

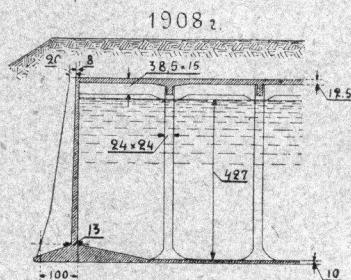
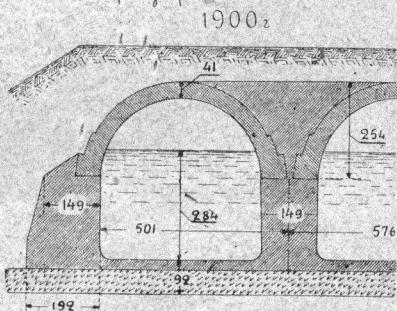
КЪ ВОПРОСУ О

# НАДЕЖНОСТИ И НАИВЫГОДНѢЙШЕЙ КОНСТРУКЦІИ ИНЖЕНЕРНЫХЪ СООРУЖЕНІЙ (ВОДОПРОВОДНЫХЪ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХЪ).

В в е д е н і е

- I** Расчетъ крѣпости чугунныхъ трубопроводовъ.
- II** Сортаментъ деталей трубопроводовъ.
- III** Расчетъ движенія воды въ трубахъ, каналахъ, рѣкахъ, канавахъ, лоткахъ и пр.

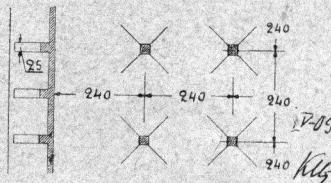
Резервуары Московскихъ Водопроводовъ



Кирпичный резервуаръ резервуаръ Алексѣевской станціи построенный въ 1891 году на 300000 ведъ и расширенный въ 1900 году до 1050000 ведеръ



Желѣзобетонные резервуары на Воробьевыхъ горахъ, построенные одинъ въ 1908 г. и другой въ 1909 году.



- IV** Расчетъ каменной (и желѣзобетонной) кладки.
  - V** Отчетность и статистика городскихъ водоснабженій и канализаций.
- З а к л ю ч е н і е,

# Инженеръ Ж. М. Инатовъ.

## Изъ практики проектированія инженерныхъ сооружений.

Издание выходить: 1) Отдѣльными листами размеромъ 21"×14", каждый листъ имѣть свой №. Цѣна за каждый листъ №№ 1—18.....25 коп.; папка къ нимъ 25 коп. Цѣна №№ 20, 21, 34, 35, 41, 44.....10 коп.; остальные №№.....15 коп. Папка къ №№ 19—203.....15 коп. („Материаловъ по проектир. Инж. Сооруж.“)

2) Брошюрами: I—60 коп.; II, III, и IV брошюры печатаются.

Все издание стоить 9 р. 30 коп.; съ двумя папками 9 р. 70 коп.

*Перепечатка выработанныхъ автор. данныхъ, безъ его согласія, не допускается.*

### ОГЛАВЛЕНИЕ ВЫШЕДШИХЪ №№.

## А. Трубопроводы, каналы, канавы, лотки и пр. ВОДОСНАБЖЕНІЮ, КАНАЛИЗАЦІИ

ВЪ ИХЪ ПРИМѢНЕНІИ КЪ  
(ОРОШЕНІЮ, ОСУШЕНІЮ).

ГОРОДОВЪ, земскихъ поселковъ, жел. дор., фабрикъ, заводовъ, частн. владѣній и пр.

## Б. ЖЕЛѢЗОБЕТОНЪ и каменная кладка.

## В. Работы общаго характера.

*Г отдѣль.* Расчетъ движенія воды въ трубахъ, каналахъ, рѣкахъ, канавкахъ, лоткахъ и пр. Расчетъ трубопроводной сѣти. Ц. 4 р. 65 коп.

№ 1. Общія данныя для расчета движенія воды въ трубахъ, каналахъ, рѣкахъ, канавкахъ, лоткахъ и пр. 25 коп.

№ 2. Общія данныя для расчета движ. воды въ труб., канал., рѣк., канав., лотк. и пр. 25 коп.

№ 3. Формулы для расчета движ. воды въ труб., канал., рѣк., канав., лотк. и пр. 25 коп.

№ 4. Поперечныя сѣченія самоточ. проводовъ и данныя для расчета движ. воды въ нихъ. 25 коп.

№ 5. Поперечныя сѣченія самот. и напор. проводовъ и данныя для расчета движ. воды въ нихъ. 25 коп.

№ 6. Таблица для подсчета движ. воды въ самот. проводахъ по форм. Гангиле-Куттера при  $n=0,01; 0,013; 0,017$ . 25 коп.

№ 7. Таблица для подсчета движ. воды въ самот. проводахъ по форм. Ганг.-Кутт. при  $n=0,020; 0,025; 0,030$ . 25 коп.

№ 8. Таблица для подсчета движ. воды въ напорн. (форм. Дарси) и самот. (форм. Базена) проводахъ. 25 коп.

№ 9. Расчетъ движ. воды по форм. Дарси въ водопроводныхъ (кругл. напорныхъ) трубахъ  $d=10$  мм.—2000 мм. 25 коп.

№ 10. Расчетъ движ. воды по форм. Лампе въ водопров. (кругл., напор.) трубахъ  $d=10$  мм.—2000 мм. 25 коп.

№ 11. Расчетъ движ. воды въ кругл. канализационныхъ (самот.) труб.  $d=50$  мм.—2000 мм. 25 коп.

№ 12. Расчетъ движ. воды въ кругл. канал. (самот.) труб.  $d=50$  мм.—4000 мм. 25 коп.

№ 13. Расчетъ движ. воды въ яйцевидныхъ канализ. (самот.) каналахъ по форм. Ганг.-Кутт. при  $\frac{2}{3}$  наполненія. 25 коп.

№ 14. Расчетъ движ. воды (форм. Дарси) въ водопроводныхъ (кругл. напор.) трубахъ  $d=1\frac{1}{2}$ "—60". 25 коп.

№ 15. Расчетъ движ. воды (форм. Лампе) въ водопроводныхъ (кругл., напор.) трубахъ  $d=1\frac{1}{2}$ "—60". 25 коп.

№ 16. Расчетъ движ. воды въ кругл. канализационныхъ (самот.) трубахъ при  $n=0,010; d=2$ "—5'. 25 коп.

№ 17. Расчетъ движ. воды въ кругл. канализационныхъ (самот.) трубахъ при  $n=0,013; d=2$ "—14'. 25 коп.

№ 18. Расчетъ движ. воды въ яйцевидныхъ канализационныхъ (самот.) каналахъ  $h=2$ "—7'. 25 коп.

№ 27. Расчетъ водоводовъ. Формулы и примѣры. 15 коп.

# Оглавление.

## В в е д е н і с.

- а) Положеніе технического общественнаго хозяйства за послѣднее время.
- б) Временная и постоянная надежность и экономія наннихъ сооруженій.
- в) Настоящій кризисъ и текущія задачи технического хозяйства.
- г) Трубопроводныя предприятия г-да Москвы— какъ крупнѣйшія отрасли технического общественнаго хозяйства.

**I.** Разсчетъ крѣпости чугунныхъ трубопроводовъ.  
Листъ № 32.

**II.** Сортаментъ деталей трубопроводовъ (самоточныхъ и напорныхъ). №№ 42, 46.

**III.** Разсчетъ движенія воды въ трубахъ, каналахъ, рѣ-  
кахъ, канавахъ, лоткахъ и пр. № 27.

**IV.** Разсчетъ каменной и желѣзобетонной. кладки № 28.

**V.** Отчетность и статистика городскихъ водоснабженій  
и канализацій. № 29.

З а к л ю ч е н і е.

*Изъ тексту доклада, согласно желанію Съезда („Съездъ проситъ докладчика при содѣйствіи Постояннаго Бюро разослать г.г. членамъ Съезда таблицы г. Игнатова ранѣе и независимо отъ разсылки трудовъ Съезда“) прилагаются таблицы №№ 27, 28, 29, 32, 42, 46.*

## **Введеніе.**

**а) Положеніе технического общественнаго хозяйства за послѣднее время.**

Однимъ изъ главнѣйшихъ факторовъ эволюціи русской жизни за послѣдніа десятилѣтія является—необычайный ростъ технического общественнаго хозяйства\*).

---

\*) Во второй половинѣ XIX вѣка получило развитіе только техническое общественное хозяйство промышленнаго типа: желѣзныя дороги, порты, водоснабженіе, канализація, газоснабженіе, электроснабженіе, трамваи, бойни. (Ждутъ еще своего осуществленія крупнѣйшіе вопросы земледѣлія и промышленности—орошеніе и осушеніе земельныхъ угодій, утилизація водяной силы, оборудованіе городовъ центральными рынками съ подъѣзными къ нимъ путями для ародуктовъ и публики, холодильными приспособленіями и пр. какъ и нѣкоторые предпріятія для санитаріи скученнаго населенія: общественныя бани и въ особенности—общественныя дѣтнія и змѣнія купальни—какъ оздоровляющій отдыхъ для подростающихъ поколѣній). О всемъ (хозяйствѣ промышленнаго типа)—только и говоритъ авторъ.

Хозяйство общаго значенія (не связанное съ тѣмъ или инымъ потребителемъ), съ финансовой стороны бездоходное, за отсутствіемъ средствъ, во многомъ буквально еще живетъ мыслью временъ Очаковскихъ и покоренія Крыма, а то и Петровской эпохи; во многомъ же оно во второй половинѣ XIX народилось, но не получило никакого развитія: водные пута въ связи съ регулированіемъ рѣкъ (почти всѣ сооруженныя по мысли Петровскаго времени); междугородныя, пригородныя, сельскіе—нѣвшіе в конные пути сообщенія (мощныя шоссевыя, грунтовыя дороги); построевіе, застройка и расширеніе городовъ и др. населенныхъ пунктовъ (какъ то, такъ в другое живетъ еще основанными, выработанными въ Екатерининское время). Ростъ населенныхъ центровъ расширялъ старыя и создалъ новыя отрасли техники, осуществленіе которыхъ еще не началось: строительная гигиена (застройка частныхъ владѣній), уличная гигиена (очистка и поливка проѣздовъ), общественныя нарвы (зоологическіе, ботаническіе сады, народные сады съ оборудованіемъ для здороваго отдыха дѣтскаго и взрослоа населенія), удаленіе и уничтоженіе отбросовъ, кладбища, содержаніе въ частотѣ естественныхъ протоковъ, содержаніе въ чистотѣ воздуха населенныхъ двитрахъ, предохраненіе населенія отъ навоженія и пр. Эти вопросы настоятельно ждутъ разработки и осуществленія, но еще только ждутъ.

Реформы 60—70 г. г., раскрѣпостивши Россію, создали ей къ концу прошедшаго столѣтія широкій кредитъ въ культурныхъ, а потому богатыхъ странахъ. На заграничныя милліарды выросли торговля, промышленность, пути сообщенія, были оборудованы населенные центры техническими предпріятіями и пр.

За самое послѣднее время и техническое образованіе низшее, среднее и высшее, какъ главнѣйшій факторъ технического хозяйства, стремительно двинулось впередъ. Начинаетъ быть замѣтенъ ростъ и технической литературы, не только переподпой и компилятивной, но и самостоятельной. Поелѣдніе два фактора, на нашъ взглядъ, очень важные показатели эволюціи русскаго технического хозяйства\*) — именно качественной его стороны.

Заграничныя милліарды дали возможность количественному росту хозяйства. Качественная же сторона послѣдняго, при отсутствіи знаній и опыта, и до сихъ поръ стоитъ на низкой ступени развитія\*\*).

Въ прошедшихъ 90 г. г. ростъ технического хозяйства достигъ своего расцвѣта (въ видѣ строительной горячки): потребность въ техническихъ предпріятіяхъ при усиленномъ ростѣ населенныхъ центровъ была особенно настоятельной, начатыя предпріятія требовали быстрого расшаренія, а заемныя средства лились широкою рѣкою.

Задача того времени была быстрота осуществленія. Вся энергія администраторовъ, въ рукахъ которыхъ должно было находиться хозяйство и тяжелымъ трудомъ\*\*\*) которыхъ оно было осуществлено, направлялась на исполнительныя работы—постройку; подготовительныя же работы (изысканія, изслѣдованія, эскизное и предварительное проектированіе передъ постройкой; наблюденіе, изслѣдованіе, опыты, статистика, отчетность во время эксплуатаціи) и распорядительныя (разработка плана осуществленія и эксплуатаціи предпріятій, какъ и дальнѣйшаго постояннаго его расширенія, расцѣнокъ, смѣтъ, нормъ, наконецъ разработка конструкторціи, расчета и рабочихъ проектовъ и чертежей сооружений), при нашей малограмотности, а слѣдовательно и пренебреженія къ этимъ работамъ—замѣнялись или доморощенной изобрѣтательно-

\*) Эволюцію русскаго технического хозяйства авторъ имѣетъ ввиду изложить въ „Задачахъ технического общественнаго хозяйства“; въ настоящемъ введеніи и заключеніи (какъ и въ №№ 25 и 26) высказываются нѣкоторыя общія соображенія для поясненія основной мысли доклада: необходимости примѣненія научнаго метода въ практикѣ, къ чему средство — широкое количественно и качественно техническое образованіе и связь науки, школы и жизни. Авторъ подтверждаетъ общіе выводы результатами самостоятельной разработки вопросовъ технического хозяйства, которые во многомъ проверены практикой.

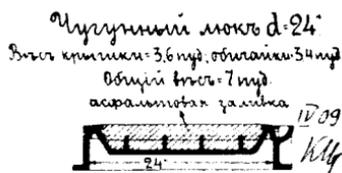
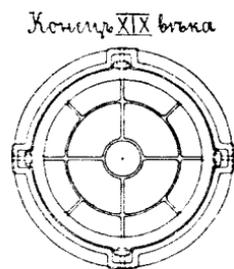
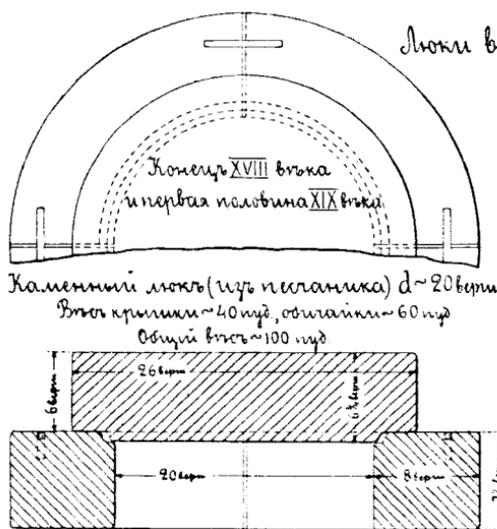
\*\* Отсутствіе въ Москвѣ, столицѣ и промышленномъ центрѣ Россіи, спеціального (или даже со спеціальнымъ отдѣломъ) магазина технической литературы—очень рѣзкій показатель уровня нашихъ техническихъ знаній.

\*\*\* Особенно въ борьбѣ съ бумажностью, давнымъ давно изжившей себя по существу дѣла, во по формѣ находившей благоприятнѣйшую почву для существованія, губившаго всякое живое дѣло.

стью или французско-пизегородскимъ творчествомъ: брались съ закрытыми глазами послѣднія новости заграничной практики—самое лучшее, въ самыхъ дорогихъ тамошнихъ формахъ.

Это вытекало изъ эволюціи технического хозяйства. До реформъ (60 г.г.), при отсутствіи развитой торговли и промышленности, строителямъ приходилось обучать рабочихъ (обычно случайныхъ, напр. крѣпостныхъ, бѣглыхъ, а ранѣе и каторжныхъ, солдатъ) и служащихъ (откомандированныхъ на стройку военныхъ чиновниковъ), а съ другой добывать и обрабатывать матеріалы самимъ (известь, кирпичъ, лѣсъ,ковка металловъ и пр.).

Приведу для поясненія примѣры изъ исторіи московскаго водоснабженія одного изъ старѣйшихъ и обширнѣйшихъ предприятий русскаго технического общественнаго хозяйства.



Въ началѣ постройки московскаго водопровода (концы XVIII вѣка) люки водопроводныхъ колодезьевъ (крышки и обичайки) дѣлались каменными изъ песчаника при вѣсѣ крышки въ 40 пуд. и обичайки 60 пудовъ. Для обработки камня (идущаго и на другіе сооруженія) строителямъ „выписаны были искусные мастера изъ Италіи“, а для добыванія камня мастера „изъ Саксонскихъ горныхъ заводовъ для указанія минныхъ работъ“. Сколько должно было быть приложено труда для организациіи заграничными мастерами ломки, обработки и наконецъ устройства на мѣстѣ каменныхъ частей сооружений.

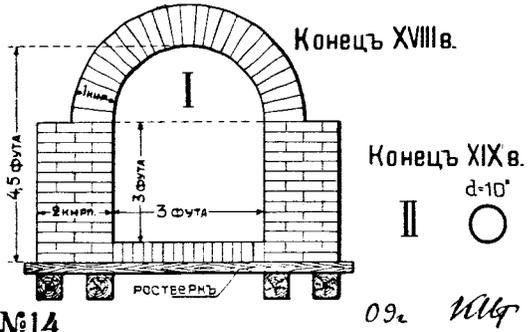
Въ концѣ XIX вѣка всѣ люки для Екатерининскаго водопровода могли бы быть получены отъ фирмъ въ тотъ же день при заказѣ по телефону: люки были бы чугунные, очень компактные, вѣсомъ крышка (типъ съ асфальтовой заливкой) 3,6 пуд., обичайка 3,4 пуд., т. е. въ 14 разъ легче.

Чѣмъ развитіе въ количественномъ и качественномъ отноше-  
ній становится техническое хозяйство, тѣмъ все болѣе и болѣе  
центр тяжести технического труда въ немъ переносится на под-  
готовительныя и распорядительныя работы. Развитие науки, про-  
мышленности, торговли, образованіе рабочаго класса все болѣе и болѣе  
облегчаютъ постройку, которая въ существующихъ предпріятіяхъ  
должна вестись постепенно (наличіе крупныхъ строительныхъ фирмъ,  
потребность въ которыхъ только что зараждается, дасть еще болѣе  
совершенную форму производства работъ въ общественномъ техни-  
ческомъ хозяйствѣ).

Насколько облегчи-  
лось производство ра-  
ботъ видно изъ слѣдую-  
щихъ фактовъ.

Главную сущность  
перваго Московскаго Во-  
допровода\*) такъ назы-  
ваемого „Екатеринин-  
скаго“ (1779-1805 гг.)  
составлялъ кирпичный  
каналъ длиною 22, 5 вер-  
сты отъ села Большихъ  
Мытищъ до Неглиннаго

Съчлене самоточнаго Екатерининскаго канала  
перваго Московскаго Водопровода 1779-1805 гг. (I)  
и эквивалентной ему 10" чугунной напорной трубы (II)



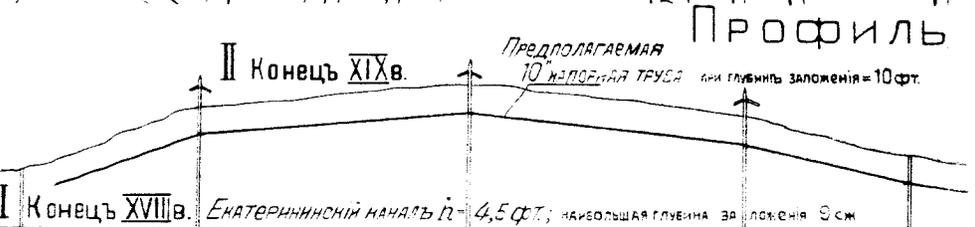
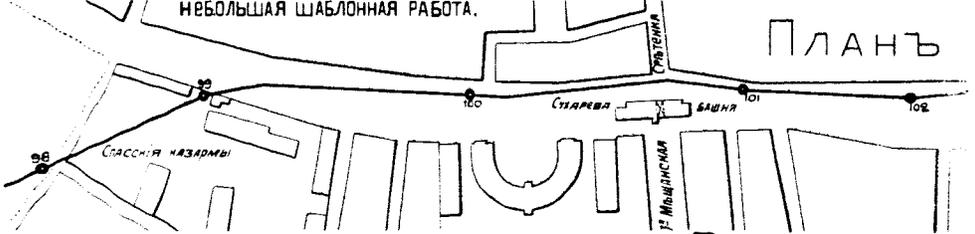
№14

092 *КШ*

**Конецъ XVIII вѣка. Планъ и профиль самоточнаго (на подачу 300000 вд. въ сутки)  
Екатерининскаго канала на Сухаревской площади г-да Москвы.**

При глубинѣ заложенія до 9сж и обилии грунтовой воды выполненіе канала представляло необы-  
чайныя трудности. Работы въ грунтовыхъ водахъ на глубинѣ только 2,5-3сж съ большимъ тру-  
домъ доводились до конца при устройствѣ Московской канализаціи въ 1895-1897 г.г.

По подсчету автора каналъ можно замѣнить 10" чугунной напорной трубой устройствомъ которой  
небольшая шаблонная работа.



№15

Масштабъ

092

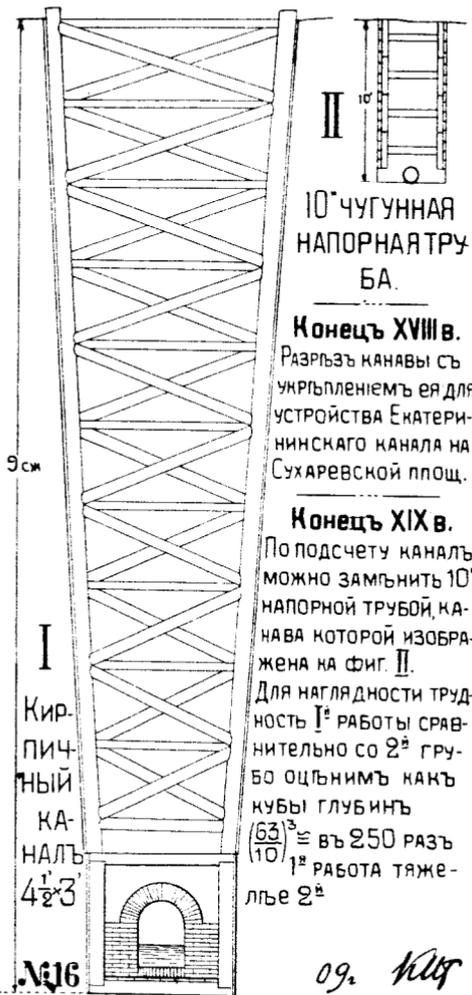
*КШ*



проѣзда города. Выполненіе этого канала представляло сложнѣйшую техническую задачу, такъ какъ отсутствіе чугунныхъ трубъ и паровыхъ насосовъ заставило дѣлать каналъ самоточный т. е. на очень большой, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, глубинѣ (7 саж. въ Сокольничей рошѣ и 9 саж. на Сухаревской площади).

Развитіе трубопроводнаго дѣла свело почти на нѣтъ трудность задачи надъ разрѣшеніемъ которой бились инженеры Московскаго Водопровода съ 1779-1853 гг. то есть 75 лѣтъ (устройство 27 лѣтъ, переустройства, ремонтъ). По подсчету автора каналъ можно замѣнить 10" напорной чугунной трубой, уложенной на всемъ протяженіи глубиною 10 футъ. Достать для нея матеріалъ, рабочую силу и произвести работу дѣло шаблонное въ наше время

Сложность и обширность сооруженій, постоянный ростъ предприятий, видоизмѣненія въ потребностяхъ наееленія, по-



II  
10" ЧУГУННАЯ  
НАПОРНАЯ ТРУ  
БА.

**Конецъ XVIII в.**

Разрѣвъ канавы съ укрѣпленіемъ ея для устройства Екатерининскаго канала на Сухаревской площ.

**Конецъ XIX в.**

По подсчету каналъ можно замѣнить 10" напорной трубой, канавы которой изображена на фиг. II.

Для наглядности трудность I<sup>а</sup> работы сравнительно со 2<sup>а</sup> грубо оцѣнимъ какъ кубы глубинъ

$\frac{63^3}{10^3} \approx$  въ 250 разъ  
1<sup>а</sup> работа тяжелѣе 2<sup>а</sup>

09. *Клп*

стоянная приспособляемость къ жизни организма—города или другого населеннаго центра, прогрессъ техники, зависимость технического и экономическаго положенія хозяйства отъ успѣховъ заграничной техники и состоящія денежнаго рынка и пр. ставить пока непосильную, при значительномъ ростѣ хозяйства и недостаткѣ научныхъ данныхъ нашей практики, задачу русскому технику, работающему съ научной стороны въ сферѣ подготовительныхъ и распорядительныхъ работъ.

Работа не рѣдко обременяется и торможешемъ безграмотности, видящей во всякой научной работѣ мѣстнаго хозяйства плохо терпимое зло.

\*) По нѣкоторымъ даннымъ авторъ полагаетъ, что Екатерининскій Водопроводъ составлялъ только часть грандіознаго проекта переустройства г-да Москвы, который былъ вырабатывъ въ культурный подъемъ русской жизни. Съ другой стороны этотъ проектъ основывался на тѣхъ положеніяхъ, которыя были въ то время установлены для застройки, расширенія городовъ и для путей сообщенія между ними. Эгими положеніями живетъ русская техника въ понинѣ. Тяжелая расплата ждетъ города за игнорированіе ими важнаго вопроса о правильной застройкѣ населенныхъ цетровъ.

Лица, признающія за подготовительными и распорядительными работами главную сущность качественной стороны предпріятій и гарантію успѣха ихъ, были въ глазахъ администраторовъ (а особенно на всесильной бумагѣ, по которой всегда, всюду и все обстоитъ благополучно,) — фантазеры, кабинетные ученые, академики и пр. Только въ самое послѣднее время, при кризисѣ хозяйства, положеніе безграмотности начинаетъ становиться шаткимъ.

Ненадежно и дорого шло осуществленіе нашихъ предпріятій, ненадежна и дорога оказалась и эксплуатація ихъ. Напр. по подсчету (1903 года) наши сооружеія обходятся раза въ 3 дороже нѣмецкихъ, если даже условія выполненія ихъ значительно выше ереднихъ (напр. въ разработкѣ предварительныхъ проектовъ принимали участіе видные заграничные и русскіе техники).

### **б). Временная и постоянная надежность и экономія нашихъ сооружеій.**

Временная надежность нашихъ сооружеій (устойчивость постройки) какъ и временная экономія (выгодность постройки), какъ и постоянная надежность и экономія (долговѣчность сооружеія и выгодность эксплуатаціи его) обычно крайне низки.

Неисключительны были явленія—разрушенія только что выполненнаго, но крайне рѣдки—экономичности осуществленнаго, особенно въ общественно-техническомъ хозяйствѣ, гдѣ техническимъ творчествомъ править канцелярская бумага.

Относительно эксплуатаціи дѣло обстояло еще хуже. Обычно лежащая въ основѣ общаго и частныхъ, торопливо составленныхъ, проектовъ ошибки—на первыхъ же порахъ указывали на даромъ выброшенные деньги. Подъ видомъ раширенія, дополненія, окончанія и пр. уничтожались слѣды постоянной ненадежности сооружеій.

Характеристика постоянной экономіи на лицо—въ тѣхъ финансовыхъ результатахъ, которые даетъ наше техническое хозяйство.

Общій стимулъ русскаго техника строить необычайно солидно, а слѣдовательно и дорого, не гарантируетъ отъ неудачъ: сооружеія безъ разчета ненадежны въ мѣстахъ максимальной работы, несмотря на бросовый матеріаль и работы въ мѣстахъ минимальной работы. При чужомъ же дорогомъ капиталѣ большая стоимость сооружеій ложится тяжелымъ обременемъ на эксплуатацію.

Отмѣчу, что наше хозяйство многимъ обязано заграничнымъ виднымъ техникамъ, нашимъ учителямъ во всѣхъ сферахъ технической дѣятельности, которые внесли много труда, познаній и опытности: безусловно желательно ихъ участіе и въ дальнѣйшемъ.

**в). Настоящій кризисъ и текущія задачи техническаго хозяйства.**

Въ началѣ настоящаго столѣтія ростъ хозяйства смѣнился рѣзкимъ кризисомъ. Милліарды были даны, но подъ большія %.. При громадности затратъ, а слѣдовательно и крайней задолженности—наше хозяйство, увеличивая налоговое и такъ непосильное бремя, внесло въ культурную жизнь несоотвѣтственно мало. Финансовый результатъ распѣта хозяйства таковъ, что большую часть собираемыхъ съ предприятий средствъ приходится и придется (напр. еще лѣтъ 40) отправлять заграничнымъ рантѣ въ уплату %.

Убыточность предприятий заставляла искать тотъ или иной выходъ. Съ одной стороны этимъ выходомъ явилась мелочная, грошевая экономія, смѣнившая прежній широкій размахъ, но губившая и тѣ лучшія попытки, которыя имѣлись; съ другой слабая попытка воспользоваться научнымъ методомъ, къ чему въ настоящее время есть уже значительная возможность.

Ростъ населенныхъ центровъ (Москва напр. въ послѣдніе 40 лѣтъ утроила свое населеніе), развившаяся промышленность, относительно многочисленный технически приспособленный или уже и технически образованный персоналъ, наличие школъ, лабораторій при Высшихъ Школахъ, а главное полученный при развитіи хозяйства опытъ и фактическая возможность постоянной провѣрки его, создаютъ возможность широкаго примѣненія научныхъ данныхъ, тѣсно связанныхъ съ опытнымъ изслѣдованіями. Изобрѣтательная развязность съ внѣшнимъ заграничнымъ лоскомъ должна смѣниться самостоятельной работой научно-образованныхъ техниковъ, уже со школьной скамьи ознакомившихся съ методами и условіями осуществленія и веденія инженерныхъ предприятий.

Такъ оцѣнивая настоящее положеніе русскаго техническаго общественнаго хозяйства, авторъ имѣетъ въ виду привести нѣкоторый фактической матеріалъ изъ практики передоваго Городскаго Управленія—Московскаго въ связи съ результатами самостоятельной разработки главнѣйшихъ вопросовъ водопроводнаго и канализаціоннаго строительства.

**г). Трубопроводныя предприятия г-да Мосевы,—важнѣйшія отрасли хозяйства.**

Совмѣстно съ общимъ ростомъ техническаго общественнаго хозяйства и трубопроводное, въ составъ котораго входятъ водоснабженіе, канализація, газоснабженіе и пр., значительно развилось въ городской, земской, желѣзнодорожной, заводской практикѣ.

Напр. по подсчету Москва въ послѣднія два десятилѣтія затратила около 70 милл. рублей на устройство городского и въ частныхъ владѣніяхъ—водоснабженія и канализаціи.

Проекты же будущаго расширенія еуществующаго водоснабженія, нечистой канализаціи, канализаціи верховыхъ водъ, газоснабженія охватываютъ устройство стоимостью не менѣе 250 милл. рублей. Въ виду необходимости постояннаго расширенія этихъ предпріятій, проекты будущихъ сооруженій должны имѣться въ настоящее время на лицо\*).

Но подсчету (см. раб. II) трубопроводы составляютъ около 60% отъ общей стоимости этихъ предпріятій, т. е. около 150 милл. рублей должно пойти на трубопроводы.

Не только крупная стоимость, но и сложность проектированія выдвигаютъ разработку вопросовъ трубопроводной техники на видное мѣсто въ техническомъ общественномъ хозяйствѣ.

Въ дѣлѣ водоснабженія и канализаціи на второмъ послѣ трубопроводовъ мѣстѣ стоятъ расходы на каменные еоруженія: отстойные, фильтровальные, сборные, регулирующие резервуары, башни, машинныя зданія, камеры, колодцы и пр.

Чтобы пользоваться предъидущимъ опытомъ, часто очень дорогимъ, необходимо въ правильно веденномъ хозяйствѣ вести отчетность и статистику осуществленія, расширенія и эксплуатаціи предпріятія.

Нѣкоторые результаты разработки, именно этихъ главнѣйшихъ вопросовъ, мною бѣгло отмѣчены въ настоящемъ докладѣ и в 6 таблицахъ къ нему (№№ 32, 42, 46, 27, 28, 29).

## **1). Расчетъ крѣпости и наивыгоднѣйшихъ размѣровъ чугунныхъ трубопроводовъ.**

Главную стоимость при выполненіи водопровода, газопровода и крупную при канализаціи (домовое устройство, напорные водоводы) составляютъ чугунные трубы, дорогая цѣна которыхъ особенно тормозила и тормозитъ развитіе трубопроводныхъ предпріятій. (За послѣднее время съ ростомъ технического хозяйства увеличилось производство чугуна, какъ и производство изъ него трубъ, чѣмъ цѣна послѣднихъ нѣсколько понизилась).

Съ расширеніемъ трубопроводныхъ предпріятій мѣнялись и условія работы трубопроводовъ: повысились внутреннія давленія въ трубахъ (въ Москвѣ въ 1891 г. боялись допустить въ 24" чугунныхъ трубахъ рабочее давленіе свыше 7 атм., въ 1901 г.— строились уже трубопроводы  $D=36''$  при давленіи въ 10 атм.); увеличились діаметры и длина трубопроводовъ; увеличился максимальный расходъ воды въ трубахъ, какъ въ виду усиленія об-

\*) Они и являються частью въ эскизной, частью въ предварительной обработкѣ. Совершенно отсутствуетъ проектъ водосточной сѣти (канализаціи верховыхъ водъ) — необходимость составленія котораго все болѣе становится очевидной: устройство биологической очистки въ частяхъ владѣній, усовершенствованныхъ мостовыхъ, путей трамвая и пр. вызывая въ исполненіе частичныхъ, несвязанныхъ общимъ проектомъ, водосточковъ, что безусловно нежелательно.

щого расхода (особенно при устройствѣ водостоковъ, канализациі), такъ и частнаго потребленія (ваннъ, пользованіе водой непосредственно изъ сѣти безъ домоваго бака), что въ связи съ усиленіемъ пожарнаго расхода и постановкой водомѣровъ вызываетъ повышение избыточнаго давленія отъ гидравлическихъ ударовъ; участились случаи подрыва трубъ другими подземными сооружениями.

Эти вновь создавшіяся условія вызываютъ ненадежность обычныхъ (нормальныхъ) размѣровъ трубъ (поломка очень крупныхъ трубъ и фасонныхъ частей отъ внутренняго давленія, отъ внѣшняго на раздавливаніе и мелкихъ трубъ при сгибѣ отъ внѣшняго давленія: послѣднихъ поломокъ напр. въ Москвѣ послѣ устройства канализациі и водопровода наблюдалось десятки сотенъ при десяткахъ тысячъ пересѣченіяхъ и именно 2" чугунныхъ газовыхъ и 2" чугунныхъ водопроводныхъ трубъ).

Все это ставить на очередь вопросъ объ усиленіи крѣпости трубопроводовъ при максимальныхъ условіяхъ ихъ работы, тѣмъ болѣе, что изломы трубъ становятся очень опасными; напр. разрывъ крупныхъ водопроводныхъ трубъ въ низкихъ частяхъ города Москвы можетъ вызвать человѣческія жертвы и крупнѣйшіе убытки; при поломкѣ газовой трубы, подрытой домовыми водопроводными или канализаціонными присоединеніями, газъ по свѣжей канавѣ можетъ проникнуть въ жилыя помѣщенія.

Развитіе трубопроводнаго хозяйства населенныхъ центровъ, вызывая крупныя затраты (что видно выне изъ примѣра Москвы), требуетъ возможной экономичности устройства трубопроводовъ, что и достижимо тамъ, гдѣ имѣются условія минимума работы: провода при малыхъ давленіяхъ—слѣдуетъ устраивать облегченнаго, а слѣдовательно и удешевленнаго типа.

Эти два условія—надежность и экономія осуществленія трубопроводовъ требуетъ примѣненія разчета, которымъ техника еще до сихъ поръ не обладаетъ.

Въ практикѣ (и заграничной) расчетъ отсутствуетъ. Обычно употребляются детали трубопроводовъ (трубы, фасонныя части, задвижки и пр.)—нормальныя, т. е. по размѣрамъ того или иного сортамента. Деталь однихъ размѣровъ, одного вѣса и стоимости ставится и тамъ гдѣ давленіе очень велико и изломы крайне опасны и тамъ, гдѣ давленія ничтожны, гдѣ трещину, если она и образовалась можно заткнуть тряпкой.

Въ Америкѣ въ послѣднее время употребляются трубы и детали на равныя давленія. Въ Европѣ, часто и у насъ, при очень высокихъ давленіяхъ или очень низкихъ — иногда мѣняютъ вѣсъ трубы. Но обоснованный расчетъ какъ въ томъ такъ и другомъ случаѣ отсутствуетъ.

Отсутствіе разчета въ данномъ случаѣ, какъ и вообще въ техникѣ, приводитъ въ иныхъ случаяхъ къ ненадежности сооруженийъ, въ другихъ къ непроизводительной тратѣ, относительно дорогаго матеріала, чугуна.

Въ нормахъ для трубъ всѣхъ диаметровъ дается, исходя изъ расчета на внутреннее давленіе, одна общая формула. (Ничего болѣе не даетъ и новѣйшая спеціальная по этому вопросу литература, а потому студенты Высшихъ Школъ выносятъ превратное понятіе о данномъ вопросѣ).

Напр. въ русскомъ метрическомъ сортаментѣ (1903 года) толщина стѣнки трубъ опредѣляется по формулѣ  $\delta = 0,02 D$  (расчетная величина) + прибавка (6,5 мм. до  $D = 300$  мм., съ  $D = 350$  и выше = 6 мм.). Для трубы  $D = 50$  мм.  $\delta = 50 \times 0,02 + 6,5$  мм. = 1 мм. + 6,5 мм. = 7,5 мм., что показываетъ на полное отсутствіе расчета, замѣненного эмпирической формулой. Въ дѣйствительности при расчетѣ трубопроводовъ кромѣ внутренняго давленія приходится принимать во вниманіе многое.

Авторъ къ 1903 году разработалъ, въ извѣстныхъ предѣлахъ, расчетъ крѣпости чугунныхъ трубъ на разные условія ихъ работы\*) Предлагаемые мною способы расчета въ нѣкоторыхъ случаяхъ не точны (напр. на вѣбное давленіе). Но вѣдь не точны и всѣ наши подсчеты, служащіе главнымъ образомъ къ относительной оцѣнкѣ максимальныхъ напряженій (напр. не учитываются обычно по отсутствію расчета очень значительныя напряженія отъ термическихъ измѣненій въ сооруженіяхъ, машинахъ и пр.). Установленіе авторомъ размѣровъ трубъ соображено съ данными практики. Какъ видно изъ работы III-ой размѣры брались

съ большимъ запасомъ прочности противъ обычно пріятыхъ. Оныть съ 1903 года, какъ видно изъ нижеслѣдующаго, подтвердилъ общія основанія данного труда.

Разработка даннаго вопроса привела къ слѣдующимъ выводамъ\*\*).

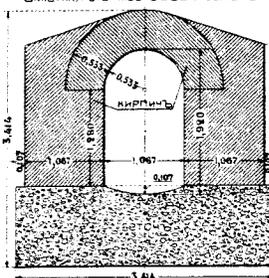
При расчетѣ трубъ слѣдуетъ принимать во вниманіе слѣдующія силы (максимальныя).

1). Внутреннее рабочее давленіе.

2). Внутреннее избыточное давленіе отъ гидравлическихъ ударовъ.

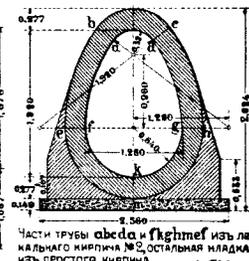
Пропускъ верховыхъ водъ въ Брянскомъ оврагѣ  
подъ проѣзжей дорогой Рублево-Воровьевы горы  
Московскихъ водопроводовъ [1902 года]

1<sup>й</sup> ВАРИАНТЪ  
Смѣтная стоимость 6224 руб. 40 коп.



№ 8

2<sup>й</sup> ВАРИАНТЪ (исполненный)  
Смѣтная стоимость 2786 руб. 41 коп.

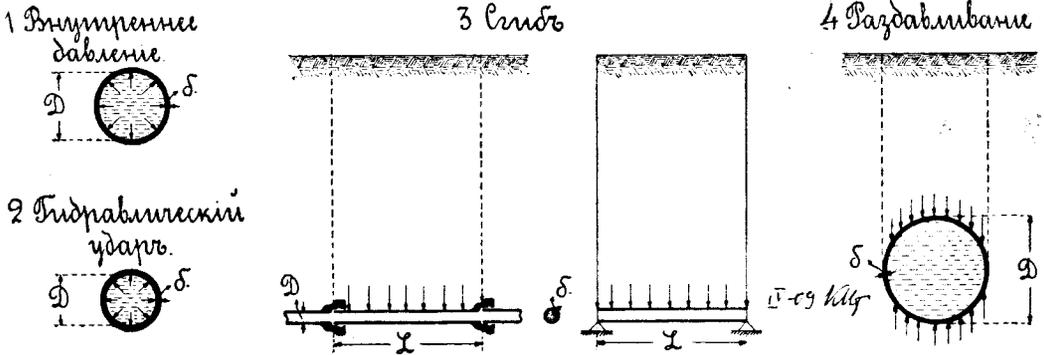


Размѣры въ метрахъ.

18-09 Клыг

\*) Инж. К. М. Игнатовъ. II — „Толщина стѣнки чугунныхъ трубъ“. 1909 г. Ц. 75 к. III — „Надежность и наилучшіе размѣры чугунныхъ трубопроводовъ“. 1909 г. Ц. 1 р. 25 к. Обѣ работы приготовлены къ печати.

\*\*). Эти выводы могутъ быть приложимы и къ трубопроводамъ изъ другихъ материаловъ. Уточное прамѣненіе провода изъ кирпича видно на клише № 8.



3). Внешнее давление на сгибъ отъ нагрузки грунтомъ.

4). Внешнее давление на раздавливаніе отъ нагрузки грунтомъ.

Въ зависимости отъ величины этихъ дѣйствующихъ силъ должны рассчитываться главные размѣры трубъ—толщина стѣнки и длина трубы.

При обычныхъ условіяхъ работы водопроводныхъ, канализаціонныхъ, газовыхъ и др. чугунныхъ трубъ (внутреннее рабочее давление отъ 0 до 10 атм. и внешнее давление отъ 0 до 1,5—2,0 саж. высоты засыпки надъ трубой) разработка вопроса приводитъ къ слѣдующимъ выводамъ.

1). Чугунныя трубы малаго діаметра (напр.  $D=50$  мм.) должны рассчитываться (длина  $l$  и толщина  $\delta$ ) только на сгибъ отъ внешнего давления. Подтвержденіе этому—громадное число поперечныхъ изломовъ отъ подрыва—2<sup>00</sup> чугунныхъ водопроводныхъ и газовыхъ трубъ въ Москвѣ.

2). Чугунныя трубы средняго діаметра (напр.  $D=200$  мм.) должны рассчитываться еще и на полное внутреннее давление (рабочее + гидравлическій ударъ); толщина стѣнки ( $\delta$ ) и длина ( $l$ ) устанавливаются по большему изъ этихъ давленій.

3). Чугунныя трубы большихъ діаметровъ (напр.  $D=400$  мм.) должны рассчитываться ( $\delta$ ) только на полное внутреннее давление (рабочее + гидравлическій ударъ).

1). Чугунныя трубы очень большихъ діаметровъ (напр.  $D=1200$  мм.), особенно при маломъ внутреннемъ давленіи, кромѣ полнаго внутреннего давления должны рассчитываться еще и на раздавливаніе ( $\delta$ ).

Отмѣтимъ, что возможность расчета на внутреннее давление, зависящее отъ оцѣнки гидравлическаго удара, явилась слѣдствіемъ труда\*) проф. Н. Е. Жуковскаго, важность котораго еще мало оцѣнена русской практикой.

Работы II и III были въ 1903 году отпечатаны Московскою Городскою Управою. Изложенныя въ нихъ еоображенія на пер-

\*) Проф. Н. Е. Жуковскій. Гидравлическій ударъ въ водопроводныхъ трубахъ. Бюллетень Политехническаго Общества. 1899 г. № 5.

выхъ порахъ, какъ обычно, встрѣтили недověріе, смѣнившеяся потомъ съ одной стороны увѣренностью въ возможности примѣненія въ мѣстахъ минимальныхъ давленій трубъ облегченнаго типа, и съ другой еознаніемъ необходимости уеленія крѣпости трубопроводовъ въ мѣстахъ максимальныхъ давленій. На листъ № 32 видно примѣненіе въ 1908 году разной крѣпости трубъ и другихъ деталей сѣти, взаимнѣ однѣхъ „нормальныхъ“ 1901 года.

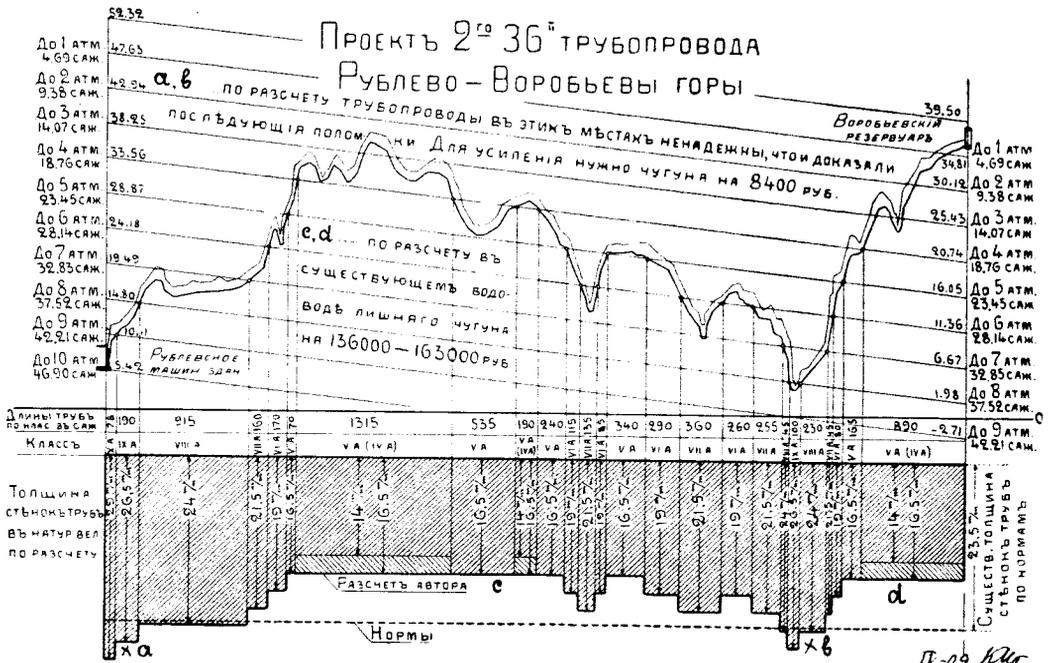
Городъ благодаря этой работѣ сэкономилъ пока еще относительно небольшую сумму (свыше 100.000 руб.), но нужно думать, что въ будущемъ экономія достигнетъ очень крупныхъ суммъ. Неудачъ по настоящее время еще не было. Отмѣтимъ, что примѣненіе разчета трубопроводовъ, при устройствѣ ихъ, требуетъ правильной конструкціи паропроводовъ, насосовъ, воздушныхъ коллекторовъ, предохранительныхъ клапановъ, задвижекъ, выпусковъ и пр., а пря эксплуатація осторожнаго обращенія съ приспособленіями, отъ которыхъ зависятъ перемѣна скорости движенія воды. Эти мѣры должны имѣть мѣсто и при употребленіи нормальныхъ трубъ, но примѣненіе разчета трубопроводовъ ставить на прочную почву и разечетъ оборудованія ихъ.

Какъ примѣръ возможной экономіи во II-ой работѣ приложенъ проектъ разчета очень крупнаго трубопровода: 36" водовода Московскаго водоснабженія—Рублевская станція—Воробьевы Горы (стоимость одного водовода 2 милл. рублей, а 4-хъ—8 милл. рубл.).

Въ таблицѣ приведены результаты разчета. Отмѣтимъ, что стоимость ствола (матеріаль) водовода 757000 руб.

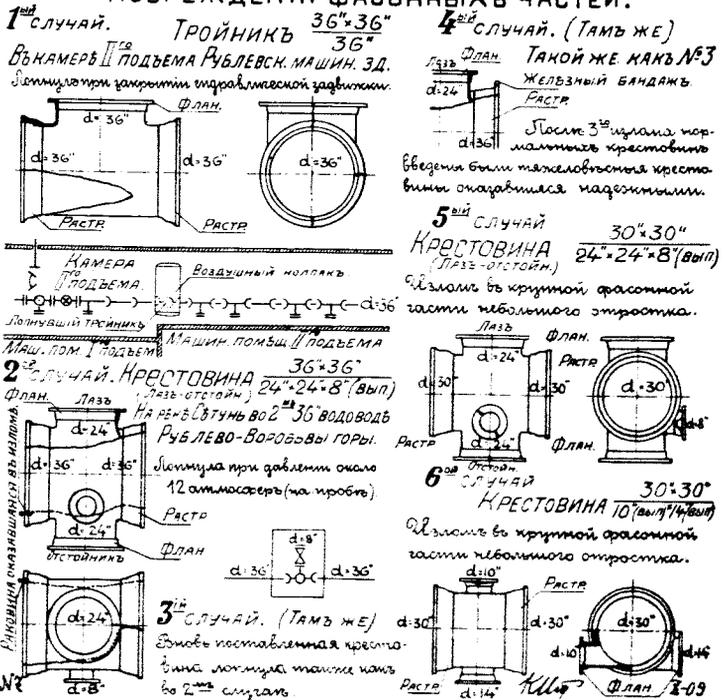
<b>РОДЪ ТРУБОПРОВОДА.</b>	Возможная экономія при I водоводѣ въ рубляхъ.	Возможная экономія при 4-хъ водоводахъ въ рубляхъ.	Въ% къ стоимости ствола трубъ (757000 руб.)
<b>I ВОДОПРОВОДЪ.</b>			
Минимальная толщина стѣнки трубы 6=16,5 мм вмѣсто нормальной=23,5 мм. . . . .	136000	544000	18%
Миним. толщ. стѣнки трубы 6=14 мм	163000	652000	21,5%
<b>II КАНАЛИЗАЦІЯ (предположеніе)</b> НАПОРНЫЙ ПРОВОДЪ			
Тѣже цифры, что и для водопровода.			
<b>III ГАЗОПРОВОДЪ</b>			
" " " 6=16,5 мм.	226000	904000	29,9%
" " " 6=14 мм.	306000	1224000	40,4%

Цифры таблицы (въ рубл.) не соответствуютъ понятно, расходамъ, такъ какъ къ нимъ необходимо прибавить добавочныя расходы въ среднемъ едва-ли менѣе 20—30% (реализація, % во время постройки и пр.).



В этом примере расчетом отмечалась и ненадежность водовода в местах максимальных давлений. Последующая работа прохода ясно доказала справедливость расчета. Трубы и фасонные части развалились в местах, где ранее расчет указывал ненадежность. Поломки вызвали крайне нежелательные явления (напр. затопление машинного здания и паропроводов в нем, дорого стоящий ремонт, остановку водоснабжения и пр.).

**Повреждения фасонных частей.**



Въ мѣстахъ максимальныхъ давленій чугунныя нормальныя грубы или немного утолщенныя ( $D=36''$ ;  $\delta=23,5$  мм.; у утолщенныхъ  $\delta=25,4$  мм.) пришлось замѣнить желѣзными, а фасонныя части (тройники, крестовины)—тяжеловѣсными чугунными и стальными. Авторъ предполагаетъ, что укладка въ землю желѣзныхъ, относительно тонкихъ и легко ржавеющихъ, трубъ по недолговѣчности едва ли цѣлесообразно.

На таблицѣ № 32 приведены данныя по заказу деталей для части этого водовода (постройка 1908 года). Изъ таблицы видно, что практика въ настоящее время требуетъ отъ насъ примѣненія разчета, а слѣдовательно и трубопроводовъ разной крѣпости, вѣса и стоимости.

Въ отношеніи надежности и экономіи особенное значеніе должно имѣть примѣненіе желѣзобетонныхъ трубъ (самоточныхъ и напорныхъ). Результаты московскаго опыта примѣненія 42'' напорныхъ желѣзобетонныхъ трубъ пѣ Рублевѣ и работы ихъ еще не окончательно установлены, а потому остается пожелать, чтобы расчетъ этихъ трубъ былъ тщательно разработанъ какъ и были произведены тѣми или другими общественными учрежденіями или частными строительными фирмами возможно широкіе опыты надъ примѣненіемъ желѣзобетонныхъ трубопроводовъ къ водоснабженію и канализаціи.

Крайне важны опыты (см. работу III) и надъ провѣркою соотвѣтствія разчета чугунныхъ трубъ съ дѣйствительными условіями ихъ работы.

## II. Сортаментъ деталей трубопроводовъ.

При употребленіи трубъ на разныя давленія особенное значеніе пріобрѣтаетъ существенный вопросъ трубопроводной практики—сортаментъ деталей трубопроводовъ.

Въ Россіи установленъ (Водопроводными Съѣздами) только е сортаментъ водопроводныхъ трубъ и фасонныхъ частей; относительно другихъ проводовъ (напр. желѣзныхъ, чугунныхъ канализаціонныхъ, гончарныхъ, свинцовыхъ, бетонныхъ, желѣзобетонныхъ, кирпичныхъ и пр.) нѣтъ никакихъ нормъ, установленныхъ тѣмъ или другимъ компетентнымъ собраніемъ специалистовъ.

Отмѣчу, что установленіе сортамента водопроводныхъ трубъ, а главное фасонныхъ частей потребовало со стороны Съѣздовъ болѣе 10 лѣтъ работы (1891 г.—1903 г.).

Ниже авторъ приводитъ нѣкоторый матеріалъ, какъ результатъ опыта и разработки, касающихся нормъ всякаго рода проводовъ (самоточныхъ и напорныхъ).

## Нормы сѣченій проводовъ.

Первое, что приходится въ данномъ вопросѣ разработать— это выборъ главныхъ размѣровъ проводовъ — діаметра въ круглыхъ, высоты и ширины въ трапециодальныхъ, прямоугольныхъ, овоидальныхъ, лотковыхъ и пр. сѣченіяхъ.

Въ практикѣ примѣняются самыя разнообразныя размѣры: напр. въ круглыхъ трубахъ  $D=150$  мм., 6", 175 мм., 7", 200 мм., 8", 225 мм., 9", или 600 мм., 24", 650 мм., 26", 700 мм., 28", 750 мм., 30", 800 мм., 32", а то и дробнѣе — 31", 33" и т. д. Для практики никакихъ нѣтъ препятствій, если бы въ томъ или другомъ техническомъ хозяйствѣ имѣли примѣненіе для первой группы трубы  $D=150$  мм. и 200 мм., т. е. только 2 діаметра вмѣсто 8 и для второй  $D=600$  мм. и 800 мм., т. е. 2 діаметра вмѣсто 10. Въ 1891 году Съѣздомъ былъ рекомендованъ къ употребленію большою по числу діаметровъ дюймовый сортаментъ, а въ 1903 году метрической сортаментъ, также съ многими діаметрами, что одно уже создало большое разнообразіе деталей въ практикѣ.

Въ дѣлѣ осуществленія и эксплуатаціи предпріятій большое разнообразіе въ діаметрахъ вызываетъ и неудобства и излишнія затраты: при устройствѣ трубопроводовъ разнаго діаметра работы часто задерживаются недостаткомъ извѣстнаго діаметра трубъ и деталей сѣти. Напр. при укладкѣ 4", 5", 6", 7", 8", 9" возможно, что не хватаетъ положимъ 7", и 9" трубъ, 4" и 6" фасонныхъ частей, 4", 5", 7" задвижекъ и т. д. чѣмъ задерживается постройка. Въ данномъ случаѣ удобно во всѣхъ отношеніяхъ ограничиться только діаметрами 4", 6", 8", что въ нѣсколько разъ облегчаетъ дѣло.

Насколько дѣло еще не разработано показываетъ и слѣдующее: въ одномъ и томъ же городѣ имѣется три трубопроводныхъ хозяйства: водопроводное, канализаціонное, газовое (трубопроводами пользуются и другіе отдѣлы — напр. силовыя станціи) и каждое изъ нихъ имѣетъ что то похожее на нормы. Одно хозяйство употребляетъ 14" (350 мм.) чугуныя трубы, другое 15". (375 мм.) третье 16", (400 мм.) вмѣсто того чтобы имѣть одинъ типъ трубы и деталей къ ней.

При разнообразіи трудно имѣть на рынкѣ готовыя трубы выработка которыхъ могла бы вестись заблаговременно, а не спѣшно, что обычно вызываетъ прибавочныя затраты.

Еще большее значеніе имѣетъ этотъ вопросъ для фасонныхъ частей и прочихъ деталей сѣти. На случай внезапнаго ремонта приходится имѣть значительное разнообразіе запасныхъ частей, отсутствіе которыхъ удорожаетъ а главное замедляетъ часто экстренный ремонтъ, гдѣ главное требованіе быстрота выполненія. Типы деталей по тѣмъ же причинамъ должны быть немногочисленны,

прочно установлены съ тѣмъ, чтобы имѣть рыночную цѣну а не изготовляться по спеціальному заказу, одно проведение и заключеніе котораго ложится большимъ прибавочныхъ процентомъ (въ послѣднее время въ нѣкоторыхъ предпріятіяхъ такъ мелочно усложнилась отчетность, что производство самой постройки и очень крупной строители считаютъ меньшимъ дѣломъ, чѣмъ отчетность во время хода работъ и по окончаніи ихъ).

Отмѣтимъ, что примѣненіе трубъ на разныя давленія, необходимость чего въ практикѣ мы уже указывали (листъ № 32), требуетъ расширенія числа деталей по крѣпости, что въ свою очередь заставляеть желать сокращенія въ числѣ діаметровъ. Фасонныя части—раструбные тройники и крестовины большихъ діаметровъ требуютъ при большомъ давленіи непремѣнной оцѣнки крѣпости расчетомъ (заграничныя тройники при очень большой длинѣ — надежны; въ нашихъ же климатическихъ условіяхъ приходится трубопроводы закладывать глубоко, а на узлахъ ставить колодцы, камеры и пр., что ставить къ фасоннымъ частямъ определенное требованіе—минимальность строительныхъ длинъ, а стѣдовательно и необходимость расчета каждой такой части).

### Принципъ суженія сѣченій.

Увеличеніе діаметра трубопроводовъ вызываетъ съ одной стороны устройство на нихъ очень дорогихъ искусственныхъ сооружений (переходы подъ желѣзными дорогами, рѣками, переходы черезъ мосты), съ другой стѣсняетъ подземную часть проѣздовъ, очень нужную для устройства разнаго рода подземныхъ, а частью и надземныхъ сооружений. Въ этихъ случаяхъ выгодно суживать діаметръ трубопровода. Устройство узловъ съ большими задвижками очень дорого, а потому уменьшеніе діаметра ихъ, какъ и размѣровъ колодцевъ, камеръ и пр. представляетъ серьезную выгоду (3 задвижки  $D=36''$  стоятъ около 7000 руб., а 3— $D=24''$  только 2500 руб., причеъ колодець выходитъ значительно меньшихъ размѣровъ). Медленность закрыванія и открыванія большихъ задвижекъ ( $D=36''$  около 1 часу), лишая ихъ одного изъ необходимыхъ качествъ, также побуждаетъ къ уменьшенію діаметра задвижекъ т. е. къ мѣстному суженію провода.

Полагая принципъ суженія въ основу разработки нормъ, возможно значительно сократить число деталей (задвижки  $D=36''$ ,  $30''$ ,  $24''$ ,  $20''$ ,  $16''$  могутъ быть замѣнены только двумя— $D=24''$  и  $16''$ , чѣмъ по крайней мѣрѣ вдвое сократится число деталей, при прибавкѣ только простыхъ частей—переходовъ).

Относительно вопроса о прокладкѣ по проѣздамъ перекрещивающихся трубопроводовъ нелишнее указать на опытъ Рублевской станціи московскихъ водопроводовъ, гдѣ при проектированіи трубопроводы (идушіе вдоль станціи, поперекъ станціи, а также во-

досток и канализация) намѣчались въ разныхъ строго установленныхъ плоскостяхъ. Если бы это условіе не было проведено, то для раеніренія сѣти станціи (въ настоящее время уложены и трубопроводы 2-ой очереди) представились бы значительныя трудности и перекладка уложешнаго\*).

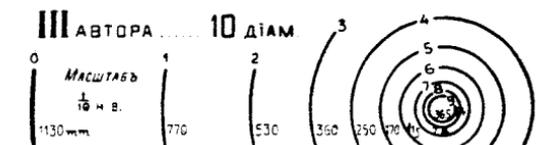
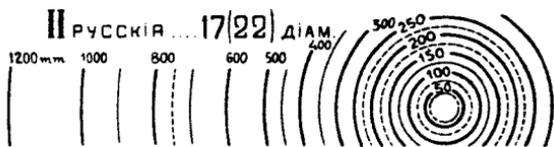
### Разработанный авторомъ матеріаль.

Основываясь на этихъ соображеніяхъ, въ работѣ IV—, къ вопросу о нормальныхъ размѣрахъ трубопроводовъ (и вообще матеріала)\*\* и таблицахъ №№ 42 и 46 (приложенныхъ къ докладу а также №№ 41, 43) изложена часть разработки даннаго вопроса.

IV-я работа заключаетъ въ себѣ научную разработку нормъ главныхъ размѣровъ трубопроводовъ. Излагаемыя въ ней основанія нормъ могутъ быть приложены и къ другимъ матеріаламъ, нормы которыхъ необходимы для практики.

Обычно нормы устанавливаются по главному размѣру принятой системы мѣръ въ круглыхъ цифрахъ (въ дюйм.  $D=4'', 5'', 6'', 7'', 8''$ ; въ метр. 100 мм., (125мм.), 150 мм., (175 мм.), 200 мм.; въ саж. 0,10 саж.; 0,20 саж.; 0,30 саж. и пр.). Въ работѣ же автора устанавливается модель и постепенность увеличения пропускной способности провода (пользуясь нижеупоминаемымъ соотношеніемъ  $q=K\sqrt{i}$  и  $v=c\sqrt{i}$ ), что въ результатѣ даетъ основаніе для прочнаго установленія нормъ какого угодно вида евчевій проводовъ. Автору желательно довести работу до конца т. е. выработать основываясь на положеніяхъ IV-ой работы и сортаментъ образованія сѣченій и деталей проводовъ.

#### Нормы чугуныхъ трубъ.



I. D = 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 325, 350, 375, 400, 425.  
+ 50, 475, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 900, 1000, 1100, 1200 см.

II. D = 40, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 750, 800, 900, 1000, 1200 см.  
№11. III. № № 0.1.2.3.4.5.6.7.8.9. *И. С. Г. К. А. У.*

\* ) Данный вопрос имѣть особенное значеніе въ нашихъ климатическихъ условіяхъ, гдѣ трубопроводы приходится закладывать глубоко. Можетъ быть по этой причинѣ онъ не разработанъ въ заграничной литературѣ и практикѣ: на Дрезденской Выставкѣ Городовъ въ 1903 году были представлены въ натуральную величину разрывъ пѣлыхъ улитъ, но эти декорации какъ и другіе экспонаты убѣждали только въ отсутствіи рѣшенія этой задачи. Нашъ опытъ въ Рублевѣ, давшій удачное рѣшеніе, заслуживаетъ подражанія.

\*\* ) Приготовлена къ печати.

Въ таблицахъ №№ 42 (и 43) дается дюймовый сортаментъ трубъ, фасонныхъ частей и деталей съѣти съ вѣсами ихъ. Этотъ сортаментъ пока еще въ большомъ ходу и данныя для него болѣе полны, чѣмъ для метрическаго, который только что входитъ въ практику.

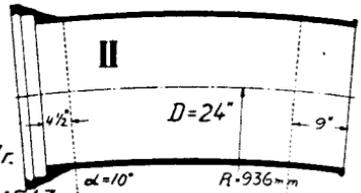
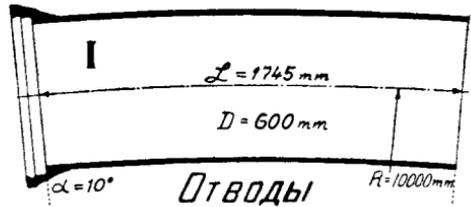
Въ таблицахъ № 40 дается метрическій сортаментъ. Въ печатномъ сортаментѣ 1903 года (изданіе Комиссиіи V-го Водопроводнаго Съѣзда) есть пропуски, ошибки и вообще необработанность. Таблица № 40 оставляя всѣ онованія\*), установленныя Съездомъ, даетъ болѣе разработанный матеріалъ.

Таблица № 46 даетъ сортаментъ, разработанный авторомъ для чугунныхъ трубъ на разныя давления при ограниченности діаметровъ ихъ. Этотъ сортаментъ охватываетъ водопроводныя, канализаціонныя, газовыя трубы на разныя внутреннія и внѣшнія давления. Таблица составлена на основаніи II и III-ой работы.

Данныя работы представляютъ пока единичное явленіе по этому вопросу въ русской техникѣ. Неразработанность и недостатки метрическаго сортамента, нужно думать, будутъ препятствовать всеобщему его распространенію. Такое положеніе дѣла заставляетъ автора предполагать, что промышленность, какъ наиболѣе подвижная сторона, воспользуется въ извѣстной степени его работами.

На клинѣ №№ 12 и 13 отмѣчены громоздкость метрическаго сортамента, для нашихъ мѣстныхъ условій недопустимая.



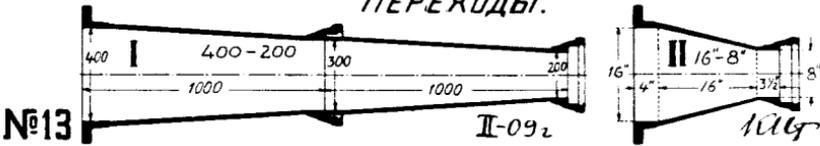


**СРАВНЕНИЕ НОРМ**  
ТРОЙНИКИ, ОТВОДЫ, ПЕРЕХОДЫ.

I Метрической сортаментъ 1903г.

II Дюймовый сортаментъ лкть №43.

**ПЕРЕХОДЫ.**



**III. Расчетъ движенія воды въ трубахъ, каналахъ, рѣкахъ, канавахъ, лоткахъ и пр.**

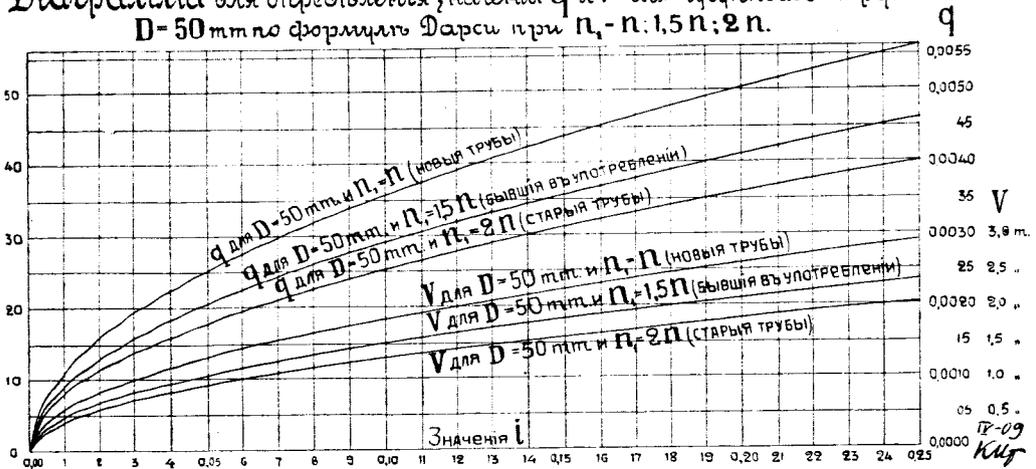
Въ основѣ постоянной надежности и экономіи трубопроводныхъ еоруженій лежатъ расчеты движенія воды въ проводахъ.

Научная разработка въ результатѣ приводитъ къ простому, объединяющему множество явленій, выводу. Автору, послѣ большой работы удалось привести всѣ расчеты самоточныхъ, напорныхъ проводовъ, особыхъ сопротивленій въ нихъ (послѣднее не приведено въ окончательный видъ, а потому еще не напечатано) и пр. къ общему выраженію  $q = K\sqrt{i}$  и  $v = c\sqrt{i}$ , что дастъ для самыхъ употребительныхъ въ практикѣ формулъ ариѳметически точный результатъ ( $q$ —секундный расходъ,  $i$ —единичный уклонъ или потеря напора на единицу длины,  $v$ —секундная скорость,  $K$ —характеристика пропускной способности провода,  $c$ —характеристики скорости).

Еще болѣе интересно то, что формула  $x = K\sqrt{N}$ , т. е. уравненіе параболы какъ будто является одною изъ непогихъ общихъ формулъ, объединяющихъ наши техническіе расчеты. Такъ напр. (№№ 25 и 26) въ иной совершенно области—жельзобетонѣ, самые употребительные въ немъ расчеты жельзобетонныхъ плитъ и балокъ возможно привести (№№ 21, 22) ариѳметически точно къ виду  $h = K\sqrt{M}$  и  $fe = c\sqrt{M}$  ( $h$ —полезная высота плиты или балки,  $M$ —разчетный моментъ,  $fe$ —расчетная площадь жельза,  $K$ —характеристика размѣра плиты или балки,  $c$ —характеристика количества жельза).

Выраженіе  $x = K\sqrt{N}$  — есть уравненіе параболы, каковая и нанесена на діаграммѣ (см. листъ № 8) значеній  $q$  и  $v$  для 2" чугунной трубы при разныхъ коэффициентахъ сопротивленія русла.

Діаграмма для опредѣленія значеній  $q$  и  $v$  для чугунныхъ трубъ  $D = 50$  мм по формулѣ Дарси при  $n_1 = n; 1,5n; 2n$ .



Коэффициенту  $K$  авторъ даетъ названіе **характеристики пропускной способности** провода, а коэффициенту  $c$  — **характеристики скорости** движенія воды.

Въ таблицахъ (№№ 1—18) дается самостоятельная, связанная между собою, разработка движенія воды въ проводахъ, основанная на этомъ простомъ и наглядномъ принципѣ. Таблица № 27 даетъ практическое примѣненіе основныхъ данныхъ (№№ 1—18) къ сложнымъ, обычно еще мало разработаннымъ расчетамъ сѣти.

Для науки и практики важны несложныя, крайне разнообразныя формулы обычно выведенныя изъ небольшого числа наблюденій, а опредѣленіе опытнымъ путемъ наибольшаго числа значеній  $K$  (или  $c$ ). Чѣмъ большее число наблюденій будетъ въ нашемъ распоряженіи, чѣмъ ближе они будутъ къ дѣйствительнымъ, обычнымъ условіямъ работы трубопроводовъ, тѣмъ совершеннѣе будутъ наниа подсчеты.

Едва ли слѣдуетъ желать появленія новыхъ формулъ (эмпирическихъ) — ихъ и такъ многіе десятки. Приведенное выше выраженіе какъ аналитическое (очень удобное и для графическаго способа), — законъ паденія тѣлъ, — просто рѣшаетъ вопросъ. Наша задача въ точности его рѣшенія, что можетъ дать только наблюденіе и опытъ, важность и необходимость которыхъ еще не вполне услена лицами ведущими трубопроводное хозяйство. Отмѣчу напр. слѣдующее очень важное соображеніе.

Въ основу расчета водопроводной сѣти кладется та или иная формула съ прибавкой для надежности въ коэффициентъ сопротивленія, а слѣдовательно и съ уменьшеніемъ пропускной способ-

пости въ одномъ и томъ же размѣрѣ для всѣхъ діаметровъ трубъ безразлично. Напр. для всѣхъ трубъ московскихъ водопроводовъ принята формула Дарси для повыхъ трубъ при увеличеніи коэффиціента сопротивленія  $n$  на 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, а слѣдовательно при запасѣ пропускной способности въ 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Въ дѣйствительности (см. табл. № 3) повышение надежности, при проектированіи, а слѣдовательно удороженіе сущности такихъ предприятий какъ водоснабженіе, вызывается оцѣнкой расчетомъ образования въ трубахъ осадковъ, суживающихъ сѣченіе, а потому уменьшающихъ пропускную способность провода.

На табл. № 9 сдѣланы подсчеты вліянія осадковъ на расходъ въ трубахъ разнаго діаметра. Изъ этой оцѣнки видно, что въ малыхъ трубахъ запасъ въ надежности малъ (напр. при  $D=20$  мм.); для большихъ же (напр.  $D=2000$  мм) великъ, т. е. въ первомъ случаѣ расчетъ ненадеженъ, во второмъ опъ вызываетъ излишніе непроизводительные расходы. Изъ примѣра 5 табл. № 9 видно, что по расчету при образования въ трубахъ  $D=20$  мм. и 2000 мм. осадка въ 5 мм. (покрывающихъ равномерно всю внутренность трубы—какъ это имѣетъ мѣсто въ дѣйствительности) потеря напора для первой трубы возрастаетъ въ 51 разъ, а для второй въ 1,02 раза (т. е. приращеніе въ первомъ случаѣ въ 2500 разъ болѣе чѣмъ во второмъ—общепринятый же расчетъ оцѣниваетъ это приращеніе одинаково); расходъ для первой трубы уменьшается до  $\frac{1}{7}$ , а для второй только на 1,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> т. е. въ 50 разъ меньше.

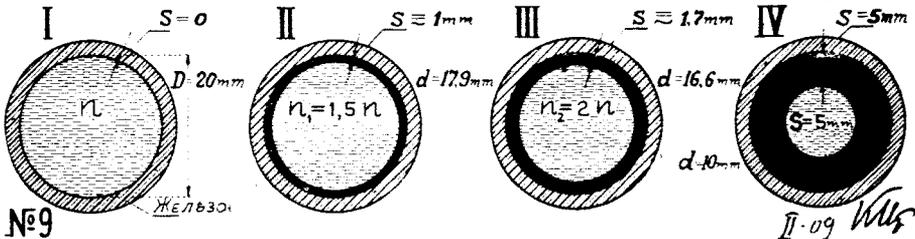
### РАСЧЕТЪ ДВИЖЕНІЯ ВОДЫ ВЪ ТРУБѢ МАЛАГО ДІАМ. $D=20$ мм.

$S$ ..... ТОЛЩИНА СЛОЯ ОСАДКА ВЪ ТРУБѢ.

I случ. .... чистая труба. Коэфф. сопротивл. въ форм. Дарси. ....  $n$

II „ бывшая въ употреб. „ „ „ „ „ „ „  $n_1=1,5n$

III „ плохо содержимая „ „ „ „ „ „ „  $n_2=2n$



IV случ. При  $S=5$  мм пропускная способность трубы въ 7 разъ меньше чѣмъ въ I случ.

Малыя трубы ( $D=50$  мм. и менѣе) авторъ рекомендовалъ бы: 1) рассчитывать при увеличенномъ коэффиціентѣ сопротивленія—напримѣръ по формулѣ Дарси при  $n_1=2n$  (см. диаграмму) 2) замѣнять при проектированіи болыными діаметрами [напр. къ водоразборамъ съ болынымъ потребленіемъ, къ канализован-

нымъ большимъ владѣніямъ и пр. [при некороткихъ линіяхъ общепринятый діаметръ  $D=2''$  замѣнять— $3''$  (70 мм.) и  $4''$  (100мм.)].

Нужно имѣть въ виду и то, что обычно нѣтъ ухода за водопроводными трубами, т. е. они не чистятся какъ напр. трубы раздѣльной канализаціи, за которыми ведется (во избѣжаніе засореній) правильный періодическій осмотръ, очистка и пр. При уходѣ же за водопроводными трубами (что требуется санитарными условіями, обычно игнорируемыми\*), вопросъ о чемъ безусловно стоитъ на очереди,—больнія трубы легче содержать въ чистотѣ, чѣмъ малыя, а потому и съ этой стороны расчетъ не соотвѣтствуетъ дѣйствительнымъ условіямъ работы трубопроводовъ.

Привожу примѣръ—расчетъ  $36''$  водовода—Рублевская станція—Воробьевы Горы.

При расчетѣ водоводовъ была принята формула Дарси съ коэффициентомъ сопротивленія русла  $\alpha_1=1,5$  п. Такое предположеніе, сдѣланное на основаніи работы меньшихъ трубъ\*\* ошибочно, а потому ведетъ къ излишнимъ затратамъ. Сдѣлаемъ допущеніе исходящее изъ дѣйствительныхъ условій: предположимъ, что въ расчетъ мы будемъ вводить трубы, загрязненныя слоемъ осадка въ 0,5 см. Запасъ въ водоводахъ, соединенія между ними, выпуски, лазы, (см. листъ № 31, 32), а главное большой діаметръ трубы даютъ полную возможность, а санитарныя условія требуютъ значительно бѣльшей, чѣмъ принято въ расчетѣ, чистоты трубы. Пользуясь листомъ № 8 (таблицы по расчету движенія воды даютъ возможность легко, просто и точно рѣшать сложныя задачи по трубопроводамъ), замѣнимъ водоводъ  $D=36''=0,914$  шм. и длину  $L=7280$  саж. обычно рассчитанный, эквивалентнымъ той же общей длинѣ, но діаметрами  $D_1=36''=0,5$  см.  $\times 2=0,914=0,01=0,904$  ш.—на длинѣ  $L_1$  и  $D_2=30''=0,5$  см.  $\times 2=0,762=0,01=0,752$  ш., на длинѣ  $L_2$  рассчитаннымъ при нашемъ предположеніи.

\*) Обращая въ настоящей (см. также работу П—1903 года) вниманіе на необходимость рѣшенія этого очень крупнаго вопроса водопроводной техники, отмѣчу, что, такъ называемыя, санитарныя предпріятія (водоснабженіе, канализація, уличная гигиена) появляются на свѣтъ Божій и живутъ вовсе не изъ санитарныхъ побужденій, а чисто экономическихъ. Дорога вода—нуженъ водопроводъ, дорога отвозка нечистоты—нужна канализація; дорога повѣзка на дачи, въ курорты, дорогъ ремонтъ портящихся отъ пыли знаній, помѣщеній, обстановки квартиръ—нужна очистка, поливка прѣздовъ. Есть возможность спуска нечистоты въ рѣки, каналы—канализацію не строить до очевидной смертоубительности.

Въ нашихъ условіяхъ санитарныя мѣры должны бы играть большую чѣмъ заграничней роль (зимнія помѣщенія и одежда рабочихъ), а также водопроводныя ставшія, сплошь и рядомъ, на ходятъ въ плохомъ санитарномъ состояніи. Помочь этому можетъ независимый отъ Городскихъ Управленій технико-врачебный надзоръ (въ столицахъ отъ Высшихъ Школъ).

\*\*) Опредѣлимъ по табл. I листа № 8 расчетное загрязненіе трубы. Внутренній діаметръ загрязненной трубы  $d=0,850 - \frac{19,19-15,92}{0,0158} \times 0,001 = 0,850 - 0,006 = 0,844$  м.;  
 слой  $= \frac{0,911-0,814}{2} \text{ м.} = \frac{0,070}{2} = 0,035$  м. = 35 мм. (К по предыдущему = 15,92; ищемъ при томъ же  $K=15,92$ , но  $n,=n$ —діаметръ  $d$ ). Насколько велико предполагаемое загрязненіе видно изъ того, что по подсчету вѣсъ грязи на всемъ водоводѣ = 100000 пуд., а въ 4 хъ 40000 пуд.

Определяем  $K$ ;  $K_1$ ;  $K_2$  для  $D=0,914$  м.;  $D=0,904$  м. и  $D_2=0,752$  м.

При  $D=0,914$  м.;  $n_1=1,5$  п; по табл. I листа № 8....:  
 $K=15,3+0,0440 \times 14=15,92$ ;

При  $D_1=0,904$  м.;  $n_1=n$ ; по табл. I листа № 8....:  
 $K_1=18,69+0,0544 \times 4=18,91$ ;

При  $D_2=0,752$  м.;  $n_1=n$ ; по табл. I листа № 8....:  
 $K_2=11,82+0,0416 \times 2=11,90$ ;

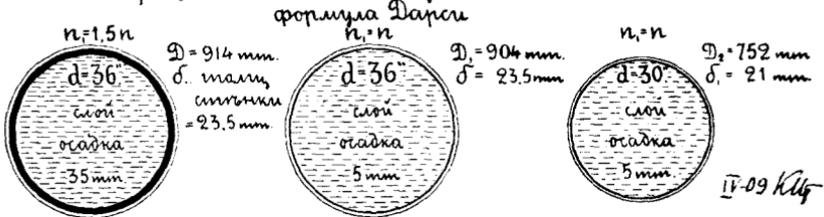
Решаем уравнение эквивалентности, в котором  $J$ —общая потеря напора,  $q$ —секундный расход.

$$J = \left(\frac{q}{K_1}\right)^2 L_1 = \left(\frac{q}{K_2}\right)^2 L_2 = \left(\frac{q}{K}\right)^2 L \dots (I) \text{ и } L_1=L_2=L=7280$$

саж....(II). Для упрощения принимая  $q=1$ , имеем:  $\left(\frac{1}{18,91}\right)^2 L_1 + \left(\frac{1}{11,90}\right)^2 L_2 = \left(\frac{1}{15,92}\right)^2 \times 7280$ ;  $0,05288^2 L_1 \times 0,008403^2 (7280-L_1)=0,06281^2 \times 7280$ , откуда  $L_1=5319$  саж;  $L_2=7280 - 5319=1961$  саж.

Обычный расчет

Расчет автора



Следовательно и такой надежный способ подсчета указывает на возможность уменьшения диаметра трубы на длину 4-х верст (трубы меньшего диаметра надежно и выгодно класть папр. в мѣстах наибольших давлений).

Определим разницу в стоимости устройства по I-му и II-му варианту. Укладка трубы  $D=36$ " согласно расцѣнок (московских) стоит 157 р. 27 к., а  $D=30$ "=117 р. 04 к. Прибавляем 10% разницы в стоимости фасонных частей, задвижек, колодезь и 30% на ведение работы (реализация капитала, % во время постройки, подготовительныя, распорядительныя, исполнительныя, отчетныя работы и пр.). Разница определяется в суммѣ (157 р. 27 к.—117 р. 04 к.)  $\times 1,1 \times 1,3 = 113000$  рублей.

При равной расчетной работѣ машинъ слѣдовало бы затратить на 113000 руб. меньше на каждой изъ 4-х водоводовъ. Въ дѣйствительности на первыхъ порахъ работа машинъ, вслѣдствие увеличенія диаметра, будетъ меньше чѣмъ во II-омъ вариантѣ, но при обычномъ большомъ запасѣ в пропускной способности (одинъ или часть водовода дѣлается впередъ на случай выключенія при

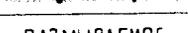
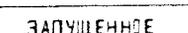
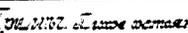
ремонтъ) разница певелика. Въ будущемъ же, при отсутствіи чистки, машины могутъ быть перегружены увеличеніемъ потери напора въ сильно загрязненной трубѣ. (Напр. черезъ 13 лѣтъ работы трубы покрывались равномернымъ слоемъ осадка, толщиной=1 ст.; въ пизкихъ же мѣстахъ осадокъ по лотку былъ толщиной до 10 ст.). Изъ этого примѣра видно, что для надежности работы водопроводныхъ лицій необходимъ постоянный уходъ.

Въ русской практикѣ установленъ взглядъ о ненужности расчета, конструирования и проектирования, такихъ „простыхъ“ трубопроводовъ, какъ данный водоводъ. Взглядъ, какъ видно изъ приведенныхъ 2-хъ примѣровъ, ошибочный.

Приведенныя работы какъ и другія соображенія заставляютъ предположить, что при надлежащей постановкѣ подготовительныхъ (опытное отдѣленіе коэффиціента К), распорядительныхъ (плана осуществленія водоводовъ), исполнительныхъ работъ, а главное выполнение устройствъ крупными промышленными фирмами, стоимость водоводовъ могла быть уменьшена вдвое противъ первоначальныхъ предложеній, т. е. Москва заплатила бы за 4 водовода не 8 милл. рублей, а только 4 (т. е. то что достигнуто въ каменной кладкѣ см. № 26, а частью и въ данномъ сооруженіи см. № 30). Нанѣтъ Московскій опытъ приводитъ къ увѣренности въ безусловной возможности значительнаго удешевленія нашихъ сооружений, при усиленіи ихъ надежности, но существующія пока многочисленныя, но уже отживающія неблагоприятныя условія, нужно думать скоро раскують сознательную работу техника.

## Нормы коэффиціента сопротивленія $\Pi$ въ формулахъ движенія воды.

### Коэфф. сопротивленія $\Pi$

Классъ	Русло	Уходъ	Матеріаль русла	Самоточные провода		Напорные провода	
				Ганг. Нутт.	Базена. 1897г.	Дарси	Лампе
I	Ровное и гладкое 	хороший, галстальная глетка и правтва.	лазурованнтя, гонгар, манров. металл. трубы, гладко страв. дерево, гладкая итукат и пр.	0,010	0,06	1	0,00007
II	Ровное и шероховатое 	хороший, галстальная глетка и правтва.	бетонъ, кирп., гонгар, гелазуров. трубы, металл. трубы, истроган. дерево и пр.	0,013	0,16	1,5	0,0001
III	Неровное 	удовлетворительный	бутовая кладка, грубая бетонная и кирпичная кладка.	0,017	0,46	2	0,00015
IV	Очень неровное 	удовлетворительный	мостовная, грубая бутовая кладка, крепкое грунтовое дно.	0,020	0,85	—	—
V	Размываемое 	удовлетворительный	обширные ветки: грунтъ.	0,025	1,30	—	—
VI	Запущенное 	плохой	земляна, бутовое и пр. въ запущенномъ видѣ (занесенное камнями, заросшее водорослями).	0,030	1,75	—	—

№10 С. Д. И. М. К. Л. и др. оставленіе русла или гладкой улоды за нилье пожимають коэфф.  $\Pi$  до следующего класса. Д. С. Р. К. С. У.

Въ этомъ отдѣлѣ вниманію Съѣзда предлагаются и нормы коэффициента сопротивленія въ расчетахъ движенія воды (клише № 10). Авторъ взамѣнъ обычнаго термина коэфф. тренія—вводитъ коэфф. сопротивленія, такъ имъ оцѣнивается и уходъ за проводомъ, (важность и необходимость котораго видно напр. и изъ вышеприведенныхъ соображеній).

#### IV. Расчетъ каменной и жепъзо-бетонной кладки.

На таблицѣ № 28 приведены конструкціи резервуаровъ московскаго водопровода, выполненные за періодъ 1899 г. (1892 г.)—1909 г. (детали же на листахъ №№ 35, 36, 37, 38; расчетъ жепъзобетоннаго резервуара, конструкціи VIII, приведенъ на листѣ №).

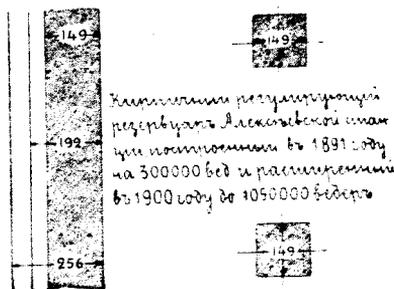
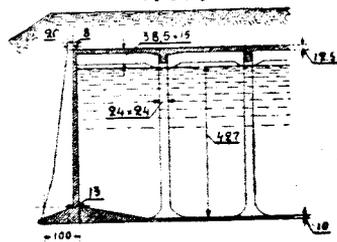
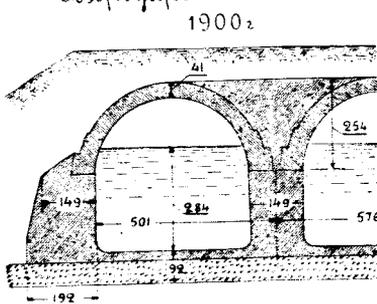
По своимъ размѣрамъ, числу, большой стоимости, разнообразію, а главное постепенности перехода къ болѣе совершеннымъ конструкціямъ—это единственный примѣръ въ русской (навѣрное и заграничной) строительной практикѣ.

Экономическій результатъ примѣненія расчета къ резервуарамъ виденъ изъ слѣдующихъ цифръ таблицы.

По подсчету стоимость 1 квадр. саж. дна, колоннъ и покрытій выражается слѣдующимъ соотношеніемъ, если послѣднюю конструкцію (1908—9 г.) принять за 1.

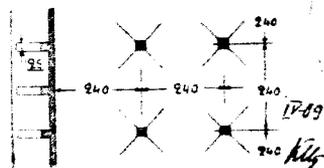
1908 г. (1909 г.)	1907	1907 г. (1902,3 г.)	1900 г. (1893 г.)
1	1,1	1,4	2,4

Резервуары Московскихъ Водопроводовъ.



Классическій резервуаръ Алексѣевскаго станціи построенъ въ 1891 году на 300000 ведъ и расширенъ въ 1900 году до 1050000 ведъ.

Жепъзобетонные резервуары на Воробьевыхъ сараяхъ построены одинъ въ 1908 г. и другой въ 1909 году.



Въ небольшой сравнительно періодъ удалось уменьшить стоимость сооружений въ 2, 4 раза, противъ первоначальной, примененной безъ достаточной разработки расчета и конструкции (болѣе подробно см. №№ 25, 26).

При общей площади резервуаровъ около 5 десятинъ стоимость ихъ при конструкціи 1900 г.—3 милл. рублей, а при конструкціи 1908 г.—1, 2 милл. рубл.

Отмѣчу, что одно изъ существенныхъ преимуществъ железобетонной кладки передъ простой каменной—заключается въ возможности применения расчета во всѣхъ частяхъ еооруженія и на всѣ дѣйствующія силы; каменная же кладка не рассчитывается напр. на сгибъ, а потому не можетъ быть рассчитано и дно кирпичнаго или бетоннаго резервуара.

Въ виду большого успѣха железобетона за послѣднее время и практическаго применения его въ широкихъ размѣрахъ на московскихъ водопроводахъ (а также и московскомъ трамваѣ), авторъ обработалъ рядъ таблицъ по этому новому отдѣлу техники, притомъ применительно къ рускимъ условіямъ выполнения и эксплуатаціи сооружений.

Такъ въ №№ 19, 202 и 203 — даны результаты испытанія самаго существеннаго въ дѣлѣ выполнения железобетонныхъ сооружений матеріала—бетона. За отсутствіемъ въ русской практикѣ прочно установленныхъ способовъ опѣнки бетона, идущаго на приготовленіе железобетона, какъ и отсутствіе въ русской литературѣ результатовъ испытаній—данныя табл. №№ 19, 202, и 203 должны представить извѣстный интересъ. Полученныя цифры указываютъ на желательность временнаго пониженія напряженій въ бетонѣ (сжатіе) до 25 kg/cm. и въ желѣзѣ (растяженіе) до 800 kg/cm. Они же указываютъ и на необходимость приготовления пробныхъ кубиковъ въ тѣхъ же условіяхъ, въ которыхъ ведется кладка, т. е. въ деревянныхъ формахъ, той же крѣпости, влажности, гладкости и пр. какъ опалубка, и на установленіе размѣра пробъ, толщины трамбованныхъ слоевъ, числа ударовъ, вѣса трамбовки и пр.

Въ табл. №№ 22, 23 даны способы (аналитическій и графическій) расчета наиболѣе часто встрѣчающихся железобетонныхъ конструкций—балокъ и плитъ. Въ №№ 20, 21, 34, 35 — конструкція, расчетъ и стоимость железобетонныхъ плоскихъ и сводчатыхъ покрытій съ опорами (7 вариантовъ).

Въ № 47 приведенъ детальный примѣръ расчета конструкцій железобетоннаго резервуара (VIII конструкція—1908—1909 г.). Послѣдній расчетъ интересенъ въ томъ отношеніи, что въ немъ входятъ потолочныя многоопорныя конструкція, стѣны (и контрформы), опоры, дно—т. е. почти весь составъ обычныхъ частныхъ конструкцій.

## V. Нормы отчетности и статистики городских водоснабжений (и канализаций).

Всякое правильно веденное хозяйство требует простого яснаго учета, изъ котораго бы было видно въ главнѣйшихъ чертахъ положеніе предпріятія.

Нѣмецкіе города напр. даютъ отчетные и статистическіе результаты всѣхъ своихъ техническихъ предпріятій въ статистическихъ ежегодникахъ. У насъ пока еще не выработаны нормы отчетности и статистики техническихъ общественныхъ предпріятій, а потому даже печатные отчеты давно, и прочно поставленныхъ предпріятій, не даютъ яснаго представленія о техническомъ и финансовомъ положеніи дѣла.

Въ таблицѣ № 29 авторъ разработалъ (въ видѣ матеріала) нормы для городскихъ водоснабженій. Въ виду малаго развитія правильно устроенной канализаціи въ русскихъ городахъ, а съ другой наличія въ той или другой формѣ водосточковъ въ большинствѣ изъ нихъ, въ таблицѣ введены и данныя о канализаціи, подразумѣвая подъ нею и несовершенное устройство т. е. не только водосточную сѣть, но и отдѣльныя водосточныя трубы.

Неразработанность этого важнаго вопроса видна изъ невозможной пока мелочности, запутанности, сложности тягостной работы по отчетности эксплуатаціи предпріятій и особенно оуществленія ихъ. Результаты же разработки всегда выражаются въ упрощеніи и крайнемъ облегченіи дѣла. Гдѣ простота, ясность и точность—только тамъ дѣло отвѣчаетъ предъявленнымъ къ нему требованіямъ.

Приведу примѣръ изъ сферы отчетности. Можно сказать на дняхъ мнѣ пришлось видѣть распоряженіе — учитывать расходъ мыла, стирки и изнашиванія полотенецъ, идущихъ на мытье в обтираніе рукъ служащихъ, при чемъ требовалась отчетность ежедневная съ раздѣленіемъ расходовъ на постройку и эксплуатацію. Работы же служащихъ по этимъ рубрикамъ велись нераздѣльно тѣмъ болѣе, что нѣкоторые изъ нихъ числились по эксплуатаціи и по постройкѣ.

Съ другой стороны иногда въ обширномъ отчетѣ предпріятія нѣтъ основной стоимости его. Она показана приблизительно напр. въ  $\frac{1}{3}$  отъ дѣйствительныхъ расходовъ, такъ какъ еще не могли попасть въ отчетъ крупныя суммы, затраченныя въ послѣднее десятилѣтіе. Словомъ мы въ отчетѣ о лѣсѣ учитываемъ пока листья, учитывать же деревья еще не приспособились.

Ненормально и то, что въ эксплуатаціи каждую копѣйку стараются учесть и точно зарегистрировать, а на постройку десятки, сотни тысячъ, а иногда и милліоны разрѣшаются (и будутъ разрѣшаться при отсутствіи подготовительныхъ работъ) по смѣтѣ въ нѣсколько страничекъ, кое-какъ слѣпно обоснованнымъ, что пред-

ставляетъ или полный просторъ или большую обузу руководителямъ постройки. Отчетность въ виду такихъ условій оканчивается составленіемъ черезъ 10—15 лѣтъ послѣ постройки\*).

Цифры отчетности не даютъ вѣрнаго представлѣнія о положенія дѣла. Напр. въ эксплуатаціи не оцѣниваются крупныя потери въ амортизаціи имущества, а потому балансъ часто получается въ цифрахъ значительно улучшеннымъ противъ дѣйствительнаго. Это является слѣдствиемъ ложнаго соображенія, что погашеніе капитала совпадаетъ съ погашеніемъ имущества: если капиталъ занять—на 50 лѣтъ, то въ эти 50 лѣтъ должно придти въ негодность и имущество. Но не только механическое оборудованіе, техническія постройки, но и главная стоимость трубопроводныхъ предпріятій—трубопроводы обезцѣниваются въ болѣе короткій срокъ. Дѣло въ томъ, что при необычайномъ ростѣ культуры, ростѣ населенныхъ центровъ, повышенія потребностей у населенія, принятія санитарныхъ мѣръ и пр. устройства очень быстро не удовлетворяютъ новымъ потребностямъ: трубопроводы приходится перестраивать, дополнять а слѣдовательно и обезцѣнивать (сѣтъ трубопроводовъ московскаго водопровода: 1892 г.—1,5 милл. ведеръ; 1898—3,5 милл. вед.; 1900 г. г... 14 милл. вед.; до 1904 года—пиганіе сѣти одностороннее, а послѣ двухстороннее).

Важнымъ обстоятельствомъ для сравненія положеній однородныхъ предпріятій, является запасъ въ производительности сооружений, на что въ составленныхъ нормахъ обращено большое вниманіе. Запасъ можетъ быть равенъ 0 (или даже сооруженіе можетъ работать форсированно), а можетъ быть и тройной. Въ первомъ случаѣ видна необходимость дальнѣйшаго раеширенія, во второмъ видно указаніе на убыточные дефекты, которые современемъ необходимо устранить.

## Заключеніе.

Настоящее положеніе русскаго общественнаго техническаго хозяйства крайне тяжелое, хотя бы и по однимъ финансовымъ результатамъ: народъ несетъ скудные средства и безсознательный трудъ только на то, чтобы дорогими процентами съ миллиардныхъ займовъ щедро оплачивать культурныя познанія неизмѣримо богатыхъ передъ нимъ сосѣдей.

Но какъ говорить русская пословица: нужда мучить—нужда и учить.

Кризисъ заставитъ глубже вникнуть въ сущность тѣхъ мѣръ, которыми должно быть обезпечено дальнѣйшее развитіе хозяйства.

\* Отсутствие опыта заставляло дѣлать веденіе хозяйства на постройку и эксплуатацію: при достиженіи развитой формы хозяйства раздѣленія быть не должно, чѣмъ въ значительной степени будетъ достигнута простота веденія дѣла.

Намъ представляется, что главнѣйшее, надежнѣйшее средство къ этому — примѣненіе научнаго метода, количественное качественное умаленіе котораго составляло основную черту недавняго прошлаго.

Отмѣтить нѣкоторыя задачи настоящаго времени на основаніи единичныхъ попытокъ къ ихъ разрѣшенію, какъ и практики передоваго техническаго хозяйства и было цѣлью настоящей работы.

Нужно надѣяться, что осуществится свобода науки въ практическомъ ея примѣненіи, что со стороны насъ рядовыхъ работниковъ школы, торговли, промышленности, общественнаго техническаго хозяйства будетъ затраченъ большой коллективный трудъ при сознательной борьбѣ за лучшее, что найдутся средства на самые производительные для настоящаго момента расхѣды, что дѣятельность школы объединится съ обслуживаемымъ ею хозяйствомъ, чѣмъ и будетъ достигнуть ростъ главнѣйшаго фактора культуры — техники.

К. Игнатовъ 1909 г.

**II отдѣлъ. Проектные и рабочіе чертежи по устройству трубопроводовъ Ц. 60 н.**

№ 30. Заказъ матеріала для водопроводной фабричной магистрали. 15 коп.

№ 31. Рабочіе чертежи по устройству части II-го 36" водовода: Рублевская станція - Воробьевы Горы. 15 коп.

№ 32. Рабочіе чертежи по устройству части II-го водовода: Рублевская станція - Воробьевы Горы. 15 коп.

№ 33. Проектные и исполнительные чертежи укладки уличной водопроводной трубы. 15 коп.

**III. отдѣлъ Детали и расчетъ трубопроводовъ. Ц. 75 коп.**

№ 40. Русскій нормальный сортаментъ чугуныхъ водопроводныхъ трубъ и фасонныхъ частей. D=40 мм.—1500 мм. 15 коп.

№ 42. Дюймовый сортаментъ. Раструбныя и фланцевыя соединенія трубъ и частей при разныхъ условияхъ работы трубопр. 15 коп.

№ 43. Дюйм. сортам. Фасонныя части и детали сѣти. 15 коп.

№ 46. Сортаментъ чугуныхъ трубъ на разныя внѣшнія и внутреннія давленія. 15 коп.

№ 29. Нормы отчетности и статистики городскихъ водоснабженій (и канализаций). 15 коп.

**IV отдѣлъ. Общія данныя по проектированію желѣзобетона. Ц. 1 р. 20 н.**

№ 19. Результаты испытанія матеріаловъ при постройкѣ желѣзобетонныхъ сооружений Московскаго водопровода въ 1906—1907 г. 15 коп.

№ 22. Таблица для приближенного, предварительнаго и повѣрочнаго расчета жел.-бет. плитъ и тавровыхъ балокъ. 15 коп.

№ 23. Таблица для предвар. и повѣр. расчета жел.-бет. тавров. балокъ, 15 коп.

№ 24. Нормы матеріаловъ для желѣзобетона. 15 коп.

№ 25. Докладъ XII Цементному Съѣзду въ Москвѣ „Изъ практики проект. жел.-бет. сооружений“ № 25 15 к. № 26 15 к.

№ 202. Результаты испытаній бетона на раздробленіе 15 коп.

№ 203. Рез. исн. бет. на раздробленіе 15 коп.

**V отдѣлъ. Примѣры расчета и конструцій желѣзобетонныхъ (и кирпичныхъ) сооружений. Ц. 1 р. 50 коп.**

№ 20. Конструкція, расчетъ и стоимость плоскаго желѣзобетоннаго покрытия (I и II вариан.) 10 коп.

№ 21. Констр. расч. и стоим. плоск. жел.-бет. покр. (III и IV вариан.) 10 коп.

№ 28. Общая конструкція резервуаровъ (кирпичи. и желѣзобет.) Московскаго Водопровода за періодъ 1899—1909 г. (8 констр.). 15 коп.

№ 34. Констр. расч. и стоим. сводчатаго жел.-бет. покрытия. (V вариантъ). 10 коп.

№ 35. Констр. расч. и стоим. сводч. жел.-бет. покрытия (VI вариантъ) 10 коп.

№ 36. Конструкція кладки регулир. кирпичныхъ резервуаровъ Московскаго Водопровода 15 коп.

№ 37. Констр. кладки фильтровъ Моск. Водонр. - кирпичи. и жел.-бет. 15 коп.

№ 38. Констр. кладки отстойниковъ Моск. Водонр. - кирпичи. и жел.-бетон. (1907 г.) 15 коп.

№ 39. Констр. кладки возвышенныхъ резерв. Моск. Водонр. кирп. и жел.-бет. 15 коп.

№ 41. Констр., расч. и стоим. плоск. желѣзо-бет. покрытия (VII вариантъ). 10 коп.

№ 44. Эскизы конструкцій вагонныхъ сараевъ трамвая: Москва, Цюрихъ. Цюрихъ-Зсебахъ, Люцернъ. 10 коп.

№ 45. Сравнительныя данныя о конструкціи и стоимости желѣзобетонныхъ покрытій (I—VII вар.). 15 коп.

*VI отдѣль. Работы общаго характера. Ц. 60 к. Листы (№№ 25, 26 и 29).*

Брошюра I. Докладъ IX Водопроводному Съезду. Еъ вопросу о „Надежности и наивыгоднѣйшей конструкціи инженерныхъ сооружений (водопроводныхъ и канализационныхъ“). 60 коп.

**По другой классификаціи.**

Резервуары №№ 28, 36, 37, 38, 39.	Расчетъ крѣпости трубопроводовъ № 46.
Расчетъ водопроводной сѣти № 27.	Отчетность и статистика техническихъ предприятий № 29.
Желѣзобетонныя покрытія и опоры №№ 20, 21, 34, 35, 41.	
Нормы трубопроводовъ... №№ 40, 42, 43.	

*Изданіе постепенно будетъ пополняться самыми новыми №№.*

Изданія отдѣльными листами и полностью высылаются на сумму не менѣе 1 руб. наложеннымъ платежомъ по извѣщеніи **ОТКРЫТЫМЪ ПИСЬМОМЪ:**  
Москва, Алексѣевская Водоканчка,  
**А. С. ИГНАТОВОЙ.**

Выписывающіе на сумму не менѣе 3 руб. за пересылку не платятъ.

Студенты и учащіеся въ техническихъ школахъ пользуются 20% скидкой.

При извѣщеніи просятъ отмѣчать нужна ли папка.

