Фиктивные уклоны i.	Дѣйствитель- ные уклоны $i_1 = i - 1$.	Коэффициенты сопроти- вленія для уклона $i_1 = i$.	Расходъ воды на дѣйстви- тельную поѣздо-версту		Расходъ воды на виртуаль- ную поѣздо-версту.	
			Для воин- скаго поѣзда состава въ 50 ваг.— D^{50} .	Для воин- скаго поѣзда въ 35 ваг.— D^{35} .	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 тысячныхъ.	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 вполне отвѣчающимъ современнымъ условіямъ слѣдуетъ признать сохраненіе въ новой редакціи § 78 техническихъ условій сооруженія магистралей требованія, при распредѣленіи пунктовъ водоснабженія, чтобы на разстояніи между двумя водоснабженіями, съ пропускомъ одного промежуточнаго, не могъ быть израсходованъ объемъ воды въ 400 куб. фут.

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

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

Обязательное устройство водоснабженія на такихъ станціяхъ, гдѣ это вызывается не дѣйствительной потребностью набора воды, а лишь возможностью порчи сосѣднихъ водоснабженій, является часто весьма существеннымъ и безъ надобности удорожающимъ постройку дороги, особенно въ мѣстностяхъ безводныхъ. Для обезпеченія же непрерывнаго пропуска назначеннаго заданіемъ числа паръ поѣздовъ, по мнѣнію управленія работъ, опирающемуся 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 управленія работъ вполне сходятся съ заключеніями особой комиссіи, работавшей въ 1906—1907 гг. при Министерствѣ Путей сообщенія, подъ предѣлательствомъ инженера А. И. Горчакова, по вопросу о примѣненіи новыхъ типовъ локомотивовъ и тяги на желѣзныхъ дорогахъ.

Химическій составъ воды.

Приблизительное опредѣленіе жесткости дѣлалось предварительно при самыхъ развѣдкахъ на линіи, помощью гидротиметра Вутрона и Буда. Болѣе точное опредѣленіе жесткости и подробный анализъ воды, для опредѣленія ея пригодности для питанія паровозовъ и какъ питьевой, производились въ лабораторіяхъ гор. Тифлиса.

Вода съ общей жесткостью, не превосходящей 20‰ нѣмецкихъ,

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 работѣ, допускаемой конструкціей насоса въ сутки, а именно: при 18-ти часовой работѣ, въ случаѣ установки одного насоса, и при 24-хъ часовой работѣ, при условіи одновременной установки второго запасного насоса.

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

Общій объемъ баковъ на каждой станціи съ водоснабженіемъ оленъ быть не менѣе $\frac{1}{4}$ полного суточного расхода воды, потребной для паровозовъ.

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

На каждой станціи и развѣздѣ съ водоснабженіемъ должно быть не менѣе 2 путевыхъ наливныхъ гидравлическихъ крановъ; кромѣ 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 территория—пожарными и водоразборными кранами.

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

*) Вода на ст. Араратъ (вер. 375 ан) имѣетъ постоянную жесткость въ 13,7 нѣмецкихъ градусовъ и общую жесткость въ 36,7 нѣмецкихъ градусовъ. Вообще, вода на ст. Араратъ, гдѣ водоснабженіе можетъ быть разсматриваемо какъ промежуточное-запасное, по качеству хуже, чѣмъ на остальныхъ станціяхъ дороги, и по мнѣнію коммисіи, снѣдотворяющей дорогу породѣ сдѣланой ей въ эксплуатацію, нуждается въ искусственномъ смягченіи.

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

Устройство водоснабженія станцій.

Источники водоснабженій и устройство водопріемниковъ.

Въ нижеприведенной таблицѣ показаны всѣ станціи и развѣзды желѣзной дороги Тифлисъ—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 фильтраціей водъ, 2) водопріемники въ самомъ руслѣ рѣкъ, 3) обыкновенные колодцы, собирающіе почвенныя воды верхнихъ слоевъ, 4) буровые трубчатые колодцы, извлекающіе воду болѣе глубокихъ слоевъ, самоизливающуюся на дневную поверхность или недоходящую до нея, и, наконецъ, 5) кягризы, то-есть подземныя галереи, собирающія подпочвенную воду съ болѣе или менѣе обширнаго района.

Водопріемники перваго 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 колодець на берегу рѣки, съ такимъ расчетомъ, чтобы воспользоваться водой изъ водоноснаго слоя, изливающегося въ рѣку, естественнымъ образомъ очищенной въ гравелистомъ или песчаномъ грунтѣ.

Колодцы закладывались глубиной отъ 1,50 до 3,50 саж., діаметромъ въ свѣту отъ 0,70 до 1,00 саж. и обдѣлывались 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 отверстиями, для свободнаго притока воды въ колодець во время ея откачки. Во время приготовленія этихъ клиньевъ на поверхности земли, въ нихъ вставлялись деревянные пробки, которыя, послѣ окончанія обдѣлки колодца въ водоносномъ слоѣ, выбивались, образуя требуемыя отверстія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ колодцы устраивались опускнымъ способомъ, болѣе же частью удавалось безъ особыхъ за-

№ по порядку.	Наименованіе станцій и развѣздовъ съ водоснабженіемъ.	Расстояніе между станціями.	Расчетная суточная потребность станцій въ водѣ.	Р о д ъ и с т о ч н и к а.	Способъ подачи воды въ водоемный резервуаръ.
Главная линия.					
	Тифлисъ.				
1	Саганлугъ	12,69	12	Р. Кура (колод. на бор.).	Паровой насосъ.
2	Джандаръ	21,39	24	Р. Алагетъ.	" "
3	Садахло	27,30	40	Р. Дობода-Чай.	" "
4	Ахтала	23,94	32	Р. Дობода-Чай (кол. на б.).	" "
5	Сапанпъ	17,69	24	Р. Дობода-Чай " "	" "
6	Калагоранъ	15,78	16	Р. Бамбакъ.	" "
7	Шагъли	7,02	32	Родникъ.	Самотокъ.
8	Карахлнсъ	14,28	40	Р. Бамбакъ (кол. на бор.).	Паровой насосъ.
9	Амамлы	18,88	20	Р. Чичхалъ " "	" "
10	Калтахчи	18,44	24	Ручей " "	" "
11	Джаджуръ	8,96	24	Ручей " "	" "
12	Александрополь	19,03	60	Колодець на станціи.	" "
13	Агипъ	23,88	30	Р. Арпа-Чай (кол. на бор.).	" "
14	Али 2)	18,49	34	} Р. Арпа-Чай.	" "
15	Кара-Кула 2)	8,26	} 58		} Паровые насосы до ст. Али и главного резервуара, откуда вода распределяется по станціямъ и развѣздамъ самотокомъ.
16	Алагсая 2)	8,96			
17	Богутлау 2)	8,87			
18	Карибурунъ 2)	7,68			
19	Мастара 2)	6,30			
20	Сардаръ-Абадъ	16,99	15	Бруклинскіе кол. на стан.	Паровой насосъ.
21	Улуханлу	32,22	60	Артозіанскіе " "	" "
22	Камарлю	16,00	25	Колодецы на станціи.	" "
23	Араратъ	20,78	30	Буровой колодець на стан.	" "
24	Норашонъ	35,66	35	" "	" "
25	Шахтасты	24,75	35	Р. Араксъ (кол. на бор.).	" "
26	Пахичовашъ	37,70	60	Р. Нахичеванъ-Чай (к. на б.).	" "
27	Пограмъ	19,34	25	Р. Араксъ.	" "
28	Джульфа	23,18	30	Р. Араксъ.	" "
		515,47			
Вѣтвь на Карсъ.					
	Александрополь.				
29	Ставка-Каралъ	22,02	28	Р. Караханъ-Чай.	Паровой насосъ.
30	Башъ-Кадыкларъ	19,38	24	Колодець.	" "
31	Карсъ	30,40	40	Р. Карсъ-Чай.	" "
		71,80			
Вѣтвь на Эриванъ.					
	Улуханлу.				
32	Эриванъ	12,98	35	Кяргизъ.	Самотокъ.

труднѣй вырыть и обдѣлать ихъ обычными приѣмами. Для большинства станцій, гдѣ устроены подобные водопріемники, расходъ воды не превосходилъ 25—30 куб. 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 простѣйшаго 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 $13—15^{\circ}$ 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, изливающегося въ рѣку, колодцы устраивались въ самыхъ руслахъ рѣкъ, для использованія 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 періоды дождей и ливней.

Водопріемники устраивались или въ видѣ колодезѣ, достаточно выдвинутыхъ въ русло рѣки, съ каменной обдѣлкой не только стѣнъ, но и дна, и съ такимъ расположеніемъ 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 такіе 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 избѣжаніе устройства длинныхъ водопроводовъ, производились тщательныя изслѣдованія подпочвенныхъ водъ, для опредѣленія 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 колодезь, глубиной 7,75 сж., діаметромъ въ свѣту 2 сж. съ обильнымъ притокомъ вполне доброкачественной воды, въ водоносномъ слоѣ, состоящемъ изъ перемежающихся пластовъ глины и песка. Въ данномъ случаѣ, на возможность полученія подпочвенной воды изъ верхнихъ слоевъ указывало наличие 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 территоріи увѣчилась полнымъ успѣхомъ. Въ 1908 году, въ виду значительнаго развитія станціи Александрополь и постройки здѣсь воинскаго продовольственнаго пункта, эксплуатаціонное управленіе заложило второй колодезь 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 развѣдѣ 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 вмѣстѣ 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 пріемныя отверстія въ скважинѣ, при сколько-нибудь интенсивномъ откачиваніи воды. Поэтому водопріемникъ устроенъ такъ, чтобы притокъ воды къ скважинѣ требовался по возможности меньше и откачка не вызывала бы значительнаго пониженія уровня воды въ водоносномъ слоѣ, а именно устроено три скважины, при разстояніи между крайними скважинами въ 45 саж. Скважины изъ желѣзныхъ трубъ, діаметромъ 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 запесенія пескомъ, трубы снаружи обернуты мѣдной весьма тонкой мелкой сѣткой. Нижний конецъ трубъ закрытъ свинцовой пробкой.

Отъ поверхности земли до водоноснаго слоя построены три каменные вертикальныя шахты, высотой около 6 саж., соединенныя въ уровнѣ верха водоноснаго слоя горизонтальной каменной штольней такихъ размѣровъ, что въ ней можно свободно производить работы. По штольнѣ проложена всасывающая труба, соединенная съ тремя описанными трубами скважинъ. Въ средней шахтѣ установленъ вертикальный насосъ, всасывающій фланецъ котораго соединенъ съ горизонтальной всасывающей линіей.

Благодаря такому устройству, представилась возможность, безъ сколько-нибудь значительнаго пониженія уровня водоноснаго слоя, получить не менѣе 15—20 ведеръ воды въ минуту, что составляетъ въ 18 часовъ работы машины отъ 20 до 27 куб. 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 управленія 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 удовлетворительнаго результата, на примѣръ, на ст. Нахичевань, гдѣ найти подпочвенную воду представлялось весьма желательнымъ, во избѣжаніе устройства длиннаго въ 5 или 6 верстъ напорнаго водопровода изъ рѣки Нахичевань-Чай или Аракса. Однако, углубленная на 55 сж. скважина, проходя все время въ болѣе или менѣе однородномъ мергелпестомъ грунтѣ, не обнаружила вовсе водоноснаго 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, Арарать и Норашень.

Особенно хорошіе 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 стойлъ, расположена въ низменной заболочиваемой мѣстности, недалеко отъ притока Аракса рѣки Занги. Хотя устройствомъ цѣлой сѣти осушительныхъ канавъ и удалось значительно осушить и оздоровить районъ станціи, все же, имѣя въ виду подверженность долины

Аракса спланнымъ малярійнымъ заболѣваніямъ, принимающимъ нерѣдко въ лѣтніе мѣсяцы эпидемическій характеръ, казалось весьма важнымъ улучшить гигиеническія условія жизни на этой станціи доставленіемъ хорошей питьевой воды, какой для даннаго случая не могла считаться вода рѣки Занги, въ общемъ удовлетворительная. Произведенное буреніе 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 (артезианская), поднималась въ трубахъ, до окончанія устройства водоприемника, на высоту около сажени. Первая скважина пробурена въ 1901 г. при постройкѣ Александрополь-Эриванскаго участка и дебетъ 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 Улуканлу во все время временнаго движенія при постройкѣ Улуканлу-Джувльфинскаго участка дороги.

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

*) Первоначально (въ 1901 г.), при постройкѣ Александрополь-Эриванскаго участка дороги, была устроена лишь одна скважина. (Диаметръ этой первой скважины 3", съ обсадной трубой въ 4"). Вода изъ скважины поднималась въ обсадной трубѣ на высоту около сажени надъ поверхностью земли. Для испытанія надежности источника, въ смыслѣ постоянства его дѣйствія, обсадная труба постепенно была срываемая, при чемъ само собой количество изливающейся изъ трубы воды послѣдовательно возрастало. Труба была окончательно срыта на высоту около 0,25 сж. надъ поверхностью земли, вода изливалась кристально чистой, краснымъ стекляннымъ колпачкомъ. По приблизительному 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 орошеніе и аэрированіе самоизливающейся воды, въ виду особо неблагоприятныхъ гигиеническихъ условій мѣстности, явилось весьма желательнымъ, то признано было и дѣлшимъ принимать мѣры къ увеличенію притока воды далѣйшимъ срываніемъ обсадной трубы. Но какъ въ то же время подача воды въ водоёмный бакъ насосомъ въ количествѣ, которое подаетъ въ единицу времени скважина, затруднило бы работу по накачиванію воды, то вокругъ скважины устроенъ былъ каменный резервуаръ, емкостью около 4 кб. сж., при глубинѣ около аршина, во избежаніе проникновенія въ него грунтовыхъ водъ, залегающихъ весьма близко къ поверхности земли.

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

Однако, возникновеніе въ край холеры и трудности содержанія въ чистотѣ открытаго резервуара побудили его засыпать, а всасывающую трубу соединить непосредственно съ буровымъ колодезѣмъ. При такихъ условіяхъ добыча 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. Улукханлу, какъ узловой, съ обратнымъ 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 прійти къ заключенію, что дебетъ второй скважины долженъ быть признаваемъ одинаковымъ съ дебетомъ первой. Въ окончательномъ видѣ обѣ скважины соединены непосредственно съ горизонтальной всасывающей линіей, уложенной съ такимъ расчетомъ, чтобы, въ случаѣ надобности, можно было выключить любую скважину. Паровымъ насосомъ вода подается въ два резервуара, емкостью по 8 куб. саж. каждый, расположенные одинъ надъ другимъ. Второй резервуаръ былъ надстроенъ въ послѣдствіи, при чемъ, въ виду тѣсноты помѣщенія кругомъ перваго (нижняго) резервуара, было бы затруднительно возвести каменные стѣнки для поддержанія второго верхняго резервуара; почему вмѣсто этого были устроены желѣзобетонныя подпорки въ видѣ консолей, на которыя 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. Араратъ имѣетъ глубину 30 саж. и по устройству не отличается отъ описанной, кромѣ діаметра трубъ—3", при обсадныхъ въ 4". Вода и здѣсь самоизливающаяся, но доходила лишь до уровня на 0,12 саж. ниже поверхности земли. Притокъ воды не менѣе 30 куб. саж. въ сутки.

Буровая скважина на ст. Норашенъ (глубиной 15 саж.) устроена въ сухомъ колодцѣ, глубиной въ 3 саж. Вода поднимается въ трубѣ на высоту около сажени ниже дна сухого колодца. Притокъ воды около 60 куб. саж. въ сутки, при средней работѣ насоса. Паровой (вертикальный) насосъ помѣщается въ сухомъ колодцѣ на дубовыхъ брускахъ, задѣланныхъ въ обѣлку колодца. Въ виду внимательности уровня воды въ скважинѣ, на 1,40 саж. ниже задѣланъ второй рядъ брусковъ, для перестановки на него насоса, въ случаѣ надобности. Качество воды на ст. Норашенъ вполне удовлетворительное.

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

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

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

Кягризь—мѣстное названіе штольни, собирающей воду подпочвенныхъ слоевъ на большей или меньшей глубинѣ. Въ данномъ случаѣ водоносный слой залегаетъ на глубинѣ отъ 2 до 4 сж. Штольня, сѣченіемъ 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 штольни, при подходѣ къ водосборному, устроенному управленіемъ работъ, каменному колодцу, галлерей въ естественномъ грунтѣ переходитъ въ водосборную канаву, обдѣланную насухо плитами изъ мѣстнаго туфоваго камня. Неизмѣнный горизонтъ воды сборнаго 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 сборнаго колодца самотекомъ по чугуннымъ трубамъ (діам. 5") поступаетъ въ каменный водоемъ, вмѣстимостью 20 кб. сж., расположенный на станціонной территоріи. Водоемъ раздѣленъ на 2 равныхъ отдѣленія, каждое изъ которыхъ можетъ работать самостоятельно.

Притокъ воды, весьма хорошаго качества, доставляемой источникомъ, опредѣленъ инженеръ-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 инженеръ-гидравлика или впослѣдствіи уменьшилось, то пропорціонально 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 превыситъ 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, возвышающемуся надъ станціонной площадкой на 4 саж., измѣренный въ натурѣ, опредѣлился въ 3,6 куб. саж. въ часъ. Такой притокъ воды вполне обезпечиваетъ потребности станціи при значительномъ объемѣ самага резервуара, ибо, какъ показали опыты, при снабженіи въ теченіе 6 часовъ 4-хъ паровозовъ водой, горизонтъ воды въ резервуарѣ падалъ весьма ничтожно, возстановляясь весьма быстро, при чемъ для снабженія каждаго паровоза требовалось менѣе 10 минутъ.

Такъ какъ при вышеуказанныхъ условіяхъ расположенія источника, водосборника и резервуара обезпечивается почти неизмѣнное, во всякомъ случаѣ, колеблющееся въ весьма незначительныхъ предѣлахъ, возвышеніе 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 представлялось надобности принимать какія-либо иныя мѣры къ обезпеченію правильности и цѣлесообразности дѣйствія водопровода. Изъ резервуара вода трубами проведена непосредственно къ пунктамъ разбора.

Приведенное описаніе источниковъ водоснабженій указываетъ, что, при рѣшеніи вопроса объ устройствѣ водопровода той или другой станціи, управленіе работъ стремилось, по возможности, всесторонне изучить гидрологическія условія каждаго района, въ цѣляхъ выясненія наиболѣе цѣлесообразнаго способа полученія воды.

Не вдаваясь здѣсь въ подробности устройствъ остальныхъ частей станціонныхъ водоснабженій, сооруженныхъ по обычному типу желѣзнодорожныхъ 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 подводившая воду канавка.

Описание водопровода общаго для 3-хъ станцій: Ани, Алагезъ и Кара-Бурунъ и 3-хъ разъѣздовъ: Кара-Кула, Бозутлу 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 мѣстнаго полукочевого населенія *).

Съ западной стороны пустынное плато, прорѣзываемое дорогой, окаймлено глубокой (въ 50—70 саж. глубиной) щелью р. Арпачай, описанной въ первомъ очеркѣ. Судя по скалистымъ берегамъ ущелья Арпачай, 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 формаціи. Въ виду этого, не было никакихъ основаній рассчитывать 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 неблагоприятныя 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 разъѣздовъ, расположенныхъ въ пустынѣ, была принята слѣдующая. Избранъ пунктъ ущелья, гдѣ рѣка наиболѣе приближается къ желѣзнодорожной линіи для устройства здѣсь водопріемника и водоподъемнаго зданія.

Вода, поднятая на плато, собирается въ большомъ каменномъ водоемѣ, откуда, благодаря топографическимъ условіямъ мѣстности, можетъ поступать самотекомъ на всѣ станціи и разъѣзды, расположенные на юго-востокъ отъ начальнаго 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 неблагоприятныя условія получились для водоснабженія станціи Ани, расположенной въ разстояніи болѣе 4 версты 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, чтобъ не устраивать второй насосной станціи у резервуара, было рѣшено воду на ст. Ани качать непосредственно изъ рѣки, проложивъ для этого отъ водоподъемнаго зданія до главнаго сборнаго резервуара вторую линію трубъ.

Такимъ образомъ, полная высота подъема воды, считая отъ низшаго горизонта воды въ рѣкѣ до верхняго уровня воды въ сборномъ резервуарѣ, опредѣлилась для ст. Ани въ 65,45 саж., а для главнаго сборнаго резервуара въ 45,91 саж.

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

Діаметръ нагнетательныхъ трубъ принять въ 5", одинаковый для обѣихъ вѣтвей, чтобъ имѣть возможность пользоваться безразлично той или другой линіей для нагнетанія какъ въ главный резервуаръ, такъ и на ст. Ани, для чего у водоподъемнаго зданія и у главнаго резервуара сдѣланы между напорными трубами соотвѣтствующія соединенія. Напорныя трубы между водокачкой и резервуаромъ пришлось укладывать по чрезвычайно крутому скалистому склону ущелья; поэтому трубы здѣсь уложены (обѣ вѣтви рядомъ) въ специально пробитыхъ въ скалѣ вертикальныхъ шахтахъ, соединенныхъ между собой горизонтальными галлереями (штольнями). Шахты и галлерей мѣстами, гдѣ оказалось необходимо, обдѣланы каменной кладкой. Для предотвращения разстройства стыковъ отъ толчковъ, трубы особыми хомутами притянуты къ деревяннымъ кобылкамъ, помощью завершенныхъ штырей скрѣпленныхъ съ каменной кладкой, задрѣзанной въ скалу. Вся длина уложенныхъ такимъ образомъ трубъ составляетъ 67 саж., а полная длина напорной линіи отъ насоса до главнаго резервуара около 100 саж., а до ст. Ани 2100 саж. Въ виду значительнаго давленія *) воды въ напорныхъ трубахъ у водоподъемнаго зданія, превышающаго 14 атмосферъ, трубы обѣихъ нагнетательныхъ линій, отъ водоподъемнаго зданія 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, гдѣ 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 обезпеченія безостановочнаго водоснабженія во время ремонта машинъ и чистки котловъ, рѣшено было поставить

Въѣсть 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, рассчитанной такъ, чтобы наиболѣе трудное изъ двухъ заданіе (подача 35 кб. сж. воды на ст. Ани и 58 кб. саж. въ главный водоемъ) могло быть выполнено однимъ комплектомъ, при нормальной работѣ въ 12 часовъ. При нѣсколько форсированной работѣ машинъ и продолжительности работы въ 18 часовъ, одинъ такой комплектъ достаточенъ для подачи воды на всѣ три станціи и три разъѣзда.

Внесеніе въ проектъ такого положенія, не вызывая сколько нибудь значительнаго увеличенія затратъ на приобрѣтеніе двигателей, вмѣстѣ съ тѣмъ существенно обезпечиваетъ безостановочное водоснабженіе безъ необходимости имѣть запасные котлы и насосы. Такъ какъ надобность въ усиленной работѣ можетъ встрѣтиться лишь въ совершенно исключительныхъ случаяхъ, то сколько-нибудь ощутительно 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 нагрѣва въ 360 кв. футовъ, при рабочемъ давленіи въ 6 атмосферъ; 2 насоса, горизонтальные, системы Вортингтонъ, съ діаметромъ парового цилиндра 14", водяного 6", при ходѣ поршня въ 10". Количество воды, подаваемой насосами, при нормальной ихъ работѣ 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 назначенію.

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

Всасывающія трубы, діаметромъ 6", съ 5-дюймовыми отвѣтвленіями къ каждому изъ насосовъ. Всасывающія линіи имѣютъ 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 горизонтѣ, около 13 футовъ.

Отстойники устроены для освѣтлѣнія воды, которая по жесткости своей и химическому составу удовлетворительна, но весной и послѣ ливней довольно мутная. Вода изъ рѣки подводится канавой, длинной 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 мутн и далѣе, уже послѣ подачи воды въ главный резервуаръ, емкостью въ 56 куб. саж., также отстаивается въ 4-хъ отдѣленіяхъ этого резервуара, черезъ которые 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 соответствующемъ выдѣленіи отдѣльнаго отстойника изъ общей подводящей сѣти.

Изъ главнаго резервуара вода, какъ выше сказано, самотекомъ пропускается послѣдовательно черезъ всѣ станціонныя резервуары, при общемъ протяженіи трубопровода въ 36 верстъ. Возвышеніе дна главнаго резервуара надъ дномъ резервуара послѣдняго развѣзда 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 регулирующие впускъ воды въ резервуары, соответственно 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 вполне устранена 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 обезпеченія непрерывности дѣйствія водоснабженія на время исправленія поврежденій въ водоводѣ.

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

остальные 4 резервуара, емкостью по 8 кб. сж., построены на ст. Алагезъ 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 гидростатическаго 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 самодействующимъ клапаномъ.

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

Указанное выше общее возвышеніе дна главнаго резервуара надъ станціонной площадкой разъѣзда Мастара въ 174,33 сж. складывается изъ слѣдующихъ послѣдовательныхъ превышеній дна каждого водоема надъ слѣдующимъ: главный резервуаръ надъ резервуаромъ Кара-Кула—24,83 сж., Кара-Кула—Алагезъ—31,45 сж., Алагезъ—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 вполне обеспечивающимъ максимальныя потребности, такъ какъ при самотекѣ и самодействующихъ клапанахъ поступленіе воды въ станціонные водоемы прекращается лишь съ наполненіемъ всѣхъ водосмоновъ.

Для каждого участка сдѣланъ былъ повѣрочный расчетъ, для выясненія, заключается ли въ предѣлахъ приведенныхъ выше взаимныхъ превышеній резервуаровъ величина потери напора при намѣченномъ діаметрѣ трубъ^{*)}. Такимъ образомъ, діаметры опредѣлились для участковъ: главный резервуаръ—Кара-Кула, Кара-Кула—Алагезъ и Алагезъ—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 часъ, Алагезъ 3,35 кб. сж. въ

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

**) Потери напора опредѣлялись по формулѣ Дарси для старыхъ трубъ.

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

Разводящія линіи и гидравлическіе краны на каждой станціи и развѣздѣ устроены отъ резервуаровъ, независимо отъ главной линіи водопровода, какъ и вездѣ на другихъ станціяхъ. Кромѣ 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 поврежденія водопровода всѣ станціи и развѣзды могли бы въ теченіе двухъ сутокъ *) пользоваться водой изъ запасныхъ водоемовъ, добавочные водоемы назначены на ст. Ани и развѣздахъ Богутлу и Мастара, емкостью каждый по 25 кб. сж.

Общая стоимость устройства описаннаго водоснабженія составила 452.142 руб.

Описание водоснабженія ст. Неграмъ (вер. 493).

Выше, при описаніи источниковъ водоснабженій, было упомянуто о затрудненіяхъ, встрѣченныхъ управленіемъ работъ при устройствѣ водопріемника на ст. Неграмъ и о неудачѣ заложить колодезь 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 вполне 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 условіяхъ наиболѣе цѣлесообразнымъ исходомъ представлялось устройство водопріемнаго 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 очистки 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 расположенномъ, напорной 4" трубой на фильтръ 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 фильтра остановились на системѣ Пеша-

*) Въ виду особой охраны водоподъемнаго 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.

Шабаля, по проекту которых 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 желѣзнодорожныхъ водопроводовъ, рассчитанныхъ на небольшую суточную подачу воды, казалось бы не лишено интереса нѣсколько болѣе подробное описаніе Неграмскаго фильтра. По расчету максимальный суточный расходъ станціи опредѣлился въ 25 куб. сж. (20 тысячъ ведеръ); на это количество воды рассчитанъ 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 помещается въ особомъ очисточномъ отдѣленіи; всѣ отдѣленія соединяются между собою съѣтью вертикальныхъ и горизонтальныхъ каналовъ, благодаря чему: 1) приносимая водой, текущей по отдѣленіямъ фильтра съ различными послѣдовательно уменьшающимися скоростями, грязь осѣдаетъ въ нѣсколькихъ изолированныхъ помещеніяхъ, 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 средний часовой расходъ воды черезъ фильтръ $q = \frac{25}{18}$ куб. сж. = 1,35 $\frac{\text{мет.}^3}{\text{час.}}$; единичный часовой расходъ можетъ оказаться и большимъ 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.² 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 необходимыя фильтрующія поверхности опредѣляются:

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

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

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

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

Въ дѣйствительности, фильтрующія площади нѣсколько уменьшены спускными коробками, вертикальн. каналами и том. под. и равны: въ I-мъ отд.—3,75 метр.²; во II-мъ—7,25 метр.²; въ III-мъ—11,25 метр.²; въ IV-мъ—близко подходит къ расчетной, нѣсколько провѣннанъ ея. Потери напора при прохожденіи 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 поступления 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 черезъ открытую задвижку, въ видѣ деревяннаго щитка.

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

Пройдя толщю гравія и оставивъ въ ней часть принесенной мути, 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 отверстиями въ 6 мил. діаметромъ, уложенъ слой гравія, толщиной въ 50 сант.; величина зеренъ гравія отъ 6 до 8 мил.

Вполнѣ аналогично предыдущему, вода проходитъ фильтрующій слой и подъ собственнымъ давленіемъ поднимается въ вертикальномъ каналѣ, пока не достигнетъ дна горизонтальнаго канала и не устремится, мимо открытыхъ задвижекъ, въ III-е очисточное отдѣленіе. Здѣсь на листахъ, съ продолговатыми отверстиями въ 3×14 мил., лежитъ слой мелкаго гравія, съ зернами отъ 3 до 6 мил.; толщина слоя 60 сантиметровъ.

Снова, пройдя эту толщю гравія, вода поднимается въ смежномъ каналѣ и мимо открытыхъ задвижекъ и черезъ регулирующий клапанъ переливается въ IV-е очисточное отдѣленіе, гдѣ подвергается наибольше совершенной очистки, проходя толщю песка въ 80 сант., съ величиной зеренъ до 3 мил.

Песокъ въ IV-мъ отдѣленіи, черезъ посредство тонкаго слоя гравія, покоится 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 діагонали IV-го отдѣленія желѣзобетонную трубу съ боковыми отверстиями. По этому коллектору уже вполнѣ (въ практическомъ смыслѣ) очищенная вода направляется въ особую камеру, примыкающую къ IV и V отдѣленіямъ, и, подившись въ ней, перетекаетъ черезъ водосливъ, а отчасти и черезъ сифонъ, въ водоемъ чистой воды—V; откуда уже забирается вторымъ насосомъ и подается въ панорный 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, которые 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, дѣйствуютъ въ обратномъ направленіи, при чемъ эти самыя пріемы одновременно гарантируютъ уровень воды въ IV-мъ отдѣленіи отъ повышения его сверхъ опредѣленной отмѣтки, лежащей на 0,4 метра ниже отмѣтки начальной точки канала, что иначе легко могло бы случиться при уменьшеніи расхода воды изъ фильтра.

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

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

**) Низшая отмѣтка стѣнъ 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 осѣданія въ нее ила, итеринный въ отдѣленіи IV-мъ палоръ долженъ быть болѣе 75 сантим.—во всѣхъ тѣхъ случаяхъ уровень воды въ IV-мъ отдѣленіи и камерѣ стоитъ ниже порога водослива и вода переливается въ V-е отдѣленіе исключительно черезъ сифонъ.

Слѣдовательно, сифонъ, во-1-хъ, даетъ возможность въ критическихъ случаяхъ увеличивать расходъ воды черезъ фильтръ значительно выше нормального и, во-2-хъ, во всѣхъ случаяхъ, автоматически предохраняетъ 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, поднимаютъ одинаковое количество воды, такъ какъ насосы одного и того же типа и размѣровъ.

Если почему-либо желательно подать въ фильтръ нѣкоторый излишокъ 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 регулирующий клапанъ; нормальныя три очисточныя отдѣленія могутъ при этомъ вмѣстѣ нѣкоторый запасъ воды, послѣ чего она начала бы переливаться изъ пріемной камеры въ спускной колодезь, а оттуда по гончарнымъ трубамъ и открытой канавѣ стекать въ р. Араксъ.

ведущая во второй наружный колодезь, откуда, какъ и изъ перваго, 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 всевозможныя сочетанія (всего до 20 комбинацій).

Къ тѣмъ конструктивнымъ особенностямъ, которыя 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 отвѣтвляется отъ главной струи и, проходя въ промываемомъ отдѣленіи фильтрующую массу снизу вверхъ, поднимаетъ грязь, скопляющуюся преимущественно въ верхнихъ ея слояхъ, и уноситъ 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 перемишавъ верхнюю загрязненную часть въ тонкомъ слое 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 вполне очищенной водой слегка засоряются нижніе ея слои.

Отдѣленіе IV-е, какъ наиболѣе отвѣтственное, лучше промывать вполне очищенной водой, предварительно наполнивъ водосмѣ V и остановивъ работу насосовъ; затѣмъ надо открыть вентиль въ первый наружный колодезь, 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: Пріем. кам.—I отд.—II отд.—III отд.—IV—Соед. кам.—V отд.—къ насосу.

Для этого должны быть открыты, кромѣ канала, соотвѣтствующія 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 отвѣчать схемѣ:

Пріем. 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.

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

Весь остовъ 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 эксплуатацію, фильтръ во исполнѣ законченномъ видѣ работалъ въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Отъ одной промывки до другой проходило до двухъ мѣсяцевъ; фильтръ работалъ, правда, съ перерывами и съ переменнымъ расходомъ воды, сообразно потребностямъ временнаго движенія. Результаты дѣйствія оказались прекрасныя, вода получалась совершенно прозрачная, безъ какой-либо опалесценціи. При этомъ загрязненіе фильтра осадками или нѣсколько не отразилось на качествѣ фильтрата, но вызвало лишь замѣтное увеличеніе сопротивленія движенію воды сквозь фильтрующие слои *).

Предложенныя проектомъ комбинаціи въ группировкѣ очисточныхъ отдѣленій и промывкѣ выключенныхъ исполнѣ оправдались въ дѣйствительности, и промывка производилась исполнѣ успѣшно.

Послѣ нѣсколькихъ вопросовъ, предложенныхъ докладчику присутствующими членами, Съѣздъ, по предложенію 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 25⁰/₀); для IV-го же съ 50 до 80 сант. (на 60⁰/₀), такъ что при расчетномъ расходѣ воды, послѣдняя изъ соединит. кам. въ водосемъ чистой воды передвигалась 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 $\frac{\text{метр.}^3}{\text{часъ.}}$

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

Поднявшись на высоту около 60 саж. надъ Днѣпромъ и пройдя по водораздѣлу, линія спускается въ долину р. Висъ, притокъ Буга, которую и пересѣкаетъ около Новомиргорода; здѣсь она снова поднимается на высокое степное плато, на 70 почти сажень надъ поймой Днѣпра, и снова пересѣкаетъ очень глубокую балку р. Малая Визька; послѣ чего, поднявшись на общій водораздѣлъ, идетъ по немъ, направляясь на югъ вдоль долины р. Плетеный Ташлыкъ, пересѣкая сначала р. Черный Ташлыкъ и далѣе Юго-Западный жел. дор. на станціи Помошная. Отъ этой станціи 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 долину р. Буга къ горизонту Чернаго моря.

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

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

Вся линия 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. Днѣпръ, и пересѣченный степной участокъ отъ Днѣпра до Одессы.

Въ отношеніи же характера ея водоснабженія линия Одесса-Бахмачъ раздѣлится нѣсколько иначе, а именно: участокъ Бахмачъ-Вознесенскъ съ разнообразными источниками, и хотя не въ одинаковой степени, но все же достаточно обезпечивающими потребности этого участка, и участокъ Вознесенскъ-Одесса, протяженіемъ около 150 верстъ, который, за совершеннымъ отсутствіемъ 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.

Значащіяся 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. Тилигулъ, 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 показанная на картѣ впадающей въ этотъ лиманъ рѣка Балайчукъ.

Ближе къ Одессѣ мѣстность пріобрѣтаетъ уже солончаковый характеръ. Куяльницкій лиманъ, у котораго проектируется станція Одесса-Сортировочная, мелѣетъ 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 устроеннаго канала.

Наконецъ, источникомъ водоснабженія города Одессы, какъ извѣстно, служитъ Днѣстръ, въ 45 верстахъ отъ нея. Одесскій 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 нѣкоторыя станціи строящейся дороги.

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

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

№	Мѣсто наблю- деній.	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 обсерваторіи 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 гидрогеологическихъ условіяхъ района желѣзнодорожной линіи могутъ служить слѣдующія данныя изъ большого и обстоятельнаго труда Н. Соколова: „Гидрогеологическія изслѣдованія въ Херсонской губерніи“. Мѣстность, прилегающая съ востока къ Тилигульскому лиману, говоритъ Н. Соколовъ, и прорѣзанная балкой Стадиной, Цареголомъ, съ его многочисленными отвѣтвленіями, Атаманной, Анатольевской и другими болѣе мелкими балками, не обладаетъ сколько-нибудь значительными родниками, не богата также и колодцами съ хорошою обильною водою.

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

Небольшіе родники по Цареголу, ниже колоній Вормсъ, берутъ

начало въ сарматскихъ слояхъ. Сарматскимъ же слоямъ 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, на-примѣръ, въ оврагахъ, открывающихся къ селу Сахарово и деревнѣ Викторовка, замѣчаются незначительные роднички, вытекающіе изъ-подъ понтическаго известняка.

Совершенно тѣ же гидрогеологическія условія представляетъ 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-Фриденталѣ, Славяносербкѣ, Курисовѣ-Покровскомъ, Антоно-Кодинцевѣ, на хуторѣ Шемполовыхъ). Также 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 верховьяхъ балокъ разсматриваемаго района обнаженія столь мощно развитыхъ здѣсь третичныхъ песковъ, или слишкомъ слабое прикрытіе изъ малопроницаемыми для воды глинистыми породами, дѣлаютъ *задержаніе воды въ прудахъ очень затруднительнымъ*.

Устройству ставковъ и прудовъ въ этихъ балкахъ, говоритъ далѣе Н. Соколовъ, въ значительной степени не благоприятствуетъ 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 высказывается очень осторожно, не отрицая окончательно возможности устройства артезіанскихъ колодцевъ; тѣмъ не менѣе есть основательное опасеніе ихъ дороговизны, и только въ сѣверо-западной части Одесскаго уѣзда можно рассчитывать 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 вышеназванномъ трудѣ Н. Соколова, разсмотримъ данныя 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 придти къ заключенію, что *условія для устройства артезіанскихъ колодцевъ въ Херсонской губерніи въ общемъ мало-благопріятны*. Въ сѣверо-восточной части губерніи, въ области развитія древнихъ кристаллическихъ породъ, на сколько-нибудь значительное количество артезіанской воды рассчитывать совсѣмъ нельзя. Въ остальныхъ же частяхъ губерніи, если возможно полученіе артезіанской воды удовлетворительнаго качества, то лишь съ очень большой глубины, за исключеніемъ, быть можетъ, сѣверо-западной окраины губерніи.

Нижеслѣдующія данныя о буреніи, произведенномъ распоряженіемъ Одесскаго земства въ періодѣ 1905—1909 г.г., подтверждаютъ осторожность Н. Соколова, высказанную имъ относительно возможности нахождения артезіанской воды. Первая скважина заложена была въ 1905 г. въ Холодной балкѣ, вблизи Хаджибейскаго лимана, при грязелѣчебницѣ Губернскаго 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-соленой водой, для питья совершенно непригодной; на глубинѣ 125 футовъ встрѣченъ второй водоносный слой прѣсной воды, но въ очень незначительномъ количествѣ. Наконецъ, на третьемъ водоносномъ слое, также необильномъ, на глубинѣ 322 футовъ, буреніе закончено.

Двѣ скважины, заложенные въ томъ же году въ селѣ Почаинѣ 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 Маляховскаго, 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 самоизливающуюся на поверхность земли воду, съ сильнымъ запахомъ сѣрководорода, 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 поздраватый понтическій известнякъ, черезъ который просачивается задержанная плотиною вода.

Если принять, кромѣ того, во вниманіе неизбежность засоренія прудовъ наносными грунтами съ откосовъ овраговъ, большую испаряемость прудовъ лѣтомъ и значительное промерзаніе при безснѣжныхъ зимахъ, а также высокую стоимость отчужденія земель именно по оврагамъ, гдѣ большею частью и устраиваются селенія, то станетъ совершенно ясно, насколько, при высокой даже стоимости всѣхъ устройствъ, обезпеченіе водою изъ прудовъ участка Одесса—Вознесенскъ, въ соответствующемъ количествѣ и удовлетворительнаго 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 движенія по нимъ. Безъ надежнаго же водоснабженія такое движеніе невозможно.

Съ своей стороны, надежность водоснабженія прежде всего зависитъ отъ степени надежности источника, изъ котораго водоснабженіе производится. Надежными же вполне 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 централизація водоснабженія такого большого желѣзнодорожнаго участка съ девятью станціями—вещь не совсѣмъ обыкновенная и легкая, но въ данномъ случаѣ сама природа, какъ бы въ вознагражденіе за скудность источниковъ, въ топографическомъ отношеніи идетъ навстрѣчу этому проекту. Вся мѣстность представляетъ собою рядъ переваловъ, постепенно понижающихся отъ Буга къ Одессѣ,

при чемъ стороны этихъ переваловъ, обращенныя къ Бугу, коротки, а противоположныя, 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 чемъ каждый изъ четырехъ участковъ для подъема воды гораздо короче четырехъ же самотечныхъ участковъ. Такая идея, описанная—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 магистраль, или, что то же, суточной производительности водоподъемной станціи, на случай порчи оборудования предшествующихъ станцій или участковъ магистрали. Наконецъ, на четырехъ перевалахъ, въ точкахъ перехода напорной части магистрали въ гравитаціонную, предполагаются также резервуары небольшой емкости. Резервуары эти, кромѣ ихъ прямого назначенія, какъ промежуточныхъ звеньевъ между разнородными частями магистрали, служатъ еще дополнительными отстойниками воды, и потому объемъ ихъ, въ зависимости отъ постепеннаго очищенія воды, съ приближеніемъ къ Одессѣ постепенно уменьшается.

Отстаиваніе воды проектируется у мѣста забора воды на правомъ берегу Буга, выше города Вознесенска, внѣ заселенныхъ мѣстъ. Время отстаиванія и въ зависимости отъ этого размѣры отстойника будутъ опредѣлены по полученіи достаточныхъ результатовъ наблюденій надъ составомъ воды Буга въ разное время года, которыя въ настоящее время уже производятся. 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 слѣдующіе гравитаціонные 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 гравитаціонныхъ участковъ, длиною около 84 верстъ, имѣются два предположенія: либо участки эти будутъ сдѣланы изъ бетонныхъ трубъ, работающих не полнымъ сѣченіемъ, либо и здѣсь будутъ примѣнены чугуныя трубы, работающія полнымъ сѣ-

ченіемъ,—въ зависимости отъ стоимости ихъ, считая въ томъ числѣ и всѣ дополнительные сооруженія и работы, съ которыми связано примѣненіе тѣхъ или другихъ трубъ, и принимая во вниманіе, что при существованіи напора во всей магистральной 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 къ эти баки, при условіи сохраненія, конечно, наличія четырнадцатидневнаго запаса воды на станціяхъ и возможности его использования и при временной остановкѣ дѣйствія магистрали. Последнее условіе достижимо лишь при возможности расположенія запасныхъ резервуаровъ на соответственной высотѣ надъ станціей, недалеко отъ нея. При отсутствіи же напора въ гравитаціонной 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 станцій, водопроводъ долженъ снабжать водою и всѣ путевыя 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 гравитаціонная, не представитъ, конечно, затрудненія.

Не представляютъ затрудненія и отвлѣченія 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 сѣть.

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 необходимой для подъема воды энергіи, другими словами, объ электрической передачѣ силы ко всѣмъ водоподъемнымъ зда-

ніямъ, а за одно и для другихъ цѣлей на отдѣльныхъ 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 подробныя изысканія и цѣлый рядъ сравнительныхъ проектовъ и подсчетовъ укажутъ, что будетъ рациональнѣе и на чемъ остановиться.

Таковъ пока въ общихъ чертахъ проектъ водоснабженія безводнаго участка строящейся желѣзнодорожной линіи Одесса-Бахмачъ. Надѣюсь, что къ слѣдующему, Десятому, нашему Съѣзду, 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 Съѣздѣ. 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 меліорація—это двѣ отрасли одного и того же общегосударственнаго хозяйства, которые находятся лишь въ вѣдѣніи различныхъ органовъ управленія этимъ хозяйствомъ. А вѣдь во всякомъ рациональномъ 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 расширеніе 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,—меліораціи. 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 меліораціи* должно быть обязательно рационально 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 сельскаго хозяйства и др.

Что такое строго хозяйственное рѣшеніе вопроса вообще возможно и легко достижимо, видно изъ примѣровъ нѣкоторыхъ желѣзныхъ дорогъ ¹⁾, 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 ясенъ и жизненно простъ, что возможно частое напоминаніе о немъ на нашихъ Сѣздахъ можетъ, по моему, сдѣлать много 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 особенности въ мѣстностяхъ безводныхъ или бѣдныхъ хорошей водой.

Предсѣдатель. Не угодно ли кому предложить вопросы?

В. Ф. Ивановъ. Этотъ тезисъ былъ принятъ на VII-мъ Сѣздѣ, 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, но я нахожу необходимымъ, чтобы Сѣздъ такъ или иначе подтвердилъ это пожеланіе, показавъ такимъ образомъ, что вопросъ этотъ Сѣзду близокъ. Я увѣренъ, 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 безплатно воду прилегающимъ къ нимъ мѣстностямъ?

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

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

¹⁾ Закавказскія, Екатерининская, М.-К.-Воронежская и др.

не были мною внесены на совѣщательные Сѣзды 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 Сѣздовъ не увѣнчалась успѣхомъ. Теперь мнѣ думается, что слѣдуетъ новый докладъ вмѣстѣ съ моимъ старымъ препроводить въ Центральное Бюро совѣщательныхъ Сѣздовъ инженеровъ службы пути и просить ихъ рассмотреть на ближайшемъ Сѣздѣ. (*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, длиннѣе, 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 повыситься, но въ данномъ случаѣ я считалъ бы, что чугунныя трубы гораздо дешевле бетонныхъ.

Г. Г. Шахбудаговъ. У меня также возникаетъ сомнѣніе.

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

М. А. Гартштейнъ. Дѣло въ томъ, что бетонныя трубы изготовляются 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 однихъ 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 окончательныя изысканія, сдѣланныя теперь, кромѣ того, болѣе точныя свѣдѣнія объ имѣющихся на мѣстѣ необходимыхъ матеріалахъ, конъюнктура рынка ко времени работъ и прочія условія могутъ радикально измѣнить проектъ, даже въ принципиальныхъ его положеніяхъ.

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

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

Ө. І. Родовичъ. Докладчикомъ былъ затронутъ вопросъ: слѣдуетъ ли при устройствѣ станціонныхъ 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 имѣетъ мѣсто, и какъ завѣдывающій водоснабженіемъ на этой дорогѣ, постараюсь дать нѣкоторые свѣдѣнія, поясняя, что потребность въ отпускѣ воды частнымъ лицамъ очень скоро возрастетъ, ибо, послѣ циркулярнаго оповѣщенія соотвѣтственнаго положенія объ отпускѣ воды за плату жителямъ сосѣднихъ поселковъ, явилось въ продолженіе 2-хъ лѣтъ болѣе 50-ти предложеній на упомянутый отпускъ; нѣкоторые 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 убыточная, но даже, можно сказать, доходная, такъ какъ обыкновенно желѣзныя дороги устраиваютъ и оборудываютъ свои водопроводы со значительнымъ запасомъ, даже для усиленнаго движенія, которое, между прочимъ, въ дѣйствительности осуществляется съ большими перерывами, поэтому весь излишекъ водоснабженія можетъ быть использованъ за плату. Согласно упомянутому положенію, вода изъ желѣзнодорожныхъ водопроводовъ отпускается по цѣнѣ съ 100%-ной надбавкой къ эксплуатаціонной 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 беретъ съ потребителей подписку, которая лишаетъ потребителя права на какія-либо претензіи, если бы даже дорога безъ всякихъ объясненій прекратила отпускъ воды.

Поэтому, въ виду вышеизложеннаго, считаю уместнымъ выразить пожеланіе, дабы вновь устраиваемыя желѣзныя дороги, для завершения своего культурнаго значенія, принимали во вниманіе и разрѣшали въ удовлетворительномъ смыслѣ вопросъ объ 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 понималъ. Я не предлагаю заставить дороги обязательно отпускать даромъ воду

частнымъ лицамъ. Я нахожу необходимымъ только, чтобы желѣзные дороги, устранивъ 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 строитъ желѣзные дороги или субсидируетъ частныя предпріятія, съ другой стороны, занимается землеустройствомъ своихъ гражданъ, регулировало бы взаимоотношеніе этихъ двухъ отраслей одного и того же государственнаго хозяйства. Наконецъ, для желѣзныхъ же дорогъ снабженіе водою прилегающихъ поселковъ вовсе не невыгодно. Дѣло въ томъ, что водоснабженіе желѣзныхъ дорогъ строится размѣрами, необходимыми для обслуживанія такъ называемаго воипскаго движенія, значительно превышающаго обыкновенное нормальное на дорогахъ движеніе; другими словами, у дорогъ всегда имѣется значительный запасъ воды и соответственное оборудованіе, которые не вполне 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, которыя это дѣлаютъ.

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

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

По предложенію предсѣдателя Сѣдокъ постановлено:

Предложенный докладчикомъ тезисъ передать на разсмотрѣніе Комиссіи.

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

Сообщеніе инженера К. П. Карельскихъ: „Краткій обзоръ дѣятельности Комиссіи по изслѣдованію работы фильтровъ и воды для новаго Москворѣцкаго водопровода“ было напечатано къ открытію IX Сѣзда и раздѣвалось присутствующимъ членамъ Сѣзда.

Съ устройствомъ въ Москвѣ англійскихъ фильтровъ для очистки москворѣцкой воды, въ концѣ 1903 года, Комиссіи по изслѣдованію дѣйствія американскихъ механическихъ фильтровъ было поручено „изученіе и правильная установка работы англійскихъ фильтровъ въ Рублевѣ въ связи съ правильной постановкой санитарнаго 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. Англійскіе песочные фильтры, 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 описаніе всѣхъ опытовъ и опытныхъ приборовъ, а также всѣ полученные результаты опытовъ и химическихъ и бактеріологическихъ анализовъ. Въ виду значительнаго интереса этихъ работъ и невозможности предоставить всѣмъ членамъ Сѣзда отчетъ полностью, докладчикъ въ своемъ сообщеніи кратко ознакомилъ членовъ IX Водопроводнаго Сѣзда съ программой работъ Комиссіи и съ нѣкоторыми ея выводами.

По выслушаніи сообщенія *Сѣздомъ постановлено:*

Принять сообщеніе къ свѣдѣнію и благодарить докладчика.

Затѣмъ, послѣ перерыва, Сѣздомъ 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 однѣ изъ нихъ механической очисткѣ, другія—химической, не останавливаясь передъ пробными буреніями, испытывъ даже способъ массовой перегонки воды.

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

считаемъ поэтому полезнымъ обнародовать имѣющіеся анализы водъ, и при томъ не только тѣхъ, которыя служатъ (въ 95 пунктахъ) для водоснабженія дороги, но и тѣхъ водъ, которыя, будучи расположены на территоріи дороги, были почему-либо изслѣдованы въ лабораторіи дороги (всего 299 анализовъ ¹⁾).

Рѣчной водой Владикавказская дорога пользуется въ 53 пунктахъ изъ 47 рѣкъ. Качество водъ этихъ рѣкъ совершенно различно. Однѣ воды по своему составу вполне удовлетворительны; другія — требуютъ улучшенія въ видѣ механической очистки, когда онѣ содержатъ 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 рѣчныя воды къ востоку отъ ст. Тихорецкой вплоть до Волги у Сарепты, всѣ онѣ отличаются значительной жесткостью, иногда прямо невѣроятной для такихъ большихъ рѣкъ, какъ Челбасъ или Ея, жесткость коихъ доходитъ до 100° (по нѣм. шкалѣ) и выше. Поэтому, тамъ, гдѣ, за неимѣніемъ другого источника, приходится пользоваться рѣчной водой (рр. Батайя, Тихонькая, Челбасъ и др.), онѣ подвергаются у насъ химической очисткѣ.

Совершенно другой составъ имѣютъ рѣчныя воды дороги, начиная отъ Кубани на югъ вплоть до рѣки Атачай на ст. Кизилъ-Бурунъ (въ 100 вер. отъ Баку). За небольшими исключеніями, всѣ онѣ отличаются небольшимъ содержаніемъ солей вообще и въ частности накипеобразующихъ солей, по веской 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 желѣзнодорожнаго 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, которыя имѣютъ своимъ началомъ ледники Кавказа, какъ, напримѣръ, Кума, но для всѣхъ безъ исключенія. На это измѣненіе состава воды вліяютъ, съ одной стороны, такіе 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 грунтовыя въ руслѣ рѣки отъ рѣчной воды, видно изъ многихъ анализовъ. Укажемъ здѣсь на №№ 53 и 58 ²⁾). Вслѣдствіе

¹⁾ Смотр. ниже таблиц. анализовъ.

²⁾ Смотр. ниже таблиц. анализовъ.

частаго измѣненія русла рѣки Кубань (на ст. Армавирь),—явленіе довольно обычное для горныхъ рѣкъ, и вслѣдствіе сопряженныхъ съ этимъ неудобствъ для эксплуатаціи, рѣшено было выкопать въ руслѣ большой колодець, 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 грунтовые 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. Минеральныя 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 мартѣ, и возвращается къ нормальному состоянію только въ маѣ. Очевидно, что весеннее таяніе снѣговъ почти не вліяетъ на качество ея водъ и только ледниковыя воды въ состояніи разбавить жесткія грунтовые воды настолько, что жесткость падаетъ съ 36° — 43° до 14° и даже ниже.

Подвержены измѣненію въ своемъ составѣ и воды сѣвернаго 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, Тихонькая, Кагальникъ, Сасыка, Аксай, Егорлыкъ, несутъ огромныя массы воды, негодныя ни для питья, ни для котловъ. Нормальная жесткость ихъ водъ отъ 50° — 70° (по нѣмецкой шкалѣ), послѣ сухой осени зимою она повышается иногда до 120° . Соотвѣтственно этому велико въ нихъ содержаніе и растворимыхъ солей: въ рѣкахъ ближе на востокъ—поваренной соли (NaCl), въ болѣе западныхъ (приблизительно между Великокняжеской и Екатеринодаромъ, Ростовомъ и Кавказской) — глауберовой соли (Na_2SO_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° , часто спускаясь до 6° — 8° ; содержаніе солей вообще незначительно, такъ что сухой остатокъ на литръ воды составляетъ десятую часть такового въ рѣкахъ сѣвернаго и сѣверо-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 служатъ колодцы. Въ 37 пунктахъ изъ колодцевъ устроено водоснаб-

жешіе для паровозовъ и, кромѣ того, имѣются сотни колодцевъ для питьевой воды (на станціяхъ, развѣздахъ и около будокъ). Обыкновенная глубина ихъ отъ 2 до 8 саж. Начиная со ст. Батайскъ, на сѣверѣ, до ст. Минеральныя Воды, на югѣ, на протяженіи 460 верстъ, и далѣе отъ ст. Хачмасть до ст. Баку, а въ другомъ направленіи—съ востока на западъ—отъ ст. Гнилоаксайской до ст. Станционной, 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° по нѣм. шкалѣ (или $293,5^{\circ}$ по франц.), на ст. Овечка грунтовая вода имѣетъ 126° (= 224° фр.), на ст. Куцевка 92° (= $164,7^{\circ}$ фр.) На ст. Богословской имѣются родники; изъ нихъ самотекомъ вода попадаетъ въ станціонный бакъ; жесткость воды — 103° ($184,4^{\circ}$ фр.)

Въ отношеніи содержанія другихъ солей опять-таки замѣчено, что съ приближеніемъ къ востоку увеличивается содержаніе хлористыхъ соединений, съ сѣвера же на югъ—велико особенно содержаніе сернокислыхъ соединений. Характерныя свойства грунтовой воды выступаютъ только постепенно; очень часто въ свѣжовырытомъ колодцѣ вода оказывается сравнительно спосной, съ малымъ содержаніемъ солей; постепенно, по мѣрѣ откачки явно-поверхностныхъ водъ, не успѣвшихъ насытиться солями почвенныхъ слоевъ, къ колодцу притекають болѣе глубокія грунтовыя воды съ значительно болѣею жесткостью.

Рѣзко отличны отъ этихъ грунтовыхъ водъ воды грунтовыя южнее ст. Минеральныя Воды и далѣе на востокъ по Петровской вѣтви (за исключеніемъ собственно ст. Петровскъ), а также на западъ—воды отъ Екатеринодара до ст. Повороссійскъ (за исключеніемъ этой станціи). Какъ видно изъ анализовъ за №№ 88, 90, 93 и т. д., всѣ эти воды при небольшой жесткости содержатъ нормальныя количества и прочихъ соединений, какъ хлористыхъ и сернокислыхъ. Такимъ образомъ, грунтовыя воды дороги также представляютъ двѣ рѣзко отличныя группы, параллельно идущія съ группами поверхностныхъ водъ.

Имѣются на дорогѣ и артезіанскія воды. Артезіанскія скважины у насъ насчитываютъ свою длинную исторію. Около 20 лѣтъ тому назадъ проф. Войславъ высказалъ увѣренность, что и въ районѣ съ столь 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 Куцевскъ. На ст. Крыловской, лежащей на 29 саж. надъ уровнемъ моря, послѣ долгаго вре-

мени была найдена вполне 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 вполне 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 плавунъ—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-сѣрой 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 небольшою примѣсью чрезвычайно мелкаго песку. Теперь она идетъ совершенно прозрачная. Со временемъ исчезъ также запахъ сѣрородорода. Составъ воды заслуживаетъ вниманія, такъ какъ онъ рѣзко отличается отъ извѣстныхъ водъ этой мѣстности, какъ это видно изъ анализовъ въ таблицѣ за №№ 24, 25 и 26.

Данные анализа выражены въ граммахъ на литръ воды:

Сухой остатокъ (при 150° С.)	0,6598.
Известь (CaO)	0,0100.
Магnezія (MgO)	0,0097.
Сѣрный ангидридъ (SO ₃)	0,1214.
Углекислота (CO ₂) связанная	0,1200.
Хлоръ (Cl)	0,0855.
Кремневая кислота (SiO ₂)	0,0094.
Окиси желѣза и алюминія (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	0,0012.
Азотистый ангидридъ (N ₂ O ₃) и азотный (N ₂ O ₅)	0.
Амміакъ (NH ₃)	значительные слѣды.
Сумма щелочей (въ видѣ Na ₂ O)	0,3116.
Окись калия (K ₂ O)	0.
Общая жесткость (пѣм. градусы)	2,3° (=4,1° фр.)

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

Хлористый натрій (NaCl)	0,1410.
Угле-кальціевая соль (CaCO_3)	0,0180.
Угле-магнієвая соль (MgCO_3)	0,0204.
Сѣрно-натрієвая соль (Na_2SO_4)	0,2155.
Угле-натрієвая соль (Na_2CO_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 желѣзнодорожномъ водоснабженіи, и, во-вторыхъ, содержаніемъ дву-угле-натріевой соли, отчего эту воду можно причислить къ щелочнымъ водамъ.

Вторая дѣйствующая на дорогѣ скважина имѣется на ст. Екатеринодаръ, лежащей на 13,25 саж. надъ уровнемъ моря. Глубина скважины меньше, именно—82 саж. 4 фут. = 578 фут. Діаметръ трубъ—10''.

Составъ воды въ граммахъ на литръ слѣдующій:

Сухой остатокъ (при 150^0 C.)	0,3636.
Известь (CaO)	0,0110.
Магnezія (MgO)	0,0054.
Сѣрный ангидридъ (SO_3)	0,0480.
Углекислота (CO_2) связанная	0,0884.
Хлоръ (Cl)	0,0272.
Кремневая кислота (SiO_2)	0,0090.
Окиси желѣза и алюминія ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	0,0040.
Амміакъ (NH_3)	0,0003.
Смѣаемыя органическія вещества	0,0170.
Органическія вещества (по Кубелю)	10,2 ссм. $\frac{n}{100}$

KMnO_4 на 100 ссм. воды.

Азотистый (N_2O_9) и азотный (N_2O_5) ангидридъ	0.
Сумма щелочей (въ видѣ Na_2O)	0,1628.
Окись калия (K_2O)	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 gr. дву-угле-натріевой соли NaHCO_3 въ водѣ.

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

предпринятая сейчас работа на ст. Песчаноконская, лежащей восточнѣе ст. Крыловской верстѣ на 90.

Какъ мы выше говорили, одновременно съ работой на ст. Крыловская, начаты были работы по буренію и на ст. Куцевка, лежащей сѣвернѣе 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 рѣкъ Еи и чѣмъ въ имѣющихся на станціи колодцахъ, а именно 28,6° жесткости, но вмѣстѣ съ тѣмъ она содержала большія количества сѣроводорода, а именно 0,0119 гр. въ литрѣ, что дѣлало ее совершенно непригодной для паровозовъ, такъ какъ сѣроводородъ дѣйствуетъ крайне разрушающимъ образомъ на котлы. Поэтому скважина была заброшена. Однако, подъ вліяніемъ того факта, что въ мѣстности, гдѣ грунтовые воды очень жесткія, была въ концѣ-концовъ найдена прекрасная вода, начаты были буренія и въ другихъ мѣстахъ, но результаты оказались плачевныя: воды не было найдено. Эти пункты слѣдующіе: ст. Батайскъ—на глубинѣ 14 саж., Каяла—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 колоды, въ нижней части города (см. анализы №№ 146, 147 и 148), даютъ воду, неудовлетворительную по своему составу, жесткостью отъ 30 до 38° (по нѣм. шкалѣ). Тогда начаты были изысканія источниковъ, берушихъ свое начало въ Джалганскихъ горахъ (анализы за №№ 131—144), вытекающихъ надъ городомъ. Вода почти во всѣхъ этихъ источникахъ оказалась прекрасная по своимъ свойствамъ. Однако, устроить отсюда водоснабженіе оказалось нелегко, вслѣдствіе трудности проведенія водопровода. Необходимо было считаться и съ тѣмъ немаловажнымъ обстоятельствомъ, что всѣ эти источники даютъ въ сущности немного воды, и она является единственно 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 имѣетъ 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 галерею. Составъ воды въ граммахъ на литръ слѣдующій:

Сухой остатокъ (при 150° С.) . . .	1,0280.
Известь (CaO)	0,1215.
Магnezія (MgO)	0,1252.
Сѣрный ангидридъ (SO ₃)	0,2665.
Хлоръ (Cl)	0,0958.
Углекислота (CO ₂) 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 содержатъ невѣроятно огромныя количества органическихъ веществъ, отчего онѣ часто издаютъ гнилостный запахъ. Содержаніе неорганическихъ солей также постепенно возрастаетъ и иногда можетъ переходить 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 отсутствіемъ 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 (Гихорьцкій и Котельниковскій участки); наконецъ, третьи вынуждены пользоваться и плохой и хорошей водой (Мипераловодскій 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 зрѣнія желѣзнодорожнаго водоснабженія существенно отличная отъ городского: впереди стоятъ здѣсь нормальная работа паровоза, а не вопросы гигиены, и не бактерія, а атомъ кальція опредѣляетъ достоинство воды. Известковые и магнезіальныя соли воды, выдѣляющіяся въ котлахъ въ видѣ твердыхъ отложений, могутъ не только причинять значительныя матеріальныя убытки дорогѣ, но нарушаютъ самое движеніе. Понятно поэтому, что вопросъ о желѣзнодорожномъ водоснабженіи долженъ быть разсматриваемъ не только съ точки зрѣнія количества, но и качества воды.

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 противорѣчатъ другъ другу. По *Вильсону* накипь, толщиною въ 1,5 мм., обуславливаетъ перерасходъ топлива въ 15⁰/₀; при толщинѣ накипи въ 6 мм. перерасходъ достигаетъ 40—50⁰/₀, а при толщинѣ въ 12 мм.—даже 150⁰/₀. Въ 188¹/₂ гг. инженеръ *Коттингъ*, устраивавшій въ то время очистку воды на Владикавказской 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—40⁰/₀. Позже американскій проф. *Breschenridge*¹⁾ производилъ опыты на желѣзной дорогѣ *Illinois central* и пришелъ къ выводу, что слой накипи въ 0,8—1,2 мм. вызываетъ потерю тепла въ 10⁰/₀.

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

Соотвѣтствующіе опыты производили въ 1903 г. въ Манчестерѣ *Strohmeier* и *Baron* и пришли къ заключенію, что накипь, толщиною въ 3 мм., при напряженной работѣ котла, ведетъ къ уменьшенію использованія тепла на 11¹/₂⁰/₀, при ненапряженной работѣ—

1) 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 Леви¹⁾, значительно раньше изслѣдованій Strohmeier'a и Baron'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 коэффициентъ теплопроводности для накипи въ зависимости отъ ея состава, формы, примѣси масла и другихъ органическихъ веществъ.

Въ новѣйшее время такіа изслѣдованія производилъ W. Ernst²⁾, который въ результатѣ своихъ очень тщательно поставленныхъ опытовъ пришелъ къ заключенію, что, если стѣнка котла, при температурѣ пара въ 150° 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 mm., 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“.

Во 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 рѣшенъ только путемъ специальныхъ опытовъ. Наблюденія и данныя желѣзныхъ дорогъ мало пригодны для рѣшенія этого сложнаго вопроса, такъ какъ въ каждомъ депо или на каждомъ участкѣ дороги слишкомъ велико число своихъ факторовъ, вліяющихъ на расходъ топлива, а съ другой стороны—статистическіе методы желѣзныхъ дорогъ въ достаточной степени не научны.

Спеціально 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-

¹⁾ См. труды XVII Съѣзда начальниковъ Службы Тяги.

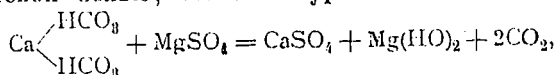
²⁾ См. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. 62 Abt. II a, 1902.

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 перегрѣвami металла, вслѣдствіе отложенія накипи.

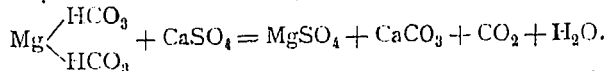
Совершенно различны и пробѣги паровозовъ на дорогѣ на участкахъ съ мягкой и жесткой водой. Для эксплуатаціи имѣетъ громадное значеніе и нарушение правильности движенія, когда требуются резервные паровозы. Совершенно вѣрно указываетъ г. Яловецкій: „кому не приходилось работать при условіяхъ плохой воды, 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 приостанавливалось движеніе (изъ нѣсколькихъ десятковъ паровозовъ не оказывалось ни одного годнаго), когда вслѣдъ за отошедшимъ поѣздомъ приходилось въ скорости посылать 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 известковыя и магнезіальныя соли. Дву-угле-кальціевая соль $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, теряя при кипяченіи уголекислоту, превращается въ нерастворимое соединеніе CaCO_3 . Дву-угле-магніевая соль $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, при кипяченіи подъ давленіемъ, теряетъ обѣ частицы уголекислоты и превращается въ гидратное соединеніе $\text{Mg}(\text{HO})_2$, въ какомъ видѣ ее обычно находятъ въ накипи. При температурѣ выше 140°C . сѣрно-кальціевая соль 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 (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:

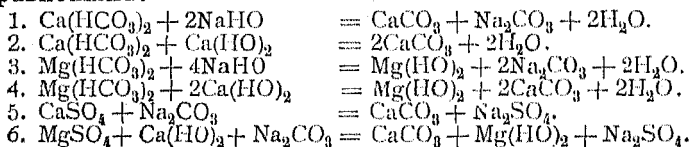


При ненадлежащемъ уходѣ за котломъ, при отсутствіи своевременныхъ промывокъ, въ накипь могутъ переходить и такія растворимыя

соли, какъ хлористый натрій и сѣрно-натріевая соль. Последняя вмѣстѣ съ сѣрно-кальціевой образуетъ твердые пласты. Наконецъ, нормально въ умноженіи количества накипи принимаютъ участіе: кремневая кислота, окиси желѣза и алюминія и органическія примѣси воды. Впрочемъ, вопросъ объ участіи каждой изъ названныхъ частей воды въ накипобразованіи далеко еще не выясненъ въ достаточной степени. Всѣмъ извѣстно, что рядомъ съ накипью въ котлахъ образуется и мягкая легко удаляемая масса, такъ называемый шламъ. Изученіе состава этихъ двухъ образованій, какъ и питающихъ водъ, привело наблюдателей къ заключенію, что магнезіальныя соли главнымъ образомъ переходятъ въ шламъ, известковыя—въ накипь ¹⁾.

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 известъ. Вскорѣ было выяснено, что одной извести для этой цѣли недостаточно. Наиболѣе распространенные въ настоящее время реактивы—известъ 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.

Ограничившись 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. Последняя вызывается тѣмъ обстоятельствомъ, что многія горныя рѣки весною и лѣтомъ содержатъ 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 „перемѣннаго тока“, состоящихъ обыкновенно изъ 3 отстойниковъ, емкостью каждый соотвѣтственно суточному расходу воды на станціи. Такіе отстойники на дорогѣ имѣются 2-хъ видовъ: одни—открытые, другіе (новѣйшіе) дѣлаются закрытыми, для защиты отъ вѣтровъ, дабы при большемъ покоѣ достигнуть 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 желѣзобетонныя), крыши во всѣхъ желѣзобетонныя. Каждый отстойникъ снабженъ приспособленіемъ для отвода, по мѣрѣ надобности, осѣвшихъ частицъ въ рѣку. Открытые отстойники имѣются на 10 станціяхъ: Минеральныя Воды, Ессентуки, Слѣпцовская, Гудермесъ, Чирь - Юртъ, Хасавъ - Юртъ, Хачмасть, Манасъ, Каягентъ и Мамедъ-Кала. Въ общемъ эти отстойники выполняютъ свою задачу достаточно удовлетворительно. Остающееся въ водѣ, послѣ 24-хъ часового отстоя, количество взвѣшенныхъ частицъ очень незначительно и вполне 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 старинномъ аппаратѣ системы Беранже и Штингля (ст. Батайскъ, Кяла, Степная, Кисляковка, Леушковская и Малороссійская), на остальныхъ 11 станціяхъ въ аппаратѣ Дерюмо (Тихорѣцкая—2 аппарата, Ея, Песчанокпская, 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 проходитъ смѣшивательная труба. При каждомъ аппаратѣ имѣется и небольшой желѣзный ящикъ, въ которомъ готовится растворъ реактива. Очистка воды производится въ этомъ аппаратѣ посредствомъ жѣдкаго натра. Вода изъ источника, одновременно съ растворомъ соды, поступаетъ въ воронку, посаженную на смѣшивательную трубу перваго цилиндра, при чемъ обыкновенно тотчасъ же начинается реакція, т. е. выдѣленіе изъ воды известковыхъ и магнезіальныхъ солей. Дальнѣйшее движеніе воды по слѣдующимъ цилиндрамъ имѣетъ своей цѣлью окончаніе реакціи и осаждеіе выдѣленныхъ осадковъ. Въ послѣднемъ цилиндрѣ имѣется фильтръ, для окончательнаго 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 состоитъ въ томъ, что очистку воды приходится производить посредствомъ одного реактива — *ѣдкаго натра*. Дѣйствуя на двууглекислыя соединенія и превращая ихъ въ нерастворимое состояніе, *ѣдкій 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 соединений. Если же такого соотвѣтствія нѣтъ, что представляетъ обычное явленіе въ природныхъ водахъ, то или не хватаетъ количества взятаго *ѣдкаго натра* и тогда надо вводить другой еще реактивъ, что не трудно, или же, что гораздо чаще, введенный въ воду *ѣдкій натръ* образуетъ значительно больше угленатріевой соли, чѣмъ нужно для сѣрнокислыхъ соединений. Послѣдній случай какъ разъ имѣетъ мѣсто у насъ. Въ виду этого очищенные воды содержатъ избытокъ соды, отъ 5 до 12 фун. на куб. саж. воды. Далѣе, употребленіе *ѣдкаго натра* невыгодно и съ экономической точки зрѣнія; 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° *Вѣ* раствора. Регулированіе подачи его достигается посредствомъ небольшого ящика, поплавкомъ котораго обусловливаетъ постоянный въ немъ уровень и, слѣдовательно, единообразный вытокъ содоваго 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 gr. 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 идѣи изобрѣтателя, должна была попадать только чистая известковая вода.

Вредная сторона этого явленія состоитъ въ томъ, что излишняя известь, 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 предотвращения этого, на Владикавказской дорогѣ, рядомъ съ первымъ сатураторомъ, поставленъ второй сосудъ; известковая вода со взмученными бѣлыми частицами, по виду и отчасти по составу болѣе подходящая къ известковому молоку, проходитъ во второй цилиндръ и здѣсь подвергается декантаци. Такимъ путемъ мы обезпечили себѣ известковой водой, совершенно прозрачной и насыщенной.

Устройство самого аппарата слѣдующее.

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

Вода изъ источника подается въ водопріемный ящикъ. Этотъ ящикъ перегородкой раздѣляется на 2 части: собственно приѣмникъ и водораспределитель. Въ водопріемникѣ 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 водораспределитель—вода переходитъ подъ давленіемъ опредѣленнаго столба жидкости, въ опредѣленномъ и постоянномъ количествѣ, въ зависимости отъ того, на сколько открытъ 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 водораспределителѣ это опредѣленное 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 насыщаясь известью. Другая, значительно большая часть, на пути своемъ къ осадочному цилиндру, ниспадаетъ на водяное колесо, которое своимъ движеніемъ вращаетъ мѣшалку въ сатураторѣ. Последняя не даетъ извести улечься на дно, непрерывно взмѣшиваетъ ее съ водой, вслѣдствіе чего последняя насыщается ею и переходитъ для освѣтлѣнія во второй сатураторъ. Самое заряженіе сатуратора известью производится такимъ образомъ, что опредѣленное количество ея (въ негашеномъ состояніи) засыпается въ особое отдѣленіе при сатураторѣ, гдѣ она гасится и гдѣ она остается лежать до тѣхъ поръ, пока не наступитъ моментъ спустить ее внизъ, на дно сатуратора. Такое заряженіе производится каждые 6 часовъ. Количество воды изъ водораспределителя 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. СаО, мы вычисляемъ, сколько всего надо известковой воды, сколько, слѣдовательно, надо изъ общей массы поданной изъ источника воды отдѣлить на сатураторъ, для приготовления чистой известковой воды. Остальное количество попадаетъ черезъ водяное колесо въ главный цилиндръ, собственно въ смѣшивательную внутреннюю трубу. Здѣсь сходятся, такимъ образомъ: главная струя воды; затѣмъ, та часть, которая служила для приготовления известковой воды, и, наконецъ, содовый растворъ. Реакція сейчасъ же начинается. Вода по трубѣ спускается внизъ, чтобы затѣмъ по выпловымъ поверхностямъ подняться вверхъ, и черезъ фильтр изъ древесныхъ стружекъ въ верхней части главнаго цилиндра поступаетъ, совершенно прозрачная, въ станціонный бакъ.

Таковъ обычный типъ аппарата Дерюмо. Наибольшихъ размѣровъ очистка воды производится на ст. Тихорецкой, которая снабжается водой изъ р. Челбасъ, расположенной въ 5 верстахъ 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 мѣстъ, для бани и т. д. Отсюда же вода поступаетъ въ водоочистители, которые въ часъ очищаютъ по 6 куб. с., и очищенная вода поступаетъ въ 2 бака, по 8 куб. с. каждый, для цѣлой питаіи паровозовъ и станціонныхъ котловъ. Очищаемая вода (см. анализъ ея въ таблицѣ подъ №№ 43—48) очень жесткая, содержаніе магнезіальныхъ 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 известъ (по 6—10 нуд. ея каждое 6 часовъ для каждаго аппарата), она отгашивается внизу, и спеціальнымъ насосомъ известковая гуща накачивается въ сатураторы. Содовый растворъ также готовится внизу и отсюда нижекоторомъ подается въ большіе содовые ящики паворху. Такъ какъ каждый аппаратъ мо-

жетъ 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, общою 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 ремонтъ аппаратовъ, отопленіе помѣщеній 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 ѣдкаго 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 опытѣ массовой перегонки жесткой воды, произведенномъ на ст. Кушечка лѣтъ 10 тому назадъ въ перегонномъ аппаратѣ Ягна. Это тѣмъ болѣе слѣдуетъ сдѣлать, что вокругъ этого аппарата въ свое время слагались цѣлыя 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“, состоящій изъ желѣзнаго кожуха, частью наполненнаго свѣжей перегоняемой водой; вокругъ кожуха помѣщается испарительная батарея, состоявшая въ аппаратѣ на ст. Кушечка изъ вертикальныхъ мѣдныхъ трубокъ (въ послѣднихъ 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 опрѣсненная 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 идее этотъ аппаратъ не представлялъ ничего новаго (на сахарныхъ, содовыхъ и др. химическихъ заводахъ уже съ давнихъ поръ примѣняются выпарные аппараты многократнаго испа-

ренія по типу Ридлье), то рѣшено было испытать одинъ аппаратъ Ягна. По смѣтѣ, составленной изобрѣтателемъ, онъ долженъ былъ 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 кампаніи; 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 батарей, и такъ какъ конструкція послѣдней была очень несовершенная, то на очистку тратилось отъ 8 до 10 дней. (Въ новѣйшихъ аппаратахъ конструкція батарей измѣнена такимъ образомъ, что она дѣлается горизонтальною и устанавливается на желѣзныхъ салазкахъ, на которыхъ она по рельсамъ выдвигается изъ кожуха для очистки). Включая эти неизбежныя дни для остановокъ, производительность аппарата оказывалась въ среднемъ во много разъ ниже, чѣмъ предполагалось. Что касается расхода нефти, то онъ также оказался несоотвѣтствующимъ 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 нѣкоторые другія неудобства, которыми 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 ее было не болѣе 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, гдѣ 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 желѣзнодорожнаго водоснабженія. Особенно подчеркивалось то обстоятельство, что на трубкахъ батарей этого аппарата совершенно не осаждается накипь, что онъ остается во время работы совершенно чистымъ и поэтому ихъ производительность всегда одна и та же, а расходъ нефти не великъ. Въ это же приблизительно время на съѣздѣ начальниковъ службы тяги одновременно дѣлались сообщенія объ

аппаратъ Ягна на ст. Красноводскъ Закаспійской ж. д. и о куцевскомъ аппаратъ. О первомъ изъ нихъ сообщалось какъ разъ то самое, что имѣло мѣсто и въ Куцевкѣ, при чемъ стоимость 1 куб. с. опрѣсненной воды опредѣлялась въ 6 руб. О куцевскомъ 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 комиссіей, 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. еи, теперь стоимость 1 куб. с. воды была бы на 3 руб. дороже, т. е. около 9 руб.

Изъ сказаннаго видно, какъ невѣрны были свѣдѣнія объ аппаратѣ Ягна на ст. Куцевка. Прибавимъ, что послѣ нѣкотораго времени работы аппарата выяснилось, что батареи начала совершенно изнашиваться, вслѣдствіе частой очистки ихъ отъ твердой накипи. И когда насталъ моментъ постановки новыхъ, на что нужно было затратить нѣсколько тысячъ рублей, то этимъ воспользовались, чтобы приостановить дальнѣйшій опытъ съ этимъ аппаратомъ, который не обезпечивалъ 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 осязательнымъ результатомъ этого дорого стоившаго дорогѣ опыта мы считаемъ оригинальный аппаратъ для массовой перегонки воды, разработанный въ службѣ тяги Владикавк. дѣр. завѣдующимъ техническимъ бюро инженеромъ Лопушинскимъ. Задача, которую поставилъ себѣ изобрѣтатель, заключалась въ томъ, чтобы получить дистиллированную воду при возможно низкой температурѣ съ наилучшей утилизаціей тепла. Для достиженія этой цѣли, „элементъ“ въ аппаратѣ Лопушинскаго 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 рассчитанъ такимъ образомъ, чтобы, прибавляя количество свѣжаго пара не болѣе 10⁰/₁₀₀ отъ вѣса воды, поднимать да-

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

вление 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 соответственное 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 гигиена выяснила огромное значеніе воды въ жизни человека, техника постепенно приходитъ къ сознанію важнаго значенія воды и для желѣзныхъ дорогъ. Само собою разумѣется, что здѣсь въ конечномъ итогѣ это вопросъ экономическій. 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 пужныя сооруженія, а затѣмъ содержать штаты 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 ниж. *Фельдтома* *), тѣмъ болѣе, что въ настоящее время въ существующія водоснабженія уже вложены многіе милліоны и едва ли можно будетъ достать другіе свободные милліоны для такой крупной реформы, какъ значительное расширеніе центральныхъ водоснабженій и замѣна, соответствующенно 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 зависитъ 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 улучшенію. Помимо жесткости, которая является главнымъ моментомъ въ опредѣленіи 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 обуславливаютъ сильное разѣданіе 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 кислаго характера. Наконецъ, при выборѣ источника водоснабженія должно отдать предпочтеніе водѣ съ наименьшимъ содержаніемъ растворимыхъ солей. Тамъ, гдѣ необходимость однако заставляетъ употреблять воду жесткую, послѣдняя должна быть подвергнута улучшенію.

Для улучшенія качества воды существуютъ 2 способа: химическая очистка и перегонка. Въ послѣднее время замѣчается отрицательное отношеніе къ первой и стремленіе выдвинуть, какъ единственно раціональный способъ, массовую перегонку воды. Это особенно замѣтно въ послѣдніе годы на страницахъ „Желѣзнодорожнаго Дѣла“ въ статьяхъ гг. *Фельдта* и *Элкина*.

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 бывають случаи, когда улучшеніе единственно имѣющейся воды возможно только путемъ перегонки. Къ такимъ случаямъ мы относимъ ст. Красноводскъ и Учъ-Аджи Средне-Азіатской дороги. Мы уже неоднократно имѣли случай высказаться, что химическая очистка воды, если послѣдняя очень жесткая и содержитъ значительныя количества растворимыхъ солей, какъ хлористый натрій или сѣрно-натріевая соль, не дастъ удовлетворительныхъ результатовъ при питаніи котловъ. Выдѣлить известковыя и магнезіальныя 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 приѣмамъ, т. е. посредствомъ ѣдкаго натра или посредствомъ извести и кальцинированной соды, является матеріаломъ для питанія котловъ тѣмъ болѣе неудовлетворительнымъ, чѣмъ выше содержаніе въ ней растворимыхъ солей, количество которыхъ при очисткѣ уменьшается вообще незначительно, только соответственно содержанію въ водѣ углекислыхъ соединений. Въ чемъ 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 опытамъ, къ слову сказать очень дорогимъ, которые до сихъ поръ были произведены съ перегонными аппаратами различныхъ системъ, а именно—Ягна, Черпова и Круга, то мы увидимъ здѣсь только цѣлый рядъ неудачъ или получимъ какія-то неясныя данныя, на которыя полагаться нельзя. Первые опрѣснители Ягна, на ст. Красноводскѣ, а затѣмъ на ст. Кушевка, въ скоромъ времени были преданы забвенію, несмотря на всѣ попытки (въ официальныхъ запискахъ и въ печати) доказать, что кушевскій аппаратъ будто бы удовлетворительно разрѣшилъ эту задачу. Затѣмъ, строится аппаратъ въ Баку, а вслѣдъ за нимъ слѣдуетъ цѣлый рядъ аппаратовъ—въ Учъ-Аджи, Красноводскѣ (здѣсь цѣлыхъ три аппарата) и на ст. Гришино Екатер. дор. Установка каждого изъ нихъ обыкновенно предшествуетъ извѣщенію о серьезныхъ улучшеніяхъ, самая установка продолжается годами; затѣмъ слѣдуютъ продолжительныя испытанія, возникаютъ постоянно споры и несогласія между строителями и управленіями дорогъ, которыя 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 книгѣ „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. *Желѣзнодорожное Дѣло* за 1902 г. въ препіяхъ по поводу доклада К. П. Капкина: „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 чемъ нефти уходило на кубъ воды почти по 30 пудовъ, что при цѣнѣ нефти въ 30 к. составляетъ 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 цѣпѣ—около 14 р. И несмотря на такую высокую цѣну, этотъ аппаратъ не можетъ обезпечить станцію водой. Что касается второго опрѣснителя на этой же станціи системы Ягно-Концеля, то былъ онъ построенъ въ 1902 г. на 20 кубовъ въ сутки, при испытаніи далъ совершенно плохіе результаты, но при изслѣдованіи причины этого явленія оказалось, что вода, подлежащая перегонкѣ, оказалась не въ 96° жесткости, какъ рассчитывалъ строитель, а въ 400^{0*}). 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 опытѣ „результаты оказались гораздо благопріятнѣе, чѣмъ требовалось отъ него условіями договора“ (Bothas, стр. 45). Тѣмъ не менѣе аппаратъ не работаетъ и въ настоящее время, такъ какъ управленіе 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. Такимъ образомъ, въ настоящее время Средне-Азіатская дорога имѣетъ на ст. Учъ-Аджи 2 аппарата, общей стоимостью, считая всѣ расходы, врядъ ли меньше 300.000 руб., но опрѣсненной воды она все-таки не имѣетъ. Едва ли можно считать удачными и результаты, получившіеся при работѣ аппарата Круга на ст. Красноводскъ, хотя по отношенію 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 перваго изъ нихъ у насъ нѣтъ данныхъ; говорятъ, городъ отпускаетъ эту воду по 1½ коп. за ведро, т. е. по 12 р. за кубъ. Относительно бакинскаго аппарата г. Bothas сообщаетъ слѣдующее. Этотъ опрѣснитель работаетъ съ 1899 г., а договоръ на его

*) См. *Железнодорожное Дѣло*—статья 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—старого типа; несмотря на это, именно онъ продолжаетъ работать до сихъ поръ, тогда какъ всѣ новѣйшіе, такъ сказать, усовершенствованные аппараты Ягно-Коппеля стоятъ безъ дѣйствія. Причина этого явленія почему-то не выясняется, несмотря на вполне 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 перебранной воды 302.470 сѣм, что составляетъ приблизительно по 84 куб. с. въ сутки. Самое устройство состоитъ изъ 5 самостоятельныхъ аппаратовъ 9-кратнаго испаренія, суточной производительностью каждый въ 40 куб. с. Такимъ образомъ, всѣ вмѣстѣ они рассчитаны 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 расчетъ и простои. 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 пизка, 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 обезпечиваетъ съ увѣренностью станцію нужнымъ количествомъ воды, а съ другой стоимость опрѣсненія оказывается значительно выше расчетовъ. 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 берутъ 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 зрѣнія работы котла, мы думаемъ, что широкому примѣненію опрѣснителей всегда будетъ препятствовать значительная стоимость опрѣснения, не 5,38 коп., какъ это подсчитываетъ Элькин*), на поѣзд-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, вполне обезпечивающаго станцію водой, этотъ способъ можно будетъ примѣнять только въ исключительныхъ случаяхъ, когда приходится мириться со всякими расходами для достиженія того, что кажется необходимымъ.

Другой способъ улучшенія 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, гдѣ примѣненіе его поставлено правильно, когда дѣло не ввѣряется всецѣло простому черно-рабочему, онъ даетъ хорошіе 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 зрѣнія 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 накипеобразования (болѣе высокое давленіе 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 такой же, какъ и на другихъ участкахъ. Принято говорить, что очищенная вода разъѣдаетъ желѣзо и мѣдь. Если бы это соответствовало 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 положительныя 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 оцѣнки значенія водоснабженія для числа и оборота паровозовъ и для эксплуатационныхъ расходовъ. 1907. Стр. 56 и 63.

ніями, но пробѣги паровозовъ различны. Слѣдовательно, заключили мы, ошибочно было бы сводить всѣ явленія работы паровознаго котла только къ накипи. Удаляя послѣднюю, мы вносимъ значительное улучшение, но этого очевидно еще недостаточно. Важную роль играютъ еще и такъ называемыя растворимыя соли, у насъ по преимуществу сѣрно-натріевая соль (такъ наз. глауберова соль). Химическая очистка не уменьшаетъ этихъ солей, даже увеличиваетъ содержаніе послѣдней (она образуется за счетъ выделяемыхъ CaSO_4 и 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 аллюминіевымъ силикатомъ, въ составъ котораго входитъ щелочной металлъ. Формула его— $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. 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 фильтрующий матеріалъ 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 бѣлаго барія— $\text{Ba}(\text{HO})_2$ *) и комбинированный—посредствомъ извести и углекислаго барія— 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 соединений. Для водъ, подобныхъ водамъ Владикавказской дороги, примѣненіе баритоваго 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 холоду, зимою при температурѣ въ 4° . Ясно, что при температурѣ 70° — 80° всѣ химическіе процессы будутъ совершаться быстрѣе и совершеннѣе, очищенная вода будетъ имѣть, безъ избытка реактивовъ, жесткость въ 1° — 2° . Т.м., гдѣ можно говорить о расходахъ въ 4—5 р. на кубъ воды, ибо это продуктивные расходы, тѣмъ паче позволительно 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 програваніемъ 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 водъ, служащихъ для питанія паровыхъ котловъ, Съѣздъ выражаетъ пожеланіе, чтобы для этой цѣли были собраны и опубликованы имѣющійся обширный матеріалъ по изслѣдованію разнообразныхъ источниковъ желѣзнодорожнаго водоснабженія и въ связи съ этимъ, по специальной программѣ, и тѣ данныя, которыя вполне освѣтили бы вопросъ о влияніи состава воды на работу и эксплуатацію паровоза“.

Воды Владикавказской желѣзной дороги.

(Данные выражены въ граммахъ на литръ воды. Версты съ сѣвера на югъ—отъ Ростова н./Д. до Баку и съ востока на западъ—отъ Парицка н./В. до Новороссійска.)

№	Версты.	Названіе станцій.	Названіе источника.	Время производ-ства анализа.	Сухой остатокъ.	Известка СаО.	Магнезия MgO.	Сѣрный ангидридъ SO ₂ .	Хлоръ Cl.	Углекислота газованная CO ₂ .	Жесткость.	
											Нѣмн. градусъ.	Франц. градусъ.
1 ¹⁾	0	Ростовъ.	Багаанск. род.	20/III 1901	1,524	0,2300	0,1054	0,4896	0,1420	0,1254	37,7°	67,5°
2 ²⁾	"	"	р. Донъ.	IX—1904	0,430	0,1033	0,0324	0,0588	0,0639	0,0902	14,8°	26,5°
3 ³⁾	"	"	"	IX—1907	0,6026	0,1086	0,0443	0,0906	0,1242	0,0902	17°	30,4°
4 ⁴⁾	6	"	Пойма.	XII—1902	0,8605	0,1490	0,0594	0,1632	0,1775	0,1232	23,1°	41,1°
5 ⁵⁾	7	"	"	XII—1903	—	0,2150	0,0774	0,2720	0,2911	0,1100	32,2°	57,6°
6 ⁶⁾	8	"	"	XII—1903	—	0,425	0,0756	1,377	0,6887	0,0132	53°	94,8°
7 ⁷⁾	10	Багайскъ.	р. Багай.	V—1894	—	0,0572	0,0090	0,0246	0,0148	0,0693	6,9°	12,3°
8 ⁸⁾	"	"	"	IX—1894	—	0,1085	0,0335	0,0697	—	0,0897	15°	26,8°
9 ⁹⁾	"	"	"	X—1904	1,059	0,1500	0,0576	0,2462	0,2520	0,0704	23°	41°
10 ¹⁰⁾	"	"	"	I—1894	—	0,2309	0,0756	0,7451	—	0,0832	33,7°	60°
11	"	"	Кол. въ карьеръ.	V—1897	—	0,2210	0,1706	0,9850	0,1645	0,1518	45,8°	81,9°
12 ¹¹⁾	34	Каяла.	4 кол. h=1,5— —2,3 с.	VI—1894	—	0,2575	0,1654	0,8493	0,0248	0,1452	49°	87,3°
13 ¹²⁾	"	"	Буровая скваж.	V—1895	—	0,2388	0,1216	0,6836	0,2476	0,1133	40,7°	72,8°
14	"	"	р. Каталийскъ.	I—1904	2,642	0,3100	0,1806	0,936	0,3195	0,1518	56°	100°
15 ¹³⁾	58	Степная.	Кол. h=5,47 с.	XII—1895	—	0,3320	0,2990	1,2873	0,0706	0,1386	75°	134,2°
16	61	Будка.	Колодець.	VI—1896	—	0,2893	0,1728	1,0779	0,0600	0,1276	53°	94,8°
17	81	Кущевка.	Кол. h=3,46 с.	VI—1898	—	0,4500	0,2880	1,4612	0,2124	0,1496	85°	152,0°
18 ¹⁴⁾	"	"	Кол. h=3,12 с.	VIII—1898	—	0,5800	0,2420	1,7863	0,2201	0,1760	92°	164,7°
19 ¹⁵⁾	"	"	Буровая скваж.	I—1895	—	0,1320	0,1099	0,3816	—	0,1652	28,6°	51°
20	"	"	р. Ея.	I—1904	5,920	0,3840	0,4896	2,286	0,3124	0,2464	107°	191,5°
21	"	"	Котлов. урѣки.	V—1903	2,524	0,1970	0,1303	0,6222	0,2946	—	38°	68°

22 ¹⁰⁾	99	Кисляковская.	Кол. h=7,5— —9,3 с.	Y—1894	—	0,14810,13890,47860,02830,1518	34,2°	61,2°
23	"	"	Кол. h=7,5— —9,3 с.	I—1897	—	0,16400,11380,40120,0350,1672	32,3°	57,8°
24	118	Крыловская.	Колодцы 119 в. h=2,8—3,8 с.	IV—1894	—	0,26450,14820,8424	—	—
25	"	"	Колодцы 119 в. h=2,8—3,8 с.	VIII—1896	—	0,31700,17640,9200,0,03510,1298	56,3°	00,7°
26	"	"	Колод. питьев., h=3,5 с.	I—1897	—	0,25800,08200,3210,0,034	0,1320	37,3
27 ¹¹⁾	118	"	Буровая скваж.	VIII—1908	0,6598	0,0100,0,00970,12140,08550,1200	2,3°	4,1°
28	135	Сосыка.	р. Сосыка.	VI—1894	—	0,29100,23791,4140,0,08860,1870	62,0°	112,0°
29 ¹²⁾	"	"	"	IX—1904	3,097	0,41400,21241,44980,06040,1452	70,8°	126,7°
30	"	"	"	XII—1895	—	0,32010,43021,21730,15530,2112	92°	164,7°
31	135	"	Колод. у рѣки h=2,2 с.	IV—1896	—	0,30400,16140,56540,04420,1144	53°	94,6°

1) $N_2O_5=0,00324$; N_2O_3 и $NH_3=0$; сжигаемая органическая вещества—0,114; временная жесткость—15,96° и постоянная—21,79°, свободная углекислота—0,0475. Употребляется для питья.

2) $N_2O_5=0$; N_2O_3 —сбѣды; органическая вещества (по Кубелю)—9,4 сст. п./100 $KMnO_4$ на 100 сст. воды. Панименная наблюдаваемая жесткость—5°, ванная (зимой)—18°. Употребляется для паровозов.

3) Эти воды образуются на низкомъ берегу Дона, вслѣдствіе весенняго его разлива. Въ это время жесткость ихъ вода—6°. Послѣ спада воды образуются 3 самостоятельныхъ бассейна—поймы—различной величины. Отъ испарени происходить сгущение солей, наиболее значительное въ наименьшей поймѣ.

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

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

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

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

8) Эта вода перегонялась въ аппаратъ Ягна. Теперь аппаратъ не работаетъ.

9) Вода содержится въ аппаратѣ Ягна.

10) Вода очищается въ аппаратъ Беранже и Штингля.

11) Сумма песочей (Na_2O)—0,3116; $K_2O=0$; $SiO_2=0,0094$; $Fe_2O_3+Al_2O_3=0,0012$. Глубина—578 ф. —82 с. 4 ф., d=10".

12) Сжигаемая органическая вещества—0,269.

№№	Ворот.	Название стан- ций.	Название источника.	Время произвед- ства анализа.	Оухое оста- токъ.	Кальств СаО.	Магнезия MgO.	Свѣтлый анириды So ₂ .	Харъ Cl.	Углекислота связанная CO ₂ .	Жесткость.	
											Нѣмек. градусы.	Франц. градусы.
32 ¹⁾	135	Сосыка.	Кол. на станц.	VIII—1906	3,327	—	—	1,5504	0,0498	0,1475	67 ⁰	120 ⁰
33	141	р. Короленк.	Колодець.	I—1897	—	0,2730	0,2405	1,3290	0,0262	0,1270	61 ⁰	109 ⁰
34	"	"	"	X—1897	—	0,2260	0,1836	1,3695	0,0280	0,1089	48,3 ⁰	86,4 ⁰
35 ²⁾	144	"	"	VI—1904	4,533	0,4340	0,3730	1,9028	0,1068	0,1364	95,6 ⁰	171 ⁰
36	151	Леушковская р.	Тихонькая.	VI—1896	—	0,1950	0,2111	1,0807	0,0861	0,1142	49,0 ⁰	87,3 ⁰
37 ³⁾	"	"	"	VIII—1897	—	0,2200	0,3823	1,8564	0,1670	0,1496	75 ⁰	134 ⁰
38	"	"	"	X—1904	5,260	0,4100	0,4644	2,5949	0,1775	0,1430	106 ⁰	189,7 ⁰
39	"	"	Кол. дор. маст.	II—1901	—	0,2700	0,1800	0,7616	—	0,1628	52 ⁰	93 ⁰
40	"	"	Кол. у паггауз.	II—1901	—	0,660	0,3924	1,819	—	0,1804	120,6 ⁰	215,8 ⁰
41	171	Тихорѣцкая.	Питьев. колод. h=8 с.	III—1898	—	0,1840	0,1363	0,6523	0,0518	0,1980	37,4 ⁰	66,9 ⁰
42 ⁴⁾	"	"	Нов. пит. кол.	V—1901	2,040	0,2300	0,1836	0,9010	0,0203	0,1276	48,7 ⁰	87 ⁰
43	"	"	р. Челбась.	IX—1894	—	0,2020	0,2468	1,2676	—	0,1400	58 ⁰	103,8 ⁰
44 ⁵⁾	"	"	"	XI—1896	—	0,2000	0,2160	—	—	0,1716	50,2 ⁰	89,8 ⁰
45 ⁵⁾	"	"	"	III—1898	—	0,2130	0,2718	1,4070	0,0390	0,1672	59,3 ⁰	106 ⁰
46 ⁶⁾	"	"	"	XI—1902	3,265	0,2520	0,2779	1,5028	0,1242	0,1584	64,1 ⁰	114,7 ⁰
47 ⁷⁾	"	"	" (очищ.)	"	3,105	0,0240	0,0032	1,5028	0,1242	0,0836	2,8 ⁰	5 ⁰
48	"	"	"	IX—1907	3,6880	0,2340	0,3348	1,7354	0,1278	0,1408	70,2 ⁰	125,6 ⁰
49	201	Р. Бекешев.	Колодець.	VI—1899	—	0,1450	0,1134	0,6448	0,0319	0,2750	30,3 ⁰	54,2 ⁰
50	204	"	"	VI—1899	—	0,1001	0,0583	0,4184	0,0142	0,2046	18 ⁰	32,2 ⁰
51	211	Мирская.	"	V—1903	0,5430	0,1400	0,0324	0,1142	0,0106	0,1342	18,4 ⁰	32,9 ⁰
52	221	Р. Рогачевск.	"	VI—1899	—	0,207	0,1134	0,6654	0,0426	0,2046	36,5 ⁰	65,4 ⁰
53 ⁸⁾	229	Кавказская.	р. Кубань.	XII—1898	—	0,0700	0,0201	0,07203	0,0142	0,0572	9,8 ⁰	17,5 ⁰
54	"	"	Кол. въ карьер.	IX—1901	1,215	0,1800	0,1306	0,4114	0,071	0,1364	36,2 ⁰	64,8 ⁰
55	242	Гулькевич.	Кол. h=7 с.	IV—1897	—	0,3350	0,2162	0,8480	—	0,1312	63,7 ⁰	114 ⁰
56	257	Отрада-Куб.	Кол. h=12,5 с.	V—1897	—	0,340	0,2450	0,7416	—	0,1300	68 ⁰	121,7 ⁰
57	274	Кубанская.	Колодець.	V—1897	—	0,199	0,0414	0,432	—	0,1260	25,5 ⁰	45,6 ⁰

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

1) Сжигаемые органическія вещества — 0,410.

2) Сжигаемыя органическія вещества — 0,5840.

3) Для паровозовъ вода очищается въ аппаратъ Геранже и Шинглы.

4) Сжигаемыя органическія вещества — 0,255; по Кубелю — 0,02496 KMnO_4 .

5) Вода очищается для паровозовъ въ аппаратахъ Дерюмо. Измѣненіе состава воды подъ вліяніемъ очистки видно изъ анализовъ № 46 и 47: воды напораны въ одно время.

6) Органическія вещества по Кубелю — 0,04076 KMnO_4 .

7) Органическія вещества по Кубелю — 0,02528 KMnO_4 .

8) Въслѣдствіе значительнаго содержанія въ аппаратахъ частицъ вода отстаивается въ теченіе 24 часовъ передъ употребленіемъ въ крытыхъ остойлнхъ бассейнахъ.

9) Водоснабженіе изъ р. Кубани.

10) На этой станціи при буреніи до 101 саж. воды не было найдено.

11) Площадь искусственнаго пруда = 4000 кв. с.

12) Площадь пруда = 25000 кв. с.

13) Площадь пруда = 8000 кв. с.

14) Площадь = 6500 кв. с.

Зем.	Всест.	Название стан- ций.	Название источника.	Время произво- дства анализа.	Сухой остаток.	Известь СаО.	Магнезия MgO.	Однородный SO ₃ .	Хлоры Cl.	Углекислота связанная СО ₂ .	Жесткость.	
											Нѣмн. градус.	Франц. градус.
76	466	Минер. воды.	р. Кума.	III—1898	—	0,185	0,0742	0,3505	0,1526	0,1298	28,5 ⁰	51 ⁰
77	"	"	"	IV—1899	—	0,097	0,0468	0,1406	0,071	0,088	16,1 ⁰	28,8 ⁰
78	"	"	"	I—1900	2,2314	0,212	0,1764	0,7344	0,416	0,1188	45,9 ⁰	82,1 ⁰
79 ¹⁾	"	"	"	II—1902	1,670	0,1650	0,1422	0,2618	0,3141	0,0748	36,4 ⁰	65,1 ⁰
80 ²⁾	"	"	"	X—1907	0,488	0,112	0,0410	0,1088	0,039	0,0990	16,9 ⁰	30,2 ⁰
81 ²⁾	"	"	"	VI—1908	0,968	0,1350	0,0705	0,2674	0,1597	0,0858	23,3 ⁰	41,7 ⁰
82	"	"	р. Суркуль.	II—1902	2,4850	0,180	0,2088	0,782	0,5502	0,0572	47 ⁰	84 ⁰
83	"	"	Змиевск. родн.	II—1902	0,565	0,125	0,0368	0,0391	0,0195	0,1562	17,5 ⁰	31,3 ⁰
84	490	Незлюбная.	р. Подкумокъ.	IV—1899	—	0,127	0,0324	0,1029	0,0284	0,1034	17,2 ⁰	30,7 ⁰
85	510	Зельская.	р. Кума.	см. № 76-81.	—	—	—	—	—	—	—	—
86	535	Солдатская.	р. Неволька.	X—1899	—	0,129	0,0306	0,1394	0,0117	0,0704	17 ⁰	30,4 ⁰
87	554	Прохладная.	р. Малга.	IX—1899	—	0,138	0,0374	0,1362	0,0124	0,077	19 ⁰	34 ⁰
88	584	Муртазово.	Колодець.	"	—	0,092	0,0216	0,0306	0,0088	0,0812	12 ⁰	21,5 ⁰
89 ³⁾	600	Эльхотово.	р. Терекъ.	XII—1898	—	0,0833	0,0144	0,0205	0,0177	0,0883	10,4 ⁰	18,6 ⁰
90	611	Даргъ-Кохъ.	Колодець.	IX—1899	—	0,079	0,027	0,0170	0,0071	0,0910	11,6 ⁰	20,7 ⁰
91 ¹⁾	641	Р. Долаково.	Источникъ.	X—1908	2,5250	0,4510	0,2315	0,6494	0,5528	0,0836	77,5 ⁰	138,7 ⁰
92	653	Назранъ.	р. Назранъ.	VIII—1900	—	0,1256	0,0306	0,0289	0,0071	0,1144	16,7 ⁰	29,9 ⁰
93	"	"	Кол. у рѣки.	"	—	0,125	0,0306	0,0302	0,0071	0,1144	16,7 ⁰	29,9 ⁰
94 ⁵⁾	678	Степцовская	р. Сунжа.	III—1899	—	0,1250	0,0326	0,1481	0,0266	0,0968	16,8 ⁰	30 ⁰
95	757	Р. Джалга.	р. Черная.	III—1901	0,4349	0,1380	0,0414	0,0442	0,0071	0,1342	19,5 ⁰	34,9 ⁰
96	765	Гудермесъ.	р. Бѣлая.	"	—	0,1320	0,0569	0,1425	—	0,1951	21,1 ⁰	37,9 ⁰
97	804	Хас.-Юргъ.	р. Аракъ-Су.	XI—1899	—	0,1250	0,0412	0,1938	0,0248	0,0836	18 ⁰	32 ⁰
98	827	Чиръ-Юргъ.	р. Сулакъ.	"	—	0,0900	0,0295	0,1326	0,0710	0,0400	13 ⁰	23 ⁰
99	850	Темнрое.	Колодець.	X—1896	—	0,0645	0,0181	0,1677	0,0385	0,0742	9 ⁰	16 ⁰
100	"	"	Родникъ.	"	—	0,0530	0,0155	0,1640	0,0420	0,0836	7,4 ⁰	13 ⁰
101	878	Петр.-Кавк.	Кол. въ карьер.	VI—1895	—	0,1745	0,0983	0,2883	0,5089	0,1144	31,1 ⁰	55,7 ⁰

102	Петр.-Кавк.	Вода изъ город. бассейна.	V—1895	—	0,1350	0,0144	0,0089	0,0211	0,1225	14,9	26,7°
103	"	Ист. "Т.-Бул."	V—1898	—	0,1510	0,0781	0,0527	0,0603	0,2024	26°	46,4°
104	"	" "Чалпар."	"	—	0,1010	0,0325	0,0308	0,0704	0,1100	14,8°	26,5°
105	878	Ист. "Эрмали-булахъ".	V—1898	—	0,0765	0,0803	0,0642	0,0532	0,1474	18,8°	33,6°
106	"	Ист. "Сан.-Су-булахъ".	"	—	0,1050	0,1984	0,4836	0,1810	0,3650	38,2°	68,4°
107	"	38-ая в. Шур. шоссе.	"	—	0,1120	0,0886	0,1768	0,0928	0,1452	23,5°	42°
108	"	"Киз.-Чубукъ".	IX—1898	—	0,1505	0,0360	0,0514	0,0167	0,1276	20,0°	36°
109	"	"Чот.-Булахъ".	VIII—1900	—	0,165	0,0126	0,068	0,0177	0,1540	18°	32,4°
110	"	"Ак.-Булахъ".	IV—1901	—	0,175	0,0216	0,0120	0,0124	0,1584	20,4°	36,5°
111	"	"Чугурча".	"	—	0,175	0,0180	0,0140	0,0159	0,1496	20	35,8
112	"	Нов. Колодець.	II—1902	1,7600	0,135	0,153	0,3638	0,4170	0,1826	35°	62,6
113	"	Колодець.	II—1903	2,207	0,150	0,1548	0,5630	0,4720	0,1936	36,6°	65,5°
114	881	Петр.-Портъ Кол. бл. Макарь.	XI—1901	1,810	0,325	0,1188	0,4012	0,3442	0,1570	49°	87,7°
115	"	" Бур. скважина.	XII—1902	2,940	0,450	0,2502	1,1424	0,2273	0,2046	80°	143,2°
116	913	Манастъ. р. Манастъ.	V—1898	0,793	0,1230	0,0195	0,1578	0,0213	0,0660	15	26,8°
117 ⁶⁾	"	" Ключ. "Урусь-Булахъ".	IX—1902	0,590	0,161	0,0403	0,1414	0,0461	0,1166	21,6	38,7°
118	929	Буйнакъ.	V—1898	—	0,4750	0,2466	1,8055	0,3834	0,1628	82°	146,8°
119	"	Мал. род. въ сел.	XI—1898	—	0,1350	0,0780	0,0480	0,0437	0,1658	24,4°	43,7°
120	"	Бол. род. въ сел.	"	—	0,1350	0,0810	0,0686	0,0568	0,1574	24,8°	44,4°
121	"	Род. пр. станц.	VII—1899	—	0,4130	0,2700	1,4489	0,3266	0,1452	78,8°	141°
122	958	Каягентъ. р. Гамри.	V—1898	—	0,0850	0,0280	0,0767	0,0213	0,0567	12,4°	22°

1) Вода р. Кумы отстаивается въ открытыхъ отстойникахъ отъ взвѣшенныхъ частицъ.

2) Составъ ея рѣзко измѣняется въ течение года; наименьшее содержание солей обыкновенно въ мѣѣ, наибольшее—въ январѣ и февралѣ, при чемъ содержание это увеличивается въ 3 и болѣе раза.

3) Водой Терска снабжены и ст. Владикавказъ и Бесланъ.

4) $N_2O_5 = 0,0134$; $SiO_2 = 0,0362$; $Na_2O = 0,2352$; $K_2O = 0,0615$, слѣды титановой кислоты.

5) Изъ р. Сулжи устроено водоснабженіе для ст. Саманкинская и Грозный.

6) Взвѣшенныхъ частицъ въ 1 литрѣ—12,626 г. Остатывается въ открытыхъ отстойникахъ.

№	Вѣсѣм.	Названіе стан-цій.	Названіе источника.	Время производ-ства анализа.	Сухои оста-токъ.	Извѣстъ СаО.	Магнезій MgO.	Сѣрный ангидридъ SO ₂ .	Хлоръ Cl.	Углекислота оваящія CO ₂ .	Жесткость.	
											Нѣмел. градус.	Франц. градус.
123	958	Каягентъ.	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	"	"	Ручей на стан.	V—1898	—	0,1750	0,0515	0,1462	0,1129	0,1298	24,7°	44,2°
127 ¹⁾	"	"	Мин. источник.	VI—1899	33,3920	0,8400	0,4608	0,5712	19,4817	0,1914	—	—
128	983	Мамедъ-Кала	р. Урусаръ.	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 ²⁾	1003	Дербентъ.	Буровая скваж.	X—1903	1,028	0,1215	0,1252	0,2665	0,0958	0,1804	29,6°	53°
131	"	"	Джалг. род. № 6.	V и VI—1899	0,6430	0,1280	0,0144	0,0102	0,0213	0,1196	14,7°	26,3°
132	"	"	" № 1.	"	—	0,120	0,0540	0,1090	0,0745	0,1386	19°	34°
133	"	"	Гентъ-Кю-чай-б.	"	—	0,1250	0,0142	0,0110	0,0177	0,1140	14,4°	25,8°
134 ³⁾	"	"	Мекарн-булахъ.	"	—	0,1200	0,0288	0,1530	0,0230	0,1230	15,9°	28,5°
135	"	"	Кала-булахъ.	"	—	0,0901	0,0288	0,0179	0,0195	0,1140	12,9°	23°
136	"	"	Пени-булахъ.	"	—	0,1450	0,0252	0,0204	0,0248	0,1584	18°	32°
137	"	"	Джуръ-дж.-бул.	"	—	0,1070	0,0424	0,0625	0,0497	0,1330	16,5°	29,5°
138	"	"	Джарчи-булах.	"	—	0,1050	0,0540	0,0530	0,0532	0,1416	16,2°	29°
139	"	"	Базаръ-булахъ.	"	—	0,1410	0,0484	0,0544	0,0284	0,1628	20,8°	37,2°
140	"	"	Шаплагн-булах.	"	—	0,0810	0,0306	0,0238	0,0284	0,0946	12,3°	22°
141	"	"	Ших.-сала-бул.	"	—	0,0720	0,0450	0,1292	0,0532	0,1040	13,5°	24°
142	"	"	Паиръ-булахъ.	"	—	0,1270	0,0612	0,0816	0,0923	0,1452	21°	37,6°
143	"	"	Кефари-булах.	"	—	0,1130	0,0648	0,0452	0,0852	0,1658	20,2°	36,1°
144	"	"	Аванн-булахъ.	"	—	0,1430	0,0756	0,0748	0,0603	0,1980	23,5°	42°
145	"	"	рѣка Рубастъ.	"	—	0,0880	0,0404	0,1380	0,0390	0,1156	14,4°	25,8°
146	"	"	Кол. на Вран. у.	"	—	0,1630	0,1350	0,2162	0,1015	0,1606	35,2°	63°
147	"	"	Кол. на Бар. у.	"	—	0,1800	0,1484	0,1904	0,1739	0,1628	38,7°	69,2°
148	"	"	Кол. возлѣ тр.	"	—	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°

150	Белджи.	р. Белиджинка.	III—1899	—	0,0812	0,0594	0,1118	0,0248	0,1056	16,2°	29°
151	"	"	XII—1903	1,0650	0,1620	0,0985	0,2754	0,1171	0,1694	30°	53,7°
152	1043 Ялама.	Колодец.	VIII—1898	—	0,1170	0,0469	0,0734	0,0213	0,1332	18°	32,4°
153	"	"	III—1904	0,4062	0,1220	0,0511	0,0708	0,0106	0,1188	19,3°	34,5°
154	1059 Худай.	"	V—1898	—	0,1150	0,0302	0,0544	0,0248	0,0937	15,7°	28,1°
155	"	Чешми-бул.	XII—1903	0,3430	0,093	0,0486	0,0421	0,0088	0,1144	16°	28,6°
156	"	р. Шумарь.	III—1901	0,4050	0,1150	0,0486	0,0748	0,0142	0,1408	17°	30,4°
157	1079 Хачмась.	р. Кудьяль-Чай.	I—1904	0,4200	0,110	0,0475	0,0802	0,0071	0,1144	17,5°	31,3°
158	"	р. Кудьяль-Чай.	X—1899	—	0,1350	0,0810	0,1802	0,0350	0,1848	24,5°	43,8°
159	1110 Дивичи.	р. Давичи.	I—1900	0,970	0,155	0,0882	0,204	0,0731	0,1936	27,8°	49,7°
160	"	Колодец № 1.	III—1901	—	0,183	0,1116	0,2686	—	0,2206	33,7°	60°
161	"	Колодец № 2.	VI—1898	0,3615	0,587	0,0142	0,0816	0,0372	0,0458	8,1°	14,5°
162	1128 Киз.-Бурунь.	р. Ата-Чай.	IV—1898	2,303	0,1602	0,0804	0,7167	0,2733	0,1804	27,2°	48,7°
163	1156 Киязи.	Родники.	X—1899	—	0,1360	0,0864	0,7140	0,2059	0,1782	25,5	45,6°
164	"	Колодец № 1.	"	—	0,1400	0,0954	0,8466	0,2698	0,1892	27,3	48,9°
165	"	Колодец № 2.	IV—1904	2,5430	0,1715	0,0638	0,9410	0,2830	0,1760	26°	46,5°
166	0	Царц. н/В.	X—1897	0,3825	0,0960	0,0279	0,0652	0,0568	0,0748	13,5°	24°
167	"	р. Царица 2-я.	VIII—1897	—	0,0900	0,0270	0,0462	0,0175	0,0924	12,8°	22,9°
168	15	Бекетовка.	VI—1897	—	0,1250	0,0240	0,0586	0,0841	0,0845	16°	28,6°
169	23	Сарепта.	VII—1897	—	0,1030	0,0245	0,0204	0,0280	0,0962	13,6°	24,3°
170 ⁵⁾	"	Затонь-волжский	XII—1904	0,4600	0,099	0,0712	0,0799	0,0868	0,077	19,8°	35,4°
171	"	Новые источн.	II—1904	0,248	0,0810	0,0201	0,0292	0,0142	0,0748	10,9°	17,9°
172	44	Червленая.	X—1897	—	0,0995	0,0234	0,0610	0,0560	0,0704	13,1°	23,5°
173	61	Тингута.	VI—1897	—	0,1930	0,0460	0,2278	0,5046	0,1276	25,7°	46°
174	81	Абганерозо	VI—1897	—	0,0540	0,0205	0,0612	0,0710	0,0650	8,2°	14,6°
175 ⁵⁾	"	"	VII—1898	—	0,0330	—	0,0238	0,0284	0,0308	3,3°	5,9°

1) FeO = 0,126; SiO₂ = 0,0224; Na₂O = 0,2317; NH₃ = 0,093; J = 0,00386; уд. вѣст = 1,0235.

2) Глубина 4"-ой скважины = 30 с. Вода очищается въ аппаратахъ (2) Держомо.

3) Въ эти родники расположены выше крѣпости и въокрѣпости изъ нихъ по открытымъ водопроводнымъ каналамъ самотекомъ проходятъ въ городъ, — верхнюю его часть. Въ нижней части города жители пользуются колодцами. Буровая скважина дороги расположена на станціи.

4) Вода изъ ватона всегда жестче воды изъ Вогли на нѣсколько градусовъ.

5) Водопроводъ отъ пруда къ станціи — 8 верстъ, трубы — 4-хъ дюймовыя.

№№	Вороты.	Названіе станцій.	Названіе источника.	Время производ-ства анализа.	Сухой остаток.	Известь СаО.	Магнезия MgO.	Странный ангидрид SO ₃ .	Хлоръ Cl.	Углекислота CO ₂ .	Жесткость.	
											Нѣмн. градус.	Франц. градус.
176	"	Абганерово.	р. Китай-Будук.	XII—1904	—	0,152	0,0334	0,4522	0,2946	0,1078	19,8°	35,4°
177	102	Гнилоаксай.	Балка въ 823 с. отъ станціи.	IX—1897	—	0,1700	0,0306	0,0238	0,0595	0,1100	21°	37,6°
178	"	"	Малые Солонны	VI—1898	—	0,0620	0,0226	0,0510	0,0568	0,0660	9,2°	16,4°
179	"	"	6 в. отъ станц.	"	—	0,2080	0,0925	0,5480	0,1810	0,1122	33,6°	60°
180 ¹⁾	121	Жутово.	Больш. Солонцы	X—1897	—	0,1920	0,1458	0,7922	0,6790	0,1144	39,6°	70°
181	"	"	р. Аксай Есаул.	VIII—1898	—	0,1450	0,0738	0,3672	0,2840	0,1100	24,8°	44,8°
182	"	"	" " Колодець въ до-подземн. зданія.	XII—1898	—	0,0809	0,1260	0,9007	0,6745	0,1276	25,6°	45,8°
183	140	Чилеково.	Колодець.	VII—1898	—	0,2320	0,0810	0,2657	0,1952	0,1231	34,5°	61,7°
184	"	"	"	XI—1898	—	0,4510	0,1240	0,6500	—	0,1368	62°	111°
185	"	"	"	XII—1899	—	0,5200	0,1929	1,7102	0,4260	0,1364	79°	141,4°
186	157	Гремячая.	Терновая балка.	V—1898	—	0,2280	0,1368	1,4524	0,4189	0,2024	42°	75°
187	"	"	Колна хут. Чер-нявск. 7 в. отъ ст.	III—1899	—	0,0950	0,0378	0,0583	0,0890	0,1160	14,8°	26,4°
188	"	"	р. Аксай.	V—1899	—	0,1130	0,0414	0,0768	0,1810	0,1286	16,9°	30°
189	"	"	Родникъ на бер. Аксая.	"	—	0,0940	0,0380	0,0799	0,1790	0,1168	14,6°	26°
190	177	Жотельник.	Первонач. кол.	XII—1896	—	0,2180	0,0558	0,4081	0,3220	0,1386	29,6°	53°
191	"	"	Кол. поверхн.	VII—1897	—	0,1350	0,0244	0,1720	0,1750	0,1034	17°	30°
192	"	"	" при углубл.	IX—1897	—	0,1900	0,0280	0,1628	0,1470	0,0924	23°	41,2°
193	"	"	" дал. угл.	IV—1898	—	0,1810	0,0894	0,5049	0,3443	0,1364	30,5°	54,5°
194	"	"	р. Аксай Курмо-ярскій.	XII—1898	—	0,2180	0,1080	0,4459	0,5005	0,1122	36,9°	66°

195	Котельник.	р. Аксай Курмо- ярский.	IV—1899	—	0,1600	0,0684	0,2434	0,2733	0,0946	25,2°	45°
196	"	Кол. на лѣвомъ берегу Аксай.	III—1899	—	0,0550	0,0223	0,0953	0,0710	0,0462	8,8°	15,7°
197	"	Водосборн. гал. на лѣв.-же бер.	IV—1899	—	0,0900	0,0360	0,1155	0,1420	0,0792	14°	25°
198	"	Прудъ въ балкѣ "Нагольной".	V—1898	—	0,0560	0,0274	0,1303	0,0958	0,0418	9,4°	16,1°
199	"	Кол. около балки	XII—1898	—	0,1980	0,0864	0,5193	0,3408	0,1496	31,8°	56,9°
200 ³⁾	"	Прудъ зимою.	XII—1904	2,445	0,1400	0,1476	0,6868	0,805	0,0748	34,6°	61,9°
201	198 Семичная.	Кол. въ „Компо- саровск. балкѣ“.	VIII—1897	—	0,1300	0,0430	0,0344	0,0525	0,1276	19°	34°
202	"	Прудъ въ „Се- мичной балкѣ“.	VI—1898	—	0,1130	0,0360	0,1836	0,0958	0,0726	16,3°	29°
203	217 Ремонтная.	Кол. пор. Ерикль.	IV—1897	—	0,1721	0,0767	0,3160	—	0,1827	27,6°	49,4°
204	"	Прудъ въ „Ябло- новой“ балкѣ.	IX—1898	—	0,1230	0,0780	0,3794	0,1810	0,0968	23,2°	41,5°
205 ⁴⁾	"	Прудъ въ „Ябло- новой“ балкѣ.	XII—1899	—	0,1900	0,0756	0,4868	0,2201	0,1452	30,1°	53,9°
206	235 Гашунъ.	Кол. на хуторѣ "Мазанка".	V—1897	—	0,1030	0,0248	0,0146	—	0,1012	13,6°	24,3°
207	"	Новый колодезь	VIII—1903	—	0,556	0,2466	1,2512	0,152	0,1144	89°	159°
208	"	Прудъ.	"	—	0,164	0,0266	0	0,0319	0,1320	20°	35,8°
209	252 Зимовники.	Кол. на станціи.	XI—1899	—	0,1270	0,0432	0,0884	0,1065	0,0988	18,3°	32,7°
210	"	"	V—1901	0,6400	0,200	0,0468	0,0612	0,0128	0,1276	26,5°	47,4°
211 ⁵⁾	"	р. Мал. Куберле.	V—1902	0,8900	0,1600	0,0540	0,1768	0,1988	0,0792	23,5°	42°
212	279 Куберле.	родн. въ балкѣ.	V—1897	—	0,2350	0,0962	0,3896	0,4725	0,1066	36°	64,4°

1) Вода для паровозовъ очищается въ аппаратѣ Дерюмо.

2) Эта вода служитъ для питья.

3) Эта вода служитъ для паровозовъ. Зимую она очищается въ аппаратѣ Дерюмо.

4) Вода очищается для паровозовъ въ аппаратѣ Дерюмо.

5) Вода очищается въ аппаратѣ Дерюмо.

Зем.	Верст.	Название стан- ций.	Название источника.	Время произво- дства анализа.	Оухой оста- ток.	Известь СаО.	Магнезия MgO.	Съедный ангидрид SO ₂ .	Хлоръ Cl.	Углекислота связанная СО ₂ .	Жесткость.	
											Нѣмск. градусы.	Франц. градусы.
213 ⁴⁾	"	Куберле.	Кол., h=6 с.	XI—1899	—	0,2630	0,1332	0,7412	0,4047	0,1628	45 ⁰	80,5 ⁰
214	"	"	р. Мал. Куберле.	XII—1900	—	0,2600	0,1872	0,7072	0,5609	0,1276	52 ⁰	93 ⁰
215	"	"	Кол. у рѣки.	V—1901	0,6550	0,2010	0,0504	0,0704	0,1349	0,1320	27 ⁰	48 ⁰
216	299	Двойная.	Колод. въ балѣ									
			„Донатинской“	VIII—1896	—	0,2825	0,1638	0,4408	—	0,1936	51,1 ⁰	91 ⁰
217 ²⁾	"	"	Кол. h=5,6 с.	IV—1897	—	0,2640	0,0401	0,6031	0,0532	0,1276	32 ⁰	57 ⁰
218	313	"	Колод. 184 в.	VIII—1903	0,330	0,1005	0,0402	0	0,007	0,1210	16 ⁰	28,6 ⁰
219	317	Ельмутъ.	Колод. на станц.	III—1898	—	0,1620	0,0374	0,2106	0,0781	0,0968	21,4 ⁰	38,3 ⁰
220	321	"	Колод. 188 в.									
			h=8 с.	VIII—1903	—	0,235	0,0774	0,1564	0,4118	0,1166	34,3 ⁰	61,4 ⁰
221	335	Великокняж.	р. Пучинка.	VI—1896	—	0,2430	0,1423	0,5940	0,4027	0,1232	44,2 ⁰	79 ⁰
222 ²⁾	"	"	Кол. въ прудѣ.	I—1897	—	0,1940	0,0912	0,4562	0,0424	0,1230	32,2 ⁰	57,6 ⁰
223	"	"	"	IX—1897	—	0,2680	0,1605	0,6654	0,0667	0,1606	49,2 ⁰	88 ⁰
224	345	156-ая вер.	Колодець.	VIII—1901	1,775	0,1864	0,1310	0,3944	0,9833	0,2068	37 ⁰	66,2 ⁰
225	354	Шаблевск.	Скважина.	III—1903	0,6330	0,205	0,0360	0,0204	0,0230	0,1896	25,5 ⁰	45,6 ⁰
226	"	"	Кол. близъ села.	XII—1906	1,4490	0,2900	0,0540	0,4624	0,2094	0,1140	36,5 ⁰	65,3 ⁰
227	363	Торговая.	Кол. въ балѣ									
			„Капустина“.	I—1896	—	0,1224	0,0098	0,0219	0,0600	0,0950	13,6 ⁰	24,3 ⁰
228	"	"	Тамъ-же 100 с.	"	—	0,1440	0,0161	0,0638	0,0238	0,1078	16,6 ⁰	29,7 ⁰
			выше.									
229	"	"	Родникъ на бер.	II—1896	—	0,2400	0,2158	0,6797	—	0,1012	54 ⁰	96,6 ⁰
			р. Егорыльк.									
230	"	"	Кол. пост. водо- снабж. h=4,0 с.	IV—1896	—	0,1240	0	0,0280	0,006	0,0924	12,4 ⁰	22 ⁰
			Новые колод.	V—1901	0,455	0,1300	0,0252	0,0136	0,0390	0,0990	16,5 ⁰	29,5 ⁰
231	"	"										
232	380	Крученская.	Кол., h=3.7 с.	XII—1896	—	0,2320	0,0760	0,4390	0,1590	0,0560	34 ⁰	60,8 ⁰

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.	Колодець.	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	—	0,1034	40,3°	72°
238	415	Песчанокоп.	Кол. пост. водо-снабжения.	X—1897	—	0,2625	0,0680	0,3372	0,0770	0,1188	35,7°	63,9°
239 ⁴⁾	"	"	Кол. пост. водо-снабжения.	IX—1898	—	0,4060	0,0822	0,4850	—	0,1232	51°	91,3°
240	"	"	Новый колод. у водокачки.	XII—1906	3,460	0,440	0,1872	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	Бьлоглинск.	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 ⁵⁾	"	"	Кол. пост. водо-снабжения.	XII—1904	1,4280	0,0985	0,1269	0,5315	0,0980	0,1298	27,6°	49,4°
248	"	"	Кол. около вод.	IX—1906	4,840	0,328	0,434	1,8836	0,3692	0,2213	93,5°	167,3°
249	481	Поршинск.	Кол. въ балкѣ "Городковая".	IV—1895	—	0,5460	0,1037	0,9306	0,0663	0,1056	69°	123,5°

⁴⁾ Вода для паровозовъ очищается въ аппаратъ Дерюмо.

⁵⁾ Вода для паровозовъ очищается въ аппаратъ Дерюмо.

⁶⁾ Вода для паровозовъ очищается въ аппаратъ Дерюмо.

⁷⁾ Вода для паровозовъ очищается въ аппаратъ Дерюмо.

№№	Ворот.	Название стан- ций.	Название источника.	Время произво- дства анали- за.	Сухой остат- ток.	Известь СаО.	Магнези МgО.	Серный ангидрид SO ₂ .	Хлор Cl.	Углекислоты СО ₂ .	Жесткость.	
											Нѣмн. градусы.	Франц. градусы.
250	481	Порошинск.	Ключи тамъ-же.	IX—1895	—	0,2830	0,1893	0,9415	0,0282	0,1276	54,7°	97,9°
251	529	Бейсугъ.	р. Бейсужекъ I.	IX—1899	—	0,1700	0,1584	0,9384	0,078	0,1628	39°	69,7°
252	569	Станичная.	р. Бейсужекъ II.	XII—1899	—	0,085	0,0936	0,3224	0,0319	0,1712	21,5°	38,5°
253	591	Пластуновск	р. Кочеты.	XI—1899	—	0,095	0,0578	0,0954	0,0307	0,2112	17,5°	31,3°
254 ¹⁾	628	Екатеринод.	Бур. скваж. 10'' h=82 с.	V—1895	0,3636	0,0100	0,0054	0,04802	0,0272	0,0884	1,85°	3,3°
255	646	Афиская.	р. Афисъ.	XII—1899	—	0,0450	0,0054	следы	0,0051	0,0410	5,1°	9,3°
256	683	Линейная.	р. Ахтырка.	XII—1899	—	0,0560	0,0072	следы	0,0165	0,0520	6,6°	11,7°
257	698	Абинская.	р. Абинка.	XI—1900	—	0,1170	0,012	0,0102	0,0142	0,099	13,3°	23,8°
258	709	Крымская.	Род. р. Адагумъ.	XII—1899	—	0,1300	0,0126	0,0085	0,0230	0,1144	14,6°	26°
259	"	"	Родники новые.	VIII—1904	—	0,1300	0,0121	0,0114	0,0246	0,1200	14,6°	26°
260	721	Баканская.	Горные ключи.	XII—1899	—	0,1600	0,0270	0,0051	0,0177	0,1528	19,8°	35,4°
261	738	Тоннельная.	р. Бакан. и кл.	XII—1899	—	0,1260	0,0036	0,0034	0,0106	0,1012	13,1°	23,4°
262	755	Новороссійс.	Кол. „Бол. вод. “	XI—1896	—	0,3028	0,0525	0,0205	0,5100	0,2266	37,5°	67°
263 ²⁾	"	"	"	IX—1899	—	0,4010	0,4752	0,4664	4,6540	0,2287	106,5°	190°
264	"	"	"	X—1900	—	0,490	0,1512	0,0442	1,775	0,232	70°	125,3°
265	"	"	Небреж. самот.	VI—1899	—	0,1170	0,009	0,0078	0,0243	0,1022	12,9°	23°
266	"	"	Кол. мастерск.	XI—1896	—	0,1490	0,010	0,0123	0,0315	0,1276	16,3°	29°
267	"	"	"	VI—1899	—	0,1610	0,0108	0,0591	0,0230	0,1060	17°	30,4°
268	"	"	Водораз. штол. h=43 с.	II—1901	0,4525	0,177	0,0108	0,0102	0,0246	0,1364	19°	34°
269	"	"	Водораз. штол. h=56 с.	"	0,3800	0,156	0,009	0,0136	0,0195	0,1254	16,9°	30°

Воды Ставропольской вѣтви.

Версты отъ ст. Кавказской къ г. Ставрополю.

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

1) $\text{Na}_2\text{O} = 0,1625$; $\text{K}_2\text{O} = 0$; $\text{SiO}_2 = 0,009$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,004$. $[\text{NaHCO}_3 = 0,276 = \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1743]$. Для питания паровозов употребляется вода изъ Кубани.
2) Примѣсь морской воды.

№№	Ворети.	Название стан- ций.	Название источника.	Время производ- ства анализа.	Сухой оста- ток.	Известь. СаО.	Магнесий MgO.	Сврый анидридъ SO ₂ .	Хлоръ Cl.	Углекислота связанная СО ₂ .	Жесткость.	
											Пысок. градусы.	Франц. градусы.
288	112	Рыдзьяная.	Родн. III-ей в.	XII—1894	—	0,201	0,0508	0,243	—	0,099	27°	48,3°
289	"	"	Колодець.	I—1895	—	0,0975	0,0558	0,0295	—	0,1122	17,4°	31°
290	144	Ставрополь.	Источникъ „Хо- лодный“.	I—1895	—	0,1440	0,0320	0,0027	—	0,1474	18,8°	33,6°
291	"	Ставрополь.	Источникъ „По- выйКарабинъ“.	I—1895	—	0,2001	0,0342	0,0130	—	0,1342	25°	44,7°
292	"	"	Колодець дачи Михайлова.	IX—1898	—	0,2590	0,0853	0,1522	0,0525	0,1764	37,8°	67,6°
293	"	"	"	I—1895	—	0,2350	0,0810	0,1236	—	0,1826	34,5°	61,6°

Воды Минераловодской въ тѣхъ.

294	—	Желѣзновод.	Родникъ.	XI—1899	—	0,0900	0,0108	0,0170	0,0059	0,0731	10,4°	18,6°
295	16	Каррась.	"	"	—	0,1450	0,0126	0,0171	0,0058	0,1198	16,1°	28,8°
296	25	Цытнгорскъ.	"	"	—	0,0950	0,0144	0,0051	0,0072	0,088	11,5°	20,6°
297	"	"	р. Юца,	I—1900	—	0,104	0,0100	0,0094	0,0049	0,0876	11,8°	21°
298	41	Ессентуки.	р. Бугунда.	XI—1899	—	0,1080	0,0288	0,0238	0,0195	0,0902	14,7°	26,3°
299	61	Кисловодскъ.	р. Джучка.	"	—	0,1500	0,0321	0,0952	0,0034	0,1072	19,4°	34,7°

Предсѣдатель. Кто желаетъ предложить вопросы?

А. И. Чарковский. Я внесу маленькую поправку. Докладчикъ упомянулъ, что въ Баку дѣйствуетъ опрѣснитель стараго 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. Кушевка 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 вполне экономичнымъ, и эксплуатация его выгодна. Усовершенствованный аппаратъ системы Ягно-Коппеля установленъ также въ Красноводскѣ для военного министерства и работа его вполне удовлетворительна. Докладчикъ упомянулъ также объ опрѣснителѣ Круга. Этотъ аппаратъ, вопреки мнѣнію докладчика, вполне 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. Чарковского выясняется то новое для меня обстоятельство, что въ бакинскомъ аппаратѣ примѣнены всѣ новѣйшія усовершенствованія. Этимъ разъясняется то естественное недоумѣніе, которое возникаетъ у читателя при чтеніи книги Bothas, на которую я сослался въ своемъ докладѣ и гдѣ ничего не говорится о постепенныхъ конструктивных измѣненіяхъ этого стариннаго аппарата. Вообще трудно разобраться во всей исторіи вопроса объ опрѣснителяхъ. Въ однихъ случаяхъ истина явно извращается. Примѣръ—кушевскій 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 желѣзнодорожнаго водоснабженія одной системой—опрѣсненіемъ—не можетъ быть и рѣчи. Въдѣ 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. Чарковский. Онъ работаетъ уже 2 года.

И. М. Ротштейнъ. Нѣтъ, меньше, 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 предѣльной жесткостью для водоснабженія основныхъ станцій—12°. 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 техниѣ 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.

Съездомъ 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 приобрѣтеніемъ, выражающимся прежде всего въ уменьшеніи смертности и заболѣваемости. Казалось бы поэтому, что устройство плановой 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 эксплуатація городской канализаціонной сѣти стоятъ сравнительно недорого, и всякій правильно поставленный способъ вывозки нечистотъ изъ города стоятъ дороже. Можно бы поэтому удивляться, почему нѣтъ 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 сточною водою, способной легко загнивать и распространять зловоніе. Необходимость обезвреживанія сточной воды и состав-

вляеть то затрудненіе, которое препятствуетъ широкому распространенію канализаціонныхъ устройствъ, такъ какъ для этого требуются всегда большіе расходы.

Взглядъ на требуемую степень обезвреживанія сточныхъ водъ однако можетъ быть различный: болѣе или менѣе строгій. Чѣмъ строже требованія по отношенію къ степени очистки, тѣмъ больше препятствій будетъ поставлено на пути къ оздоровленію городовъ, и наоборотъ. Справедливы эти требованія бывають только тогда, когда они поставлены въ зависимости отъ общественнаго водоема, служащаго естественнымъ пріемникомъ всякой воды, вытекающей изъ предѣловъ города. Необходимо имѣть въ виду, что изъ городовъ, не имѣющихъ систематической канализаціи, тѣмъ или инымъ путемъ, все равно, загрязненныя въ человѣческомъ обиходѣ воды и всякіе жидкіе отбросы направляются къ естественному пріемнику, хотя бы при помощи грунтовой воды, по перѣдко и поверхностными стоками или первобытными каналами. Часть грязныхъ веществъ при этомъ остается въ предѣлахъ города, загрязняя почву и грунтовую воду, изъ которой иногда черпають воду при помощи колодезѣвъ для разныхъ хозяйственныхъ нуждъ. Такое положеніе вещей, отнюдь непреувеличенное, ведетъ къ большому санитарному бѣдствіямъ и способствуетъ развитію эпидемій въ городѣ, при этомъ далеко не избавляя общественный водоемъ отъ загрязненія.

Историческій 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 нѣкоторомъ 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 біологическаго способа, видимоу вопросу 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 разрѣшеніи спуска сточныхъ водъ въ рѣку, необходимо имѣть въ виду количество спускаемой воды и воды въ рѣкѣ, при чемъ 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 (чѣмъ чище вода въ рѣкѣ, тѣмъ больше она можетъ очищать грязной воды); при этомъ указывается, что большое движеніе судовъ способствуетъ до нѣкоторой степени очищенію спущенныхъ водъ, такъ какъ производитъ 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, существующаго 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 непременной очисткой сточныхъ водъ, и такимъ образомъ лишаютъ города тѣхъ благъ, которыя приноситъ канализація. Но надо отмѣтить, что въ послѣднее время и у насъ въ этомъ отношеніи взглядъ на необходимость очистки сточныхъ водъ становится менѣ строгимъ, и, вѣроятно, не далеко то время, когда города будутъ имѣть возможность приобрѣсти легко осуществимымъ способомъ блага канализаціи.

Спускъ сточныхъ водъ въ водоемъ, не имѣющій достаточно быстраго теченія, производитъ нѣкоторые неудобства, какъ эстетическаго и гигиеническаго, такъ и экономическаго характера. Самые грубыя плавающія вещества остаются на поверхности и могутъ иногда переходить въ гніеніе, а болѣе тяжелыя осѣдаютъ на дно у выпуска и могутъ также переходить въ гніеніе. 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 непосредственнаго употребленія людьми и животными не годится. Экономическій вредъ можетъ быть вызванъ спускомъ 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 крупныя плавающія и всѣ твердыя 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 пріемникомъ ихъ, сравнительно небольшой, является необходимымъ примѣнить болѣе совершенный способъ очистки сточныхъ водъ. Современная техника знаетъ 2 такихъ способа: поля орошенія и біологическій способъ. Собственно мы имѣемъ здѣсь дѣло съ двумя группами способовъ, имѣющихъ между собою много общаго и основанныхъ на однихъ и тѣхъ же принципахъ. Сточная вода, проходя черезъ извѣстную среду, въ одномъ случаѣ черезъ естественную почву, въ другомъ черезъ искусственно подготовленные матеріалы, оставляетъ въ этой средѣ загрязняющія воду вещества; эти грязныя вещества потомъ, при помощи жизнедѣятельности микроорганизмовъ, превращаются въ неорганическія безвредныя вещества. Первая группа способовъ, при использовании естественной почвы для очистки сточныхъ водъ, заключаетъ въ себѣ 2 способа, въ зависимости отъ того, преслѣдуется ли цѣль использовать для выращивания полезныхъ растений содержащаяся въ сточной водѣ удобрительныя вещества, или почва должна служить исключительно только для цѣли очистки сточныхъ водъ. Мы назовемъ кратко первый способъ орошеніемъ, а второй способъ—перемежающей 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 біологическаго способа очистки, и называется обыкновенно, для краткости, біологическимъ способомъ очистки. Мы имѣемъ здѣсь также 2 способа: періодическаго и непрерывнаго дѣйствія. При первомъ способѣ водою заполняется фильтрующій матеріалъ на опредѣленное 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, распределяется извѣстнымъ порядкомъ по поверхности фильтра и проходитъ его въ видѣ отдѣльныхъ капель. Послѣдній способъ имѣетъ много сходства со способомъ перемежающей 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 совершеннаго способа, перейдемъ постепенно къ менѣ совершеннымъ.

Загрязняющія сточную воду вещества раздѣляются на твердыя или взвѣшенные и на растворенныя въ водѣ, при чемъ какъ тѣ, такъ и другія бываютъ 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 литрѣ или въ 1000 граммахъ сточной воды взвѣшенныхъ 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 mgr. кислорода. Бактерій въ московской сточной водѣ опредѣлено до 10 мил. колоній въ 1 куб. см.

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

При фильтраціи сточной воды черезъ естественную почву цѣль достигается вполне. Выходящая изъ дренажа очищенная вода бываетъ прозрачная, не содержитъ взвѣшенныхъ веществъ совсѣмъ или содержитъ ихъ только очень мало, не имѣетъ дурнаго запаха или вкуса и не имѣетъ способности гнить. Химическій анализъ показываетъ уменьшеніе органическаго азота на 75% до 90% (въ сточной водѣ его содержится до 20 mgr. въ литрѣ, въ дренажной отъ 2 до 5 mgr.) 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 эксплуатаціи 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. Болѣе производительными бываютъ суглинистыя почвы, на которыхъ сточная вода также очищается хорошо. Песчаная почва пропускаетъ

очень много воды, но степень очистки, по задержкѣ азота и по окисляемости, бываетъ нѣсколько хуже, чѣмъ на суглинистыхъ и глинистыхъ почвахъ; дренажная вода здѣсь все-таки получается въ высшей степени прозрачная, безъ гнилостнаго запаха и не способна загнивать. Самая плохая почва для очистки сточныхъ водъ — торфяная почва; очищенная вода бываетъ не совсѣмъ прозрачна, желтоватаго цвѣта, содержитъ много азота и имѣетъ большую окисляемость; запахъ замѣтный, землистый, но не гнилостный. Иногда въ торфяной почвѣ образуются трещины, черезъ которыя 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 орошенія въ крайнемъ случаѣ — изъ экономическихъ соображеній, или когда другой почвы нѣтъ. На московскихъ поляхъ орошенія, гдѣ имѣется нѣкоторая часть полей съ торфяною почвою, парализуютъ недостатки торфяной почвы обсыпкою слоемъ песка въ 0,20 с., что даетъ весьма благоприятные результаты.

Климатическія условія имѣютъ также большое вліяніе на очистку сточныхъ водъ полями орошенія, какъ въ количественномъ, такъ и въ качественномъ отношеніяхъ. Здѣсь, на Закавказьѣ, конечно, поля орошенія будутъ работать круглый годъ хорошо, но у насъ на сѣверѣ это бываетъ иначе. Лѣтомъ и осенью никакихъ серьезныхъ препятствій къ правильному дѣйствію полей орошенія не встрѣчается, конечно, если площадь полей имѣетъ правильное отношеніе къ количеству очищаемой воды, но зимою затрудненія бываютъ значительныя, по крайней мѣрѣ для климата подобнаго московскому. Опыты на московскихъ поляхъ орошенія показали, что на легко проницаемыхъ песчаныхъ почвахъ фильтрація 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° — 10° Ц.

Для правильнаго функціонированія такихъ полей орошенія, однако, надо соблюсти нѣкоторую осторожность въ напусканіи 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 вполне 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 имѣетъ только 2 или 3 градуса выше нуля, и поэтому органическая жизнь протекаетъ очень слабо; очистка воды происходитъ главнымъ образомъ вслѣдствіе механической фильтраціи, и обезвреживаніе, въ полномъ смыслѣ этого слова, не всегда бываетъ; такая дренажная вода иногда сохраняетъ способность загнивать.

На болѣе тяжелыхъ почвахъ, при суровомъ климатѣ, обыкновенно фильтрація черезъ почву затрудняется, а иногда и совсѣмъ прекращается съ наступленіемъ 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 окружающіе участки насыпи. Для зимняго размѣщенія воды при этихъ условіяхъ необходимо имѣть большую площадь полей орошенія. Освобожденіе полей отъ накопившагося за зиму льда представляетъ весной также значительныя неудобства. Если бы весной ждать, пока ледъ растаетъ и вода пройдетъ черезъ почву, то на это потребовалось бы очень много времени, такъ какъ мерзлая почва, подъ покровомъ холодной воды, можетъ оттаять 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 обезвреживанія 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 весенняго половодья никакихъ опасеній вызвать не можетъ.

Такимъ образомъ мы видимъ, что почвенныя 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 эксплуатаціи 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 обезвреживаніе 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 определенное время, въ зависимости отъ почвы и погоды. Количество выпускаемой за разъ воды также должно быть

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

Всѣ изложенныя 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 растений очистка достигаетъ высшей степени. Нѣкоторую разницу между обоими способами можно усмотрѣть также въ слѣдующемъ. Сточная вода содержитъ большое количество удобрительныхъ веществъ и между прочимъ неорганическія: известь, калій, фосфорную кислоту, которые, при проходѣ воды черезъ почву, въ послѣдней задерживаются. При произрастаніи на такой почвѣ соответствующихъ растений, 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 сточною водою¹⁾. 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., имѣетъ мѣсто на берлинскихъ поляхъ орошенія. Принимая, однако, во вниманіе, что, при суровомъ климатѣ, какъ, напримѣръ, московскій, гдѣ растительный періодъ бываетъ весьма короткимъ, большой пользы отъ культуры растений ожидать нельзя, такъ или иначе приходится считаться съ указанными неудобствами. Въ этомъ случаѣ вопросъ объ использованіи полей орошенія для полезныхъ культурныхъ растений вообще долженъ отступить на второй планъ, и предпочтеніе полей орошенія съ культурою растений 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 орошенія 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 первоначальнаго

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

числа, достигающаго до 10 мил. въ 1 куб. см., при чемъ задерживается болѣе на культурныхъ поляхъ, а менѣе при перемежающейся фильтраціи. 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 имѣемъ. По изслѣдованіямъ Англійской Королевской комиссіи, произведеннымъ въ 1898 г. на самыхъ лучшихъ англійскихъ поляхъ орошенія, оказались въ дренажной водѣ бактеріи *coli*, что указываетъ на возможность прохожденія черезъ почву также тифозныхъ и холерныхъ бактерій. Это обстоятельство, конечно, имѣетъ нѣкоторое значеніе, но едва ли было бы справедливо, послѣ очистки сточной воды почвою, предъявлять еще требованія 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 сказаннаго 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 искусственнаго способа: онъ представляется весьма гибкимъ и можетъ быть легко приспособляемъ ко всякимъ требованіямъ мѣстныхъ условій. Гдѣ это требуется, степень очистки можетъ быть доведена почти до такой, кака я 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 требованіе—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 фильтровъ періодическаго дѣйствія, или въ одной ступени фильтровъ непрерывнаго дѣйствія; въ послѣднемъ случаѣ считается желательнымъ воду пропустить еще черезъ песчаные фильтры.

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

станціи болѣзнетворныхъ бактерій также бываетъ больше, чѣмъ при полахъ орошенія. Въ виду этого является необходимость удалить болѣзнетворныя бактеріи путемъ дезинфекціи. Въ обыкновенное время, когда въ городѣ эпидемій нѣтъ, достаточно дезинфекцію производить непосредственно у постели больного. Въ случаѣ эпидемій такая дезинфекція не будетъ вполне достигать цѣли, и поэтому очистная станція должна быть такъ приспособлена, чтобы вся очищаемая на ней вода могла бы подвергаться дезинфекціи. 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 стоитъ, впрочемъ, не дорого; количество хлорной извести по новѣйшимъ изслѣдованіямъ считаютъ даже достаточнымъ 1 часть на 70.000 частей воды, если известь содержитъ 35% дѣйствующаго хлора; обыкновенно еще принято считать 1 часть хлорной извести на 5.000 частей сточной воды, при воздѣйствіи хлора въ продолженіе 2-хъ часовъ. Вообще необходимость устраненія болѣзнетворныхъ бактерій изъ очищенной на біологическихъ фильтрахъ воды, хотя бы только періодически, составляетъ одинъ изъ недостатковъ этого способа, съ которымъ надо такъ или иначе считаться. Въ этомъ отношеніи нѣтъ разницы между періодической и непрерывной біологической фильтраціей.

По физическимъ и химическимъ качествамъ очищенной біологическими способами воды замѣчается нѣкоторая 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 фильтровъ необходимо предварительно удалить изъ воды по возможности больше взвѣшенныхъ веществъ; для безпрерывныхъ фильтровъ, построенныхъ изъ крупнозернистаго фильтрующаго матеріала, требуется менѣе тщательная предварительная очистка, и иногда, въ зависимости отъ состава сточныхъ водъ, считаютъ достаточнымъ пропускать сточную воду черезъ рѣшетки и песочникъ. Другая особенность періодическихъ фильтровъ та, что они должны быть мелкіе, и тѣмъ мельче, чѣмъ тоньше зерно матеріала, чтобы циркуляція воздуха во всемъ тѣлѣ фильтра не была затруднена, но за то фильтры размѣщаются обыкновенно двумя, рѣдко тремя ступенями, при чемъ зерно для каждой слѣдующей ступени берется мельче. Безпрерывные фильтры строятся только въ одной ступени, но при этомъ очень высокими (1,5 до 2 саж.); доступъ воздуха обезпеченъ, если фильтръ сдѣланъ изъ крупнаго матеріала. Несмотря однако на то, что періодическіе фильтры являются двумя ступенями, а безпрерывные безъ ступеней, первые требуютъ меньше

разницы между пивеллярными отмѣтками поступленія и спуска воды, такъ какъ для непрерывныхъ фильтровъ, кромѣ высоты самого фильтра, требуется еще значительная высота для приспособленій, распредѣляющихъ воду по поверхности фильтра. Поэтому періодическіе фильтры могутъ быть примѣнимы тамъ, гдѣ нельзя располагать достаточнымъ уклономъ мѣстности, а площадь земли большая; непрерывные же фильтры—когда земли мало, по свободной высоты достаточно.

Указанныя особенности въ устройствѣ фильтровъ не могутъ не вліять на физическія качества очищенной воды. Вода изъ непрерывныхъ 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 непрерывныхъ, такъ и періодическихъ, необходимо еще очищенную воду пропустить черезъ фильтръ изъ мелкозернистаго матеріала 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 непрерывной фильтраціи, не имѣетъ, а иногда даже уже изъ первыхъ окислителей вода такого запаха не имѣетъ.

По химическому составу между водою, очищенною перемежающеюся фильтраціей, и таковой съ искусственныхъ біологическихъ фильтровъ большой разницы не замѣчается, какъ по окисляемости и содержанию 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 послѣдствія. При сравненіи періодическихъ и непрерывныхъ фильтровъ можно указать, что вода, очищенная въ непрерывныхъ фильтрахъ, при большихъ напускахъ содержитъ больше азота и амміака, а также окисляемость больше, чѣмъ въ періодическихъ фильтрахъ, но при умѣренномъ использовании непрерывныхъ фильтровъ разницы уже не будетъ. Вообще качественный эффектъ періодическихъ фильтровъ зависитъ отъ крупности зерна матеріала, а также отъ числа ступеней: чѣмъ мельче матеріалъ и больше ступеней, тѣмъ чище вода. При непрерывныхъ фильтрахъ качество воды зависитъ, частью отъ высоты

фильтра и крупности матеріала, по главнымъ образомъ отъ способа распредѣленія воды по поверхности фильтра, и отъ количества пропущенной черезъ фильтръ воды: чѣмъ равномернѣе вода распредѣляется и чѣмъ меньше воды, тѣмъ лучше будетъ по качеству очищенная вода.

Главный интересъ, конечно, для суроваго, 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 мѣсяць была $-22,6^{\circ}\text{Ц.}$, при постоянныхъ вѣтрахъ и метеляхъ. Средняя температура за 5 мѣсяцевъ—съ октября до марта—была въ 1907—8 гг.— $9,2^{\circ}\text{Ц.}$, а въ 1908—9 гг.— $9,6^{\circ}\text{Ц.}$ Несмотря на такія неблагопріятныя метеорологическія условія, московская опытная біологическая станція во всѣхъ частяхъ дѣйствовала вполне исправно, при чемъ не принимались никакія особыя мѣропріятія для утепленія. Очищенная въ періодически 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 біологической станціи, и иногда загнивала. Непрерывно дѣйствующіе фильтры, открытые, дали загнивающую воду, и поэтому текущею зимою 1908—9 гг. они прикрыты съ боковъ и сверху неплотно досками, при чемъ качество очистки значительно улучшилось.

Изъ всего изложеннаго 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 системъ очистки, нельзя также высказать общее предпочтеніе очистки почвою или очисткѣ искусственнымъ біологическимъ способомъ, все это зависитъ отъ требуемой степени очистки и отъ другихъ мѣстныхъ условій.

Очень большое практическое значеніе при выборѣ способа очистки имѣетъ стоимость устройства и эксплуатаціи. Справедливо считаютъ, 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 питательныя вещества, какъ-то: азотъ, фосфорная кислота, калий и т. д., не содержатся въ сточной водѣ въ той пропорціи, въ какой это нужно для растений, поэтому выборъ соотвѣствующихъ культурныхъ растений является крайне труднымъ. Въ виду этого, для веденія сколько-нибудь правильнаго хозяйства на поляхъ орошенія, требуется весьма большая площадь полей, которую Dr. F. König въ своемъ трудѣ „Verunreinigung der Gewässer“ исчисляетъ въ 1 дес. на 100 жителей, а при площади въ 1 дес. на 200 жителей уже происходитъ неполное потребленіе растениями питательныхъ веществъ, и таковыя попадаютъ, проходя черезъ почву, въ общественныя водоемы. По расчету 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 имѣетъ 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 чемъ 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. Кроме того, около 1.100 дес. орошаемой площади сдано въ аренду подъ огородныя культуры. Не приспособленная подъ орошеніе площадь также используется 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 затраченнаго капитала приплачивается изъ общихъ городскихъ средствъ ежегодно до 1.400.000 р., что на 1 годовое ведро *) очищенной воды составляетъ около 7 коп. Поэтому экономическій успѣхъ берлинскихъ полей орошенія можно считать не полнымъ. Надо при этомъ имѣть въ виду, что берлинскія поля орошенія самыя большія, давно уже существуютъ и дѣйствуютъ хорошо. Если въ литературѣ иногда встрѣчаются указанія, что поля орошенія въ разныхъ другихъ мѣстахъ даютъ крупныя доходы, то къ этому слѣдуетъ отнести въ высшей степени скептически, такъ какъ

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

поля орошенія, дающія городу чистый доходъ, едва ли могутъ отвѣчать своему прямому назначенію. Чтобы получить доходы, надо отдавать поля орошенія въ аренду, арендаторы же используютъ наибольшую площадь для культуръ, обезвреживая на ней только то количество воды, какое нужно для успѣшнаго роста растений, при чемъ 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 орошенія экономическаго успѣха нельзя ожидать, т.-е. не только не получится чистаго дохода, но еще надо будетъ приплачивать. Мы видѣли, что на берлинскихъ поляхъ орошенія приплата составляетъ 7 коп. на 1 годовое ведро. Ниже мы увидимъ, что есть способы, требующіе немного 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 своими полями орошенія большую площадь отъ сельскаго хозяйства, лишаютъ народное хозяйство доходной статьи. Необходимо указать въ этомъ мѣстѣ, что въ Берлинѣ уже поднимаются настойчиво голоса противъ полей орошенія. Ближайшимъ поводомъ къ этому служитъ тамъ то обстоятельство, что нѣкоторая площадь полей подходит близко къ городу и поэтому мѣшаетъ расширенію города. Въ виду этого предлагаются и обсуждаются въ спеціальной литературѣ проекты уничтоженія полей. Есть, напримѣръ, проектъ—построить громадный каналъ, длиною 70 верстъ, и спускать сточныя воды въ р. Одеръ *). Другіе проекты предлагаютъ перейти къ біологическому способу очистки или къ способу перемежающейся фильтраціи, требующей также значительно меньше площади.

Изъ всего вышеизложеннаго нельзя не прийти къ заключенію, что поля орошенія съ сельско-хозяйственною культурою, съ точки зрѣнія народнаго хозяйства, не могутъ быть достаточно оправдываемы. (Вѣроятно на югѣ, гдѣ вообще культура растений возможна только при искусственномъ орошеніи, положеніе другое, и поэтому можетъ быть поля орошенія принести большую пользу). Техника должна направить свои усилія на то, чтобы обезвредить на наименьшей площади наибольшее количество сточной воды, т. е. примѣнить на поляхъ орошенія способъ перемежающейся фильтраціи. Тогда поля орошенія будутъ представлять изъ себя санитарно-техническое приспособленіе, отъ котораго доходовъ ожидать нельзя. Такое рѣшеніе 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 фильтраціи 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 предоставляется 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 фильтраціи можно на единицѣ площади 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 фильтраціи.

Такимъ образомъ, мы подошли къ рѣшенію 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 площади полей орошенія на каждыя 2.000 ведеръ суточного количества сточной воды, или на каждые 250 жителей; при глинистой почвѣ можно считать половину этого, т. е. 1 дес. на 1.000 ведеръ суточного количества, или около 100 жителей. Для способа перемежающейся фильтраціи требуется 1 дес. полезной площади: 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 фильтраціи, 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 уменьшающею значительно пропускающую 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 нѣкоторые растенія, непосредственно орошаемые, на примѣръ, кормовая трава, могутъ покрываться бумажками и вся-

кимъ иломъ и сдѣлаться негодными къ употребленію. Въ тѣхъ случаяхъ, когда растенія разводятся на грядахъ 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 указанные вещества изъ сточной воды, передъ ея напускомъ на поля орошенія, для чего служатъ осадочные бассейны или частыя 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 нѣкоторыхъ заграничныхъ поляхъ орошенія осадокъ спускается въ особыя хранилища, гдѣ онъ подсыхаетъ, и потомъ или увозится сосѣдними 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 распредѣленіи осадка по глубокимъ бороздамъ особаго участка, забрасываніи землею послѣ обсушки и запахиваніи; послѣ чего участокъ можетъ быть засѣянъ, съ тѣмъ, чтобы черезъ годъ на немъ вновь распредѣлять 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, приобретаемой 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, канализованнаго по раздѣльной 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 растений 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 извѣстно, 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, значить остается меньше удалять, тѣмъ болѣе, что онъ дѣлается болѣе плотнымъ и содержитъ менѣе воды, чѣмъ осадокъ изъ осадочнаго бассейна. Кромѣ того, септикъ-танки задерживаютъ больше взвѣшенныхъ веществъ, и поэтому фильтръ менѣе быстро засаривается. Но удаленіе осадка изъ септикъ-танковъ представляетъ нѣкоторыя неудобства, такъ какъ осадокъ бываетъ плотнѣе и спускъ его по трубамъ, какъ и перекачка машинами, затруднительны, и, кромѣ того, осадокъ мало годится для удобрения. 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 удобрительный матеріалъ. На 1 мил. ведеръ сточной воды въ сутки требуется площадь септикъ-танка въ 1.250 кв. с., а осадочнаго бассейна въ 250 кв. с.

Биологическіе фильтры періодическаго дѣйствія рассчитываются на водоемкость въ 25% отъ фильтрующаго матеріала, 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 приспособленій, состоящихъ изъ септикъ-танка и 3-хъ ступеней окислителей, будетъ 13.750 кв. с., а рабочая площадь очистительныхъ приспособленій, состоящихъ изъ осадочнаго бассейна и двухъ ступеней фильтровъ, будетъ 7.750 кв. с. Къ полезной площади надо еще прибавить 25% на сооруженія дороги, зданія, складовъ матеріаловъ 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 десятины. 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 десятины. На обезвреживаніе осадка изъ осадочнаго бассейна, применяя способъ уничтоженія его въ почвѣ, требуется еще площадь въ 10 десятины.

Изъ всего этого мы видимъ, что для біологической очистной станции на 1 мил. ведеръ въ сутки требуется площадь отъ 12 до 17 десятины, 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 орошенія полезной культуры требуется площадь отъ 650 до 1.300 дес. Изъ этого видно, что искусственный біологическій 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 эксплуатаціи. На поляхъ орошенія сооруженія для распредѣленія 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 изыятіе изъ эксплуатаціи большой площади полей. Далѣе вызываетъ нѣкоторыя затрудненія образованіе корки въ оросительныхъ бороздахъ или на поверхности почвы, такъ какъ корка мѣшаетъ проникновенію воды и воздуха въ почву. Для уничтоженія корки требуется по крайней мѣрѣ 2 раза въ годъ, весною и осенью, вспахать и сборошить поле, при чемъ оросительныя борозды уничтожаются и должны быть проведены вновь. Кромѣ того, въ теченіе растительнаго періода года поля орошенія покрываются сорной растительностью, которую необходимо удалять. Если поле не занято культурными растеніями, то сорныя травы можно скосить и удалить, но при наличіи культурныхъ растеній представляется необходимымъ болѣе дорогой способъ—выпалываніе. Зимой же требуется очистка отъ снѣга распредѣлительныхъ 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 заты-

гивается, и это можетъ вызвать запозданіе посѣвовъ культурныхъ растений, 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 менѣ легальнымъ способомъ: непосредственнымъ спускомъ въ рѣку, хотя и на время сравнительно непродолжительное.

Вышеуказанныхъ неудобствъ по эксплуатаціи биологической способъ представляетъ въ значительно меньшей мѣрѣ. Зима не вызываетъ серьезныхъ затрудненій въ правильномъ дѣйствіи сооружений, и можетъ потребоваться развѣ только очистка снѣга въ разныхъ мѣстахъ станціи. Въ остальное время года представляется иногда необходимымъ выпалывать сорную растительность на поверхности фильтровъ, 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 фильтровъ. Поверхность фильтровъ, 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 дорогую статью въ эксплуатаціи биологическихъ фильтровъ составляетъ промывка фильтрующаго матеріала, что требуется произвести черезъ извѣстные періоды, въ среднемъ 1 разъ въ 3 года. Въ этомъ отношеніи имѣютъ большое преимущество непрерывно дѣйствующие фильтры, такъ какъ для нихъ промывка фильтрующаго матеріала не требуется, а если и потребуется, то только черезъ значительное число лѣтъ. Уходъ за сооружениями биологической станціи весьма простъ, вслѣдствіе большой устойчивости въ дѣйствіи и вслѣдствіе того, что всѣ сооружения сосредоточены на небольшой площади. По этой причинѣ управленіе очистительными приспособленіями также значительно упрощается и поэтому значительныхъ расходовъ на администрацію не требуется.

Въ смыслѣ удобства эксплуатаціи можно отдать предпочтеніе непрерывнымъ фильтрамъ, 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 непрерывные фильтры имѣютъ большое сходство съ фильтраціей воды черезъ песчаную почву въ зимнее время. Вообще можно указать, что условія примѣненія непрерывныхъ фильтровъ для суроваго климата еще не выяснены, и поэтому примѣненіе ихъ встрѣчаетъ нѣкоторые сомнѣнія. Въ виду этого преимущество этихъ фильтровъ для сѣвера Россіи остается гадательнымъ, и предпочтеніе должно быть отдано періодически дѣйствующимъ фильтрамъ.

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 эксплуатаціи настолько тѣсно связаны съ мѣстными условіями, что они должны быть установлены въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ. Поэтому въ нижеслѣдующемъ можно указать только на нѣкоторыя общія данныя, влияющія на стоимость, и потомъ показать примѣръ расчета. Выше уже было указано на стоимость эксплуатаціи 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 $\frac{0}{0}\frac{0}{0}$ и амортизацію по насоснымъ станціямъ, и тогда общая стоимость эксплуатаціи загородныхъ сооружений 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 напорныя 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 эксплуатацію, безъ уплаты $\frac{0}{0}\frac{0}{0}$, — 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 эксплуатаціи 5,5 к. за 1 годовое ведро. Проценты на затраченный капиталъ составятъ около 10 к. на 1 годовое ведро, поэтому общій эксплуатаціонный расходъ полей орошенія опредѣлится около 15 к. на 1 годовое ведро.

Московская Городская Управа имѣетъ въ своемъ распоряженіи еще нѣкоторыя другія данныя для расчета стоимости устройства и эксплуатаціи полей орошенія. Имѣя въ виду использовать вновь приобрѣтаемыя земли для способа перемежающейся фильтраціи, стоимость приобрѣтенія 1 дес. земли исчислимъ въ 3.000 р. и приспособленіе въ 4.500 р., всего 7.500 р.; стоимость эксплуатаціи опредѣлена въ 370 руб. на 1 дес. полезной площади, или 280 руб. на 1 дес. общей площади, и проценты на затраченный капиталъ изъ $6\frac{0}{0}$ 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 приобрѣтеніе земли, будетъ: при песчаной почвѣ полей 750.000 руб., или 75 к. на 1 суточное ведро, и эксплуатация 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 эксплуатацию 127.400 руб., или 12,7 к. на 1 годовое ведро. Расходы на перекачку воды на поля орошенія сюда не включены.

Стоимость искусственнаго біологическаго 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 суровомъ климатѣ покрыть на зиму досками осадочные бассейны или септикъ-танки, фильтры же никакого покрытія не требуютъ. Первостепенное вліяніе на стоимость устройства имѣетъ цѣна на матеріалы, которыми фильтръ загружается. Расходы на эксплуатацию зависятъ главнымъ образомъ отъ прочности матеріала, которымъ фильтры загружены, а также отъ быстроты засоренія фильтра. Изъ московскихъ опытовъ выяснилось, что промывка и возобновленіе фильтра, получающаго по 2 наполненія въ день, требуется не чаще 1 раза въ 3 года, и при промывкѣ требуется прибавить новаго матеріала 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 состоитъ 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 дѣйствительности же стоила нѣсколько меньше, а именно 300.000 р., или 60 к. на 1 суточное ведро; эксплуатация же, имѣя въ виду, что промывка матеріала требуется 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 эксплуатации 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 общій расходъ будетъ 942.000 руб., или 94 к. на 1 ведро. Эксплуатация будетъ стоить 50.000 р. въ годъ, а 6% на затраченный капиталъ—56.500 р., поэтому общій расходъ на эксплуатацию будетъ 106.500 руб., или 10,6 к. на 1 годовое ведро. Изъ этого видно, что фильтры, расчи-

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

Непрерывно дѣйствующіе біологическіе фильтры стоятъ значительно дешевле періодическихъ. Для примѣра сдѣлаемъ расчетъ на очень хорошо оборудованную станцію, состоящую: изъ осадочныхъ бассейновъ, изъ непрерывныхъ фильтровъ съ распределителями Фиддіана и изъ песчаныхъ фильтровъ. Стоимость устройства осадочныхъ бассейновъ, вмѣстѣ съ приспособленіями для удаленія осадка, можно опредѣлять въ 36.000 руб., фильтровъ съ распределителями Фиддіана въ 326.000 руб., песчаныхъ фильтровъ въ 223.000 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. Эксплуатація этой станціи будетъ стоить 25.000 р., и такъ какъ 6% на строительный капиталъ составляютъ 37.560 руб., то общій расходъ на эксплуатацію 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; біологическій способъ періодическаго 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 очистительныя 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 зрѣнія, несомнѣнно выше, чѣмъ достигаемые на искусственныхъ біологическихъ фильтрахъ.

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

„Очистку сточныхъ водъ городовъ желательно произвести или черезъ почву, или искусственными фильтрами, при чемъ существенной разницы между обоими способами нѣтъ. Выборъ одного изъ этихъ способовъ городомъ, желающимъ очищать свои сточныя воды, связанъ съ вопросомъ, во-первыхъ, какая степень очистки желательна, имѣя въ виду особія 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 существеннаго 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 неокисленного органическаго вещества и стоитъ поэтому по качеству выше, чѣмъ вода изъ искусственныхъ фильтровъ, при настоящей ихъ конструкціи и употребленіи. 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 приобрести по 100 L за аспе (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 исключеніемъ случаевъ, когда предварительная очистка очень тщательна.

Почти во всѣхъ случаяхъ можно на единицу объема непрерывно дѣйствующихъ 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 матеріала. Если же предварительною очисткою удалена большая часть взвѣшенныхъ веществъ, рекомендуется употребить мелкій матеріалъ.

Тезисы:

1) Систематическая канализація населенныхъ центровъ является большимъ санитарнымъ приобретеніемъ этихъ центровъ. Усиѣнность возможно далекаго проведенія этого принципа въ жизни находится въ зависимости отъ требованія очищать сточныя воды, и поэтому такое требованіе и установленіе 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 растений, 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.

3) Способъ перемежающейся фильтраціи 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 вполне удовлетворительными.

4) Искусственные біологическіе способы примѣнимы, когда климатическія условія вызываютъ большія затрудненія примѣненію предыдущихъ способовъ, когда нѣтъ вблизи города достаточной площади подходящей земли или вообще когда экономическій расчетъ, 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 сооружений имѣть это обстоятельство въ виду. Въ санитарномъ отношеніи искусственные біологическіе способы, при соблюденіи этихъ условій, вполне 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 отдѣльномъ случаѣ, принимая во вниманіе всѣ мѣстныя условія, должно быть установлено сравнительными подсчетами, какой изъ способовъ требуетъ меньше затратъ на устройство и эксплуатацію, если вообще экономическій вопросъ для даннаго случая можетъ имѣть значеніе, и не требуется руководствоваться исключительно санитарными требованіями.

По предложенію председателя Сѣздомъ постановлено:

Передать предложенные докладчикомъ тезисы на разсмотрѣніе Комиссіи.

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

Затѣмъ председателемъ были прочтены полученныя въ этотъ день

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

Вечернее засѣданіе.

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

Сообщеніе И. Д. Лисиціана.

Канализація города Тифлиса.

Городъ Тифлисъ расположенъ 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 перекрыты сводами. Такимъ образомъ получились первоначально ливнеотводы 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 нѣтъ канализацій) выгребныя необлицованныя ямы, во многихъ мѣстахъ доведенныя 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 сѣтъ значительно разрослась бы).

Пока въ городѣ не было водопровода, примитивный отводъ домовыхъ нечистотъ не беспокоилъ обывателей, но съ устройствомъ перваго 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 большія средства, то администраціею было разрѣшено воспользоваться ливнеотводами какъ пріемниками 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 названіе города произошло отъ „Тли Лиси“, что означаетъ горячій источникъ. Обиліе сѣрыхъ водъ, находящихся на правомъ склонѣ горы у Дабаханки, служило большою приманкой для заселенія.

города, и было положено основаніе для дальнѣйшаго развитія канализаціи, путемъ устройства въ широкихъ размѣрахъ канализаціонныхъ трубъ и новыхъ коллекторовъ въ Куру. Такимъ образомъ, построилась существующая канализаціонная сѣть, которую нужно отнести къ общесплавной системѣ, отводящая не только домовыя, но и атмосферныя воды.

Канализаціонная сѣть города Тифлиса состоитъ изъ почти 60-ти отдѣльныхъ коллекторовъ, спускающихся въ Куру. Каждый коллекторъ въ отдѣльности захватываетъ трубы съ прилегающихъ улицъ.

На устройство перваго ливнеотвода правительствомъ была выдана субсидія, на условіяхъ погашенія въ извѣстный срокъ. Канализаціонныя трубы для казенныхъ зданій строились на средства казны, уличныя же вѣтви и отдѣльные 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 пропорціоально 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 діаметровъ. 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 канализаціей, не останавливаются передъ дальнѣйшими расходами, и канализаціонная сѣть быстро расширяется. Особенно этому способствуетъ распространеніе водопроводной сѣти по всѣмъ районамъ города.

На самомъ дѣлѣ, мы видимъ, что до 1888 года, когда только началъ функционировать водопроводъ, канализаціонная 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 длинѣ всѣхъ городскихъ улицъ въ 260 верстъ, не считая улицъ новаго района, какъ-то Ваке и Бебутовскаго поселенія, еще не затронутыхъ канализаціей.

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-

тивать новые районы. И дѣйствительно, городъ, съ 1900 года, сталъ приходить на помощь домовладѣльцамъ, внося въ смѣту каждаго 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 канализаціонной сѣти достигаетъ до 750 тысячъ руб., изъ коихъ на долю большихъ ливнеотводовъ, какъ Сололакскій, Инженерный, Барятинскій, Дабаханскій, Петханскій, приходится около 180 тысячъ руб., а остальные 570 тысячъ руб. израсходованы на второстепенныя вѣтви.

Первоначально коллекторы строились изъ грузинскаго 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, Петханская, Инженерная, Водовозная. Старыя канализаціонныя уличныя вѣтки строились изъ того же матеріала, 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 работъ допустить нѣтъ возможности.

Для приѣма ливневыхъ водъ съ нагорныхъ мѣстъ, старые ливнеотводы доведены до нагорныхъ улицъ и отсюда начинаются въ видѣ открытыхъ трубъ. Другого способа для приѣма громадныхъ потоковъ водъ, идущихъ съ большой скоростью, нельзя примѣнять. Насколько велика масса воды, попадающая въ ливнеотводъ, видно, напримѣръ, 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 Куру.

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

Вентиляція уличныхъ трубъ происходитъ черезъ открытые ливнепуски въ нагорныхъ частяхъ города, что, конечно, нужно отнести къ дефекту тифлисской канализаціи. Главнымъ же образомъ сѣтъ вентилируется черезъ домовыя водосточныя трубы, которыя, 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, самый же надзоръ и ремонтъ въ дальнѣйшемъ городъ беретъ на себя и производитъ 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 трубъ составитъ около 125 рублей.

Домовая канализація устраивается внутри зданій изъ чугунныхъ трубъ, діаметромъ отъ 4 до 6 дюймовъ. Вѣтки же, уложенныя во дворахъ и соединяющіяся съ уличными трубами, устраиваются главнымъ образомъ изъ бетона, діаметромъ отъ 4 до 6 вершковъ. Для сбора дождевыхъ водъ, во дворахъ устанавливаются цементные сифоны съ чугунными рѣшетками. 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 приноситъ существующая канализація, нельзя отрицать, что имѣются крупныя дефекты, на которые городъ долженъ былъ 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 каждаго жителя $700:240 = 3$ ведра, что должно считать крайне скуднымъ. При климатическихъ условіяхъ Тифлиса снабженіе водою должно быть въ количествѣ не менѣе $2\frac{1}{2}$ милліоновъ ведеръ въ сутки

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

Если сплавная система даетъ возможность быстрого удаленія нечистотъ, то при недостаткѣ воды можетъ получиться совершенно обратное явленіе, что и замѣчается въ существующей канализаціи—нечистоты во многихъ трубахъ застаиваются и загниваютъ; и только благодаря ливнямъ производится капитальная промывка сѣти. Вопросъ объ увеличеніи водоснабженія, какъ для житейскаго 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 Тифлиса.

Къ дефекту канализаціи нужно отнести еще и то, что стоки спущены въ предѣлахъ города отдѣльными 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 обезпечить 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 рукавъ Куры спущены 3 крупныхъ коллектора, лѣтомъ же рукавъ высыхаетъ, и приходится разными искусственными мѣрами обезпечивать 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 выдѣляютъ, въ особенности въ жаркую пору, газы, весьма вредные для здоровья.

Вмѣстѣ съ возникновеніемъ вопроса о постройкѣ большого водопровода и вопросъ о раціональномъ 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 предлага-

еть, какъ самую цѣлесообразную, примѣнить общесплавную систему, т.-е. собрать всѣ грязныя и дождевыя воды и по канализаціоннымъ трубамъ, проложеннымъ по параллельнымъ съ рѣкой Курой улицамъ, вывести за городъ. Коллекторы имъ предполагаются такихъ сѣченій, 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 канализаціонную сѣть, отводятся прямо въ Куру. Въ случаяхъ же наполненія уличныхъ коллекторовъ во время большихъ ливней, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ они пересѣкаются ливнеотводными каналами, проектируются спеціальныя 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 востокъ 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 выпускаются 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 канализаціонную сѣть на нижнюю и верхнюю системы. Во время затопленія нижнихъ районовъ, нижняя сѣть изолируется и верхняя система дѣйствуетъ отдѣльно; при чемъ выходъ водъ въ Куру производится посредствомъ отдѣльныхъ предохранительныхъ выпусковъ. Такимъ образомъ, въ періодъ очень высокихъ водъ, воды изъ городскихъ трубъ спускаются въ предѣлахъ города непосредственно въ Куру.

Стоимость канализационныхъ работъ въ сѣтѣ 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 еѹ воспользоваться не придется вовсе.

Исходя изъ проекта, составленнаго Линдлеемъ, самымъ главнымъ для города вопросомъ является: правильно ли предложеніе Линдлей устроить канализацію по общесплавной системѣ или же было бы рациональнѣе примѣнить раздѣльную. На мой взглядъ, если городъ заброситъ существующую канализацію, то для Тифлиса именно только и можно рекомендовать раздѣльную систему, конечно, при условіи расширенія городского водопровода. Разсматривая 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—1¼ версты. Всѣ дождевыя воды естественнымъ своимъ теченіемъ имѣютъ почти перпендикулярное направленіе къ своему коллектору—къ рѣкѣ Курѣ, слѣдовательно, 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 такіе длинные, и уложить не такъ глубоко, какъ это необходимо при общей сплавной системѣ, гдѣ воды выводятся многочисленными параллельными коллекторами за 10 верстъ внѣ черты города.

Если принять въ расчетъ отношеніе количества грязныхъ водъ къ количеству водъ во время ливней, подлежащихъ отводу черезъ канализационныя трубы, какъ это принято въ проектѣ, для перваго на гекторъ 0,5 литра въ секунду, для втораго 200 литровъ, то мы легко можемъ сдѣлать заключеніе, какую можетъ составить разницу устройство одной или другой системы. Въ проектѣ сказано, что общая длина канализационной сѣти, безъ предохранительныхъ дождевыхъ выпусковъ и горныхъ стоковъ, составитъ 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 канализационной 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

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

Такъ или иначе, хотя инженеръ Линдлей и не призналъ старую сѣтъ, 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 рѣшить 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 магистральныя канализаціонныя трубы, которыя, проходя по обоимъ берегамъ, захватывали бы всѣ нынѣ существующіе спуски въ Куру. Дальнѣйшее направленіе коллектора отъ Авлабарскаго 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, которыя будутъ украшеніемъ 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 Авлабарскаго моста, можетъ обойтись 2 милліона 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 Куру, но если принять во вниманіе то обстоятельство, что количество воды, которое даетъ рѣка Кура при самомъ низкомъ горизонтѣ 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 горизонтѣ, получается какъ 1 : 500, что обезпечиваетъ полное разжиженіе сточныхъ водъ. Большой уклонъ рѣки — 1 : 500, каменистое и скалистое ложе и малая заселенность береговъ ея ниже Тифлиса по-

звояють спустити сточнія води прямо въ Куру, и на многіе годы это будетъ безопасно. Во всякомъ случаѣ, даже той степени разжиженія, которая принята какъ максимальная американскими городами—1 : 100, не говоря уже о нормѣ, принятой англійской правительственной комиссіей—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 уноситъ съ собой сброшенный мусоръ и навозъ, а во время половодья очистка береговъ происходитъ еще активнѣе. Городъ, считая такой способъ нераціональнымъ, занять вопросомъ объ устройствѣ мусоро-сжигательныхъ печей.

Послѣ вопросовъ, предложенныхъ 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, имѣетъ 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. Естественныя 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 зрѣнія, размѣръ канализаціонныхъ сооружений можно всегда согласовать со степенью потребности въ нихъ въ данный моментъ, въ особенности примѣняя раздѣльную систему

канализаціи, которая, имѣя одинаковое съ гигиенической точки зрѣнія значеніе со сплавной канализаціей, имѣетъ 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 водъ, т.-е. использованной и загрязненной водопроводной воды, составляетъ главную задачу канализаціи съ санитарной точки зрѣнія.

Кромѣ того, въ виду особенности русскихъ городовъ, главнымъ образомъ среднихъ и малыхъ, въ которыхъ одновременно находятся: центръ, съ культурными потребностями жителей, требующими устройства канализаціи, и предместья, гдѣ канализація по недостаточному развитію водоснабженія положительно невозможна, въ извѣстныхъ случаяхъ можетъ оказаться болѣе удобнымъ и выгоднымъ раздѣлить городъ на нѣсколько частей, съ совершенно независимыми канализаціями (радіальный типъ). При этомъ общая стоимость полнаго 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, покрывающую 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 выгодноѣе черезъ 20 лѣтъ построить еще новую такую же канализацію, чѣмъ платить все время проценты на мертвый капиталъ, сразу затраченный въ расчетъ на будущее пользованіе.

Финансовая сторона дѣла болѣе сложна, но и здѣсь имѣется рядъ практическихъ выводовъ. Для устройства канализаціи, во-первыхъ, можно совершенно обойтись безъ затратъ изъ городской кассы, путемъ устройства всѣхъ линій канализаціи на средства заинтересованныхъ группъ домовладѣльцевъ. Но при этомъ, такъ сказать, натуральномъ способѣ осуществленія имѣются серьезныя неудобства, такъ какъ, вслѣдствіе отсутствія общаго плана канализаціи, отдѣльныя частныя линіи обслуживаютъ только интересы группы участвующихъ домовладѣльцевъ, не будучи пригодны по своимъ размѣрамъ или глубинамъ заложения для присоединенія другихъ домовладѣльцевъ, которые перѣдко вынуждены поэтому проводить для своихъ надобностей параллельно особыя линіи. При этомъ всѣ эти частныя линіи, обходящіяся въ общей сложности гораздо дороже правильной канализаціи, въ то же время оказываются несоотвѣтствующими общему плану ея, и поэтому 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 канализаціи по предварительно выработанному общему плану встрѣчаетъ затрудненіе въ томъ отношеніи, что домовладельцы ниже расположенныхъ имѣній находятъ 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 канализаціи всѣми домовладельцами города на взаимныхъ началахъ, но при практическомъ выполненіи, при добровольномъ вступленіи въ члены такого общества, обыкновенно не всѣ домовладельцы вступаютъ въ него, и въ результатъ этого вносимыхъ паевъ, соразмѣрно дѣйствительной стоимости по разверсткѣ, окажется недостаточнымъ для выполненія всей системы канализаціи. Поэтому приходится отыскивать дополнительный капиталъ для покрытія недостающей суммы, который можетъ быть найденъ только подъ условіемъ достаточнаго вознагражденія въ видѣ дивиденда, вслѣдствіе чего общество утрачиваетъ свой взаимный характеръ и естественно превращается въ обыкновенное коммерческое предпріятіе на концессионныхъ началахъ.

Устройство и содержаніе канализаціи путемъ привлеченія частнаго капитала на началахъ концессіи не имѣетъ резонныхъ основаній. 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 эксплуатаціи, 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 предпріятій въ концессионное пользованіе. Поэтому наиболѣе прямымъ и вѣрнымъ путемъ является осуществленіе канализаціи на общегородскія средства, добытыя, напримѣръ, путемъ займа, погашеніе и проценты по которому оплачиваются взиманіемъ опредѣленныхъ канализационныхъ сборовъ съ присоединенныхъ имѣній: единовременныхъ—при присоединеніи канализаціи, и постоянныхъ ежегодныхъ—на покрытіе расходовъ по содержанію канализаціи, на перекачку и очищеніе сточныхъ водъ и т. д.

Если разрѣшеніе займа для устройства канализаціи 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 управленіе устраиваетъ только главные коллектора и магистрали, и то лишь въ той части, въ которой

заявлены требованія домовладѣльцевъ объ ихъ присоединеніи. Всѣ же уличныя линіи проводятся заинтересованными домовладѣльцами на свой счетъ, но согласно общему плану канализаціи, такъ что онѣ всѣ входятъ въ правильную городскую сѣть. Сборъ же съ домовладѣльцевъ составляютъ спеціальный 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 управленіе, затративъ въ 1892 году 90.000 руб. на приспособленіе стараго дождевого водостока для цѣлей канализаціи и руководствуясь предварительно выработаннымъ мною общимъ проектомъ канализаціи, имѣетъ въ настоящее время такимъ путемъ 48 верстъ правильной канализаціонной сѣти, стоимостью въ 885.000 руб. При этомъ городъ возвратилъ всѣ свои затраты изъ ежегодныхъ поступленій канализаціонныхъ сборовъ и покрываетъ изъ того же источника всѣ расходы на содержаніе канализаціи, а также крупныя расходы на устройство особыхъ дождевыхъ водостоконъ; теперь онъ имѣетъ сверхъ того свободный канализаціонный фондъ изъ остатковъ этихъ сборовъ въ 200.000 руб. Сумма поступленія канализаціонныхъ сборовъ за 1907 годъ составила 65.000 руб., а расходы по содержанію—14.000 руб.

Желая удовлетворить общую потребность въ канализаціи и для обезпеченія возможности присоединенія менѣе достаточнымъ домовладѣльцамъ, городское управленіе проводитъ теперь съ разсрочкой платежа не только канализаціонныя линіи по улицамъ, гдѣ заявлено желаніе о присоединеніи домовладѣльцами, но и водопроводныя линіи для обслуживанія канализируемыхъ усадебъ.

Такой способъ, слѣдуя естественному развитію канализаціи 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 канализаціи, 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 больной вопросъ объ очищеніи сточныхъ водъ передъ выпускомъ въ рѣки.

Извѣстно, что во всякомъ городѣ, хотя бы онъ и не имѣлъ канализаціи, всегда имѣются сточныя воды, напримѣръ, изъ бань, фабрикъ и отдѣльныхъ учреждений: 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 примиряютъ-

ся, какъ съ неизбежнымъ и неустранимымъ зломъ. Но какъ только возникаетъ вопросъ о канализаціи, то непременно выдвигается требованіе абсолютной чистоты сточной воды, а не необходимой и достаточной для даннаго случая степени очищенія ея, совершенно не считаясь съ благоприятными мѣстными условіями, напримѣръ, съ большой мощностью имѣющагося воднаго протока или сравнительно малымъ количествомъ сточныхъ водъ, т. е. условіями, ослабляющими или совершенно исключаящими возможность вреда отъ выпуска сточныхъ водъ въ рѣки. Требования 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 жилищъ. Всѣ гигиеническія блага обильнаго и дешеваго водоснабженія исчезаютъ и получается та характерная картина искусственнаго загрязненія дворовой почвы, какалъ обычна въ городахъ съ водопроводомъ, но безъ канализаціи. Усиленное развитіе всевозможныхъ эпидемическихъ болѣзней, въ особенности брюшнаго тифа, является неизбежнымъ слѣдствіемъ такого положенія, что и наблюдается въ дѣйствительности въ современныхъ русскихъ городахъ, и даже въ Берлинѣ доканализаціоннаго періода, т. е. въ 60-хъ годахъ прошлаго 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 Управленія 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 устанавливаютъ для всѣхъ случаевъ такія общія требованія, которыя, по господствующимъ взглядамъ современной гигиены, могутъ относиться только къ идеальному очищенію сточной воды. Поэтому въ указанные нормы введены нѣкоторыя положенія, которыя создаютъ большія затрудненія въ практическомъ примѣненіи. Такъ, напримѣръ, имѣются такія требованія: очищенная жидкость не должна имѣть „опредѣленной окраски“ и „опредѣленнаго запаха“. Но извѣстно, что не только идеально очищенная сточная вода, а и вслѣ-

кая другая, имѣютъ свой опредѣленный запахъ, опредѣленный оттънокъ. Даже дистиллированная вода въ глубокомъ слѣбъ синевага, а при стояніи получаетъ затхлый запахъ; достаточно также вспомнить о желтоватомъ оттънкѣ питьевой воды Петербургскаго и Кіевскаго водопроводовъ, зависящемъ отъ присутствія гуминовыхъ веществъ, совершенно безвредныхъ въ санитарной точки зрѣнія. Далѣе ставится требованіе, 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 раствореннаго въ ней кислорода и съ многочисленнымъ населеніемъ всевозможныхъ растительныхъ и животныхъ организмовъ, можетъ быть требующихъ для себя совершенно иныхъ условій жизни и питанія, чѣмъ тѣ, которыя мы имъ желаемъ 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 такіе 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 гигиеническомъ институтѣ уже признана нераціональность такихъ опытовъ, и для испытанія живучести рыбъ, въ зависимости отъ количества сточныхъ водъ, рыбъ помѣщаютъ 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 частныхъ, съ самой основной мыслью объ установленіи нормъ для очищенія 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 самымъ идеальнымъ образомъ, явятся завтра, вслѣдствіе науки, анахронизмомъ, по имѣю-

щимъ однако силу закона, представляя большой вредъ для здоровья населенія государства въ видѣ остановки нормальнаго 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 подобныя нормы для питьевой воды потерпѣла полную неудачу. Самыя тщательно разработанныя постановленія Брюссельскаго конгресса гіііены 1885 г. и отдѣльныхъ научныхъ авторитетовъ оказались въ практическомъ примѣненіи не соотвѣтствующими обнаруженнымъ фактамъ и теперь рѣшительно осуждены и забыты. Въ настоящее время современная гіііена требуетъ отъ питьевой воды ни того или другого качественного или количественнаго состава, а отсутствія фактическаго вреда при ея употребленіи и отсутствія такихъ признаковъ, которые не предположительно, а неизбѣжно, всегда и во всѣхъ случаяхъ, вызываютъ болѣзненные явленія въ организмѣ.

Съ другой стороны, спеціально 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 государственнаго медицинскаго совѣта (Reichsgesundheitsrat), въ 1903 году, важному гіііеническому значенію охраненія чистоты рѣкъ должно съ другой стороны противопоставить фактъ, что для городовъ и фабрикъ должна быть сохранена возможность удалить ихъ сточныя воды. Общественныя водные протоки служатъ 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, исключаютія вредныя для общественнаго здоровья послѣдствія. Общихъ нормъ для этого не имѣется. Только въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, на основаніи мѣстныхъ условій, можно ихъ опредѣлять.

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

только твердые вещества представляют по своей формѣ дѣйствительную опасность, такъ какъ именно они производятъ загрязненіе водныхъ протоковъ, въ видѣ осажденія болѣе тяжелыхъ частицъ, увлекающихъ за собою и менѣе тяжелыя (взвѣшенные), 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 всплывающихъ хлопьевъ чернаго ила. Рыба и другія животныя и растительныя 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—самыя мельчайшія и наиболѣе легкія взвѣшенные 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 раствореннаго въ рѣкѣ кислорода, при содѣйствіи находящихся въ рѣкѣ микроорганизмовъ, и быстро превращаются въ конечные продукты окисленія, безвредные съ санитарной точки зрѣнія. По опытамъ доктора Спитты, въ рѣчной водѣ, изъ нормальнаго содержанія кислорода 6—7 куб. см. на 1 литръ (соотвѣтственно температурѣ), при пятнадцатикратномъ разбавленіи сточныхъ водъ рѣчною, растворенный кислородъ почти исчезаетъ, а при стократномъ разбавленіи—его осталось около 4 куб. см., что, по опытамъ Гоппе-Зейлера и Дункана, вполне достаточно для нормальныхъ условій жизни самыхъ чувствительныхъ породъ рыбъ. Поэтому профессоръ гигиены Крузе находитъ, что при такомъ разбавленіи примѣсь взвѣшенныхъ и растворимыхъ веществъ сточныхъ водъ въ рѣкѣ едва ли ощутима, и вредныя 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 орошенія, или скорость прохожденія жидкости въ коксовомъ слой біологическаго оросительнаго окислителя. Поэтому и въ рѣкѣ, строго говоря, для окисленія органическихъ веществъ необходимо лишь столько времени, сколько нужно для смѣшиванія сточной воды съ рѣчною, въ степени, соотвѣтствующей потребности въ кислородѣ для окисленія.

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

тіи въ ихъ абсолютномъ устраниніи. Даже при орошеніи полей и біологическомъ способѣ въ 1 куб. см. очищенной жидкости находится около 5.000 жизнеспособныхъ бактерій, при чемъ нельзя поручиться, что между ними не могутъ оказаться опасныя съ гігіенической точки зрѣнія. Поэтому, чтобы получить жидкость вполне свободную отъ микроорганизмовъ, современная гігіена ставитъ условіемъ производство особой дезинфекціи, независимо отъ очищенія, каковую, впрочемъ, рекомендуется производить не постоянно, а только въ случаѣ опасности эпидеміи. Въ виду всего вышесказаннаго, взгляды на требованія относительно очищенія сточныхъ водъ въ Германіи въ послѣднее время сильно измѣнились, и тамъ теперь и научныя авторитеты и правительственныя учрежденія считаютъ достаточнымъ, при благопріятныхъ условіяхъ (напримѣръ, существованіи вблизи города мощныхъ водныхъ протоковъ), ограничиваться болѣе простымъ способомъ очищенія, но съ тѣмъ только, чтобы избранный способъ былъ, 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 гігіены, въ 1907 году, оно при цѣлесообразномъ устройствѣ и при благопріятныхъ условіяхъ выпуска въ водныхъ протокахъ оказалось до сихъ поръ въ Германіи вполне дѣйствительнымъ. Въ этомъ убѣдился 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 240.000 жителей; на Фульдѣ: въ Касселѣ съ 120.000 жителей; на Лейпѣ: 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, нѣсколько меньше 1 : 100.

Интересно, что въ городѣ Гамбургѣ, гдѣ въ гигиеническомъ институтѣ, подъ руководствомъ профессора Дунбара, производились тщательныя изслѣдованія надъ всевозможными способами очищенія сточныхъ водъ и гдѣ, между прочимъ, были разработаны теорія и практика біологическаго очищенія, тѣмъ не менѣе тотъ же профессоръ Дунбаръ призналъ, что для сточныхъ водъ Гамбурга, передъ спускомъ ихъ въ рѣку Эльбу, вполне 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 меньше, а рѣки сравнительно больше, чѣмъ въ Германіи, то отношеніе сточныхъ водъ къ рѣчнымъ у насъ значительно благоприятнѣе, что даетъ смѣлость сказать, что механическое очищеніе, давшее хорошіе 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 канализации, 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 развитіемъ канализируемыхъ районовъ и съ увеличеніемъ количества сточныхъ водъ, очищеніе должно быть соответственно усиливается настолько, чтобы фактическое загрязненіе рѣки, съ вредными послѣдствіями его, всегда было устранено.

Благодѣтельныя послѣдствія указаній германскаго медицинскаго совѣта не замедлили сказаться въ быстромъ ростѣ канализацій и водопроводовъ въ Германіи. Въ настоящее время тамъ вполне или частью канализировано 650 городовъ. Относительно примѣненія въ нихъ способовъ очищенія, даетъ понятіе нижеслѣдующая таблица, составленная мною по даннымъ спеціальнаго обслѣдованія кобленцкаго врачебнаго инспектора, доктора медицины Соломона, по порученію прусскаго правительства (*die städtische Abwässerbeseitigung 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 сточныя воды въ рѣки безъ всякаго очищенія, отчасти потому, что находятся въ благоприятныхъ

Примѣняемые способы очищенія.	Въ сколь- кихъ го- родахъ.	% %
I. Почвенные способы (поля оро- шенія, перемежающаяся фильтрація и оро- шеніе луговъ безъ подготовки почвы) . .	87	13,5
II. Біологическіе способы (оро- сительные и наполнительные окислители съ гнилостными камерами и безъ нихъ) .	80	12,3
III. Химическіе способы (обыкно- венные, Рекнеръ-Роте и Дегенеръ-Роте) .	20	3,1
IV. Механическіе способы (по- средствомъ механическихъ приспособленій: рѣшетъ, сѣтокъ или посредствомъ осадоч- ныхъ резервуаровъ: бассейновъ, колодезвъ и башенъ)	179	27,5
V. Безъ всякаго очищенія . .	284	43,6
Итого . . .	650	100%

условіяхъ, т. е. съ малымъ количествомъ сточныхъ водъ на боль-
шихъ водныхъ протокахъ, отчасти вслѣдствіе того, что пока произ-
водятъ опыты надъ различными способами очищенія, для выбора се-
бѣ наиболѣе подходящаго, т. е. удовлетворяющаго мѣстнымъ услови-
ямъ и вмѣстѣ съ тѣмъ экономичнаго. Затѣмъ, около четверти всѣхъ
канализованныхъ городовъ примѣняютъ только механическое очи-
щеніе и лишь остальная четверть имѣетъ глубже идущіе способы очи-
щенія: химическіе, біологическіе и почвенные, при чемъ всѣ такіе
города, безъ исключенія, не имѣютъ вблизи себя большихъ водныхъ
протоковъ. Добавлю, что, на континентѣ Европы, Германія representa-
етъ страну, гдѣ болѣе всего примѣняются различные способы очище-
нія сточныхъ водъ. Въ Австріи, Франціи, Италиі, Бельгіи, Голлан-
діи и т. д., очищеніе сточныхъ водъ является рѣдкимъ исключеніемъ,
а общимъ правиломъ—выпускъ въ рѣки безъ очищенія. Между тѣмъ
тамъ нѣтъ эпидемій и эндемій брюшнаго тифа и холеры, какъ у
насъ, что показываетъ зависимость послѣднихъ не отъ выпуска сточ-
ныхъ водъ въ рѣку, а отъ многихъ другихъ причинъ, въ числѣ ко-
торыхъ не послѣднее мѣсто занимаютъ отсутствіе обильнаго водоснаб-
женія и стоковъ для загрязненной воды, что именно составляетъ боль-
ное мѣсто городовъ въ Россіи.

Заканчивая этот мой доклад, я считаю нужным оговориться, что я вовсе не думаю рекомендовать механическое очищение, как лучший или вездѣ примѣнимый способ, и упоминаю объ этомъ послѣднемъ крупномъ фактѣ въ области санитарной техники для того, чтобы оцѣнить его значеніе и результаты и указать на необходимость производства опытовъ относительно примѣненія механическаго очищенія для канализаций русскихъ городовъ.

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

При этомъ мною выставляются на обсужденіе Слѣзца слѣдующія *положенія*:

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

2. Главнымъ препятствіемъ, для широкаго примѣненія канализаций въ русскихъ городахъ, являются иногда излишне строгія и трудно выполнимыя требованія относительно степени очищенія сточныхъ водъ.

3. Нормированіе въ законодательномъ порядкѣ подробныхъ условий, опредѣляющихъ качества очищенныхъ водъ, трудно согласовать съ постояннымъ развитіемъ гігіены и съ санитарной техникой, и поэтому оно можетъ затормозить осуществленіе канализаций и принести вредъ дѣлу оздоровленія русскихъ городовъ.

4. Для охраненія возможной чистоты рѣкъ и устраненія вреда для окрестнаго населенія, вполне достаточно, согласно заграничной практикѣ, установленія въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ соответствующихъ требованій относительно степени очищенія сточныхъ водъ передъ выпускомъ ихъ въ рѣку, въ зависимости отъ мѣстныхъ условий и на основаніи ихъ спеціальнаго научнаго обследованія.

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

на,—желательны, для содѣйствія оздоровленію городовъ, сначала условныя разрѣшенія, на неопредѣленный срокъ, болѣе простыхъ способовъ грубаго очищенія и затѣмъ, по мѣрѣ развитія канализаціи и увеличенія количества сточныхъ водъ, повышеніе требованій, въ случаяхъ дѣйствительной надобности, до механическаго очищенія въ рѣшеткахъ и ситахъ съ малыми прозорами, затѣмъ механическаго очищенія въ отстойныхъ бассейнахъ, колодцахъ или въ бассейнахъ, далѣе химико-механическихъ способовъ и, наконецъ, глубже идущихъ способовъ очищенія—почвеннаго или біологическаго, 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 докладчику 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 водъ на желѣзныхъ дорогахъ и во владѣніяхъ частныхъ лицъ.

Мм. Гг.! Современная санитарная наука однимъ изъ основныхъ положеній ставитъ недопустимость загрязненныхъ домовыхъ водъ въ поглощающіе колодцы; принимая это положеніе, слѣдуетъ въ то же время признать, что вывозка этихъ водъ изъ непроницаемыхъ пріемниковъ экономически весьма тяжела. Отсюда два вывода: первый—что нужно стремиться сточныя домовыя воды выпускать въ водоемы послѣ предварительнаго уменьшенія загрязненія ихъ до той степени, которая является необходимой по мѣстнымъ условіямъ, и второй—что вопросъ о раціональных очистительныхъ устройствахъ при частныхъ владѣніяхъ и на желѣзныхъ дорогахъ представляется вопросомъ большой важности, особенно въ Россіи, гдѣ канализація съ централизованною 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, объ стоимости эксплуатаціи, о необходимости того или иного ухода и въ особенности о той степени очищенія сточныхъ водъ, на которую можно было бы рассчитывать при данномъ устройствѣ; тѣ разрозненные анализы водъ, которые удавалось собрать, не позволяли сдѣлать сколько-нибудь достовѣрную критическую оцѣнку этихъ сооружений, 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 изслѣдованію системъ ассенизаціи желѣзнодорожныхъ станцій; ознакомившись съ имѣющимся матеріаломъ, Комиссія не нашла возможнымъ высказаться о желательности примѣнія на желѣзныхъ дорогахъ біологической очистки сточныхъ водъ, не произведя самостоятельнаго изслѣдованія этихъ установокъ. Въ своихъ работахъ по упомянутымъ изслѣдованіямъ Комиссіи удалось заинтересовать и привлечь къ участию значительное число не принадлежащихъ къ желѣзнодорожному составу лицъ, научно или практически занимающихся вопросами очистки сточныхъ водъ. Работы по изслѣдованію установокъ, начатыя съ іюля 1908 года, продолжаются полнымъ ходомъ и въ настоящее время; за истекшій періодъ времени были осмотрѣны, кромѣ 2-хъ опытныхъ біологическихъ станцій въ гг. Москвѣ и Гельсингфорсѣ, всего 45 біологическихъ установокъ на желѣзныхъ дорогахъ (10 установокъ), а также во владѣніяхъ общественныхъ учреждений и частныхъ лицъ (35 установокъ).

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

1) Чтобы были изслѣдованы сооружения, устроенныя различными фирмами; для этой цѣли фирмамъ, занимающимся дѣломъ біологической очистки сточныхъ водъ, о существованіи которыхъ было Комиссіи извѣстно, было предложено поименовать тѣ изъ построенныхъ ими сооружений, которыя, по мнѣнію фирмъ, даютъ наиболѣе благоприятные результаты, т.-е. высокую степень очистки при наименьшихъ затратахъ на устройство и при наименьшей стоимости эксплуатаціи; запрошенные данныя были получены отъ 8 фирмъ.

2) Чтобы характеръ сточныхъ водъ, подводимыхъ для очистки къ сооружениямъ частныхъ лицъ и общественныхъ учреждений, соответствовалъ таковому же на желѣзныхъ дорогахъ; изслѣдованы должны быть сооружения, очищающія: а) смѣшанныя хозяйственно-фекальныя воды, б) только фекальныя воды, в) только банныя и прачечныя воды, г) спеціальныя воды (больницы).

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

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

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

Приступая въ началѣ работы къ изслѣдованію сооруженій послѣ предварительнаго 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 существовавшего 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, посылаемая 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, предложеннымъ Комиссіи С. К. Державскимъ.

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

При производствѣ изслѣдованій особую трудность составило получение данныхъ о стоимости эксплуатаціи сооружений, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ учетъ расходовъ на матеріалы и рабочую силу владельцами былъ веденъ недостаточно точный, а иногда такой учетъ и вовсе отсутствовалъ; къ этому необходимо прибавить, что біологическія 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 эксплуатаціонныхъ расходовъ для нихъ еще не производилось; къ такимъ расходамъ относятся: очистка септика, удаленіе корня, ремонтъ распределителя и пр.; такимъ образомъ, тѣ данныя о стоимости эксплуатаціи, которыми располагаетъ Комиссія, не являются достаточно полными.

Сужденіе объ установкахъ, въ санитарной точки зрѣнія, въ отношеніи устойчивости работы можетъ быть сдѣлано только путемъ систематическаго наблюденія, въ теченіе болѣе или менѣе продолжительнаго періода времени; такъ какъ изслѣдованія сооружений начались сравнительно недавно, то надлежащими опытными данными, для сужденія объ устойчивости работы, Комиссія въ настоящее время еще не вполне располагаетъ.

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

Оцѣнка изслѣдуемыхъ установокъ съ экономической стороны.

Изъ собранныхъ Комиссіей данныхъ видно, что:

1) Стоимость устройства біологической 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, каковыя носятъ здѣсь мѣстный характеръ, то, руководствуясь остальными данными, можно принять, что единовременныя затраты на біологическую установку средняго размѣра въ 1000 ведеръ составляютъ 4,5—5,5 рублей на суточное ведро.

2) Стоимость эксплуатаціи установокъ колеблется также въ широкихъ предѣлахъ: отъ 0,40 — 0,05 руб. на суточное ведро; такое значительное различіе въ стоимости эксплуатаціи, кромѣ вліянія мѣстныхъ условій (уплачивается ли городу за право пользованія водостоками, производится ли по требованію городскихъ управъ разжиженіе очищенной воды водопроводною водой при не вполне удовлетворительной работѣ 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 соображеній, пришлось произвести нѣкоторые расходы, повторяющіеся не ежегодно (смѣна распредѣлителя, очистка септика и пр.), эксплуатаціонный расходъ сильно возростъ; въ другихъ установкахъ, напротивъ, эксплуатаціонные расходы за истекшее время были дѣйствительно незначительные, но въ близкомъ будущемъ они должны временно повыситься; установить при такихъ условіяхъ среднюю норму эксплуатаціоннаго расхода можно только весьма приближенно. На основаніи матеріаловъ, собранныхъ до настоящаго времени, такой приближенной нормой средняго эксплуатаціоннаго расхода можно считать 0,10—0,15 руб. на суточное ведро, при условіи, что за право спуска очищенныхъ водъ платить не приходится; эксплуатаціонный расходъ въ обследованныхъ установкахъ возрастаетъ до ∞ 0,25 руб., если за право спуска очищенныхъ біологическимъ способомъ водъ въ городскіе водостоки городомъ взимается плата.

3) Стоимость устройства біологической 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 біологическая 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 соотвѣтствующія данныя для нѣкоторыхъ владѣній, въ которыхъ учеты расходовъ на вывозку и эксплуатацію при біологическомъ способѣ очистки велены достаточно точно.

Т а б л и ц а 1-я.

НАИМЕНОВАНИЕ УСТАНОВКИ.	Суточное количество воды.	I. Біологическая установка.		II. Вывозка.		
		Стоимость устройства.	Годовая стоим- мость экспло- атаціи.	Стоимость вы- воза 40-вед. бочки.	Годовая стоим- мость вывоза (дѣйств.).	Годовая стоим- мость вывоза при непровѣд. 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- пославъ, 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 условий данныя, отнесенныя къ 1 суточному ведру, о стоимости удаленія въ теченіе года очищенныхъ біологическимъ способомъ водъ, по сравненію съ вывозкою сточныхъ водъ изъ выгребовъ.

Т а б л и ц а 2-я.

I. Біологическія установки.				II. Вывозъ.	
Единовременныя затраты 5 руб. 50 коп.		Годовая эксплуатация 15 коп.	Общій расходъ за годъ.	Общій расходъ за годъ.	
Амортизация въ 20 лѣтъ.	Проценты (считая по 6%).	Ежегодные расходы.		а) для большихъ городовъ, гдѣ вывозъ одной 40-ведерной бочки стоитъ 1 рубль.	б) для малыхъ городовъ, гдѣ вывозъ одной 40-ведерной бочки стоитъ 0,50 руб.
0,28 руб.	0,33 руб.	0,15 руб.	с 0,76 р.	9,00 руб.	4,50 руб.

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

1) Въ стоимость единовременныхъ затратъ на устройство біологическихъ установокъ не включенъ зависящій всецѣло отъ мѣстныхъ условий 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 изложеннаго, между прочимъ, слѣдуетъ, что для каждаго частнаго случая необходимо, принявъ во вниманіе всѣ мѣстныя условія, составить финансовый расчетъ, выясняющій выгоды примѣненія той или иной системы ассенизаціи.

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

Оцѣнка изслѣдованныхъ установокъ съ санитарной стороны.

Задаваясь цѣлью выяснитъ 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 удешевленіе 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 работѣ біологическихъ установокъ не замѣчается вблизи ихъ запаха, а также и другихъ какихъ-либо неблагопріятныхъ сторонъ, то можно вывести заключеніе, что въ разсматриваемомъ 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 обследованныхъ до настоящаго времени установокъ—въ 7-ми результаты очистки были удовлетворительны, въ 3-хъ—не вполне удовлетворительны и въ остальныхъ 5-ти результаты очистки были неудовлетворительны; слѣдуетъ при этомъ указать, что обследованы 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, осматриваемыхъ Комиссіей, могутъ быть сведены къ слѣдующимъ:

I) Въ число обследованныхъ установокъ вошли многія установки, первыя по времени своего устройства въ Россіи; отсутствіе собственнаго опыта заставляло строителей копировать заграничныя устройства этого рода, что, конечно, не могло привести къ благопріятнымъ результатамъ въ виду значительнаго 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 ассенизаціи передъ существовавшей вывозкой загрязненной воды изъ выгребовъ въ томъ отношеніи, что съ примѣ-

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

а) Загрязненная сточная жидкость переходитъ со значительною скоростью изъ перваго отдѣленія септика во второе, затѣмъ въ третье и т. д., черезъ переливы, располагаемые по противолежащимъ угламъ камеры; такое движеніе 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 Московскаго 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 суточного объема сточной жидкости. Вопросъ объ отрицательномъ вліяніи продолжительнаго септического 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 суточного количества очищаемыхъ водъ — даже тѣми фирмами и строителями, которые были извѣстны какъ пропагандисты необходимости долговременнаго септического процесса.

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

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

1) Очистка септика отъ корки или осадка, а также прочистка переливовъ въ септикѣ неизбежно бываютъ сопряжены съ появленіемъ болѣе или менѣе значительнаго 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 выноскѣ изъ подваловъ наружу уже работающихъ установокъ.

2) Въ большинствѣ осматрѣнныхъ установокъ нѣтъ никакихъ приспособленій для возможности очистки камеръ септика безъ прерыва работъ его, что на практикѣ создаетъ большія неудобства. Устранить этотъ важный недостатокъ возможно дѣленіемъ камеръ септика продольною перегородкой на двѣ или на другое число частей, съ тѣмъ, чтобы при обычныхъ условіяхъ были въ работѣ всѣ параллельныя 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 даннаго количества сточной воды, подлежащей очисткѣ, нѣкоторые минимальные размѣры основныхъ частей (напр., окислителя); если черезъ установку проходитъ за сутки количество воды, значительно большее предвидѣннаго, то установка, являясь перегруженной, не въ состояніи развитъ 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 фабриками, производительность которыхъ всецѣло зависитъ отъ ихъ оборудованія.

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, наружныя 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 дѣйствующие.

Отношеніе объема окислительнаго матеріала къ суточному количеству очищаемой воды въ осматрѣнныхъ 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 матеріала, и общій объемъ окислителя не долженъ быть менѣе 2-хъ суточныхъ объемовъ очищаемой воды.

VI. Недостатки въ деталяхъ устройства.

а) Неравномѣрное распредѣленіе 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 распредѣленіе жидкости отсутствовало совершенно.

б) Недостаточность, а иногда и отсутствіе приспособленій для воздухообмѣна въ матеріалѣ окислителя.

в) Неподходящія—конструкція и размѣщеніе электронасосовъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда по мѣстнымъ условіямъ не представляется возможности подать самотекомъ на окислитель подготовленную въ септикѣ сточную жидкость, приходится перекачивать ее. Своевременность перекачки имѣетъ весьма большое значеніе на работу установки; если при продолжающемся поступленіи свѣжей сточной жидкости въ септикѣ 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 работѣ 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 былъ бы направлять работу установки, совершенно отсутствуетъ, то уходъ такого рода, являясь большею частью фиктивнымъ, въ отдѣльныхъ случаяхъ приноситъ 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, смѣною небольшой части его—можно было просто и съ минимальными затратами возста-

новить надлежащую работу сооружения, 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 инструктированный уходъ за сооруженіемъ, а также могутъ быть своевременно приняты всѣ мѣры для поддержанія устойчивости его работы.

Закончивъ описаніе недостатковъ въ устройствѣ и въ постановкѣ эксплуатаціи осмотровыхъ біологическихъ установокъ, слѣдуетъ указать, что тамъ, гдѣ 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 жилищномъ домѣ Страховаго общества „Россія“; здѣсь результаты изслѣдованія Комиссіи дополняютъ данныя о работѣ тѣхъ же установокъ въ продолженіе 1907 и 1908 гг.; данныя эти сообщены д-омъ В. В. Фавромъ.

2) Въ г. Екатеринославѣ—при Екатеринославской городской думѣ; данныя о работѣ этой установки сообщены г. заведующимъ Екатеринославской городской лабораторіей, Н. Д. Аверкіевымъ.

Изъ разсмотрѣнія данныхъ анализовъ перечисленныхъ выше установокъ можно заключить, что результаты очистки въ нихъ воды превосходятъ 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 матеріалѣ, сочла возможнымъ дать управленіямъ желѣзныхъ дорогъ слѣдующія практическія замѣчанія:

1. Объемъ септика, подготовляющаго сточную воду для дальнейшей очистки, долженъ быть рассчитанъ 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 чемъ для удобства чистки рекомендуется раздѣлять септики на параллельныя, одновременно дѣйствующія, отдѣленія.

3. Въ зависимости отъ мѣстныхъ условій можетъ быть примѣняемъ непрерывно дѣйствующій или же контактный окислитель.

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

5. На равномерное распределеніе воды по всей поверхности окислительнаго матеріала 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, помощью которыхъ воды, при надобности, могли бы быть дезинфицированы.

Приведенныя выше практическія замѣчанія Комиссія приняла съ слѣдующими двумя оговорками:

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

2) Что замѣчанія эти предлагаются какъ матеріалъ для проектированія, основанный на наблюденіяхъ надъ существующими въ Россіи установками; эти замѣчанія ни въ коемъ случаѣ не могутъ быть рассматриваемы 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 рассматриваемой, быстро совершенствующейся, области санитарной техники.

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

Тезисы доклада:

1. Очистка сточныхъ водъ, т.-е. переводъ органическихъ загрязненій 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 всякое техническое сооруженіе, біологическія установки требуютъ за собой ухода, хотя и не сложнаго по существу.

4. Біологическія установки требуютъ регулярнаго надзора за своей работой; на желѣзныхъ дорогахъ такой надзоръ осуществится съ учрежденіемъ прочно поставленнаго санитарно-техническаго органа.

По выслушанному докладу *Сѣздомъ постановлено:*

Передать тезисы доклада въ Комиссію.

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

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

Московская группа постоянныхъ членовъ Водопроводныхъ Сѣздовъ считаетъ возможнымъ принять предлагаемые докладчиками тезисы въ нижеслѣдующей редакціи:

А. Общія положенія.

1) Систематическая канализація населенныхъ центровъ является большимъ санитарнымъ приобрѣтеніемъ этихъ центровъ. Успѣшность возможно далекаго проведенія этого принципа въ жизни находится въ зависимости отъ требованія очищать сточныя канализаціонныя воды, и поэтому такое требованіе и установленіе степени очистки должно быть тщательно обосновано совокупностью всѣхъ мѣстныхъ условій и, главнымъ образомъ, состояніемъ водоема, въ который сточныя 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 регулярнаго санитарно-техническаго надзора за всей работой.

Б. Большія установки.

4) Очистка сточныхъ водъ полями орошенія съ культурою растений 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 фильтраціи 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 зрѣнія вполне удовлетворительными.

6) Искусственные біологическіе способы примѣнимы, когда климатическія условія вызываютъ большія затрудненія къ примѣненію предыдущихъ способовъ, когда нѣтъ вблизи города достаточной площади подходящей земли или вообще когда экономическій расчетъ, 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 сооружений имѣть это обстоятельство въ виду.

Въ санитарномъ отношеніи искусственные біологическіе способы, при соблюденіи этихъ условій, вполне примѣнимы.

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

В. Малыя установки.

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

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

Г. Практическіе 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 практическіе выводы изъ наблюдений надъ существующими біологическими установками, какъ матеріалъ при проектированіи и устройствѣ установокъ и 2) провѣрить эти практическіе выводы на опытѣ.

Д. Тезисы къ докладамъ В. А. Дроздова ¹⁾.

1. Требования по отношенію къ степени обезвреживанія фабричныхъ водъ не могутъ быть общими, они зависятъ отъ многихъ мѣстныхъ условій, и поэтому должны составляться каждый разъ въ зависимости отъ размѣровъ и характера того источника, въ который выпускаются. Минимальныя требования должны преслѣдовать, чтобы охранять рѣки: отъ накопленія гниющихъ массъ, зловонія, ядовъ, рѣзкой окраски и помутненія.

2. Химическое осажденіе не устраняетъ загниваемость водъ, содержащихъ растворенныя органическія вещества, а потому послѣ этой операціи рачіонально примѣнить окислительные процессы, а получаемые при этомъ осадки подвергать особой переработкѣ.

3. Окислительные процессы, имѣющіе цѣлью минерализовать органическія загрязненія, могутъ быть достигнуты или прибавленіемъ химическихъ реактивовъ, или жизнедѣятельностью микроорганизмовъ. Такъ какъ первый путь практически представляетъ большія трудности, то слѣдуетъ стремиться къ возможно широкому примѣненію биологическихъ процессовъ въ дѣлѣ обезвреживанія 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 ²⁾.

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

¹⁾ Докладъ В. А. Дроздова: „Нѣкоторыя данныя 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, Московскою группою постоянныхъ членовъ, былъ посланъ отъ нея на Съѣздъ, но за отсутствіемъ докладчика остался недоложеннымъ; докладъ будетъ напечатанъ въ VI-мъ выпускѣ Трудовъ IX-го Съѣзда.

²⁾ *Должено:* 1) На Съѣздѣ заводскихъ, рудничныхъ и фабричныхъ врачей въ г. Екатеринославѣ, въ февралѣ 1908 года.

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

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

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

нитрифицирующихъ микроорганизмовъ, участвующихъ въ круговоротъ 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 нитрификаціи почвы, но условія, при которыхъ эти принципы получаютъ дѣйствительное осуществленіе, конечно, совершенно отличны отъ извѣстныхъ намъ условій при нитрификаціи въ почвѣ. Наоборотъ, намъ извѣстны совершенно противоположныя явленія, а именно, что на сложные азотистыя соединенія, мочевины, 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 достигъ распада указанныхъ химическихъ соединеній, такъ какъ они составляютъ самую главную часть сточныхъ водъ. Различныя 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 успѣшной 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 пластахъ или фильтрахъ. 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 фильтрѣ и, естественно, чѣмъ будутъ значительнѣе ихъ количества и чѣмъ они окажутся жизнеспособнѣе, тѣмъ продуктивнѣе будетъ работа. Однако, перѣдко наблюдалось, что развитіе ихъ, даже въ усовершенствованныхъ системахъ, не наступаетъ довольно долго, и воды не очищаются въ требуемой степени. Нѣкоторые 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 (напримѣръ гнилостнымъ), вслѣдствіе чего и не могутъ исполнять своихъ окислительныхъ функцій. Въ виду этихъ соображеній, мною сдѣлано было

предположеніе: что если, тѣмъ или инымъ путемъ, искусственно увеличить количество аэробныхъ бактерій на пластахъ искусственными культурами, при чемъ на первыхъ порахъ, помимо питательнаго матеріала, находящагося въ сточныхъ водахъ, предоставить имъ питательную среду, состоящую изъ сочетаній опредѣленныхъ химическихъ соединений, какъ минеральныхъ, такъ и органическихъ, для успѣшной ихъ работы, то возможно будетъ:

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

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

3) достичь полнѣйшаго окисленія всѣхъ сложныхъ органическихъ соединений азота не только послѣ ихъ гниlostнаго распада на амміакъ, но даже во время гниlostнаго 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 гниlostныхъ микроорганизмовъ будетъ уже достаточна, при чемъ возможна факультативная работа этихъ микроорганизмовъ, какъ аэробовъ.

Для провѣрки этихъ предположеній сначала я остановился на лабораторныхъ опытахъ.

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

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

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

Понятно, что общій процессъ искусственнаго культивированія нитрифицирующихъ микроорганизмовъ здѣсь непримѣнимъ, такъ какъ процессы, происходящіе при распаденіи молекулъ сложныхъ веществъ при измѣненіяхъ въ сточныхъ и kloачныхъ 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 литрѣ воды содержалось миллиграммъ:

Сушого остатка при 110°C^0 623

Амміака (NH_3) 63

Сѣроводорода (H_2S) 34

Хлора 213

Азотной и азотистой кислотъ (NO_3 и NO_2) 0

Хамелеона на окисленіе органическихъ растворенныхъ веществъ 486

Тоже на окисленіе взвѣшенныхъ органическихъ веществъ . 174

t^0 по С. $+17^0$

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 дѣйствіе на клоачныя воды, даже непосредственно въ чрезвычайно неблагоприятный обстановкѣ, принимая во вниманіе значительное количество бродильныхъ и гнилостныхъ бактерій, которыя, при описанныхъ условіяхъ опыта, должны усиленно способствовать явленіямъ денитрификаціи. Для установленія 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 влило было 100 к. с. чистой культуры аэробныхъ микроорганизмовъ.

Культуры разбавлены были дистиллированной водой въ отноше-
ніи 1 : 1.

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

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

Всѣ эти пробы были оставлены стоять при комнатной темпера-
турѣ. Во всѣ пробы было прибавлено по 25 граммъ питательнаго
раствора.

Опыты въ тѣхъ же условіяхъ видоизмѣнены были въ томъ от-
ношеніи, 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 часть.

Послѣ 2, 4, 10-суточного стоянія жидкости были сдѣланы из-
слѣдованія, полученные результаты представлены въ таблицѣ на
стр. 311 *).

Приведенныя данныя показываютъ, что процессы разложенія и
дальнѣйшаго окисленія, вплоть до простыхъ соединений, совершаются
во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ работа нитритныхъ и нитратныхъ бак-
терій была интенсивна, т. е., когда количество бактерий было совер-
шенно достаточно для окислительныхъ процессовъ. Въ тѣхъ случаяхъ,
гдѣ жидкость получала кислородъ воздуха, тамъ всѣ явленія разложе-
нія протекали весьма удовлетворительно: черезъ двое сутокъ уже
жидкость не заключала сѣроводорода и гнилостнаго запаха, количество
амміака падаетъ значительно, въ нѣкоторыхъ случаяхъ на 60⁰/₁₀₀, и
взаимѣ его появляются азотистая и азотная кислоты въ весьма боль-
шомъ количествѣ. Параллельно съ процессами нитритными, идетъ и
расщепленіе сложныхъ органическихъ веществъ на свободную угле-
кислоту, что видно по увеличивающемуся 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 бактерий,
пропускался изъ стального 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 рас-
творовъ, въ теченіе того же періода времени, особыхъ измѣненій не дали; образованія нит-
ратовъ не было наблюденно.

Въ 1 литрѣ во- ды содержится 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.									Просасывался воздухъ во все время опытаго наблюденія.								
	Черезъ сутки:									Черезъ сутки:								
	2	4	10	2	4	10	2	4	10	2	4	10	2	4	10	2	4	10
Сухой остатокъ со- лой 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	То же	207	То же	193	То же	192	Т	о	ж	е				
Амміакъ NH ₃ . .	39	38	27	30	35	25	40	38	29	48	19	24	16	11	15	31	23	18
Азотистая кислота NO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	Сл.	Сл.	14	9	17	Сл.	12	21	18	10
Азотная кислота NO ₃	0	0	Сл.	0	4	Сл.	0	Сл.	12	Сл.	8	19	0	21	38	3	37	46
Органическія веще- ства—5 минутное окисленіе марган- цовисто-каліевой солю	103	98	97	88	72	69	81	80	63	72	69	62	82	51	54	63	60	49
Сѣроводородъ H ₂ S.	17	11	0	12	5	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Угльная кислота свободная CO ₂ .	69	117	119	82	96	103	107	118	134	86	150	161	127	142	184	111	129	201

Въ 1 литрѣ воды содержалось миллиграммъ:

Свободнаго амміака (NH₃) всего 102

Сухого остатка при 110° С. 798

Сѣроводорода (H₂S) 72

Азотной и азотистой кислотъ (N₂O₅ и N₂O₃) 0

Органическихъ веществъ, растворенныхъ по хамелеону въ
миллиграммахъ при 5-ти минутномъ окисленіи 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 питательнаго щелочнаго экстракта.

Опыты были произведены при комнатной температурѣ. Черезъ 12 часовъ, сутки и 3 сутокъ были произведены изслѣдованія опыт-ныхъ жидкостей, при чемъ оказалось:

Въ 1 литрѣ воды содержится миллиграммъ.	Колбы закрыты ватной пробкой.			Черезъ жидкость въ колбахъ пропускался чистый кислородъ.	
	Н А Й Д Е Н О.				
	Черезъ 12 час.	Черезъ 24 час.	Черезъ 72 час.	Черезъ 12 час.	Черезъ 24 час.
Сухой остатокъ растворенныхъ солей при 110° С	816	847	862	888	929
Хлоръ (Cl)	214	211	213	215	212
Амміакъ (NH ₃)	87	62	35	29	10
Азотная кислота (N ₂ O ₅) . . .	Слѣды.	82	117	103	340
Азотистая кислота (N ₂ O ₃) . .	Слѣды.	18	29	82	59
Органическія вещества по окисленію хамелеономъ 5 минутъ . . .	385	183	117	91	26
Сѣроводородъ (H ₂ S)	14	Слѣды.	0	0	0
Угольная кислота свободная (CO ₂)	104	247	399	292	685

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

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

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

Полагаю, что во время окислительныхъ процессовъ работа гнилостныхъ бактерий, несмотря на краткость періода 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 послѣдовательнаго раскисленія, такъ какъ налицо имѣются въ жидкости уже всѣ необходимыя элементы: азотная кислота (въ соляхъ) и гнилостныя бактеріи.

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

Въ 1 литрѣ воды содержится милли- граммъ.	Первоначальная клоачная вода 500 к. с.		Клоачная вода 500 к. с. послѣ 48 ч. съ введенными культу- тур. и питательной средой, безъ просасыванія воздуха. Культуръ разбавлено 1 : 1. Введено 250 к. с.		Клоачная вода 500 к. с. При равныхъ предмѣлахъ услови- яхъ просасывался воздухъ.		Клоачная вода 500 к. с., нера- збавлен. культуръ 350 к. с., пи- тательной среды 100 к. с. Воз- духъ не пропускался.		Клоачной воды 500 к. с., не- разбавленныхъ культуръ 350 к. с. Черезъ слой жидкости пропуск. чистый кислородъ.	
	Вода А.	Вода Б.	А. Г.	°/о	А. II.	°/о	Б. III.	°/о	Б. IV.	°/о
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 ₃)	63	102	40	— 31.7	31	— 50.0	62	— 39.2	10	— 88.2
Азотная кислота (N ₂ O ₃) .	0	0	Сл.	—	21	+ 21	24	+ 24	340	+ 340
Азотистая кислота (N ₂ O ₃) .	0	0	0	—	3	+ 3	18	+ 18	59	+ 59
Сѣроводородъ (H ₂ S) . .	34	72	0	— 100	0	— 100	100	— 100	0	— 100
Хамодоона на окисленіе органич. веществъ.	426	502	81	— 80.9	63	— 75.8	183	— 83.7	26	— 94.4
Углекислота (CO ₂) сво- бодная	42	87	107	+ 159	111	+ 164.2	247	+ 464.2	685	+ 1530

Вода I и II сравнивается съ водой А.
Вода III и IV " " " Б.

Изъ рассмотрѣнія 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 38,2°/о амміака и увеличеніе на 34°/о азотной кислоты, уменьшеніе органическихъ веществъ на 94°/о и колоссальное увеличеніе свободной угольной кислоты ясно показываютъ интенсивность работы аэробныхъ микроорганизмовъ въ

чрезвычайно благоприятной имъ средѣ кислорода. Это же явленіе наблюдается и тамъ, гдѣ къ жидкости былъ и доступъ воздуха и, слѣдовательно, кислорода, при чемъ 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 кислороднаго 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 большою 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 въполнѣ будетъ возможно въ послѣдствіи, разработавъ болѣе детально эти наблюденія, осуществить ихъ на практикѣ, и тогда, конечно, могутъ оказаться излишними не только септикъ-танкъ, но даже и самый фильтръ, 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 Kloacныхъ водъ. Пользуясь работой его, я примѣнилъ на практикѣ нѣкоторые свои лабораторныя 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 колонизація 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 біологическій пластъ безъ всякаго измѣненія, ничѣмъ не отличаясь отъ поступившей Kloacной; послѣ этого срока въ химическомъ составѣ

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

Черезъ 3 дня послѣ этого сдѣланы наблюденія и изслѣдованія, изложенныя 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 ¹⁾, послѣ введенія въ окислитель 5-ти литровъ культуръ нитрифицирующихъ микроорганизмовъ, разбавленныхъ 1 : 1 дистиллированной водой, и 1-го литра питательной среды. Введеніе культуръ и среды произведено во время минимальной работы станціи—почью. 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 соединений. Явленія эти свидѣтельствуютъ, что микроорганизмы прочно укрѣпились въ своемъ новомъ жилищѣ, выдержали борьбу за существованіе и стали правильно и интенсивно вести свою работу, расщепляя молекулы сложныхъ органическихъ соединений и окисляя амміачныя соединенія. Съ этого момента всѣ совершающіеся процессы должно признать идущими совершенно правильно и отчетливо, а результаты работы очень вы-

¹⁾ Въ г. Екатеринбургѣ, Проспектъ, д. Смолякова, устроена на 400 ведеръ воды въ сутки.

Начало работы станции 28 декабря 1907 года.

Въ 1 литръ воды содержится милли- граммъ.	Начало работы станции 28 декабря 1907 года.										1908 г. 1).
	Вода, выходящая из сеп- тика-танка через 6 дней с начала работы 2/1 1908 г.	Вода, выходящая из био- логического фильтра 2/1 1908 г.	Вода съ фильтра, посто- янно, кулакъ 4 литр. 1 прибавки въ него, ниску- ратъ. Анализъ 5/1 1908 г.	Вода из септика-танка 8/1 1908 г.	Вода из биологическаго фильтра 8/1 1908 года.	Вода из биологическаго фильтра, посто- янно, кулакъ 2 литр. 2 лит. 11/1 1908 г.	Вода из септика-танка 13/1 1908 г.	Вода из биологическаго фильтра 13/1 1908 г.	Вода из фильтра 13/1 1908 г. посто- янно, кулакъ 3-й разъ. Ана- лизъ. 15/11 1908 г.	Вода из септика-танка 20/11 1908 г.	
Сухой остатокъ	680	701	716	697	723	731	701	718	727	589	630
Окисляемость 5 мин.	152,8	120,7	63,2	126,4	66,3	66,1	122,3	56,8	53,2	116,8	22,7
Окисляемость въ милли- граммахъ кислород.	38,2	29,3	76	32	16,8	15,2	31,9	14,4	13,6	30,4	5,76
Амиакъ (NH ₃)	56	43	25	48	31	17	49	18	17,3	42	10
Азотная кислота (NO ₃)	0	0	0	0	Слѣд.	11	0	7	25	0	14
Азотная кислота (NO ₂)	0	0	Слѣд.	0	2	17	0	22	29	0	51
Сероводородъ (H ₂ S)	17	2,7	0	есть	0	0	есть	0	0	есть	0
Хлоръ (Cl)	212	218	212	202	205	205	210	209	212	219	224
Запахъ	Гнило- стый	Же- лтый	Нѣтъ	Гнил. й.	Нѣтъ.	Нѣтъ.	Гнило- стый.	Нѣтъ	т ѣ.	Гнило- стый.	Никакого.
Цвѣтъ	Бурый	Жел- тый	Нѣтъ	Нѣтъ	Сл.-жел.	Нѣтъ.	Желтый.	Прозрач.	Прозрач.	Желтый.	Прозрач.
Прозрачность, прифъ Снежена № 1	0	1-3 с.	1-2 с.	0	1-5 с.	1-12 с.	1 с.	1-12 с.	15 с.	10 с.	12 с.
Взвѣшенные вещества	117	75	19	61	11	0	33	0	0	37	0
Углекислота свободная	—	89	111	—	142	163	—	172	181	—	235

1) После 4 сутокъ инкубации, при 27° С, въ водѣ загниваніи не наблюдалось.

Т а б л и ц а II.

Въ литрѣ 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 весъ NH_3	35	21
Органическія вещества по хамелеону	109	54
Сѣроводородъ H_2S	4	0
Угльная кислота CO_2	0	89

сокимп. Я полагаю, что эти опыты вполне ясно показываютъ, какое большое значеніе имѣетъ 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 біологической 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 вполне осуществлена.

2) Перенесенная на практическую почву, она оказываетъ существенныя улучшенія въ дѣлѣ обезвреживанія kloачныхъ водъ біологическимъ методомъ.

3) Обладая искусственными культурами, возможно сдѣлать серьезныя 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 *перваго 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 вполне подтверждаютъ описанное въ настоящей статьѣ и даютъ полную надежду сдѣлать существеннѣйшія улучшенія въ дѣлѣ очистки сточныхъ водъ біологическимъ методомъ.