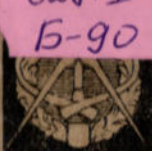


628.1  
Б-90

ИНЖЕНЕРНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ  
БИБЛИОТЕКА



БУДНИКОВ, А. Н., инж.

ВОДОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННЫЙ  
СПРАВОЧНИК.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.

Москва — 1928 г.

Будников, А. Н., инж. Водоводно-канализационный справочник.

- Анисимов, Н. И., инж. Плотины. Часть I. Вододержательные плотины. М. 1928 г. Изд. 2-е, дополн. 176 стр. 252 рис. Ц. 2 р. 50 к.
- Его же. Плотины вододержательные и водоподъемные. Часть II. Водоподъемные плотины. М. 1924 г. 176 стр. 12 рис. в тексте и 430 черт. в отдельн. атласе. Ц. 3 р.
- Его же. Производство работ по устройству плотин на реках. М. 1927 г. 128 стр. 128 рис. Ц. 1 р. 90 к.
- Берлов, Н. М., проф. Детали машин. Вып. II. Клепка балок и колонн. М. 1922 г. Изд. 4-е. 69 стр. 71 рис. Ц. 2 р. 50 к. Атлас на 15 табл. Ц. 1 р.
- Его же. Детали машин. Вып. III. Клепка и сварка резервуаров и котлов. Руководство по расчету и проектированию деталей машин. Для студентов ВТУЗ'ов, слушателей техникумов, техников, механиков и инженеров. Расчеты с пояснительными примерами и 20 таблицами конструктивных чертежей, исполненных в красках в отдельном атласе. М. 1928 г. Изд. 3-е, просм. и дополн. 80 стр. 83 рис. Ц. с атласом 3 р. 65 к., в папке 4 р. 05 к.

**ПОВЕРНІТЬ КНИЖКУ НЕ ПІЗНІШЕ**

**зазначеного тут терміну.**

	71249			

Опрацював бібліотечний колектор  
Держвидав РСФРР, Київ, вул. Во-  
ровського № 38.



- Будников, А. Н.**, инж. и **Бромлей, Е. Э.**, инж. Насосные станции городских и заводских водопроводов. Пособие при проектировании, расчете, постройке и оборудовании. М. 1927 г. 112 стр. 31 рис. и 3 схемы. Ц. 1 р 50 к.
- Вагнер, М.**, инж. Американская строительная промышленность. Пер. с нем. инж. С. И. Оршанского под ред. и с предисл. Н. Богданова. М. 1928 г. 56 стр. 39 рис. Ц. 75 к.
- Велихов, П. А.**, проф. Теория инженерных сооружений. Опыт слитного изложения основ сопротивления материалов и строительн. механики. Вып. I. М. 1924 г. 304 стр. 200 рис. Ц. 3 р. 35 к.
- Ветцель, И.**, инж. Разработка проекта по электрическому освещению. Пер. с франц. инж. С. Г. Розенбаума. М. 1926 г. 40 стр. 38 рис. Ц. 60 к.
- Воронин, Л. Н.**, инж. Рациональное устройство жилищ, поселков и городов. Пособие для инженеров, техников, студентов, работников коммунального хозяйства и жилтовариществ. М. 1926 г. 88 стр. 105 рис. Ц. 1 р. 20 к.
- Гайэ, И.**, инж. Литой бетон и его применение в строительстве. Пер. с нем. инж. С. Е. Фрида и С. М. Суриса. М. 1928 г. 172 стр. 149 рис. Ц. 2 р. 60 к.
- Галеркин, Б. Г.**, проф. К расчету безраскосных ферм и жестких рам. М. 1926 г. 24 стр. 29 рис. Ц. 45 к.
- Герольский, С. М.**, проф., гражд. инж. Гражданская архитектура. Конструкция отдельных частей зданий. Ч. I. М. 1926 г. 176 стр. 674 рис. Ц. 2 р. 70 к.
- Гинзберг, Отто.** Монтаж центрального отопления. Практич. руководство. Пер. с нем. и обработка инж. Ф. Ф. Фохт. М. 1928 г. 368 стр. 294 рис. и 8 табл. Ц. 1 р. 90 к., в папке 2 р. 30 к.
- Данжэ, Р.**, инж. Съемка городов и поселков. Пособие для межевых инженеров, землемеров, техников, технич. учебн. завед. и коммунальных хозяйств. Пер. с франц. под ред. проф. П. М. Орлова. С прилож. инструкций, законоположений и расценок по городским и поселковым съемкам в СССР. М. 1928 г. 224 стр. 73 рис. Ц. 3 р. 50 к.
- Дингмэн, Ч. Ф.**, арх. Современные методы ведения хозяйства и учета на строительных предприятиях. По данным американской практики. Перев. с английск. и в обработке инж. Н. Сорокина. М. 1926 г. 56 стр. Ц. 65 к.
- Жаксон, А.**, д-р инж. Современные деревянные конструкции в инженерных сооружениях. Под редакц. и в обработке проф. Н. К. Лактина. М. 1926 г. Изд. 2-е. 76 стр. 130 рис. Ц. 1 р. 20 к.
- Жуковский, Н. Е.**, проф. Теоретическая механика. Ч. I. Статика и графостатика. М. 1927 г. Изд. 9-е. 160 стр. 193 рис. Ц. 2 р. 25 к.
- Его же.** Теоретическая механика. Ч. II. Кинематика и динамика. М. 1927 г. Изд. 8-е. 176 стр. 159 рис. Ц. 2 р. 45 к.
- Его же.** Теоретическая механика. Ч. III. Дополнительные статьи. М. 1925 г. 41 стр. 49 рис. Ц. 60 к.
- Его же.** Теоретические основы воздухоплавания. Под ред. инж.-мех. В. П. Ветчинкина и Н. Г. Ченцова. М. 1925 г. Изд. 2-е. 306 стр. 354 рис. Ц. 4 р. 65 к.
- Зейферт, Франц**, инж. Термодинамика газов и паров. Пособие для инженеров и студентов. Под ред. проф. А. Л. Королькова, М. 1926 г. 72 стр. 26 рис. Ц. 1 р. 30 к.

- Его же. Конструкции и расчет паровых турбин. Руководство для технических школ и практиков. Пер. с нем. с дополнен. инж. Л. А. Боровича. М. 1926 г. 72 стр. 67 рис. Ц. 1 р. 10 к.
- Зейферт, Франц, инж. Конструкция и расчет двигателей внутреннего сгорания. Пер. инж.-техн. Н. И. Дунаевского. Под ред. и с дополн. проф. Н. Р. Брилинг. М. 1926 г. 88 стр. 94 рис. Ц. 1 р. 20 к.
- Его же. Руководство к производству испытания паровых машин, котлов, паровых турбин и двигателям внутреннего сгорания. Под ред. инж.-техн. Л. А. Боровича. М. 1926 г. 112 стр. 52 рис. Ц. 1 р. 50 к.
- Казанцев, А. П., инж. Справочная книга по отоплению и вентиляции. М. 1928 г. 594 стр. 202 рис. Ц. в папке 5 р. 90 к.
- Калленберг, О., инж. Домовые водопровод, канализация и газовые установки. Проектирование и расчеты. — Материалы, приборы и производство работ. — Технические условия, нормы, правила. — Стоимость и методы ее определения. Пер. с нем. под ред. и с дополн. инж. А. Н. Будникова. М. 1927 г. 232 стр. 264 рис. Ц. 3 р., в папке 3 р. 30 к.
- Канн, Ф., Давид, Л. и Перль, Г.; инж.-ры. Расчет железобетонных конструкций. Таблицы и примеры расчета. Пер. с нем. инж. С. М. Сурис. М. 1928 г. 160 стр. 59 рис. Ц. 1 р. 25 к., в папке 1 р. 55 к.
- Карг, Г. Р., инж. Промышленная вентиляция. Пневматический транспорт материалов. Новый практический метод расчета установок для отсасывания и транспортирования древесных отходов и пр. материалов, с таблицами, чертежами и многими примерами. Пер. с нем. под ред. инж. А. З. Могучего. М. 1927 г. 36 стр. 6 рис. Ц. 60 к.
- Кашкаров, Н. А., проф. Графические таблицы для расчета железобетонных сооружений. М. 1926 г. Изд. 2-е, дополн. 64 стр. 28 табл. 10 рис. Ц. 1 р.
- Кванц, Л., инж. Современные центробежные насосы. Конструкция, расчет, уход. Руководство для конструкторов, инженеров и студентов. Пер. с немецк. инж.-мех. С. М. Данцигер. М. 1927 г. 80 стр. 114 рис. Ц. 1 р. 25 к.
- Клейнгольц, А., инж. Формулы для расчета рамных конструкций. Перев. с нем. под ред. проф. Н. А. Кашкарова. М. 1928 г. Изд. 3-е. 208 стр. Ц. 1 р. 75 к.
- Его же. Составление смет на железобетонные сооружения с детально разработанными примерами из практики. Перев. и дополн. инж. Н. Н. Павлова. М. 1926 г. Изд. 2-е. 112 стр. 23 рис. Ц. 1 р. 70 к.
- Его же. Формулы для расчета сложных рам. Пер. с нем. под ред. проф. Н. А. Кашкарова. М. 1927 г. 324 стр. с рис. Ц. 3 р. 50 к.
- Козьмин, П. А., проф. Мукомольно-крупяное производство. Практическое и теоретическое руководство для крупчатн., техн. и инж. по мукомольно-крупян. произв. и постройке мельниц. М. 1926 г. Изд. 4-е. 469 стр. 571 рис. Ц. 5 р.
- Лахтин, Н. К., проф. и Кашкаров, Н. А., проф. Железобетон. Пособие в 3-х частях для студентов, инженеров и техников по проектированию и выполнению железобетонных сооружений. Ч. I. Общие сведения о железобетоне. Составные части железобетона. Механические свойства железобетона. Нормы и технические условия для железобетонных сооружений. Производство работ. М. 1927 г. Изд. 2-е, дополн. 160 стр. 135 рис. Ц. 2 р. 50 к.



Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

Б. Серия 3.

Инженерно-Промышленная Библиотека.

№ III—15.

БУДНИКОВ, А. Н., инж.

9

*Adt.*  
*48.*

628.1(058)

Б-90

ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННЫЙ  
СПРАВОЧНИК.

С ФИГУРАМИ В ТЕКСТЕ.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.

Москва — 1928 г.

628.1(058)+058

Без разрешения Гостехиздата  
перепечатка не допускается.





## Предисловие.

Вышедшие до сего времени из печати книги по водоснабжению и канализации на русском языке (а также и на иностранных языках), либо представляют собой курсы для студентов, дающие лишь общее понятие и далекие от практики, либо содержат довольно подробный материал по отдельным вопросам водоснабжения и канализации, кроме того, такие книги печатаются в одном — двух изданиях с промежутком в несколько лет и уже через 2—3 года требуют дополнений и исправлений, а потому не удовлетворяют читателя. Предпринятое Гостехиздатом издание «Водопрводно-канализационного Справочника» имеет свою цель: 1) дать материал современного значения, необходимый при проектировании, сооружении и эксплуатации водопроводно-канализационных сооружений; 2) дополнить русскую литературу сведениями, не появившимися еще в печати.

Этот Справочник, как и всякий другой, предполагает, что пользующийся им уже имеет известную научную или практическую подготовку, поэтому в нем нет излишних подробностей и чертежей, которые свойственны монографиям, и лишь темы, слабо или вовсе не освещенные в русской литературе, изложены полнее. В тех случаях, когда сложный вопрос не может быть охвачен в рамках Справочника, сделаны ссылки на соответствующую новую литературу, список коей помещен в конце каждой части Справочника и использован автором по мере возможности.

Слишком разносторонни и обширны вопросы санитарной техники, для того, чтобы их можно было осветить в Справочнике исчерпывающим образом, да еще в первом издании его, а потому составитель его охотно использует во 2-м издании все полезные или недостающие сведения, которые будут направлены ему специалистами по адресу издательства.

*А. Будников.*

## ЧАСТЬ I.

# Водопровод.

## Глава I. Основные положения для составления проектов водоснабжения.

Проект Постоянного Бюро В. В. и С. Т. Съездов, утвержденный XIV Съездом 1927 г. в Харькове.

### § 1. Основные данные, необходимые для составления проекта.

#### А. Статистические данные.

1. Общее население в настоящее время: постоянное и пребывающее лишь временно (на основании переписи населения).

Примечание. Для сельских местностей количество скота. 2. Прирост населения, обусловливаемый экономическим развитием данного места или иными причинами (до войны, во время войны и революции и позднее).

3. Распределение населения в пределах существующих границ населенного пункта (плотность).

Примечание. Для установления плотности достаточно принять 2—3 ее градации.

4. Характер застройки населенного пункта (каменная, деревянная и проч. с указанием этажности).

5. Данные о горимости.

6. Фабрики, заводы, бани, прачечные, скотобойни и другие промышленные заведения (расположение их по плану) с указанием для фабрик и заводов рода и количества выпускаемой продукции, а для бань, прачечных и скотобойн—их пропускной способности.

Количество воды, потребляемое промышленными заведениями в настоящее время.

Предполагаемое расширение промышленных заведений; какие из предприятий предполагается снабжать водю из водопровода.

7. Общее потребление воды населением в настоящее время и количество населения, пользующегося водю:

а) из существующего водопровода,

б) из артезианских скважин,

в) из копанных колодцев,

г) непосредственно из открытых водоемов.



8. Стоимость воды в настоящее время.
9. Данные о населении и промышленности окрестностей, могущих впоследствии войти в общий план водоснабжения.

### Б. Данные санитарного обследования.

1. Данные о санитарном обследовании населенного пункта и окружающих селений.
2. Данные о заболеваемости и смертности населения от водных инфекций с выделением особо неблагоприятных районов.
3. Данные о химическом и бактериологическом, а в случае особых показаний и биологическом обследовании, существующих источников водоснабжения с желательным указанием их дебета.

### В. Геологические данные.

1. Данные о характере грунтов и расположении грунтовых вод и пьезунов на местах предполагаемого расположения основных сооружений.
2. Данные о глубине промерзания почвы, а для северных широт о глубине залегания вечной мерзлоты и глубине оттаивания.

### Г. Топографические данные.

1. Общий план населенного места с окрестностями в масштабе не менее 1:25000 с указанием направления роста заселяемой площади и будущих границ его к концу расчетного периода.

2. Нивелирный <sup>1)</sup> план населенного пункта в масштабе не менее 1:10000 с горизонталями через 2 м для мест с небольшим рельефом и до 5 м для местностей, имеющих значительный рельеф.

С нанесением на него:

а) строительных кварталов как существующих, так и проектируемых при расширении площади,

б) расположения фабрик, заводов, бань прачечных, скотобоен и проч. промышленных предприятий, с указанием мест спуска сточных вод,

в) расположения общественных (центральных) артезианских и иных колодцев,

г) существующих водопроводных устройств: водопроводной сети с указанием диаметров труб и главнейших водопроводных сооружений.

3. Те же топографические данные и для окрестных селений, если таковые войдут в общий план водоснабжения.

4. План местностей, где расположены в настоящее время или предполагается расположить по проекту водосборы, очистную и насосные станции, регулирующие и иные резервуары в масштабе не менее 1:1000 с горизонталями через 0,5—1 м.

<sup>1)</sup> В крайнем случае, если нивелирного плана не имеется, то можно ограничиться несколькими нивелирными ходами по наиболее характерным точкам селения (в центре и на периферии).

5. План и профили трассы водопроводов в масштабе не менее 1:5000 для плана.

6. План местности в границах установленной охранной зоны в масштабе не менее 1:25000.

7. Для составления проекта водоснабжения крайне желательным является иметь проект предполагаемой перепланировки населенного пункта.

#### Д. Данные для составления финансового плана.

1. Учет специальных средств, которые могут быть получены на предполагаемое строительство по годам.

2. Учет средств из местного бюджета по годам.

3. Условия займа и срок погашения его.

#### Е. Данные, относящиеся к существующему водопроводу.

Имеющиеся материалы по существующему водопроводу:

а) по изысканию источников водоснабжения.

б) по постройке и эксплуатации водопровода.

#### Ж. Изыскание источников водоснабжения.

##### а) Подземные источники.

1. Геологические (гидрологические), топографические и метеорологические обследования района расположения, намечаемых к использованию подземных источников водоснабжения.

2. Химико-бактериологические обследования подземных вод по существующим наиболее характерным колодцам.

3. Пробные откачки из существующих колодцев, а в необходимых случаях и разведочное бурение для определения возможности получения требуемого количества воды.

4. Санитарное обследование района расположения источников и установление границ охранной зоны.

##### б) Поверхностные воды (реки, озера, пруды и пр.).

1. Топографические, гидротехнические и метеорологические обследования бассейнов водоема.

2. Изучение режима водоема в разное время года: расход, колебания уровня, уровень ледохода, особенности ледостава, характер направления струй, подмывов берегов и отложений.

3. Химическое, бактериологическое и биологическое обследование водоема и его притоков в пределах возможного его загрязнения.

4. Санитарное обследование заселенных берегов водоема в пределах возможного загрязнения места водоприема.

5. Установление границ охранной зоны.



## § 21. Состав проекта.

### А. Основные положения для составления проекта.

(Представляются на утверждение до составления эскизного проекта).

1. Население и прирост его к концу расчетного периода.
2. Плотность населения.
3. Расчетный расход воды:
  - а) хозяйственный,
  - б) противопожарный,
  - в) коэффициент неравномерности расхода.
4. Напор в сети.
5. Источник водоснабжения.
6. Система водоснабжения.
7. Система очистки и стерилизации воды, если таковая требуется.
8. Расчетный период сооружений.
9. Расчетная формула для определения потерь напора в сети.

### Б. Эскизный (предварительный) проект.

Предварительный проект составляется эскизно в масштабе и настолько подробно, чтобы запроектированные сооружения были ясно выражены и указаны основные размеры, для возможности дать заключение о целесообразности проектируемых сооружений, и составить сметные соображения на устройство.

(Этот проект составляется для утверждения и получения кредита).

В состав эскизного проекта должно входить:

1. Схема водоснабжения, включая сюда схему очистки и стерилизации воды, если таковая потребуется.
2. Общий план расположения водопроводных устройств, состоящий из:
  - а) схематического плана главных водоводов магистралей и распределительной сети труб, с указанием их диаметров,
  - б) расположения водосборных сооружений, станций для подъема и нагнетания воды, очистных сооружений, если таковые входят в состав проекта, напорных, запасных и других водохранилищ.
3. Эскизы водопроводных сооружений (насосных станций, очистительных сооружений, напорных и запасных резервуаров, с указанием основных размеров).
4. Расчет водопроводной сети, насосных станций и размеров очистных сооружений.
5. Сметные соображения на устройство водоснабжения с разделением на очереди постройки.
6. Пояснительная записка к проекту.
7. Финансовый план устройства и эксплуатации водопровода с разделением на очереди постройки.

## В. Строительный (детальный) проект.

Строительный детальный проект составляется после утверждения эскизного проекта по намеченным очередям исполнения.

Разработка проекта должна производиться настолько подробно, чтобы запроектированные сооружения давали полное представление о конструкции принятой в проекте и позволяли бы составить как предварительную смету, так и рабочие чертежи, необходимы для производства работ.

**Примечание.** Рабочие чертежи в состав проекта не входят.

В состав детального проекта должны войти:

1. Детальное изображение на общем плане водоприемников, водоводов, водопроводной сети, очистных сооружений, насосных станций, разного рода водохранилищ и прочих сооружений, относящихся к устройству водопровода, с разбивкой на очереди исполнения.

2. Детальный план водоводов, магистралей и распределительной сети труб с указанием диаметра трубопроводов и расположения колодцев пожарных гидрантов, задвижек, вантузов и прочих деталей оборудования сети.

3. Детальный проект водосборных сооружений в масштабе не менее 1:50 н. в.

4. Проекты насосных станций I и II подъемов (если последний требуется) в масштабе не менее 1:100.

5. Проект очистных сооружений (если таковые требуются) в масштабе не менее 1:50.

6. Проекты переходов через реки, овраги и проч.

7. Проекты типовых колодцев для установки задвижек, гидрантов и для устройства домовых ответвлений.

8. Проект типовых домовых ответвлений.

9. Проект водоразборных будок в масштабе 1:50.

10. Проекты подземных или надземных резервуаров для хранения воды в масштабе не менее 1:100.

11. Подробная пояснительная записка с расчетом принятых размеров сооружений и оборудования.

12. Смета на устройство водопровода с разделением на очереди постройки.

13. Подробный финансовый и технический план устройства и эксплуатации водопровода. Подсчет себестоимости единицы объема как для первых годов эксплуатации, так и последующих лет.

## § 3. Расчетные данные для составления проекта.

### А. Нормы расхода воды.

1. Население, плотность его по районам и прирост населения, согласно материалов общих статистических данных.

2. Нормы потребления воды:

а) При расчете на полное водоснабжение принимаются хозяйственные нужды на 1 человека в сутки:

	Центр	Окраины
при канализованном населенном пункте . . . . .	60—80 л	25—30 л
при неканализованном населенном пункте . . . . .	30—35 л	20—25 л.

б) При устройстве сооружений и сети первой очереди канализованных населенных пунктов, последние поверяются на пониженные нормы:

	Для центра	Для окраины
т.-е. для канализованных населенных пунктов, принимать . . .	40—60 л	20—25 л.

в) Расход воды на промышленные нужды, на бани, прачечные и скотобойни определяется особо по действительной потребности.

Примечание:

для бань . . . . .	80 л и выше на 1 посетителя.
„ прачечных . . . . .	30 „ „ „ „ 1 кв белья.
„ скотобоев . . . . .	100 „ „ „ „ 1 голову мелкого скота.
„ „ . . . . .	300 „ „ „ „ 1 „ крупного „

г) Если предусматривается поливка, то расход на нее устанавливается, сообразуясь с климатическими условиями местности <sup>1)</sup>.

3. Коэффициенты неравномерности расхода принимаются:

а) Для канализованных населенных пунктов:

максимальный суточный (по отношению к среднему суточному годовому) . . . . .	1,15—1,25
максимальный часовой (по отношению к среднему часовому максимального суточного расхода) . . . . .	1,30—1,40

б) Для неканализованных:

максимальный суточный . . . . .	1,25—1,50
„ часовой . . . . .	1,50—1,80

4. Пожарный расход.

а) Число одновременных пожаров принимается не более двух.

б) Расчет сети на пожарный расход ведется для крупных и средних городов при максимальном часовом расходе, для малых городов и поселков при  $1\frac{1}{2}$ —2 среднем часовом расходе, а для сельских местностей при  $1\frac{1}{2}$  среднем часовом.

в) Расход воды на один пожар должен назначаться, сообразуясь, прежде всего, с характером застройки населенного пункта (деревянная, каменная и пр., густая с подлежащими разрывами и садами и т. д.) и этажностью застройки.

При назначении пожарного количества воды может служить для руководства нижеследующая таблица, указывающая расход воды в зависимости от размеров города.

<sup>1)</sup> См. таблицу № 2.



Таблица 1.

Род населения пункта	Расход в л/мин на один пожар.
1. Весьма большие города с населением 350 000—500 000 жителей . . . . .	2 400 — 900
2. Большие города с населением 200 000 — 350 000 жителей . . . . .	1 800 — 900
3. Большие города с населением 75 000 — 200 000 жителей . . . . .	1 500 — 600
4. Средние города с населением 25 000 — 75 000 жителей . . . . .	900 — 600
5. Малые города и селения с числом жителей — 10 000 — 25 000 . . . . .	600 — 300
6. Селения с числом жителей менее 10 000 .	300

Примечание. В основание этой таблицы положена, как расчетная единица, струя в 300 л. в минуту, которая в случае необходимости можно делиться на две части.

а) Пожарный расход для промышленных предприятий учитывается особо.

б) При устройстве первой очереди и по местным условиям могут быть допущены пониженные нормы.

#### 5. Напор в сети:

а) При хозяйственно-противопожарном водопроводе низкого давления, требующего для тушения пожара применения подвижных насосов, напор в сети должен обеспечивать пользование санитарными приборами, установленными в верхних этажах зданий, но во всяком случае, напор не должен быть менее 10 м на уровне поверхности земли.

б) При хозяйственно-противопожарном водопроводе высокого давления с установкой стационарных насосов, повышающих давление в сети при выключенных регулирующих резервуарах, свободный напор в сети должен быть не менее 25 м для тушения 2-х этажных зданий и не менее 40 м для тушения 4-х этажных зданий.

в) Расстояние между гидрантами 80—120 м.

#### 6. Формулы для расчета водопроводных сетей.

При расчете водопроводных сетей возможно пользоваться формулами:

1) Дарси с коэффициентом 1,5 для диаметра труб в пределах от 100 до 500 мм;

2) Куттера с коэффициентом 0,25;

3) Маннинга с коэффициентом 0,012 (наиболее точная);

4) Фламманна; 5) Горбачева; 6) Базена; 7) Линдлея и других.

7. Расчетный период, на который устраивается водопровод.

Расчетный период принимается 15—25 лет, сообразуясь с размерами населенного пункта, где устраивается водопровод, и условиями кредитования.

## § 4. Расходы воды.

Для проектирования и выполнения водопроводной установки необходимо первым делом установить предполагаемую потребность в воде (предусматривая также увеличение этой потребности в будущем). Практика дает следующие средние цифры, на которых можно базироваться при расчете.

### Таблица 2. Расход воды.

#### А. Для частного пользования.

1. Расход воды в жилых домах на одного человека в день:	
а) для питья, варки, чистки и т. п. . . . . .	20—30 л
б) для стирки белья . . . . .	10—15 „
2. Промывка Kloзета, разовая . . . . .	8—15 „
3. Промывка писсуаров:	
а) с перерывами, в час на 1 писсуар . . . . .	30 „
б) при беспрерывной промывке водой, на каждый погонный метр смывочной трубы (длинных писсуаров), в час . . . . .	200 „
4. Расход на купанье:	
а) на одну ванну . . . . .	350 „
б) „ „ сидячую ванну . . . . .	30 „
в) на один душ, сетчатый или струйный . . . . .	40—80 „
5. Поливка садов в сухую погоду: на разовую поливку 1 м <sup>2</sup> площади . . . . .	1,5 „
6. Поливка двора, тоже на 1 м <sup>2</sup> . . . . .	1,5 „
7. Поливка дорог для пешеходного движения на 1 м <sup>2</sup> . . . . .	1,5 „
8. Расход на одну лошадь в день, водоной и чистку, не считая чистки конюшни . . . . .	50 „
9. Расход на одну голову скота в день, водоной и чистку, не считая чистки хлева:	
а) крупный скот . . . . .	40 „
б) мелкий скот (теленки - 8 л, овца - 8 л, свинья - 13 л) . . . . .	10 „
10. Экнаж для перевозки людей, расход на чистку в день . . . . .	200 „

#### Б. Школы, общежития и другие общественные и публичные здания.

1. Школы, расход на одного ученика в день, не считая аппаратов-пульверизаторов для увлажнения воздуха . . . . .	2 л
2. Казармы:	
а) расход на 1 человека в день . . . . .	35—40 „
б) „ „ 1 лошадь „ „ . . . . .	50 „

3. Больницы, дома призрения, тюрьмы, расход на одного человека в день . . . . .	250—650 л
4. Гостиницы, расход на 1 человека в день . . . . .	100 л
5. Бани:	
а) ванна и душ на 1 человека . . . . .	500 л
б) расход на 1 ванну, с промывкой и чисткой в час . . . . .	500—600 л
в) расход на один душ над ванной в час . . . . .	70—100 л
г) расход в общественных банях в час . . . . .	350—400 л
д) бассейны для плавания: подача свежей воды ежедневно на каждый м <sup>2</sup> около . . . . .	2,5 м <sup>3</sup>
6. Прачечные, расход на 1 кг белья . . . . .	40—60 л
7. Бойни, расход на 1 голову скота . . . . .	300—400 л
8. Крытые рынки, расход на 1 м <sup>2</sup> застройки в базарный день . . . . .	5 л

### В. Санитарные, противопожарные и прочие устройства.

1. Поливка улиц, расход на 1 м <sup>2</sup> площади . . . . .	1—15 л
2. Водоразборные краны (уличные) для общественного пользования с постоянным пропуском воды, на 1 кран в день . . . . .	3 000 л
3. Общественные писсуары . . . . .	60—200 л
4. Фонтаны в общественных местах, на каждый фонтан . . . . .	1—350 л
5. Гидранты, в зависимости от диаметра прохода и давления . . . . .	5—10 л
6. Для тушения пожаров, в минуту . . . . .	300—600 л

### Г. Промышленные предприятия.

1. Пивоваренные заводы, расход на 1 гектолитр сваренного пива, не считая льда . . . . .	500 л
2. Охлаждающая вода для газовых двигателей, расход на 1 м <sup>3</sup> газа . . . . .	40—60 л

В среднем требуется: в больших городах 100—150 л на одного человека в день, в деревнях — 40—60 л на одного человека и на одну голову скота в день. Средний благоустроенный европейский город с населением 130 000 человек расходует в летнее время до 35 000 м<sup>3</sup> ежедневно, зимою только около 24 000 м<sup>3</sup>. При сплавной системе канализации расход, разумеется, значительно выше.

### Д. Прирост населения.

Водопровод рассчитывается на 15—25 лет на то количество жителей, которое будет к этому времени. Определяется будущее население по ежегодному приросту населения, подсчет ведется по формуле сложных процентов:

$$S = P \left( 1 + \frac{p}{100} \right)^n,$$



где  $p$  — ежегодный прирост в % %,   
 $n$  — число лет, на которое рассчитывается водопровод,   
 $P$  — существующее население,   
 $S$  — будущее население через  $n$  лет.

Входящее в формулу  $p$  колеблется в широких пределах, от 0,35 до 11,5%. В довоенное время прирост был от 0,55 до 1,52, теперь он больше и должен устанавливаться для каждого города отдельно, согласно статистическим данным. Статистика может дать значительные отклонения от наблюдаемой средней цифры в 2,5%. Обследование же промышленных предприятий даст данные для назначения расхода воды на душу населения.

## Глава II. Водопроводы СССР на 1927 г.

Сведения о состоянии водопроводов, их устройства и эксплуатации были опубликованы отдельными выпусками в 1911 г. Постоянным Бюро Русских Водопроводных Съездов в обработке инж. Ф. А. Данилова на основании анкет 1910 г. под заглавием: „Водопроводы русских городов“. В 1913 г. такое же, но более полное описание устройства и эксплуатации русских водопроводов выпущено II. Бюро вторично. Эти данные несколько устарели для настоящего времени, а потому Народный Комиссариат Внутренних Дел РСФСР опубликовал отдельной книжкой данные анкет 1925 г. о городских водопроводах, разработанные Статистическим Отделом НКВД совместно с Отделом Коммунальных Предприятий ГУКХ'а НКВД и Постоянным Бюро Всесоюзных Водопроводных и Санитарно-Технических Съездов. Этот выпуск (издательства НКВД, Москва, 1927 г.), содержит:

1. Общие сведения о городе, 2) источники водоснабжения, 3) обработку воды, 4) водоподъемные станции, 5) водоводы, 6) городскую сеть и домовые присоединения, 7) вспомогательные сооружения, 8) состояние водопровода и оценку его, 9) постановку технической эксплуатации водопровода, 10) управление водопроводов.

Водопроводы распределяются следующим образом.

Городских водопроводов в РСФСР . . . . .	213 шт.
Не городск. „ „ РСФСР . . . . .	24 „
Городских „ „ ССР Белоруссии . . . . .	6 „
Городских „ „ ССР Украины . . . . .	39 „
Не городск. „ „ ССР Украины . . . . .	3 „
Городских „ „ СФСР Закавказья . . . . .	18 „
Городских „ „ ССР Туркмении . . . . .	3 „
Городских „ „ СССР Узбекии . . . . .	1 „

Итого . . . 307 водопроводов

на все количество городов СССР около 900.

Из 307 водопроводов около 60 пользуются водой рек и озер, а остальные водами родников, артезианских, грунтовых и др. колодцев. Только

на 54 водопроводах производится очистка воды в большинстве случаев на американских фильтрах, реже на английских.

Из 307 водопроводов 300 устроено до 1917 г. и 7 после 1917 г. по 1925 г. Звыше 20 водопроводов выстроено и начато постройкой в последние годы, они не вошли в анкету С. Отд. НКВД.

Старейшими водопроводами являются Оренбургский (1837 г.) Нижегородский (1846 г.), Ленинградский (1868 г.).

### Список вновь построенных, расширяющихся и строящихся водопроводов в СССР. (Более крупные в 1927 г.).

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Ново-Сибирск.                 | 10. Грозный (Грознефть).        |
| 2. Самара.                       | 11. Шахты (близ Новочеркасска). |
| 3. Оренбург.                     | 12. Симферополь.                |
| 4. Сталинград (б. Царицын).      | 13. Курск.                      |
| 5. Ростов на Дону.               | 14. Сочи.                       |
| 6. Новороссийск.                 | 15. Керчь.                      |
| 7. Свердловск (б. Екатеринбург). | 16. Ейск.                       |
| 8. Тверь.                        | 17. Троицк.                     |
| 9. Ставрополь Кавказский.        | 18. Череповец.                  |
|                                  | 19. Махач-Кала (Кавказ).        |

## Глава III. Свойства и происхождение воды.

Город может снабжаться водой различных источников в зависимости от местных условий, однако в последние годы обнаружилось явное стремление к использованию грунтовых и артезианских вод, как более безопасных в бактериологическом отношении и, если их не хватает, то тогда уже переходят к поверхностным водам.

Берлин брал сначала воду из р. Шпре, затем, вследствие крайнего загрязнения воды, а также недостатка ее, перешел на озерную воду, беря ее из озер Тегель-зее и Мюгель-зее. После того, как на берегах этих озер образовались дачные поселки, город целиком перешел на грунтовое водоснабжение; единственным недостатком этой воды оказалось значительное содержание железа, которое приходится удалять аэрацией. Вода озерная берется лишь в исключительно засушливые годы в добавок к грунтовой, то-есть считается резервной водой.

Бремен, пользуясь речной водой, предпринял большие и дорогие работы по изысканию, помощью буровых скважин, грунтовой воды, но неизменно получал соленую воду непригодную для питья, не смотря на то, что расположен почти в 100 км от моря.

Гамбург, хотя и расположен от моря на почти таком же расстоянии, получает пресную грунтовую воду, но не в достаточном количестве, некоторые скважины дали газ, метан, который эксплуатируется для промышленных целей.

Рига перешла от озерного к грунтовому водоснабжению, улавливая, как и Берлин, подземные потоки, направляющиеся сквозь песок к берегам озера Эгаль и Белых озер.



Самара пользуется грунтовой водой, правда слишком жесткой, однако бактериологически чистой, переходит к речной воде как более мягкой в силу необходимости.

Киев пользуется преимущественно артезианской водой, отказавшись от днепровской.

Москва обижена подземными водами, все же пользуется жесткой мытищенской грунтовой водой; проектируется сделать в 1928 году несколько артезианских скважин.

Имеющиеся в нашем распоряжении средства и способы очистки поверхностных вод, хотя и хорошо, но не дают безупречной воды и вода ключевая, грунтовая или артезианская всегда предпочтительны перед поверхностной водой, хотя бы и хорошо очищенной.

## § 5. Качество воды для питья.

Хорошая естественная вода должна содержать (по Тиману и Гертеру) в одном литре не более:

1. Плотного остатка . . . . .	500 мг
2. Оксиды кальция и магния (Ca и Mg) . . . . .	180—200 мг
3. Хлора (Cl) . . . . .	20—30 мг
4. Хлористого натрия (NaCl) . . . . .	35—50 мг
5. Серной кислоты (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	80—100 мг
6. Азотной кислоты (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	5—15 мг
7. Аммиака . . . . .	следы
8. Азотистой кислоты . . . . .	следы
9. Органических веществ не более, чем это соответствует расходу на их:	
окисление марганцевого калия . . . . .	10 мг
»    кислорода . . . . .	2—2,5 мг

В органических веществах должно быть:

10. Органического угля не более . . . . .	5 мг
11. Альбуминоидного аммиака . . . . .	0,2 мг
12. Железа не должно быть более . . . . .	1,0 мг

Эти нормы нельзя считать абсолютными и в отдельных случаях возможны значительные отступления.

## § 6. Вода для промышленных целей.

Общие требования: вода не должна содержать взвешенных веществ и должна отличаться полной прозрачностью, бесцветностью и отсутствием запаха. Большинство производств требуют мягкой воды, без железа и органических веществ.

1. Сахарное производство. Требуется прозрачная и бесцветная вода, полное отсутствие в воде растительных веществ, гниение кото-

рых могло бы вызывать разложение в диффузорах. Вода должна быть без солей, они затрудняют варку и кристаллизацию и увеличивают зольность фабриката. Зольность при исследовании продукта на содержание сахара вычитается в пятикратном размере из показаний палогриметра, поэтому ее должно быть возможно меньше.

2. Пивоваренное производство. Оно требует прозрачной воды без запаха и, по возможности, бесцветной, не загрязненной ядовитыми минеральными солями и органическими, могущими загнивать, веществами, словом, вода для пива должна быть по качеству такая же, как и для пштыя.

Светлые сорта пива требуют мягкой воды (Пильзенское пиво) или же жесткой воды с преобладанием содержания в них гипса (Дортмундское пиво). Для светлых сортов пива непригодна вода, богатая бикарбонатами, наоборот, темные сорта требуют воды, в которых углекислые соединения преобладают, чем и объясняется темный цвет пива в Мюнхене.

Вода с большим содержанием гипса понижает коэффициент использования солода и не годна для производства нежных и сладких сортов темного пива, так как она сообщает им жестковатый вкус. Вода, богатая содержанием бикарбонатов щелочно-земельных металлов, препятствует засахариванию солода и сильно уменьшает прочность пива, быстро портящегося. Кипячением или прибавлением кислоты эти недостатки устраняются.

3. Винокурение. Требование к воде то же, что и прежде. Вода, содержащая в больших количествах бикарбонатную жесткость, кроме того, мало пригодна в качестве охлаждающей воды в холодильниках, так как образующаяся накипь ухудшает теплопередачу.

Вредно также для производства дрожжей присутствие в воде хлористого кальция и хлористого магния—они должны быть по возможности удалены из нее.

Вода, служащая для растворения сахара и для разбавления спирта, должна быть мягкой, иначе спирт выделяет из нее гипс, жидкость получается мутной и она опалесцирует, осветляясь медленно.

4. Крахмальное производство. Кроме общих физических свойств, как-то: прозрачности, бесцветности, вода должна быть свободна от различных возбудителей брожения, дрожжевания и споровых грибов. Первые препятствуют осаждению крахмала, а вторые способствуют образованию органических кислот, сообщающих крахмалу неприятный, гнилостный запах или запах масляной кислоты. Наконец в воде не должно быть аммиака, азотистой кислоты, много извести и магнезии.

5. Писчебумажное производство. Содержание железа вредно. Оно дает пятна на бумаге. Загнивающие органические вещества в воде могут при случае повлечь за собой образование грибов. Известь и магнезия разлагают смоляное мыло.

6. Шелкоткацкие и шелкокраильные фабрики требуют мягкой воды, известь затрудняет крашение, она не поддается полному удалению даже при кипячении в воде сырья с целью крашения. Поэтому при светлом крашении всегда предпочитается шелковая пряжа, изготовленная на мягкой воде.



7. Шерстемойни нуждаются в мягкой воде, иначе образующееся известковое и магниевое мыло, отлагаясь в волокнах, затрудняет дальнейшую обработку шерсти, особенно при крашении. При мытье жесткой водой, выделяются с мылом обильные жирные осадки, шерсть при сушке терит свою мягкость и нередко плохо пахнет, кроме того, расходуется больше мыла. Один немецкий градус жесткости обуславливает потерю 120 мг хорошего ядрового мыла; один литр воды в 25 нем. гр. жесткости влечет за собой потерю мыла весом в 3 г, при 1 м<sup>3</sup> такой воды теряется 3 кг мыла.

8. Кожевенное производство требует для вымачивания сырых кож мягкой воды, она сообщает коже тонкость и эластичность, а потому легче очищается от жиров и прочих загрязнений. Жесткая вода требует большего расхода сернистого натрия. Вредна вода, содержащая гниющие загрязнения и организмы, особенно сточная вода крахмальных заводов. При жесткой воде расход дубильных материалов увеличивается и их использование ухудшается. Содержащая хлор кожа удерживает больше воды, остается мягкой и непрочной, вот почему надо избегать воды с большим содержанием хлоридов.

9. Котельное хозяйство. Применение жесткой воды дает на стенках или трубах нарастание накипи, вследствие перегрева трубы прогибаются, образуются отдулины, деформация нарушает плотность в местах завальцовки труб и котел выходит на время из строя. Экономайзер также засоряется, портится и арматура котла.

Недостатки жесткой воды стали особенно вредны за последние годы, в связи с переходом к водотрубным котлам очень высокого давления (32—40 ат) и при очень больших форсировках поверхности нагрева, достигаемой применением топок с вентиляторным дутьем, горячего воздуха и пылевидного топлива. Перерасход топлива повышается, в зависимости от толщины накипи:

при толщине слоя в	1,5 мм	на	15%	и более
"	"	"	6,0 мм	" 60% "
"	"	"	12,0 мм	" 150% "

10. Охлаждение водой. Для целей охлаждения машин с конденсацией пара холодильниками, а также для охлаждения перегонных аппаратов винокурных, нефтеперегонных и др. заводов не играет роли качество воды в бактериологическом отношении, но необходимо иметь воду прозрачную, без мути, с целью предохранить трубы от осадков и накипи, понижающих эффект охлаждения и уменьшающих выход конденсата. Поэтому предпочтительнее вода мягкая и осветленная, без фильтрации, но с отстоем и с применением коагуляции, если для одного отстоя без коагуляции нужны слишком большие бассейны. Важное значение имеет, по возможности, низкая температура воды, при которой улучшается качество конденсата и увеличивается выход его, поэтому следует применять преимущественно ключевую, грунтовую или артезианскую воду, так как речная летом слишком нагревается и разница между обеими водами, речной и подземной, доходит до 15—25° Ц.

## § 7. Умягчение воды.

Оно производится пропусканием воды через слой цеолитового песка, но так как последний содержит много примесей, то обычно применяют искусственный цеолит, называемый пермутитом. Последний изготовляется по способу д-ра Р. Ганса и содержит щелочные и щелочно-земельные металлы, связанные, главным образом, с глиноземом и легко вступающие в обменное разложение.

Зерна пермутитного песка не должны быть меньше 0,5 мм, ради уменьшения сопротивления проходу воды, скорость которой допускается от 2 до 10 м в час, в среднем 3—4 м, в зависимости от жесткости воды.

Обменная способность пермутита  $O$  определяется отношением веса поглощенной им окиси кальция к весу всего пермутита

$$O = \frac{\text{вес CaO, поглощенный пермутитом} \times 100}{\text{вес всего пермутита}},$$

она колеблется от 1,8% до 2%. Для поглощения магния требуется в 2,8 раза больше пермутита, чем для поглощения того же количества извести; чем больше в воде магниевых соединений, тем медленнее она пропускается через пермутитовый фильтр.

Пермутит позволяет умягчить воду до 1 нем. гр. жесткости, при этом в воде не должно быть ни железа, ни марганца, в случае их наличия требуется специальная установка для предварительного их удаления из воды, что обходится слишком дорого.

Если вода содержит свободную углекислоту, то надо сперва пропустить ее через префильтр из мрамора.

Двоенная цена пермутитового песка была 1 руб. 25 коп. за кг. При обменной способности в 1,8% для полного (до 0°) смягчения 100 ведер воды в 20 нем. гр. надо 16 кг пермутита, который восстанавливается в своей способности умягчать воду путем регенерации, заключающейся в пропуске через пермутит раствора поваренной соли.

Недостаток этого способа умягчения—образование в присутствии двууглекислых солей кальция и магния, обычных спутников жесткой воды, значительного количества соды.

Сода разлагается в паровом котле на едкий натр и углекислоту, последняя уходит с паром, а едкий натр разъедает железо котла.

Другой способ умягчения воды — известково-содовый.

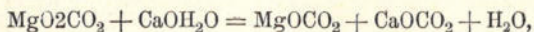
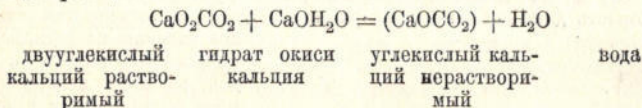
Известь для очистки воды употребляется в виде известкового молока, так как находящаяся в продаже негашеная известь заключает в себе от 60% до 90% чистой извести, вследствие чего в каждом отдельном случае необходимо было бы определить количество прибавляемой к воде негашеной извести, что крайне неудобно. Употребляя же известковое молоко, избегают этого неудобства, так как количество находящейся в нем извести постоянно.

Зная, что насыщенный раствор известкового молока, т.е. раствор наибольшего количества извести, могущего раствориться в данном объеме воды, заключает в одном литре 1,25 г извести и, употребляя всегда насыщенный раствор известкового молока, можно легко в каждом отдель-



ном случае рассчитать количество известкового молока, которое необходимо прибавить к данному количеству воды, дабы последнюю очистить.

Очистка воды помощью извести происходит на основании нижеследующей реакции:



т.-е. двууглекислые кальций или магний, растворимые в воде, под действием тоже растворимого гидрата окиси кальция, переходят в нерастворимые углекислые кальций и магний.

Если вода, кроме двууглекислых солей кальция и магния, заключает в себе и их сернокислые соли, а равно хлористые соединения, то очистка воды помощью известкового молока была бы несовершенной. Необходимо тогда прибавить соды, т.-е. углекислого натрия, под действием которого хлористые и сернистые соединения переходят в нерастворимые углекислые соли, остающиеся в приборе перед введением воды в котел. Таким же точно образом удаляются из воды и все другие соединения: химическим анализом воды определяем какие реактивы должны в ней прибавить, чтобы находящиеся в растворе соли перевести в соединения, нерастворимые в воде.

Однако, для того, чтобы очистка воды производилась правильно, безостановочно и дешево — необходимо иметь для этой цели соответствующий прибор. Прибор такой должен действовать автоматически, т.-е. должен прибавлять к воде необходимое количество реактива, и затем удалять образовавшиеся осадки, без чьей бы то ни было помощи и ухода. Приборов таких много, опишем усовершенствованный аппарат системы Борман Шведе.

Упрощенный и усовершенствованный прибор системы Борман Шведе (фиг. 1) состоит из большого вертикального цилиндра *E*, склепанного из железных листов, внутри которого по его оси имеется труба *G* довольно значительного диаметра. В верхней части цилиндра *E* помещен фильтр *J*, наполняемый древесной шерстью или опилками.

На осадочном цилиндре *E* стоят: 1 полукруглый сборник с резервуаром соды *L* и регулятор соды *M* с крапом, а равно и водяное колесо *D*, с двумя ящиками. Рядом с большим цилиндром находится сатуратор *F*, служащий для приготовления известковой воды.

Процесс очистки происходит следующим образом:

Вода, которую нужно очистить из резервуара *A*, по трубе *B* течет в ящик *C*, в котором находится регулирующий вентиль, поддерживающий постоянно одинаковый уровень воды в ящике *C*. Из последнего вода переливается в ящик над водяным колесом, в котором находится поплавок; часть воды из этого ящика через соответствующий шлюз течет по жолобу в чашку *J*, укрепленной на трубе *J*, помещенной в сатураторе *F*. В трубе *J* вода опускается в нижнюю часть сатуратора *F*, где

находится известь, а благодаря вращательному движению трубы *J* и мешалкам на ней насыщается известью и поднимается в сосуде *F* вверх.

В виду того, что размеры сатуратора точно вычислены для каждого данного случая на основании анализа воды, которую требуется очистить, — то и скорость движения воды вверх в сосуде *F* вычислена так, чтобы

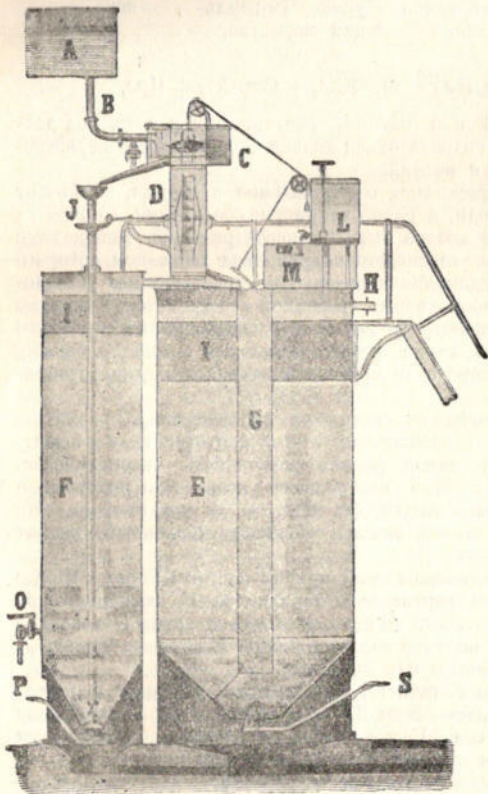
все частицы извести, механически соединенные с водой, равно и всякие примеси, содержащиеся в воде, остались на дне сатуратора и вполне насыщенная известковая вода, т.-е. содержащая постоянный процент извести (1,25 % в 1 л), могла спокойно подняться вверх, где находится фильтр 1, наполненный древесной шерстью, для удерживания легких частиц, плавающих в известковой воде.

Таким образом, здесь выполнено важнейшее условие хорошего смягчения воды, ибо, располагая известковою водою постоянной степени насыщения, можно ввести в главный цилиндр *E* столько извести, сколько необходимо по данным анализа воды, а это, в свою очередь, влечет за собою экономный расход извести и полное осаждение известковых и магниальных солей.

Известковая вода, пройдя через фильтр *I*, течет по желобу в реакционную трубу.

На трубу *J*, доставляющую воду в сатуратор *F*, в верхней части насажено зубчатое колесо, приводимое

в вращение зубчатым же колесом, насаженным на ось водяного колеса *D*. На водяное колесо *D* вода падает через соответствующий шлюз и таким образом приводит его в движение, и затем по желобу стекает в реакционную трубу.



Фиг. 1.



В эту последнюю течет раствор соды из регулятора соды с краном, с момента действия прибора, так как поплавок *e* в ящике над водяным колесом приподнимается кверху, то, будучи соединен цепочкою, переброшенной через колесико с грузом, дает последнему возможность опуститься вниз в это же время поднимается рычаг крана при регуляторе *M*, открывая выпускное отверстие для соды.

Таким образом, в трубе *G* сходитя неочищенная (жесткая) вода, известковая вода и сода, вследствие чего осаждаются все соли, образующие накипь; вода вместе с осадками опускается вниз и, оставив осадки на дне цилиндра *E*, поднимается вверх с весьма незначительной скоростью и, пройдя через фильтр *I* в верхней части прибора, где оставляет все частицы, удельный вес которых меньше удельного веса воды, вытекает по трубе *H* в резервуар для очищенной воды.

Соли же, образующие осадок, собираются в нижней части прибора, откуда, по мере надобности, легко могут быть удалены помощью клапана с рычагом *S'*.

Вода, выходящая из прибора, содержит в себе уже незначительное количество солей (что зависит от температуры очищенной воды), так что образование накипи невозможно, следовательно, ею можно пользоваться в различных отраслях промышленности.

Недостатки — громоздкость установки и необходимость тщательного технического надзора и ухода, кроме того, неполное смягчение воды, не ниже 5 нем. градусов.

Комбинированный способ смягчения, т.-е. применение обоих описанных способов, дает более сложную и дорогую установку, но в эксплуатации более дешевую. Сперва производится известкование воды, затем пропуск через цеолит или пермутит, при этом соды получается очень мало, жесткость доходит до 0, а щелочность падает до ничтожной величины.

## Глава IV. Очистка воды.

### § 8. Английские фильтры.

Так называются песочные фильтры, работающие с незначительной скоростью в 75—100 мм/час, реже в 150 и 200 мм, а потому иначе они называются медленными фильтрами, они применяются уже почти 100 лет, претерпев изменения лишь в форме бассейнов, устройстве дна и в деталях впускных и выпускных камер.

Раньше они делались открытыми, теперь преимущественно закрытыми; материал, кирпич или бетон.

При прохождении воды через песок происходит так называемая зарядка фильтра, т.-е. образование на поверхности илстой пленки.

Процесс очищения воды здесь биологический, а не механический, как это имеет место при американских фильтрах.

Площадь фильтров рассчитывается по формуле

$$F = \frac{1,1 Q_{сут}}{24 v}$$

где:  $Q$  — количество фильтруемой воды в сутки в кубических метрах,  
 $v$  — скорость фильтрации воды в метрах,  
 0,1 — прибавка на столбы, вытяжки, съезды и пр.

К этой площади прибавляют 10—25% на запасное отделение на случай чистки и ремонта, находящихся в работе.

Обычная форма отделений фильтров в плане—прямоугольник с соотношением сторон 1:2.

Размер площади отделений фильтров берется различный от 200 до 3500 м<sup>2</sup> в зависимости от количества фильтруемой воды; чем меньше город и потребление, тем меньше отделения и наоборот. Как бы ни был мал город, надо иметь, минимум, три отделения: два рабочих и одно в запасе, слишком большие отделения неудобны, например, свыше 3000 м<sup>2</sup>, надо много времени на чистку и смену песка, получают большие простои: Обычно делают для малых городов площади отделений от 200 — 500 м<sup>2</sup>

”	”	”	средних	”	”	”	”	600 — 1 200 ”
”	”	”	больших	”	”	”	”	” 1 200 — 2 400 ”

#### Данные по английским фильтрам:

- Толщина слоя загрузки около . . . . . 1 200 мм
- Толщина слоя воды над загрузкой около . . . . . 0,75—1,2 м
- Примерная толщина отдельных слоев и размер зерен:
 

мелкий песок	0,25—1,0 мм	высотой . . . . .	600 мм
средний ”	1,2—3,0 ”	” . . . . .	100 ”
гравий мелкий	3,0—5,0 ”	” . . . . .	100 ”
” средний	5,0—8,0 ”	” . . . . .	100 ”
” крупный	8—15 ”	” . . . . .	100 ”
- Вся высота фильтра от дна бассейна до потолка около . . . . . 4,0 м
- Высота от поверхности песка до потолка для удобства чистки не меньше роста человека . . . . . 1,8 ”
- В случае электрических подвесных вагонеток для отвоза загрязненного песка над песком . . . . . 2,5 ”
- Дренаж под загрузкой из бетонных дырчатых плит при толщине 40—50 мм стороной квадрата . . . . . 300 мм  
 Конусообразные отверстия (суженные сверху) . . . . . 4 × 8 м  
 Число этих отверстий в плите (центры на 30 мм) . . . . . 80—100 шт.
- Уклон сборных каналов и дна фильтров . . . . . 0,01—0,03
- Скорость фильтрования воды в час . . . . . 75—200 мм
- Допускаемая потеря напора в фильтре во избежание прорыва, пленки не должна превосходить . . . . . 1,0 м



11. Срок службы фильтра между двумя очистками в зависимости от мутности воды (весна—зима) . . . . . 15—30 дн.
12. Время на очистку фильтра, включая выпуск, напуск воды и созревание . . . . . 2—4 дн.

Достоинства английских фильтров:

1. Малая зависимость работы фильтра от ухода за ним.
2. Высокая степень очистки воды от бактерий, доходящая до 99,5%.
3. Полное осветление мутной воды при содержании ее до 75 мг на л.
4. Уменьшение желтой окраски воды, содержащей растительные гуминовые вещества на 10—30%, в зависимости от скорости фильтрации и степени интенсивности окраски.
5. Неизменяемость химического состава воды после фильтрации.
6. Постоянство качества фильтрата в бактериологическом отношении.
7. Продолжительность службы между двумя чистками.
8. Дешевая эксплуатация.

Недостатки английских фильтров:

1. Продолжительность очистки засорившегося фильтра, т.е. простоя его.
2. Негигиеничность наиболее часто применяющихся ручных способов очистки фильтров.
3. Продолжительность созревания фильтра и отсутствие уверенности в хорошем качестве фильтрата, поступающего в резервуар чистой воды в день включения его в работу.
4. Слабое уменьшение окраски воды, т.е. ее обесцвечивание.
5. Наблюдаемое опалесцирование фильтрованной воды при наличии сильно мутной сырой воды в реке во время наводков или весеннего разлива.
6. Быстрое засорение фильтра (2—3 дня) при появлении в сырой воде массового планктона.
7. Значительная площадь земли, необходимая под фильтры.
8. Дороговизна фильтров, т.е. большие первоначальные затраты на их сооружение, в особенности там, где земля платная.

## § 9. Нормальные правила работы медленных фильтров.

1. Полезное действие фильтра считается удовлетворительным, если число бактерий в фильтрате не переходит за пределы, установленные опытным путем для данной воды при помощи хорошей фильтрации через песок. Удовлетворительный фильтрат, как правило, не должен содержать за фильтром более 100 бактерий, в 1 см<sup>3</sup>, а *B. Coli* в 100 см<sup>3</sup> должен находиться не более чем в 5—10% проб.

2. Фильтрат должен быть по возможности прозрачен и в отношении окраски, вкуса, температуры и химического состава не должен быть хуже, чем до фильтрации.

3. Чтобы постоянно контролировать водоснабжение в бактериологическом отношении, рекомендуется, где это осуществимо, исследо-

вать ежедневно фильтрат каждого фильтра в отдельности. Ежедневное исследование особенно важно в следующих случаях:

а) после постройки нового фильтра, пока не установится нормальная его работа;

б) после каждого пуска очищенного фильтра и т. д. и по меньшей мере в течение 2-х дней или более до того момента, когда фильтрат получается удовлетворительного качества;

с) после того, как потеря напора перешла за  $\frac{2}{3}$  максимальной величины, определенной для данной очистительной установки;

д) если потеря напора внезапно уменьшилась;

е) при всяких исключительных условиях, например, при высокой воде в реке.

4. Чтобы можно было осуществить исследования в смысле п. 1, фильтрат каждого отдельного фильтра должен быть доступен во всякое время для взятия проб.

5. Дабы сохранить единство бактериологических исследований необходимо применять один и тот же метод исследования.

6. Лица, коим вверяются бактериологические исследования, должны иметь удостоверение в том, что они обладают необходимыми для этой цели правами. Эти лица должны принадлежать к составу служащих водопровода.

7. Если фильтрат не отвечает требованиям гигиены, то фильтр должен быть выключен, пока причина дурного качества воды не будет устранена.

Если какой-либо фильтр дает непрекращающийся дурной фильтрат, то он должен быть выключен из эксплуатации, а причина, нарушающая его работу, найдена и устранена.

8. Чтобы иметь возможность отделить недоброкачественную воду (п. 7), каждый отдельный фильтр должен иметь приспособление, позволяющее выключить его из системы. Это выключение должно производиться:

а) непосредственно после чистки фильтра;

б) после пополнения загрузки песка.

Нужно ли подобное выключение и на какой срок, в зависимости от достигаемой чистоты фильтрата, эксплуатационный инженер должен решить сам, сообразуясь с данными предварительных веских исследований.

9. Целесообразная песочная фильтрация требует, чтобы площадь фильтров была определена с достаточным запасом с целью обеспечить умеренную скорость фильтрации, сообразно местным обстоятельствам.

10. Каждый фильтр должен допускать отдельно свою регулировку и допускать контроль количества и качества воды и величины потери напора. Каждый фильтр должен допускать полное опорожнение, а также наполнение снизу водой после каждой чистки его поверхности.

11. Должна иметься возможность устанавливать скорость фильтрации для каждого фильтра в отдельности, в зависимости от имеющих место благоприятных для фильтрации условий, установка скорости должна быть возможно равномернее и защищена от внезапных колебаний





Размеры отстойников.

Пусть  $Q$  — количество отстаиваемой воды в  $\text{м}^3/\text{час}$ ,  
 „  $v$  — скорость движения „ „  $\text{м}/\text{час}$   
 „  $l$  — длина отстойника  
 „  $F$  — площадь поперечного сечения отстойника.

Тогда сечение  $F = \frac{Q}{v} \text{ м}^2$ , а при длине  $l$  объем отстойника

$$O = F \cdot l = \frac{Q \cdot l}{v} \text{ м}^3.$$

Время отстоя каждой частицы воды  $t = \frac{O}{Q}$  часов.

Высота отстойника берется обычно от 3—5 м.

Время отстоя берут в 2 часа и более, а скорость протекания от 2—4 мм/сек.

Точное время отстоя, необходимая скорость и количество глинозема определяются на опытных установках для данной воды. Затрата оправдывается достигаемыми результатами. В нашем климате отстойники делаются крытыми, в земле, и чаще всего, из железобетона. Слой земли, предохраняющий воду от замерзания или нагревания, надо брать в 1—1,5 м.

## § 11. Коагулирование воды.

Коагулирование воды или обработка ее серноокислым глиноземом  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$  — наиболее употребительный способ предварительного осветления воды до фильтрования ее на американских или скорых фильтрах.

а) Растворение глинозема. Продажный глинозем содержит около 50% воды, поэтому для получения раствора определенной концентрации надо брать его вдвое более расчетного. Резервуаров для растворения  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  следует иметь два: один в работе, в другом готовится раствор. Резервуары деревянные, бетонные или железные.

Пусть, например, резервуар емкостью в  $0,3 \text{ м}^3$  весом воды в 300 кг, тогда для 3% раствора надо взять  $300 \times 0,03 = 9 \text{ кг}$  сухого серноокислого глинозема, а продажного  $2 \times 9 = 18 \text{ кг}$ . Отвесив подсчитанное количество серно-кислого глинозема, колят его на мелкие куски и кладут в небольшой деревянный бачок, расположенный над резервуаром. К этому бачку подведены трубы с паром и водой, наполнив бачок водой до  $\frac{3}{4}$  его высоты и нагрев ее паром, а затем, помешав раствор, получаем полное растворение глинозема. Этот раствор выпускают в резервуар, который и наполняют затем водопроводной водой подведенной к нему, тщательно помешивая раствор. Охлажденный раствор проверяют ареометром — Боме, это надо для того, чтобы установить точную концен-



трацию, так как принятое количество глинозема в два раза может оказаться неточным, не всегда продажный глинозем содержит ровно 50% воды.

Ареометр Боме градуирован для раствора поваренной соли, поэтому для серно-кислого глинозема нужна поправка.

Приводим таблицу для практического пользования ею.

Из этой таблицы видно, что напр. 3% раствор дает показание ареометра Боме при серноокислом глиноземе 4,8°. Если же считае́мый за 3% раствор не дает 4,8, то надо добавить глинозема; показывает больше — добавить воды.

Из резервуара раствор серно-кислого глинозема подводится к регулирующему бачку с шаровым краном, поддерживающим одну и ту же высоту уровня раствора; из бачка по гуттаперчевому крану раствор поступает в воду подлежащую отстаиванию и фильтрации.

б) Количество серноокислого глинозема. Оно колеблется от 1:98 400 до 1:12 300 по весу, смотря по степени мутности воды (от 1/8 до 1 г сухого  $Al_2(SO_4)_3$  на ведро воды).

Приводим таблицу, дающую объем раствора указанной в ней концентрации в см<sup>3</sup>, который надо вводить для получения желаемого весового отношения сухого глинозема к количеству фильтруемой воды.

Таблица 1.

Раствор сухого глинозема в процентах	Показания градусов ареометра Боме
1	1,9
1 1/2	2,6
2	3,5
3	4,8
4	5,4
5	6,1

Таблица 2.

Производительность фильтра м <sup>3</sup> в сутки	100	150	300	550	850	1250	1850	2500	Весовое отношение сухого глинозема к количеству фильтруемой воды	Сухого глинозема в граммах на ведро фильтруемой воды (продажного надо в два раза больше)
Производит. фильтра в л в сек . . . . .	1,15	1,73	3,47	6,38	9,95	14,5	21,5	29		
Диаметр фильтра м	1,0	1,22	1,82	2,44	3,05	3,65	4,0	5,2		
Раствор глиноз. в %	1%	1,5%	1,5%	3%	3%	3%	3%	3%		
Кубическ. сантиметр.	35	35	72	65	101	145	217	290	1: 196800	1/16
" "	65	70	145	130	203	290	435	520	1: 98400	1/8
" "	98	106	217	195	304	434	651	868	1: 65600	3/16
" "	130	139	289	201	405	579	868	1158	1: 49200	5/16
" "	165	174	361	321	506	724	1086	1448	1: 39360	3/8
" "	195	208	433	392	607	869	1327	1738	1: 32800	5/8
" "	228	243	506	456	709	1014	1521	2028	1: 23144	7/8
" "	260	274	578	521	810	1158	1737	2316	1: 24600	1 1/2
" "	293	308	650	586	911	1303	1954	2606	1: 21866	3 1/2
" "	333	347	722	652	1012	1448	2172	2896	1: 19680	5 1/8
" "	358	382	794	717	1113	1593	2390	3186	1: 17891	11/8
" "	390	417	867	762	1215	1736	2607	3476	1: 16400	13/8
" "	423	442	919	847	1316	1882	2623	3764	1: 15139	7/4
" "	455	486	1011	912	1417	2027	3040	4054	1: 14057	7 1/8
" "	488	520	1083	977	1518	2172	3358	4344	1: 13120	15/8
" "	520	550	1155	1044	1619	2317	3475	4639	1: 12300	1

Количество глинозема зависит от мутности воды, т. е. количества взвешенных в ней примесей. Если анализом найдено это количество, то ниже следующая таблица указывает сколько глинозема надо прибавить к воде.

Таблица 3.

Содержание в очищаемой воде взвешенных примесей в мг/л (1 : 1 000 000)	Количество сухого сернокислого глинозема в г на 12,3 л (1 ведро)
10	0,094
25	0,122
50	0,175
75	0,222
100	0,245
125	0,280
150	0,315
175	0,338
200	0,417
300	0,490
400	0,618

Обычно меньше 0,20 г  $Al_2(SO_4)_3$  на каждые 12,3 л воды не прибавляют. Для полного обменного разложения сернокислого глинозема надо, чтобы содержание в воде углекислой извести не было ниже известного предела. Иначе говоря надо знать щелочность воды, которая выражается градусами жесткости. Существуют следующие градусы:

Немецкий градус =  $1^{\circ},25$  англ. =  $1^{\circ}79$  франц.  
 Французский " =  $0^{\circ},56$  нем. =  $0^{\circ}70$  англ.  
 Английский " =  $1^{\circ},43$  франц. =  $0^{\circ}80$  нем.

1 нем. градус обозначает содержание 1 весовой части извести (окиси кальция  $CaO$ ) в 100 000 частях воды.

1 франц. градус обозначает содержание 1 части углекислого кальция ( $CaCO_3$ ) в 100 000 частях воды.

1 англ. градус обозначает содержание 1 части углекислого кальция ( $CaCO_3$ ) в 70 000 частях воды или 0,684 г в 4,543 л.

В нижеследующей таблице указано наибольшее количество глинозема, которое можно вводить при соответствующих градусах щелочности очищаемой воды в франц. град. Одна весовая часть  $CaCO_3$  разлагает  $1,14^{\circ}$  весовых частей  $Al_2(SO_4)_3$ .

Таблица 4.

Щелочность воды во франц. градусах	Количество сернокислого глинозема подлежащее полному обменному разложению с углекислой известью при соответствующем градусе щелочности воды		
	В 100 000 долях	В граммах на 12,3 л (1 ведро)	Весовое отношение сухого глинозема к количеству фильтрованной воды
1	1,14	0,145	1 : 100000
2	2,28	0,290	1 : 50000
3	3,42	0,435	1 : 38333
4	4,56	0,580	1 : 25000
5	6,70	0,725	1 : 20000
6	6,84	0,870	1 : 16666
7	7,98	1,015	1 : 14285
8	9,12	1,160	1 : 12500
9	10,26	1,305	1 : 11111
10	11,40	1,450	1 : 10000
11	12,84	1,595	1 : 9090
12	13,68	1,740	1 : 8333
13	14,82	1,885	1 : 7692
14	15,96	2,030	1 : 7150



в) Добавление известки к мягкой воде. Из таблицы видно, что если бы пришлось прибавлять 1 г сухого глинозема (или 2 г про-  
дажного) на 12,3 л (1 ведро), то вода должна иметь 7 гра-  
дусов. Поэтому, если на деле щелочность будет меньше, то надо вводить известковую  
воду (а не известковое мо-  
локо); насыщенный раствор  
известки будет около 1/8 %.

Нижеследующая таблица  
дает количество 1/8 % раствора  
известки, которое следует вво-  
дить в воду для поднятия ее  
щелочности на 1—2—3° и т. д.,  
приняв количество фильтрус-  
мой воды в 1250 м<sup>3</sup> в сутки  
(100 000 ведер в 24 часа).

Известь придется вводить  
лишь в мягкую воду, содержа-  
щую мало углекислых солей и гуминовых веществ, которые тоже расхо-  
дуют часть глинозема, так как вода из желтоватой делается голубой.

Таблица 5. Прибавка известки.

Для увеличения щелочно- сти воды, выраженной по французских градусам	Следует вводить насы- щенного известкового ра- створа каждую минуту в см <sup>3</sup> , при очистении воды в количестве 1250 м <sup>3</sup> в сутки (100000 ведер в 24 часа)
1°	3630
2°	7260
3°	10890
4°	14520
5°	18150
6°	21780
7°	25410
8°	29040
9°	32670
10	36300

## § 12. Американские фильтры.

Под таким названием вошли в водопроводную практику быстро дей-  
ствующие песочные фильтры, распространенные в Америке.

На поверхности песка образуется не биологическая пленка, а со-  
стоящая из коллоидальных осадков после обработки воды сернистым  
глиноземом. После засорения фильтра, зависящего по времени от мут-  
ности фильтруемой воды, делается его промывка чистой водой снизу,  
под загрузку, с применением механических граблей или дутья воздуха.

Приводим данные по американским фильтрам.

1. Скорость фильтрации предварительно коа-  
гулированной воды, в зависимости от тре-  
буемого эффекта очистки . . . . . от 3—5 м
2. Допускаемая потеря напора в фильтре . . . . . до 3 м
3. Количество очищенной воды, необходимой  
на промывку фильтра в % от профильт-  
рованной воды . . . . . 5—10%  
По расчету на м<sup>2</sup> площади фильтра в сек. . . . . 10 л
4. Время, необход. на промывку (10—15 мин)  
и образование новой пленки (10—15 мин.) . . . . . 20—30 мин.
5. Число промывок в сутки зависит от каче-  
ства воды: при хорошей обработке ее  
в сутки . . . . . 1 раз

Зимой при прозрачной сырой воде в 2—3 суток . . . . .	1 раз
При массовом планктоне и паводке в сутки.	2—3 раза
6. Скорость пропускания промывочной воды снизу в мин. . . . .	30—36 см
7. При продувке воздухом при давлении в 2,5 м надо воздуха на м <sup>2</sup> фильтра . . . . .	10 л/сек
8. Наибольшие употребительные диам. обычно круглых американских фильтров . . . . .	2—8 м
9. Высота фильтров до . . . . .	4,5 м
10. Напор, под которым пускают промывочную воду, не менее . . . . .	2 м
11. Высота загрузки песком и гравием . . . . .	0,75—1,5 м
12. Высота слоя воды над загрузкой . . . . .	1—1,2 м
13. Размеры зерен песка вверху (0,5—0,75 м) . . . . .	0,5—1 мм
"    "    "    внизу (0,25—0,50 м.) . . . . .	1—2 мм
"    "    "    гравия у дна фильтра (0,10—0,25 м) . . . . .	3—6 "
14. Стерилизацию загрузки производят паром двууглекислой содой (2,5 кг на м <sup>2</sup> ) или хлором в год . . . . .	1—2 раза
15. Степень задержки бактерий американскими фильтрами с предварительной коагуляцией воды . . . . .	99,6%
16. В случае применения грабель (мешалок они приводятся во вращение при 8—12 об./мин. мотором <i>b</i> . . . . .	2—8 сил

Достоинства американских фильтров и коагуляции:

1. Высокая степень задержки бактерий (99,6%).
2. Совершенное осветление воды и уничтожение желтой окраски гуминовыми веществами.
3. Быстрое восстановление работы фильтра промывкой, действующей весьма совершенно.
4. Почти непрерывная работа фильтров, т.е. отсутствие длительных простоев.
5. Легкая приспособляемость фильтра к качеству воды, путем изменения скорости фильтрации, и дозировка коагулянта в отстойнике и времени отстоя.
6. Стоимость коагуляции и фильтрации на американских фильтрах почти равна стоимости фильтрации на английских фильтрах.
7. Стоимость устройства или ниже, или не превышает таковую же для английских фильтров.
8. Незначительность занимаемого места.

Недостатки американских фильтров.

1. Необходимо повышать щелочность мягких вод, в которых сернокислый глинозем не разлагается целиком (например, Гельсингфорс, Ленинград и др.), что усложняет установку.



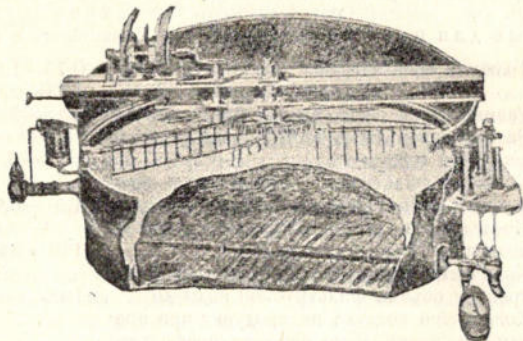
2. Изменяется естественный химический состав воды в худшую сторону; вода приобретает более сильные разъедающие свойства на металл труб, однако, не опасное.

3. Стоимость коагуляции и очистки 1 м<sup>3</sup> воды на американских фильтрах несколько выше, чем на медленных фильтрах.

4. Более сложный уход и сильная зависимость качества фильтрованной воды от ухода и надзора за системой.

Видоизменения основной системы американского фильтра Джуэлли породили целый ряд конструкций; известны скорые фильтры: Варрена, Говатсона, Белля, Дерюмо, Штейнмюллера, Бреда, Ривса, Больмана, Рейзерта, Кренке.

Фильтр Джуэлли (фиг. 2) открытый, с промывкой снизу и с граблями для ворошения песка, обычно круглый, кожух железный или железобетонный, к нему относятся приведенные выше данные. Фильтры Говатсона, и Варрена лишь немногим отличаются от него.



Фиг. 2. Американский фильтр.

Фильтр Бреда делается открытым и закрытым, несколько изменена схема отвода фильтрованной воды и детали трубопроводов и клапанов.

Фильтр Ривса закрытый, заполнен толченым и просеянным кварцем, форма корпуса конусообразная, подзагрузочная камера сделана в виде чечевицы, верхняя половина которой продырявлена, мешалка работает от ручного провода.

Фильтр Больмана отличается большой толщиной слоя кварцевого песка, напорный, кожух железный, дно коническое, фильтр имеет большую высоту, промывка снизу без грабель, распространен в Германии.

Фильтр Рейзерта характеризуется применением сжатого воздуха при промывке песка водой, фильтр закрытый с конусообразной трубой в центре.

Фильтр Кренке, вращающийся на горизонтальной полой оси, внутри разделен радикально расположенными перегородками на ряд ка-

мер, наполненных поочередно песком и водой. Подача воды в центр вращающегося барабана в водяные камеры с одной стороны его, а выход фильтрованной воды из песочных камер в трубу с другой стороны. Промывка делается обратным током воды при медленном вращении барабана, происходит трение зерен песка друг о друга, чем облегчается промывка.

Другие системы в том же роде, но менее распространены.

### § 13. Предварительные фильтры.

Иначе их называют префильтрами. Они служат для грубой очистки воды, пропускаемой затем через медленные фильтры. Префильтры облегчают работу последних и помогают им давать безупречный фильтрат. У префильтров много общего с американскими фильтрами, но скорость меньше. Префильтры точно также имеют крупную загрузку и промываются водой с применением граблей или чаще воздуха для ворошения загрузки. Эта комбинация двух систем фильтров для двойной очистки уместна при весьма загрязненной сырой воде, для которой одних английских фильтров недостаточно.

Данные для префильтров:

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1. Толщина слоя загрузки около . . . . .   | 0,75—1,2 м           |
| 2. " " " воды над загрузкой около . . . . .  | 1—2,0 "              |
| 3. Размер зерен песка вверху (просеянный) . . . . .  | 2—3 мм               |
| Размер зерен песка внизу, поддерживающий слой 0,25 м . . . . .   | 3—6 мм               |
| 4. Скорость фильтрации воды в час в зависимости от качества сырой воды . . . . .   | 1,5 —3,0 м           |
| 5. Последующая скорость фильтрации на медленных фильтрах в час . . . . .   | 150—300 мм           |
| 6. Количество воды для промывки префильтров от объема фильтруемой воды до . . . . .  | 10%                  |
| 7. Количество воздуха на продувку при промывках на кв. метр площади префильтра в сек. . . . .  | 10—12 л              |
| 8. Поперечная площадь отделений префильтра при длине 18—25 м, ширине 2,5—3,0 м (в связи с удобством распределения воздуха) . . . . . | 45—70 м <sup>2</sup> |
| 9. Время необходимое на промывку одного отделения . . . . .  | 25—30 мин            |
| 10. Срок службы префильтра от промывки до промывки . . . . .   | 2—6 дней             |
| 11. Увеличение срока службы медленных фильтров после введения префильтров в . . . . .  | 3—4 раза             |
| 12. Срок службы загрузки до ее пополнения . . . . .  | 6—12 мес.            |

Применение схемы: коагуляция с отстоем, префильтрация, медленная фильтрация и стерилизация хлором дает вполне надежный фильтрат и является лучшей схемой нашего времени. Применена префильтрация в Цюрихе, Москве, Казани, Астрахани и др.



## § 14. Промывка песка.

Она производится в том случае, когда сеянный кварцевый песок дорог и выгоднее промыть водой бывший в употреблении и вновь засыпать в фильтры.

Промывку производят следующими способами:

1. В каменных ящиках, в которые засыпают песок и напускают воду из труб или шлангов (водопр. в Гемптоне, близ Лондона), вороша песок лопатами—элементарный способ.

2. Эжекторами (напр., Кертинга) водоструйными; здесь песок поднимается струей воды и переходит из одной воронки в другую, пока не промоется раза 4—5. Старый тип этого устройства имеется в Гемптоне, более усовершенствованный в Гамбурге.

3. Барабанными сортировками—пескомойками системы „Эврика“ или „Эксцельсиор“, приводимыми во вращение колесами Пельтона (см. ниже) или электро-моторами; отработавшая вода из колеса (водяной турбины) Пельтона уходит на промывку песка.

Расход песка на промывку тем больше, чем элементарнее устройство пескомойки.

Струйная расходует на 1 м<sup>3</sup> песка до 20 м<sup>3</sup> воды

Эврика „ 1 „ „ 5 „ „

Эврика успешно работает на Варшавском водопроводе.

В Стокгольме песок из пескомойки поднимается лентой в деревянную башню, падает из воронки установленной в ней на вагонетку и увозится на склад чистого песка.

Из более современных способов очистки песка фильтров отметим (доклад инж. В. Т. Турчиновича XIV Вод. и С. Т. Съезду в 1927 г. в Харькове):

4. Водоструйную подачу песка из фильтров непосредственно, при чем промывка может производиться или в самом фильтре с откачкой грязной воды электронасосом или вне фильтра.

5. Очистка отсасыванием разжиженного водой песка во двор, промывка его во дворе и обратная распылка его в разжиженном же виде в фильтр. Эти новинки требуют экспериментальной проверки и не имеют еще массового применения. Увеличить срок службы фильтров можно оказывается, применяя способ боронования, т. е. бороздя пленку механическими граблями после чего фильтр может работать почти столько же при том же эффекте очистки.

## Глава V. Дезинфекция воды.

### § 15. Озонирование воды.

#### А. Результаты озонирования и техника процесса.

Озонирование воды представляет собой химическое действие озона на воду, при котором достигается высокий эффект умерщвления вредных и безвредных бактерий. Оно не заменяет фильтрации, но является дополнением к нему и применяется после фильтрации, когда вода совер-

шенно прозрачна и свободна от взвешенных частиц, в которых бактерии могли бы скрыться, как в броне, от действия озона. Обыкновенно применяется, так наз. быстрая фильтрация на американских фильтрах с предварительной коагуляцией воды.

Действие озона можно кратко изложить в следующих пунктах:

1. При обработке воды озоном происходит умерщвление бактерий, т. е. минерализация органической протоплазмы; в этом отношении озонирование превосходит способ удаления бактерий с помощью песчаных фильтров.

2. Находящиеся в воде бактерии холеры, тифа, дизинтерии и т. п. озоном убиваются.

3. В химическом отношении вода при озонировании испытывает лишь те перемены, что ее окисляемость уменьшается и содержание свободного кислорода в ней, хотя незначительно, но увеличивается.

4. Озон вообще ядовитый газ, но растворившись в воде ни в техническом отношении, ни для здоровья не вреден, так как очень быстро переходит в кислород и выделяется из воды в виде воздуха.

5. Озонирование улучшает качество воды разрушая красящие вещества, как например, гуминовые и др.

6. После озонирования вода не принимает никакого постороннего вкуса или запаха.

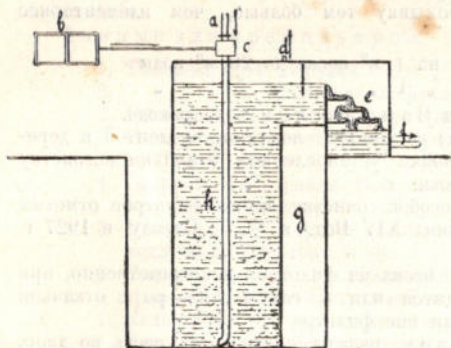
7. Если вода до озонирования имеет свободную углекислоту, то после озонирования количество кислоты уменьшается значительно, так как она вентилируется проходящим воздухом.

Озонные установки делаются для больших водоснабжений и для отдельных владений, для больниц, при производстве льда, на пивоваренных заводах и т. д. Для получения проекта и способа необходимо получить ответы на приведенные ниже вопросы.

Фиг. 3. Стерилизационная башня с эмульсером (система Отто).

- a) впуск сырой воды,
- b) озонный аппарат,
- c) эмульсер,
- d) выпуск озонирован. воздуха,
- e) каскады,
- f) отвод чистой воды,
- g) стерилизационная башня,
- q) распределительная труба.

Озонные установки для выделения железа и марганца в своей специально озонной части мало отличаются от стерилизационных установок. Отличие заключается лишь в том, что в то время, как в стерилизационных установках фильтрация предшествует озонированию, при обработке грунтовых вод, которые сами по себе чисты, не





содержат бактерий и лишь иногда содержат в довольно большом количестве железо, фильтрация является необходимой после озонирования для того, чтобы освободить воду от выделившихся в виде коричневато-желтых хлопьев гидрата окиси железа, образовавшегося при окисления бывшего в воде железа. Марганец является очень часто спутником железа и имеет с последним в химическом отношении много сходного. Для здоровья оба вышеозначенных металла, вообще говоря, не вредны, но тем не менее внешний вид воды от присутствия мути и образования коричневатого осадка значительно ухудшается, не говоря уже о неудобствах применения воды с примесями железа и марганца для хозяйственных и т. п. целей, требующих во всяком случае их устранения. И железо и марганец удаляются озоном гораздо более совершенным образом, чем это было возможно до сих пор при применении обычного способа, основанного на продувании воздухом.

## **Б. Вопросный лист для разработки проектов и смет установок для стерилизации воды озоном.**

Вопросы общего характера:

1. Название места, для которого предназначается установка?
2. Число жителей соответствующей местности или число лиц, для пользования которых предназначается установка?
3. Какое количество воды должна доставлять установка в сутки?
4. Сколько часов в сутки (в течение дня и ночи) должна работать установка?
5. В каких пределах колеблется часовая производительность?
6. Является ли предприятие городским или частным?
7. От чьего имени вносится запрос?
8. Должна ли стерилизационная установка работать круглый год или в определенные месяцы и при каких условиях?

Качества воды.

9. Какая вода будет браться для стерилизации (вода источниковая речная, озерная, из запруд, дождевая или грунтовая)?
10. Какая предварительная очистка (отстаивание, фильтрация) и по какой системе применяется в настоящее время или проектируется?
11. Какова сырая вода на вид (прозрачна, мутна или окрашена в какой-либо цвет)?
12. Не выделяет ли вода при стоянии или при течении белого или окрашенного осадка?
13. Встречаются ли в воде постоянно или же временами растворенные газы, как напр., углекислота, сероводород или метан?
14. Какова средняя температура: а) летом, б) зимой?
15. Было ли уже доказано когда-нибудь присутствие в воде патогенных бактерий и возникали ли уже на этой почве заболевания?
16. Полный химический и бактериологический анализы сырой и очищенной воды, если таковые имеются?

Если означенных анализов нет, то надо озаботиться взять пробу воды не менее 5 л и препроводить таковую фирме.

Из данных анализа являются наиболее важными:

- а) степень окисляемости, выраженная в мг кислорода на 1 л воды,
- б) содержание железа и марганца,
- в) временная или постоянная жесткость, выраженная в немецких или французских градусах,
- г) содержание зародышей в 1 см<sup>3</sup>.

#### Техническая часть.

17. Какие устройства очистки, подачи и добычи воды уже имеются (трубопроводы, резервуары, напорные баки, машины, насосы и т. п.)?

18. Объемы и размеры таковых?

19. Если имеются устройства для очистки, то какова действующая поверхность фильтров в м<sup>2</sup> и какова их производительность; если применяется коагулирование, то какое количество коагулянта прибавляется на 1 л воды?

20. Не имеется ли для проектируемой установки здание и каковы размеры такового (желательно иметь краткое описание и главные размеры)?

21. Каковы свойства почвы в отношении постройки зданий и прокладки трубопроводов? На какой глубине находится материк и уровень грунтовых вод?

22. Какова высота уровня сырой воды, высота имеющегося устройства для очистки, высота выбранного для постройки места и величина необходимого для водоснабжения напора в трубопроводе (лучше всего послать общий план и поперечный разрез устройства с указанием высот)?

23. Имеются ли насосы между фильтрами и резервуаром чистой воды и не могли ли бы они в случае необходимости подавать воду еще метра на 4—5 выше?

#### Механическая часть.

24. Какой способ работы желателен: с паровыми машинами, газовыми или бензиновыми двигателями, двигателями Дизеля, с водяной силой или с присоединением к существующей электрической сети?

25. Имеется ли уже силовая станция и какого рода?

26. Какая мощность означенной станции представляется для проектируемой установки?

27. Может ли быть станция расширена и какими данными следует руководствоваться при расчете такого расширения (давление пара, размеры ременных шкивов, числа оборотов и т. п., стоимость 1 эфф. лошадиной силы в час)?

28. Имеется ли в данной местности электрическая станция и в чем владении (название и местонахождение)?

29. Какого рода имеется электрический ток:

а) постоянный ток, какого напряжения и какой системы?

б) переменный ток, какого напряжения и с каким числом периодов?



в) трехфазный ток, какого напряжения и с каким числом периодов?

30. Стоимость 1 киловатт-часа:

а) для технических целей?

б) для освещения?

31. Подвергается ли напряжение в сети колебаниям и в каких пределах?

Лучшие установки расходуют 0,72—0,73 л озона на 1 м<sup>3</sup> воды. 1 квт/час дает 20—25 л озона, при очень больших установках можно считать 40 л озона; примерно расходуется около 16—18 ватт/часов на озонирование 1 м<sup>3</sup> воды.

в) Стоимость озонирования с предварительной фильтрацией получается из подсчета по современным ценам.

1) Проценты и погашение капитала постройки станции считая 25 руб. на м<sup>3</sup> воды по 12% . . . . . 3 р. —

2) Энергия для озонирования  $\frac{0,72}{40} = 0,018$  квт по 8 коп.  
на 365 д. Всего . . . . . — 53 к

3) Сернокислого глинозема  $\frac{40 \times 1040 \times 365}{1\,000 \cdot 1\,000} = 14,6$  кг  
по 14,5 коп. . . . . 2 р. 11 к

4) Обслуживание, надзор и содержание . . . . . — 60 к

5) Электрическая энергия на подъем воды на 6,0 м высоты

$N = \frac{1\,000 \times 1,0 \times 6,0}{75 \times 0,75 \times 24 \cdot 3\,600} = 0,00124$  л. с.

$\frac{0,00124 \times 736}{0,85} = 0,00107$  квт в час; годовой расход тока

$0,00107 \times 24 \times 365 = 9,37$  квт  $\times$  8 к. . . . . — 75 к.

Итого . . . 6 р. 99 к.

На суточный куб. м фильтрованной и озонированной воды  $699 : 365 = 1,9$  к.

в) Область применения озонирования. Как видим стоимость озонирования довольно велика, а результаты при сильно загрязненной воде не всегда благоприятны. В. Соли попадаются в 100 см<sup>3</sup> воды довольно часто. После войны, когда разоренные народы стали залечивать свои раны, соблюдая во всем строжайшую экономюю, озонирование стало неприемлимым, а потому такие большие озонные станции, как Ленинградская и Парижская прекратили свою работу и перешли на более дешевую дезинфекцию воды, дающую не меньший эффект, — хлорирование. Однако, при малых установках и при не слишком загрязненной воде, озонирование можно предпочесть хлорированию.

Кроме целей стерилизации озон может иметь применение и для удаления из воды железа, однако главным образом, лишь в тех случаях, когда вопрос идет о радикальном освобождении воды от растворенных в ней органических соединений железа с гуминовыми кислотами,

которые обычными более дешевыми средствами, как напр., продуванием воздуха в скрубберах и т. п. не могут быть выделаны.

Озон нашел себе применение и для удаления марганца, но также, главным образом, в тех случаях, когда приходится иметь дело с трудно выделяемыми соединениями марганца.

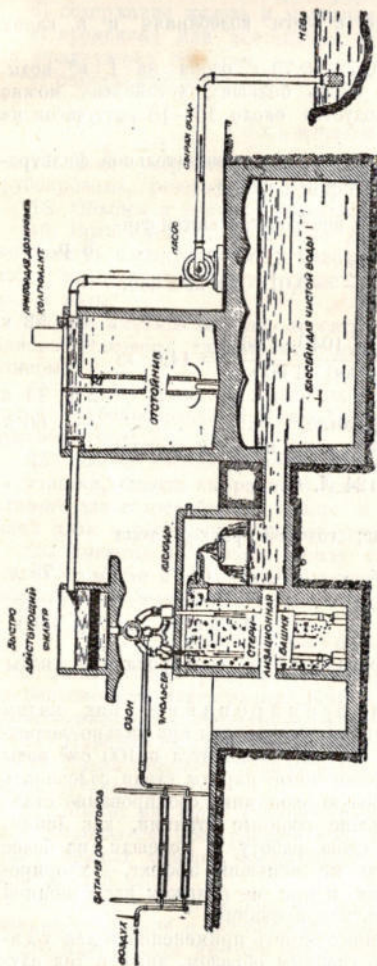
## § 16. Хлорирование воды.

### а) Хлоратор Орнштейна.

Если прибавлять к воде хлор в виде хлорной извести, то нельзя получить совершенного смешивания его с водой, кроме того избыток хлора после мировой войны, применявшийся для приготовления удушливых газов, привел к мысли использовать его для дезинфекции воды в виде жидкого хлора, для полного смешивания которого с фильтрованной водой применяется наиболее удачный аппарат, так наз. хлоратор системы д-ра Орнштейна. Хлор доставляется с завода в баллонах.

Воздействие хлора на воду происходит по следующему уравнению:  $Cl_2 + H_2O = 2HCl + O$ , то есть в итоге получается соляная кислота и кислород, который и является элементом, уничтожающим бактерии и другие органические вещества; чем последних меньше, тем меньше нужно хлора, а потому надо сперва коагулировать воду и фильтровать ее.

Хлоратор Орнштейна монтируется (фиг. 5) на двух мраморных досках размерами  $0,6 \times 0,5$  м на одной из них установлены, 1) манометр показывающий: давление жидкого хлора в бад-



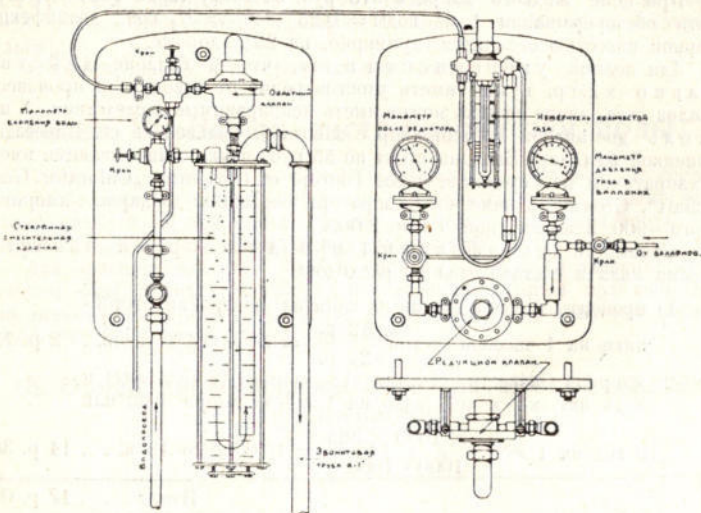
Фиг. 4. Схема Ленинградской фильтро-озонной станции.



лоне, 2) редукционный клапан, перед которым включен в трубопровод фильтр для прочистки газа, 3) манометр низкого давления, под которым газ поступает для его утилизации, 4) газомер, показывающий часовой расход газа.

На другой доске монтированы следующие части: 5) обратный клапан, через который газ поступает в смесительную колонку, 6) стеклянная смесительная колонка, герметически закрытая, с эбонитовым трубопроводом, отводящим хлорную воду, 7) манометр и трубопровод, подводящий напорную воду в колонку.

Жидкий хлор доставляется в стальных цельнотянутых баллонах объемом в 20—45 ж, при чем при  $33^{\circ}\text{C}$  весь хлор находится в жидком состоянии и давление в баллоне = 0. При  $t^{\circ} 18-20^{\circ}\text{C}$  давление, частью перешедшего в газ хлора, доходит до 6 ат., по мере расхода газа давление в баллоне падает. Как видно, расходуется хлор в газообразном состоянии.



Фиг. 5.

Редукционный клапан с диафрагмой, колебание которой регулируется пружиной, он выравнивает давление газа. Диафрагма — это волнистый диск при  $d = 80$  мм из специального сплава, устойчивого против разъедания его хлором. Манометры — пружинные. Обратный клапан закрывает доступ воде из колонки в газопровод в случае прекращения подачи хлора по трубопроводу.

Газомер представляет собой дифференциальный манометр, состоящий из двух стеклянных трубок, вложенных одна в другую. Внутренняя

тоньше и имеет сверху уширение прилегающее плотно к стенкам наружной трубки, которая соединена с газопроводом. Налитая в нижнюю часть наружной трубки серная кислота будет подниматься по внутренней трубке на разную высоту, показывая объем протекающего газа.

Вся установка должна быть сделана в особом помещении в котором отоплением (центральным) поддерживается однообразная  $t^{\circ}$  в 18—20<sup>o</sup> Ц.

К установке должен быть подведен водопровод, могущий подать не менее 170 л воды на каждый кг проходящего через аппарат газа, обычно это количество доходит до 1700 л.

Полученная в колонке хлорная вода отводится по эбонитовому трубопроводу  $d = 25$  мм в место расхода.

Количество жидкого хлора на 1 л воды обычно от 0,2 до 0,5 мг.

### б) Стоимость хлорирования.

При цене жидкого хлора в 915 руб. за тонну (цена 1927 г.), стоимость обезвреживания 1 м<sup>3</sup> воды = 0,25 коп.  $\cong \frac{1}{4}$  коп., дезинфекция хлорной известью обходится, примерно, на 25% дороже.

Для полной уверенности в том, что в баллоне действительно хлор, нужно иметь удостоверение от завода или произвести анализ газа, иначе ошибка может иметь непоправимые последствия. Х и уголь доставляет жидкий хлор с завода б. Сольвей на ст. Перездняя Донецкой жел. дор. Баллоны стоят по 55 руб. штука, выписываются вместе с хлоратором из Германии, через Госторг от Общества „Chlorator Gesellschaft“. Стоимость немецкого хлоратора около 600 долларов, американского—900, а английского около 2000.

Стоимость дезинфекции 1 м<sup>3</sup> воды хлорной известью весьма мала и составляется из расходов:

- 1) проценты и амортизация на капитал постройки отстойника на 1 часовой отстой  $\frac{12 \text{ р.}}{24 \text{ р.}} = 50 \text{ к. } 5,5\% \text{ годов. } . 2 \text{ р. } 75 \text{ к.}$
- 2) хлорной извести, считая 13 коп. кг (2 руб. пуд) и 33% акт. хл. в ней, надо на 1 л 3 м<sup>3</sup> хлорн. изв. или

$$\text{в год на } 1 \text{ м}^3: \frac{3 \times 1000 \times 365}{1000 \cdot 1000} = 1,10 \text{ кг по } 13 \text{ к. } . 14 \text{ р. } 30 \text{ к.}$$

Итого . . . 17 р. 05 к

или на суточный куб. метр  $17,05 : 365 = 0,05 \text{ к.} = \frac{1}{20}$  коп. (дов. ц.).

## § 17. Обезжелезивание воды.

Красноватая муть, осаждающаяся на дне сосуда, представляет собой двууглекислую закись железа. Углекислота улетучивается, а закись железа в присутствии кислорода воздуха переходит в гидрат окиси железа. Вода приобретает неприятный запах и вкус, делается негодной для многих хозяйственных и промышленных целей и кроме того отлагает железо на стенках водопроводных труб.



Для выделения окиси железа существуют способы:

1. Аэрация через загрузку, то-есть пропускание воды через загрузку коксом, кирпичем или по деревянным дощечкам; загрузка толщиной 2—3 м, объем ее равен часовому объему протекающей воды. Скорость движения воды в загрузке 1—2 мм/сек; размер кокса около 80—100 мм. Деревянные сосновые дощечки ставят крестообразно, кирпичи ставят друг на друга в перекрестку с промежутками в 25 мм (способ Пифке).

После аэрации вода проходит через песчаные фильтры со скоростью 5—15 раз большей, чем на английских фильтрах, поэтому и размер загрузки крупнее: 3—10 мм при толщине ее 1,0—2,0 м.

2. Аэрация дождеванием, пропускающая воду через особый душ и заставляя ее падать с высоты 2,0 м на песчаный фильтр с загрузкой в 0,3 м (способ Остена).

3. Открытая аэрация и фильтрация в закрытых аппаратах высотой 2—5 м при диаметре 1—2 м со скоростью 5—10 м/час. Этот способ применяется теперь чаще других (аппараты Гульба).

4. Озонирование, о котором сказано выше.

## Глава VI. Выбор системы очистки воды.

Выбор того или другого способа очистки воды зависит от состава ее и особенностей, от требований, предъявляемых к очищенной воде, и имеющихся в распоряжении средств; к этому надо прибавить еще спешность возведения очистительных сооружений.

Для ориентировки при выборе системы очистки, в зависимости от качества воды, приводится таблица в основание которой положены данные личного опыта и наблюдений, а также данные из практики разных существующих очистительных сооружений.

### § 18. Ориентировочная таблица для выбора системы фильтрации.

Т а б л и ц а 6.

К а ч е с т в о  в о д ы	С и с т е м а  о ч и с т к и
1. Не илстая, планктона макс. 0,1 мг на л, периодически мелкой мути макс. 10 мг или крупной макс. 50 мг, достаточно уменьшения желтизны не более, чем на 25%, безвредных бактерий до 1 000 в см <sup>3</sup> , В. Coli не всегда в 100 см <sup>3</sup> . . . . .	английские фильтры,
2. То же, но крупной мути, главным образом, песчаной, —100—1 000 мг . . . . .	отстой и английские фильтры,
3. Обнаруженное заражение воды бактериями тифа или холеры . . . . .	английские фильтры, хлорирование.

## Продолжение таблицы 6.

Качество воды.	Системы очистки.
4. Много песку, немного глинистых частиц, сильно желтая, требует ослабления окраски до 70%, много безвредных бактерий, болезнетворных не всегда в 100 с.м <sup>3</sup> , жесткость более 3 нем. град. . . . .	коагуляция, отстой, английские фильтры.
5. Сильно мутная, взвешенных веществ около 100 мг, планктона более 0,2 мг, много безвредных бактерий, среднее содержание болезнетворных, не всегда в 100 с.м <sup>3</sup> . . . . .	коагуляция и отстой для задержки планктона, префильтры или фильтры Пюешь-Шабала и английские фильтры.
6. То же, но желтая, муть желка, жесткость более 3 нем. град. . . . .	коагуляция, префильтры, английские фильтры.
7. Илистая, желтая, предназначается, главным образом, для промышленных целей и при небольших установках для питьевой воды, жесткость выше 3° . . . . .	коагуляция, отстой, американские фильтры.
8. Сильно мутная, илистая, много планктона, мало железа, болезнетворные бактерии (Coli) в большинстве проб в 1 с.м <sup>3</sup> , или периодическое заражение ими воды, сосун в черте города или выше его в населенных местах . . . . .	префильтры или фильтры П.-Шабаль, коагуляция, отстой, американские фильтры или английские, озонирование или ультрафиолетовые лучи, хлорировальные.
<b>Исправление воды.</b>	
9. В тех случаях, когда вода мягче 3° и по состоянию ее надо прибавлять на каждый градус более 30 мг сернистого глинозема, надо до коагуляции прибавлять . . . . .	известь.
10. Вода жестка, т.-е. более 20° . . . . .	смягчение при помощи цеолитов (водные силикаты), пермутитов (искусственные цеолиты из каолина, песка и соды).
11. В воде много углекислоты, более 5 мг на л. . . . .	аэрация или пропускание воды струйками через резервуар с вакуумом или пропускание воды через толченый мрамор.
12. В воде железа более 0,3 мг . . . . .	пропускание воды через обезжелезивающие приборы или через колонку с коксом, битым кирпичем, древесным углем и др.
13. В воде много марганца . . . . .	озонирование или аэрация и последующая фильтрация, или цеолиты, пермутиты и проч.



## § 19. Стоимость очистки воды.

Таблица 7. Стоимость устройства и очистки на 100 в. в дов. ценах.

№	Способ фильтрации	Стоим. устр. на 100 в. су-жочн. промш.		Стоим. оч. на каждые 100 в. оч. воды
		Руб.	К.	Коп.
1	Медленная фильтрация на английских фильтрах при скор. $v = 10$ см/час., без отстоя и префильтрации . . . . .	25	—	0,56
2	Медленная фильтрация на английских фильтрах при $v = 10$ см с отстоем на 24 часа . . . . .	37	—	0,75
	С отстоем на 6 часов . . . . .	28	—	0,61
3	Префильтры при скорости $v = 2,0$ м/час. . . . .	3	40	0,09
4	Префильтры при $v = 2,0$ м и медленные английские фильтры при $v = 15,0$ см . . . . .	20	—	0,51
5	Ступенчатые фильтры Пюеша-Шабала . . . . .	12	40	0,44
6	Коагуляция сернокислым глиноземом в количестве до 40 мг на л с отстоем 4 часа . . . . .	2	—	0,35
7	Обработка марганцево-кислым калием в количестве 2 мг на л с отстоем в 2 часа, дороже хлорирования . . . . .	—	—	—
8	Американские фильтры при $v = 5,0$ м/час., с отстоем, трубопроводом, зданием, но без насосной станции . . . . .	10	—	0,75
9	Хлорная известь с отстоем в 1 час при 1 мг на л и двусери.-кисл. патром . . . . .	—	50	0,082
10	Озонирование с предварительной американской фильтрацией $v = 5,0$ м и отстоем в 2 часа . . . . .	30	—	1,37
11	Ультрафиолетовые лучи без обработки воды . . . . .	5	—	0,22
12	Ультрафиолетовые лучи с предварительной американской фильтрацией, с отстоем (см. 8) . . . . .	15	—	0,98
13	Ультрафиолетовые лучи предварительной фильтрацией, на английских фильтрах при 10,0 см . . . . .	30	—	0,78

## § 20. Типовая инструкция врачам при лаборатории городского водопровода.

I. Для постоянного контроля водопровода производится бактериологические и химические исследования воды нефилтрованной, воды из отстойника, воды, получаемой в каждом отделении фильтра, из резервуара чистой воды и в напорном резервуаре (или башне).

II. Вода, получаемая в каждом отделении фильтра, речная вода, поступающая в отстойник и выходящая к фильтрам, и вода из резервуара чистой воды должны исследоваться в бактериоскопическом отношении ежедневно. В особенности необходимы самые тщательные наблюдения:

- после устройства нового фильтра, до тех пор, когда установится правильная работа его,
- при каждом наполнении фильтра после очистки его,
- в том случае, когда давление в фильтре превысит максимальное для данного водопровода на  $\frac{2}{3}$ ,

- в) когда давление в фильтре внезапно понизится,
- д) при всех необычных обстоятельствах, именно, при половодьях и паводках.

III. Химическое исследование воды нефilterованной (из реки и из отстойника) и filterованной (из резервуара чистой воды) производится не менее двух раз в месяц. Этот анализ должен производиться в объеме санитарного анализа.

IV. Вода в напорном резервуаре (или башне) исследуется в бактериоскопическом отношении 1 раз в неделю.

V. Химический анализ (санитарный) воды из напорного резервуара (или башни) производится 2 раза в месяц.

VI. Врачи при испытании профильтрованной воды должны обращать внимание на следующие обстоятельства:

а) действие фильтра можно считать удовлетворительным, если содержание зародышей в фильтре не превышает того предела, который, на основании опыта, достижим для данного водопровода посредством хорошей фильтрации через песок,

б) фильтрат должен быть абсолютно прозрачным; во время паводка при очень мутной воде применение коагулянта в отстойнике обязательно. Количество нужного коагулянта (сернистый алюминий) определяется врачом в пределах, уже употреблявшихся при прежней фильтрации или при отстоях по исследованию работы фильтров.

VII. Для бактериоскопических исследований применяется способ приготовления питательной среды, принятый в настоящее время на многих городских водопроводных станциях.

VIII. В случае получения из фильтра воды неудовлетворительной в санитарном отношении, врачи обязаны немедленно сообщать об этом заведующему инженеру или заменяющему его лицу для выключения этого отделения фильтра из работы впредь до его исправления; вода из этого отделения может быть допущена в город только после нового исследования.

IX. Врачи обязаны принимать участие в устройстве новых и очистке работавших фильтров. Все свои замечания они сообщают непосредственно инженеру или на совещании инженеров и врачей; эти замечания непременно заносятся в журнал.

X. Врачи наблюдают, чтобы вода из фильтров не допускалась к употреблению: а) тотчас после очистки фильтра; б) после подсыпки песчаного слоя до тех пор, пока ими это не будет признано возможным, на основании бактериоскопических исследований.

XI. Врачи устанавливают скорость фильтрации каждого отделения фильтра и наблюдают, чтобы она, по возможности, не подвергалась резким колебаниям.

XII. Врачи обязаны вести следующую отчетность:

а) результаты ежедневно бактериоскопического анализа воды из каждого отделения фильтра и нефilterованной воды заносятся в особые бланки и представляются еженедельно в Управление Водопровода,



б) результаты химического анализа воды фильтрованной и нефилтрованной, а также исследование воды в напорном резервуаре или башне, представляется в Управление Водопровода 1 раз в месяц.

XIII. Не позже 1 марта каждого года врач представляет в Управление Водопроводов годовой отчет о деятельности лаборатории с объяснительной запиской по общей работе фильтрованной станции.

Заведующий Управлением Водопроводов (подпись).

## Приготовление питательной желатины для бактериологического исследования водопроводной воды.

### Исследование воды.

Приготовление питательной желатины производится по следующему рецепту: мясной фарш, рубленый или полученный из котлетной машинки, по возможности без жира, в количестве 1 кг, заливают литром воды и настаивают в течение суток в прохладном месте, а затем варят на плите около 2 часов или нагревают в стерилизаторе Коха при  $100^{\circ}\text{C}$  также часа два. Мясо отжимают через чистое полотно, а жидкость пропускают через бумажный фильтр.

К полученному мясному бульону прибавляют 12% желатина, 1% пептона, избыток меда в порошке (на стакан чайную ложку) и смесь ставят в стерилизатор Коха на 20 минут при температуре в  $100^{\circ}\text{C}$ , т.е. пока желатина и пептон не растворятся. Теперь необходимо нейтрализовать эту смесь для чего прибавляют каплями 10% раствор соды, пока красная лакмусовая бумажка не станет синеть, т.е. жидкость станет слабо щелочной.

Горячую жидкость необходимо охладить до  $45-50^{\circ}\text{C}$  и после того прибавить сырой яичный белок в количестве: 1 белок на  $\frac{1}{4}$  л (но без капли желтка); при этой  $t^{\circ}$  белок не свернется, а растворится после чего всю смесь опять нагревают в стерилизаторе в течение 20 минут при  $100^{\circ}\text{C}$ . Вынув из стерилизатора приготовленную таким путем желатину, ее немедленно фильтруют через плоские бумажные фильтры. Хорошо приготовленная желатина должна быть совершенно прозрачной. Фильтрат разливают в пробирки по  $10\text{ см}^3$  в каждую, закрывают ватными пробками и трижды стерилизуют в аппарате Коха через каждые 24 часа по 15 минут при температуре в  $100^{\circ}\text{C}$ .

Счет колоний, выращенных на пластинках, покрытых желатиной, дает нам указание лишь на количество всех бактерий в известном объеме воды, но не указывает с какими бактериями мы имеем дело — с вредными или безвредными.

Для полной картины необходимо произвести качественный бактериологический анализ. Обычно довольствуются не полным бактериологическим анализом на практике редко осуществляемым, а лишь частичный, на известные характерные виды микроорганизмов, значение которых для оценки качества воды определено выяснено.

Обычно исследуют воду на присутствие в ней кишечной палочки *Bacterii Coli*, служащей указанием на загрязнение воды фекалиями, с кото-

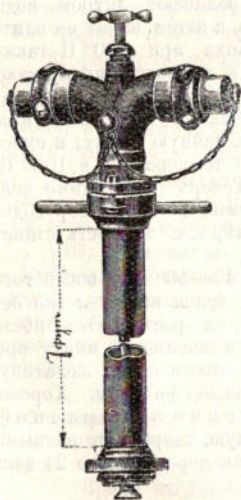
рыми могут попасть в воду бактерии дизентерии, тифа, холеры, — злейших врагов человека.

Основным свойством типичной кишечной палочки считается ее способность вызывать брожение виноградного сахара с образованием газа, образовать индол ( $C_8H_7N$ ) и свертывать молоко. Индол образуется из действия кишечных палочек на белок, он составляет основное вещество всей группы которое можно получить из индола.

## Глава VII. Расход воды.

### § 21. Пожарный расход воды.

Общее количество воды, расходуемой на тушение пожаров, невелико, но пожарный расход бывает иногда настолько значительным, что превосходит хозяйственный и, следовательно, должен быть положен в основу расчета диаметров труб. Постановлением Водопровода и С. Т. Съезда 1927 г. указано на этот счет в начале справочника, где количество воды на один пожар в литрах в минуту дано в пределах от 300 до 2 500, в зависимости от размеров города, при свободном напоре в сети в 25 м для тушения 2-х этажных зданий и не менее 40 м для 4-х этажных зданий. Здания в 6 и 7 этажей больших городов тушатся не из сети непосредственно, с помощью пожарных автососов, сосущих воду из магистрали и нагнетающей ее в рукав под требуемым напором.



Фиг. 6. Двухрожковый стендер.

Практика тушения пожаров установила у нас норму подачи воды на каждый пожар по 50 ведер на пожарный кран, что дает при двухрожковом (фиг. 6) стендере по 25 ведер на каждый из 2-х рукавов диаметром  $2\frac{1}{2}$ " , привертнутых к одному стендеру. Это количество при более слабом напоре снижается до 40 ведер в минуту. Число одновременно действующих пожарных кранов зависит от размеров пожара и напора в сети и принимается для расчета в 3 крана при числе одно-

временных пожаров в разных районах города в 2.

### § 22. Наивыгоднейшие диаметры труб водопровода.

В нижеследующей таблице приведены наивыгоднейшие диаметры труб, полученные по так называемому экономическому расчету, в котором учтена стоимость сети, мощность и стоимость насосной станции и ежегодные эксплуатационные расходы.



Таблица 8.

Диаметры		Расход в л/сек	Скорость в л/сек	Гидравлический уклон в %
м.м	Дюймы			
150	6	до 17	0,97	1,3
200	8	17—30	0,54—0,95	2,6—8,0
250	10	30—46	0,60—0,92	2,5—5,5
300	12	46—75	0,65—1,05	2,4—5,5
350	14	75—105	0,80—1,10	2,3—4,8
400	16	105—134	0,80—1,05	2,2—3,6
450	18	134—177	0,83—1,10	1,9—2,3
500	20	177—253	0,90—1,25	1,9—3,8
600	24	253—384	0,85—1,35	1,4—3,3
700	28	384—500	1,00—1,30	1,5—2,5
750	30	500—590	1,10—1,30	1,6—2,3
800	32	590—730	1,20—1,45	1,7—2,6
900	36	730—944	1,15—1,50	1,4—2,3
1 000	40	944—1 200	1,20—1,50	1,25—2,0
1 100	44	1 200—1 500	1,30—1,60	1,30—2,0
1 200	48	1 500	1,35	1,4

Экономически наивыгоднейший диаметр напорных труб гидростанции.

Он получается в том случае, если сумма годового расхода на трубопровод + расход на потери от трения воды в трубопроводе составляют минимум.

Бауэрфельд и Людиг дали следующее выражение наивыгоднейшему диаметру:

$$d = \sqrt[7]{\frac{101,3 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot \sigma \cdot w \cdot (t_1 \cdot Q_1^3 + t_2 \cdot Q_2^3 + \dots)}{\left(1 + \frac{p}{100}\right) \cdot \gamma \cdot k^2 \cdot H \cdot w_2}}, \dots (1)$$

а для верхнего участка трубопровода с наименьшей толщиной стенок  $s_0$

$$d = \sqrt[6]{\frac{101,3 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot w_1 \cdot (t_1 Q_1^3 + t_2 Q_2^3)}{\left(1 + \frac{p}{100}\right) \cdot \gamma \cdot k^2 \cdot s_0 \cdot w_2}}, \dots (2)$$

где:  $d$  — диаметр труб в м,  
 $\gamma_1$  — коэффициент полезного действия турбины (обычно 0,82),  
 $\gamma_2$  — " " " генератора (обычно 0,92),  
 $\gamma_3$  — отношение крепости сваренного и заклепочного шва (0,70—0,90),  
 $\gamma$  — допускаемое напряжение материала труб в  $t/m^2$ ,  
 $w_1$  — средняя стоимость квт часа у клемм генератора,  
 $t_1, t_2$  — числа часов эксплуатации, соответствующих расходам  $Q_1, Q_2$ ,  
 $t_1 + t_2$  — число часов эксплуатации в год,  
 $Q_1, Q_2$  — количества протекающей воды в  $m^3/сек$ ,

$p$  — надбавка в процентах к весу труб на фланцы, муфты, компенсаторы, раструбы (обычно 10%),  
 $\gamma$  — удельный вес материала труб (обычно 7, 8),  
 $k$  — коэффициент по Шези:

$$k = \frac{100 + \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}, \dots \dots \dots (3)$$

где:  $m$  — 0,20 для железных, сварных и деревянных труб,  
 $m$  — 0,25 для железных клепаных и за железенных бетонных,  
 $m$  — 0,35 для железно-клепаных труб диам. в 0,50 м и для гладких бетонных труб,  
 $H$  — статический + динамический напор в м,  
 $w_2$  — годовой расход, падающий на тонну употребленного в дело железа (трубы, включая доставку, монтаж, земляные работы и проч.  
 $s_0$  = наименьшая толщина стенок труб в м).

#### Приближенные формулы:

Приняв  $\gamma_1 = 0,82$ ;  $\gamma_2 = 0,92$ ;  $\gamma_3 = 0,85$ ;  $p = 10$ ;  $\gamma = 7,8$  и вместо  $t_1 Q_1^3 + t_2 Q_2^3$  поставим  $t \cdot Q^3$ , где  $t$ , число годовых часов эксплуатации,  $Q$  — м<sup>3</sup> объем подаваемой воды в сек., принимаем — несколько большим чем средний за год:

$$d = \sqrt[7]{\frac{7,571 \cdot \sigma \cdot w_1 \cdot t Q^3}{k^2 \cdot H \cdot w_2}}, \dots \dots \dots (4)$$

а для верхнего участка с наименьшей толщиной стенок:  $s_0$

$$d = \sqrt[6]{\frac{8,907 \cdot w_1 \cdot t \cdot Q^3}{k^2 \times s_0 \cdot w_2}} \dots \dots \dots (5)$$

Формула для нахождения диаметра где-либо между нижней и верхней частями трубопровода:

$$d_x = \sqrt[7]{\frac{H}{H_x}} \cdot d, \dots \dots \dots (6)$$

где:  $d_x$  — диаметр в м в любом месте трубопровода,  
 $H_x$  — напор в м (стат. + динам.) в этом месте,  
 $d$  — диаметр в м в нижнем конце трубопровода,  
 $H$  — общий напор в м (стат. + динам.) в нижнем конце трубопровода.

Коэффициент  $w_1$  стоимости квт. часа у клемм генератора получается если годовой расход (% , амортизация и пр.) всей установки (получение воды, трубопровод, здание силовой станции, машины, кроме распределительных устройств и трансформаторов) разделить на число киловатт-часов полученных в течение года у клемм генератора.



Годовой расход  $w_2$ , падающий на тонну израсходованного на трубы железа получим, если годовой расход (% амортизация и пр.) на устройство трубопровода (трубы, включая транспорт, монтаж, земляные работы и пр.) поделить на вес всего трубопровода.

**Примечание.** Приведенные здесь приближенные формулы годны для железных трубопроводов. Наивыгоднейший диаметр для бетонных и деревянных труб можно найти лишь путем сравнительного подсчета.

Коэффициент  $k$  по Шези изменяется вместе с диаметром  $d$ . Сперва берут  $k$  для примерного диаметра и если результат вычислений дает  $d$ , близкое к предварительно принятому, то на этом останавливаются, в противном случае берут другое  $k$  для нового диаметра. Это же относится и к напору  $H$ , так как динамический напор изменяется также соответственно изменяющемуся  $d$ .

Вместо выражения  $(t_1 Q_1^3 + t_2 Q_2^3)$  можно взять приближенно  $t_1 Q'^3$ , при чем  $Q'$  здесь несколько больше, чем расчетный средний секундный расход. Людн принимает  $Q' = 0,35$  от максимального  $Q$ , для которого рассчитана пропускная способность водовода. Для небольших колебаний притока воды следует  $Q'$  взять больше, до 0,75 от расчетного расхода в проекте.

### Пример.

В 1924 г. в Германии построена гидростанция высокого напора (в 490 м). Трубопровод был выстроен на пропуск воды в  $0,45 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Средний расход был принят в  $3/4$  от максимального, т.е. в  $Q' = 0,337 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Число рабочих часов в году  $t = 2\,600$  час. Допускаемое напряжение материала труб было принято в  $8\,000 \text{ т}$  на  $\text{м}^2$ . Стоимость 1 квт. электрической энергии у клемм генератора принято в  $w_1 = 0,044$  руб. (4,4 коп.).

Стоимость трубопровода следующая:

Железный трубопровод . . . . .	129 600 руб.
Транспорт, монтаж, земляные работы и пр. . . . .	75 100 „
	Всего . 204 700 руб.

Общий вес напорного трубопровода . . . . . 327 т

Стоимость одной тонны употребляемого в дело

$$\text{железа} - \frac{204\,700}{327} . . . . . 626 \text{ руб.}$$

Проценты, амортизация и т. д. приняты в 10%,

так что годовой расход на одну тонну

$$\text{железа} . . . . . 62,6 \text{ руб.}$$

Диаметр трубопровода в нижнем конце был принят в  $d = 0,425 \text{ м}$  при коэффициенте шероховатости по Куттеру в  $m = 0,20$ , получается по Шези коэффициент  $k = 62$ . Полный рабочий напор был принят в 600 м. Вставляя в формулу 4 эти величины имеем:

$$d = \sqrt[7]{\frac{7,571 \cdot 8\,000 \cdot 0,044 \cdot 2,600 \cdot 0,337^3}{62^2 \cdot 600 \cdot 62,6}} . . 0,407 \text{ м.}$$

Выполнен трубопровод диаметром  $d = 0,425 \text{ м}$ .

### § 23. Промышленный расход воды.

- Требуется: 1) для пивоварен. на 1 л пива . . . . . 5 л воды  
 2) „ парового котла при машинах без конденсации пара в час на Л. С. . . . . 15—20 л  
 3) „ парового котла при машинах с конденсацией пара в час на Л. С. . . . . 6—7 „  
 4) „ охлаждения холодильник. против расхода пара объем . . . 30-кратный  
 5) „ охладж. цилиндра двигателя Дизеля на Л. С. в час . . . . . 12—18 „  
 6) „ охладж. газовых двигателей на 1 куб. м газа . . . . . 40—60 „  
 7) „ скотобоев на голову скота . . 300—400 л.

Для других производств и предприятий, как-то бумажных фабрик, винокуренных заводов, кожевенных, текстильных фабрик и пр. количество воды определяется обследованием существующих и назначением по аналогии.

### § 24. Расчет пожарных струй.

Чаще других применяется для расчета потери напора в рукавах формула проф. М. С. Ясюковича, составленная по типу формулы Лампе:

$$J = 1470 \frac{Q^{1,8}}{D^{4,85}} \text{ для железных и чугунных труб, именно:}$$

$$a) J = 5000 \frac{Q^{1,9}}{D^{5,25}} \text{ — для пеньковых рукавов,}$$

$$b) J = 3000 \frac{Q^{1,9}}{D^{5,25}} \text{ — для прорезиненных рукавов,}$$

$$c) J = 2000 \frac{Q^{1,9}}{D^{5,25}} \text{ — для резиновых рукавов.}$$

Здесь  $J$  — потеря напора на единицу длины,

$Q$  — расход в литрах в минуту,

$D$  — диаметр рукава в мм.

В пожарном деле употребляются по преимуществу пеньковые рукава, реже прорезиненные, а потому осторожнее будет производить расчет потери напора по формуле  $a$ . Так как расчет по формуле показательного типа сопряжен с сложными вычислениями, то удобнее пользоваться графическим расчетом пожарных струй. Такой расчет изложен в книжке



инж. В. Г. Лобачева, изд. 1926 г. Главного Управления Коммунального Хозяйства: „Графический расчет пожарных струй“.

По таблице приведенной в ней высота пожарной струи в брандспойте с разными наконечниками имеет указанные значения.

Таблица 9.

Диаметр рукав. в дюйм.	Длина рукав. в м	Проводимость	Напоры			Расход воды л/мин	Диаметр наконечника мм	Высота струи м
			Наличный в м	Потери напора в рукаве м	Оставшийся у наконечника			
<i>D</i>	<i>l</i>	<i>P</i>	<i>H<sub>0</sub></i>	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>Q</i>	<i>d</i>	<i>T</i>
2 1/2"	80	110	40	6	34	275	15	23,5
2 1/2"	80	110	40	14	26	425	20	21
2 1/2"	80	110	40	22,5	17,5	545	25	16
2 1/2"	80	110	40	29	11	620	30	10,4

По номограммам, построенным В. Г. Лобачевым, можно с достаточной для практики точностью решать множество задач, именно, зная из семи величин:  $l - H - I - p - S - D - Q$  какие-либо три величины, находить остальные четыре. Здесь  $l$  — длина рукава,  $H$  — потеря напора,

$I$  — потеря напора на единицу длины,  $p = \frac{Q}{H^{1/m}} = \frac{1}{S^{1/m}}$  — проводи-

мость трубопровода,  $S = K \frac{l}{D^n}$  — сопротивление трубопровода,  $D$  — диаметр трубопровода,  $Q$  — расход воды. В формуле  $a: K = 5\,000, = m = 1,9$  и  $n = 5,25$ .

## Глава VIII. Правила устройства спринклерных сооружений, ухода и надзора за ними и контроля готовности их к действию.

(Утвержден НКТ в 1926 г.).

### I. Общие положения.

а) Понятие о спринклерованном здании или сооружении.

§ 1. Здание или сооружение признается спринклерованным в том случае, если оно находится под охраной оборудованного, согласно настоящих Правил спринклерного сооружения во всех этажах и отделениях, включая чердаки закрытые или иные пространства между крышей и потолком верхнего этажа, подвалы и находящиеся внутри здания лестнич-

ные клетки, уборные, коридоры, шахты подъемных машин и элеваторов, помещения вентиляционных труб, люки, канатные и ременные корридоры и т. п.

§ 2. Для того, чтобы спринклерованное здание или сооружение могло всецело находиться под охраной спринклеров, являющихся исключительной надежной противопожарной средой, оно не должно быть под влиянием смежного или среднего не спринклерованного здания или сооружения, т. е. оно должно быть надлежаще разьединено от других строений и помещений, не имеющих спринклерных устройств, представляя из себя отдельный спринклерованный пожарный риск.

§ 3. Надлежащим разьединением между отдельными спринклерованными и неспринклерованными рисками считается ничем не застроенный и незагроможденный разрыв; между каменными крытыми прочно строениями — не менее 12 м (6 саж.) и между прочего рода строениями — не менее 24 м (12 саж.), за исключением строений и сооружений, по отношению к которым разрывы устанавливаются особыми правилами.

§ 4. Надлежащим разьединением спринклерованных зданий или сооружений от неспринклерованных, а также спринклерованных и неспринклерованных частей одного и того же здания или сооружения, считается брандмауер толщиной не менее  $1\frac{1}{2}$  кирпича, устроенный так, чтобы он превышал на  $\frac{1}{4}$  м конек крыши высшего из смежных строений; брандмауер должен всю своей толщиной отделять все деревянные части строений, могущие способствовать передаче огня от одного строения или помещения в другое.

В случае необходимости иметь в брандмауере отверстие для прохода из одного строения в другое, необходимо устройство двойных железных или деревянных, обшитых с обеих сторон железом по войлоку, или асбесту, дверей с самозакрывающим механизмом и с металлическими или обшитыми железом коробками.

Примечание. Сквозь брандмауер разрешается проводить приводные валы, паропроводные, водопроводные и другие трубы, при условии незначительных зазоров между стенками отверстия в брандмауере и проходящими валами и трубами.

§ 5. Разьединение спринклерованных фабричных помещений от неспринклерованных машинных отделений, котельных и насосных помещений является необязательным, если в последних деревянные части внутреннего устройства надлежаще защищены от возгорания.

#### б) Допускаемые случаи отсутствия спринклеров и специальные случаи спринклерования.

§ 6. Постановка спринклеров является необязательной в следующих помещениях:

а) в чердачном помещении, если оно отделено от верхнего этажа огнестойким перекрытием (кирпичным, бетонным, железобетонным и металлическим волнистого железа) без отверстий и если оно не имеет отопления, искусственного освещения и ничем не занято;



б) в каменных подвалах, если они имеют такие же перекрытия и не заняты фабричным производством, при чем двери должны быть огнестойкими;

в) в каменных лестничных клетках и коридорах, служащих исключительно для проходов, и в уборных, если эти помещения имеют негорюемые пол и потолок и, если деревянные части в них защищены огнестойкой обшивкой (железом по войлоку или асбесту) и, если окна из них во внутренние помещения или имеют стекла фальконе, или защищены каждое непосредственно спринклером.

Примечание 1. Если лестничные клетки удовлетворяют в общем требованиям настоящего §, но не имеют огнестойкого перекрытия в верхнем этаже, то верхнее перекрытие должно быть снабжено спринклерами.

Примечание 2. Постановка спринклера требуется также под нижними маршами лестницы в лестничной клетке.

г) в находящихся внутри спринклерованных каменных зданий помещениях с огнестойкими полами и потолками, занятых складами нелегко-воспламеняющихся материалов и сообщающихся с остальными помещениями здания через дверь или окно, если дверные или оконные отверстия защищены спринклерами, поставленными внутри этих помещений в непосредственной близости от дверей и окон;

д) в примыкающих к брандмауерам каменных спринклерованных строений навесах с огнестойкими крышей и полом, эксплуатируемых под огнеопасные склады (а не под производство), или под помещения для холодной обработки металлов, если такие навесы сообщаются с спринклерованными строениями через огнестойкие двери, или, если такие навесы имеют обыкновенные двери, защищенные поставленными непосредственно у дверей со стороны навесов спринклерами; при этом навесы не должны иметь чердаков или галлерей;

е) в огнестойких помещениях и навесах, в которых производится исключительно мокрая обработка, с огнестойкими потолками;

ж) в специальных расположенных внутри строений огнестойках, имеющих вход и выход через люки, закрытых закромах для зерна и хлеба на мукомольных мельницах, маслобойнях и перегонноочистительных заводах (силосах);

з) в обжигательных печах и в печах на фабриках глиняной, фарфоровой и стекольной промышленности;

и) в отделениях или будках, которые используются исключительно, как помещения реостатов или иных электротехнических приборов, если перекрытие их расположено на расстоянии, не менее  $1\frac{1}{2}$  м от потолка помещения, при какой-либо высоте не ослабляется разбрызгивание спринклеров, расположенных над будкой под потолком помещения;

к) на внутренней стороне сеток или щитов, над мокрым выходом машин бумажного производства.

§ 7. Мельницы и маслобойные заводы должны иметь не менее одного спринклера;

а) в корпусе каждого элеватора с тем, чтобы он покрывал и главную камеру и оба ответвления или люка элеватора;

б) в головке каждого пылеприемника или пыльной трубы;

в) внутри каждого пылеприемника, сообщающегося с высасывающим вентилятором, при чем спринклер помещается со стороны опораживания вентилятора в непосредственной от него близости; все наклонные пылеприемники из огнестойкого материала, при отклонении стенок от перпендикуляра больше  $30^\circ$ , и все горизонтальные—должны быть защищены спринклерами, расположенными внутри их на расстоянии не более 3 м один от другого; если сортировальные цилиндры расположены рядами менее 0,9 м или если вообще имеются между аппаратами или между последними и стенами здания узкие промежутки, которые представляются недостаточно защищенными спринклерами, установленными под потолком помещения, то в каждом таком промежутке должны быть помещены добавочные спринклера в количестве, соответствующем действительной потребности.

§ 8. Все трубы и каналы для отвода пыли или отбросов должны быть защищены спринклерами, поставленными внутри таковых со стороны опораживания.

§ 9. Потолок над приводным механизмом подъемников должен быть защищен спринклерами, помещенными непосредственно над механизмом.

## II. Устройство спринклерных сооружений.

### Спринклерная сеть труб.

а) Расположение спринклеров в сети.

§ 10. Основным требованием для расчета и устройства спринклерной сети является требование, по которому на каждые  $9,3 \text{ м}^2$  площади пола помещений во всех фабричных, заводских и прочих предприятиях (кроме мукомольных мельниц, театров и сушилок на кожевенных заводах) должно приходиться не менее 1 спринклера, дабы весь пол помещений с находящимися на нем предметами сплошь был полит водой из спринклеров.

§ 11. На мукомольных мельницах и дистиллировочных очистительно-перегонных заводах, где производится обмол и сушка зерна, в сушильных помещениях кожевенных заводов, а равно в помещениях сцен и зрительных зал театров, один спринклер должен приходиться на каждые  $5,9 \text{ м}^2$  площади пола (или пролета); для сего расстояние между спринклерами должно быть не более 2,4 м, а расстояние крайних спринклеров от стен и от выступающих потолочных балок не более 1,2 м.

§ 12. Спринклера должны быть устанавливаемы возможно ближе к потолку, а на чердаках—к откосам и конькам крыш, при чем, при уклоне крыши более  $\frac{1}{3}$ ,—спринклера должны помещаться у конька или на расстоянии от него не более 76 см.

§ 13. В холодных чердаках и во всех неоттапливаемых помещениях, где может быть зимой замерзание воды в впитательных трубах



спринклерной сети, спринклерная система должна иметь иное устройство: все трубы от контрольного клапана должны содержаться в зимнее время сухими, т.е. должны быть наполнены не водой, а сжатым воздухом, наполняемым по мере убыли его; такая сеть спринклерных труб, которая в теплое время находится под водой, а в морозное время под воздухом, называется водовоздушной или смешанной спринклерной системой.

Далее правила содержат:

- а) Расчет внутренних диаметров труб спринклерной сети.
- б) Способы и характер укрепления спринклерных труб.
- в) Спринклера.
- г) Контрольные и обратные клапаны и сигнальные аппараты.
- д) Водопитатели спринклерного сооружения.
- е) Ремонт спринклерных сооружений и уход за ними.
- ж) Надзор и контроль за спринклерными сооружениями.
- з) Правила испытания спринклерных головок.
- и) Программа и нормы испытания и приемки спринклерных сооружений.

Припой замка спринклерной головки изготавливается из металла Вуда: 8 ч. свинца, 4—олова, 16—висмута и 4—кадмия, плавится при  $72^{\circ}\text{C}$ , делают также для  $t^{\circ} 93^{\circ}$ ,  $141^{\circ}$  и  $182^{\circ}$ ; теперь начато изготовление в СССР.

## Глава IX. Сбор воды с речных и озерных водоприемников.

### а) Сбор атмосферных вод.

Там, где нет ни рек, ни озер, где скалистый грунт мешает получить грунтовую воду, а в наличии не имеется пригодная для питья вода, там приходится собирать атмосферные осадки. При малом расходе воды ее собирают в цистерны, а при большом—устанавливают водохранилища за плотинами.

1. Цистерны. В них собирают воду с крыш, замощенных дворов и других площадей, придавая им круглую или прямоугольную форму. Цистерны строят с водонепроницаемыми стенками из камня, кирпича или бетона, непременно перекрытые сводами или потолками. Глина может служить под дном и за стенками отличным материалом для увеличения непроницаемости цистерны. Для получения прохладной воды цистерны надо делать целиком в земле, или обложить, как ледник, снаружи землей. Скалы могут служить хорошим основанием для этих сооружений—нужно лишь их выравнять и возвести стены и потолок.

Цистерны снабжают обыкновенно приспособлениями для впуска и забора воды и для опорожнения их. Решетки в осадочном колодце и насос составляют необходимую принадлежность хорошо устроенной цистерны; при мутной воде добавляют еще фильтрацию воды.

Объем цистерны не трудно подсчитать, если известен расход воды. Коэффициент стока воды принимают для крыш 0,8, а для дворов 0,6; необходимо еще знать высоту слоя дождя, выпадающего за год.

Цистерны применяются в Австрии, Турции, Египте, а у нас в Крыму и на Кавказе. В наше время развития гидротехники такой способ сбора и хранения воды уже устарел.

2. Водохранилища за плотинами. Стекающие атмосферные осадки определенного района запираются плотиной в главном тальвеге долины и могут служить при достаточном количестве не только для целей водоснабжения, но и для получения электрической энергии. Белый уголь — как называют эту энергию (зеленый уголь — если имеем дождевые, а не снеговые воды, синий уголь — прилив океана) может одновременно служить для подъема воды в населенный пункт.

Ключи также можно собрать, преграждая их плотинами. Последними же регулируют естественные горные потоки, которые в дождливое время могли бы произвести большие опустошения.

Место для плотины выбирается там, где имеется достаточный бассейн и где она выйдет короче и устойчивее. Крутой уклон дает высокую плотину; если использовать воду и для гидроэлектрической станции, это даст большую выгоду.

По качеству своему вода таких водохранилищ (если она защищена от загрязнений) не хуже всякой другой поверхности воды. Несмотря на самоочищение, она требует очистки на фильтрах.

Что касается количества воды, то его можно подсчитать не теоретически, а по эмпирическим формулам, которые применяются при расчете труб под полотном железных дорог, с применением тех же коэффициентов стока, беря также во внимание испарение воды с поверхности водохранилища, которое, в зависимости от климатических условий, может достигать 4—10 мм в сутки в жаркое время. При средней годовой температуре в  $10^{\circ}\text{C}$  испаряется в год около 900 мм.

Устройство плотин составляет особый отдел гидротехники, где можно найти образцы исполненных сооружений. Мы вкратце отметим, что плотины делают земляные, с глиняным ядром внутри для водонепроницаемости, или же из смеси земли с глиной. Сечение придают трапециoidalное с разными откосами: со стороны воды —  $1 : 2\frac{1}{2}$  до  $1 : 3$ , с сухой стороны  $1 : 2$  до  $1 : 2\frac{1}{2}$ . Гребень делают в зависимости от высоты шириной  $B = 3,0 + 0,3(H - 3)$  м, где  $H$  — высота плотины (дамба).

Каменные или бетонные плотины должны быть рассчитаны и проверены по существующим сооружениям этого рода. В виду дороговизны их устройства, размеры должны быть минимальные, но обеспечивающие устойчивость. Поперечное сечение плотины весьма различно. За исходное очертание принимается треугольник, прямоугольный, с основанием, равным двум третям высоты строения воды  $h$ . Сюда входит и уширение на  $0,1 h$ , которое при малых плотинах начинают на 2—4 м ниже уровня воды, а при высоких на 6—8 м. Сечение сверху плотины делается прямоугольным. Во избежание перелива воды через плотину, ее возвышают на 1—2 м выше воды, при высоких водах даже на 3 м. При большей длине плотины, для лучшей устойчивости против скольжения под напором воды, ей придают в плане не прямоугольную форму, а кривую большого радиуса, выгнутой стороной к воде.

Водоохранилища изредка надо чистить, поэтому следует предусмотреть в плотине устройство для спуска воды, а в земляных дамбах — особенные каменные каналы, предохраняющие землю от размывания,



Забор воды для водоснабжения из водохранилища должен быть так устроен, чтобы при различной высоте стояния воды в бассейне ее всегда можно было бы забрать с такой глубины, на которой она чище и имеет желательную температуру, и чтобы можно было использовать весь запас воды. При каменных плотинах приспособления для забора воды обычно делаются в них самих, при земляных - дамбах—отдельно от них.

Приемник для забора воды в больших плотинах состоит из вертикальной доступной осмотру шахты, которая поднимается выше наивысшего уровня воды в водохранилище, внутри которой на разных высотах расположены затворы, а у дна выходит отводная труба. При малых плотинах вертикальную шахту обыкновенно заменяют вертикальной трубой—стояком, а при высотах до 10 м—для передачи воды через дамбу иногда применяют сифоны. В Индии, Испании и Америке, устроено весьма значительное количество водохранилищ для различных целей. В Германии плотины построены при непосредственном участии известного профессора Интце.

### б) Забор воды из рек и озер.

Обзор устройства наших водопроводов показывает, что большинство водоснабжений пользуются речной водой, так как озер у нас мало и расположены они главным образом в С.-З. Области. Речная вода требует обязательной очистки, хотя это не всегда выполняется у нас за недостатком средств.

Изыскания сводятся к определению расхода воды в реке в разное время года. Минимальный расход нужен, чтобы знать, достаточно ли воды, наибольший же—для того, чтобы соответственно расположить приемные, сооружения и защищать их от повреждения ледоходом.

Выбор места для водоприемника имеет существенное значение для качества воды. Оно всегда должно находиться выше города по течению реки и населенного пункта, могущих загрязнить воду. Для этой цели спуски стоков канализации, фабрик, больниц и проч. надо делать ниже города.

Приемник нужно располагать у берега, не подверженного подмыву и обмелению, и конец выдвигать к оси реки, забирая воду с достаточной глубины. Отверстия заборной трубы—сосуна или окна береговой шахты—должны быть защищены от проникновения в них различных крупных плавающих тел. Лучшая высота для забора воды—примерно на средние глубины воды. Место набирания обозначается плавающим баканом, дабы предохранить сосун от повреждения пароходом и легче найти его в случае осмотра, ремонта или очистки от донного льда.

Обыкновенно на берегу устраивают приемный колодец, в который вода из реки попадает самотеком, а из этого колодца или береговой шахты (если сосуна не имеется) воду забирают по всасывающим трубам насосом. Безопаснее делать две заборные трубы в колодец, ставя в нем задвижки на концах этих труб на случай его чистки. Очень

полезно эти трубы соединить в колодце со всасывающими трубами и насосом (например, тройником) с тем, чтобы в случае надобности можно было обратным напором промыть заборные трубы от осадков и донного льда. Между заборными трубами и всасывающими ставят сетки, которые имеют подъемный механизм для чистки или смены сеток.

Типичным примером водоприемника может служить московский, чертежи которого можно получить в Постоянном Бюро В. и С. Т. Съездов.

Забор воды происходит в этом водоприемнике (Рублевского водопровода на р. Москве) двумя рядами окон. Один ряд на 0,65 м ниже уровня меженных вод, другой—между этим уровнем и высокими водами; окна снаружи снабжены решетками, а внутри чугунными задвижками. Этот водоприемник рассчитан на 14 000 000 ведер воды в сутки.

Забор воды из озер несколько отличается от речного. В озере нельзя брать воду у берега, а приходится ставить водоприемник, благодаря мелкому берегу, вдали, на несколько сот метров, иногда до 6 км (Америка). Тогда устраивают водоприемную башню с окнами под водой, а дно ее соединяют туннелями, проложенным по дну озера, с береговой шахтой, из которой вода забирается насосами. При устройстве такой башни (в Америке ее называют „крибом“), приходится вести кессонные работы, а туннель строить с применением сжатого воздуха. Надо предусмотреть и здесь приспособления для очистки криба и электрическое обогревание решеток впускных окон, так как достаточно поднять  $t^{\circ}$  воды хотя бы на 0,01 $^{\circ}$ , чтобы данный лед уже не мог образовываться против прилипания донного льда. Проще вырыть землечерпалкой канаву в дне озера и уложить железные или стальные трубы до берега, но тут надо считаться с одним обстоятельством, делающим такое решение вопроса ненадежным: в реках течение не позволяет образоваться толстому льду, закрывающему окно водоприемника, а в озерах, набиваясь ветром к берегу, лед образует горы, которые могут срезать сосун, торчащий со дна, облепить трубы у сосуна и заморозить в них воду. Поэтому только в небольших, но достаточно глубоких озерах, возможно обойтись без башни (например, в Цююяхе, Стокгольме, Берлине).

## в) Водоприемники.

Водоприемник на озере или реке представляет собой важнейшее сооружение водопровода, а потому ему должно быть уделено преимущественное внимание и всякая ошибка в его конструировании может вызвать непоправимые последствия, которые лягут всею тяжестью на эксплуатацию. Уменьшение притока воды или приостановка его в водоприемнике вызывает затруднения или также приостановку в работе всего водопровода. Причинами нарушающими работу водоприемника могут быть: шорох, донный лед, занос водоприемных окон песком или песком с глиной, закупорка окон водорослями и плавающими предметами. Водоприемник и должен бороться с этими факторами природы, что же касается мути и планктона, то устранение их производится префильтрами и фильтрами и к функциям водоприемника не относится. На долю последнего



приходится только удаление той части крупных взвешенных веществ кои успевают осесть на дно водоприемника, планктон же приходит на фильтры, не оседая, благодаря своей легкости, искусственно можно осадить его коагулированием.

### Основания для проектирования водоприемника в озере.

Можно установить следующие принципы для проектирования водоприемника:

#### 1. Расположение водоприемных окон по высоте.

По возможности ближе к дну, чтобы предохранить их от шороха, но настолько повысить над дном, чтобы могущие образоваться наносы не только не попадали в окна, но над ними было бы свободное пространство, дабы весок, поднимаемый со дна бурей или течением не мог подняться до окон.

2. Количество окон. Оно определяется длиной внутренней окружности водоприемника, принятой скоростью течения воды в окнах, удобством обращения со щитами прикрывающими окна, возможностью ослабления площади сечения стенок водоприемника. Иначе говоря, поменьше окон, меньше механизмов, меньше ослабления стен при малых скоростях течения (от 0,20—0,30 м/сек) воды, так как с увеличением последних, возрастает возможность образования донного льда на решетках, стенках окон и т. д.

3. Число рядов окон. Шорох плавающий в воде мешает распространению волн, в глубину, которая при нем имеет большую амплитуду и небольшую высоту, их можно охарактеризовать по сравнению с волнами свободного от льда озера словом: „ленивые волны“. Поэтому, если бы не сложность устройства желательно было бы два ряда окон: один верхний ряд для летнего и зимнего времени, другой нижний для осеннего и весеннего, когда нижние окна позволили бы получать воду, если верхние откажутся подавать ее вследствие шороха, каждый ряд должен быть рассчитан на полную производительность водоприемника.

4. На окнах должны быть решетки, задерживающие лед, и плавающие предметы и водоросли: последние появляются осенью в большом количестве, оторванные и принесенные волной или течением.

5. Желательно обогревание решетки (электричеством), чтобы повысить  $t^{\circ}$  воды на  $0,01^{\circ}$ , т.-е. на величину наибольшего наблюдаемого переохлаждения и тем предупредить образование донного льда на решетке, на стенках окон, внутри водоприемника и на стенках шахты.

6. Щиты (шлюзы) для закрывания окон должны быть устроены в пазах с таким расчетом, чтобы они обычно не были в воде и не могли обмерзать, а спускались лишь к моменту закрытия окна и могли быть вынуты наружу для ремонта или замены.

7. Шорох, попадающий через отверстия решетки (10 см), всплывающая внутри водоприемника может, накопясь, попадать в шахту и туннель или всасывающие трубы и забить последние или остановить насосы, поэтому нужно удаление его сплавом или иным способом.

8. Шорох и донный лед и водоросли, могущие забить решетку, должны быть удаляемы напором воздуха или воды изнутри водоприемника.

9. Должна быть предусмотрена возможность опорожнения водоприемника и удаление осадков со дна его.

10. Для удаления тем или другим способом льда из водоприемника необходим доступ дневного света во внутрь его или электрическое освещение.

11. Вентиляция внутреннего объема водоприемника должна быть спроектирована с притоком свежего воздуха снаружи и выводом уходящего через крышу, дабы потеющие стены не давали капель и струй, омывающих стены и площадки и могущих загрязнять воду внутри водоприемника.

12. Как для судов плавающих по озеру или реке, так и для наблюдений за состоянием льда нужен маячный свет на крыше водоприемника.

13. Для возможной установки второй шахты и продолжения забора воды на дальнейшее расстояние—нужно предусмотреть возможность производства этих работ, не прекращая работы водоприемника и не загрязняя воду внутри его.

14. В основу проектирования водоприемника должны быть положены опытные данные, существующих сооружений подобного рода с принятием во внимание местных условий.

## Глава X. Определение дебета подземных вод.

### § 25. Определение количества грунтовой воды.

При откачке воды насосом из колодца, бурового или шахтного, происходит понижение уровня воды в нем, распространяющееся вокруг колодца во все стороны в виде воронки, при чем на некотором расстоянии от центра ее, выражающееся в десятках метров, редко сотней, понижения естественного уровня воды не происходит. Пересечение вертикальной плоскости проходящей через центр колодца с поверхностью воронки даст кривую, называемую кривой депрессии, характер которой остается постоянным при установившейся работе откачки.

Необходимо определить измерением стояний уровней воды в пробных скважинах и последующим подсчетом очертание кривой депрессии (близкой к параболе), это дает возможность найти количество воды получаемое из колодца и расстояние между двумя соседними колодцами, которое должно быть не менее двойного радиуса воронки.

Количество воды даваемое колодцем определяется по формуле:

$$Q = \frac{2 \pi \varphi \cdot K \cdot H}{\lg \operatorname{nat} \frac{R}{r}} \times S,$$



где:  $\pi$  3,14,  
 $\varphi$ —коэффициент скважности от 0,26 до 0,48,  
 $K$ —коэффициент зависящий от крупности зерен песка, определяется опытным путем,  
 $H$ —нормальная глубина водоносного слоя,  
 $R$ —радиус воронки, т.е. граница положения уровня воды,  
 $r$ —радиус колодца,  
 $S$ —высота понижения уровня воды в колодце при откачке воды.

Численное значение коэффициента  $K$  по Дарси равно диаметру  $d_0$  зерен выраженному в метрах:

для мелкого песка	$d_0=0,25$ м.м	$K=0,00025$
" среднего "	$d_0=1,0$ "	$K=0,001$
" крупного "	$d_0=5$ "	$K=0,005$ .

Численное значение коэффициента скважности  $\varphi$  равно:

для среднего гравия	(7 м.м)	$\varphi=0,37$ ,
" мелкого "	(4 " )	$\varphi=0,36$ ,
" крупного песка	(2 " )	$\varphi=0,36$ ,
" среднего "	(1 м)	$\varphi=0,40$ ,
" мелкого песка	(0,25—0,5 м.м)	$\varphi=0,42$ ,
" суглинка . . . . .		$\varphi=0,46$ .

Из формулы для  $Q$  видно, что дебет грунтовых вод:

- 1) зависит от высоты слоя воды в грунте,
- 2) возрастает с увеличением глубины откачки,
- 3) зависит мало от изменения радиуса  $r$  колодца.

Пр и м е р.  $H=50$  м,  $R=200$  м,  $S=2,0$  м, при  $\varphi=0,38$  и  $K=0,0008$ .

При $r=2,0$ м	$Q=0,0402$ м <sup>3</sup> /сек	$\cong 40$ л/сек,
" $r=1,0$ "	$Q=0,0349$ "	$\cong 35$ "
" $r=0,20$ "	$Q=0,0270$ "	$\cong 27$ "

т.е. для отношений радиусов 1:5:10 получилось отношение дебетов 1:1,3:1,5, т.е. при незначительном увеличении дебета получим значительное увеличение стоимости колодца.

## § 26. Определение количества артезианской воды.

Оно производится по формуле:

$$Q = \frac{2 \pi \varphi \cdot K \cdot a \cdot S}{\lg \text{nat} \frac{R}{r}}$$

Эта формула отличается от формулы для грунтовых колодцев тем, что вместо толщины водоносного слоя  $H$  имеем мощность  $a$  водоносного слоя заключенного между двумя водонепроницаемыми пластами. По этой формуле количество откачиваемой воды прямо пропорционально глубине

откачки  $S$ , мощности слоя  $a$ . Радиус  $R$  воронки всегда очень велик по сравнению с радиусом кольца  $r$ , а потому можно принять, что  $Q$  почти не зависит от последнего.

Буровые колодцы для грунтовой воды располагаются на взаимном расстоянии от 10—50 м, в зависимости от крупности зерен водоносного слоя песка, теснее при мелком песке : свободнее — при гравелистом грунте, легко отдающем воду.

Диаметры колодцев от 150 до 1 000 мм,  
глубина " " 10 м и несколько десятков метров,  
толщина стенок труб 3,25—12 мм.

Скорость притока воды к стенкам колодца:  
при песке 1—2 мм не должна быть более 2—3 мм/сек,  
при песке с примесью глины . . . . . 0,25 "

Допуская большие скорости надо считаться с вымыванием мелкого песка и глины в течение некоторого периода откачки и возможности засорения фильтра, который придется менять. Иногда это вымывание мелочи выгодно и прекращается после определенного срока, так как скорость течения в некотором отдалении от колодца уменьшается и на определенной границе вымывание прекращается.

Обсадные трубы служат для предохранения глубоких буровых колодцев от притока в них вод нежелательных слоев, промежуточных, неглубоких или загрязненных. Толщина стенок обсадных труб от 3,25 до 7,5 мм.

Длина звеньев до . . . . . 6,0 м,  
диаметр от . . . . . 100 до 600 мм.

Высота соединительных муфт =  $4d$ , где  $d$  — диаметр колодца.  
Фильтр диаметром менее диаметра обсадных труб,  
отверстия в фильтре делаются . . . . . 10—20 мм,  
расположение шахматное на расстоянии  
центров от . . . . . 30 до 40 мм,  
обмотка проволокой диаметром . . . . . 6 мм,

но непосредственно на продырявленную трубу, а по припаенной к ней в вертикальном положении проволоке в 6—8 местах по окружности.

Шахтные колодцы; они делаются из камня, бетона, кирпича, чугуна и дерева:

диаметр их от . . . . . 1 до 6,0 м,  
глубина колодцев от . . . . . 4 " 12,0 "  
толщина стенок кирпича или бетона . . . 100—375 мм,  
вода поступает через дно и овальные отверстия, в нижней части колодца, размером 10×50 мм,  
колодец опускается не до непроницаемого  
слоя, а примерно, не доходя до него на 1,5—2,0 м,  
всасывающая труба не доходит до дна колодца на . . . . . 0,75—1,25 м.



Уровень воды в колодце при откачке ее не должен быть ниже, чем на 0,75 м от низа всасывающей трубы во избежание засасывания воздуха.

Артезианские колодцы имеют глубину до нескольких сот; метров.

Практика и изыскания установили что в СССР:

1. Нельзя рассчитывать на получение артезианской воды на главных водоразделах речных бассейнов (Валдай-Тульско-Орловско-Воронежские высоты).

2. Наибольшие шансы на успех бурения представляют речные долины: в междуречных площадях степей при благоприятных условиях можно получить артезианскую воду, но не самонизливающуюся.

3. Вообще, в большинстве местностей средней Европейской части СССР нельзя рассчитывать получить самонизливающуюся воду на равных площадях, превышающих 147 м абсолютной высоты. Только в нескольких скважинах, расположенных в долинах, вода поднимается выше этого предела. Наибольшей высоты в 168 м артезианская вода достигает в скважинах в долине р. Десны у Брянска, вследствие исключительной близости возвышенной площади питания, достигающей 252 м.

4. Почти во всех скважинах средней, юго-восточной и южной части СССР артезианская вода поднимается значительно ниже 20 м над уровнем главных поверхностей вод рек и озер данной местности. Только вышеупомянутые Брянские колодцы поднимают воду на 30 м над рекою и скважина в котловине озера Ильмень—до 20 м.

5. Даже при применении механического подъема вод, наивысший предел выгодного пользования артезианской водой вне речных долин не превышает абсолютной высоты 180 м, во многих же местах высота эта значительно меньше.

Артезианские колодцы имеются: в Ленинграде (Экспедиция заготовления государственных бумаг), дающий 3 000 м<sup>3</sup> в сутки, в Москве, Смоленске, кроме того, до двадцати городов пользуются у нас артезианской водой для водоснабжения.

## § 27. Разведочное бурение при исследовании грунтовых вод.

Количество притекающей в колодец воды зависит от водопроницаемости пласта, а не от высоты столба воды в колодце. Крупнозернистый пласт может дать воды в несколько раз больше мелкозернистого, но по бактериологическому составу она вероятнее всего будет хуже воды прошедшей медленно через мелкозернистый песок.

В деле установления качества и количества воды всякого рода предположения, аналогии и вычисления имеют лишь ориентировочный, приблизительный характер, необходимо произвести пробное бурение мелкокалиберными трубами 1½—2—2½ и пробную откачку воды, анализ которой в лаборатории даст верное понятие о ней.

Пробное бурение производится преимущественно ударным способом без промывки или для ускорения работы с промывкой скважины.

Так как обычно бурение приходится производить в малонаисследованных и малонаселенных пунктах, вдали от городов, в которых можно было бы приобрести необходимый инструмент и приспособления, то приводим список последних, по которому надо заранее заготовить для отправки на место до отъезда изыскательной партии.

а) Список буровых принадлежностей и полевого снаряжения для буровых работ.

1. Тренога из 3—3½ верш. круглого леса—заготовляется на месте . . . . .	1 шт.
2. Блок для треноги . . . . .	1 "
3. Крюк, канат и ворот для бурения; канат длиной . . . . .	20 м
4. Труб газовых черных 1¼ длиной 2,13 м на глубину . . . . .	40 "
5. Обсадных труб diam. 2½ на глубину . . . . .	45 "
6. Железных штанговых хомутов . . . . .	2 шт.
7. Дополнительных винтов к ним . . . . .	2 "
8. Деревянных хомутов к ним . . . . .	2 "
9. " " для обсадных труб . . . . .	2 "
10. Дополнительных болтов к ним . . . . .	2 "
11. Гаечных ключей для сбалчивания хомутов . . . . .	2 "
12. Буровых ножек с прилепанным наконечником . . . . .	2 "
13. Змеевиков для работ в глинах . . . . .	1 "
14. Желовок для отливания воды из скважин . . . . .	2 "
15. Расширителей для увеличения диаметра скважины . . . . .	2 "
16. Башмаков для обсадных труб . . . . .	2 "
17. Патрубков для ввинчивания в обсадных трубах (предохранители резьбы) . . . . .	1 "
18. Долот: пирамидальное, крестовое и плоское . . . . .	3 "
19. Клещей для штанговых муфт . . . . .	2 "
20. " " штанг . . . . .	2 "
21. " " обсадных труб . . . . .	1 "
22. Цепной ключ. годный для обсадных труб и штанг . . . . .	1 "
23. Фарштулей (хомут с дужкой) для вытаскивания штанг . . . . .	2 "
24. Подкладных вилок . . . . .	1 "
25. Метчиков для ловли утерянного инструмента . . . . .	2 "
26. Колокольчиков для той же цели . . . . .	1 "
27. Труборез для обрезывания труб и штанг . . . . .	1 "
28. Трубных тисок (прижим) для труб . . . . .	1 "
29. Американский клуп . . . . .	1 "
30. Ловильных вилок для извлечения оборвавшихся труб . . . . .	1 "
31. Промывочных аппаратов . . . . .	1 "
32. Насос с рукавами для промывочного бурения . . . . .	1 "
33. Домкратов бутылочных . . . . .	2 "
34. Ушко с рукояткой с первоначального бурения . . . . .	1 "
35. Брезентов половых . . . . .	2 "



36.	"	возовых 2,5×3,5 м . . . . .	3	"
37.	Складных столов и стульев . . . . .		2	"
38.	"	кроватей . . . . .	1	"
39.	Брезентовых ведер . . . . .		1	"
40.	Бутылей для проб воды по 3 л . . . . .		4	"

Вес означенного бурового комплекта и снаряжения около 1 250 кг. Если условия работ известны, то из этого списка исключается то, что можно получить на месте; чаще всего не придется брать с собой промывочных приспособлений не всегда возможных, а это значительно облегчит поклажу.

**Буровой журнал.** Он ведется по образцу, указанному ниже, в нем записываются все проходимые пласты, появление воды и ее характеристика. Обязательно отбирать образцы всех пород и складывать их в особые ящики, лучше в определенном масштабе, дающие наглядное изображение толщин слоев.

### б) Буровой журнал

разведочной скважины № . . . . . в местности . . . . .  
начата . . . числа . . . . . мес.; закончена . . . числа . . . . . мес. . . . . г.

№	Название пород	Глубина пород в м		Примечание
		Мощность	От поверхности	
1	Растительный слой . . . . .	0,5	0	
2	Гравий . . . . .	1,8	0,5	
3	Желтая глина . . . . .	2,4	2,3	
4	Красный песок . . . . .	0,7	4,7	
5	Коричневый песок . . . . .	1,0	5,4	
6	Черная глина . . . . .	4,9	6,4	
7	Слой пестрых глин . . . . .	1,05	11,3	
8	Серый крупный вод. песок . . . . .	3,20	12,35	Встречена вода на вкус горько-соленая. Приток 2,5 л/мин. Перекрыта обсад- ными трубами.
9	Зеленая глина . . . . .	1,20	15,55	
10	Крупный хряц . . . . .	2,50	16,75	
11	Белый песок . . . . .	1,37	19,25	
12	Серый крупный песок . . . . .	4,70	20,62	
13	Каменный пласт . . . . .	—	25,32	

## Глава XI. Расчет водопроводных труб и городских сетей.

### § 28. Формулы для расчета потерь напора в водопроводных трубах и их сравнение при выборе.

(Составлено для справочника инж. В. Г. Лобачевым (см. также Бринкгауз, П., Городская водопроводная сеть труб. Гостехиздат, Москва, 1928 г.).

Основной вид формулы для расчета потерь напора на трение в трубопроводах удобно принять в том виде, который дал Шези, а именно,

$$v = C \sqrt{R i},$$

где:  $R$  — гидравлический радиус,  
 $i$  — потеря напора на единицу длины,  
 $v$  — скорость,

$C$  — коэффициент, зависящий от рода стенок материала труб, рода жидкости, скорости и диаметра трубопровода.

Если принять во внимание, что: 1) для круглых труб, работающих полным сечением:  $R = \frac{d}{4}$ , и 2) расход жидкости в круглых трубах

$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot v$ , то основной вид формулы возможно преобразовать таким образом:

$$1) i = \frac{v^2}{C^2 R} = \frac{v^2 4}{C^2 d} = \frac{4}{C^2} \cdot \frac{v^2}{d} = a \frac{v^2}{d}$$

и

$$2) i = a \frac{v^2}{d} = a \frac{Q^2}{\frac{\pi^2 d^4}{4^2} \cdot d} = \frac{a \times 16}{\pi^2} \cdot \frac{Q^2}{d^5} = b \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

В этих формулах единичная потеря напора выражается в первой формуле, как функция скорости и диаметра, во второй, как функция расхода и диаметра.

Коэффициенты  $a$  и  $b$  в свою очередь различными авторами выражаются, как функции скорости и диаметра.

Принятые выше два вида выражения единичной потери напора позволяют легко сравнивать существующие формулы, сравнивая только коэффициенты  $a$  и  $b$  и, кроме того, позволяют произвести основную классификацию формул по виду коэффициентов  $a$  и  $b$ .

а) Рассматривая коэффициенты  $a$  и  $b$  у различных авторов формул, возможно разделить все существующие формулы на четыре группы:

I группа. Коэффициенты  $a$  и  $b$  не зависят ни от диаметра, ни от скорости:

$$a = \text{const} \text{ и } b = \text{const}.$$

II группа. Коэффициенты „ $a$ “ и „ $b$ “ не зависят от диаметра, но зависят от скорости:

$$a = f(v) \text{ и } b = \varphi(v).$$

III группа. Коэффициенты  $a$  и  $b$  не зависят от скорости, но зависят от диаметра:

$$a = f(d) \text{ и } b = \varphi(d).$$

IV группа. Коэффициенты  $a$  и  $b$  зависят как от скорости, так и от диаметра:

$$a = f(v \cdot d) \text{ и } b = \varphi(v \cdot d).$$



б) Краткая характеристика групп.

Группы I и II мало употребительны, так как опытный материал и последние теоретические обоснования формул указывают на влияние скорости и диаметра на величины коэффициенты  $a$  и  $b$ . Формулы группы I могут служить для предварительных, ориентировочных грубых подсчетов. Округляя их значение, проф. Есьман дает формулу для грубых подсчетов:

$$i = \frac{1}{400} \cdot \frac{Q^2}{d^5} = \left(\frac{Q}{20}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^5}.$$

Группа III. Так как величины обычных скоростей в водопроводных трубах ограничена пределами 0,5—1,5 м/сек. то влияние скорости сказывается не так значительно, как влияние диаметра, поэтому возможно не принимать в расчет влияние скорости на величины коэффициентов  $a$  и  $b$ . Эта группа формул имеет значительное распространение.

Формулы этой группы возможно писать в виде  $i = A Q^2$ , вычисляя в виде таблиц величину  $A$  для каждого диаметра. Вычисления по последней формуле значительно проще вычислений группы IV.

Наиболее употребительные формулы приводятся в нижеследующей таблице с разделением на группы.

Для сравнения результатов подсчетов по тем или иным формулам ниже приведена таблица, в которой подсчитаны величины единичной потери напора для труб  $d = 0,050$ ,  $d = 0,300$  и  $d = 1,000$  м при скорости  $v = 0,50$ ,  $v = 1,0$  и  $v = 1,5$  м/сек.

Формулы для потери напора в трубах для специальных случаев смотри проф. Павловский: „Гидравлический справочник“.

Графики и таблицы для расчета потерь напора смотри проф. Павловский: „Гидравлический справочник“, проф. Есьман: „Курс Гидравлики“.

Группа IV. Наиболее теоретически обоснованная имеет значительное распространение. Формулы этой группы часто пишут после преобразования в таком виде

$$i = k \frac{Q^m}{d^n}.$$

Так как показатели этой формулы дробные, то для вычислений надо иметь таблицы или графики.

Формулы этой группы имеют широкое распространение в Америке.

# § 29. Сравнительная таблица наиболее известных формул и область применения их.

Т а б л и ц а 10.

№ по порядку	А в т о р	Вид формулы выражающей единичную потерю напора как функцию скорости $i = a \cdot \frac{v^2}{d}$	Вид формулы выражающей единичную потерю напора как функцию расхода $i = b \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Примечания
1	Дюпон	I. Формулы с коэффициентами $a = \text{const}$ и $b = \text{const}$ ( $a$ и $b$ не зависят от скорости, ни от диаметра). $i = 0,00154 \cdot \frac{v^2}{d}$	$i = 0,002496 \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Применяется для грубых подсчетов.
2	Фаннинг	а) $i = 0,001312 \cdot \frac{v^2}{d}$ новые трубы б) $i = 0,002443 \cdot \frac{v^2}{d}$ бывшие в употреблении трубы	а) $i = 0,002126 \cdot \frac{Q^2}{d^5}$ б) $i = 0,00396 \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Применяется для грубых подсчетов.
3	Вейсбах	II. Формулы с коэффициентами $a = f(v)$ и $b = \varphi(v)$ ( $a, b$ и $b^n$ зависят только от скорости). $i = \left( 0,0007336 + \frac{0,0004828}{Vv} \right) \cdot \frac{v^2}{d}$ гладкие трубы	$i = \left( 0,001189 + \frac{0,0007826}{Vv} \right) \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Имеет распространение в Германии.
4	Цейнер	$i = \left( 0,0007299 + \frac{0,0005264}{Vv} \right) \cdot \frac{v^2}{d}$	$i = \left( 0,001183 + \frac{0,0008533}{Vv} \right) \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	



Эту формулу возможно применять до диаметра  $d < 500$  м.м. Формула применялась на Московском водопроводе с коэффициентом  $\sigma = 1,5$ . Имеются таблицы для расчета по этой формуле табл. инженера Игнатова.

Эта формула с коэффициентом  $m = 0,25$  применялась для расчета Ладожского водопровода. Имеются графические таблицы Ладожского водопровода. Те же таблицы курс водоснабжения проф. Сурина. Для малых труб до  $d = 150$  м по этой формуле получают преувеличенные потери напора.

III. Формулы с коэффициентами  $a = f(d)$ ,  $b = \varphi(d)$ ,  $(a \cdot d^a + b \cdot d^b)$  зависят только от диаметра).

$$i = a \frac{v^2}{d}$$

$$i = b \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

$$i = \left( 0,001014 + \frac{0,00002588}{d} \right) \cdot v^2 \cdot \sigma$$

$$i = \left( 0,001644 + \frac{0,000042}{d} \right) \cdot Q^2 \cdot \sigma$$

$\sigma = 1$  для новых труб

$\sigma = 1,5$  для бывших в употреблении

$\sigma = 2$  для старых труб

$$a) \quad i = \left( 0,000512 + \frac{0,0003847}{Vd} \right) \cdot \frac{v^2}{d}$$

$$a) \quad i = \left( 0,0008299 + \frac{0,0006230}{Vd} \right) \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

для новых труб

$$b) \quad i = \left( 0,000495 + \frac{0,000652}{Vd} \right) \cdot \frac{v^2}{d}$$

$$b) \quad i = \left( 0,0008023 + \frac{0,001057}{Vd} \right) \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

для бывших в употреблении труб

$$i = \left( \frac{2m + Vd}{50 Vd} \right)^2 \frac{v^2}{d}$$

$$i = 1,621 \cdot \left( \frac{2m + Vd}{50 \cdot Vd} \right)^2 \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

$m = 0,15$  для новых труб

$m = 0,25$  для бывших в употреблении труб

$m = 0,35$  для старых труб

5

Дарси

6

Франк

7

Куттер

№ по порядку	Автор	Вид формулы выражающей единичную потерю напора как функцию скорости $i = a \cdot \frac{v^2}{d}$	Вид формулы выражающей единичную потерю напора как функцию расхода $i = b \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Примечания
8	Базен (новая формула)	$i = \left( \frac{0,64 + 2 \sqrt{d}}{87 \cdot \sqrt{d}} \right)^2 \cdot \frac{v^2}{d}$	$i = 1,621 \cdot \left( \frac{0,64 + 2 \cdot \sqrt{d}}{87 \cdot \sqrt{d}} \right)^2 \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	
9	Горбачев	$i = \left( \frac{0,32 + 2 \sqrt{d}}{70 \cdot \sqrt{d}} \right)^2 \cdot \frac{v^2}{d}$	$i = 1,621 \cdot \left( \frac{0,32 + 2 \cdot \sqrt{d}}{70 \cdot \sqrt{d}} \right)^2 \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	По этой формуле пере- считывают сеть Гор- Ростова на Дону. Имеются расчеты, таб- лицы Горбачева. Та- блицы для расчета во- допроводов и водо- стоков.
10	Золе	а) $i = 0,01 \cdot \left( 0,087 + \frac{0,0012 \cdot \sqrt{d} + 0,003}{d} \right) \cdot \frac{v^2}{d}$ для новых труб б) $i = 0,01 \cdot \left( \frac{20}{29 + 30 \cdot d} \right)^2 \cdot \frac{v^2}{d}$ для бывших в употреблении труб	а) $i = 0,01621 \cdot \left( 0,087 + \frac{0,0012 \cdot \sqrt{d} + 0,003}{d} \right) \cdot \frac{Q^2}{d^5}$ б) $i = 0,01621 \cdot \left( \frac{20}{29 + 30 \cdot d} \right)^2 \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	
11	Манинг	$i = 6,35 \cdot \frac{v^2}{d} - \frac{v^2}{d} = 6,35 \cdot \frac{v^2}{d} \cdot \frac{1}{d^{0,333}}$ для труб бывших в употреблении $i = \frac{0,000914}{V^2} \cdot \frac{v^2}{d}$	$i = 10,293 \cdot \frac{Q^2}{V^2} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$ $i = \frac{0,001482}{V^2} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Эта формула с коэффи- циентом $n = 0,012$ дает для малых диа- метров величину $i$ близкие к Дарси, для больших близкие к Куттеру. Проста для вычислений. Таблицы в курсе гидравлики проф. Есьмана и в гид-



12	Форхеймер	$i = 6,964 \cdot \frac{v^2}{d^{0,4}} \cdot \frac{v^2}{d}$ <p><math>n = 0,012</math> для труб бывших в употреблении</p> $i = 0,001 \cdot \frac{1}{d^{0,4}} \cdot \frac{v^2}{d}$	$i = 11,29 \cdot \frac{n^2}{d^{0,4}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$ $i = 0,001621 \cdot \frac{1}{d^{0,4}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$		
13	Кристиен	$i = 0,000952 \cdot \frac{1}{d^{0,25}} \cdot \frac{v^2}{d}$	$i = 0,001543 \cdot \frac{1}{d^{0,25}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$		
14	Бринкгауз	$i = 0,001139 \cdot \frac{1}{d^{0,145}} \cdot \frac{v^2}{d}$ <p>для новых труб</p> $i = [0,0048 - (0,003418 \cdot d^{0,28})] \cdot \frac{v^2}{d}$ <p>для труб бывших в употреблении.</p>	$i = 0,001846 \cdot \frac{1}{d^{0,145}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$ $i = [0,007781 - (0,005541 \cdot d^{0,28})] \cdot \frac{Q^2}{d^5}$		
15	Лампе	$i = 0,0007555 \cdot \frac{1}{d^{0,25}} \cdot \frac{v^2}{0,198 \cdot d}$	$i = 0,001225 \cdot \frac{1}{d^{0,25}} \cdot \frac{Q^2}{0,198 \cdot d^5}$		<p>Эта формула дает преувеличенные значения потерь напора. В настоящее время мало употребляется.</p>
16	Линдлей	$i = 0,001018 \cdot \frac{1}{d^{0,25}} \cdot \frac{v^2}{0,25 \cdot d}$	$i = 0,00165 \cdot \frac{1}{d^{0,25}} \cdot \frac{Q^2}{0,198 \cdot d^5}$		<p>Эта формула применяется Линдлеем при проектировании водопровода.</p>

IV. Формулы с коэффициентами  $a = f(v, d)$ ,  $b = \varphi(v, d)$  ( $a^n$  и  $b^m$  зависят как от скорости так и от диаметра).

№ по порядку	Автор	Вид формулы выражающей единичную потерю напора как функцию скорости $i = a \cdot \frac{v^2}{d}$	Вид формулы выражающей единичную потерю напора как функцию расхода $i = b \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Примечания
17	Фламман	а) $i = 0,00042 \cdot \frac{1}{d^{0,25} \cdot \rho^{0,25}} \cdot \frac{v^2}{d}$ для новых труб б) $i = 0,00092 \cdot \frac{1}{d^{0,25} \cdot \rho^{0,25}} \cdot \frac{v^2}{d}$ для труб бывших в употреблении	а) $i = 0,0006848 \cdot \frac{1}{d^{0,25} \cdot \rho^{0,25}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$ б) $i = 0,001491 \cdot \frac{1}{d^{0,25} \cdot \rho^{0,25}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Эта формула имеет широкое распространение во Франции. Имеется графика для пользования этой формулой. Н. Кашкаров. Расчет трубопроводов графическим способом Берграна (аббата Берграна) 1907 г.
18	Блауэнус	$i = 0,0005279 \cdot \frac{1}{d^{0,25} \cdot \rho^{0,25}} \cdot \frac{v^2}{d}$ для гладких труб	$i = 0,0008557 \cdot \frac{1}{d^{0,25} \cdot \rho^{0,25}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	
16	Вильямс и Хазен	$i = K \cdot \frac{1}{\rho^{0,13} \cdot d^{0,25}} \cdot \frac{v^2}{d}$ $K = \text{от } 0,00081 \text{ до } 0,0010$ для труб работающих в обычных условиях $K = 0,000955$	$i = K' \cdot \frac{1}{\rho^{0,13} \cdot d^{0,25}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$ $K' = \text{от } 0,001313 \text{ до } 0,001783$ для труб, работающих в обычных условиях. $K = 0,001548$	Эта формула имеет широкое распространение в Америке
20	Барис	$i = 0,000729 \cdot \frac{1}{\rho^{0,109} \cdot d^{0,454}} \cdot \frac{v^2}{d}$ для новых труб	$i = 0,001182 \cdot \frac{1}{\rho^{0,109} \cdot d^{0,454}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	



21 Вегман и Аэринс

$$f = 0,000752 \cdot \frac{1}{r^{0,144} \cdot d^{0,32}} \cdot \frac{v^2}{d}$$

$$f = 0,001219 \cdot \frac{1}{r^{0,144} \cdot d^{0,32}} \cdot \frac{Q^2}{d^2}$$

22

Ланг

$$f = \left( 0,00102 + \frac{0,000092}{1 \cdot r d} \right) \cdot \left( \frac{d}{d_1} \right)^5 \cdot \frac{v^2}{d}$$

$$f = \left( 0,001653 + \frac{0,0001491}{V \cdot e d_1} \right) \cdot \left( \frac{d}{d_1} \right)^5 \cdot \frac{Q^2}{d^2}$$

для труб, бывших в употреблении.

Значения  $\left( \frac{d}{d_1} \right)^5$  приводятся в следующей таблице.

<i>d</i> в м	<i>d</i> - <i>d</i> <sub>1</sub> в мм				
	1 мм	2 мм	5 мм	10 мм	20 мм
0,050	1,106	1,227	1,695	3,048	12,82
0,100	1,047	1,092	1,695	3,048	3,048
0,150	1,034	1,069	1,183	1,412	2,045
0,300	1,015	1,025	1,087	1,183	1,515
0,500	1,011	1,022	1,051	1,106	1,227

23

Брабее

$$f = 0,0004458 \cdot \frac{1}{r^{0,219} \cdot d^{0,298}} \cdot \frac{v^2}{d}$$

для новых железных труб с муфтовыми соединениями

$$f = 0,0007243 \cdot \frac{1}{r^{0,219} \cdot d^{0,298}} \cdot \frac{Q^2}{d^2}$$

$$f = 0,0008243 \cdot \frac{1}{r^{0,2} \cdot d^{0,41}}$$

$$f = 0,001336 \cdot \frac{1}{r^{0,2} \cdot d^{0,41}} \cdot \frac{Q^2}{d^2}$$

для новых железных труб с фланцевыми соединениями

Эти формулы применяются для подсчетов труб малых диаметров.

№ по порядку	Автор	Вид формулы выражающей единичную потерю напора, как функцию скорости $i = a \cdot \frac{v^2}{d}$	Вид формулы выражающей единичную потерю напора, как функцию расхода $i = b \cdot \frac{Q^2}{d^5}$	Примечания
24	Биль	$i = 0,004 \cdot \left[ 0,12 + \frac{2f}{Vd} + \frac{r^2}{rV\sqrt{d}} \cdot \left( \frac{\gamma_1}{\gamma} \right) \right] \cdot \frac{v^2}{d}$ <p>здесь: <math>f</math> — коэффициент шероховатости  <math>b</math> — коэффициент вязкости  <math>\left[ \frac{\gamma_1}{\gamma} \right]</math> модуль вязкости (килематический коэффициент вязкости) для воды в 12° Ц <math>\left[ \frac{\gamma_1}{\gamma} \right] = 0,0124</math>.</p>	$i = 0,006484 \cdot \left[ 0,12 + \frac{2f}{V\sqrt{d}} + \frac{2b}{rV\sqrt{d}} \cdot \left( \frac{\gamma_1}{\gamma} \right) \right] \cdot \frac{Q^2}{d^5}$ <p>Эта формула применяется и для других жидкостей, кроме воды, вводя соответствующую величину <math>\left[ \frac{\gamma_1}{\gamma} \right]</math></p>	



Значения коэффициентов  $f$  и  $b$  в формуле Блэя.

Характер стенок	$f$	$b$	$b \left[ \frac{\eta}{\gamma} \right]$ для воды $t = 12^\circ$
I. Очень гладкие трубы (металлическо, стальные и проч.) . . . . .	0,0064	0,95	0,0118
II. Гладкие стенки (металлических цементных) гончарных труб . . . . .	0,018	0,71	0,0088
III. Негладкие стенки (чугунных и деревянных труб) . . . . .	0,036	0,46	0,0057
IV. Стены из камня, бетона, нестроганных досок и т. п. . . . .	0,054	0,27	0,0032
V. Стенки из обыкновенного камня, кирпичи и т. п.	0,072	0,27	0,0032

Для новых труб по III	$f = 0,004 \left[ 0,12 + \frac{0,072}{\sqrt{d}} + \frac{0,0114}{v\sqrt{d}} \right] \cdot \frac{r^2}{d}$	$f = 0,006484 \left[ 0,12 + \frac{0,072}{\sqrt{d}} + \frac{0,0114}{v\sqrt{d}} \right] \cdot \frac{Q^2}{d^5}$
Для старых труб по V	$f = 0,004 \left[ 0,12 + \frac{0,144}{\sqrt{d}} + \frac{0,0064}{v\sqrt{d}} \right] \cdot \frac{r^2}{d}$	$f = 0,006484 \cdot \left[ 0,12 + \frac{0,144}{\sqrt{d}} + \frac{0,0064}{v\sqrt{d}} \right] \cdot \frac{Q^2}{d^5}$



### § 30. Расчет водопроводных труб и сетей.

Нередко при эксплуатации выбирают диаметр труб по чутью, без всякой попытки разрешить вопрос, какой же размер труб будет наиболее благоприятным. Особенно часто такое положение дела встречается на небольших водопроводах, где в большинстве случаев не хватает достаточно подготовленных технических сил, которые могли бы вполне обнять тему, требующую разрешения. Как часто при такой системе работы приходится убеждаться через несколько лет, что уложенные трубы взяты слишком малого размера, так что дальнейшее их развитие невозможно без риска понизить напор в сети за пределы допустимого.

При выборе диаметра таких труб или не посчитались с надлежащей застройкой улиц, или побоялись более высоких расходов, которые вовсе не пропорциональны пропускной способности труб большего диаметра и, как известно, отстают от нее. Нередко стараются исправить подобную ошибку тем, что на вновь разбитых улицах предусматривают укладку трубы большего диаметра. Не всегда, однако, такое решение возможно и приходится иногда перекаладывать первоначально уложенную сеть.

Необходимо поэтому проследить, в каком соотношении находятся цены труб к их пропускной способности. Так, напр., при одной и той же потере напора в 0,2 м на пог. м длины 80 мм труба пропускает 3,6 л/сек, а 100 мм — 6,4 л/сек, иначе говоря, 100 мм труба пропускает в 1,78 раза больше, т.-е. без малого вдвое.

Стоимость пог. м вполне уложенных 80 мм труб в среднем около 10 руб. (стоимость 1927 года), а 100 мм около 13 р., т.-е. на 30% дороже, откуда видно, что между стоимостью и пропускной способностью нет пропорциональности. Не следует придавать большого значения большой разнице в стоимости труб малых диаметров еще и потому, что пропускная способность их вследствие постепенного ржавления уменьшается в значительной степени.

Многие водопроводы поставили себе за правило не укладывать труб диаметром менее 100 мм (4"), что имеет с практической точки зрения известное преимущество; так, напр., при поломке главной магистрали и ее выключения, 100 мм распределительная труба в состоянии будет подать почти двойное количество воды в обход лопнувшей, чем труба в 80 мм диаметром.

#### Давление в водопроводных трубах.

Представим себе трубопровод длиной  $L$  (фиг. 7), который выходит из резервуара с постоянной высотой уровня воды и имеет в точке  $x$  открытый сверху стояк. По закону сообщающихся сосудов вода в стояке и в резервуаре должна стоять на одном уровне в том случае, если она находится в трубопроводе в состоянии покоя. Наступившее в точке  $x$  гидростатическое давление будет:

$$p_x = z_x \cdot \gamma,$$

если  $\gamma$  — удельный вес жидкости = 1, то:

$$p_x = Z_x.$$

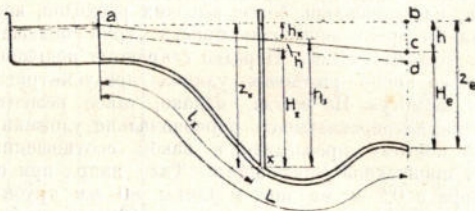


Если вода в трубе находится в движении, то в этом случае, как и при всяком другом теле, находящемся в движении, возникает трение, которое становится заметным вследствие падения напора в трубе.

Обозначим потерю напора на любой длине  $l_x$  через  $h_x$ . Давление  $p_x$  в любой точке вследствие трения уменьшается на величину  $h_x$ , так что:

$$p'_x = z_x - h_x.$$

Если теперь в различных местах трубопровода нанести эти потери напора  $h_x$  от горизонтальной линии  $a-b$  вниз и концы ординат соединить линиями, то получим линию падения давления или иначе кривую потерь напора.



Фиг. 7.

Далее, согласно общим законам движения воды для сообщения воде скорости течения  $v$ , необходимо иметь напор:

$$h' = \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

На эту величину, называемую высотой падения или скоростным напором, уменьшается еще давление  $p'_x$ . Наноса значения  $h'$  вниз от линии падения давления в соответствующих точках и соединяя последние линиями, получим линию высот давления, иначе кривую напора. В случае, если вода течет по трубопроводу с одинаковой скоростью, кривая напора будет параллельна кривой потери напора и расположится на расстоянии  $h'$  от нее.

Действительный напор в любой точке трубопровода будет:

$$h_x = z_x - \left( n_x + \frac{v^2}{2g} \right).$$

В виду того, что при расчетах труб обычно без нужды не выходят сс скоростью за пределы 1,50 м/сек, то обычно опускают член  $\frac{v^2}{2g}$ , так как он незначителен по сравнению с потерей напора от трения (при 1,5 м  $\frac{v^2}{2g} = \frac{1,5^2}{2,981} = 0,115$  м) и берут:

$$H_x = z_x - h_x \dots \dots \dots (2)$$

Напор в конце трубопровода будет поэтому:

$$H_e = z_e - h, \dots \dots \dots (3)$$

где  $Z_e$  — разность отмерок высот уровня воды в резервуаре и конца трубы, а  $h$  — потеря напора на длине  $l$ .

Потеря напора на погонную единицу трубы будет:

$$\varepsilon = \frac{h}{l} \dots \dots \dots (4)$$

Обычно кривую напора определяют просто: под концом трубопровода у  $b$  откладывают (в известном масштабе) значение  $h$  и чертят линию  $a-c$ . При изменчивом продольном профиле эта линия не совсем точно изображает высоты напора, так как  $l$  длина короче длины волнообразного трубопровода. По указанным причинам кривую напора обозначают так же, как кривую падения давления.

Приведенные до сих пор основные положения относятся к самотечному водоводу, надо еще исследовать, каковы будут условия при напорном водоводе.

Для анализа этих условий воспользуемся фиг. 8, по этой фигуре насос должен преодолеть высоту напора  $H_a$ , которая составляется из высоты  $H$  расположения резервуара, из потери на трение  $h$  и скоростной высоты  $h'$ . Высота  $H_x$  в любой точке трубопровода:

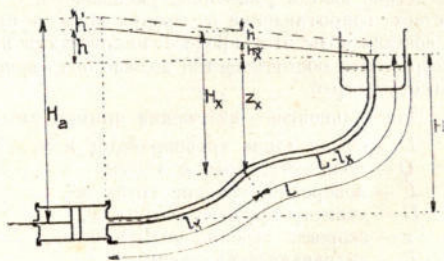
$$H_x = z_x + h_x + \frac{v^2}{2g}$$

Точно так же и здесь отбрасываем член  $\frac{v^2}{2g}$ , как малозначущий в большинстве случаев, и получаем:

$$H_a = H + h \dots \dots \dots (5)$$

#### Формулы для расчета водопроводных труб.

Основные требования, предъявленные к водопроводной сети, состоят в том, что через много лет использования ею она должна еще быть в состоянии подать необходимое количество воды под подлежащим напором.



Фиг. 8.

Только тогда будет осуществлено надлежащее водоснабжение, когда давление в сети в часы наибольшего водопотребления, т.е. при наибольшей потере напора, не падает ниже допускаемого предела. Таким образом, необходимо подвергнуть проверке наиболее неблагоприятно расположенные места, т.е. все самые высокие точки, а также наиболее удаленные от резервуара участки водоснабжения.

Самым низким свободным напором обычно принимается напор в 20—25 м над уровнем мостовой улицы, все же он должен соответствовать местным условиям водоснабжения. Для средних районов города с высокими домами следует предусматривать более высокий напор, тогда как предместья с невысокими строениями требуют более низкого напора.

Для выполнения вышеуказанных условий при расчете диаметров труб берется наибольший расход воды. Далее для расчетов берется формула, дающая полное обеспечение того, что рассчитанный трубопровод даже через несколько лет будет удовлетворять требованиям к нему предъявляемым, так как ведь всем известно, что поперечное сечение труб, вследствие налета ржавчины, уменьшается с годами и вместе с тем возрастает сопротивление от трения воды о стенки труб. В зависимости от состава воды этот процесс инкрустации происходит то медленнее, то быстрее. Это обстоятельство должно быть непременно учтено при расчете диаметров труб.

Для дальнейшего изложения примем следующие обозначения.

- $L$  — общая длина трубопроводов в м,
- $Q$  — количество воды в м<sup>3</sup>/сек,
- $F$  — поперечное сечение трубы м<sup>2</sup>,
- $D$  — диаметр трубы в свету в м,
- $v$  — скорость течения воды в м/сек,
- $R$  — гидравлический радиус.

Производительность какого-либо трубопровода зависит как от скорости течения воды в нем, так и от поперечного сечения трубы. Уравнение общего вида таково:

$$Q = F \cdot v \text{ или } Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot v \dots \dots \dots (6)$$

Образовавшаяся скорость течения зависит от высоты падения воды и из формулы I имеет значение:

$$v = \sqrt{2gh'}$$

Скорость течения воды в трубопроводе в каждой точке поперечного сечения трубы не будет одинаковой, но как, это установлено неоднократными опытами, у стенок труб она меньше и увеличивается к середине сечения. Само собой разумеется, что это происходит оттого, что вследствие движения воды у стенок возникает трение, которое стремится задерживать воду. Вследствие этого образуется трение частиц воды друг о друга.



По законам движения воды в каналах имеем:

$$dh - \frac{u}{F} dl k \cdot v^2 = 0 \dots \dots \dots (7)$$

Обозначения:

$dh$  — скоростной напор на длине  $dl$ ,

$v$  — средняя скорость воды в м/сек,

$F$  — поперечное сечение жидкости в м<sup>2</sup>,

$u$  — периметр канала, смоченный водой, в м,

$k$  — коэффициент, зависящий от материала и состояния стенок труб.

По уравнению 7:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{u}{F} k \cdot v^2.$$

В виду того, что в водопроводах приходится иметь дело только с заполненными трубопроводами, то  $F = \frac{\pi D^2}{4}$  и  $u = \pi \cdot D$ ; подставляя их, получим:

$$\frac{h}{l} = \frac{\pi \cdot D \cdot 4}{\pi \cdot D^2} \cdot k \cdot v^2$$

или

$$\frac{h}{l} = 4 k \frac{v^2}{D};$$

обозначим  $4 k$  через  $c$ , имеем:

$$\frac{h}{l} = c \frac{v^2}{D} \dots \dots \dots (8)$$

Таков общий вид большей части формул, применяемых и по сей день для расчета водопроводных труб. Коэффициент  $c$  зависит по преимуществу от того, имеем ли дело с новыми или бывшими в употреблении трубами. У большинства применяемых для расчета формул коэффициент  $c$  зависит от диаметра и степени шероховатости стенок труб. Лишь немногие авторы составили формулы, в которых  $c$  зависит также и от скорости движения воды.

Для потери напора по формуле 8 имеем:  $\frac{h}{l} = c \frac{v^2}{D}$ ; а по формуле 6:

$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$ ; поэтому:

$$\frac{h}{l} = \frac{c 4^2 Q^2}{\pi^2 D^4 D} = 1,621 c \frac{Q^2}{D^5}.$$

Эта формула дает потерю напора на единицу длины трубопровода. Вообще формулы для расчета потери напора имеют следующий вид, если заменить указанные здесь числа алгебраическими знаками:

$$\epsilon = \frac{h}{l} = \lambda \frac{Q^m}{D^n},$$

т.е. вид, указанный в IV наиболее распространенной группе формул, учитывающих влияние и скорости течения воды и диаметра.

В приведенной таблице помещены значения коэффициента  $\epsilon$ , полученные графическим путем (по Бринкгаузу), при чем верхние цифры годны для новых труб, а нижние—для старых.

Прежде расчеты производились по формуле Куттера и при этом были неточности. Водопроводные сети, рассчитанные по этой формуле при трубах диаметром не превышающем 200 мм, оказались рассчитанными с значительным запасом. Для труб, свыше 200 мм диаметром, эта формула дает преуменьшенные диаметры, правда, незначительно.

Не следует вводить в расчет различные коэффициенты трения в зависимости от состава воды. Надо отказаться от этого способа и выработать значения для  $\epsilon$  только для новых и для старых труб, так как через несколько лет, смотря по составу воды, наросст ржавчины рано или поздно достигнет того состояния, для которого водопроводные трубы должны быть рассчитаны.

Таблица 12 значений коэффициентов  $\epsilon$  в зависимости от диаметра.

$D$	$\epsilon$	$D$	$\epsilon$	$D$	$\epsilon$	$D$	$\epsilon$
80	0,00159	225	0,00141	450	0,00128	750	0,00118
	0,00310		0,00254		0,00205		0,00163
100	0,00156	250	0,00139	500	0,00126	800	0,00158
	0,00301		0,00246		0,00195		0,00117
125	0,00154	275	0,00137	550	0,00124	900	0,00115
	0,00287		0,00240		0,00187		0,00148
150	0,00148	300	0,00135	600	0,00122	1000	0,00112
	0,00277		0,00235		0,00122		0,00139
175	0,00146	350	0,00135	650	0,00121	1100	0,00111
	0,00269		0,00224		0,00175		0,00132
200	0,00143	400	0,00130	700	0,00119	1200	0,00108
	0,00260		0,00212		0,00168		0,00124

## Определение диаметра труб, потери напора и скорости течения воды по готовым таблицам.

а) Цель и содержание таблиц.

Обычно приходится производить продолжительный и сложный расчет для нахождения диаметра трубопровода или потери напора в нем. Особенно это заметно при расчетах проектов больших сетей. Не исключена при этом возможность случайной ошибки в расчетах, которая

обнаружится при проверке, но сделает напрасным первоначальный расчет. Чтобы упростить расчет и прийти к цели возможно скорее, в таблицах 13 и 14 приведены значения всех величин, входящих в приведенные выше формулы, для труб диаметром от 60 до 1 200 м.м.

Благодаря этому совершенно исключается длительность расчета. Таблица 13 относится к новым трубам, таблица 14—к старым.

Из этих таблиц можно получить пропускную способность трубы, потерю напора и скорость течения воды. Кроме того, с помощью этих таблиц могут быть решены и другие вопросы, встречающиеся в водопроводной практике. Так, например, можно найти при заданном расходе воды ( $Q$ ) и заданной потере напора ( $\Sigma$ )—диаметр трубы, затем при заданном диаметре и заданной потере напора—расход воды, наконец, при заданном диаметре и заданном расходе воды—потерю напора. Для каждой из указанных величин можно определить скорость течения воды.

Все промежуточные значения, не указанные в табл. 13 и 14, могут быть найдены подсчетом. Так, например, промежуточный расход  $Q_x$  найдем по формуле:

$$Q_x = Q' - \frac{Q_d}{\Sigma_d} (\varepsilon' - \varepsilon_x) \dots \dots \dots (24)$$

Здесь обозначают:

$Q'$  — ближайшее большее значение  $Q$  в таблицах 13 или 14 при заданном значении  $\varepsilon_x$ .

$Q_d$  — разницу между двумя значениями  $Q$  таблицы, именно ближайшим большим и ближайшим меньшим.

$\varepsilon$  — разницу значений  $\varepsilon$  таблиц ближайшего большего и ближайшего меньшего.

$\varepsilon'$  — ближайшее большее значение  $\varepsilon$  таблиц против заданного значения  $\varepsilon_x$ .

$\varepsilon_x$  — заданное значение  $\varepsilon_1$ , т.е. потери напора в метрах на пог. м трубы.

Если  $\varepsilon_x$  искомая величина, то она получается из

$$\varepsilon_x = \varepsilon' - \frac{\Sigma_d}{Q_d} (Q' - Q_x) \dots \dots \dots (25)$$

Если откачивается скорость  $V_x$ , соответствующая расходу  $Q_x$ , то

$$v_x = v' - \frac{V_d}{D_d} (Q' - Q_x) \dots \dots \dots (26)$$

Здесь обозначает:

$v_d$  — разницу значений таблицы ближайшего большего и ближайшего меньшего к  $V_x$ .

$v'$  — ближайшее большее значение скорости  $v$  против расхода воды  $Q_x$  таблицы.



Таблица 13 (новые трубы).

Потери напора на пог. м в м	60		80		100		125		150		175	
	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>
0,0775	1,69	4,79										
750	1,67	4,71										
725	1,64	4,63										
700	1,61	4,55										
675	1,58	4,47										
0,0650	1,55	4,39	1,81	9,1								
625	1,52	4,31	1,77	8,9								
600	1,49	4,21	1,74	8,8								
575	1,46	4,12	1,70	8,6								
550	1,43	4,03	1,66	8,4								
0,0525	1,39	3,94	1,63	8,2	1,83	14,4						
500	1,36	3,85	1,59	8,0	1,79	14,1						
475	1,33	3,75	1,55	7,8	1,74	13,7						
450	1,29	3,65	1,50	7,6	1,70	13,3						
425	1,25	3,54	1,46	7,4	1,65	13,0						
0,0400	1,22	3,44	1,42	7,2	1,60	12,6	1,82	22,3				
375	1,18	3,33	1,37	6,9	1,55	12,2	1,76	21,6				
350	1,14	3,22	1,33	6,7	1,50	11,8	1,70	20,9				
325	1,10	3,10	1,28	6,4	1,44	11,3	1,64	21,1				
300	1,05	2,98	1,23	6,2	1,39	10,9	1,58	19,3				
0,0275	1,01	2,85	1,18	5,9	1,33	10,4	1,51	18,5	1,67	29,5	1,82	43,6
250	0,96	2,72	1,12	5,7	1,27	9,9	1,44	17,7	1,59	28,1	1,73	41,6
225	0,91	2,58	1,06	5,4	1,20	9,4	1,37	16,8	1,51	26,7	1,64	39,5
200	0,86	2,44	1,00	5,1	1,13	8,9	1,29	15,8	1,42	25,2	1,55	37,2
175	0,81	2,28	0,94	4,7	1,06	8,3	1,20	14,8	1,33	23,5	1,45	34,8
0,0150	0,75	2,11	0,87	4,4	0,98	7,7	1,12	13,7	1,23	21,8	1,34	32,2
130	0,69	1,96	0,81	4,1	0,91	7,2	1,08	12,2	1,15	20,3	1,25	30,0
110	0,64	1,80	0,74	3,8	0,84	6,6	0,95	11,7	1,06	18,7	1,15	27,6
100	0,61	1,72	0,71	3,6	0,80	6,3	0,90	11,2	1,01	17,8	1,10	26,3
90	0,58	1,63	0,67	3,4	0,76	6,0	0,86	10,6	0,96	16,9	1,04	25,0
0,0080	0,54	1,54	0,63	3,2	0,72	5,6	0,81	10,0	0,90	15,9	0,94	23,6
70	0,51	1,44	0,58	3,0	0,67	5,3	0,76	9,3	0,84	14,9	0,92	22,0
60	0,47	1,33	0,55	2,8	0,62	4,9	0,71	8,7	0,78	13,8	0,85	20,4
50	0,43	1,22	0,50	2,5	0,57	4,4	0,64	7,9	0,71	12,6	0,77	18,6
40	0,39	1,09	0,45	2,3	0,51	4,0	0,58	7,1	0,64	11,3	0,69	16,6
0,0035	0,36	1,02	0,42	2,1	0,47	3,7	0,54	6,6	0,60	10,5	0,65	15,6
30	0,33	0,94	0,39	2,0	0,44	3,4	0,50	6,1	0,55	9,7	0,60	14,4
25	0,30	0,86	0,36	1,8	0,40	3,1	0,46	5,6	0,50	8,9	0,55	13,2
20	0,27	0,77	0,32	1,6	0,36	2,8	0,41	5,0	0,45	8,0	0,49	11,8
15	0,24	0,67	0,28	1,4	0,31	2,4	0,35	4,3	0,40	6,9	0,42	10,2
0,0010	0,22	0,62	0,26	1,3	0,29	2,3	0,33	4,0	0,36	6,4	0,39	9,5
11	0,20	0,57	0,24	1,2	0,27	2,1	0,30	3,7	0,33	5,9	0,36	8,7
10	0,19	0,54	0,22	1,1	0,25	2,0	0,29	3,5	0,32	5,6	0,35	8,3
9	0,18	0,52	0,21	1,1	0,24	1,9	0,27	3,4	0,30	5,3	0,33	7,9
8	0,17	0,49	0,20	1,0	0,23	1,8	0,26	3,2	0,28	5,0	0,31	7,4
0,0007	0,16	0,46	0,19	1,0	0,21	1,7	0,24	3,0	0,27	4,7	0,29	7,0
6	0,15	0,42	0,17	0,9	0,20	1,5	0,22	2,7	0,25	4,4	0,27	6,4
5	0,14	0,38	0,16	0,8	0,18	1,4	0,20	2,5	0,23	4,0	0,25	5,9
4	0,12	0,34	0,14	0,7	0,16	1,3	0,18	2,2	0,20	3,6	0,23	5,3
3	0,11	0,30	0,12	0,6	0,14	1,2	0,16	1,9	0,17	3,1	0,19	4,6

Продолжение табл. 13.

Потери напора на пог. м в м	200		225		250		275		300		325	
	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>
0,02500	1,87	58,7										
2400	1,83	57,5										
2300	1,79	56,3										
2200	1,75	55,0										
2100	1,72	53,8										
0,02000	1,67	52,5	1,79	72,0								
1900	1,63	51,1	1,74	69,1								
1800	1,59	49,8	1,70	67,4								
1700	1,54	48,4	1,65	65,5								
1600	1,50	47,0	1,60	63,5								
0,01500	1,45	45,5	1,55	61,5	1,64	80,5	1,73	103,0				
1400	1,40	43,9	1,50	59,4	1,59	77,8	1,68	100,0				
1300	1,35	41,3	1,44	57,2	1,53	74,9	1,62	96,0				
1200	1,30	40,6	1,38	55,0	1,47	72,0	1,55	92,2				
1100	1,24	38,9	1,33	52,7	1,41	69,0	1,49	88,4				
0,01000	1,18	37,1	1,26	50,2	1,34	65,7	1,42	84,0	1,49	105,0	1,56	129,0
900	1,12	35,3	1,20	47,6	1,27	62,3	1,34	79,7	1,41	100,0	1,48	123,0
800	1,06	33,2	1,13	44,9	1,20	58,7	1,27	75,2	1,33	94,3	1,39	116,0
700	0,99	31,1	1,06	42,0	1,12	55,0	1,19	70,3	1,25	88,1	1,30	108,0
600	0,92	28,8	0,98	38,9	1,04	50,9	1,10	65,1	1,16	81,6	1,21	100,0
0,00500	0,84	26,3	0,89	35,5	0,95	46,4	1,00	59,5	1,05	74,5	1,10	91,3
400	0,75	23,5	0,80	31,8	0,85	41,5	0,90	53,1	0,94	66,6	0,99	81,7
360	0,70	22,0	0,75	29,7	0,79	38,8	0,84	49,7	0,88	62,3	0,92	76,5
300	0,65	20,4	0,69	27,5	0,74	36,0	0,78	46,0	0,82	57,7	0,85	70,7
250	0,59	18,6	0,63	25,1	0,67	32,8	0,71	42,0	0,75	52,6	0,78	64,6
0,00200	0,53	16,6	0,57	22,5	0,60	29,4	0,63	37,6	0,67	47,1	0,70	57,8
180	0,50	15,8	0,54	21,3	0,57	27,9	0,60	35,5	0,63	44,7	0,66	54,9
160	0,47	14,9	0,51	20,1	0,54	26,3	0,57	33,6	0,60	42,1	0,62	51,7
140	0,44	13,9	0,47	18,8	0,50	24,6	0,53	31,5	0,56	39,4	0,58	48,3
120	0,41	12,9	0,44	17,4	0,46	22,8	0,49	29,1	0,52	36,5	0,54	44,8
0,00100	0,37	11,8	0,40	15,9	0,42	20,8	0,45	26,6	0,47	33,3	0,49	40,9
90	0,35	11,2	0,38	15,1	0,40	19,7	0,43	25,2	0,45	31,6	0,47	38,9
80	0,33	10,5	0,36	14,2	0,38	18,6	0,40	23,8	0,42	29,8	0,44	36,6
70	0,31	9,8	0,33	13,3	0,36	17,4	0,37	22,2	0,39	27,9	0,41	34,2
60	0,29	9,1	0,31	12,3	0,33	16,1	0,35	20,6	0,37	25,8	0,38	31,6
0,00050	0,26	8,3	0,28	11,2	0,30	14,7	0,32	18,8	0,34	23,6	0,35	28,9
45	0,25	7,9	0,27	10,7	0,28	13,9	0,30	17,8	0,32	22,4	0,33	27,4
40	0,24	7,4	0,25	10,0	0,27	13,1	0,28	16,8	0,30	21,1	0,31	25,8
35	0,22	6,9	0,24	9,4	0,25	12,3	0,27	15,7	0,28	19,7	0,29	24,2
30	0,21	6,4	0,22	8,7	0,23	11,4	0,25	14,6	0,26	18,3	0,27	22,4
0,00028	0,20	6,2	0,21	8,4	0,22	11,0	0,24	14,1	0,25	17,6	0,26	21,6
26	0,19	6,0	0,20	8,1	0,22	10,6	0,23	13,6	0,24	17,0	0,25	20,8
24	0,18	5,8	0,20	7,8	0,21	10,2	0,22	13,0	0,23	16,3	0,24	20,0
22	0,18	5,5	0,19	7,4	0,20	9,7	0,21	12,5	0,22	15,6	0,23	19,2
20	0,17	5,2	0,18	7,1	0,19	9,3	0,20	11,9	0,21	14,9	0,22	18,3
0,00018	0,16	5,0	0,17	6,7	0,18	8,8	0,19	11,3	0,20	14,1	0,21	17,3
16	0,15	4,7	0,16	6,4	0,17	8,3	0,18	10,6	0,19	13,3	0,20	16,3
14	0,14	4,5	0,15	5,9	0,16	7,8	0,17	10,0	0,18	12,5	0,18	15,3
12	0,13	4,1	0,14	5,5	0,15	7,2	0,16	9,2	0,16	11,5	0,17	14,2
10	0,12	3,7	0,13	5,0	0,13	6,6	0,14	8,4	0,15	10,5	0,16	12,9

Продолжение табл. 13.

Потери напора на пог. м в м ε	350		375		400		450		500	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,01000	1,62	156	1,69	187						
0,00950	1,58	152	1,65	182						
900	1,54	148	1,60	177						
850	1,50	144	1,56	172						
800	1,45	140	1,51	167						
0,00750	1,40	135	1,46	162	1,54	191	1,62	258	1,73	338
700	1,36	130	1,42	156	1,48	184	1,57	249	1,67	326
650	1,31	126	1,36	150	1,41	178	1,51	240	1,61	314
600	1,26	121	1,31	145	1,36	171	1,45	231	1,54	302
550	1,20	116	1,25	138	1,30	163	1,39	221	1,48	289
0,00500	1,15	110	1,20	132	1,24	156	1,33	211	1,41	276
450	1,09	105	1,13	125	1,18	148	1,26	200	1,34	262
400	1,03	99	1,07	118	1,11	139	1,19	188	1,26	247
350	0,97	92	1,00	110	1,04	130	1,11	176	1,18	231
300	0,89	85	0,93	102	0,96	121	1,03	163	1,09	214
0,00250	0,81	78	0,85	93	0,88	110	0,94	149	1,00	195
200	0,73	70	0,76	84	0,78	99	0,84	133	0,89	174
180	0,69	66	0,72	79	0,74	94	0,80	126	0,85	166
170	0,67	64	0,70	77	0,72	91	0,77	123	0,82	161
160	0,65	62	0,68	75	0,70	88	0,75	119	0,80	156
0,00150	0,63	60	0,66	72	0,68	85	0,73	115	0,77	151
140	0,61	58	0,63	70	0,66	82	0,70	111	0,75	146
130	0,59	56	0,61	67	0,63	79	0,68	107	0,72	141
120	0,56	54	0,59	65	0,61	76	0,65	103	0,69	135
110	0,54	52	0,56	62	0,58	73	0,62	99	0,66	129
0,00100	0,51	49	0,54	59	0,55	70	0,59	94	0,63	123
090	0,49	47	0,51	56	0,53	66	0,56	89	0,60	117
080	0,46	44	0,48	53	0,50	62	0,53	84	0,56	110
070	0,43	41	0,45	49	0,46	58	0,50	79	0,53	103
060	0,40	38	0,42	46	0,43	54	0,46	73	0,49	96
0,00050	0,36	35	0,38	42	0,39	49	0,42	67	0,45	87
45	0,34	33	0,36	40	0,37	47	0,40	63	0,42	83
40	0,32	31	0,34	37	0,35	44	0,38	60	0,40	78
0,00035	0,30	29	0,32	35	0,33	41	0,35	56	0,37	73
30	0,28	27	0,29	32	0,30	38	0,32	52	0,35	68
0,00028	0,27	26	0,28	31	0,29	37	0,31	50	0,33	65
26	0,26	25	0,27	30	0,28	36	0,30	48	0,32	63
24	0,25	24	0,26	29	0,27	34	0,29	46	0,31	60
22	0,24	23	0,25	28	0,26	33	0,28	44	0,30	58
20	0,23	22	0,24	26	0,25	31	0,27	42	0,28	55
0,00018	0,22	21	0,23	25	0,24	30	0,25	40	0,27	52
16	0,21	20	0,22	24	0,22	28	0,24	38	0,25	49
14	0,19	18	0,20	22	0,21	26	0,22	35	0,24	46
12	0,18	17	0,19	20	0,19	24	0,21	33	0,22	43
10	0,16	16	0,17	19	0,18	22	0,19	30	0,20	39
0,00009	0,15	15	0,16	18	0,17	21	0,18	28	0,19	38
8	0,14	14	0,15	17	0,16	20	0,17	27	0,18	35
7	0,14	13	0,14	16	0,15	18	0,16	25	0,17	33
6	0,13	12	0,13	14	0,14	17	0,15	23	0,15	30
5	0,12	11	0,12	13	0,12	16	0,13	21	0,14	28



Продолжение табл. 13.

Потеря напора на пог. м в м ε	550		600		650		700		750	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,00500	1,49	371	1,57	444	1,64	544				
480	1,46	363	1,54	435	1,61	532				
460	1,43	355	1,50	426	1,57	521				
440	1,40	348	1,47	417	1,54	510				
420	1,36	340	1,44	407	1,50	498				
0040,00	1,33	332	1,40	398	1,47	486	1,53	590	1,60	705
380	1,30	323	1,37	387	1,43	474	1,49	575	1,55	687
360	1,26	314	1,33	377	1,39	461	1,45	560	1,51	669
340	1,23	306	1,29	366	1,35	448	1,41	544	1,47	650
320	1,19	297	1,25	355	1,31	435	1,37	528	1,43	630
,000300	1,15	287	1,21	344	1,27	421	1,33	511	1,38	610
280	1,11	277	1,17	332	1,23	406	1,28	494	1,33	590
260	1,07	267	1,13	320	1,18	392	1,24	476	1,29	568
240	1,03	257	1,09	308	1,14	376	1,19	457	1,24	546
220	0,99	246	1,04	295	1,09	360	1,14	438	1,18	523
,000200	0,94	235	0,99	281	1,04	343	1,09	417	1,13	498
190	0,92	229	0,97	275	1,01	335	1,06	406	1,12	486
180	0,89	223	0,94	267	0,98	326	1,03	396	1,07	473
170	0,87	216	0,91	259	0,96	317	1,00	385	1,04	459
160	0,84	210	0,89	251	0,93	307	0,97	373	1,01	446
0,00150	0,82	203	0,86	243	0,90	298	0,94	361	0,98	431
140	0,79	196	0,83	235	0,87	288	0,91	349	0,94	417
130	0,76	189	0,80	227	0,84	277	0,87	336	0,91	402
120	0,73	182	0,77	218	0,80	266	0,84	323	0,87	386
110	0,70	174	0,74	208	0,77	255	0,80	309	0,84	370
0,00100	0,67	166	0,70	199	0,73	243	0,77	295	0,80	352
090	0,63	157	0,67	189	0,70	231	0,73	280	0,76	334
080	0,60	148	0,63	178	0,66	217	0,69	264	0,71	315
070	0,56	139	0,59	166	0,61	203	0,64	247	0,67	295
060	0,52	128	0,54	154	0,57	188	0,59	229	0,62	273
0,00050	0,47	117	0,50	141	0,52	172	0,54	209	0,56	249
45	0,45	111	0,47	133	0,49	163	0,51	198	0,53	236
40	0,42	105	0,44	126	0,46	154	0,49	187	0,50	223
35	0,39	98	0,42	118	0,43	144	0,45	175	0,47	209
30	0,36	91	0,38	109	0,40	133	0,42	162	0,44	193
0,00028	0,35	88	0,37	105	0,39	129	0,41	156	0,42	186
26	0,34	85	0,36	101	0,37	124	0,39	150	0,41	180
24	0,33	81	0,34	97	0,36	119	0,38	145	0,39	173
22	0,31	78	0,33	93	0,34	114	0,36	138	0,37	165
20	0,30	74	0,31	89	0,33	104	0,34	132	0,36	158
0,00018	0,28	70	0,30	84	0,31	103	0,33	125	0,34	149
16	0,27	66	0,28	80	0,29	97	0,31	118	0,32	141
14	0,25	62	0,26	74	0,27	91	0,29	110	0,30	132
12	0,23	57	0,24	69	0,25	84	0,27	102	0,28	122
10	0,21	52	0,22	63	0,23	77	0,24	93	0,25	111
0,00009	0,20	50	0,21	60	0,22	73	0,23	88	0,24	106
8	0,19	47	0,20	56	0,21	69	0,22	83	0,23	100
7	0,18	44	0,19	53	0,19	64	0,20	78	0,21	93
6	0,16	41	0,17	49	0,18	60	0,19	72	0,20	86
5	0,15	37	0,16	44	0,16	54	0,17	66	0,18	79

Продолжение табл. 13.

Потеря напора на пог. м в м ε	800		900		1000		1100		1200	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,00400	1,66	831								
380	1,61	810								
360	1,57	788								
340	1,53	766								
320	1,48	743								
0,00300	1,43	720	1,53	973	1,64	1286				
280	1,38	695	1,48	940	1,58	1243				
260	1,33	670	1,43	906	1,52	1198				
240	1,28	644	1,37	870	1,46	1151				
220	1,23	616	1,31	834	1,40	1103				
0,00200	1,17	587	1,25	795	1,34	1052	1,41	1343	1,49	1686
190	1,14	572	1,22	775	1,30	1025	1,38	1310	1,45	1643
180	1,11	557	1,19	754	1,27	996	1,34	1274	1,41	1600
170	1,08	541	1,15	733	1,23	968	1,30	1239	1,37	1554
160	1,05	525	1,12	711	1,19	940	1,27	1203	1,33	1509
0,00150	1,01	509	1,08	688	1,16	910	1,23	1163	1,29	1460
140	0,98	491	1,04	665	1,12	879	1,18	1124	1,25	1410
130	0,94	474	1,01	641	1,08	847	1,14	1083	1,20	1359
120	0,91	455	0,97	615	1,04	813	1,10	1040	1,15	1305
110	0,87	436	0,93	589	0,99	789	1,05	997	1,10	1250
0,00100	0,83	415	0,89	562	0,94	743	1,00	951	1,05	1192
095	0,81	405	0,86	548	0,92	724	0,97	926	1,03	1162
090	0,79	394	0,84	533	0,90	705	0,95	902	1,00	1132
085	0,76	383	0,82	518	0,87	685	0,92	876	0,97	1100
080	0,74	372	0,79	502	0,85	664	0,89	850	0,94	1067
0,00075	0,72	360	0,77	487	0,82	643	0,87	823	0,91	1033
70	0,69	347	0,74	470	0,79	621	0,84	795	0,88	988
65	0,67	335	0,71	453	0,76	599	0,81	766	0,85	961
60	0,64	322	0,69	435	0,73	576	0,77	736	0,82	923
55	0,61	308	0,66	417	0,70	551	0,74	705	0,78	884
0,00050	0,59	294	0,63	397	0,67	525	0,71	672	0,75	843
45	0,55	279	0,59	377	0,63	498	0,67	687	0,71	800
40	0,53	263	0,56	356	0,60	470	0,63	601	0,67	754
35	0,49	246	0,52	332	0,56	449	0,59	562	0,62	705
30	0,45	228	0,49	308	0,52	407	0,55	524	0,58	653
0,00028	0,44	220	0,47	297	0,50	393	0,53	503	0,56	631
26	0,42	212	0,45	287	0,48	397	0,50	485	0,54	608
24	0,41	203	0,43	275	0,46	364	0,49	466	0,52	584
22	0,39	195	0,42	264	0,44	348	0,47	446	0,49	559
20	0,37	186	0,40	251	0,42	332	0,45	425	0,47	533
0,00018	0,35	176	0,38	283	0,40	315	0,42	403	0,45	506
16	0,33	166	0,35	225	0,38	297	0,40	380	0,42	477
14	0,31	155	0,33	210	0,35	278	0,37	356	0,39	446
12	0,29	144	0,31	195	0,33	257	0,35	329	0,37	413
10	0,26	131	0,28	178	0,30	235	0,32	301	0,33	377
0,00008	0,23	117	0,25	159	0,27	210	0,28	269	0,30	337
7	0,22	110	0,24	149	0,25	197	0,26	251	0,28	316
6	0,20	102	0,22	138	0,23	182	0,24	233	0,26	292
5	0,18	93	0,20	126	0,21	166	0,22	212	0,24	267
4	0,17	83	0,18	112	0,19	149	0,20	190	0,21	239

Таблица 14 (старые трубы).

Потеря напора на пог. м в м	60		80		100		125		150		175	
	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$
0,1000	1,37	3,87	1,61	8,1	1,82	14,3						
0,0950	1,34	3,77	1,57	7,9	1,78	13,9						
900	1,30	3,67	1,52	7,6	1,73	13,6						
850	1,26	3,57	1,48	7,4	1,78	13,2						
800	1,23	3,46	1,44	7,2	1,63	12,8						
0,0775	1,21	3,41	1,41	7,1	1,60	12,6	1,84	22,6				
750	1,19	3,35	1,39	7,0	1,58	12,4	1,81	22,1				
725	1,17	3,30	1,37	6,9	1,55	12,2	1,78	21,8				
700	1,15	3,24	1,35	6,8	1,52	12,0	1,75	21,4				
675	1,13	3,18	1,32	6,6	1,50	11,8	1,71	21,0				
0,0650	1,11	3,12	1,30	6,5	1,47	11,5	1,68	20,6	1,87	33,2		
625	1,09	3,06	1,27	6,4	1,44	11,3	1,65	20,2	1,84	32,6		
600	1,06	3,00	1,25	6,3	1,41	11,1	1,62	19,8	1,80	31,9		
575	1,04	2,93	1,22	6,1	1,38	10,8	1,58	19,4	1,77	31,2		
550	1,02	2,87	1,19	6,0	1,35	10,6	1,55	18,9	1,72	30,5		
0,0525	0,99	2,81	1,17	5,8	1,32	10,4	1,51	18,6	1,69	29,8	1,85	44,6
500	0,97	2,74	1,14	5,7	1,29	10,1	1,48	18,1	1,64	29,1	1,80	43,5
475	0,95	2,66	1,11	5,6	1,26	9,9	1,44	17,6	1,60	28,4	1,76	42,4
450	0,92	2,60	1,08	5,4	1,22	9,6	1,40	17,2	1,56	27,6	1,71	41,2
425	0,89	2,52	1,05	5,3	1,19	9,3	1,36	16,2	1,53	26,8	1,66	40,1
0,0400	0,87	2,45	1,02	5,1	1,15	9,1	1,32	16,2	1,47	26,0	1,61	38,9
375	0,84	2,37	0,98	4,9	1,12	8,8	1,28	15,7	1,42	25,2	1,56	37,7
350	0,81	2,29	0,95	4,8	1,08	8,5	1,23	15,2	1,38	24,4	1,51	36,4
325	0,78	2,20	0,92	4,6	1,04	8,2	1,19	14,6	1,33	23,5	1,45	35,0
300	0,75	2,12	0,88	4,4	1,00	7,8	1,14	14,0	1,27	22,6	1,40	33,7
0,0275	0,72	2,03	0,84	4,2	0,96	7,5	1,09	13,4	1,22	21,6	1,34	32,2
250	0,69	1,94	0,80	4,0	0,91	7,2	1,04	12,8	1,16	20,6	1,28	30,7
225	0,65	1,84	0,76	3,8	0,87	6,8	0,99	12,1	1,10	19,5	1,21	29,2
200	0,61	1,73	0,72	3,6	0,82	6,4	0,93	11,5	1,04	18,4	1,14	27,5
175	0,57	1,62	0,67	3,4	0,76	6,0	0,87	10,7	0,97	17,2	1,07	25,7
0,0150	0,53	1,50	0,62	3,1	0,71	5,5	0,81	9,9	0,90	16,0	0,99	23,8
130	0,49	1,39	0,58	2,9	0,66	5,0	0,75	9,2	0,84	14,9	0,92	22,2
110	0,46	1,28	0,53	2,7	0,61	4,8	0,69	8,5	0,77	13,7	0,85	20,4
100	0,43	1,22	0,51	2,6	0,58	4,5	0,66	8,1	0,74	13,0	0,81	19,4
090	0,41	1,16	0,48	2,4	0,55	4,3	0,63	7,7	0,70	12,4	0,77	18,4
0,0080	0,39	1,09	0,45	2,3	0,52	4,0	0,59	7,2	0,66	11,6	0,72	17,4
70	0,36	1,02	0,42	2,1	0,48	3,8	0,55	6,8	0,62	10,9	0,68	16,3
60	0,34	0,95	0,39	2,0	0,45	3,5	0,51	6,3	0,57	10,1	0,62	15,1
50	0,31	0,87	0,36	1,8	0,41	3,2	0,47	5,7	0,52	9,2	0,57	13,7
40	0,27	0,77	0,34	1,6	0,37	2,9	0,42	5,1	0,47	8,2	0,51	12,3
0,0035	0,26	0,72	0,30	1,5	0,34	2,7	0,39	4,8	0,44	7,7	0,48	11,5
30	0,24	0,67	0,28	1,4	0,32	2,5	0,36	4,4	0,40	7,1	0,44	10,7
25	0,22	0,61	0,25	1,3	0,29	2,3	0,33	4,0	0,37	6,5	0,40	9,7
20	0,19	0,55	0,23	1,1	0,26	2,0	0,29	3,6	0,33	5,8	0,36	8,7
15	0,17	0,47	0,20	1,0	0,22	1,8	0,26	3,1	0,28	5,0	0,31	7,5
0,0012	0,15	0,42	0,18	0,9	0,20	1,6	0,23	2,8	0,25	4,5	0,28	6,7
10	0,14	0,38	0,16	0,8	0,18	1,4	0,21	2,5	0,23	4,1	0,25	6,1
08	0,12	0,35	0,14	0,7	0,16	1,3	0,19	2,3	0,21	3,7	0,23	5,5
06	0,11	0,30	0,12	0,6	0,14	1,1	0,16	2,0	0,18	3,2	0,20	4,8
04	0,09	0,24	0,10	0,5	0,12	0,9	0,13	1,6	0,15	2,6	0,16	3,9



Продолжение табл. 14.

Потери напора на пог. м в м	200		225		250		275		300		325	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,03750	1,70	53,5	1,80	72,4								
3500	1,64	51,6	1,74	70,0								
3250	1,58	49,8	1,68	67,4								
3000	1,52	47,8	1,62	64,8								
2750	1,45	45,8	1,54	62,0								
0,02500	1,39	43,6	1,47	59,1	1,60	78,3	1,69	101	1,79	126	1,89	157
2250	1,32	41,4	1,40	56,1	1,51	74,4	1,61	95,5	1,70	120	1,79	149
2000	1,24	39,1	1,32	52,1	1,43	70,1	1,51	90,0	1,60	113	1,69	140
1750	1,16	36,5	1,23	49,5	1,34	65,6	1,41	84,2	1,50	106	1,58	131
1500	1,07	33,8	1,14	45,8	1,24	60,6	1,31	78,0	1,39	98,0	1,46	121
0,01400	1,04	32,7	1,10	44,2	1,19	58,6	1,27	75,3	1,34	94,7	1,41	117
1300	1,00	31,5	1,06	42,6	1,15	56,5	1,22	72,5	1,29	91,2	1,36	113
1200	0,96	30,2	1,02	40,9	1,10	54,3	1,17	69,7	1,24	87,6	1,31	109
1100	0,92	29,0	0,98	39,2	1,06	52,0	1,12	66,7	1,19	83,9	1,25	104
1000	0,88	27,6	0,93	37,4	1,01	49,6	1,07	63,6	1,13	80,0	1,19	99,2
0,00900	0,83	26,2	0,88	35,5	0,96	47,0	1,02	60,4	1,07	75,9	1,13	94,1
800	0,78	24,7	0,83	33,5	0,90	44,3	0,96	57,2	1,01	71,5	1,07	88,7
700	0,73	23,1	0,78	31,3	0,85	41,4	0,90	53,2	0,95	66,9	1,00	83,0
600	0,68	21,4	0,72	29,0	0,78	38,4	0,83	49,3	0,88	61,9	0,93	76,8
500	0,62	19,5	0,66	26,4	0,71	35,0	0,76	45,0	0,80	56,6	0,84	70,1
0,00450	0,59	18,5	0,62	25,1	0,68	33,2	0,72	42,7	0,76	53,6	0,80	66,5
400	0,55	17,5	0,59	23,6	0,64	31,3	0,68	40,2	0,71	50,6	0,76	62,7
350	0,52	18,3	0,55	21,6	0,60	29,3	0,63	37,7	0,67	47,3	0,71	58,6
300	0,48	15,1	0,51	20,5	0,55	27,1	0,59	34,8	0,62	43,8	0,65	56,3
250	0,44	13,8	0,47	18,7	0,50	24,8	0,54	31,8	0,57	40,0	0,60	49,6
0,00220	0,41	13,0	0,44	17,5	0,47	23,2	0,50	29,8	0,53	37,5	0,56	46,5
200	0,39	12,3	0,42	16,7	0,45	22,2	0,48	28,5	0,51	35,8	0,53	44,3
180	0,37	11,7	0,40	15,9	0,43	21,0	0,45	27,0	0,48	33,9	0,51	42,1
160	0,35	11,0	0,37	15,0	0,40	19,8	0,43	25,4	0,45	32,0	0,48	39,7
140	0,33	10,3	0,35	14,0	0,38	18,5	0,40	23,8	0,42	29,9	0,45	37,1
0,00130	0,32	9,9	0,34	13,5	0,36	17,9	0,39	22,9	0,41	28,8	0,43	35,7
120	0,30	9,6	0,32	13,0	0,35	17,2	0,37	22,0	0,39	27,7	0,41	34,3
110	0,29	9,2	0,31	12,4	0,33	16,4	0,35	21,1	0,38	26,5	0,40	32,9
100	0,28	8,7	0,29	11,8	0,32	15,7	0,34	20,1	0,36	25,3	0,38	31,4
090	0,27	8,3	0,28	11,2	0,30	14,9	0,32	19,2	0,34	24,0	0,36	29,8
0,00085	0,26	8,1	0,27	10,9	0,29	14,5	0,31	18,6	0,33	23,3	0,35	28,9
80	0,25	7,8	0,26	10,6	0,29	14,0	0,30	18,0	0,32	22,6	0,34	28,1
75	0,24	7,6	0,26	10,2	0,28	13,6	0,29	17,4	0,31	21,9	0,33	27,2
70	0,23	7,3	0,25	9,9	0,27	13,1	0,28	16,8	0,30	21,2	0,32	26,2
65	0,22	7,0	0,24	9,5	0,26	12,6	0,27	16,2	0,29	20,4	0,30	25,3
0,00060	0,21	6,8	0,23	9,2	0,25	12,1	0,26	15,6	0,28	19,6	0,29	24,3
55	0,21	6,5	0,21	8,8	0,24	11,6	0,25	14,9	0,27	18,7	0,28	23,3
50	0,20	6,2	0,22	8,4	0,23	11,1	0,24	14,2	0,25	17,9	0,27	22,2
45	0,19	5,9	0,20	7,9	0,21	10,5	0,23	13,5	0,24	17,0	0,25	21,1
40	0,18	5,5	0,19	7,5	0,20	9,9	0,21	12,7	0,23	16,0	0,24	19,8
0,00035	0,17	5,2	0,17	7,0	0,19	9,3	0,20	11,9	0,22	15,0	0,22	18,5
30	0,15	4,8	0,16	6,5	0,17	8,6	0,19	11,0	0,21	13,9	0,21	17,2
25	0,14	4,4	0,15	5,9	0,16	7,8	0,17	10,1	0,18	12,6	0,19	15,7
20	0,12	3,9	0,13	5,3	0,14	7,0	0,15	9,0	0,16	11,3	0,17	14,0
15	0,11	3,4	0,11	4,4	0,12	6,3	0,13	7,8	0,14	9,8	0,15	12,2

Продолжение табл. 14.

Потеря напора на пог. м в .м	350		375		400		450		500	
	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$
0,01500	1,53	147	1,60	176	1,68	212				
1400	1,48	142	1,55	170	1,63	204				
1300	1,43	137	1,49	163	1,57	197				
1200	1,37	132	1,44	157	1,51	189				
1100	1,31	126	1,38	150	1,44	181				
0,01000	1,25	120	1,31	143	1,38	173	1,48	236	1,60	314
0950	1,22	117	1,28	140	1,34	169	1,44	230	1,56	307
0900	1,19	114	1,24	136	1,30	164	1,41	224	1,52	298
0850	1,15	111	1,21	132	1,27	159	1,37	218	1,48	290
0800	1,12	108	1,17	128	1,23	155	1,33	211	1,43	281
0,00750	1,08	104	1,13	124	1,19	150	1,28	204	1,39	272
700	1,05	101	1,10	120	1,15	145	1,24	197	1,34	263
650	0,01	97	1,06	116	1,11	139	1,20	190	1,29	254
600	0,97	93	1,02	111	1,07	134	1,15	183	1,24	244
550	0,93	89	0,97	106	1,02	128	1,10	175	1,19	233
0,00500	0,88	85	0,93	101	0,97	122	1,05	167	1,13	222
450	0,84	81	0,88	96	0,92	116	0,99	158	1,08	212
400	0,79	76	0,83	91	0,87	109	0,94	149	1,01	199
350	0,74	71	0,78	85	0,81	102	0,88	140	0,95	186
300	0,68	66	0,72	79	0,75	95	0,81	129	0,88	172
0,00275	0,66	63	0,69	75	0,72	91	0,78	124	0,84	165
250	0,63	60	0,66	72	0,69	86	0,74	118	0,80	157
225	0,59	57	0,62	68	0,65	82	0,70	112	0,76	149
200	0,56	54	0,59	64	0,61	77	0,66	105	0,72	141
175	0,52	50	0,55	60	0,56	72	0,62	99	0,67	132
0,00150	0,48	47	0,51	56	0,53	67	0,57	91	0,62	122
140	0,47	45	0,49	54	0,51	65	0,55	88	0,60	118
130	0,45	43	0,47	52	0,50	62	0,53	85	0,58	113
120	0,43	42	0,45	50	0,48	60	0,51	82	0,56	109
110	0,42	40	0,43	48	0,46	57	0,49	78	0,53	104
0,00100	0,40	38	0,41	45	0,43	55	0,47	75	0,51	99
95	0,39	37	0,40	44	0,42	53	0,46	73	0,49	97
90	0,37	36	0,39	43	0,41	52	0,44	71	0,48	94
85	0,36	35	0,38	42	0,40	50	0,43	69	0,47	92
80	0,35	34	0,37	41	0,39	49	0,42	67	0,45	89
0,00075	0,34	33	0,36	39	0,38	47	0,41	65	0,44	86
70	0,33	32	0,35	38	0,36	46	0,39	62	0,42	83
65	0,32	31	0,33	37	0,35	44	0,38	60	0,41	80
60	0,31	29	0,32	35	0,34	42	0,36	58	0,39	77
55	0,29	28	0,31	34	0,32	41	0,35	55	0,38	74
0,00050	0,28	27	0,29	32	0,31	39	0,33	53	0,36	70
45	0,27	26	0,28	30	0,29	37	0,31	50	0,34	67
40	0,25	24	0,26	29	0,27	35	0,30	47	0,32	63
35	0,23	23	0,25	27	0,26	32	0,28	44	0,30	59
30	0,22	21	0,23	25	0,24	30	0,26	41	0,28	54
0,00025	0,20	19	0,21	23	0,22	27	0,23	37	0,25	50
21	0,18	17	0,19	21	0,20	25	0,21	34	0,23	46
17	0,16	16	0,17	19	0,18	23	0,19	31	0,21	41
13	0,14	14	0,16	16	0,16	20	0,17	27	0,18	36
10	0,12	12	0,13	14	0,14	17	0,15	24	0,16	31

Продолжение табл. 14.

Потери напора на пог. м в м ε	550		600		650		700		750	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,01000	1,72	419								
950	1,67	408								
900	1,63	398								
850	1,58	386								
800	1,54	375								
0,00750	1,49	363	1,58	446	1,67	553				
700	1,44	351	1,52	431	1,62	525				
650	1,39	338	1,47	415	1,56	515				
600	1,33	325	1,41	399	1,50	495				
550	1,27	311	1,36	382	1,43	474				
0,00500	1,22	296	1,29	364	1,37	452	1,45	556	1,52	671
450	1,15	281	1,22	345	1,29	429	1,37	527	1,44	636
400	1,09	265	1,15	325	1,22	404	1,29	497	1,36	600
350	1,02	248	1,08	305	1,14	378	1,21	465	1,27	561
300	0,94	229	1,00	282	1,06	350	1,12	430	1,18	520
0,00275	0,90	220	0,96	270	1,01	335	1,07	412	1,13	497
250	0,86	210	0,91	276	0,96	319	1,02	393	1,07	474
225	0,81	199	0,86	244	0,91	303	0,97	373	1,02	450
200	0,77	187	0,81	230	0,86	286	0,91	351	0,96	424
175	0,72	175	0,76	215	0,81	267	0,85	329	0,90	397
0,00150	0,67	162	0,71	199	0,75	247	0,79	304	0,83	368
140	0,64	157	0,68	193	0,72	239	0,76	294	0,80	355
130	0,62	151	0,66	185	0,70	230	0,74	283	0,77	342
120	0,59	145	0,63	178	0,67	221	0,71	272	0,74	329
110	0,57	139	0,60	171	0,64	212	0,68	261	0,71	315
0,00100	0,54	132	0,58	163	0,61	202	0,65	248	0,68	300
95	0,53	129	0,56	159	0,59	197	0,63	242	0,66	293
90	0,52	126	0,55	154	0,58	192	0,61	236	0,64	285
85	0,50	122	0,53	150	0,56	186	0,60	229	0,63	277
80	0,49	119	0,52	145	0,55	181	0,58	222	0,61	268
0,00075	0,47	115	0,50	141	0,53	175	0,56	215	0,59	260
70	0,45	111	0,48	136	0,51	169	0,54	208	0,57	251
65	0,44	107	0,46	131	0,49	163	0,52	200	0,55	242
60	0,42	103	0,45	126	0,47	157	0,50	193	0,53	233
55	0,40	98	0,43	121	0,45	150	0,48	184	0,50	222
0,00050	0,38	94	0,41	115	0,43	143	0,46	176	0,48	212
46	0,37	90	0,39	110	0,41	137	0,44	169	0,46	204
42	0,35	86	0,37	105	0,40	131	0,42	161	0,44	194
38	0,33	82	0,35	100	0,38	125	0,40	153	0,42	185
34	0,32	77	0,34	95	0,36	118	0,38	145	0,40	175
0,00030	0,30	73	0,32	89	0,34	111	0,36	136	0,37	164
27	0,28	69	0,30	85	0,32	105	0,34	129	0,35	156
24	0,27	65	0,28	80	0,30	99	0,31	122	0,33	147
21	0,25	61	0,26	75	0,28	93	0,29	114	0,31	138
18	0,23	56	0,24	69	0,26	86	0,27	105	0,29	127
0,00015	0,21	51	0,22	63	0,24	78	0,25	96	0,26	116
13	0,20	48	0,21	59	0,22	73	0,23	90	0,24	108
11	0,18	44	0,19	54	0,20	67	0,21	82	0,23	100
09	0,16	40	0,17	49	0,18	61	0,19	75	0,20	90
07	0,14	35	0,15	43	0,16	53	0,17	66	0,18	79



Продолжение табл. 14.

Потеря напора на пог. м в м $\varepsilon$	800		900		1000		1100		1200	
	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$v$	$Q$	$x$	$Q$	$v$	$Q$
0,00500	1,59	800	1,74	1110						
475	1,55	780	1,70	1082						
450	1,51	759	1,65	1052						
425	1,47	738	1,61	1022						
400	1,42	716	1,56	992						
0,00375	1,38	693	1,51	961	1,64	1292	1,77	1681		
350	1,33	670	1,46	928	1,59	1247	1,71	1624		
325	1,28	646	1,40	894	1,53	1203	1,65	1564		
300	1,23	620	1,36	860	1,47	1154	1,58	1503		
275	1,18	594	1,29	823	1,41	1106	1,52	1439		
0,00250	1,12	566	1,23	785	1,34	1054	1,45	1373	1,56	1780
225	1,07	537	1,17	744	1,27	1000	1,37	1302	1,48	1670
200	1,01	506	1,10	702	1,20	944	1,29	1228	1,39	1574
175	0,94	473	1,03	657	1,12	882	1,21	1147	1,30	1473
150	0,87	438	0,96	608	1,04	817	1,12	1062	1,20	1364
0,00140	0,84	423	0,92	587	1,00	789	1,08	1028	1,16	1318
130	0,81	408	0,89	566	0,97	760	1,04	990	1,12	1269
120	0,78	392	0,85	544	0,93	731	1,00	951	1,08	1220
110	0,75	375	0,82	521	0,89	700	0,95	911	1,03	1167
100	0,71	358	0,78	496	0,85	667	0,91	868	0,98	1113
0,00095	0,69	349	0,76	484	0,83	650	0,89	846	0,96	1085
90	0,67	340	0,74	471	0,81	632	0,87	823	0,95	1056
85	0,66	330	0,72	457	0,78	615	0,84	800	0,91	1027
80	0,64	320	0,70	444	0,76	597	0,82	776	0,88	996
75	0,62	310	0,68	430	0,73	577	0,79	751	0,85	964
0,00070	0,60	300	0,65	416	0,71	558	0,76	726	0,82	932
65	0,57	289	0,63	400	0,68	537	0,74	700	0,79	897
60	0,55	278	0,60	385	0,66	516	0,71	672	0,76	862
55	0,53	266	0,58	368	0,63	496	0,68	643	0,73	826
50	0,50	253	0,55	351	0,60	472	0,65	614	0,70	787
0,00046	0,48	243	0,53	337	0,58	452	0,62	588	0,67	755
42	0,46	232	0,51	322	0,55	432	0,59	562	0,64	721
38	0,44	227	0,48	306	0,52	411	0,56	535	0,61	687
34	0,42	209	0,45	289	0,50	389	0,53	506	0,57	649
30	0,39	196	0,43	272	0,47	365	0,50	475	0,54	609
0,00028	0,38	190	0,41	263	0,45	353	0,48	459	0,52	589
26	0,36	183	0,40	253	0,43	340	0,47	442	0,50	568
24	0,35	176	0,38	243	0,42	327	0,45	425	0,48	546
22	0,33	168	0,37	233	0,40	313	0,43	407	0,46	522
20	0,32	160	0,35	227	0,38	298	0,41	388	0,44	498
0,00018	0,30	152	0,33	211	0,36	283	0,39	368	0,42	472
16	0,28	143	0,31	199	0,34	267	0,37	347	0,39	445
14	0,27	134	0,29	186	0,32	249	0,34	325	0,37	417
12	0,25	124	0,27	172	0,29	231	0,32	301	0,34	386
10	0,23	113	0,25	157	0,27	211	0,29	275	0,31	352
0,00008	0,20	101	0,22	140	0,24	189	0,26	245	0,28	315
6	0,17	88	0,19	122	0,21	163	0,22	213	0,24	273
4	0,14	72	0,16	99	0,17	133	0,18	174	0,20	223
3	0,12	62	0,13	86	0,15	116	0,16	150	0,17	193
2	0,10	51	0,11	70	0,12	94	0,13	123	0,14	157

Для лучшего ознакомления с применением таблиц 13 и 14 сделаем несколько примерных расчетов.

### б) Расчетные примеры с помощью таблиц 13 и 14.

**Пример 1.** Как велик должен быть диаметр трубопровода при расходе в 12,4 л/сек. и потере напора в 0,0090 м на пог. м трубопровода, если последний считать за старый?

**Решение.** В таблице 14 находим в 1-й графе для  $\epsilon = 0,0090$  и  $Q = 12,4$  л/сек. необходимый диаметр трубы в 150 мм.

**Пример 2.** Какой диаметр следует взять при  $Q = 30,0$  л/сек и потере напора в 0,00375 м на пог. м при старых трубах?

**Решение.** Значение  $\epsilon_x$  по таблице 14 лежит между 0,00400 и 0,00350, правее их находим в графе для  $Q$  ближайшее большее и меньшее значение в 31,3 и 29,3 л в сек., чему соответствует диаметр трубы в 250 мм.

Теперь следует для этих  $Q$ , и  $d$  определить истинную потерю напора  $\epsilon'$  по формуле 25:

$$\epsilon' = 0,00400; \quad \epsilon_d = 0,00400 - 0,00350 = 0,00050 \text{ м.}$$

$$Q_d = 31,3 - 29,3 = 2,0 \text{ л/сек.}$$

Вместе с тем потеря напора на единицу длины  $\epsilon_x$ :

$$\epsilon_x = 0,00400 - \frac{0,0005}{2,0} (31,3 - 30) = 0,00368 \text{ м.}$$

**Пример 3.** Какова скорость течения воды в примере 2?

**Решение.** По таблице 14:

$$v' = 0,64 \text{ м и } v_d = 0,64 - 0,60 = 0,04 \text{ м.}$$

Как только что определено  $Q_d = 2,0$  л/сек, так что скорость  $v$  по формуле 26 для  $Q = 30$  л/сек будет:

$$v_x = 0,64 - \frac{0,04}{2,0} \cdot (31,3 - 30) = 0,614 \text{ м/сек.}$$

**Пример 4.** Как велик должен быть диаметр трубопровода, имеющего длину в 360 м при расходе воды в 52 л/сек, если потери напора не должны превышать 1,60 м и какова будет скорость течения воды в нем?

Решение. Из заданных условий вытекает, что:

$$\epsilon = \frac{1,60}{360} = 0,0045 \text{ м.}$$

Для этой величины, при  $d = 300$  мм по таблице 14 находим  $Q = 53,6$  л/сек, т.е. через большее значение, чем это задано, таким образом, следует принять этот диаметр. Потеря напора:

$$\epsilon_d = 0,00450 - 0,00050 \text{ м.}$$

$$Q_d = 53,6 - 51,6 = 2,0 \text{ л/сек.}$$

Далее:

$$\epsilon_x = 0,00450 - \frac{0,005}{3,0} (53,6 - 52,0) = 0,00423 \text{ м.}$$

Общая потеря напора будет:

$$h = 360 \cdot 0,00423 = 1,53 \text{ м.}$$

Скорость течения воды  $v_x$  найдем по формуле 26:

$$v_x = 0,76 - \frac{0,76 - 0,71}{3,0} (53,6 - 52,0) = 0,733 \text{ м/сек.}$$

Пример 5. Как велика будет потеря напора при старых трубах диаметром 300 мм, длиной 420 м и расходе воды в 74 л/сек и какова скорость течения воды.

Решение. По таблице 14 находим для  $d = 300$  мм 74 л/сек между значениями 75,9 и 71,5 л/сек, поэтому:

$$\epsilon_d = 0,00900 - 0,00800 = 0,001 \text{ м,}$$

$$Q_d = 75,9 - 71,5 = 4,4 \text{ л/сек.}$$

По формуле 25:

$$\epsilon_x = 0,00900 - \frac{0,001}{4,4} (75,9 - 74,0) = 0,00857 \text{ м.}$$

На основании этого для всего трубопровода в 420 м длиной:

$$h = 420 \cdot 0,00857 = 3,60 \text{ м.}$$

Скорость  $v$  определится по формуле 26:

$$v_x = 1,07 - \frac{1,07 - 1,01}{4,4} (75,9 - 74,0) = 1,044 \text{ м/сек.}$$

Пример 6. Какое количество пропускает трубопровод диаметром 50 мм из старых труб при потере напора в 1,80 м на длине 380 м.



Решение. Удельная потеря напора (т.е. на единицу длины):

$$\varepsilon = \frac{1,80}{380} = 0,00472 \text{ м.}$$

По таблице 14 находим:  $Q' = 35,0 \text{ л/сек}$  и

$$Q_d = 35,0 - 33,2 = 1,8 \text{ л/сек,}$$

$$\varepsilon_d = 0,00500 - 0,00450 = 0,00050 \text{ м.}$$

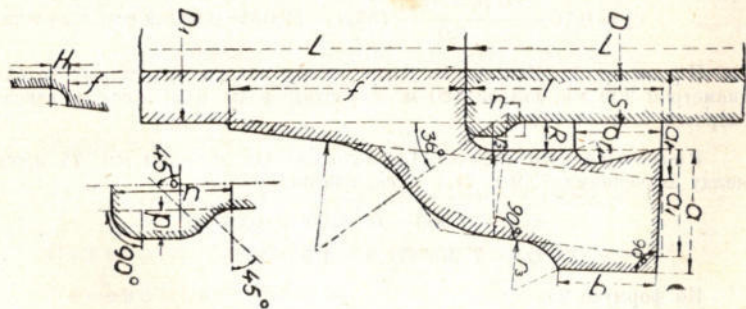
Вместе с тем по фиг. 24:

$$Q_x = 35,0 - \frac{1,8}{0,00050} (0,00500 - 0,00472) = 34,9 \text{ л/сек.}$$

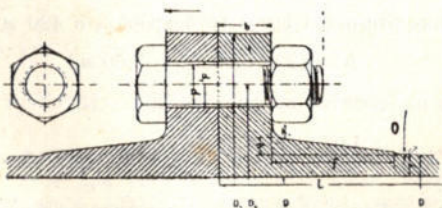
Скорость воды:

$$v_x = 0,71 - \frac{0,71 - 0,68}{1,8} (35,0 - 34,0) = 0,69 \text{ м/сек.}$$

Этих примеров вполне достаточно для того, чтобы освоиться с применением таблиц.



Фиг. 9.



Фиг. 10.

Глава XII. Соргамент чугуновых труб.

Таблица 15. Фиг. 34.

§ 31. Трубы с раструбными соединениями (по типу V Водопроводного Съезда).

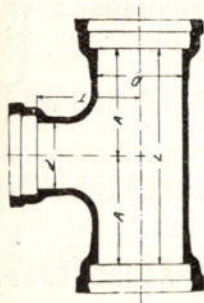
Диаметр внутренний	Диаметр внешний	Толщина стенки	l	f	k	a	a <sub>1</sub>	d	m	n	p	q	r	x	y	В		Е		С		Диаметр внутренний
																Труба без раструба и бугра	Раструба	Труба с раструба- ми и бугр- том	Труба с раструба- ми и бугр- том	Вер. и труба с раструбом и бугром		
40	55	7,5	62	63	7	26	21,5	26	4,5	31	3,5	14	2000	1	1	16,23	3,22	19,50	9,75	40		
50	65	7,5	62	63	7	26	22	26	4,5	31	3,5	14	2000	1	1	19,65	3,64	23,35	11,68	50		
75	91	8,0	63	65	7	27	23	26,5	4,5	31,5	3,5	14	3000	1	1	45,37	4,93	50,39	16,77	75		
100	117	8,5	64	66	7	28	23,5	27	4,5	32	3,5	14	3000	1	1	63,02	6,44	69,57	23,19	100		
125	143	9,0	65	67,5	7	29	24,5	27,5	4,5	32,5	3,5	14	3000	1	1	82,41	7,94	90,48	30,16	125		
150	169	9,5	66	69	7,5	30	25,5	28	4,5	33	4	15	3000	1	1	103,54	9,62	113,35	37,78	150		
175	195	10,0	67	70,5	7,5	31	26	28,5	5	34	4	15	3000	1	1	126,41	11,64	138,27	46,09	175		
200	221	10,5	68	72	7,5	32	27	29	5	34,5	4	15	3000	1	1	151,03	13,67	164,95	54,98	200		
225	247	11,0	69	73,5	8	33	28	29,5	5	35	4	16	3000	1	1	177,39	15,99	193,68	64,50	225		
250	273	11,5	70	75	8	34	29	30	5	36	4	16	3000	1,5	1,5	205,49	17,93	223,75	74,68	250		
300	325	12,5	72	78	8,5	36	30,5	31	5	37	4,5	17	3000	1,5	1,5	266,92	23,27	290,67	96,89	300		
350	376	13	74	81	9	38	32,5	32	5,5	38	4,5	18	3750	1,5	1,5	402,99	29,39	432,95	115,45	350		
400	428	14	76	84	9	40	34	33	5,5	39	5	18	3750	1,5	1,5	494,95	35,96	531,62	141,77	400		
450	480	15	78	87	9,5	42	36	34	5,5	40	5	19	3750	1,5	1,5	595,65	43,89	640,40	170,78	450		
500	532	16	80	90	10	44	37,5	35	5,5	42	5	20	3750	2	2	705,06	52,29	758,35	202,23	500		
600	636	18	84	96	11	48	41	37	6	44	5,5	21	3750	2	2	949,97	73,06	1024,41	273,18	600		
700	740	20	88	102	11,5	52	44,5	39	6,5	45	6	23	3750	2	2	1229,73	95,59	1327,22	353,93	700		
750	792	21	90	105	12	54	46	40	6,5	46	6	24	3750	2,5	2,5	1382,72	111,26	1496,14	398,96	750		
800	844	22	92	108	12,5	56	48	41	6,5	48	6,5	24	3750	2,5	2,5	1544,36	124,51	1671,30	445,69	800		
900	948	24	96	114	13	60	51,5	43	7	50	7	26	3750	2,5	2,5	1894,10	156,37	2053,89	547,70	900		
1000	1052	26	100	120	14	64	55	45	7	54	7	27	3750	3	3	2278,07	196,45	2478,25	660,87	1000		
1200	1260	30	108	132	15,5	72	62	49	7,5	-	8	30	3750	-	-	3151,20	287,31	3444,11	918,43	1200		

§ 32. Трубы с фланцевыми соединениями  
Таблица 16. Фиг. 35.  
(по типу V Водопроводного Съезда).

Внутренний диаметр	Внешний диаметр	Толщина стенки	Толщина фланца	Толщина перекода	Высота от створа к фланцу	Радиус закругления	Высота уступа на переходе	Число болтов	Диаметр болта	Диаметр отверстия болта	Диаметр крива похол. черт	Диаметр фланца	Стойкость на длину	В Е С А			D	
														Труба без фланцев	Одино фланца	Труба с двумя фланцами		Вес м. труба с двумя фланцами
40	55	7,5	19	52	6,5	5,5	1	4	12,5	15	110	150	2000	16,23	2,33	20,89	10,44	40
50	65	7,5	19	52	6,5	5,5	1	4	16	19	125	165	2000	19,65	2,73	25,11	12,56	50
75	91	8,0	20	54	7	6	1	4	16	19	150	200	2000	30,25	4,04	38,33	19,17	75
100	117	8,5	21	55	7	6	1	4	19	22	185	235	3000	63,61	5,48	73,97	24,66	100
125	143	9,0	22	56	7,5	6,5	1	8	16	19	205	255	3000	82,04	6,23	94,86	31,62	125
150	169	9,5	23	58	7,5	6,5	1	8	16	19	230	280	3000	103,53	7,38	118,29	39,43	150
175	195	10,0	24	59	8	7	1	8	19	22	265	315	3000	126,40	9,34	145,08	48,36	175
200	221	10,5	25	60	8	7	1	8	19	22	290	340	3000	151,02	10,68	172,88	57,46	200
225	247	11,0	26	61	8,5	7,5	1	8	19	22	320	370	3000	177,38	12,71	202,80	67,60	225
250	273	11,5	27	63	8,5	7,5	1	12	19	22	345	395	3000	205,47	14,04	233,55	77,85	250
300	325	12,5	29	65	9	8	1,5	12	22	25	405	465	3000	266,90	20,25	307,40	102,47	300
350	376	13	31	68	9,5	8,5	1,5	12	22	25	460	520	3000	322,42	25,49	373,40	124,46	350
400	428	14	33	70	10	9	1,5	16	22	25	510	570	3000	396,00	29,71	455,42	151,81	400
450	480	15	35	75	10,5	9,5	1,5	16	25,5	28,5	570	640	3000	476,57	39,31	555,19	185,06	450
500	532	16	37	75	11	10	1,5	16	25,5	28,5	625	695	3000	564,09	46,01	656,11	218,70	500
600	636	18	41	80	12	11	2	24	28,5	32	730	800	3000	760,03	60,91	881,85	293,95	600
700	740	20	45	85	13	12	2	24	28,5	32	850	930	3000	983,86	89,07	1162,00	387,33	700
750	792	21	47	88	13,5	12,5	2	24	28,5	32	900	980	3000	1106,23	98,40	1303,03	434,34	750
800	844	22	49	90	14	13	2,5	24	32	35	960	1050	3000	1235,37	119,21	1473,97	491,32	800
900	984	24	53	95	15	14	2,5	32	32	35	1070	1160	3000	1515,13	146,71	1808,55	602,85	900
1000	1054	26	57	100	16	15	2,5	32	32	35	1180	1270	3000	1822,59	180,26	2183,11	727,70	1000
1200	1260	30	65	110	18	17	3	32	38	41	1400	1510	3000	2521,13	279,98	3081,09	1027,03	1200



§ 33. Фасонные чугунные части.



Фиг. 11. Тройник с тремя раструбами.

Таблица 17.

D	d	L	A	T	Вес в кг	D	d	L	A	T	Вес в кг
40	40	300	150	130	13,60	200	100	500	250	225	66,34
50	50	300	150	138	15,40	200	75	500	250	219	64,54
50	40	300	150	135	14,91	200	50	500	250	213	62,08
75	75	300	150	156	21,95	225	225	500	250	269	92,87
75	50	300	150	150	19,82	225	200	500	250	263	88,29
75	40	300	148	148	19,33	225	175	500	250	256	84,68
100	100	400	200	175	32,27	225	150	500	250	250	81,74
100	75	400	200	169	29,65	225	125	500	250	244	79,44
100	50	400	200	163	27,51	225	100	500	250	238	76,33
125	125	400	200	184	40,13	225	75	500	250	231	74,20
125	100	400	200	188	37,51	225	50	500	250	225	72,57
125	75	400	200	181	35,54	250	250	600	300	288	113,35
125	50	400	200	175	37,57	250	225	600	300	281	109,09
150	150	400	200	213	50,45	250	200	600	300	275	105,00
150	125	400	200	206	47,33	250	175	600	300	269	101,72
150	100	400	200	200	44,71	250	150	600	300	263	98,44
150	75	400	200	194	42,42	250	125	600	300	256	95,66
175	175	400	200	188	39,96	250	100	600	300	250	93,37
175	150	400	200	231	61,43	250	75	600	300	244	91,07
175	125	400	200	225	57,82	300	300	600	300	325	148,24
175	100	400	200	219	54,71	300	250	600	300	313	138,08
175	75	400	200	213	51,11	300	225	600	300	306	134,15
175	50	400	200	206	49,96	300	200	600	300	300	131,86
200	200	500	250	200	47,99	300	175	600	300	294	126,95
200	175	500	250	244	78,79	300	150	600	300	288	123,83
200	150	500	250	244	75,02	300	125	600	300	281	120,88
200	125	500	250	238	71,58	300	100	600	300	275	118,76
200	100	500	250	231	68,80	300	75	600	300	269	114,52

Фиг. 12. Тройники с двумя  
раструбами и бургом.

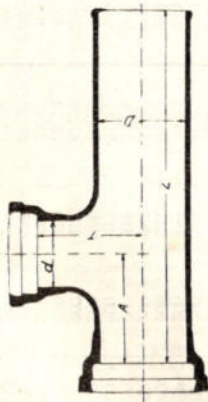


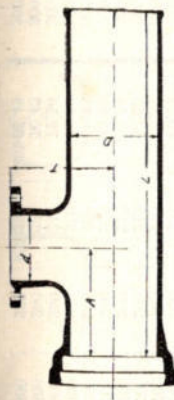
Таблица 18.

D	d	L	A	T	Вес в кг	D	d	L	A	T	Вес в кг
40	40	500	150	130	12,28	200	100	800	250	225	70,44
50	50	500	150	138	14,09	200	75	800	250	219	68,14
50	40	500	150	135	13,60	200	50	800	250	213	66,18
75	75	500	150	136	20,97	225	225	800	250	269	98,12
75	50	500	150	150	18,51	225	200	800	250	263	93,20
75	40	500	150	148	18,02	225	175	800	250	256	89,93
100	100	600	200	175	30,47	225	150	800	250	250	86,65
100	75	600	200	169	28,17	225	125	800	250	244	84,03
125	125	600	200	163	26,04	225	100	800	250	238	81,57
125	100	600	200	194	38,98	225	75	800	250	231	79,44
125	75	600	200	188	35,05	225	50	800	250	225	77,31
125	50	600	200	181	34,23	250	250	900	300	288	119,74
150	150	700	200	175	32,26	250	225	900	300	281	115,48
150	125	700	200	213	53,23	250	200	900	300	275	111,88
150	100	700	200	208	50,12	250	175	900	300	269	108,11
150	75	700	200	200	47,50	250	150	900	300	263	104,83
150	50	700	200	194	45,20	250	125	900	300	256	102,05
175	175	700	200	188	43,24	250	100	900	300	250	99,75
175	150	700	200	231	65,03	250	75	900	300	244	97,46
175	125	700	200	225	61,43	300	300	900	300	325	157,58
175	100	700	200	219	58,43	300	250	900	300	313	147,42
175	75	700	200	213	55,86	300	225	900	300	306	143,49
175	50	700	200	208	53,89	300	200	900	300	300	139,56
200	200	800	250	250	81,74	300	175	900	300	294	136,28
200	175	800	250	244	78,95	300	150	900	300	288	133,17
200	150	800	250	238	75,84	300	125	900	300	281	130,22
200	125	800	250	231	72,89	300	100	900	300	275	128,09
200	100	800	250	231	72,89	300	57	900	300	269	125,63

Фиг. 13. Тройники с расгруппом,

бургом и фланцевым отгостком.

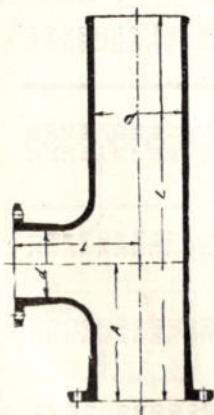
Т а б л и ц а 19.



D	d	L	A	T	Вес в кг	D	d	L	A	T	Вес в кг
40	40	500	150	180	11,30	200	100	800	250	225	69,29
50	50	500	150	188	13,27	200	75	800	250	219	68,47
50	40	500	150	135	12,61	200	50	800	250	213	65,36
75	75	500	150	156	19,49	225	225	800	250	269	94,84
75	50	500	150	150	18,50	225	200	800	250	263	90,58
75	40	500	150	148	17,04	225	175	800	250	256	87,63
100	100	600	200	175	29,78	225	150	800	250	250	84,52
100	75	600	200	169	26,86	225	125	800	250	244	82,39
100	50	600	200	163	25,23	225	100	800	250	238	80,59
125	125	600	200	194	37,18	225	75	800	250	231	78,13
125	100	600	200	188	35,70	225	50	800	250	225	76,50
125	75	600	200	181	33,08	250	250	900	300	288	115,81
125	50	600	200	175	31,61	250	225	900	300	281	112,20
150	150	700	200	213	50,94	250	200	900	300	275	108,44
150	125	700	200	206	48,48	250	175	900	300	269	105,54
150	100	700	200	200	46,51	250	150	900	300	263	102,54
150	75	700	200	194	43,89	250	125	900	300	256	100,41
150	50	700	200	188	42,42	250	100	900	300	250	98,77
175	175	700	200	231	62,74	250	75	900	300	244	96,15
175	150	700	200	225	59,13	300	300	900	300	325	154,14
175	125	700	200	219	56,67	300	250	900	300	313	143,49
175	100	700	200	213	54,87	300	225	900	300	306	140,21
175	75	700	200	206	52,25	300	200	900	300	300	136,61
175	50	700	200	200	50,78	300	175	900	300	294	133,99
200	200	800	250	250	79,93	300	150	900	300	288	117,72
200	175	800	250	244	76,82	300	125	900	300	281	115,57
200	150	800	250	238	73,38	300	100	900	300	275	112,18
200	125	800	250	231	71,25	300	75	900	300	269	110,31



Фиг. 14. Тройники с двумя фланцами и бургом.



Т а б л и ц а 20.

D	d	L	A	T	Вес в кг	D	d	L	A	T	Вес в кг
40	40	500	150	130	10,32	200	100	800	250	225	66,50
50	50	500	150	138	12,45	200	75	800	250	219	63,72
50	40	500	150	135	11,79	200	50	800	250	213	62,41
75	75	500	150	156	18,35	225	225	800	250	269	91,56
75	50	500	150	150	16,38	225	200	800	250	263	87,14
75	40	500	150	148	32,10	225	175	800	250	256	84,36
100	100	600	200	175	28,67	225	150	800	250	250	81,25
100	75	600	200	169	25,88	225	125	800	250	244	79,12
100	50	600	200	163	24,24	225	100	800	250	238	77,31
125	125	600	200	194	35,71	225	75	800	250	231	75,51
125	100	600	200	188	34,07	225	50	800	250	225	73,92
125	75	600	200	181	31,45	250	250	900	300	288	111,88
125	50	600	200	175	29,81	250	225	900	300	281	109,58
150	150	700	200	213	48,65	250	200	900	300	275	104,50
150	125	700	200	206	46,19	250	175	900	300	269	101,88
150	100	700	200	200	44,23	250	150	900	300	263	98,61
150	75	700	200	194	41,61	250	125	900	300	256	96,48
150	50	700	200	188	40,29	250	100	900	300	250	94,84
175	175	700	200	231	60,44	250	75	900	300	244	92,22
175	150	700	200	225	56,84	300	300	900	300	325	150,70
175	125	700	200	219	54,55	300	250	900	300	313	140,05
175	100	700	200	213	52,58	300	225	900	300	306	135,14
175	75	700	200	206	49,96	300	200	900	300	300	133,17
175	50	700	200	200	48,48	300	175	900	300	294	130,55
200	200	800	250	250	76,99	300	150	900	300	288	127,44
200	175	800	250	244	72,56	300	125	900	300	281	125,14
200	150	800	250	238	70,43	300	100	900	300	275	120,67
200	125	800	250	231	67,49	300	75	900	300	269	120,72

Фиг. 15. Тройки с тремя фланцами.

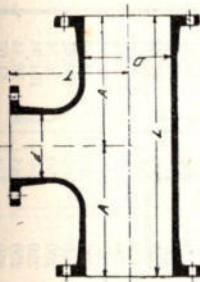


Таблица 21.

D	d	L	A	T	Вес в кг	D	d	L	A	L	Вес в кг
40	40	280	140	140	10,65	200	100	600	300	250	66,01
50	50	300	150	150	13,10	200	75	600	300	238	63,06
50	40	300	150	145	12,45	200	50	600	300	225	61,43
75	75	350	175	175	19,33	225	225	650	325	325	97,63
75	50	350	175	163	18,35	225	200	650	325	313	93,20
75	40	350	175	158	17,85	225	175	650	325	300	88,45
100	100	400	200	200	29,81	225	150	650	325	288	84,85
100	75	400	200	188	26,54	225	125	650	325	275	82,23
100	50	400	200	175	24,90	225	100	650	325	263	81,57
125	125	450	225	225	38,33	225	75	650	325	250	77,15
125	100	450	225	213	35,71	225	50	650	325	238	75,51
125	75	450	225	200	32,76	250	250	700	350	350	114,66
125	50	450	225	188	30,79	250	225	700	350	338	110,24
150	150	500	250	250	49,30	250	200	700	350	325	105,32
150	125	500	250	238	46,03	250	175	700	350	313	101,88
150	100	500	250	225	43,90	250	150	700	350	300	98,12
150	75	500	250	213	41,11	250	125	700	350	288	95,50
150	50	500	250	200	37,68	250	100	700	350	275	93,37
175	175	550	275	275	64,21	250	75	700	350	263	90,42
175	150	550	275	263	60,11	300	300	800	400	400	168,06
175	125	550	275	250	57,17	300	250	800	400	375	154,14
175	100	550	275	238	54,87	300	225	800	400	363	149,88
175	75	550	255	225	52,25	300	200	800	400	350	145,29
175	50	550	275	213	50,29	300	175	800	400	338	141,85
200	200	600	300	300	80,26	300	150	800	400	325	138,41
200	175	600	300	288	74,86	300	125	800	400	313	135,30
200	150	600	300	275	70,93	300	100	800	400	300	133,50
200	125	600	300	263	68,14	300	75	800	400	288	130,06

Фиг. 16. Крестовики с тремя  
раструбами и бургом.

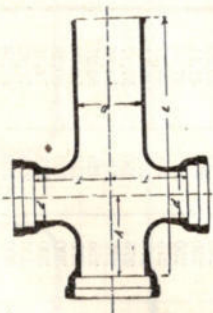
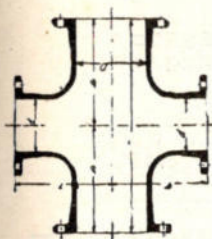


Таблица 22.

D	d	L	A	T	Вес в кг	D	d	L	A	T	Вес в кг
40	40	500	150	30	16,54	200	100	800	250	225	79,61
50	50	500	150	138	19,00	200	75	800	250	219	74,86
50	40	500	150	135	17,85	200	50	800	250	213	70,93
75	75	500	150	156	27,52	225	225	800	250	269	123,67
75	50	500	150	150	23,42	225	200	800	250	263	114,33
75	40	500	150	148	22,28	225	175	800	250	256	107,45
100	100	600	200	175	39,97	225	150	800	250	250	100,74
100	75	600	200	169	35,05	225	125	800	250	244	97,14
100	50	600	200	163	30,96	225	100	800	250	238	90,58
125	125	600	200	194	50,29	225	75	800	250	231	86,49
125	100	600	200	188	44,23	225	50	800	250	225	81,90
125	75	600	200	181	21,11	250	250	900	300	228	150,37
125	50	600	200	175	37,02	250	225	900	300	281	140,21
150	150	700	200	213	67,98	250	200	900	300	275	132,02
150	125	700	200	206	61,75	250	175	900	300	269	125,31
150	100	700	200	194	58,31	250	150	900	300	263	119,08
150	75	700	200	188	47,83	250	125	900	300	256	113,51
150	50	700	200	231	83,21	250	100	900	300	250	108,93
175	175	700	200	225	75,84	300	300	900	300	244	104,34
175	150	700	200	219	69,94	300	250	900	300	325	196,40
175	125	700	200	213	64,86	300	225	900	300	313	175,76
175	100	700	200	206	60,61	300	200	900	300	300	167,90
175	75	700	200	200	56,51	300	175	900	300	294	153,48
200	200	800	250	250	104,34	300	150	900	300	288	147,26
200	175	800	250	244	98,44	300	125	900	300	281	141,36
200	150	800	250	238	91,07	300	100	900	300	275	137,10
200	125	800	250	231	84,03	300	75	900	300	269	128,58



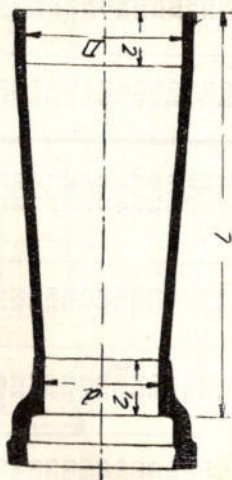


Фиг. 17. Крестовина

с четырьмя фланцами.

Таблица 23.

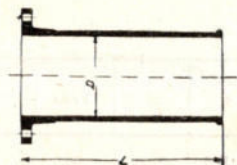
D	d	L	A	T	Вес в кг	D	d	L	A	T	Вес в кг
40	40	280	140	140	14,09	200	100	600	300	250	74,86
50	50	300	150	150	17,36	200	75	600	300	238	68,80
50	40	300	150	145	15,72	200	50	600	300	225	65,52
75	75	350	175	175	25,39	225	225	650	325	325	124,00
75	50	350	175	163	21,79	225	200	650	325	313	114,99
75	40	350	175	158	19,98	225	175	650	335	300	105,65
100	100	400	200	200	38,82	225	150	650	325	288	98,44
100	75	400	200	188	32,60	225	125	650	325	275	93,04
100	50	400	200	175	29,16	225	100	650	325	263	90,25
125	125	450	225	225	50,12	225	75	650	325	250	83,05
125	100	450	225	213	44,55	225	50	650	325	238	79,61
125	75	450	225	200	38,33	250	250	700	350	350	144,80
125	63	450	225	194	37,18	250	225	700	350	338	135,63
150	150	500	250	250	65,03	250	200	700	350	325	125,96
150	125	500	250	238	57,00	250	150	700	350	300	111,55
150	100	500	250	225	52,74	250	125	700	350	288	106,14
150	75	500	250	213	46,85	250	100	700	350	275	102,05
150	50	500	250	200	41,77	250	75	700	350	263	96,32
175	175	550	275	275	81,74	300	300	800	400	400	211,30
175	150	550	275	263	73,87	300	250	800	400	375	183,46
175	125	550	275	250	68,14	300	225	800	400	363	171,01
175	100	550	275	238	63,39	300	200	800	400	350	162,82
175	75	550	275	225	57,99	300	175	800	400	338	156,43
200	200	600	300	300	103,36	300	150	800	400	325	150,21
200	175	600	300	288	93,04	300	125	800	400	313	144,80
200	150	600	300	275	84,52	300	100	800	400	300	141,52
200	125	600	300	263	78,95	300	75	800	400	288	135,30



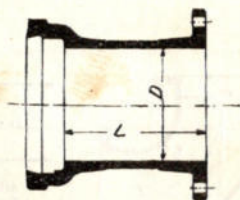
Фиг. 18. Переходы с рас-  
трубами и бургом.

Т а б л и ц а 24.

$D$	$d$	$L$	$A$	$T$	Вес в кг	$D$	$d$	$L$	$A$	$T$	Вес в кг
50	40	250	62	63	7,04	200	150	500	68	69	35,22
75	40	500	63	63	10,32	200	175	250	68	70,5	25,55
75	50	250	63	63	7,37	225	150	750	69	69	50,94
100	50	500	64	63	12,94	225	175	500	69	70,5	41,61
100	75	250	64	65	10,16	225	200	250	69	72	29,98
125	75	500	65	65	17,53	250	150	1 000	70	69	70,27
125	100	250	65	66	13,76	250	175	750	70	70,5	60,77
150	100	500	66	66	23,10	250	200	500	70	72	49,14
150	125	250	66	67,5	21,95	250	225	250	70	73,5	35,05
175	100	500	67	66	34,89	300	200	1 000	72	72	95,66
175	125	250	67	67,5	28,83	300	225	750	72	73,5	63,88
175	150	700	67	69	22,11	300	250	500	72	75	64,87
200	125	255	68	67,5	45,5*						



Фиг. 19. Патрубок с фланцем и буртом.



Фиг. 20. Патрубок с раструбом и фланцем.

Таблица 25.

D	L	Вес в кг
40	350	5,73
50	350	7,04
75	350	9,83
100	350	14,25
125	350	17,85
150	350	21,95
175	500	35,22
200	500	40,95
225	500	48,81
250	500	54,87
300	500	73,88

Таблица 26.

D	L	Вес в кг
40	150	7,04
50	150	8,19
75	150	11,30
100	150	15,72
125	150	19,00
150	150	23,42
175	250	35,38
200	250	39,48
225	250	46,85
250	250	52,25
300	250	69,94



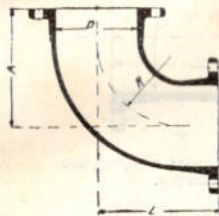
Фиг. 21. Колена 90° с раструбом и буртом.

Т а б л и ц а 27.

D	L	A	R	Угол	Вес в кг
40	290	140	71	90°	7,21
50	300	150	80	90°	9,01
75	325	175	103	90°	14,09
100	350	200	125	90°	19,00
125	375	225	148	90°	25,72
150	400	250	170	90°	33,25
175	425	275	193	90°	42,59
200	450	300	215	90°	53,56
225	475	325	238	90°	65,19
250	500	350	260	90°	77,64
300	550	400	305	90°	109,26



Т а б л и ц а 28.



Фиг. 22. Колена 90° с двумя фланцами.

$D$	$L$	$A$	$R$	Угол	Вес в кг
40	140	140	71	90°	7,04
50	150	150	80	90°	8,85
75	175	175	103	90°	12,94
100	200	200	125	90°	19,49
125	225	225	148	90°	27,52
150	250	250	170	90°	32,10
175	275	275	193	90°	41,28
200	300	300	215	90°	50,78
225	325	325	238	90°	61,92
250	350	350	260	90°	74,04
300	400	400	305	90°	103,20



Фиг. 23. Полуколено раструб 45°.

Т а б л и ц а 29.

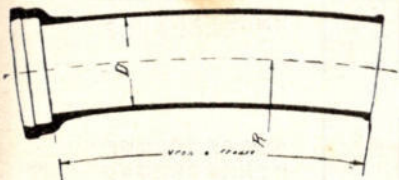
$D$	$r$	$f$	$R$	Угол в град.	Вес в кг
40	62	63	280	45	7,53
50	62	63	300	45	10,65
75	63	65	350	45	13,76
100	64	66	400	45	23,10
125	65	67,5	450	45	25,55
150	66	69	500	45	32,76
175	67	70,5	550	45	42,10
200	68	72	600	45	51,27
225	69	73,5	650	45	62,57
250	70	75	700	45	74,20
300	72	78	800	45	105,65

Таблица 30.



Фиг. 24. Полуколено фланец 45°.

$D$	$r$	$R$	Угол в град.	Вес в кг
40	71	280	45	8,03
50	71	300	45	9,83
75	74	350	45	15,07
100	76	400	45	22,28
125	78	450	45	28,99
150	81	500	45	37,35
175	83	550	45	48,49
200	85	600	45	59,79
225	87	650	45	73,55
250	90	700	45	85,34
300	94	800	45	125,64



Фиг. 25. Отводы раструбы пологие 30° и 15° (ОПР).



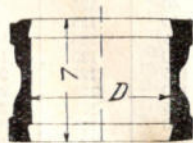
Фиг. 26. Двойные раструбы. (Цр.).

Таблица 31.

$D$	$R$	Угол в град.	Вес в кг
40	1 250	30	9,34
50	1 250	30	11,14
75	1 250	30	16,54
100	1 250	30	30,63
125	1 250	30	28,99
150	2 500	15	36,04
175	2 500	15	44,23
200	2 500	15	52,58
225	2 500	15	61,59
250	2 500	15	70,60
300	5 000	15	153,98

Таблица 32.

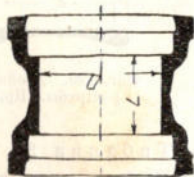
$D$	$L$	Вес в кг
40	125	7,70
50	125	8,52
75	125	12,12
100	125	15,89
125	125	20,48
150	125	24,41
175	125	29,48
200	125	34,73
225	125	40,95
250	125	44,23
300	150	62,41



Фиг. 27. Муфты короткие. Мк.

Таблица 33.

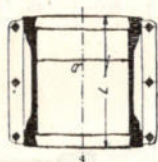
D	L	Вес в кг
40	160	6,22
50	160	7,04
75	160	9,50
100	160	11,96
125	170	15,56
150	170	18,51
175	170	22,44
200	170	26,21
225	180	33,74
250	180	36,86
300	180	45,21



Фиг. 28. Муфты длинные. Мд.

Таблица 34.

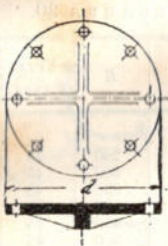
D	L	Вес в кг
40	260	7,86
50	260	8,85
75	270	12,29
100	270	15,56
125	280	20,15
150	280	24,24
175	290	29,65
200	290	34,73
225	300	41,44
250	300	48,65
300	310	61,75



Фиг. 29. Муфты разъемные.

Таблица 35.

D	L	Вес в кг
40	260	14,09
50	260	18,02
75	270	23,42
100	270	26,70
125	280	32,76
150	280	36,86
175	290	43,90
200	290	49,14
225	300	60,28
250	300	67,28
300	310	81,90

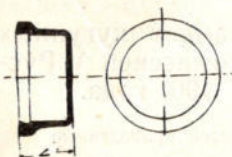


Фиг. 30. Заглушка муфтовая.

Таблица 36.

D	L	Вес в кг
40	75	3,44
50	75	3,77
75	80	5,41
100	80	6,88
125	80	8,85
150	85	11,47
175	85	14,25
200	85	17,53
225	90	21,46
250	90	24,73
300	95	34,40

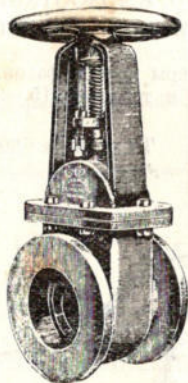




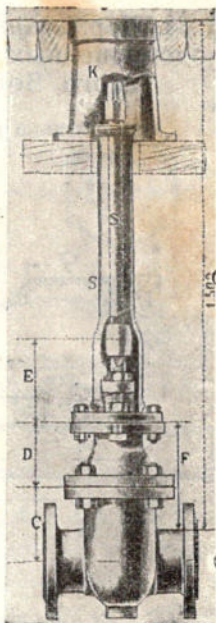
Фиг. 31. Заглушка фланцевая

Таблица 37.

<i>D</i>	<i>L</i>	Вес в кг
40	150	2,62
50	165	3,11
75	200	4,91
100	235	6,72
125	255	8,52
150	280	10,81
175	315	13,92
200	340	17,04
225	370	19,98
250	395	29,48
300	465	42,75



Фиг. 32. Задвижки чугунные сист. „Лудло“ с бюгелями.



Фиг. 33.

Стойки (фиг. 32) передают осевое усиление непосредственно корпусу зажимки, а не на болты сальника, как это происходит в задвижках Лудло без стоек. Перемена набивки возможна без разбирания задвижки и без выключения ее из водопроводимой магистрали. На фиг. 33 показана установка задвижки на магистрали.

Цены задвижек. Таблица 38.

20 атмосфер пробного давления.

Диаметр прохода в	{ мм дюйм.	50	62	75	100	125	150	175
		Строительная длина в мм . . .	160	180	185	210	220	230
Цена в руб. (1927 г.) . . .		3,15	36,75	42,0	57,75	73,50	84,5	105,0

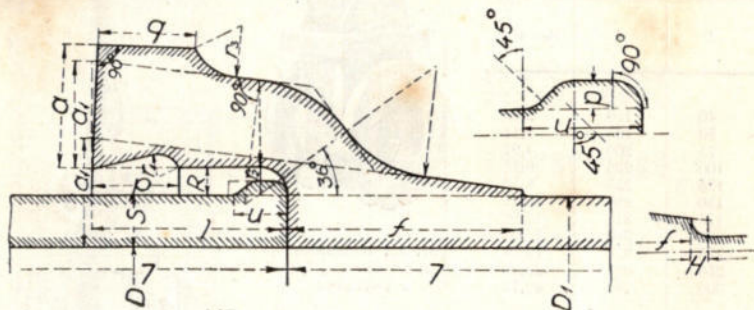
20 атмосфер пробного давления.

Диаметр прохода в	{ мм дюйм.	200	225	250	300	350	400
		Строительная длина в мм . . .	270	285	300	355	400
Цена в руб. (1927 г.) . . .		131,25	157,50	189,00	288,75	393,7	630,00

### § 34. Нормальный метрический сортамент чугунных водопроводных труб, выработанный комиссией V Русского Водопроводного Съезда 1901 года.

Установленные размеры труб и фасонных частей приведенные в таблицах 15—37.

Таблица 39.



Фиг. 34.

#### А. Для раструбных соединений:

$$l = 60 \text{ мм} + 0,04 D,$$

$$f = 60 \text{ мм} + 0,06 D,$$

$$l + f = 120 \text{ мм} + 0,10 D,$$

$$\delta = 6,5 \text{ мм} + 0,02 D, \text{ для труб}$$

диам. от 40 до 300 мм,

$$\delta = 6 \text{ мм} + 0,02 D \text{ для труб диам.}$$

от 350 до 1 200 мм,

$$a = 24 \text{ мм} + 0,04 D,$$

$$a_1 = 20 \text{ мм} + 0,035 D,$$

$$m = 4 \text{ мм} + 0,03 D,$$

$$b = 30 \text{ мм} = 0,2 D,$$

$$x = 0,05 \text{ мм} + 0,002 D, \text{ с округле-}$$

нием до полумиллиметра,

$$p = 3 \text{ мм} + 0,004 D = \frac{k}{2},$$

$$n = 12 \text{ мм} + 0,016 D = 4 p = 2 k,$$

$$r_1 = k,$$

$$r_2 = 0,025,$$

$$r_3 = 6 \text{ мм} + 0,02 D.$$

#### В. Для фланцевых соединений:

$$b = 17 \text{ мм} + 0,04 D,$$

$$f = 50 \text{ мм} + 0,05 D,$$

$$b + f = 67 \text{ мм} + 0,09 D,$$

$$\delta = 6,5 \text{ мм} + 0,02 D \text{ для труб диам.}$$

от 40 до 300 мм,

$$\delta = 6 \text{ мм} + 0,02 D \text{ для труб диам.}$$

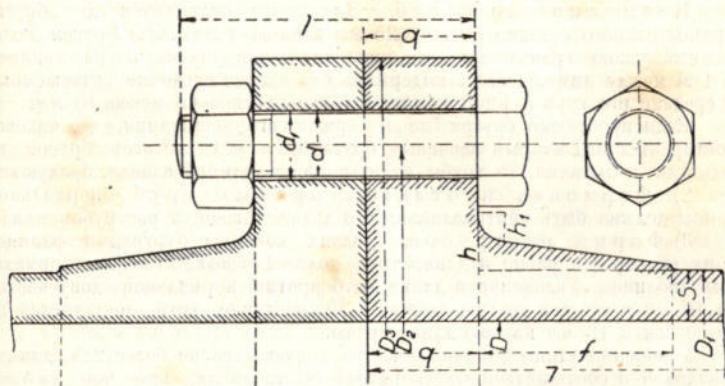
от 350 до 1 200 мм,

$$h = 6 \text{ мм} + 0,01 D,$$

$$h_1 = 5 \text{ мм} + 0,01 D,$$

$$D_1 = D + 13 \text{ мм} + 0,04 D \text{ для труб}$$

диам. от 40 до 300 мм,



Фиг. 35.

$$D_1 = D + 12 \text{ мм} + 0,04 D \text{ для труб}$$

диам. от 350 до 1 200 мм,

$$D_2 = D_1 + 2(h + h_2) + 2d, \text{ с округлением до сантиметра, при чем оно не должно превышать } 0,5h,$$

$$D_3 = D_2 + 2(d + h_1),$$

$$d_1 = d + (2,5 \text{ мм} - 3,5 \text{ мм}),$$

$$l = 38 \text{ мм} + 0,08 D + 1,1 d, \text{ с округлением до миллиметра,}$$

$$x = 0,05 \text{ мм} + 0,002 D, \text{ с округлением до полумиллиметра.}$$

## § 35. Нормальные технические условия изготовления и приемки чугунных водопроводных труб и фасонных частей.

(Установлены V Русским водопроводным съездом 1901 г.)

1) Чугун для отливки труб и фасонных частей должен быть второй плавки, хорошего качества, мягкий, в изломе однородный светлый, мелкозернистый, без признаков плен, раковин, трещин и т. п.

Приемщику для суждения о качестве чугуна, назначенного заводом для отливки труб, предоставляется право отливать пробные бруски. Бруски эти отливаются в приготовленные заблаговременно сухие формы, из тех ковшей, которые назначит приемщик. Эти бруски отливаются горизонтально или вертикально, смотря по тому, будет ли чугун, испытываемый сими брусками, предназначен для вертикальной или горизонтальной отливки труб.



Упомянутые пробные бруски предоставляется приемщику отливать из каждой плавки, назначенной для отливки труб.

Эти пробные бруски должны испытываться на изгиб.

Испытание на изгиб. Для этого отливаются два бруска прямоугольного сечения  $50 \text{ мм} \times 25 \text{ мм}$  длиной 1 200 мм. Брусок, положенный узкою гранью на две призматические опоры с расстоянием в 1 м между ними, должен выдержать без излома спокойно подвешенный в середине его груз в 1 200 кг при стрелке прогиба не менее 10 мм.

Если пробуемый брусок не выдержит сего испытания, то такое повторяется над вторым запасным бруском, и если и этот брусок не выдержит испытания, то трубы, отлитые из испытываемой плавки, бракуются.

2) Формовка и отливка прямых труб нормальной длины должна быть вертикальная, без долевых швов и раструбом вниз.

3) Формы раструбов, гладких концов с буртиками фланцев и их размеры, а равно и длина труб должны соответствовать нормальным таблицам. Уклонение в длине труб против нормальной допускается на 10 мм в ту или другую сторону. Искривление труб допускается не более как в 13 мм на всю длину трубы.

Уклонение длины фасонных частей допускается не более 2% длины, указанной в соответственных нормальных таблицах, при чем уклонение +5 мм допустимо.

Нормальной толщиной стенок нормальных труб называется толщина, вычисленная по формуле  $\delta = 6,5 + 0,02 D$ , для труб диаметром от 50 до 300 мм включительно и по формуле  $\delta = 6 + 0,02 D$ , для труб диаметром от 350 до 1 200 мм, где  $D$  внутренний диаметр трубы в мм.

4) Толщины стенок труб, проверяемые ранее их асфальтировки, должны быть согласны с указанными в нормальных таблицах. В случае приемки труб асфальтированных толщина слоя асфальтировки принимается во внимание. Местные уменьшения толщины стенок не могут быть более как на 20% против нормальных, а если в каком-либо месте трубы толщина стенки ее будет слишком на 20% менее нормальной, то такая труба бракуется даже и в том случае, если вес ее будет удовлетворительный. Уменьшение толщины стенки на одной стороне трубы по всей ее длине должно быть не более 10% толщины стенки. Уменьшение внутренних диаметров труб против нормальных табличных не должно быть более величин, полученных по следующей формуле:  $1 \text{ мм} + 0,1 \sqrt{D}$ . Увеличение толщины стенок труб допускается. Диаметры раструбов и буртиков должны быть согласованы с нормальной таблицей труб, при чем изменение размеров этих диаметров не должно выходить из пределов, обеспечивающих зазор между буртиком и раструбом, не меньшей половины нормального.

Примечание. Раковины во фланцах допускаются по следующей таблице:

для труб диаметром от	50 мм до	200 мм — 2 мм
" " " "	200 " "	500 " — $2\frac{1}{4}$ мм
" " " "	500 " "	900 " — 3 мм
" " " "	900 " "	1 200 " — 4 "

5) Толщина стенок фасонных частей, за исключением раструбов и фланцев, в виду горизонтальной отливки, увеличивается на 20% против нормальной толщины стенки трубы соответствующего диаметра, при чем это увеличение должно быть производимо на счет внутреннего диаметра. Пределы уменьшения толщин стенок фасонных частей против вышеуказанных, а также пределы уменьшения толщин стенок раструбов и фланцев и внутренних диаметров и условия браковки, в случаях нарушения сих пределов, такие же, как для прямых труб (§ 4).

6) Гидравлическая проба. После проверки размеров все трубы и фасонные части испытываются заводом гидравлической пробой, подвергаясь давлению до 5 минут.

Для труб пробное давление должно быть в 30 ат. по манометру при диаметрах 50—150 мм, в 25 ат. при диаметрах 175—300 мм и в 20 ат. при диаметрах выше 300 мм, а для фасонных частей 15 ат. по манометру. Во время нахождения под давлением, как трубы, так и фасонные части подвергаются легким ударам стального молотка, весом около 2 фунтов.

Трубы и фасонные части должны выдерживать пробное давление без признаков течи. Слабое потение и выступление отдельных капель, не переходящих в потеки на свежее-отлитых трубах и фасонных частях, не считаются недостатком. В случае гидравлического испытания асфальтированных труб выступание капель и потение не допускается. Каждая свежее-отлитая труба и фасонная часть, во избежание обожравливания после пробы гидравлическим давлением должна немедленно подогреваться (без коноги) и затем асфальтироваться.

Примечание. В удостоверение того, что труба выдержала гидравлическое испытание, на ней ставится клеймо.

7) Асфальтировка труб и фасонных частей должна производиться вполне тщательно и прочно. Свежее-асфальтированные трубы, по охлаждении их до температуры окружающего воздуха, должны иметь гладкий, блестящий вид и не должны быть липкими.

Прочность асфальтировки испытывается легкими ударами стального ручника, при этом асфальтировка не должна отпадать. Отпадание таковой местами без обнаруживания металлической поверхности не служит признаком непрочности асфальтировки. Асфальтировка не должна раствориться в воде.

Примечание к п. 6 и 7. Вопрос об асфальтировании труб до или после гидравлического испытания разрешается каждый раз по соглашению заказчика с заводом.

8) Вес каждой трубы и фасонной части должен определяться заводом до или после асфальтировки. Недовес труб против весов, указанных в нормальных таблицах, не должен превышать 5%. При длине труб большей или меньшей нормальной, если таковые будут допущены, делается учет веса, согласно данных нормальной таблицы. Нормальный вес фасонных частей определяется при увеличении на 20% толщины стенок того же диаметра прямой трубы. Вес отлитых фасонных частей может быть менее нормального не более как на 10%.



9) Порядок приемки и браковки. Приемка труб и фасонных частей на заводе и наблюдение за их изготовлением производится в следующем порядке.

Каждая отлитая труба или фасонная часть подвергается проверке размеров и пробе гидравлическим давлением, при чем на выдержавших эту пробу трубах накладывается соответствующее клеймо.

10) Все необходимые приспособления для пробы как чугуна, так и труб и фасонных частей должны быть доставлены за счет завода, по соглашению с заказчиком; они должны содержаться всегда в полной исправности, дабы не было задержки в приемке труб. Люди, нужные для пробы и исследования труб и фасонных частей в помощь приемщику, должны быть также от завода.

Отсутствие приемщика не останавливает пробу труб и фасонных частей и асфальтировку их, но о начале отливки их ему должно быть сообщено заблаговременно. При приемке труб асфальтированных или неасфальтированных, но заводом опробованных и сложенных в штабеля, должна пробоваться одна труба из каждых десяти принимаемых: обмером, гидравлическим давлением и по весу. В случае, если труба не удовлетворяет хотя бы одному из вышеприведенных условий, то этому испытанию подвергается каждая труба этого десятка.

Каждый поставщик, изготовляющий чугунные трубы и фасонные части, обязан вполне ясно отливать на каждой из них свое заводское выпуклое клеймо, а также клеймо заказчика, если это будет обусловлено договором.

С бракованных труб по какой-либо из вышеуказанных причин, срубается клеймо заказчика или же, в случае если такового клейма не имеется, ставится клеймо заказчика на трубах и фасонных частях, им принятых.

## Глава XIII. Автогенная сварка.

### § 36. Область применения, расход газов и стоимость.

Это ничто иное, как сварка сплавлением помощью газа, состоящего из смеси ацетона с кислородом. Газ выходит из отверстия сварочной горелки, давая ударное пламя, вызывающее местное расплавление металла. В случае надобности добавляется еще присадочный материал для наплавки (сварочные стержни) и сварочный предохранительный порошок. Назначение последнего обезвредить появляющиеся на поверхности у места сварки металлические окиси (образующиеся от соединения частиц расплавленного металла с кислородом воздуха). Сварочный порошок образует с окисями металлов стекловидную легкоплавкую шлакообразную массу, которая, всплывая наверх защищает свариваемую поверхность от дальнейшего кислорода воздуха; по окончании сварки шлак легко отбивается молотком.



При покрывании восстановительным (т.е. кислород поглощающим) пламенем, в известных случаях можно обойтись без сварочного порошка.

В водопроводном деле сварка имеет и может иметь широкое применение: сварка звеньев труб, приварка фланцев, горловин, для пожарных кранов и для уличных ответвлений, ремонт треснувших корпусов насосов, приварка отбитых краев и частей насосов диафрагма, задвижек, фланцев, лопнувших при перевозке или при неосторожном обращении с трубами, и т. д.

Ацетилен добывается из карбида кальция в аппаратах простой конструкции, которые легко выполнить самому, а кислород доставляется с завода в особых баллонах большею частью в 40 л емкостью при давлении до 150 ат.

Для разложения 1 кг карбида теоретически надо 0,56 кг воды, при чем получается около 340 л ацетилена (855 л = 1,0 кг).

Практически считают выход ацетилена около 250 л из 1 кг карбида кальция. Удельный вес ацетилена 0,906, т.е. он легче воздуха.

Количество содержащегося в данном баллоне (иначе, газовый цилиндр или бутылка) кислорода определяется умножением его емкости в литрах на отсчитанное по манометру давление. Например, баллон имеет объем в 40 л, манометр показывает 120 ат, запас газа в нем  $40 \times 120 = 4800 \text{ л} = 4,8 \text{ м}^3$  при нормальном давлении.

Если манометра нет, то можно определить количество израсходованного кислорода взвешиванием бутылки до работы и после нее. Баллон имеет обычно 40 л емкости при наружном диаметре в 200 мм и высоту около 1700 мм. Такой баллон вмещает при давлении в 150 ат 6000 л или  $6 \text{ м}^3$  кислорода. Вес пустого баллона 73 кг, а с сжатым кислородом около 78 кг. На  $1 \text{ м}^3$  кислорода приходится 0,8 — 0,9  $\text{м}^3$  ацетилена.

Для определения стоимости сварки приведена таблица, дающая расход ацетилена и кислорода при разных толщинах листового железа.

Таблица 40. Расходы кислорода и ацетилена.

Толщина листа в мм	ММ муш- штук г- релки	Длина плазм. в мм	Производит. сварки в м/час	Часовой расход газа		Расход газа на 1 м шва	
				Ацетил. л	Кислор. л	Ацетил. л	Кислор. л
до 0,3	000	3	7—8	25	30	3,2	3,7
0,3—0,5	0	4	8—9	40	55	4,5	6,0
0,5—1	0	6	9—10	70	80	7,0	8,0
1—2	1	8	6—8	140	160	17,5	20,0
2—4	2	12	4—6	290	320	48,3	53,5
4—6	3	15	3—4	460	550	115,0	137,5
6—10	4	17	2—3	750	890	250,0	296,0
10—15	5	19	1,5—2,5	1200	1450	480,0	580,0
15—20	6	21	1,0—1,5	1750	1980	1170,0	1320,0
20—25	7	23	1,0—1,2	2300	2750	1920,0	2290,0
25—30	8	25	0,8—1,0	2800	3600	3100,0	4000,0

Пр и м е р. Надо приварить к железной трубе горловину для пожарного крана диаметром 0,10 м при толщине листов в 8 мм. Окружность горловины  $0,10 \times 3,14 = 0,314$  м, расход ацетилена по таблице: 250 л на 1 м шва или  $\frac{250 \times 0,314}{1,0} = 78,5$  л на горловину, для его получения ацетилена из кальция карбида, как выше было указано, надо 1 кг на 250 л, поэтому на 78,6 л надо  $\frac{1 \times 78,5}{250} = 0,31$  кг, а при цене его 1 р. 30 к. за кг (цена 1927 г.) на  $0,31 \times 1$  р. 30 к. = 40 к.

Кислорода идет по таблице 296 л по цене его 4 р. 67 к. за баллон в 40 л и 120 ат на:  $\frac{296 \times 4 \text{ р. } 67 \text{ к.}}{40 \times 120} = 30$  к. Заработная плата по 1 р. в час при расходе времени  $\frac{1}{2}$  часа—50 к. Всего: 40 к. + 30 к. + 50 к. = 1 р. 20 к. за горловину.

При сварке аппаратом и материалами сварщика — она обходится в 3 раза дороже. Своя сварка выгодна при массовой работе, штучная производится мастерскими, берущими заказы и выезжающими на места для сварки или, например, разрезки балок, которые невозможно доставить в мастерскую.

Вследствие той опасности, которую представляет собой карбид кальция при неправильном хранении его, Наркомтрудом СССР опубликованы специальные правила.

## § 37. Правила устройства, обслуживания и установки ацетиленовых аппаратов и хранения карбида кальция.

Они относятся главным образом к большим стационарным установкам, взрыв которых мог бы причинить большие бедствия.

Делаем извлечение из них (гл. VII) касающиеся „хранения карбида кальция и других разлагаемых водой карбидов“.

§ 58. Карбид кальция и другие разлагаемые водой карбиды разрешается хранить только в герметически закрытых (запаянных) металлических сосудах, снабженных четкой предостерегающей надписью, например, „Карбид. Предохранять от влаги“.

§ 59. Для вскрытия запаянных сосудов с карбидом воспрещается применять паяльные лампы, а также инструменты или приспособления, при употреблении которых могут получиться искры.

§ 60. Открытые сосуды с карбидом должны быть защищены непроницаемыми для воды крышками с загнутыми краями, плотно охватывающими сосуд.

§ 61. Измельчение и развеска карбида должна производиться с возможной осторожностью для избежания образования пыли, при чем рабочие, занятые этими работами, должны снабжаться специальными респираторами и предохранительными очками.

§ 62. В аппаратных помещениях ацетиленовых установок, примыкающих к рабочим и жилым помещениям, разрешается хранить одновре-



менно не свыше 100 кг карбида, а в аппаратных помещениях, удаленных от жилых и рабочих помещений на расстоянии не менее 9 м разрешается хранить до 500 кг карбида.

§ 63. Хранение карбида, при условии соблюдения ст. 58 настоящего правила, разрешается только в негорюемых, сухих, светлых, кроме того проветриваемых помещениях, вполне защищенных от доступа в них воды. При устройстве в указанных помещениях отопления, последнее должно иметь такую систему, чтобы при повреждении нагревательных приборов в помещении не могла проникнуть вода и чтобы, случайно образовавшийся в помещении, ацетилен не имел доступа к источникам открытого огня или сильно нагретым предметам.

§ 64. Искусственное освещение складов карбида должно удовлетворять требованиям ст. 21 настоящих правил (только электрическое, а иное — через стекла окон).

§ 65. При условии соблюдения требований ст. 58 и 63 настоящих правила склады карбида могут устраиваться:

а) малые склады, в которых хранится до 1 600 кг карбида: в малонаселенных частях города в расстоянии от жилых строений не ближе 30 м, а в селениях — в расстоянии от жилых строений не ближе 50 м;

б) средние склады, в которых одновременно хранится до 16 000 кг карбида: на окраинах городов — в расстоянии не ближе 50 м от жилых строений, а на окраинах селений — на расстоянии не ближе 75 м от жилых строений;

в) большие склады, в которых одновременно хранится свыше 16 000 кг карбида: на окраинах городов — на расстоянии не ближе 75 м от жилых строений, а на окраинах селений — на расстоянии не ближе 100 м от жилых строений.

Примечание 1. На устройство склада карбида должно быть испрашено разрешение в порядке утверждения проектов по промышленному строительству.

Примечание 2. Отступление от указанных в настоящей статье норм расстояний допускаются, по местным условиям, с разрешения губернского или соответствующего ему органа НКТ по согласованию с губернским или соответствующими ему управлением пожарной охраны.

§ 66. При аптекарских магазинах и москательных лавках разрешается хранение карбида с соблюдением требований ст. 58 настоящих правил, в количестве не свыше 150 кг, при чем помещения для хранения должны быть сухими и должны быть обеспечены от доступа в них воды.

Примечание. Способ и условия хранения карбида кальция указываются местным управлением пожарной охраны.

Остальные главы правил говорят: I — об устройстве ацетиленовых аппаратов, II — об их установке, III — об обслуживании постоянных ацетиленовых установок, IV — о порядке разрешения их, V — об осмотре их, VI — об устройстве трубопроводов, VII — приведена выше целиком, VIII — об изъятии из настоящих правил, IX — о порядке исполнения правил.

Эти правила напечатаны в книге „Автогенная сварка и резка“, Шимке и Горн. Гостехиздат. Москва 1927 г.



Таблица 41. Железные трубы с фланцами сварные и цельнотянутые с припаянными наглухо точеными и просверленными кольцами для водопроводов. (Всесоюзного металлического синдиката).

Наружный диаметр		Внутренний диаметр в мм	Диаметр фланцев в мм	Толщина фланцев в мм	Диаметр круга отверстий для болтов в мм	Диаметр отверстий для болтов в мм	Количество отверстий для болтов	Толщина кольца в мм	Цена за пог. метр труб не короче 4,5 м в руб.
в дюйм.	в мм								
1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	32	27,5	85	10	64	12	3	10	1,94
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	38	33,5	110	10	80	15	3	13	2,03
1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	41,5	37	110	10	80	15	3	13	2,13
1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	44,5	40	120	10	87	15	3	13	2,23
1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	47,5	43	120	10	87	15	3	13	2,33
2	51	46	125	13	92	15	3	13	2,59
2 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	54	49	125	13	92	15	3	13	2,72
2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	57	52	130	13	98	15	3	13	2,85
2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	60	54	130	13	98	15	3	13	3,21
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	63,5	57,5	140	13	105	15	4	13	3,38
2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	70	64	160	13	120	17	4	16	3,71
3	76	70	165	13	125	17	4	16	4,03
3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	83	76,5	170	15	132	17	4	16	4,56
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	89	82,5	180	15	140	17	4	16	4,95
3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	95	88,5	185	15	145	17	4	16	5,25
4	102	94,5	190	15	152	17	4	16	6,20
4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	108	100,5	200	17	160	17	4	16	6,86
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	114	106,5	205	17	165	17	4	16	7,22
4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	121	113	230	17	182	21	4	20	8,43
5	127	119	240	17	190	21	4	20	9,05
5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	133	125	245	17	195	21	4	20	9,64
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	140	131	250	17	200	21	4	20	10,82
5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	146	137	255	17	207	21	6	20	11,45
6	152	143	265	17	215	21	6	20	12,27
6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	159	150	265	17	215	21	6	20	13,15
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	165	156	285	20	235	21	6	23	13,75
7	178	169	300	20	245	21	8	23	13,94
7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	191	180	310	20	260	21	6	23	16,79
8	203	192	320	20	270	21	6	23	17,15
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	216	203	335	20	285	21	6	23	21,42
9	229	216	365	23	305	24	8	26	22,76
9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	241	228	375	23	320	24	8	26	23,18
10	254	241	400	23	330	24	8	26	25,45
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	267	253	410	25	340	24	8	26	28,67
11	279	264	420	27	362	24	8	28	32,05
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	292	277	435	27	377	24	8	28	33,65
12	305	290	450	27	392	24	8	30	35,23
12 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	321	306	465	27	408	24	10	30	36,97
12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	324	308	465	27	408	24	10	30	39,88

На октябрь 1927 г., указанные цены на сварные работы понижены на 23%, а на цельнотянутые—повышены на 12%.

Данные этой таблицы по прейс-куранту Всесоюзного Металлического Синдиката. Изготавливаются трубы со стенками толще и тоньше нормальных, цены по соглашению. За трубы определенной длины приплата 3%.

## Глава XIV. Водопроводные трубы из других материалов.

### § 38. Железные трубы.

#### Веса и размеры железных труб с раструбами.

Таблица 42. Трубы Маннесмана.

Таблица 43. Трубы Тиссена.

Внутренний диаметр трубы	Диаметр раструба	Толщина стенок	Толщина уплотнения	Глубина раструба	Вес в кг пог. метр. трубы	Внутренний диаметр трубы	Диаметр раструба	Толщина стенок	Толщина уплотнения	Глубина раструба	Вес в кг пог. метр. трубы
$D$	$D_1$	$\delta$	$f$	$t$	$\kappa_2$	$D$	$D_1$	$\delta$	$f$	$t$	$\kappa_2$
40	60	3	7,0	81	3,9	50	71	3	7,5	102	4,9
50	71	3	7,5	85	4,9	60	81	3	7,5	104	5,5
60	81	3	7,5	88	5,5	70	91	3	7,5	106	6,5
70	91,5	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	7,5	90	6,5	75	96 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7,5	109	7,8
75	97	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7,5	91	7,8	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	104	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	7,5	112	8,5
80	102	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7,5	111	8,7	88 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	110	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	7,5	115	9,0
90	112,5	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	7,5	113	10,5	100 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	123	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	7,5	122	11,5
100	123	4	7,5	115	11,6	125	148	4	7,5	126	14,0
125	148	4	7,5	118	14,0	150	174	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7,5	135	19,5
150	175	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7,5	122	19,0	175	200	5	7,5	137	25,5
175	200	5	7,5	127	25,0	200	227	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8	139	30,0
200	227	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,0	135	30,0	228	257	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8	146	40,0
225	254	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,0	135	40,0	253	284	7	8,5	150	48,0
250	282	7	8,0	139	47,0	277	309	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,5	150	56,5
						303	335	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,5	156	61,0
						327	360	8	8,5	158	70,5
						352	385	8	8,5	162	76,0
						377	412	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9	163	86,5
						402	430	9	9,5	166	96,8

В этой таблице даны размеры железных труб и их вес, изготавливаемых заводом Маннесмана в Дюссельдорфе (таблица 42) и заводом Тиссена и К° в Мюльгейм Рур (таблица 43). Длина железных труб от 5 до 15 м. Часто их делают также с фланцами из уголков, между которыми вставляется прокладка из листовой резины (вырезаются кольца из 3—4 частей, склеиваемые резиновым клеем).

### § 39. Бетонные и железобетонные трубы.

Они применяются лишь для давлений, не превышающих 5 ат. и делаются толстостенными (25—30 см) для водонепроницаемости и прочности, средней толщины (15—20 см) стенок, при наличии арматуры, и, наконец, с железной арматурой и стальной гильзой, принимающей на себя давление и заделанной в тело бетона, — система французского инженера Бона.

Достоинства бетонных и железобетонных труб:

1. Изготавливаются быстро и не требуют больших количеств металла.
2. Дешевле металлических.
3. Не ржавеют.

Недостатки бетонных и железобетонных труб:

1. Разъедаются кислотами и водами, содержащими свободную углекислоту (пример Шолларского водовода в Баку).

2. Ломки, а потому опасны в подвижных грунтах и при перевозке.

3. Водонепроницаемы, хотя и незначительно; изолирующие вещества хотя и делают их водонепроницаемыми, если прибавить их в тело бетона, однако, сильно ослабляют крепость его.

4. Годны для давлений, не превышающих нескольких атмосфер, применение гильзы удорожает трубы настолько, что они становятся не дешевле металлических.

5. Раструбное соединение труб не оправдалось на практике, соединение помощью муфт, в виде колец, не достаточно прочно, стык—слабое место бетонных и железобетонных труб.

6. Неудобны при устройстве ответвлений, для постановки арматуры и фасонных частей, а потому могут иметь ограниченное применение лишь для загородных и для районных подводящих водоводов или для целей орошения, в качестве самотечных или напорных водоводов.

Бетонные и железобетонные трубы пользуются наибольшим распространением в Италии и Франции. Большая часть Шолларского самотечного водовода (Баку) сделана из железобетона по проекту и под наблюдением инж. В. Линдлея.

## § 40. Этернитовые трубы.

Смесь порландского цемента с асбестовым волокном среднего качества дает прочную массу, которая наматывается в виде тонких листов на барабан пай-машины, вращающийся в корыте, заполненном раствором. Образующиеся слои в 0,2 мм толщиной, ложась друг на друга, дают стенку требуемой толщины, от 10 до 50 мм, смотря по диаметру и требуемому давлению. Соединяются звенья муфтами Жибо или другими.

Данные по этернитовым трубам:

1. Длина отдельных звеньев малых диаметров . . . . . — — 3,0 м

Длина отдельных звеньев больших диаметров . . . . . — — 4,0 „

Диаметр . . . . . 50 мм 100 мм 400 мм

2. Толщина стенок для давлен. 2,5 ат. 10 „ 10 „ 16 „

„ „ „ „ 5,0 „ 10 „ 14 „ 28 „

„ „ „ „ 10 „ 12 „ 17 „ 40 „

„ „ „ „ 15 „ 13 „ 17 „ 46 „

3 Пропорция раствора: { порланд. цемента . . . . . 85%  
асбестового волокна . . . . . 15%

4. Допускаемое напряжение на разрыв при запасе прочности в 3,5 — 5 . . . . . 50 кг/см<sup>2</sup>



Достоинства этернитовых труб:

1. Не разъедаются в почве и водой и не ржавеют, отчего и названы этернитовыми (этернас—вечность).
2. Непроницаемы для воды.
3. Не дают боя при перевозке.
4. Трение воды о стенки незначительно и не требуется увеличивать диаметр труб в расчете на отложения ржавчины, как это делается для металлических труб.
5. Дешевле и легче металлических.
6. Обрабатываются плотничным инструментом.

Трубы эти распространяются в Италии, до 1927 г. их уложено уже несколько сот километров. Близ Милана имеется большой завод этернитовых труб, годных, главным образом, для водопроводов.

### § 41. Деревянные трубы.

Они собираются из деревянных клепок различной толщины и длины. Материал: в Америке—красная сосна, в Германии—сосна, лиственница и елка. У нас годна для труб хорошая боровая сосна. Клепка должна быть из здоровой сырорастущей древесины без смоляных мешков. Трещины допускаются не глубже  $\frac{1}{8}$  части толщины клепки, табачные сучья не допускаются совсем, здоровые заросшие сучья допускаются, если диаметр их не более  $\frac{1}{3}$  ширины клепки, и на расстоянии не чаще 0,4 м друг от друга. Длина клепок берется не более 4,0 м, длиннее трудно найти без сучков. Удельный вес древесины должен быть возможно больше для данной породы.

Клепка либо просушивается на воздухе, либо в паровой сушилке, так как она должна побольше разбухнуть при наполнении трубы водой и тем самым уплотнить швы.

Трубы собираются либо на заводе (до диаметра 600 мм), либо на месте работ ( $d > 600$  мм).

Готовые трубы доставляются с завода и обмотка их состоит из спирально обмотанной проволоки диаметром от 3,5 до 6 мм хорошо оцинкованной.

Трубы собираются в траншеях, скрепляются стяжками, то-есть обручами круглого сечения, состоящими из 1, 2 или 3 (при большом  $d$ ) частей; круглые лучше прилегают к окружностям труб.

Клепки имеют следующие размеры:

Диаметр трубы	Толщина клепки	Ширина клепки
0,9 м	25—38 мм	125—250 мм
0,9—1,5 "	38—63 "	
1,5—2,5 "	63—88 "	При малом $d$ ширина меньше, при боль- шем—больше.
2,5—4,0 "	88 "	

Расчет толщины клепки делается также по формуле:

$$\delta_k = 0,1 \times a \times \sqrt{p} \text{ см.}$$

где:  $a$  — расстояние между осями стяжек в см,

$p$  — давление воды в трубе в ат,

при этом принято допускаемое сопротивление насыщенной водой сосны на изгиб  $50 \text{ кг/см}^2$ .

Стяжки стальные, диаметром от 10 до 25 мм. Для труб до 1,5 м диаметром — стяжка цельная, для труб  $d = 3-4 \text{ м}$  — стяжка составная из 3 частей.

Расстояние между стяжками от 100 до 150 мм на стыках и от 100 до 250 мм на остальном протяжении.

Диаметр стяжки рассчитывается по формуле:

$$\delta_e = \sqrt{\frac{2p \times d \times a}{K_z \times \pi}} = 0,025 \sqrt{p \times d \times a},$$

где:  $p$  — давление воды в ат,

$d$  — диаметр трубы в см,

$a$  — расстояние между стяжками в см.

$K_z$  — допускаемое напряжение материала стяжек,

при этом принято допускаемое напряжение материала стяжек на растяжение  $K_z = 1000 \text{ кг/см}^2$ .

Гидравлический расчет производится по формуле Скобея, основанной на многочисленных опытах.

$$I = 0,000875 \times d^{1,17} \times v^{1,8} \quad (\text{в метрах}).$$

или

$$v = 49,7 I^{0,556} \times d^{0,65}.$$

В эту формулу Скобей рекомендует вводить поправки в сторону запаса:

1) при воде, когда не ожидается никаких осадков . . . . .  $\pm 5\%$ ,

2) " " " ожидается некот. заиления и зарастание  $\pm 10\%$ ,

3) при плохих видах на чистоту воды, особенно с песком.  $\pm 15\%$ .

Соединение отдельных звеньев труб малых диаметров производится деревянными муфтами, а больших диаметров — стальные или дубовые пластинки врезаются в торцы клепок на 25—100 мм глубины и чуть шире досок с тем, чтобы зашли в соседние доски. Размер деревянных пластинок около: ширина  $\times 100 \times 6 \text{ мм}$ .

Служат деревянные трубы в Америке до 60 лет, главный ремонт — смена заржавевших стяжек, через 15—25 лет. У нас эти трубы должны будут иметь большое будущее и, главным образом, для загородных водоводов.

Стоимость их ниже стоимости металлических на половину.

Потери воды, вследствие просачивания сквозь дерево, надо принять в расчет.

Деревянные трубы кладутся как в земле, так и по поверхности ее и могут следовать ее рельефу и плану, изгибаясь подобно змее.

Для ответвлений и пр. применяются стальные фасонные части, железные и чугунные.

## Металлические, бетонные или деревянные трубы.

В дело идут все материалы: чугун, железо, сталь, бетон, дерево и асфальт. Предпочтение отдается тому материалу, на стороне которого больше преимуществ и выгоды в соответствии с местными условиями.

### I. Металлические трубы.

а) Чугунные. Они ломки при малых диаметрах (2"), вообще плохо переносят гидравлические удары, а потому применимы на участках свободных от значительных внезапных динамических повышений давлений воды, т. е., главным образом, для водопроводов, идущих из резервуаров в город, для магистралей, снабженных предохранительными клапанами против ударов или воздушными, колпаками и для городских сетей труб, питаемых из резервуаров.

До сего времени пользуются нормальным метрическим сортаментом чугунных труб и фасонных частей, установленных У. В. Водопроводным Съездом 1901 года.

б) Литое железо, большей частью Сименс-Мартыновское, наиболее употребительный материал для напорных трубопроводов. Должно быть обращено особое внимание на эластичность материала с целью уменьшения тех напряжений, которые являются следствием динамических изменений давления воды.

Железные трубы изготовляются сварными и клепаными. В новейшее время, вследствие прогресса в области сварного дела, клепаные трубы выходят из употребления все больше и больше. Готовые сварные трубы, поступающие с завода, свариваются в стыках автогенным способом (кислородно-ацетиленовым пламенем). Кривые части составляются из вырезанных на месте сегментов и также свариваются. По патентованному способу Кунтце трубы, без фланцев, свариваются также и в стыках.

в) Сталь. Она применяется для цельнотянутых беззаклепочных труб и лишь для больших давлений, для которых железные выходят слишком толстостенными. Наибольшее давление до сего времени осуществленное—в Кантоне Валлис в 1650 м (165 ат). Нижняя часть этого трубопровода состоит из беззаклепочных цельнотянутых стальных труб (фирма Тиссен и К<sup>о</sup>) диаметром 0,5 м с толщиной стенок в 45 мм.

Преимущества железных и стальных труб:

1. Абсолютная водонепроницаемость стенок и стыков.
2. Гладкая внутренняя поверхность труб, а потому незначительная потеря давления от трения
3. Большая сопротивляемость стиранию стенок песком и пр.
4. Продолжительный срок службы.
5. Большая строительная длина—до 12,0 м и, следовательно, малое число стыков.



6. Большая прочность при статическом или динамическом давлении воды и гидравлических ударах.

7. Независимость изготовления труб от чугунолитейных заводов и возможность быстрого изготовления труб из листового железа на месте работ.

#### Недостатки железных и стальных труб:

1. Большая стоимость труб.

2. Ржавление и опасность разъедания блуждающими электрическими токами.

3. Слабая сопротивляемость химическому воздействию и образование осадков внутри труб.

4. Незначительная сопротивляемость внешним силам (сплющивание, главным образом, концов при небрежном обращении с ними).

5. Затруднительная перевозка в виду опасности смятия и прогиба труб.

6. Большая теплопроводность стенок, а потому более легкое нагревание или охлаждение воды в трубах.

7. Большое удлинение от нагревания труб, а потому большие температурные напряжения или подвижки.

## II. Бетонные трубы.

а) Бетон без железной арматуры. Нормальные бетонные трубы фабричного изготовления применимы лишь при очень небольших напорах, не превышающих нескольких метров.

б) Железобетонные трубы. Различают трубы заводского изготовления, доставляемые на место работ в готовом для укладки виде и трубы набиваемые в траншее. Наличие температурных усилий и разного рода поперечных изгибающих сил заставляет делать арматуру не только из колец, но и из продольных стержней.

#### Преимущества железобетонных труб:

1. Умеренная стоимость.

2. Большая сопротивляемость внешним усилиям.

3. Незначительная теплопроводность и линейное расширение или укорочение.

#### Недостатки железобетонных труб:

1. Арматура в бетоне не используется полностью, а сам бетон сопротивляется растяжению незначительно. Таким образом, железобетонные трубы годны для небольших внутренних давлений.

2. Большое ограничение применения железобетонных труб состоит в том, что бетон теряет свою водопроницаемость при давлениях свыше 3—4 ат, поэтому приходится штукатурить его раствором с добавлением уплотняющих веществ (церезит, сидеростен и др.) или делать прослойки из асфальта, металлических гильз и пр. Кроме того, высокое давление затрудняет устройство стыков, температурных швов и т. д.

3. Потеря от трения в бетонных трубах выше, чем при железных или деревянных.

4. Сопротивляемость стенок труб истиранию их песком не велика.

5. Значительная чувствительность бетона, в отношении к различным химическим реагентам, находящимся в воде.

6. Значительный вес трубы, а потому дорогой транспорт их.

7. Хрупкость бетона, чувствительность его к ударам, бой, доходящий при перевозке до 2—3%.

Применение железобетонных труб будет поэтому уместно:

а) там, где пути подъезда к месту укладки удобны и коротки,

б) где не может произойти значительного повышения динамического давления в трубопроводе, как, например, при подводе воды к турбинам,

в) там, где обеспечено постепенное закрытие или открытие трубопровода и, следовательно, невозможны гидравлические удары, что особенно важно при заполнении бетонного трубопровода.

### III. Деревянные трубы.

Как указано было, эти трубы или доставляются готовыми с завода, обычно со спиральной обмоткой из железа, или собираются из кленок на месте работ и скрепляются стяжками.

#### Преимущества деревянных труб:

1. Низкая стоимость.
2. Незначительный вес.
3. Простота доставки даже при неудобной местности.
4. Простой монтаж и быстрота укладки.
5. Легкая приспособляемость трубопровода к продольному профилю местности. В плане он допускает изгиб радиусом от 60 до 90-кратного диаметра труб.
6. Незначительная потеря напора от трения.
7. Незначительное линейное изменение длины от изменения темпер.
8. Незначительная теплопроводность.
9. Большая сопротивляемость химическому действию воды и почвы и истиранию песком.

#### Недостатки деревянных труб:

1. Значительная водопроницаемость стенок.
2. Незначительная сопротивляемость внешним усилиям.
3. Опасность гниения дерева и ржавление стяжек или проволочной обмотки, т.-е. их короткий срок службы.
4. Трудная вставка задвижек, дроссель-клапанов и вообще фасонных частей.
5. Трудное устройство крутых поворотов.

Во избежания гниения деревянные трубы должны быть под напором не менее 4 м, для самотечных водоводов с незаполненным сечением они не рекомендуются.

Таблица 44. Напоры для труб из разных материалов.

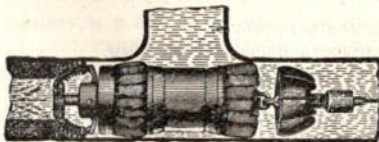
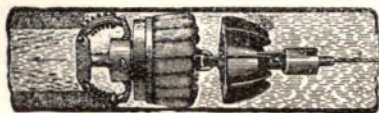
Внутр. диам. труб м	Нормальные бетон. трубы без жел. арматуры			Железобетон. длинные трубы провол.	Деревянные трубы	Внутр. диам. труб м	Нормальные бетон. трубы без жел. арматуры			Железобетон. длинные трубы провол.	Деревянные трубы
	Статист. напор	+ динамич. в м					Статист. напор	+ динамич. в м			
300	6	50	—	70	1 000	4	20	35	40		
400	6	40	—	70	1 200	—	—	30	40		
500	5	30	—	70	1 400	—	—	30	35		
600	5	25	—	65	1 600	—	—	25	35		
700	4	25	—	60	1 800	—	—	25	30		
800	4	25	40	55	2 000	—	—	20	25		
900	4	20	40	50	2 500	—	—	20	25		
					3 000	—	—	20	25		

Это средние числа, взятые несколько уменьшенными, имея в виду трудность устройства соединений. При специальной конструкции стыков эти числа могут быть соответственно увеличены.

Во Франции верхний канал гидростанции Drac Romanche из железобетона имеет диаметр в 6,0 м. В Америке один деревянный трубопровод имеет диаметр в 4,10 м другой около 5,0 м.

## Глава XV. Чистка водопроводных труб.

Ржавчина, известь и ил с течением времени отлагаются на стенках водопроводных труб, препятствуя течению воды, а иногда почти совсем закупоривая, при малых диаметрах, их просвет. Напор в сети падает,



Фиг. 36.

верхние этажи домов перестают получать воду и во время пожара ощущается ее нехватка. Освидетельствовав трубы, надо произвести их промывку, а если этого недостаточно, то и чистку их особыми аппаратами, так напр., турбинными трубоочистителями. Один из лучших аппаратов, Мюллера, изображен на фиг. 36. Его составные части — турбина, направляющее колесо которой окружено кожаной манжетой,

плотно прилегающей к стенкам трубы и отделяющей очищенную часть трубы от неочищенной, так что водопроводная вода, под напором которой вра-



щается турбина с приделанными к ней резцами на дужках может проходить только через овна и лопадки турбины. Позади аппарата находится направляющий барабан, к которому прикреплен стальной тросс, с помощью которого аппарат задерживается или вытаскивается. Напор в сети должен быть от 0,25 до 6 ат, соответственно этому и расход воды в турбине значительно колеблется.

Ниже приведена таблица расхода воды при давлении ее в 2,3 и 4 ат. и при противодавлении в неочищенной части в 1 ат.

Таблица 45.

Труба		Расход воды в мин. в аппарате	
Диаметр мм	Сечение см <sup>2</sup>	Максимум м <sup>3</sup>	Минимум м <sup>3</sup>
50	20	0,088	0,044
60	28	0,124	0,062
70	38	0,220	0,110
80	50	0,276	0,138
100	78	0,414	0,138
125	122	0,516	0,172
150	177	0,552	0,184
175	240	0,828	0,276
200	314	0,990	0,330
225	397	1,152	0,384
250	490	1,332	0,333
275	594	1,548	0,387
300	706	1,776	0,444
325	828	2,016	0,504
350	961	2,016	0,504
375	1 104	2,280	0,570
400	1 256	2,556	0,639
450	1 590	2,556	0,639
500	1 962	3,195	1,065
550	2 375	3,570	1,190
600	2 826	4,284	1,428

О противо-  
 давлении  
 в 1 ат  
 При давлении:  
 в 4 ат  
 в 3 ат  
 в 2 ат

В аппарате при . . . . . 1 2 3 ат.  
 Скорость течения воды . . . . . 14,0 16,17 18,33 м/сек.

Турбина имеет от 4 до 18 каналов, которые можно закрывать по мере надобности, напр., для трубы в 150 мм турбина имеет 6 каналов, закрыть можно 4, для трубы в 200 мм их 9—закрываются 6, для трубы в 300 мм, каналов 12—закрываются 9. В таблице максимальный расход воды указан при всех открытых отверстиях, а минимальный—при многих закрытых, так что вода идет лишь через оставшиеся незакрывающиеся 25—50% отверстий. То или другое число работающих отверстий зависит от размера сопротивления на ходу аппарата и регулируется монтерами.

Число оборотов турбины от 3 000 до 4 000 в минуту. Скорость очистки: 1 м трубы диаметром в 100 до 300 мм в одну мин.

Стоимость очистки от  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$  стоимости укладки новых труб.

Аппарат вставляется в существующую задвижку и может двигаться по прямой и по кривой и в коленах, местонахождение его определяется по звуку слышному с поверхности земли. Исползованная вода с осадками и ржавчиной выпускается через впереди стоящий пожарный кран на мостовую или в канализацию, за которым первая задвижка закрыта наглухо, а задвижка первая до аппарата открывается настолько, насколько окажется необходимым для данного состояния труб.

Такие аппараты изготовляются Ганневерским чугунолитейным заводом, Андертен-Мисбург, делая запрос надо сообщить заводу следующие данные:

1. Длину подлежащего очистке трубопровода.
2. Отметки трубопровода в концах участка.
3. Сколько поворотов в  $90^\circ$ ?
4. " " "  $45^\circ$  находятся на участке?
5. Внутренний диаметр труб в м.м.
6. Давление воды в атмосферах.
7. Как велика инкрустация (налет) в трубах и из чего она состоит?
8. Глубина укладки труб в земле.
9. Другие важные замечания, относящиеся к запросу.

Турбинные аппараты „Мольх“ марки „ГА“ для всех внутренних диаметров от 80 до 500 м.м. При запросе надо сообщить:

1. Трубы раструбные или фланцевые, чугунные или стальные, керамиковые или цементные (если сечение не круглое, то приложить профиль с размерами).
2. Сколько метров каждого диаметра подлежат очистке?
3. Какое давление воды в сети в часы разбора?
4. Как велики отложения на стенках, состав их или образец, твердость инкрустации (отложений)?
5. Какие задвижки имеются на сети, какова их строительная длина? Размер отверстия сверху корпуса задвижки (необходимо для того, чтобы знать, не пройдет ли аппарат через задвижку).

Цена аппаратов „Мольх“ в Германии от 150 до 910 золотых марок, в зависимости от диаметра (80—500 м.м.).

## Глава XVI. Водонапорные башни и резервуары.

Расход воды в городе неравномерен в течение суток и, хотя насосы могут быть подобраны так, что, комбинируя их по продолжительности, удастся следовать расходу воды, однако не представляется возможным покрывать его в каждый момент полностью, поэтому необходимы уравнительные резервуары в земле, если возле города или в самом городе имеется возвышенность с надлежащей отметкой высоты, или же водонапорные башни, если местность сравнительно плоская, и надо повысить резервуар башни до определенной высоты. Поэтому объем резервуара зависит: а) от часовой подачи воды насосами, б) от графика расхода воды в городе по часам суток.

Если же расход равномерен в течение суток, как это бывает нередко в промышленных предприятиях, то резервуар является запасным на случай порчи напорных труб и его роль сводится к снабжению предприятия водой в течение тех 4—6 часов, которые необходимы на восстановление трубопроводов, поэтому объем его делается в 15—25% от суточного расхода. Надо также учесть пожарный расход, хотя бы на такое время, какое необходимо для включения в работу пожарных насосов и устраивать такую схему трубопроводов, которая не давала бы воде застаиваться в резервуаре.

Обычно хозяйственный запас воды в резервуаре  $w_0 = 15\% - 33\% T$ , где  $T$ —суточный расход воды в городе, точнее он определяется по графику (см. курсы водоснабжения) специально построенному для данного города или предприятия. Пожарный расход  $q$  литров в минуту определяется по времени  $s$ , в течение которого вода будет поступать в пожарные краны из бака до момента пуска в ход добавочных или пожарных насосов повышенного давления. Если число пожарных кранов  $n$ , то объем бака будет:

$$w = w_0 + q \times n \cdot 60 \cdot s = (15 - 33\%) T + 60 \cdot q \cdot n \cdot s \quad (1)$$

$q$  и  $n$  можно взять по нормам рекомендуемым III Съездом, а  $s$  полагать равным 1—2 часам, в зависимости от оборудования насосной станции.

Резервуары или, как их чаще называют баки водонапорных башен в отличие от резервуаров в земле, делаются чаще всего круглыми, реже прямоугольными (Стокгольм) днище плоское, сферическое или системы Интце. Плоские днища применяются для небольших баков в глухих местах, далеко отстоящих от завода и мастерских, вследствие чего транспортировка фигурного днища обошлась бы дорого и на место надо посылать специальных сборщиков и, наконец, в башнях которые не могут быть уширены на высоте бака по архитектурным соображениям. Во всех этих случаях бак лежит на двутавровых балках, опирающихся на стены башни и расположенных на взаимном расстоянии около 500 мм (№№ 15—20).

## § 42. Плоскодонные баки и баки со сферическим дном.

Объем бака с плоским дном равен  $\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h$ , . . . . (2)  
т.е. площади дна на высоту, при чем вода не подходит до бортов бака на 15—20 см.

Объем бака с сферическим дном определяется по формуле

$$O = \frac{\pi D^2}{4} \times h + \pi f^2 \left( R - \frac{1}{3} f \right), \dots \dots \dots (3)$$

где:

$h$ —высота слоя воды в цилиндрической части бака,

$D$ —диаметр " " " "

$R$ —радиус кривизны днища бака,

$f$ —стрела сферического днища.



Теоретически невыгоднейшее соотношение между высотой и диаметром будет:

$$H = \frac{D}{2} \text{ тогда } D = 1,316 \sqrt[3]{V_0}.$$

Чаще на практике:

$$H = \left(\frac{3}{4} \text{ до } 1\right) D \text{ и } f = \left(\frac{1}{4} \text{ до } \frac{1}{8}\right) D.$$

Толщина цилиндрической стенки бака в любом месте на глубине  $x$  от уровня воды будет:

$$\delta = \delta_0 + \frac{\gamma \cdot h_x \cdot D}{2 \cdot R_2 \cdot 10\,000} \cdot h, \dots \dots \dots (4)$$

где:

- $\delta$  — определяемая толщина стенок в мм,
- $\gamma$  — вес 1 м<sup>2</sup> воды = 1000 кг,
- $R_2$  — допускаемое напряжение железа на сжатие и растяжение,
- $D$  — диаметр бака в м,
- $h_x$  — высота воды в мм над рассматриваемым сечением,
- $\delta_0$  — 2—5 мм надбавка на ржавление.

Толщина листов в нижней части сферического днища определяется по формуле:

$$\delta_1 = \delta_0 - \frac{\gamma \cdot h \cdot R}{20 \cdot R_2}, \dots \dots \dots (5)$$

где:

- $R$  — радиус кривизны днища в м,
  - $h$  — полная высота воды в баке.
- Остальные обозначения те же.

### § 43. Баки системы Интце.

Они состоят из 3 геометрических элементов: цилиндра, конуса и полушария; при конически шаровом днище получается наибольшая экономия материала вследствие наилучшего использования его.

Объем воды бака Интце получается по формуле:

$$\begin{aligned} O = \pi \cdot \frac{(D - D_1)}{6} [3 (h + h_1) \left(\frac{D + D_1}{2}\right) - \\ - \left(D + \frac{D_1}{2}\right) \left(D - \frac{D_1}{2}\right) \operatorname{tg} \alpha_1] + \\ + \frac{\pi D_1^2}{4} (h + h_1) - \pi f^2 \left(R - \frac{1}{3} f\right) \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

Толщина стенки цилиндрической части бака Интце определяется по формуле 4-й.

Толщина конической:

$$\delta_1 = \frac{G_1 + G_2}{R_2 + \cos \alpha} + \delta_0, \dots \dots \dots (7)$$

где:

$\delta_1$ —определяемая толщина конической стенки,

$\delta_0$ — 2—5 мм добавляемая на ржавление,

$\alpha$ —угол наклона конической стенки к вертикали,

$G_1$ —вес воды, давящей на коническую стенку бака, отнесенной к одному погонному сантиметру длины окружности опорного кольца в см.

$G_2$ —собственный вес цилиндрической части бака в кг, отнесенной к одному пог. см длины окружности опорного кольца.

Толщина сферического днища  $\delta_2$  определяется по формуле:

$$\delta_2 = \frac{\gamma \cdot R}{2 \cdot R_2 \cdot 10\,000} \left[ (h + h_1) - \left( \frac{2f}{D_1} \right)^2 \left( R - \frac{f}{3} \right) \right] + \delta_0, \dots \dots (8)$$

где:

$\delta_2$ —определяемая толщина листов днища,

$h$ —высота цилиндрической части бака,

$h_1$ —высота конической части бака.

Остальные буквы имеют прежние значения.

Приводим таблицу для составления предварительных эскизов и подсчетов стоимости баков Интце.

Таблица 46.

Размеры резервуаров системы Интце по Люгеру.

Объем бака м <sup>3</sup>	Диам. Д резервуара м	Высота отвесной стенки м	Радиус опорного кольца м	Радиус сферич. части дна м	Высота башни до низа верт. ст. м	Диам. башни в свету у основ. м	Объем кладки башни м <sup>3</sup>	Объем земл. работ м <sup>3</sup>
15	3	2,15	1,00	1,75	10	3,10	31	19
30	3,8	2,7	1,25	1,75	10	3,50	37	24
50	5	2,4	1,65	3,0	10	4,20	58	29
75	6	2,8	2,10	3,0	10	5,00	69	32
100	6,6	2,85	2,30	4,0	10	5,85	90	45
150	7	3,65	2,50	4,0	10	6,05	95	48
200	8	3,8	2,75	4,5	10	6,35	100	51
300	9	4,4	3,25	5,0	12	8,2	150	65
400	10	4,6	3,65	5,2	12	8,2	210	80
500	11	4,95	4,00	5,5	12	8,9	215	90
750	12	5,80	4,00	7,0	16	9,5	365	160
1000	13	6,40	4,00	7,0	18	9,6	400	180

Диаметр входной шахты для баков Интце от 0,7 до 1,0 м.

Материал для резервуаров и водонапорных башен—кирпич, железо-бетон, железо. Особо надо отметить железные башни системы инж. Шухова (фиг. 37), принятые даже за границей.

Представляя гиперboloид вращения и состоя из ажурного переплета, башня дает большую экономию в железе. Вес основы с опорным кольцом, лестницами и площадками составляет окло 75 — 90 кг на м<sup>3</sup> воды в баке,



Фиг. 37. Башня системы инж. Шухова.

т.-е.  $\frac{1}{11} - \frac{1}{14}$  от полного веса воды в баке.

Можно считать, что водонапорная башня с резервуаром на 6000 куб. м высотой 25 м будет стоить:

железобетонная . . . . . 80 000 руб.  
железная сист. Шухова . 70 000 „

Большую экономию в кладке дают железобетонные башни на отдельных ногах, скрепленных горизонтальными кольцами из железобетона. Они сейчас очень модны, но не изящны.

Расчет водопроводных башен ведется:

- а) на устойчивость при опрокидывании и скольжении от ветра,
- б) на прочность кладки стен и фундамента раздавливания,
- в) на давление на грунт с проверкой глубины заложения.

## § 44. Оборудование водонапорной башни.

Бак должен иметь трубопроводы: а) нагнетательный, б) разводящий, в) холостой (сливной), спускной и достаточное количество задвижек. Кроме того, на башне должен быть поставлен прибор для передачи на насосную станцию стояния уровня воды в баке, обычно это поплавок с индукторной передачей тока к указателю на насосной станции.

**Резервуары.** Они устанавливаются на возвышенности непосредственно в земле и засыпаются сверху на 1 м землей во избежание промерзания или нагревания воды. Их форма круглая или прямоугольная.

Основные условия устройства резервуаров:

1. Для удобства чистки желательно, чтобы резервуар состоял из двух отделений.
2. Во избежание застоя воды необходимо устраивать выпуск и выпуск воды в противоположных концах резервуара, если же нагнетательная и разводящая трубы в одной камере, то надо делать бетонную перегородку внутри резервуара для направления воды по окружности резервуара, во избежание застоя и порчи ее.
3. Дно должно иметь уклон к спускной трубе, которую удобнее всего начать в центре, пряча ее в кладку дна.



4. Стенки должны быть водонепроницаемы, а потому состав бетона для них лучше пожирнее (1:2:2,5) и толщина сверху 0,15, а внизу от 0,25 до 0,50 в зависимости от высоты.

5. Перекрытие предпочтительно плоское (железобетонное), обеспечивающее лучшую вентиляцию через фонари в потолке, число которых от 1 до 6; балочное перекрытие своими балками задерживает воздух под самым потолком.

Глубина воды в резервуарах допускается от 2 до 6 м, диаметр от нескольких метров до 20—30 м (в Грозном  $d = 28,0$  м).

Непроницаемость железо-бетонных резервуаров достигается прибавкой в штукатурку (внутреннюю) церезита или сидеростена. Прибавка этих веществ ослабляет бетон на половину.

Таблица 47. Емкости цилиндрических резервуаров с плоским дном диаметром от 10 до 36 м, высотой в 1,0 м.

Диам. м	Емкость		Диам. м	Емкость		Диам. м	Емкость	
	м <sup>3</sup>	Ведро		м <sup>3</sup>	Ведро		м <sup>3</sup>	Ведро
10	78,54	6385	19	283,53	23052	28	615,75	50063
10,5	86,59	7040	19,5	298,65	24280	28,5	637,94	51868
11	95,03	7126	20	314,16	25542	29	660,52	53704
11,5	103,87	8445	20,5	330,06	26835	29,5	683,49	55571
12	113,10	9195	21	346,36	28160	30	706,86	57471
12,5	122,72	9980	21,5	363,05	29517	30,5	730,62	59403
13	132,73	10790	22	380,13	30906	31	754,77	61366
13,5	143,14	11637	22,5	397,61	32327	31,5	779,31	63362
14	153,94	12515	23,0	415,47	33779	32	804,25	65380
14,5	165,13	13425	23,5	433,71	35265	32,5	829,58	67449
15	176,71	14367	24	452,39	36782	33	855,30	69540
15,5	188,69	15340	24,5	471,44	38330	33,5	881,41	71663
16	201,06	16360	25	490,87	39910	34	907,92	73818
16,5	213,82	17384	25,5	510,70	41522	34,5	934,82	76006
17	226,98	18454	26	530,93	43167	35	962,11	78224
17,5	240,53	19556	26,5	551,55	44844	35,5	989,80	80480
18	254,46	20687	27	572,55	46551	36	1017,88	82759
18,5	268,80	21853	27,5	593,96	48292			

Примечание. Для получения емкости для заданной высоты, надо числа таблицы умножить на заданную высоту в метрах. Ведро указаны округленными до полного ведра в большую сторону, считано в 1 м<sup>3</sup> 81,305 ведер. Так как резервуары от 10 до 35 м из кирпича или бетона будут иметь колонны (стойки) поддерживающие перекрытие и скругленные переходы (отливы) от них и стенок к полу, то надо эти объемы учесть прибавкой к найденной емкости, увеличивая соответствующим образом высоту резервуара, кроме того, дно резервуара должно иметь уклон к центру для стока воды при его очистке или опорожнении, поэтому высота резервуара считается средней между высотами его в центре и у стенки.

Пример. Резервуар должен иметь объем воды в  $3\,735\text{ м}^3 = 30\,365$  ведр. Каковы будут его размеры?

Экономически выгодным соотношением высоты к диаметру было бы 1:2, но тогда высота будет 14 м, что практически неудобно при производстве земляных работ и водоотлива, а потому возьмем высоту меньше. При диаметре в 28,0 м по таблице на 1,0 м высоты приходится  $615,75\text{ м}^3$ , кроме того, 32 колонны займут объем  $0,4 \times 0,4 \times 32 = 5,12\text{ м}^3$ , отливы у дна стены  $7,8\text{ м}^3$  и отливы у низа колонок  $1,8\text{ м}^3$ , таким образом, на 1 пог. м имеем  $615,75 + 5,12 = 620,87\text{ м}^3$ . Потребная высота  $3734,85 : 620,87 = 6,015\text{ м}$ ; к этой высоте прибавить на отливы  $7,8 + 1,8 = 9,6\text{ куб. м}$ , т. е. при площади в  $\frac{3,14 \times 28,2}{4} = 618\text{ м}$  надо  $\frac{9,6}{618} = 0,0156\text{ м}$ , а над водой еще 0,7 до потолка, таким образом, вся высота получается в  $6,015 + 0,0156 + 0,7 = 6,730\text{ м}$ . Следовательно, при уклоне в 1% высота резервуара в центре будет  $6,730 + 0,01 \times \frac{28}{2,2} = 6\,800\text{ м}$ , а у стенок —  $6\,730 - 0,01 \times \frac{28}{2,2} = 6,660\text{ м}$ .

## Глава XVII. Домовые водопроводы.

### § 45. Московские практические нормы для домовой сети.

Хотя они и не являются официально установленными, но применяются у нас издавна техниками-практиками <sup>1)</sup>.

Согласно этих норм:

а) При значительном давлении в наружной сети (3—4 ат) применяются диаметры трубопровода:

для 1—3 ватерклозетов . . . . .	13 мм
„ 4—7 „ . . . . .	19 „
„ 8 „ и более . . . . .	25 „
„ 1 ванны . . . . .	19 „
„ 2—4 ванн . . . . .	25 „
„ 5 ванн и более . . . . .	32 „
„ 1—2 раковин . . . . .	13 „
„ 3—5 „ . . . . .	19 „
„ 6 „ и более . . . . .	25 „
„ 1—2 моек . . . . .	19 „
„ 3—4 „ . . . . .	25 „
„ 5 „ и более . . . . .	32 „

<sup>1)</sup> См. статью инж. Ф. И. Экман — „Некоторые практические соображения по устройству водопроводов для госпиталей и барачков Союза Городов“, „Врачебно-Санитарный Вестник“, 1917 г. № 3, 4, 5; далее Я. Я. Звягинский — „Домовая канализация“, Москва, 1922 г., стр. 177; „Иллюстрированные урочные нормы и расценка на устройство и ремонт домовых канализаций и водопровода“, изд. под ред. инж. З. Н. Шишкина, Москва, 1924 г., стр. 16.



Расход воды в умывальниках при наличии туалетных кранов весьма мал, поэтому прибавление к ваннам умывальников не изменяет диаметра подводки. Такой же малый расход воды бывает в писсуарах, поэтому наличие писсуаров при клозетах также не учитывается.

б) При малом давлении в сети (в 1 ат и менее, например, при питании внутреннего водопровода из домашнего бака) диаметры труб, должны быть несколько увеличены. Применяются трубы:

для 1—2 ватерклозетов . . . . .	13 мм
„ 3—5 „ . . . . .	19 „
„ 6 „ и более . . . . .	25 „
„ 1 ванны . . . . .	19 „
„ 2 ванн . . . . .	25 „
„ 3 „ и более . . . . .	32 „
„ 1 раковины . . . . .	13 „
„ 2—3 раковин . . . . .	13 „
„ 4 „ и более . . . . .	25 „
„ 1 мойки . . . . .	19 „
„ 2—3 моек . . . . .	25 „
„ 4 „ и более . . . . .	32 „

## § 46. Правила устройства домашней сети.

Вот общие правила, которыми надлежит руководствоваться при прокладке домашней водопроводной сети:

1. Всеми мерами необходимо стремиться к наиболее возможному, при данных условиях, уменьшению длины трубопроводов, — водоснабжение должно идти по наиболее кратчайшему пути, с наименьшим количеством острых поворотов; там, где это возможно, следует избегать излишнего пролома стен, потолков и т. п.

2. Проводку домашней сети следует вести, по возможности, открыто, дабы облегчить ведение постоянного надзора за ее исправностью. Прокладка труб внутри стен или под штукатуркой, хотя кое-где и практикуется, однако, не может быть признана правильной. Хорошо приспособить для этой цели открытые ниши или углы между стенами, но тогда необходимо следить за содержанием их в надлежащей чистоте, так как в таких местах легко всего скопляется пыль, грязь, разные отбросы и всякие нечистоты от мышей, тараканов и т. п. Водопроводные трубы обыкновенно „потеют“<sup>1)</sup>, особенно летом и, главным образом, в кухнях, пра-

1) Причиной образования капель на наружной поверхности труб служит не находящаяся внутри их вода, — потение идет извне, от окружающего воздуха, подобно тому, как это происходит с комнатными окнами. От охлаждения теплого сырого наружного воздуха происходит конденсация части содержащегося в нем водяного пара. Охлаждение это имеет место тогда, когда комнатный воздух (особенно в кухнях, ваннах, прачечных) приходит в соприкосновение с холодными трубами (в среднем около 12°), по которым проходит холодная вода.



чечных и т. п. помещениях, поэтому их ставят на некотором (1—2 см) расстоянии от стены, чтобы предохранить последнюю от образования сырости.

3. Сеть должна быть защищена от замерзания. Для этой цели трубы прокладываются, по возможности, возле теплых внутренних стен; необходимо избегать холодных корридоров или таких ходов, где возможны сквозняки. Утепление труб, путем включения их в футляры, с засыпкой золой, опилками и проч. или обертывания войлоком, хлопком и т. п. не являются надежным средством на сколько-нибудь продолжительное время.

4. Все трубы, поскольку они находятся на виду, должны прокладываться параллельно верхней кромки стен (угловому ребру между стеной и потолком). Вертикальные трубы (стойки) ставятся строго вертикально по отвесу. Одно из важнейших требований, которым каждая установка должна удовлетворять, — его компактность, хороший внешний вид. Помимо целесообразности конструкции, правильной сборки и проч., в соответствии с существующими техническими правилами, установка должна быть выполнена с известным вкусом, быть внешне красивой.

5. Необходимо избегать прокладки горизонтальных труб чрезмерной длины. Там, где разборные краны должны располагаться в отдаленных друг от друга пунктах, ставят, по возможности, отдельные стойки. Горизонтальные трубы, поскольку они вызываются необходимостью, прокладываются вдоль стен наверху с уклоном в сторону стояков.

6. Крайне важно предусматривать возможность полного опорожнения всей домовой сети, т. е. всей питательной магистрали, вместе с ответвлениями. Это имеет важное значение при ремонтах, при возникновении опасности замерзания и т. п. Этого можно достигнуть двояким путем: во-первых, как уже упомянуто выше, все горизонтальные ответвления должны иметь некоторый подъем (для небольших длин от  $\frac{1}{2}$  до 1 см) от стояка к водоразборным кранам; во-вторых, каждый стояк должен быть снабжен одним запорным и одним спускным краном для того, чтобы в случае ремонта, смены прокладок и т. п. не приходилось закрывать всю домовую сеть. Оба крана, и запорный, и спускной, ставят в самом нижнем конце стояка, в месте соединения его с горизонтальной распределительной трубой.

Такое устройство, однако, имеет тот недостаток, что не всегда, когда требуется немедленно остановить воду, легко найти в подвальном помещении соответствующий запорный кран. Гораздо лучше такое устройство, при котором все стойки исходят из одного какого-нибудь светлого, легко доступного места в подвальном помещении. Такое устройство носит название „батарея“.

У каждого запорного вентиля имеется эмалированная дощечка с соответствующим обозначением (кухни, клозеты, ванны, прачечные, дворový или садовый кран и т. д.).

Полного опорожнения всех ответвлений, даже при самом правильном расположении труб, можно достигнуть, только открыв, с целью приоста-

новить воду в данном стояке, все соединенные с ним водоразборные краны. Это особенно важно иметь в виду при наличии опасности замерзания: если не открывать кранов у длинных ответвлений, то от давления наружного воздуха они легко могут остаться заполненными водой. Для таких же случаев имеются автоматические воздушные вентили, но все они имеют тот недостаток, что легко забиваются пылью, грязью, ржавчиной и т. п. и в нужный момент могут отказать в работе. Существует множество различных конструкций водяных кранов с особыми деталями (шаровыми, конусными и т. п.) для удаления воздуха. В наиболее благоустроенных домах обычно предусматривается отвод воды из спускного крана стояка. Под краны ставят небольшие воронки, из которых вода по коротким трубам идет в сборную трубу, имеющую выпуск в канализационную трубу.

7. В доступных для осмотра и ухода местах целесообразно ставить, вместо угольников, тройник. Это дает возможность в случае надобности, без особых затруднений удлинить трубопровод в данном месте; кроме того, при таком устройстве легче и удобнее производить чистку труб.

8. Пожарные краны должны иметь свои отдельные трубопроводы с наименьшим количеством острых углов при поворотах. Применить необходимо плавные колена; ставятся они во вполне доступных и светлых местах, чтобы их во всякое время можно было быстро найти (в коридорах, лестничных клетках и т. д.).

9. Необходимо следить за тем, чтобы для водомера, устанавливаемого в самом начале питательной домовой трубы на близком расстоянии от соединения этой последней с уличной магистралью, имелось в самом здании легко доступное и теплое (не ниже  $+3^{\circ}$ ) помещение — в подвале или в первом этаже. В случае отсутствия такого помещения, допустима установка водомера в специальном колодце под тротуаром или под домом; колодезь этот, — деревянный при сухом грунте и бетонный при сыром, — снабжается плотной крышкой.

10. Первый запорный кран ставится на улице, перед вводом в здание под тротуаром; следующие краны — перед водомером и непосредственно за ним, не далее 1 м от него; все разветвления сети начинаются после этого последнего крана. Все запорные краны внутри зданий ставятся вентильного типа, а не пробочные, так как последние, закрывая быстро проход воды, могут вызывать крайне вредные для всей сети гидравлические удары.

## § 47. Железные оцинкованные трубы (табл. 48).

Они представляют собой так называемые „черные“ газовые трубы, изготовляемые из сворачиваемых в притык и свариваемых полос листового железа и покрытые затем цинковой оболочкой, путем погружения в расплавленный цинк. Цинковая оболочка временно предохраняет трубы от ржавления.



Таблица 48. Железные газовые, водо- и паропроводные трубы с принадлежностями.



Фиг. 38.

Номинальный внутренний диаметр в англ. дюймах	К														И	К	И	К	И	К	И
	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2							
1) Трубы газовые с резьбой и муфтами . . . за фут	7	8	10	14	19	28	38	47	57	62	82	95	115	145	175	241	335	441	584		
2) Муфты прямые . . . за фут	4	4	4	7	10	13	18	26	32	38	59	83	118	159	171	336	463	750	850		
3) Муфты переходные . . . за шт.	6	6	8	10	14	17	22	30	37	43	68	97	146	197	228	769	1161	1250	1450		
4) Угольники прямые	15	15	17	20	26	36	52	67	81	108	179	235	322	437	631	2008	3103	4800	6600		
5) Угольники (кругл. и переходные) . . . за шт.	17	17	20	23	31	39	57	70	90	121	188	254	378	544	707	1998	3086	4800	6600		
6) Тройники (обыкновенные и переходные) . . . за шт.	16	16	20	22	30	39	57	74	92	119	168	235	386	556	711	2096	3307	5150	6950		
7) Кресты (обыкновенные и переходные) . . . за шт.	28	28	33	42	55	71	98	120	149	188	226	460	832	1169	1412	4416	6991	10950	13850		
8) Отводы . . . . .	15	15	18	25	35	54	91	113	140	160	259	344	504	725	937	2616	3824	9200	11900		
9) Длинные резьбы . . . . .	13	13	16	22	31	45	67	87	101	126	169	185	239	316	399	606	876	3150	3850		
10) Пробки . . . . .	6	6	6	9	13	15	20	25	30	40	62	80	132	184	240	710	1101	2850	3550		
11) Коляски . . . . .	6	6	7	10	14	18	26	33	41	54	81	114	155	236	250	700	993	2050	2500		
12) Шпильки . . . . .	4	4	4	6	7	10	13	17	21	28	44	57	90	112	146	412	573	1050	1400		
13) Контр-гайки . . . . .	22	22	24	30	38	46	57	64	72	88	118	146	225	251	300	453	675	1950	2250		
14) Фланцы . . . . .																					



Фиг. 39.

На трубы определенной длины складка уменьшается на 8%. На трубы без резьбы и муфт делается уступка в 2 1/2%, на трубы с резьбой без муфт в 1 1/4% со стоимости труб нетто. Цены обыкновенные, заводы сообщают % скидки на эти цены для пересхода к современной цене.



В таблице 49 даны наиболее употребительные размеры этих труб.

Газовые трубы отличаются значительным сопротивлением внешним и внутренним давлениям, никогда не провисают, не дают отдулин, подобно свинцовым трубам, вообще дают возможность правильной аккуратной прокладке. Само собой разумеется, что при применении оцинкованных труб соединительные (фасонные) части также должны быть оцинкованные.

На фиг. 40 даны сортаменты фасонных частей, железных и из ковкого чугуна. Колена, отводы, тройники, кресты и пр. могут быть с внутренней или наружной резьбой или с той и другой.

В продаже имеется еще множество частей других форм, при умелом использовании достаточно иметь лишь некоторые из них. Колена, угольники, тройники и пр. части могут иметь отрезки различных размеров. При указании этих размеров надо соблюдать определенную условную очередность, во избежание недоразумений и путаницы, нумеруя их по направлению, против часовой стрелки.

Порядок этот для тройников и крестов следующий:

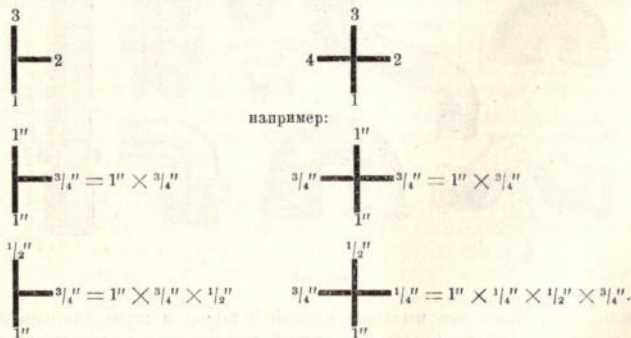


Таблица 49 наиболее употребительных размеров черных (тоже оцинкованных) газовых труб.

Внутренний диаметр		Наружный диаметр в мм	Вес кг на 1 пог. м
в английск. дюймах	в мм		
$1/8$	3,18	10	0,60
$1/4$	6,35	13,5	0,70
$3/8$	9,53	16,5	0,82
$1/2$	12,70	20,5	1,18
$3/4$	19,05	26,5	1,75
1	25,40	33,5	2,45
$1 1/4$	31,75	41,5	3,60
$1 1/2$	38,10	48	4,50
$1 3/4$	44,50	51,5	5,30
2	50,80	59	6,0
$2 1/4$	57,15	69	7,10
$2 1/2$	63,50	76	8,20
$2 3/4$	69,85	82	9,0
3	76,20	88,5	10,10
$3 1/2$	88,90	102	11,50
4	101,60	114	13,50

Возвращаясь к оцинкованным газовым трубам, следует указать и их недостатки. Вот главнейшие из них:

1. Образование ржавчины, несмотря на оцинковку, особенно в местах присоединения ответвлений, а иногда и на внутренней поверхности, в тех местах, где оцинкованная оболочка по каким-либо причинам

### Колена и угольники



### Тройники



Фиг. 40.

отскочила. Ржавчина эта выходит вместе с водой в виде хлопьев коричневого цвета, загрязняя белые фаянсовые раковины и умывальники.

2. Замерзание воды у газовых труб вызывает разрыв скорее, чем, например, у свинцовых труб. В то время, как свинцовые трубы

при повреждениях или разрывах легко могут быть исправлены на месте спайкой, газовые трубы всегда подлежат замене новыми; пластыри на трубах являются мерой временного характера.

3. Цинковая оболочка часто скрывает материал дурного качества. Сгибание оцинкованных труб на огне, в раскаленном состоянии, считается нежелательно—оцинковка повреждается. Трубы малых диаметров (примерно до  $\frac{3}{4}$ " ) можно очень немного изгибать в холодном состоянии, в тисках. При более значительных размерах и более острых изгибах необходимо ставить соединительные части.

Во всех тех случаях, когда давление в центральной водопроводной сети и без того не очень велико, а для данного домашнего водоснабжения требуется большой напор (например, для верхних этажей высоких зданий, высоких фонтанов и т. п.), точно также при наличии в домовой сети сложных ответвлений, не следует ставить угольники, задерживающих движение воды, вследствие трения и ударов, а лучше ставить колена или отводы, как более плавные.

## § 48. Свинцовые обыкновенные трубы и трубы с оловянной рубашкой внутри.

Своим распространением свинцовые трубы обязаны своей гибкости и тягучести, сравнительно легкости обработки, возможности укладывать длинные трубы без соединений, изгибать их в плавные колена, без применения фасонных частей. Даже там, где употребляются почти исключительно газовые оцинкованные трубы, свинцовые трубы являются необходимым материалом для всевозможных соединительных ветвей, например, у промывных баков, клеветных чаш и т. п. Громадный недостаток их — провисание горизонтальных труб более или менее значительной длины, вследствие мягкости материала; для устранения этого явления необходимы подпорные приспособления, например ряд деревянных планок на определенных расстояниях одна от другой, чтобы трубы, положенные на них, могли сохранить по всей длине свою форму.

Всеми мерами следует предохранять свинцовые трубы (наполненные водой) даже от самого кратковременного замерзания. Куски льда при своем движении образуют отдулины, трубы местами выпучиваются, что приводит к местному уменьшению толщины стенок. В дальнейшем, при колебаниях давления или гидравлических ударах, в этих местах легко происходят разрывы.

Чтобы уменьшить мягкость свинца, ослабить стало-быть, то именно свойство, которое является одновременно и достоинством и недостатком свинцовых труб, свинец сплавляют с сурьмой (последнюю берут в количестве до 10%), получается гартблей (твердый свинец).

Еще один недостаток свинцовых труб состоит в том, что мягкая вода (жесткостью ниже  $3^\circ$ ), особенно содержанием свободной углекислоты и кислорода, растворяет свинец; если это происходит даже в незначительных размерах, то все же приходится опасаться медленного отравления свинцовым ядом. В противовес этому жесткая вода способствует образованию твердого налета серого цвета из окиси свинца и известковых



солей, содержащихся в воде; налет этот служит прекрасной предохранительной рубашкой для свинцовых труб.

Для предотвращения растворения свинца (упомянутая твердая рубашка может также растворяться при избытке углекислоты) служат следующие предохранительные средства:

1) Вулканизирование (обработка серой) труб. Однако, черная корка сернистого свинца обычно легко лопается при сгибании труб.

2) Лужение труб. Также недостаточно надежное средство так как тонкая оловянная оболочка мало помогает.

3) Внутренняя облицовка труб оловянной рубашкой толщиной от  $1/2$  до 1 мм. Такие трубы дали в общем хорошие результаты, но они значительно дороже обыкновенных свинцовых труб.

При пайке приходится считаться с тем, что более плавкое олово внутренней рубашки скорее расплавляется, чем свинец, труба, таким образом, может совершенно потерять в этих местах свою облицовку. Только при умелой работе паяльником можно избежать такого явления.

Свинцовые трубы готовятся путем продавливания, с помощью гидравлического пресса, расплавленного свинца через кольцевое отверстие с сердечником. Трубы мелких размеров (примерно до 2" диаметров) продаются на вес, в виде мотков (бунтов), более крупных размеров—отдельными трубами определенной длины, поштучно.

В нижеследующей таблице даны наиболее ходовые размеры труб германских заводов „Bleiindustrie“. Разумеется, размеры эти могут и не совпадать с таковыми у других заводов.

Таблица 50 водопроводных свинцовых труб (германского завода „Bleiindustrie“ в Фрейберге).

Внутренний диаметр в мм	Толщина стенок в мм	Вес погонного метра в кг	Наибольшая длина в м	Допускаемое давление в атмосферах <sup>1)</sup>	
				Из чистого свинца	Из гартблея
10	2	0,9	75	10	20
12	3	1,6	47	12	24
15	4	2,7	27	13	26
19	4	3,3	22	10	20
25	5	5,4	13	10	20
30	4	4,9	14,5	6,5	13
35	5,5	7,9	8,5	8	16
40	4,5	7,1	9,5	5,5	11
и т. д.					

<sup>1)</sup> Разрыв трубы может наступить лишь при давлении, примерно в пять раз большем указанных норм.

Таблица 51 водопроводных свинцовых труб с оловянной рубашкой.

Диаметр в мм	Толщина стенок в мм	Вес погонного метра в кг	Наибольшая длина в м	Допускаемое давление в атмосферах
10	4	2	38	20
12	4	2,2	33	16
15	5	3,6	21	16
19	4,5	3,8	20	12
25	5,0	5,4	14	10
30	5,5	7,0	10	9
35	5,5	8,0	8,5	8
40	5,5	8,9	7,5	7

Толщина стенок свинцовых труб, зависящая от рабочего давления вообще, может быть подсчитана по формуле:

$$\delta = 0,5 \times d \times \frac{p}{k},$$

где:

$d$  — диаметр трубы в мм,

$p$  — рабочее давление воды в ат,

$k$  — допускаемое напряжение материала трубы в  $кг/см^2$ .

Допускаемое напряжение принимается в  $25 кг/см^2$ .

По этой формуле подсчитана нижеследующая таблица, в которой первая строка дает:

диаметры в мм,

$\delta$  = толщина стенок в мм,

$p$  = давление воды в ат,

$G$  = вес пог. метра трубы в кг.

Таблица 52.

10			15			20			25			30			35			40			44			52		
$\delta$	$p$	$G$	$\delta$	$p$	$G$	$\delta$	$p$	$G$	$\delta$	$p$	$G$	$\delta$	$p$	$G$	$\delta$	$p$	$G$	$\delta$	$p$	$G$	$\delta$	$p$	$G$	$\delta$	$p$	$G$
1,5	7	0,6	0,4	6	1,2	2,5	6	2,0	2,0	4	1,9	2,5	4	2,9	3,0	4	4,1	3,0	3,5	4,0	3,5	4	5,9	4,0	3,5	8,0
2,0	10	0,9	0,5	8	1,6	3,0	7	2,4	2,5	5	2,5	3,0	5	3,6	3,5	5	4,8	3,5	4	5,4	4,5	5	7,9	5,0	4,5	10,2
2,5	12	1,1	5,4	10	1,9	3,5	8	2,9	3,0	6	3,0	3,5	6	4,2	4,0	5,5	5,6	4,0	5	6,3	5,5	6	9,8	6,0	5,5	12,4
3,0	15	1,5	3,0	12	2,3	4,0	10	3,4	3,5	7	3,8	4,0	6	4,9	4,5	6	6,3	4,5	5,5	7,1	7,0	8	12,7	7,5	7,0	15,9
3,5	17	1,7	2,5	13	2,7	4,5	11	3,9	4,0	8	4,1	4,5	7	5,5	5,0	7	7,2	5,0	6	8,9						
			3,5	15	3,1	5,0	12	4,5	4,5	9	4,7	5,0	8	6,3	5,5	8	8,0	5,5	7	8,0						
			2,0	16	3,6	5,5	13	5,0	5,0	10	5,4	5,5	9	7,0	6,0	8	8,8	6,0	7,5	9,8						
						6,0	15	5,6	5,5	11	6,0	6,0	10	7,7												
									6,0	12	6,6															

## § 49. Обработка и установка свинцовых труб.

Что касается способов обработки и установки свинцовых труб, то необходимо соблюдать следующие правила:

1. Для правильной и чистой обработки свинцовых труб требуется, прежде всего, умение, находчивость, осторожность и терпение, менее всего — простая физическая сила.

2. Для выпрямления или прилаживания трубы никогда не следует пользоваться железным молотком, — работу эту необходимо производить цинковым молотком или деревянной колотушкой, обитой войлоком, иначе на трубе остаются уродующие ее следы ударов.



3. Если труба должна огибать какие-нибудь острые выступы стен, столбов, колонн и т. п., то острые углы этих выступов сперва снимаются в тех местах, где проходят трубы.

4. Ни в коем случае не следует ни заделывать свинцовую трубу, ни замазывать ее свежей известкой или цементом, иначе возможен разрыв ее уже через несколько месяцев. Гипс и глина вредного действия на цинковые трубы не оказывает, для защиты труб оборачивают их толем или иным изолирующим материалом. Сырые, покрытые известкой стены также действуют разрушающе на трубы.

5. Трубы малых сечений, примерно до  $\frac{3}{4}$ " или 1", можно изгибать на колене или на деревянном бревне. В случае надобности, трубу в месте намеченного изгиба сперва сжимают, с помощью клещей или деревянной колотушки, чтобы получить овальное сечение; это дает возможность иметь после изгиба правильное круглое сечение. При сгибании труб больших диаметров их ставят отвесно, предварительно закрыв нижнее отверстие деревянной пробкой, наполняют туго сухим, не слишком мелким песком, затыкают верхнее отверстие и затем медленно и постепенно, насколько возможно осторожно, изгибают. Крупные складки на поверхности труб тут же выравниваются свинцовым молотком. При очень больших размерах труб пользуются для сгибания мешком, наполненным песком.

6. Все без исключения свинцовые трубы прокладываются сверху вниз. Бунт кладется в самом высоком месте, свободный конец его просовывается через соответствующее отверстие, пробитое в потолке, стене и т. д. (обязательно затыкать конец пробкой, во избежание попадания грязи или песка во внутрь трубы); труба ведется далее в выпрямленном виде, прилаживается к следующему звену, временно закрепляется (при помощи легко снимаемых приспособлений) и после спайки окончательно устанавливается и укрепляется.

7. Для соединения свинцовых труб существуют следующие способы:

а) Спайка, большей частью чашевидная, с помощью паяльной лампы; в некоторых редких случаях применяется так называемый ломбирванный стык, дающий хорошие результаты, но требующий особого умения в работе, кроме того связанный с большим расходом дорого стоящего олова, припой заливается особой ложечкой; проще всего употреблять только паяльную лампу; место спайки обтирается просаленной паклей, стык с обеих сторон ограничивается 2 полосками из сажи, растворенной в клеевой воде. При устройстве ответвлений особенно важно следить за тем, чтобы соединяемые концы аккуратно подходили друг к другу, не давали неплотностей, чтобы во внутрь труб не проникали капли олова, не свисали сосульки, уменьшающие внутреннее сечение трубы. При самом процессе пайки трубы необходимо держать рукой или лучше при помощи особых держателей, в ровном, строго одинаковом положении, до окончательного затвердения припая. Можно с успехом производить пайку свинца со свинцом и с помощью водородного пламени. Это дает экономию дорого стоящего олова.

б) Винтовое или разъемное фланцевое соединение. Для соединения свинцовых труб можно применять также промежуточные,



латунные патрубки. Их тщательно покрывают оловом, затем вставляют в расправленный конец трубы и запаивают. Плотность фланцевых соединений достигается тем, что отогнутые борта свинцовых труб сперва обрабатываются молотком и рашпилем, затем равномерно и сильно стягиваются болтами. Только в редких случаях бывает нужно класть еще просаленную кожаную прокладку между бортами труб.

8. Соединение свинцовой трубы с железной производится также или с помощью фланца, или винтового скрепления. Для соединения с чугунной трубой служит особая чугунная надставка или втулка.

## § 50. Цинковые трубы (прессованные без швов).

Такие трубы в последнее время применяются с успехом за границей. Они легковесны, очень гладки, могут содержаться всегда в чистоте; их преимущество перед свинцовыми — большая сопротивляемость и полная надежность в санитарно-гигиеническом отношении. Особенно хорошие результаты дает применение таких труб для промывных баков и ванн. Из цинка же иногда делаются и запорные клапаны для умывальников, чаще всего никкелированные; ими отчасти заменяют дорогую бронзу.

Цинковые трубы, имеющиеся в продаже, допускают как соединения спайкой, так и винтовые соединения. При обработке их следует руководствоваться следующими правилами:

1. Разрезывание производится пилой для металла или трубо-резом; достаточно иметь надрез, трубу затем кладут на ребро доски и ударом разламывают.

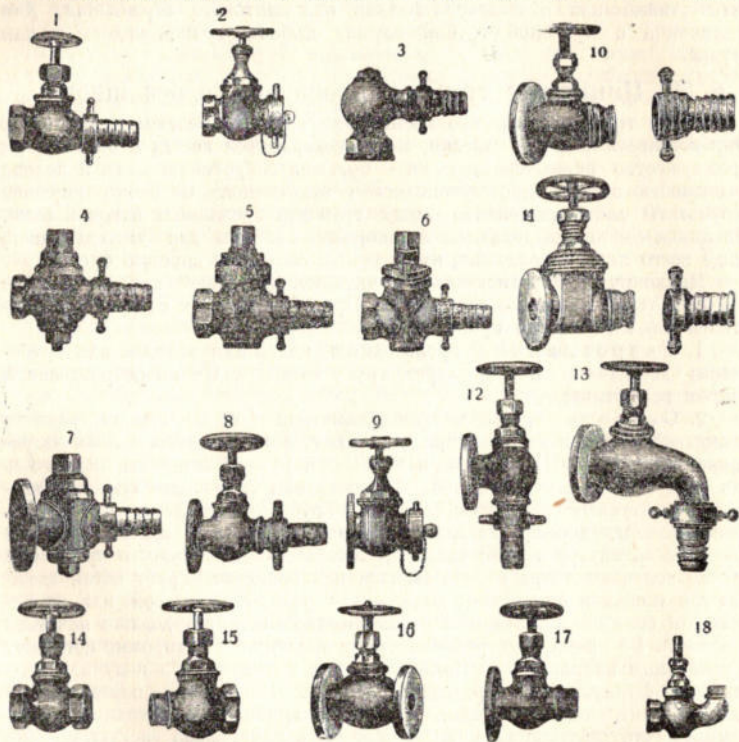
2. Сгибать трубы мелких диаметров (до 20 мм внутреннего диаметра) можно и не наполняя их песком, а только постепенным нагреванием (до  $60^{\circ}$ — $80^{\circ}$ ) в месте изгиба с наружной стороны, пользуясь для этой цели паяльной лампой. Для сгибания труб более крупных диаметров поступают следующим образом. Трубу заполняют мелко-зернистым песком, хорошо встряхивают, чтобы получить плотно набитую массу песка внутри трубы; такое утрамбовывание обязательно, в противном случае получаются при изгибе складки и неровности. Трубу затем зажимают в тисках и осторожно подогревают газовой горелкой или на небольшом огне паяльной лампы в том именно месте, где должна начаться кривизна. Во время подогревания трубу медленно и осторожно изгибают в требуемом направлении. После того, как начало загиба получило надлежащую форму, пламя передвигают дальше. Постепенно передвижение пламени дает, таким образом, требуемую кривизну; необходимо только помнить, что действие пламени должно быть направлено исключительно на наружную сторону изгибаемого места.

Только в том случае, когда на внутренней стороне изогнутой части образовались складки или сечение трубы приняло овальную форму, пламя переносится к внутренней стороне: осторожно подогревая трубу, изгибают ее в обратном направлении и, вновь нагревая ее с наружной стороны, продолжают операцию до тех пор, пока не получится кривизна правильной формы. Для прямых углов в случае надобности рекомендуется пользоваться имеющимися в продаже готовыми коленами в  $90^{\circ}$ .

## 3. Способы соединения цинковых труб:

а) Спайка — стык чашечный, помощью паяльной лампы; применяется также кольцо вроде муфты. При расширении конца труба медленно подогревается (примерно до  $100-110^{\circ}$  Ц) для того, чтобы получить надлежащую тягучесть цинка, иначе она разрывается.

б) Винтовые соединения, с применением покупных соединительных гаек, таких же, как у железных труб. Для уплотнения служит



Фиг. 41.

пенька, пропитанная суриком или лаком. Класть пеньку следует не слишком толстыми прядями, а отдельными расправленными нитями, обматываемыми вокруг резьбы.

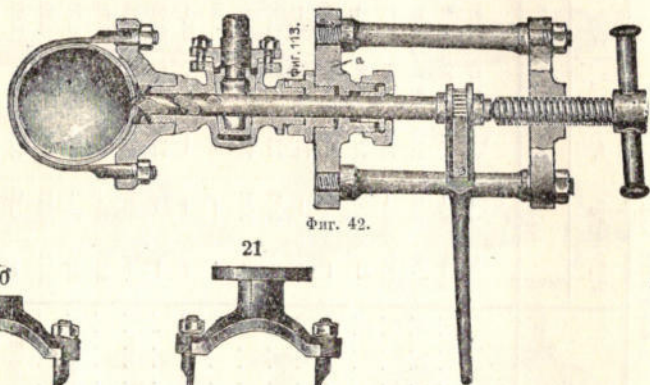
в) Фланцевые соединения. Следует соблюдать большую осторожность при отгибании бортов; отогнутые борта гладко выправлять на деревянной планке, затем опиливать напильником. В случае необходи-



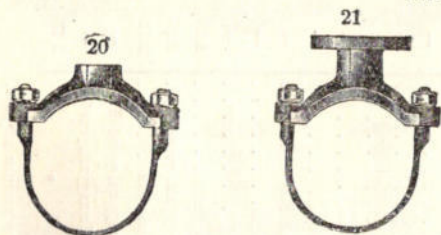


мости, между бортами кладется просаленное кожаное кольцо — так же, как у свинцовых труб.

4. Когда цинковые трубы проходят под штукатуркой или через каменные, стены или прокладываются в нишах около сырых стен и т. д., одним словом, всегда и везде, где они приходят в соприкосновение с сырой известью или цементом, или вообще с затхлым, сырым воздухом, они обязательно должны быть защищены от разъедающего действия окружающей среды: они окрашиваются хорошей, не содержащей никаких кислот, краской или обертываются толем, просмоленным джутом и т. п. За границей такие трубы, окрашенные предохранительной массой, в готовом виде доставляются изготовляющими их заводами.



Фиг. 42.



Фиг. 43.



Фиг. 44.

Присоединение домашних ответвлений к чугунной уличной магистрали делается помощью хомутов по фиг. 43, а для просверливания магистрали служит станок по фиг. 42. Сальниковые пролетные краны по фиг. 44 служат для запора воды после вынимания сверла, они ставятся при сверлении между хомутом и станком (трешеткой).

## § 51. Установки горячей воды в домах.

### Тепловое свойство воды.

Наибольшую плотность вода имеет при  $4^{\circ}$  Ц, при замерзании или нагревании вода расширяется, поэтому замерзший трубопровод или котел допается, точно также лопнет распределительная сеть труб горячей воды, аппарат или котел для нагревания воды, если не будет предусмотрена возможность свободного расширения ее при нагревании. Объем воды увеличивается при этом значительно, как показывает следующая таблица.

Температура	Плотность	Объем	Температура	Плотность	Объем	Температура	Плотность	Объем
0	0,99987	1,00013	18	0,99862	0,00138	65	0,9806	1,0198
2	0,99997	1,00003	20	0,99823	0,00177	70	0,9778	1,0227
4	1,00000	1,00000	22	0,99780	0,00222	75	0,9749	1,0258
6	0,99997	1,00003	38	0,99299	1,00706	80	0,9718	1,0290
8	0,99988	1,00012	40	0,9922	1,0078	85	0,9687	1,0324
10	0,99973	1,00027	45	0,9903	1,0099	90	0,9653	1,0359
12	0,99953	1,00048	50	0,9881	1,0121	95	0,9619	1,0396
14	0,99927	1,00072	55	0,9857	1,0145	100	0,9584	1,0434
16	0,99897	1,00103	60	0,9832	1,0171	110	0,9510	1,0515

Если, напр., имеем 6-этажный дом в 135 квартир с 24 стояками для распределения горячей воды и в подвале 2 корваллийских котла, то такая система будет иметь объем котлов около 10 куб. м (800 ведер), да сеть труб от  $2\frac{1}{2}''$  до  $\frac{1}{2}''$  (стояки по  $1\frac{1}{4}''$ ), общей длиной сети около 2000 м и объем ее в 1,5 куб. м, а всего, следовательно, 11,5 куб. м, т.е. 11500 л, при нагревании от  $+5^{\circ}$  до  $+90^{\circ}$ , т.е. на  $85^{\circ}$ , объем воды, как видно из таблицы, увеличится на 1,0324—1,0003 от первоначального, т.е. на  $11500 \times 0,0323 = 369,75$  литра (29,5 ведер). Если не будет поставлен на чердаке расширитель, или поставлен предохранительный клапан возле котла, или же вода не получит возможности расширяться, вытесняясь в водопроводные питающие трубы, то система будет разорвана.

Вода, нагретая до  $80-90^{\circ}$ , в котлах течет по трубам при открывании крана, так как находится под напором городского водопровода или под давлением воды наполненного расширителя, т.е. круглого или прямоугольного железного ящика, поставленного на чердаке и имеющего объем около 0,5 — 1 — 1,5 куб. м. Идя по трубам, или же оставаясь в неподвижном состоянии в них, вода теряет тепло подобно системе отопления, понижаясь  $t^{\circ}$  до  $30-40^{\circ}$  Ц, поэтому рационально устроенная система должна иметь кольцевую домовую сеть, при которой охладившаяся вода опускается вниз, возвращается по отдельному трубопроводу в дно котла и, подогретая опять, поднимается в сеть; это, так называемая, циркуляционная система с верхним розливом. Для этой системы надо, чтобы на пути циркуляции воды было по возможности меньше изгибов, меньше сопротивлений в виде вентилях, а сам трубопровод был правильно рассчитан, и—по возможности короток; наконец, необходимо, чтобы р а з-



и температура воды в распределительном трубопроводе и в обратном трубопроводе была достаточна, так как при сравнявшейся  $t^\circ$  в них никакой циркуляции не может быть, ибо она основана на разности плотности воды, зависящей от разности температур поступающей и возвращающейся воды.

Вся система должна быть совершенно заполнена водой и не должна содержать где-либо воздуха, так как, в случае перегрева воды, облегчается ее испарение, образуется скопление пара или воздушные мешки, мешающие циркуляции воды. В соответствии с этим трубы укладываются с уклоном в сторону котлов для того, чтобы, с одной стороны, облегчить выделение воздуха из воды по направлению к кранам, через которые он и уходит при открывании, а с другой стороны, иметь возможность спустить у котла или в подвале всю воду из сети.

### Топливо.

Все известные нам виды топлива пригодны для нагревания воды, как-то: дрова, каменный уголь, и его производные, бурый уголь, торф, горючие сланцы, нефть и ее производные, а также газ, пар, электричество.

Наибольшим распространением пользуется твердое топливо как для местных установок, так и для центральных. Стоимость топлива и удобство получения и доставки его решают выбор рода топлива. Для домашних установок чаще всего применяют каменный уголь, антрацит, бурый уголь в виде брикетов и дрова. Дрова требуют больших площадок и подвальных помещений, то же относится и к торфу, дающему много золы, этим же недостатком отличается и горючий сланец. Котлы помещают обычно в подвалах, рядом с котлами центрального отопления, а потому удаление золы с выносом ее из глубины подвала затруднительно и требует на дворе особой площадки, все это удорожает эксплуатацию установок.

А. Твердое топливо. Что касается степени полезного действия топок, то он весьма невелик, обычно используется в плитах и очагах не более 10—12% теплотворной способности топлива, а при плохом качестве его и неумелом уходе—даже около 5%, значительно выше полезное действие котельных топок.

Теоретическая или так называемая абсолютная теплотворная способность  $\omega_a$ , т.е. то количество тепла, которое получается при полном сгорании одного килограмма топлива, принимается по данным следующей таблицы, где ЕТ = единица тепла (калории).

Таблица 1.

Для дров воздуш. сушки $\omega_a=3000$ ЕТ	Для кокса . . . . . $\omega_a=8000$ ЕТ
„ торфа . . . . . $\omega_a=3500$ „	„ нефти (бакинской):
„ бурого угля . . . . $\omega_a=4500$ „	тяжелой ( $\gamma=0,938$ ) . $\omega_a=10800$ „
„ каменного угля . . . $\omega_a=7000$ „	легкой ( $\gamma=0,884$ ). $\omega_a=11460$ „
„ антрацита . . . . . $\omega_a=8000$ „	„ нефтяных остатков
„ древесного угля . . . $\omega_a=8000$ „	( $\gamma=0,928$ ) . . . . . $\omega_a=10500$ „
„ прессованного торфа $\omega_a=4100$ „	„ корья . . . . . $\omega_a=3000$ „
„ торфяного кокса . . . $\omega_a=7000$ „	„ опилок . . . . . $\omega_a=3000$ „

Коэффициент полезного действия  $\eta$  различных топок может быть принят следующий:



Для котельных установок с хорошим уходом . . . .  $\eta = 0,55 - 0,65$   
 „ небольших местных установок хорошей конструкции  $\eta = 0,5 - 0,2$   
 „ плит обычной конструкции и плохом уходе . . . .  $\eta = 0,2 - 0,1$   
 Для сообщения воде в течение часа количества  $\omega_0$  единиц тепла  
 потребуется израсходовать в час следующее количество топлива в кило-  
 граммах:

$$B = \frac{\omega_0}{\eta \cdot \omega_a} \text{ кг.}$$

Можно увеличить экономичность больших установок, если ввести в них экономайзеры, т.е. использовать отходящие пары, имеющие еще  $t^{\circ}$  в 200 — 400 градусов для подогревания питательной воды.

Б. Газообразное топливо. Весьма удобное топливо в виде светильного газа, подаваемого газовым заводом по сети уличных труб в дома, бани, прачечные, фабрики и заводы. Не надо ни складов ни перемещения топлива, чистота при этом абсолютная, использование тепла при газе доходит до 70—90% обычно 75—80%. Теплотворная способность газа от 3500—5000 ЕТ в кубическом метре, московский газ принимается в 4200 ЕТ.

В. Жидкое топливо. Таковыми может быть нефть, керосин, бензин, технический (денатурированный) спирт. В нашей стране, богатой нефтью, применение нефти имеет все преимущества перед другими жидким топливом, особенно для больших установок. Сжигание нефти в топках под котлом производится успешно лишь при распыливании нефти в мелкую пыль, что достигается в особых пульверизаторах или т. п. форсунках с помощью пара, сжатого воздуха или механическим путем.

Г. Отработавшие пары двигателей внутреннего сгорания часто содержат в себе еще столько тепла, что могут быть с успехом использованы для нагревания воды. Однако, эти газы весьма нечисты и при использовании их недопустимо создавать двигателю в газоотводной трубе противодействие, так как этим понижается его мощность.

Д. Острый пар и горячая вода. Они служат удобным средством для подогревания воды при газовой силовой установке или установке центрального отопления, но лишь для небольших количеств, для последних выгоднее применить другие способы нагревания. При связи нагревателя с центральным отоплением следует иметь в виду, что последнее функционирует только зимой, а потому для летнего времени требуется самостоятельное нагревание воды.

Пар для нагревания воды может быть низкого давления, если высокое давление не обуславливается другими требованиями. Высокое давление удорожает установку, повышая  $t^{\circ}$  пара не столь значительно, чтобы это было выгодно, конденсировавшийся пар низкого давления может быть с успехом употреблен для питания системы с горячей водой или же парового котла. Граница между низким и высоким давлением принимает, примерно, в 0,5 атм.

Е. Мягкий пар паровой машины может служить зачастую для непосредственного нагревания воды, однако, и здесь следует позаботиться, чтобы не произошло в паропроводе противодействия, для этого может понадобиться даже отсасывание пара, если нет специального конденсатора

при самой машине. Также следует взвесить часы работы паровой машины, будет ли в наличии пар тогда, когда необходимо греть воду и не содержит ли этот пар слишком много машинного масла, делающего его неприемлемым для непосредственного нагревания воды.

Ж. Охлаждающая вода двигателей внутреннего сгорания. Она не содержит масла и может быть непосредственно употреблена в дело, но не в качестве питьевой воды. Смотря по мощности двигателя и его нагрузке можно считать количество получаемой теплой воды при дизель-моторах от 12 до 18 литров воды на силу в час с  $t^{\circ}$  в 60—70 $^{\circ}$ , при газовых двигателях большой мощности от 12 до 30 литров, а при небольшой мощности от 35—40 литров на силу в час при  $t^{\circ}$  ее в 50—75 $^{\circ}$ , если холодная вода вступает в рубашку цилиндра двигателя с  $t^{\circ}$  в 10—20 $^{\circ}$ . Таким образом, на лощ. с. в час имеем при дизелях от 700 до 1200 ЕТ, а при газовых двигателях от 800 до 2000.

З. Конденсационная вода паро-силовых установок. В последнее время она служит все чаще для подогрева воды. Если конденсатор паровой машины с поверхностным холодильником, то такая вода может быть применена для хозяйственных целей без очистки, так как не содержит масла при вспрыскиваемых холодильниках. Воду надо очищать от масла или еще лучше включить между паровым цилиндром и воздушным насосом нагревательный аппарат со встречным потоком нагреваемой воды. Но и очистки от масла страшиться не приходится: она отнимет едва ли больше 10% той экономии, которая получается вследствие использования нагретой конденсационной воды. Лучше обстоит дело с конденсатом пара паровых турбин, так как он совершенно свободен от масла. Для фильтрации конденсата чаще всего применяют гравий, кокс, шлак, древесину, стружки и т. п.

И. Электричество. Оно является весьма удобным для нагревания воды, но не в значительных количествах и небольшими аппаратами, имеющимися в продаже, однако, этот способ нагревания все еще дорог и может быть выгоден при цене киловатт в 2—3 коп.

## § 52. Данные для расчета установки горячей воды в домах.

а) Схема. Горячая вода проводится ко всем раковинам, умывальникам, мойкам, ванным и в прачечную из котлов или нагревательного аппарата находящегося в подвале дома, обычно там же где и котельная центрального отопления. Это совмещение удобно для обслуживания установок одним и тем же персоналом.

Горячая вода разводится по сети одноконных железных труб, так как черные трубы при застое воды, напр. ночью, дают утром ржавую воду.

Различают следующие схемы установок горячей воды:

1. Установка с открытым резервуаром (расширителем) для горячей воды постоянного объема с обратным трубопроводом, так называемая открытая циркуляционная система (фиг. 45).

2. То же, но без обратного трубопровода.

3. Установка с открытым резервуаром с изменяющимся объемом воды и с обратным трубопроводом.



4. То же, но без обратного трубопровода.
5. Установка с закрытым резервуаром постоянного объема с обратным трубопроводом.

6. То же но без обратного трубопровода.

По способу нагревания воды бывают установки:

1. Без включения в сеть расширительного резервуара при непосредственном нагревании воды.

2. Со включением в сеть особого расширительного резервуара при непосредственном нагревании воды.

К первому способу относится нагреватели воды, работающие электричеством или отходящими газами плиты, печи, котла, хлебопекарни и т. п. или двигателей внутреннего сгорания, напр., Дизель-мотора и др. с использованием воды охлаждающей цилиндр. Сюда же принадлежат и установки пользующиеся паром или горячей водой со встречным движением нагреваемой воды.

Ко второму способу относятся установки наиболее распространенные и применяющие как средство нагревания пар или горячую воду; здесь электричество почти не применяется.

Здесь различают установки:

1. С открытым расширительным резервуаром и с нагреванием воды внутри его.

2. То же, но нагревание вне его.

3. С закрытым расширителем и с нагреванием воды внутри его.

4. Как и 3 только нагревание воды вне расширителя.

б) Сеть трубопроводов для горячей воды. Она состоит из:

А. Трубопровода подводящего холодную воду к котлу, бойлеру (котел с змеевиком) или нагревателю.

В. Трубопроводов горячей воды:

а) стояка и циркуляционной трубы,

б) расхожих труб,

в) вспомогательных труб: сливной сигнальной и воздушной,

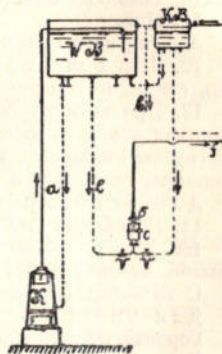
д) насоса для принудительной циркуляции воды при очень длинных сетях.

е) газовой трубы в случае газовых колонок.

Поршневый или центробежный насос ставится по возможности ближе к нагревателю, рассчитывают на скорость движения воды 2,0 м/сек, иногда менее.

в) Количество горячей воды. Если  $q$  — расход в минуту а  $q_t$  — расход в час, то расход воды будет:

1. Обыкновенный кухонный кран  $1\frac{1}{2}''$  (у раковин, моек)  $q = 5$  л
2. " " " " "  $3\frac{3}{4}''$  . . . . .  $q = 8-10$  "
3. Умывальник для рук и лица в жилых домах . . .  $q_1 = 200$  "



Фиг. 45.



4. Мойка для посуды . . . . .	$q = 50$	л
5. Двойные мойки для мытья и споласкивания посуды . $q_1 =$	200	"
6. Малая ванна смотри по объему . . . . .	$q = 75-150$	"
7. Нормальная ванна . . . . .	$q = 160-200-225$	"
8. Большая ванна . . . . .	$q = 250-350$	"
9. Сидячая ванна . . . . .	$q = 30$	"
10. Раковина в больницах в сутки . . . . .	$q = 125$	"
11. Мойка " " . . . . .	$q = 300$	"

Для прачечных при стирке вручную:

12. На 1 кг белья горячей воды на все операции надо, считая на 1 прачку 20—25 кг . . . . .	15—20	"
13. При механической стирке на 1 кг белья . . . . .	22—30	"

принимая что в 16 кг содержится 50 шт. больших предметов (рубашки, кальсоны, простыни) и 25 шт. мелких (платки, полотенца, наволочки и т. д.).

Для пивоварен:

14. На каждые 100 кг готового пива (затор и пр.) $q =$	175—200	"
15. " " 100 кг " " (мытьё посуды, бутылки, чанов и пр.) . . . . .	$q = 50-100$	"
С 20% надбавки для разных потребностей . . . . .	$q = 275-300$	"

Для боен:

Горячая вода нужна для кишек, свиных туш и пр.

В средних установках с 10 бочками для кишек, на 100 л вместимости, горячая вода меняется каждые 15 мин., т.е. в час $4 \times 100 \times 100$ . . . . .	$= q_t = 4000$	л
На свиные туши и бочки надо еще в час . . . . .	$q_t = 250$	"
Таким образом для бойни средней величины (20 000—25 000 жителей надо в час около . . . . .	$q_t = 4250-4500$	"

Для бани:

Для ванны с 30 мин. пользованием . . . . .	$q = 200 - 300$	"
" " с 60 " " . . . . .	$q_t = 400 - 600$	"
" " с душем . . . . .	$q_t = 500 - 700$	"
" душа в школах, казармах на чел. . . . .	$q = 25$	л
" " бань . . . . .	$q = 40$	л.

Время пользования душем = 4 мин., так что при  
отсутствии простоя, т.е. при непрерывном пользова-  
нии душем

$$\frac{26 \times 50}{4} = q_t = 375 \text{ л}$$

$$\frac{40 \times 60}{4} = q_t = 600 \text{ "}$$

Для одного душа в школах, казармах, тюрьмах  $q_t = 350 - 400$  л

" " " публичных и фабричных купален  $q_t = 600 - 750$  "

" душей с полной струей и нижней струей . .  $q_t = 800 - 1000$  "

При объеме плавательного бассейна  $J_B$  надо для  
часового обмена воды . . . . .  $q_t = \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{40}\right) J_B$ .



Это  $t^\circ$  потребляемой воды, вытекающей из крана. Если горячая вода более высокой  $t^\circ$  смешивается с холодной водой, то нужен смеситель. Температура смеси определяется по формуле:

$$t = \frac{q_1 t_1 + q_2 t_2}{Q} \dots \dots \dots (1)$$

Здесь  $q_1$  — объем холодной воды в л,  
 $q_2$  — " горячей " " "  
 $t_1$  — температура холодной воды,  
 $t_2$  — " горячей " "  
 $t$  — " смеси,

$Q$  — количество смешанной воды =  $q_1 + q_2$ .

Температура холодной воды принимается летом . . . 10—15°,  
 " " " " зимой . . . 3—5°.

д) Поверхность нагрева котла, колонки, змеевика, при непосредственном нагревании потребляемой воды определяется по формуле:

$$H = \frac{W_o}{K (T_m - t_m)} \text{ м}^2 \dots \dots \dots (2)$$

Здесь:  $W_o$  — часовая потребность тепла,  
 $T_m$  — средняя температура топочных газов,

$$T_m = \frac{T_1 + T_2}{2}.$$

$T_1$  — температура над решеткой, включая потерю,  
 $T_1$  — 1 000—1 200° для каменного угля, кокса,  
 $T_1$  — 800—1 000° " бурого " торфа, брикетов,  
 $T_2$  — температура уходящих газов = 350—200 для котлов,  
 $T_2$  — " " = 500—400 печей, плит и т. д.

$$t_m = \frac{t + t_1}{2},$$

$t$  — требуемая температура потребляемой воды,  
 $t_1$  — начальная " " "  
 $K$  — 12—14 для листового железа, " "  
 $K$  — 13—15 " труб Перкинса,  
 $K$  — 8—12 " чугуна,  
 $K$  — 14—15 " меди.

Полагая для длительного пользования  $t = t_1$  имеем поверхность нагрева:

$$H = \frac{W_o}{K (T_m - t)} \text{ м}^2 \dots \dots \dots (3)$$

Пусть  $t = 50^\circ$ ,  $t_1 = 10^\circ$ ,  $T_1 = 1 100^\circ$ ,  $T_2 = 250^\circ$ , тогда:

$$t_m = \frac{t + t_1}{2} = \frac{50 + 10}{2} = 30^\circ; T_m = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{1 250 + 450}{2} = 850^\circ,$$



бери  $K = 12$  имеем количество тепла  $W_s$  в калориях, передаваемое одним кв. метром поверхности нагрева:

$$W_s = K (T_m - t_m) = 12 (850 - 30) \cong 10\,000 \text{ калорий и вообще}$$

$$H = \frac{W_c}{W_s} = \frac{W_0}{10\,000} \text{ м}^2, \dots \dots \dots (4)$$

обычно теплопередача  $W_s = 10\,000 - 15\,000$  калорий с кв. метра котла.

Пример. В доме 120 квартир с ваннами. Каждая ванна имеет емкость в 400 л,  $t^\circ$  водопроводной воды  $+5^\circ$  Ц,  $t^\circ$  воды в ванне  $35^\circ$  Ц. Сколько требуется горячей воды на весь дом, считая что одновременно принимается  $\frac{1}{3}$  всех вани, наполняемых в течение 10 мин., холодной воды дается в ванну 50%.

Из формулы 1-й:

$$q_2 t_2 = t \cdot Q - q_1 t_1 \text{ или } t_2 = \frac{Q \cdot t - q_1 t_1}{q_2}$$

имеем

$$t_2 = \frac{35 \times 400 - 200 \times 5}{200} = 65^\circ.$$

Поверхность нагрева котла. Всего в работе  $\frac{120}{3} = 40$  ван, надо  $40 \times 200 \times 65 = 520\,000$  калорий; приняв теплопередачу в 10 000 кал в час имеем  $\frac{520\,000}{10\,000} = 52 \text{ м}^2$ . Если желаем уменьшить поверхность нагрева котла, то надо греть 2—3 часа, следовательно поверхность нагрева будет  $\frac{52}{2} = 26$  или  $\frac{52}{3} = 17 \text{ м}^2$ .

е) Расчет расширителя. При нагревании холодной воды заполняющей котел и сеть получается ее расширение. При  $t^\circ$  воды  $65^\circ$  объем увеличивается до 1,0196 при  $75^\circ$  до 1,0257, при  $90^\circ$  — до 1,0357 и при  $100^\circ$  до 1,043, т.е. на 2%, 2,6%, 3,6% и 4,3%. Приняв напр., объем котла в сети в 10 000 л имеем при  $65^\circ$  расширение  $10\,000 \times 0,02 = 200 \text{ л} = 0,2 \text{ м}^3$ . Расширитель наполняемый холодной водой до половины должен иметь объем  $0,2 \times 2 = 0,4 \text{ м}^3$ .

Трубопровод идущий от котла к расширителю рассчитывается на пропуск воды в количестве:

$$\frac{40 \times 200}{10 \times 60} = \frac{8\,000}{600} = 13,3 \text{ л/сек}$$

приняв, что наполнение идет 10 минут,

то есть диаметр его по формуле Лампе должен быть  $d = 100$  мм, при скорости движения воды в 1,5 м/сек.

## Газовые нагревательные аппараты.

Газовые аппараты раньше строились по тому же принципу, что и угольные колонки: нагревание происходило медленно, пока не накапливался определенный запас горячей воды. В настоящее время этот способ совершенно оставлен. Общий для всех газовых установок

принцип работы: быстрое нагревание малого количества воды в течение времени прохождения ее через аппарат. Принцип этот применяется двойным образом:

1. Вода нагревается от непосредственного соприкосновения с пламенем или с топочными газами, для какой-либо цели она падает сверху в виде мелкого дождя навстречу поднимающимся газам (способ противотоков). Такой способ нагрева носит название „открытого“.

Преимущество открытой системы нагрева воды, состоящему в лучшем использовании тепла, а стало-быть, и в дешевой эксплуатации, должен быть противопоставлен следующий весьма важный недостаток этой системы: вода, вследствие соприкосновения с топочными газами, воспринимает дурной запах их, а также и некоторые продукты горения. Это делает ее иногда непригодной для питья и неприятной для купанья. Поэтому печи такой системы употребляются только для воды с большим содержанием извести, где применение печей закрытой системы не может быть рекомендовано.

2. „Закрытая“ или замкнутая система (фиг. 46 и 47) в настоящее время наиболее распространенная. Она не имеет недостатков открытой системы и дает воду совершенно чистую, пригодную для какой угодно надобности. Так же, как и у газовой колонки, вода поступает снизу и, нагреваясь пламенем горелки и горячими газами, поднимается вверх в узком пространстве между обеими трубами, или же по медным змеевикам, установленным внутри аппарата, или по каким-либо иным полым сосудам с большей поверхностью нагрева. Горячая вода выходит сверху, но лишь тогда, когда кран для холодной воды и газовый кран открыты.

При расчете и конструировании хорошего газового нагревателя необходимо руководствоваться следующими основными правилами, выработанными в результате многолетних опытов и интенсивной работы специалистов в области всестороннего усовершенствования этих аппаратов:

1. Течение воды должно происходить только в одном направлении, — вода не должна, следовательно, менять своего движения, то вверх, то вниз, а все время двигаться вверх. Несоблюдение этого принципа ведет к образованию пузырьков воздуха и паров, в результате которых появляются толчки и происходит перегорание металлических частей.

2. Вода при своем движении не должна встречать местных сужений и сечений, препятствующих равномерности этого движения.

3. Имея в виду более высокое давление, а также и меньший объем поступающей холодной воды, отводная труба для горячей воды должна иметь большее сечение, чем питательная труба для холодной воды.

4. Пламя газовой горелки должно гореть совершенно свободно, не ударяясь о какие-нибудь предметы или сосуды, через которые проходит холодная вода, иначе на наружных стенках будут образовываться налеты сажи.



5. Точно также и топочные газы должны иметь возможность свободно и беспрепятственно подниматься вверх. Рациональная конструкция аппарата требует, чтобы медные пластины или другие нагревательные предметы и приспособления, отнимая тепло у газов, не мешали их свободной тяге. Высокая плавная форма печей, поэтому, предпочтительнее перед всякой иной сжатой и менеестройной формой.

6. Коэффициент полезного действия нагревательной печи должен быть по возможности, высоким,  $\eta = 0,70 - 0,75$ , при этом не должно быть дефектов в отношении тяги, осаждения сажи и т. п.

7. Печь во всякое время должна быть способна к работе — быстро нагревать небольшое количество воды.

8. Наблюдение и уход за печью должны быть легко доступны и понятны для всякого пользующегося ею, во избежание крайне опасных взрывов. Если нужно, то правила пуска ее в ход, в краткой, но достаточно четкой и ясной форме, должны быть напечатаны и вывешены тут же.

9. На случай возникновения опасности замерзания должна существовать возможность полного опораживания аппарата; то же должно иметь в виду и на случай ремонта, чистки и пр.

10. Газовый и водяной краны должны быть связаны между собою так, чтобы газ мог выходить и загораться лишь тогда, когда идет вода. Для осуществления этого условия существует очень много самых разнообразных конструкций.

11. Зажигательная (дежурная) горелка должна быть поставлена таким образом, чтобы при открывании газового крана ее пламя, вследствие разрежения не потухало.

12. На стенках печи при горении газового пламени образуется пот, он должен скопляться в медном (но не железном оцинкованном) желобке и по особой трубке отводиться в канализационную трубу (трубка изгибается, образуя сифон), но ни в коем случае не выпускается в ванну, где она могла бы осадить свою уксуснокислую соль.

13. Конструкция печи должна позволять полную разборку всех частей и принадлежностей ее для чистки и ремонта.

14. Те части печи, по которым проходит вода, должны быть изготовлены только из толстой листовой, внутри хорошо луженой меди. Только наружный кожух может быть сделан из цинка или оцинкованного железа.

15. Каждая нагревательная печь до пуска ее в ход должна быть так установлена, чтобы при полном открытии газового крана, огоньки не получились слишком большими, чтобы они имели яркий светло-желтый цвет, а не красноватый с острым концом, дающим всегда отложения сажи.

Форма горелок у разных аппаратов весьма различна. Чаще всего употребляются медные тянутые трубочки (прямаи, круглая, зигзагообразная, спиральная и т. п. формы) с очень тонкими отверстиями.

Газовые нагреватели строятся в виде стоячих печей в большинстве случаев с отдельным топочным устройством. Очень выгодны, по незначительности занимаемого пространства, стенные печи с наруж-



ным прямоугольным или круглым кожухом. Укрепляются они с помощью скоб, хомутов и т. п. или ставятся на кронштейны, или же подвешиваются к хорошо укрепленной газовой трубе.

Применение стенового нагревателя вызывает необходимость в отдельной печи для обогрева помещения ванной комнаты. Для этой печи должно быть выбрано соответствующее место. Ставится она обычно на небольшой высоте от пола.

По размерам своим и вместимости газовые печи так же, как и угольные колонки, конечно, должны соответствовать потребному количеству горячей воды. Существует большая разница между печью, дающей в минуту 6 л горячей воды, и печью для минутной производительности в 10 л.

Для определения сечений (диаметров) газопровода и трубы для отходящих газов можно пользоваться следующей таблицей.

Таблица 57. Сечения газопровода и труб для отвода отходящих газов у газовых нагревателей.

Часовой расход газа м <sup>3</sup>	Газопровод			Газоотводная труба	
	Диаметр		Сечение мм <sup>2</sup>	Сечение см <sup>2</sup>	Диаметр см
	дюймы	мм			
0,2	3/8	9,5	71	14	5
0,6	1/2	12,5	123	25	6
1,2	5/8	16,0	201	40	8
2,0	3/4	19,0	284	57	9
3,8	1	25,5	511	102	12
7,5	5/4	32,0	804	161	15
12,0	1 1/2	38,0	1134	227	17
27,0	2	51,0	2043	409	22

### Установка и применение медных колонок проф. Юнкера для ванн с душем.

#### Последовательность работ.

##### I. Установка.

1. Аппарат присоединить к газопроводу.
2. Аппарат присоединить к водопроводу.
3. Аппарат присоединить к вытяжной трубе.

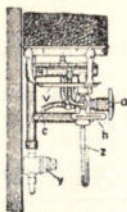
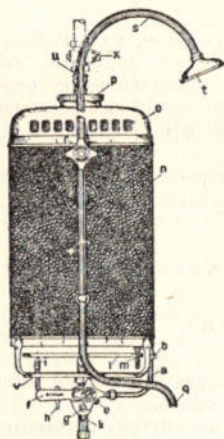
При этом следует иметь в виду:

Аппарат установить так, чтобы был свободный доступ к арматуре, в особенности, чтобы при печах с отоплением комнаты, рефлектор мог свободно отдавать теплоту в помещение.

С присоединением к газопроводу аппарат прикреплен к стене.

При слабом давлении воды у аппарата применить для соединения с водопроводом свинцовую трубу не менее 19 мм внутреннего диаметра и у печей типа V тогда осторожно расширить отверстие сужения *b*, водопроводного колена *a* — примерно на  $1/10$  мм.

№№ V 30 · W 32 · W 32 H · W 45 · W 65

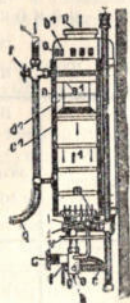
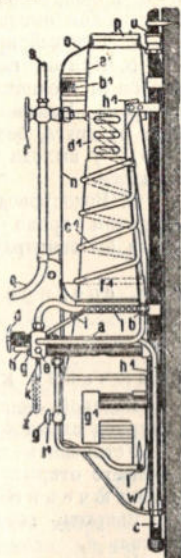


Фиг. 46.

а водопроводное колено  
 б сужение  
 в соединение с водопроводом  
 д водяной вентиль  
 е винт опоружения  
 ф газовый кран  
 г дроссельн. газ. винт  
 h кран дежурн. рожка  
 и дежурные пламя  
 к патрубок для измерителя  
 давления газа  
 l горелка  
 м патрубок конденс. воды  
 аппарата „V 30“  
 n наружный кожух  
 о крышка  
 р патрубок отх. газов  
 q выход воды в ванну  
 г переводный кран  
 s труба душа  
 t душ  
 u соединение с газопроводом  
 v отражатель тепла  
 w рефlector у „W 32 H“  
 x кран газопровода  
 y кран водопровода  
 z измеритель давления газа

Фиг. 48.

а<sup>1</sup> колпак отходных газов.  
 б<sup>1</sup> перерыв тяги  
 с<sup>1</sup> водяная коробка у „V 30“  
 змевик у печей „W“  
 д<sup>1</sup> пластинки для увлечения  
 плоскости нагрева  
 е<sup>1</sup> крышка пластинок  
 ф<sup>1</sup> камера сгорания  
 г<sup>1</sup> ящик топки у „W 32 H“  
 h<sup>1</sup> труба отх. газ. у „W 32 H“  
 и<sup>1</sup> газовый кран у „W 32 H“



Фиг. 47.

Отходящие газы отводить в дымовую трубу через трубу из оцинкованного листового железа без сужений или крутых колен в постоянно восходящем направлении. При печах V конденсационную воду отводить подходящим порядком в то время, как у печей W и WH этого не требуется.

Выход нагретой воды не должен быть сужен или закрыт.

## II. Первоначальный пуск в ход:

1. Водопроводный кран *y* и водной вентиль *d* аппарата открыть, так чтобы вода вытекала из отвода *q*. Отвод *q* не сужать.
2. Газопроводный кран *x* открыть.

3. Кран дежурного рожка *h* открыть, дежурное пламя *l* зажечь и с помощью винта у рожка установить так, чтобы пламя горело не слишком высоко, но хорошо зажигало горелку.

4. Газовый кран *f* у аппарата открыть.

5. Приток газа установить дроссельным винтом, находящимся под запорным колпаком *g*. (При наивысшем газовом давлении, обычно вечером). Пламя должно гореть светло, ясно и язычки резко отделены друг от друга, без краснотемных языков. Также не должна показываться копоть у выхода отходящих газов вверху печи и не должен ощущаться запах ее.

6. Водопроводный кран *y* надо так установить, чтобы при совсем открытом кране *f* и водяном вентиле *d* аппарата вытекающая вода имела бы температуру не менее 25° Ц.

Все соединения должны быть проверены на плотность.

### Способ применения.

Включение колонки:

Водяной вентиль *d* открыть, кран дежурного рожка *h* открыть, дежурное пламя *l* зажечь и газовый кран *f* открыть.

Установить температуру вытекающей воды путем большего или меньшего открытия водяного вентиля *d* аппарата.

Выключение колонки:

Закрывать газовый кран *f*, кран дежурного рожка *h* и водяной вентиль *d*.

На случай возможного мороза спускать воду при помощи винта для опорожнения *e*!

Таблица 58. Расход газа, производительность и размеры.

№№ заказов	Производительность		Расход газа при теплопроизводительности			
	литр. воды с 10 до 35°Ц	тепл. единиц в мин. кал.	в 3 600 кал. в м <sup>3</sup>		в 4 500 кал. в м <sup>3</sup>	
			литр. газа в мин.	соотв. давл. в мм вод. ст.	литр. газа в мин.	соотв. давл. в мм вод. ст.
У 30	12	300	98	30	79	20
	15	370	121	45	97	30
W 32	13	320	98	30	79	20
	16	390	120	45	96	30
W 45	18	450	139	30	111	20
	22	550	169	45	136	30
W 65	26	650	200	30	160	20
	32	800	247	45	199	30



Таблица 59.

№№ заказов.	Газовое соединение, смотря по длине провода диам.	Ø водопроводн. трубы в мм	Количество рожков	Ø газоотводи. трубы в мм
V 30	$1\frac{1}{4}-1\frac{1}{2}$	13	90	110
W 32	$1\frac{1}{4}-1\frac{1}{2}$	13	30	110
W 45	$1\frac{1}{4}-1\frac{3}{4}$	13	50	130
W 65	$1\frac{1}{2}-2$	20	80	150

Для мест с высокой производительностью газа.  
(4 500 кал. в м<sup>3</sup>).

Аппараты проф. Юнкера нормально доставляются с горелками для низкой теплопроизводительности в 3 600 кал. в м<sup>3</sup>, однако, они могут быть применяемы и для газа с более высокой теплопроизводительностью. Необходимо тогда при помощи газового дроссельного винта урегулировать приток газа на указанное для 4 500 кал. количество для газа высокой производительности. Эти уменьшенные количества соответствуют тогда давлению 20—30 мм вод. ст. Если же установка не удастся, то необходимо вставить специальную горелку.

### Дефекты газовых нагревателей.

1. Недостаточный нагрев воды может иметь место по следующим причинам: а) печь по своей вместимости слишком мала для требуемой производительности; б) трубы, подводящие газ к горелкам, имеют слишком малое сечение; в) давление газа недостаточно, газомер слишком слаб и т. д.; г) печь покрыта копотью и сажой (обязательна хорошая чистка); кроме сажи, на газовой печи осаждаются также черноватая масса, похожая на золу; это углекислый аммоний, выделяющийся при горении газа с остатком аммиака; д) от жесткой воды получается внутри печи накипь, играющая роль изолирующего слоя. Эту накипь следует удалить весьма осторожно; е) продукты горения отводятся слабо.

2. Медная коробка нагревателя может перегореть в случае прекращения притока воды во время горения; выключение домовых или уличных водопроводных труб, сильное падение давления воды в верхних этажах высоких домов, в особенности летом, при нехватке воды. Предотвратить такое явление можно, включив автоматический предохранительный клапан (системы проф. Юнкера). Благодаря этому клапану, открытие газового крана связывается только с давлением в водопроводной трубе. Как только приток воды остановился, клапан то же закрывает газ. Надо отметить, что при ныне строящейся арматуре для газовых нагревателей, водяной и газовый краны связаны всегда предохранительными приспособлениями с принудительным действием, это так называемые „готовые автоматы“, так что такие явления, как перегорание коробки, в случае прекращения

притока воды заранее исключаются, если, разумеется и краны и предохранительные приспособления находятся в исправности.

3. Зеленоватый цвет воды у газовых печей, также, как у угольных колонок, является следствием той же углекислой окиси меди. Аппарат в таких случаях необходимо заново вылудить. У газовых печей еще приходится иметь дело с потением стенок. Скопляющаяся от потения вода всегда содержит углекислую окись меди, но ни в коем случае не следует отводить в ванну, как это приходится иной раз наблюдать у плохо смонтированных установок.

4. Сильное потение и обильное накопление воды могут иметь место при плохой тяге у печи (слишком узкое сечение дымовой трубы, труба слишком далеко входит в дымоход) или в тех случаях, когда труба на некоторой части своей длины проходит в горизонтальном направлении через какие-нибудь холодные коридоры или пристройки.

5. Неприятный и крайне вредный запах газа в помещении ванной, иногда весьма слабый сладковатый запах окиси углерода, запах канализационных газов, идущий из канализационной сети, — все это является следствием неплотностей у трубопроводов; необходимо проверить все соединения и восстановить их полную герметичность. В отношении отводной трубы для сточной воды надо проверить сифон, не пропускает ли он, имеется ли в нем вода. Гидравлический затвор, всегда исправно работающий, необходим всюду, не исключая и трубы для отвода воды, образовавшейся от потения. Появление дурного запаха возможно и в том случае, когда дымовая труба, в виду отсутствия внутреннего дымохода, выведена в вытяжную (вентиляционную) трубу уборной.

6. Взрывы газа возможны только в тех случаях, когда газопровод, печь или краны пропускают, когда пламя горелки от сквозняка или по другой причине потухло, газовый кран остается открытым и газ затем вновь загорается. Предотвратить такую опасность может правильная конструкция печи, умелое обслуживание и известная осторожность.

## § 53. Монтаж.

Дадим наиболее важные указания, относящиеся к монтажу, которые необходимо знать каждому монтеру.

1. При выполнении работ по прокладке трубопроводов должно в общем соблюдаться такая же последовательность, как при составлении эскизного плана, сперва ввод от уличной магистрали, затем главная дворовая труба, стояки, наконец, ответвления к расходным кранам<sup>1)</sup>.

1) В тех случаях, когда газо- и водопроводные трубы должны быть расположены у одной и той же стены одна над другой близко к потолку, например, в подвальных помещениях, коридорах и т. д. трубы для газа кладут выше, а для воды ниже. Делается это так по двум причинам: 1) вследствие потения водопроводных труб, газовые трубы необходимо предохранять от сырости, во избежание ржавления и 2) водопроводные трубы всегда ставятся с большим уклоном в сторону стояка или главной питающей трубы.



2. Разметку труб для получения требуемых длин следует производить самым точным образом. Надо иметь в виду наиболее рациональное использование концов, по возможности целиком, во избежание чрезмерных потерь. Резка труб производится труборезом (следить за хорошей смазкой).

3. Открытые отверстия труб и соединительных частей надлежит плотно затыкать временными пробками, чтобы предохранить отдельные трубы, а вместе с тем и всю сеть, от проникновения грязи и пыли.

4. Перед установкой труб или завинчиванием фасонных частей необходимо проверять их исправность, гладкость внутренней поверхности, непроницаемость и пр. Нужен внимательный наружный и сквозной осмотр труб; рекомендуется проба всасыванием воздуха, путем прикладывания одного из отверстий фасонной части ко рту, при одно-временном зажимании остальных отверстий. Запаивание оловом в пропускающих местах, подчеканивание, замазывание, окраска асфальтовым лаком и т. п. не должны допускаться. Части, оказавшиеся неисправными, следует совершенно удалить и заменять их вполне годными.

5. При нарезании клупном надо следить за тем, чтобы нарезка была ровная и достаточно глубокая и шла от середины трубы к краю с легким, еле заметным конусом. Нарезаемую часть трубы обязательно хорошо смазывать, образующиеся заусенцы спливать. Длина нарезаемой части (или глубина винчивания) находится в зависимости от диаметра трубы. Наиболее ходовые нормы даны в следующей таблице.

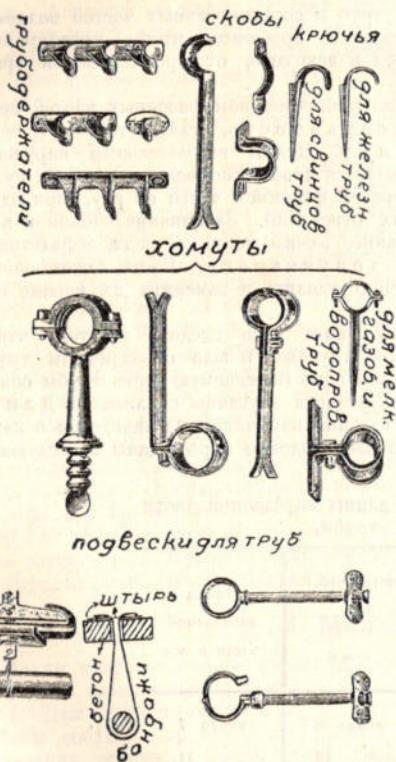
Таблица 60 длины нарезаемой части трубы.

Внутренний диаметр трубы		Длина нарезаемой части в м.м.
Английские дюймы	в м.м.	
$\frac{1}{4}$	около 6	около 7
$\frac{3}{8}$	" 10	" 8
$\frac{1}{2}$	" 13	" 11
$\frac{3}{4}$	" 20	" 14
1	" 25	" 14
$1\frac{1}{4}$	" 32	" 16
$1\frac{1}{2}$	" 40	" 19
2	" 50	" 21

6. Плотность резьбы проще и надежнее всего достигается при помощи пеньковой нити. В самом начале нарезанной части спереди, в резьбу кладут несколько гладких нитей обертывая ими трубу в направлении резьбы до самого конца последней. Чтобы навинчивание



шло, легче, нити смазывают маслом или салом. И теперь еще иногда встречаются случаи употребления суриковой или свинцовой мастики, последнюю часто кладут еще и снаружи толстым слоем, — от такой замазки необходимо совершенно отказаться. Обе эти мастики ядовиты и неосторожность при работе (например, недостаточно тщательное мытье рук перед едой), связанная с известными опасностями для здоровья. Если нельзя уже обойтись совершенно без замазки, то лучше всего брать для этой цели графит или мел и основательно растереть, прибавив некоторое количество лака. Не следует употреблять никаких кислотных замазок (синюю лакмусову бумагу красят в красный цвет); правда, такие замазки, вследствие ржавления, дают довольно хорошую герметичность соединений, зато разборка труб связана с очень большими трудностями. Свинчивание сперва производится голой рукой, и лишь последние, примерно, шесть витков требуют затягивания ключом. Торчащие концы нитей отжигаются, чтобы не портить внешнего вида.



Фиг. 48.

Для этой цели ставят в различных местах фланцевые соединения или соединительные гайки, железные или бронзовые, или же сгонные муфты с хорошо затянутой контргайкой.

7. В различных местах водопроводной сети предусматривается несколько легко разъемных соединений. Они нужны не только в тех особых случаях, когда трубы и их соединения расположены в мало доступных, — надо вообще иметь заранее в виду возможность разборки труб в будущем без особых затруд-

8. Колена или отступы сравнительно небольшой кривизны можно получить, изгибая слегка самые трубки, зажатые в тисках. Трубы мелких диаметров (до  $\frac{1}{2}$  дюйма) допускают такой изгиб в холодном состоянии, более толстые трубы изгибаются в горячую (держать так чтобы шов находился сбоку). Оцинкованные трубы, разумеется, нежелательно подвергать накаливанию; для них лучше применять специальные колена или готовые отступы требуемой кривизны. При сгибании надо следить за тем, чтобы от сжатия стенок не получить чрезмерно узких сечений.

9. Укрепление труб производится с помощью скоб, крючьев (при малых диаметрах) или хомутов (для труб крупных сечений) (фиг. 48). Для вбивания крючьев (костылей) в массивные каменные или бетонные стены необходимо иметь в соответствующих местах деревянные пробки, заделываемые гипсом или цементом. У стояков целесообразно вбивать крючья попеременно, один с правой, другой с левой стороны. У свинцовых труб полезно класть в месте обгания крючком трубы полукруглую гильзу из листового железа. Хомуты бывают железные или чугунные, самых разнообразных конструкций; для труб больших сечений (стояков) ставятся чугунные хомуты. Конец хомута для удобства закрепления делается нарезным или раздвоенным (разрезается на некоторый части длины пополам, затем края отгибаются). Заделывают его в каменную или бетонную стену, заливая отверстие гипсом или цементом; хорошо применять при этом небольшие деревянные клинья.

В подвалах, складочных и т. п. помещениях, где трубы прокладываются так, что они должны отстоять от потолка на довольно значительном расстоянии, применяются особые бандажи, очень простые по конструкции. Берут полосовое железо надлежащих размеров и снизу отгибают им трубу. Если потолок деревянный, то бандаж обоими краями привинчивается к нему; в случае же каменного или железобетонного перекрытия, бандажи пропускаются насквозь и оба отогнутых конца через проделанные в них отверстия закрепляются наверху толстой проволокой.

Когда вся водопроводная сеть уложена, затыкают пробками открытые концы труб во всех местах, где впоследствии будут присоединены водоразборные краны, колонки для ванн и проч. и вся установка целиком ставится в каком-нибудь месте (лучше наиболее низком) под пробное давление: с помощью гидравлического насоса вся сеть заполняется водой, нагнетаемой до давления, обычно вдвое большего, чем нормальное рабочее давление в сети.

У свинцовых труб можно часто наблюдать, что попадающие во внутрь труб при пайке капли олова загоняются давлением воды в отверстия водоразборных и других кранов. Это ведет, конечно, к остановкам в работе. В таких случаях воду совершенно останавливают, краны отвинчивают и капли олова удаляют; при этом трубы необходимо несколько раз основательно продувать.



## § 54. Образцы платежной ведомости, описи работ и табеля при водопроводно-канализационных работах в домах.

Акц. О-во

Форма № 1.  
стр. 1.

Касс. ордер № .....

### СВОДНАЯ платежная ведомость № ..... 2 ..... на выдачу зарплаты

По работам ..... № 4 ул. Усачева

Жилищн. Стр. Коопер.

за время с ..... 1 Сентября ..... по ..... 15 Сентября ..... 192 7 г.

Причисляется Р. .... 89 ..... к. .... 70

Удержания: за ..... Р. .... к. ....

" ..... Р. .... к. ....

" ..... Р. .... к. ....

К выдаче Р. .... 89 ..... к. .... 70

Руб. ....

Уплачено Р. .... к. ....

Осталось не выплаченным Р. .... к. ....

Прераб. .... Ст. счетовод .....

## Справка по начислениям на зарплату:

1) Отчисления в соцстрах с Руб. .... % Руб. ....

2) Отчисления по колдоговору:

а) На содерж. месткома ..... % Руб. ....

б) " культ.-просв. цели ..... % Руб. ....

в) " профтехнич. образ ..... % Руб. ....

г) ..... Руб. ....

Руб. ....

Всего Руб. ....

Бухгалтер .....



Стр. 2.

№№ по порядку	№№ расчетов книжек	Фамилия, имя, отчество	Специальность	Разряд	№№ нарядов и обмеров	Количество дней	Заработок в день	Причисляется заработка			Прочие выдачи		Всего причисляется	Удерживается		Подлежащие к уплате	Расписка и получение	
								По тарифу	Прямой	Итого	За инстр.	За поощ. общек.						
1		Гречес, И. Я.	Слесарь	8		6 1/2	2.71	17	61	12	35	29	94			29	94	
2		Постоев, Г. И.	Подр.	5		8	1.88	15	44	10	81	26	26			26	26	
3		Лукин, С.	"	5		6	1.93	11	58	8	11	19	69			19	69	
4		Ульянов, Г. Ф.	Слесарь	8		3	2.71	8	13	5	69	13	82			13	82	
								52	76	36	94	89	70			89	70	

Счетовод Е. А. Трофимова.

Стр. 3.

Распределение зарплат по заказам иomenclатуре.

Раб. №	Раб. №			Раб. №			Итого
	По основному производ.	По врем. постр. и проч.	По исп. лес, оруж. лес, забор.	По основному производ.	По врем. постр. и проч.	По исп. лес, оруж. лес, забор.	
Литер В/2							

Бухгалтер

Акц. 0-во.....

К таблицю №.....

Форма № 2

## Опись произведенных работ

Водопр. каналы. по раб. № 4 адрес ул. Усачева, д. 64

учреждение Жилищно-стр. коопер. за 1-ю пол. Сентября мес. 1927 г.

№№ по пор.	§§ урочн. норм	Наименование работ	Колпчество	За единицу времени	Сумма нар. часов	Примечание
1	§ 2	Проложено труб чуг. в земле $d = 4''$ . . . . . п. м.	15,50	0,61	9,45	
2	§ 3	Проложено труб по стеновая $4''$ . . . . . п. м.	7,40	0,73	5,40	
3	5	Установлено отводов канализацион. $4''$ . . . . .	4	0,82	3,28	
4	9	Установлено тройн. $4'' \times 4''$ . . . . .	5	1,47	7,35	
5	9	" " $4'' \times 2''$ . . . . .	7	1,28	8,96	
6	по сообр.	" ревизий $4''$ собран.	1	0,82	0,82	
7	§ 76	Проложено труб гончарных с заделкой гидронам . . . . .	24,00	1,43	34,32	
8		Разобрано Kloзетных бачков, очищены и окрашены с кронштейнами, собрана штупера, на резиновые прокладки подилены коромысла и установлена внутренняя арматура бачков . . . . .	49	1,50	73,50	
9	102 а	Подноска бачков из кладовой. Постройки в мастерскую для сборки и окраски . . . . пуд.	49	0,16	7,84	
10	102 а	То же обратная относка в кладовую . . . . . пуд.	49	0,16	7,84	
					158,76	
						или парных дней . . . . . 19,84
						табельных дней нар. . . . . 11,75
						норма выработки . . . . . 1,70

Шеф-монтер А. Ф. Крутков.

Форма № 3.

Платежная ведомость №.....

Акц. О-во.....

ТАБЕЛЬ № 55

Работа № 4

АДРЕС

Уч. Усичева

Учреждение

Жилищно-стр. коопер.

за 1-ю пол. Сентября мес. 1927 года с 1 Сентября мес. по 15 Сентября мес. 1927 года

% приработка 70

МОНТЕР:

И. В. Кузин

№ по порядку	Фамилия, имя и отчество	Занимаемая должность	Разряд	Итого раб. дней															Зараб. по тарифу	При- работок		К выдаче				
				Сдельн.																Руб. К.	Руб. К.		Руб. К.			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						Аккор.	Полн.	
1	Грачев, И. Я.	Слесарь	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	61	12	33	29	94
2	Постоев, Г. Д.	Повр.	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	44	10	81	26	25
3	Лурин, С.	"	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	58	8	11	19	69
4	Ульянов, П. Б.	Слесарь	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	13	5	69	13	82
																							89 70			



## § 55. Правила устройства домовых водопроводов в СССР.

Технические кондиции на проектирование и устройство водопроводных сооружений в отдельных владениях.

### I. Планы и чертежи.

1. Проект водопроводных сооружений, предполагаемых к устройству в отдельном владении, представляется домоуправлением в Управление Водопровода в трех экземплярах, один на прозрачном колленкоре и две светокопии с него<sup>1)</sup>, сложенные в формате 8—13 д. Все планы и чертежи должны быть исполнены согласно образцам, имеющих в отделе домовых водопроводов, находящемся в доме №..... по улице ..... и подписаны домоуправлением.

2. Каждый проект должен состоять из следующих планов и чертежей:

а) подробный план владения со всеми постройками, подземными сооружениями и с нанесением схемы проектируемых труб в масштабе 5 саж. в 1", с указанием диаметра и глубины заложения;

б) детальные планы всех этажей зданий в масштабе 1 саж. в 1/2", с нанесением на них водопроводных труб и указанием всех запорных и разборных вентиляей и кранов. Планы подвального и первого этажей должны быть обязательно представлены; планы прочих этажей представляются лишь в тех случаях, когда трубы и краны расположены неодинаково с первым этажом;

в) схема распределения всех водопроводных труб в каждом здании с указанием расположения вентиляей, кранов и баков (где таковые предполагаются).

### II. Проектирование сети.

3. От водомера должна идти одна общая труба, и на ней, сейчас же за водомером, не далее 0,5 саж., должен быть поставлен запорный вентиль; все разветвления могут быть лишь за вентиляем.

4. Глубина заложения водопроводных труб в земле должна быть не менее 1 саж. Трубы должны укладываться таким образом, чтобы в вертикальной плоскости не было перегибов, допускающих образование воздушных мешков.

5. Каждый ввод в здание должен иметь запорный вентиль для возможности выделения здания из общей системы. Каждый вертикальный стояк должен иметь у основания запорный вентиль.

6. Расположения труб и вентиляей на них должно быть таково, чтобы возможно было выделить каждую квартиру из общей системы, не лишая воды остальные квартиры.

7. Весь трубопровод внутри каждого здания должен проектироваться и устраиваться так, чтобы возможно было спускать воду из всего трубопровода в каждой квартире в отдельности, т.-е. не должен иметь

<sup>1)</sup> В связи с недостатком плотняной кальки делаются отступления.

сифонов и застоев, при чем сейчас же за вентилем, находящимся на вводе в квартиру, должна быть поставлена на тройнике медная пробка или кран для спуска воды.

**Примечание.** В исключительных случаях, когда это представляет большие затруднения, Управлением Водопровода могут быть допущены отступления от этого правила.

### III. Материалы.

8. В земле могут быть укладываемы лишь чугунные раструбные трубы, отвечающие нормальным техническим условиям на изготовление и приемку чугунных водопроводных труб. Раструб чугунной трубы должен быть выделен выше пола здания, в которое вводится вода.

9. Внутри здания все трубы должны быть железные, оцинкованные с такими же соединениями или соединениями из ковкого железа.

10. Все запорные и разборные краны внутри зданий должны быть вентиляного типа или типа задвижек „Лудло“, за исключением тех мест, где вода поступает через баки; в таких местах краны могут быть поставлены пробочные.

### IV. Испытание.

11. Весь трубопровод, находящийся в земле, должен быть опробован гидравлическим давлением на 10 ат, в присутствии агента Управления Водопровода.

### V. Система домового водопровода с баками.

Там, где водопровод проектируется с баками, должны быть соблюдены следующие условия:

12. Труба, подающая воду в баки, должна быть на всем своем протяжении от водомера до баков холостой за исключением соединения, указанного в § 14.

13. Баки должны быть снабжены:

а) переливами на случай переполнения баков; диаметр переливной трубы должен быть не менее двойного диаметра трубы, подающей воду в бак;

б) спускной трубой для спуска воды из баков и грязи со дна баков; эта труба может быть присоединена к переливной трубе;

в) сигнальной трубой, оканчивающейся над раковиной населенной квартиры.

14. Должно быть устроено соединение подающей в бак трубы с разводящей из бака так, чтобы возможно было выключить бак и пустить воду в разводящую сеть непосредственно под городским напором. Это соединение должно быть сделано в подвале или в нижнем этаже.

15. Под баками должен быть устроен металлический поддон с приподнятыми краями и тралом, для спуска накапливающейся воды.



16. Баки должны находиться в помещениях, вполне гарантирующих воду в баках и трубах от замерзания.

17. Баки должны быть ограждены от загрязнения и попадания в них посторонних предметов.

18. Баки должны быть металлические, окрашенные внутри суриком.

## § 56. Условия присоединения домовых водопроводных ответвлений к городскому водопроводу.

### А. Присоединение домовладения к городской водопроводной сети.

1. Каждое домовладение, желающее пользоваться водой из городского водопровода, подает об этом соответствующее заявление в Управление Водопровода и в случае получения удовлетворительного ответа, обязано представить на утверждение проект устройства водопровода во владении, согласно технических кондиций на сей предмет.

2. По окончании работ по устройству как внутренней, так и дворовой сети домоуправление извещает об этом Управление Водопровода, агентами которого в назначенный день производится осмотр произведенных работ и испытание всех водопроводных труб, уложенных в земле, гидравлическим давлением, при чем все приспособления и опрессовки делаются средствами домоуправления.

3. Все работы по устройству дополнительного водопровода во владениях, в которых водопровод уже существует, т.-е. устройство водопровода во вновь выстроенных корпусах или в таких, в которых почему-либо водопровод не был устроен, производится тем же порядком, как указано в §§ 1 и 2.

### Б. Уход за водопроводной сетью владения.

1. Всем домоуправлениям владений, имеющим водопровод, вменяется в обязанность содержать как сеть, так и всю относящуюся к ней арматуру (разборные краны над приборами, шаровые краны в бачках, вентили и задвижки) в исправном виде. Следить и обращать внимание на кловетные бачки, и если замечается, что вода все время идет непрерывной струей, через кловетную чашу, запереть вентилем приток воды в бачок и немедленно произвести ремонт арматуры в бачке. Следить за всеми разборными кранами над раковинами, умывальниками, ваннами, мойками и проч., как только кран начинает пропускать воду, сейчас же сменить в кране кожу, а не стараться силой завернуть кран, так как от такого зажимания кран приходит в полную негодность и, вместо простой смены кожи, потребует замены его новым краном. Следить за температурой тех помещений, в которых проходят трубы, не допуская в них падения температуры ниже  $0^{\circ}$ , если трубы не изолированы против замерзания в них воды.



2. Управление Водопровода с целью контроля за пользованием и содержанием в исправности водопровода внутри владения имеет право производить осмотр всех водопроводных сооружений в домовладениях и домоуправления обязаны допускать агентов Управления Водопровода к осмотру и оказывать им всякое содействие. Осмотр может производиться ежедневно с 9 часов утра до 8 часов вечера, кроме воскресных и праздничных дней, а в экстренных случаях и при поврежденных — во всякое время днем и ночью.

### Противопожарные устройства в домах.

Пожарный водопровод — обязательный предмет оборудования всякого рода общественных и публичных зданий — театров, заводов, фабрик, крупных магазинов и т. п. Назначение трубопроводов в этих случаях специальное только для противопожарных целей, ни для каких других надобностей они не должны использоваться. Диаметр берется 1—2", иногда и больше. В надлежащих местах пожарных трубопроводов (например, в коридорах, на чердаке и т. д.) должны иметься отrostки (с вентилем) для соединения с рукавами; эти соединения почти всегда делаются заранее, так что рукава во всякое время готовы к работе. Они либо наматываются и вешаются в открытом виде на стену, либо закрываются в особый шкафчик со стеклянной дверцей, обычно plombируемой, во избежание порчи рукавов от неумелого обращения или чьего-либо озорства.

В тех домах, где водопроводный стояк, питающий умывальники, кухонные мойки и пр. имеет не слишком малый диаметр (1"), его также можно использовать для непосредственного присоединения пожарного рукава. При этом необходимо иметь в виду, что соответствующее водопроводное ответвление, а также и отrostок с рукавом должны быть во всякое время легко доступны и готовы к работе. Место расположения отrostка с клапаном должно давать возможность свободного маневрирования, в случае возникновения пожара.

В обыкновенных домах тот или иной разборный кран также может быть использован для присоединения к нему пожарного рукава. Особые автоматические действующие противопожарные устройства (спринклера) нужны в зданиях, особенно опасных в пожарном отношении, напр., прядильные и ткацкие фабрики, театры, магазины, склады и пр. Состоят они в следующем: под самым потолком прокладывается сеть железных оцинкованных труб с расстоянием в несколько метров между отдельными трубами. На трубах, с промежутками также в несколько метров, ставятся тройники, в которые ввинчиваются приборы чрезвычайно остроумной конструкции, носящие название „спринклеров“.

Каждый из этих приборов состоит из бронзового корпуса и клапана (стеклянный шарик) удерживаемого в закрытом положении при помощи припаянных медных полостей. Как только температура в данном месте достигает 70° Ц и продолжает возрастать дальше, мягкий припой быстро расплавляется, клапан открывается и спринклер начинает работать.

Понятно, что вся эта сеть должна постоянно находиться под водой при достаточно высоком давлении (особый напорный бак или соединение с водопроводом высокого давления). Каждый аппарат обслуживает площадь, примерно в 8—10 м<sup>2</sup> пола (см. правила устройства спринклеров).

Кроме описанных устройств, здания такого рода снабжаются еще особыми сигнализационными приспособлениями (напр. ртутным термометром с электрическим контактом, вступающим в действие при определенной температуре). Кроме ручных и механических насосов, противопожарное оборудование должно включать также гидранты с диаметром прохода 50—80 мм. Гидранты бывают подземные, в специальных колодцах, или надземные, в виде водоразборных колонок, или, наконец, стенные.

## Глава XVIII. Водомеры.

Только то городское хозяйство можно считать правильно поставленным, которое производит платный и бесплатный отпуск воды исключительно по водомерам. Водомеры бывают: крыльчатые, дисковые и поршневые.

### § 57. Системы и размеры водомеров.

а) Крыльчатые или скоростные водомеры бывают сухие и мокрые, т.е. счетный механизм или вне воды или залит водой. Более распространены сухиходы. Водомер считается удовлетворительным, если он показывает с точностью  $\pm 2\%$ .

б) Дисковые водомеры более точны в показаниях, как это видно из сравнения приведенных ниже таблиц; родиной их считают Америку, где они очень распространены, но они почти вдвое дороже крыльчатых, а потому у нас редки.

в) Поршневые водомеры самые точные, но они очень тяжелы, дороги и в случае порчи закроют воду, пока не будут смонтированы, кроме того хорошо работают только при совершенно чистой воде. В последние годы они почти не ставятся вновь, а установленные дорабатывают свой срок.

Из нижеследующих 3 таблиц, две относятся к крыльчатым водомерам и указывают одна—размеры, другая—чувствительность водомеров, третья указывает чувствительность дисковых водомеров.

Таблица 61.

Размеры крыльчатых водомеров.

	Часовая пропускная способность м <sup>3</sup>										
	2	3	5	7	10	20	30	50	100	200	400
Диаметр соедин. патрубков . . . . .	20	20	20	25	30	40	50	70	100	150	200
Диаметр отверстий или фланцев . . . . .	1"	1"	1"	5/4"	1 1/2"	2"	160	185	230	920	350
Строит. дл. с ялов. ящиком . . . . .	220	220	220	260	260	300	500	650	800	1000	1200

Таблица 62.

Наименьшая пропускная способность крыльчатых водомеров.

	Часовая пропускная способность в м <sup>3</sup>					
	2	3	5	7	10	20
Наименьшая пропускная способность в час в м <sup>3</sup> , при которой: водомер еще показывает с $\pm 2\%$ погрешности . . . . .	0,060	0,075	0,110	0,150	0,300	0,400
водомер еще показывает . . . . .	0,025	0,030	0,035	0,045	0,065	0,120

Продолжение табл. 62.

	Часовая пропускная способность в м <sup>3</sup>				
	30	50	100	200	400
Наименьшая пропускная способность в час в м <sup>3</sup> , при которой: водомер еще показывает с $\pm 2\%$ погрешности . . . . .	0,700	1,100	2,000	3,000	4,000
водомер еще показывает . . . . .	0,200	0,600	0,800	1,200	2,000

Таблица 63.

Наименьшая пропускная способность дисковых водомеров.

	Часовая пропускная способность в м <sup>3</sup>				
	2	3	5	7	10
Наименьшая пропускная способность в час в м <sup>3</sup> при которой: водомер показывает с $\pm 2\%$ погрешности . . . . .	0,020	0,020	0,025	0,030	0,030
водомер еще показывает . . . . .	0,002	0,002	0,003	0,003	0,005
	0,004	0,004	0,005	0,007	0,007

Продолжение табл. 63.

	Часовая пропускная способность в м <sup>3</sup>				
	20	30	50	100	200
Наименьшая пропускная способность в час в м <sup>3</sup> при которой: водомер показывает с $\pm 2\%$ погрешности . . . . .	0,035	0,075	0,15	9,3	0,5
водомер еще показывает . . . . .	0,000	—	—	—	—
	0,008	—	—	—	—



Таблица 64.

Предельная пропускная способность водомеров Вольтмана  
(Сименса и Гальске).

	Диаметр водомера мм				
	50	70	80	100	150
Производительность водомера в час в м <sup>3</sup> при 10 м потери напора . . . . .	100	200	300	500	1200
Производительность в час в м <sup>3</sup> , при которой водомер еще показывает с $\pm 2\%$ погрешности . . . . .	1,0	2,0	2,2	2,5	6,0

*Продолжение табл. 64.*

	Диаметр водомера мм				
	200	300	400	500	750
Производительность водомера в час в м <sup>3</sup> , при 10 м потери напора . . . . .	2000	4500	8500	12500	28000
Производительность в час в м <sup>3</sup> , при которой водомер еще показывает с $\pm 2\%$ погрешности . . . . .	20,0	30,0	45,0	60,0	125,0

Таблица 65.

Калибры и пропускная способность водомеров Вольтмана

	Часовая пропускная способность водомера м <sup>3</sup>					
	2	3	5	7	10	20
Секундная производительность в м <sup>3</sup> . . . . .	0,000555	0,000833	0,00139	0,00199	0,00278	0,00555
Диаметр водомера в мм . . . . .	20	20	20	25	25	40

*Продолжение табл. 65.*

	Часовая пропускная способность водомера м <sup>3</sup>				
	30	50	100	200	400
Секундная производительность в м <sup>3</sup> . . . . .	0,00833	0,01388	0,02788	0,05555	0,1111
Диаметр водомера в мм . . . . .	50	70	100	150	200

2) Водомеры Вольтмана. (Фиг. 49). Вышеприведенные две таблицы относятся к водомерам Вальтмана которые ставятся на сети или на насосных станциях для контроля над расходом воды в районах и над состоянием сети. Незначительная потеря напора в них позволяет применить водомер меньшего диаметра, чем трубопровод, на котором он поставлен.

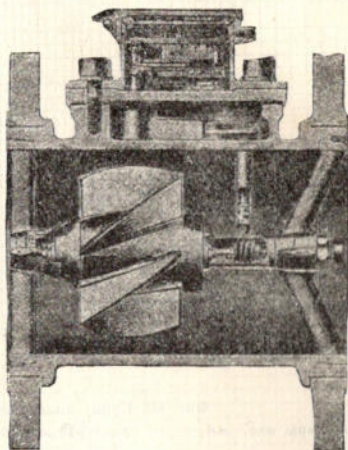
### § 88. Выбор калибра скоростного водомера по допускаемой потере напора в сети с помощью диаграмм.

При выборе калибра скоростного водомера приходится считаться с потерей напора в нем, так как может случиться, что, благодаря неправильному выбору, верхние этажи домов не получают достаточно воды или она поступает с перерывами. Точно также важно знать потерю напора в сетевых Вальтмановских водомерах, обслуживающих отдельные магистрали с целью обеспечить правильным подбором калибра необходимое количество воды, поступающей на пожар. Ниже приведены три диаграммы (см. „Водомеры“ инж. С. А. Коровой, типы, характеристики и выбор металла) (фиг. 50, 51, 52).

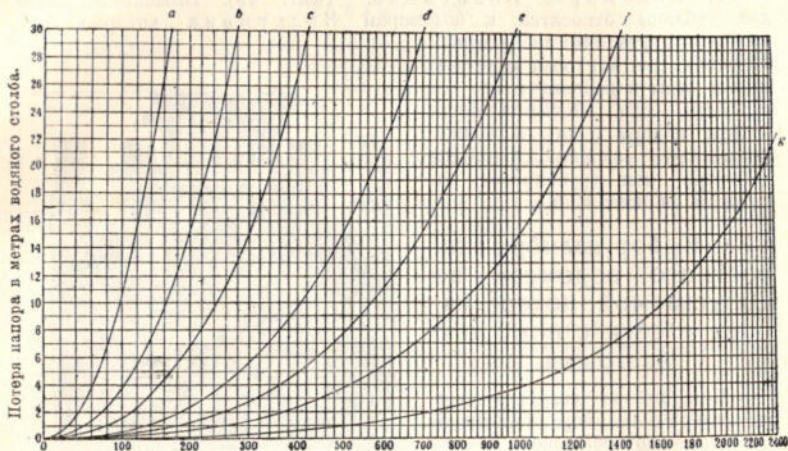
Диаграммы построены однообразно и пользование ими просто: 1-я диаграмма— для домовых водомеров системы Сименса и Гальске, калибра от 7 до 40 мм, для потерь напора от 0 до 30 м, 2-я— для Вальтмановских водомеров, от 150 до 100 м и 3-я— тоже для Вальтмановских, от 150 до 500 м.

Пример. Дом в 132 квартиры, с населением в 1.000 человек, расходующих 8.000 ведер в 16 часов. В час, в средний расход  $\frac{8.000}{16} = 500$  ведер, наибольший расход в 2,0 раза больше, то-есть 1.000 ведер. Динамический напор на высоте тротуара в часы наибольшего расхода в субботу (день наибольшего потребления за неделю), 36,0 м,—какой калибр водомера надо выбрать при высоте дома в 21,0 м (6 этажей по 3,5 м).

Решение. Всего до крана 6-го этажа будет  $21 - 2,0 = 19,0$  м. Потерю в домовый сети примем в 6,0 м, следовательно остается  $36 - (19 + 6) = 11,0$  м, беря свободный напор в кране в 2,0 м, получаем в свое распоряжение  $11 - 2 = 9,0$  м.

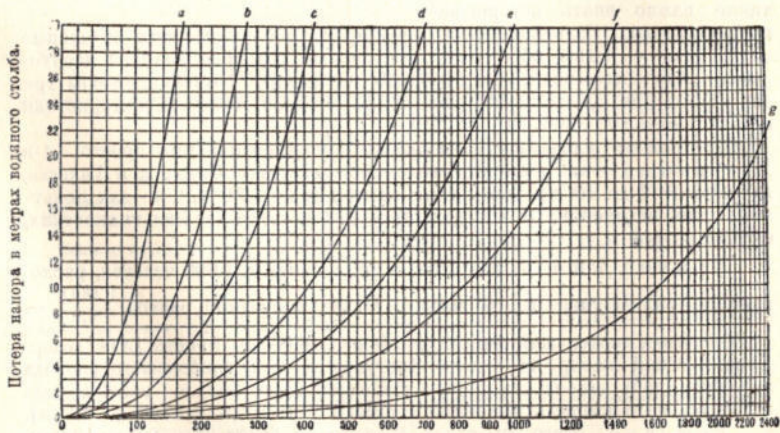


Фиг. 49. Водомер Вольтмана.



Фиг. 50. Пропускная способность в ведрах в час.

Водомеры  $a=7$  мм,  $b=10$  мм,  $c=13$  мм,  $d=30$  мм,  $e=25$  мм,  $f=30$  мм,  $g=40$  мм.

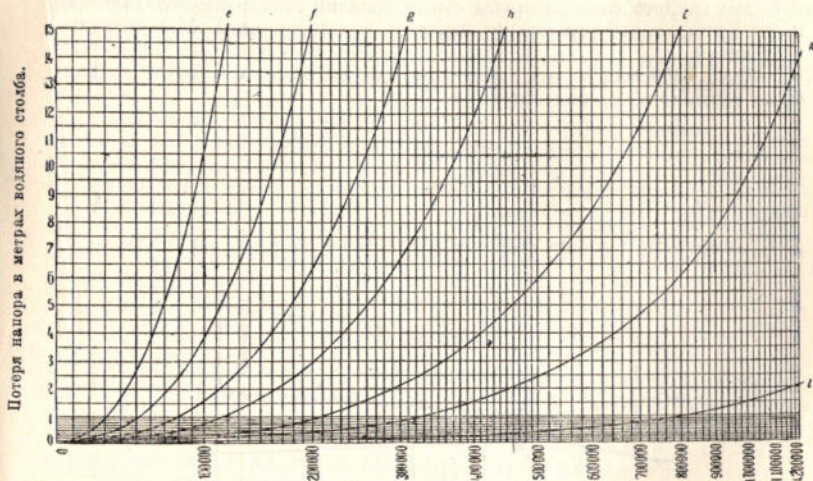


Фиг. 51. Пропускная способность в ведрах в час.

Водомеры  $a=40$  мм,  $b=50$  мм,  $c=60$  мм,  $d=100$  мм.



По диаграмме 1-й, перекрещивание вертикальной линии с обозначением 1.000 ведер и горизонтальной с обозначением 9,0 м лежит между  $f$  и  $g$ , то-есть 30 и 40 мм, берем ближайший больший, т.е. в 40 мм и получим потерю напора в 4,0 м, тогда как калибр 30 мм дал бы в часы наибольшего расхода 15 м, т.е. вода не дошла бы до 6-го этажа и возможно даже до 5-го, смотря по диаметру труб.



Фиг. 52. Пропускная способность в ведрах в час.

Водомеры  $e=150$  мм,  $f=200$  мм,  $g=250$  мм,  $h=300$  мм,  $i=400$  мм,  $k=500$  мм,  $l=750$  мм.

Также точно, зная предельную допустимую потерю напора в сетевом водомере, легко выбрать калибр его по диаграмме 2 и 3. Как видно из диаграммы 3, потеря напора указана до 15 м, это объясняется тем, что Вольтмановские водомеры большого калибра дают вообще небольшую потерю напора даже при больших расходах.

Водомер Вентури. При больших количествах воды для учета расхода ее, применяются водомеры или, точнее, указатели расхода воды Вентури, основанные на совершенно ином принципе и могущие показывать неограниченные количества воды, притом в любое время отсчетом по шкале, т.е. можно знать в каждый данный момент, каков расход воды и при регистрирующем приборе и весь расход, тогда как водомер Вольмана лишь суммирует прошедшее количество воды и не дает представления, какова производительность трубопровода в данный момент. Последнее обстоятельство весьма важно при контроле над работой насосов и наблюдений над расходом воды сети в разные часы и дни.

Указатель производительности Вантури представляет собой две конических трубы (фиг. 53), при чем динамическое давление в широком

и узком сечениях различны (в узком меньше, чем в широком) при протекании жидкости и зависят от скорости движения воды в этих сечениях и связаны условием:

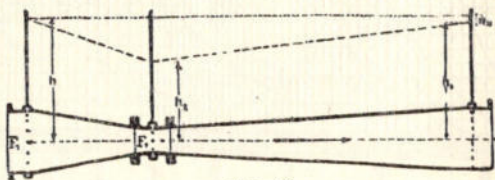
$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = C,$$

т.е. для каждого сечения трубы сумма величин динамического давления и давления, соответствующего скорости движения воды, есть величина постоянная.

Если сопоставить эти величины для входного сечения и для наиболее суженного, то получится:

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = C = h_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

или  $h_1 - h_2 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$ , где  $h_1$  и  $h_2$  — динамические явления, а  $V_1$  и  $V_2$  — соответствующие скорости в сечениях  $F_1$  и  $F_2$  (фиг. 53).



Фиг. 53.

Если вставить вместо  $V_2$  ее величину из равенства  $V_2 F_2 = V_1 \cdot F_1$ , то получится:

$$h_1 - h_2 = \frac{V_1^2}{2g} \left[ \left( \frac{F_1}{F_2} \right)^2 - 1 \right].$$

Это выражение показывает зависимость использованной разности давлений от начальной скорости воды и, следовательно, от расхода.

Сконструированный на этой разности давлений прибор Сименса и Гальске действует на тех же основаниях, что и дифференциальный ртутный манометр; он состоит из нижней чашки  $a$  с ртутью и опущенной в нее трубки  $b$ , снабженной на своем верхнем конце второй чашкой  $c$ ; из стеклянной трубки  $c$  прилегающей к ней шкалой  $d$  и поплавка  $g$  с указателем  $h$  в стеклянной трубке. Обе чашки снабжены патрубками для прикрепления резиновых рукавов, сообщающих их с входным  $F_1$  и суженным  $F_2$  сечением трубы Вентури. Разность давлений между входным и суженным сечением трубы, обуславливаемая движением воды по трубе, заставляет ртуть, а с ней и поплавок, подниматься в погруженной трубке  $b$ , что на шкале обнаруживается соответствующим движением указателя  $h$ . Шкала снабжена по одну сторону трубки делениями, указы-



вающими разность давлений в обоих сечениях в метрах водяного столба; деления по другую сторону трубки дают соответствующие расходы воды в трубе в кубических метрах (или ведрах) в час.

Следует иметь в виду, что упоминаемая здесь разность давлений не есть потеря давления, так как значительная часть этой, как бы местной, потери давления восстанавливается, благодаря постепенному расширению трубы. Действительная потеря напора в трубе Вентури соответствует лишь части  $h_x = h_1 - h_2$  (фиг. 58). Согласно опытам, действительная потеря равняется, в зависимости от размеров трубы Вентури, от  $1/5$  до  $1/6$  разности давлений между входным и суженным сечениями.

Деления на шкале прибора наносятся в каждом отдельном случае, в связи с соответствующей трубой Вентури в натуре, поэтому точность показаний не подлежит сомнению. Колебания расходов воды в 1% уже обнаруживаются прибором, настолько он чувствителен.

Водомеры русского производства. Завод имени Казипкого в Ленинграде, завод физико-химик в Киве, завод ТЭН в Харькове, завод Водоканамы в Москве, зав. инж. Френкеля в Одессе. Цены по запросу.

## § 59. Отсчет показаний водомеров.

Рисунки циферблатов водомеров разных систем, приведенные ниже, дают наглядное представление, как вести отсчет. Дадим пояснение. (Фиг. 54).

На рис. 1 циферблат водомеров системы „Сименс и Гальске“ и водомеров завода Казипкого (Ленинград, Трест слабого тока).

Показания в литрах и кубических метрах. Водомеры малых диаметров: от 13 мм до 25 мм ( $1/2''$  до  $1''$ ). Водомеры эти показывают до 10000 м<sup>3</sup>, после чего все стрелки переходят на 0 и показание начинается снова.

Как только пущена вода через водомер, начинает вращаться большая стрелка, которая, сделав один полный оборот, дает показание в 100 л.

Как только эта большая стрелка сделает круг (100 л), на первом кружке справа малая стрелка пройдет одно деление и встанет на 1. Это деление (100 л) равняется—0,1 м<sup>3</sup>. На рис. 1 стрелка стоит на 6. Это показывает 0,6 м<sup>3</sup> или 600 л, следовательно, большая стрелка уже обошла кругом шесть раз.

Когда стрелка первого кружка обойдет кружок, на втором кружке стрелка подвинется на одно деление. На этом втором кружке каждое деление соответствует 1 м<sup>3</sup>. Сбоку у каждого кружка поставлены цифры: 0,1; 1; 10; 100 и 1000. Это указывает, чему равняется каждое деление этого кружка. На последнем, пятом кружке (крайний левый) каждое деление соответствует 1000 м<sup>3</sup>, и когда стрелка обойдет весь кружок, будет учтено 10 000 м<sup>3</sup>. Эта цифра поставлена на циферблате внизу и показывает, что этот водомер суммирует до 10 000 м<sup>3</sup>, а дальше пойдет показание снова с нуля.

Циферблат на рис. 1 дает показание 110,606 м<sup>3</sup> или 110,606 л.



На рис. 2 показан циферблат водомера „Сименс и Гальске“ (новой конструкции) с показаниями в ведрах. Водомер этот суммирует до 1 000 000 ведер. Большая стрелка показывает от одного до десяти



Фиг. 54.

ведер. При полном обороте большой стрелки на первом кружке (нижний правый) малая стрелка подвинется на одно деление.

На циферблате имеются надписи „десятки“, „сотни“, „тысячи“, „10 тысяч“, „100 тысяч“. Эти надписи означают, чему равняется деление

каждого кружка. Таким образом, если на нижнем левом кружке стрелка сделает полный оборот, т. е. пройдет десять делений, каждое по 100 000 ведер, то получим миллион ведер, и водомер начнет показывать снова с нуля. Показание на циферблате (рис. 2) 654 946 ведер записывается легко. Единственным затруднением является записать цифру, если стрелка стоит близко к какой-нибудь цифре, но еще не подошла. В этом случае надо обращать внимание какая цифра на предыдущем кружке. Примером может служить показание рис. 2. На третьем кружке, начиная с левой стороны, стрелка стоит ближе к 5, а надо считать 4, потому что на втором кружке стрелка на 9. Следовательно, имеем девятьсот ведер и четыре тысячи, но до пяти тысяч еще не дошло. В деле снятия показаний с водомера все время надо внимательно следить за стрелками соседних кружков, как только что было указано на примере рис. 2.

На рис. 3 изображен циферблат водомера „Сименс и Гальске“ (старой конструкции). Разницы по существу нет, с предыдущим циферблатом, несколько иначе расположены кружки от десятков и дальше до до сотен тысяч. На рис. 3 — десятки к сотням и дальше идут по направлению часовой стрелки, тогда как на циферблате (рис. 2) по направлению против часовой стрелки. В остальном по существу все одинаково в этих циферблатах.

На рис. 4 и 5 показаны циферблаты водомеров большого диаметра  $1\frac{1}{2}$ " , 2" , 3" и 4" „Сименс и Гальске“.

Эти водомеры суммируют до десяти миллионов ведер.

На циферблате (рис. 4) показание 4 491 557 ведер. При внимательной записи на каждом кружке обращает на себя внимание, что стотысячная стрелка (второй кружок слева) стоит на цифре 5, следует же записать 4, так как следующая цифра на кружке десяти тысячном показывает 9. Следовательно, полных пятисот тысяч еще нет, еще только 491 000. На циферблате (рис. 4) большая стрелка за полный оборот показывает 100 ведер с малыми делениями на одно ведро. На циферблате (рис. 5) для больших водомеров большая стрелка за полный оборот показывает 1 000 ведер, а на первом кружке (верхний правый) каждое деление составляет 1 000 ведер. Показание на циферблате (рис. 5) 3 751 130 ведер. При записи показания обращают опять внимание, что миллионная стрелка (верхний кружок слева) стоит почти на цифре 4, а надо брать цифру 3, ибо на предыдущем кружке стрелка за цифрой 7, и следовательно, четырех миллионов нет, а только три миллиона семьсот тысяч.

На рис. 6 показан циферблат водомера Мейнеке. Показание в кубических метрах. Большая стрелка показывает при полном обороте 100 л, что составляет  $0,1 \text{ м}^3$ . На первом кружке внизу справа каждое деление соответствует  $0,1 \text{ м}^3$ , следовательно при обходе большой стрелки всей окружности, на первом кружке стрелка передвигается на одно деление. В дальнейшем все как и на водомерах „Сименс и Гальске“.

На рис. 7 показан циферблат водомера системы „Большевик“ б. Обуховского завода. Показание у него в ведрах. По существу же ничем не отличается от циферблата водомера Мейнеке. У каждого



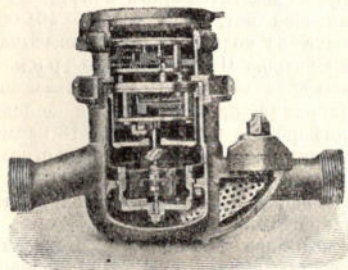
кружка показано, чему равняется каждое деление. Водомер суммирует до одного миллиона ведер.

Проще снимать показания на таких водомерах, где счетчики ленточные, суммирующие показания. Такие циферблаты имеются у водомеров Ламберта. На рис. 8, 9, 10 и 11 показаны циферблаты водомеров разных диаметров от  $\frac{3}{4}$ " до 4". На рис. 8 циферблат водомера диаметром  $\frac{3}{4}$ ". Внизу циферблата имеется кружок, на котором каждое деление (обозначены точками) соответствует одной десятой ведра. При полном обороте стрелки отсчитывается одно ведро. Сама суммирующая лента представляет из себя ряд прорезей, под которыми вращаются барабаны с нанесенными на них цифрами, на каждом от 0 до 9. Таким образом в первом прорезе справа появляются цифры, указывающие единицы ведер, в следующем прорезе—десятки ведер и так до пятого знака. В этих водомерах снимать показания легко и все сводится к простой записи. Так, на рис. 8 показание водомера—20 406 ведер. На водомерах этой системы, но большего диаметра, отличием является только нижний кружок на циферблате. На рис. 9 и 10 каждое деление нижнего кружка соответствует одному ведру. На самой ленте справа стоит неподвижно 0. Следовательно, единицы ведер записываются на основании показаний стрелки нижнего кружка, а десятки ведер уже отмечаются на самой ленте. На рис. 9 показание 462 212 ведер, а на рис. 10—3 042 017 ведер.

На рис. 11 показан циферблат больших водомеров Ламберта диаметром 3" и 4". Здесь неподвижными остаются два нуля—единицы и десятки, а вращаются на ленте только сотни и следующие цифры до десятков миллионов. Единицы и десятки показывает стрелка нижнего кружка, на котором каждое деление соответствует десяти ведам.

Если надо записать единицы точно, а не ограничиваться десятками, то следует посмотреть, где стоит стрелка нижнего кружка и, в зависимости от положения ее между точками деления, можно взять цифру единиц. Так на рис. 11 показание—50 624 122 ведра. Последняя цифра 2 взята на основании того, что стрелка нижнего кружка отошла от 20 ведер примерно на  $\frac{1}{5}$  деления, т.-е. на два ведра.

На фиг. 55 показан внутренний вид скоростного водомера. На этом рисунке видны крылья



Фиг. 55.

вертушки, передача от нее ксчетному механизму и в передней части водомера особая сетка, которая служит для улавливания камешков, крупных песчинок и пр. могущих случайно попасть в воду, загрязнить и остановить водомер.

Водомеры системы Ламберта, у которых счетчики суммирующие принадлежат к так называемым „дисковым“ водомерам. У них вра-





## Глава XIX. Двигатели и насосы насосных станций.

### § 60. Эксплуатационные расходы.

Как видно из таблиц, приведенных ниже, для различных двигателей расход топлива падает по мере увеличения мощности машины. Указанные числа относятся к нормальным условиям работы, в них учтены потери пара по пути к машине.

Ежегодный расход по машинной установке определяется по формуле:

$$Mn = A_m \cdot \frac{a + u}{100} + \left[ A_m - \left( \frac{A_m \cdot a}{100} \cdot n - 1 \right) \right] \frac{z}{100},$$

где  $A_m$  — стоимость машинного оборудования,  
 $a$  — ежегодное списывание на износ в %,  
 $u$  — содержание машин в %,  
 $z$  — причитающиеся проценты на капитал,  
 $n$  — определенный год эксплуатации нас. ст. (первый, второй, третий и т. д.).

Если списывание закончено, то

$$Mn = A_m \cdot \frac{u}{100}.$$

Прямые эксплуатационные расходы по машинному оборудованию вычисляются так:

$$k = b \cdot Ne \cdot e,$$

где  $b$  — число эксплуатационных часов в год,  
 $Ne$  — требуемая мощность машин,  
 $e$  — эксплуатационный расход на Л. С. в час.

Последний расход:  $e$  получается из равенства

$$e = k \cdot a,$$

где  $k$  — стоимость топлива за  $kl$ ,  
 $a$  — расход топлива на Л. С. в час.

Потребная мощность  $Ne$  машин определяется по формуле

$$Ne = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta},$$

где  $Q$  — объем воды в секундолитрах,  
 $H$  — полная высота подъема воды в м,  
 $\eta$  — общий коэффициент полезного действия, как машинной, так и насосной установок.

### § 61. Характеристика двигателей и насосов.

Для характеристики насосных установок приводится выдержка из трудов центральной комиссии по рационализации водопроводного и канализационного оборудования (Выпуск I, изд. ГУКХ'а, Москва, 1925 г.).

## Группа I.

Горизонтальные поршневые или скальчатые насосы непосредственно соединенные с паровым двигателем без маховиков (типа Блек, Вортингтон, Дип и т. п.).

Эти насосы дешевле других систем, не требуют солидных фундаментов, компактны (особенно вертикальные типы), просты для ухода, допускают изменение производительности в широких пределах, но расходуют много пара.

Из всех систем этой группы типы насосов с многократным расширением пара наиболее экономны.

Таблица 66 расхода пара и коэффициент полезного действия.

	Насосы рас- пного ти- на простого действия	Насос двой- ного расшир. пара без ох- лаждения	Насос двой- ного расшир. пара с охл- ждением	Насос с тройным расширен. пара без ох- лаждения	Насос с тройным расшир. пара с охлажден.	Насос с тройным расшир. пара с охлажден, больш. мощн.
Расход пара в кг на 1 полезн. Л. С. в под- нятой воде . . . . .	40 и более	26—30	22—25	18—20	12—15	9—10
Коэффициент полезного действия % % . . . . .	80—85	78—80	76—78	76—78	75—77	77—79

Насосы этой группы обыкновенно применяются: при дешевом топливе, при малых мощностях, для временных установок, при ограниченности места для установки насосов, для перекачки нефти, для пожарных целей, при работе с большими перерывами.

Иногда применение этих насосов выгодно при использовании пара от них для других целей.

## Группа II.

Горизонтальные паровые насосы прямого действия с маховиком и расширением пара.

Насосы этой группы более дорогие, чем предыдущие, но, благодаря своей экономичности в расходе пара, во многих случаях могут оказаться более выгодными для постановки, чем насосы прямодействующие (группа I).

Таблица 67, расхода пара и коэффициент полезного действия.

	Паровая машина одноцилиндровая без охлаждения	Паровая машина одноцилиндровая с охлаждением	Паровая маши- на компаунд с охлаждением
Расход в килограммах в час на 1 полезн. Л. С. в поднятой воде . . . . .	17—24	13—15	9—12
Коэффициент полезного действия агрегата % % . . . . .	77—87	76—86	75—85



Эти насосы на рынок не изготавливаются; применение их более связано с индивидуальными условиями работ, чем насосов I группы; они потребляют пара менее чем первые, конструкция их сложнее, требуют более солидных фундаментов и занимают больше места. Применяются при наличии парового хозяйства для более мощных установок, при продолжительной суточной работе и ценном топливе. Наиболее рационален из них тип с многократным расширением с применением конденсации или утилизации отработанного пара или промежуточного отвода пара для посторонних целей (отопления, сушилок, производства и т. п.).

### Группа III.

Горизонтальные насосы, приводимые в действие при помощи ремня или шестеренной передачи от отдельного двигателя.

Таблица 68 коэффициентов полезного действия насосов.

Коэффициент полезного действия в %	Мощность л. с. в поднятой воде					
	10	20	30	50	100	200
Насос без зубчатой передачи . . . . .	68	70	72	73	76	80
Насосы с зубчатой передачей . . . . .	62	65	67	68	69	70

Примечание. Коэффициенты даны для насосов среднего качества и исполнения при обычных установках. Насосы первоклассного исполнения и при благоприятных условиях установки имеют более высокие коэффициенты полезного действия, чем указанные в таблице. Потеря от ременной передачи в коэффициенте полезного действия не учтена.

В насосах этой группы неизбежны потери энергии на передаточный механизм. При применении ременной передачи они занимают много места.

Стоимость передаточного механизма окупается возможностью лучшего использования двигателя (паровой быстроходной машины, двигателя внутреннего сгорания, электро-мотора, локомобиля), вследствие чего общий коэффициент полезного действия лучше приспособить эти насосы к условиям работы. В обслуживании такой насосной установки центр тяжести лежит в двигателе.

Область применения таких насосов весьма обширна, как со стороны назначения насосной установки, так и со стороны рода и качества перекачиваемой жидкости. Они применяются, главным образом, при небольших и средних мощностях приблизительно до 200 л. с. Более крупные установки возможны, но требуют предварительного тщательного обследования целесообразности их.

Наибольшая экономия достигается при непосредственном соединении насосов с тепловыми двигателями.

### Группа IV.

Вертикальные паровые насосы прямого действия без маховиков.

Коэффициент полезного действия, недостатки и достоинства насосов этой группы, такие же, как и у насосов I группы.

Эта группа насосов употребляется в тех случаях, когда место для постановки насосов очень ограничено, или когда необходимо разъединить паровую часть от насосной, установив их на разных высотах (подъем воды из колодцев, заливаемых шахт и т. д.).

### Группа V.

Вертикальные паровые насосы прямого действия с маховиком и расширением пара.

Коэффициент полезного действия, недостатки и достоинства этих насосов такие же, как у насосов II группы. Они употребляются только при малых производительностях и в специальных установках и мало распространены.

### Группа VI.

Насосы приводные, вертикального типа.

Коэффициент полезного действия, недостатки и достоинства и область применения этих насосов те же, что и у насосов IV группы.

### Группа VII.

Паровые прямодействующие насосы однарного или двойного действия для артезианских скважин.

Коэффициент полезного действия этих насосов колеблется от 30—75% и зависит от глубины наивысшего уровня воды и конструкции насоса.

Эти насосы расходуют много пара и требуют внимательного ухода. Часто наблюдающиеся остановки в работе зависят от недоступности для ухода насосов и штанг. Неправильности скважин и слабый приток воды также могут быть причиной ненадежной работы.

При насосах этой группы получается сравнительно недорогое устройство, удобное регулирование производительности, что очень важно при тощих скважинах, а также простой и дешевой фундамент. Такие насосы с односторонним впуском пара дают более надежную и экономную работу.

Применение таких прямодействующих насосов рационально при недорогих устройствах, непродолжительной суточной работе, для глубоких скважин, при малой и средней производительности. В связи с паровым хозяйством, при некоторых комбинациях установки (с применением расширения пара в цилиндре), эти насосы представляют некоторые выгоды, сравнительно с другими типами поршневых артезианских насосов.

### Группа VIII.

Насосы для артезианских скважин приводного действия с зубчатой или ременной передачей от двигателей (вн. стор.).



Коэффициент полезного действия таких насосов обыкновенно колеблется от 30% до 70%. Необходимость применения тяжелых контргрузов при насосах простого действия в глубоких скважинах, тяжелых маховиков в паровых машинах, непосредственно с ними соединенных, устройство сложных и дорогих фундаментов удорожает установку сравнительно с насосами группы VII. Но, с другой стороны при них получается устройство более экономное в эксплуатации и потому более выгодное при продолжительной работе.

Насосы эти применимы при не особенно глубоких скважинах, средних и больших мощностях, при продолжительной суточной работе и при отсутствии пара. Они удобны для колодцев и шахт с большими колебаниями уровня воды, при котором насосная часть может заливаться.

## Расходы топлива и др. данные по двигателям для насосных станций.

Таблица 69 расхода пара турбинами де-Лавала.

Род машин	Паровая турбина с охлаждением и вакуумом в 90%, давление в котле 12 ат											
	5	10	15	20	30	50	75	100	150	225	300	450
Норм. мощн. Л. С. . . . .	5	10	15	20	30	50	75	100	150	225	300	450
Расход пара на Л. С. в час кг.	15	12,2	11,7	10,1	9,7	9,3	9,1	8,1	7,9	7,4	7,0	6,8

Таблица 70 расхода пара турбинами Парсонса.

Род машин	Паровая турбина Парсонса, давление в котле 12 ат, перегрев до 300°							
	200	500	650	1 100	1 500	2 000	3 000	4 000
Норм. мощн. кV . . . . .	200	500	650	1 100	1 500	2 000	3 000	4 000
Расход пара на кV кг/час.	9,8	8,4	7,7	7,5	7,0	6,5	6,2	6,1

Таблица 71 расхода пара и угля для одноцилиндровой паровой машины.

Род машин	Золоти. парораспределение и 8 ат давл. пара						Клапанное парораспр. 10 ат в котле и 300° перегрев			
	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100
Норм. мощн. Л. С. . . . .	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100
Расход пара на Л. С. в час кг . . . . .	22	21	20	18,2	16,6	16,0	10,8	10,5	10,3	10,0
Расход угля при 24 час. раб.	3,64	3,10	2,80	2,47	2,18	2,10	1,59	1,55	1,50	1,40

Расход угля при 10 час. раб. прибавить . . . . . 8%  
 Расход угля при 5 час. раб. прибавить . . . . . 18—20%  
 Списывание . . . . . 8—10%  
 Ремонт и содержание . . . . . 1½%



Таблица 72 расхода пара и угля для паровых машин с конденсацией.

Род машин	Одноцил. машина с клапаннм парораспр. при 10 ат давл. пара и 300° перегрева					Тендем-машина с клапан. парораспр. 12 ат давл. пара и 300° перегрева			
	Норм. мощн. Л. С. . . . .	50	60	70	80	100	150	200	300
Расход пара на Л. С. в час кг . . . . .	8,8	8,7	8,6	8,4	8,2	6,8	6,6	6,4	
Расход угля при 24 час. раб.	1,36	1,32	1,26	1,23	1,20	0,98	0,95	0,88	
Расход угля при 10 час. раб. прибавить . . . . .							8%		
Расход угля при 5 час. раб. прибавить . . . . .							18—20%		
Списывание . . . . .							8—10%		
Ремонт и содержание . . . . .							1 1/2%		

Таблица 73 расхода пара и угля для стационарных локомотивей.

Род машин	Одноц. машина 8 ат давл. пара			Одноц. машина 12 ат давл. пара и 300° перегрева				Сдвоен. машина 12 ат давл. пара и 300° перегрева		
	Норм. мощн. Л. С. . . . .	6	10	20	25	30	40	50	60	80
Расход пара на Л. С. в час кг: . . . . .	20	16	14,5	9,9	9,7	9,6	9,5	8,4	8,2	8,0
Расход угля при 10 час. раб.	3,32	2,66	2,77	1,68	1,56	1,46	1,43	1,24	1,19	1,16
Расход угля при 10 час. раб. прибавить . . . . .							8%			
Расход угля при 5 час. раб. прибавить . . . . .							18—20%			
Списывание . . . . .							8—10%			
Ремонт и содержание . . . . .							2%			

Таблица 74 расхода пара и угля для стационарных сдвоенных локомотивей с перегретым паром.

Род котла	12 ат давл. пара и 300° перегрева								
Нормальная мощность в Л. С. . . . .	40	50	80	100	150	200	250	300	
Расход пара в Л. С. в час кг . . . . .	6,5	6,5	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8	5,8
Расход угля при 24 час. раб. кг . . . . .	1,08	1,01	0,93	0,89	0,86	0,84	0,83	0,79	
Расход угля при 10 час. раб. . . . .	Прибавить 8%								
Расход угля при 5 час. раб. . . . .	" 18—20%								

Списывание 8—10% | Ремонт и содержание 1 1/2%.

Таблица 75 расхода антрацита для газовсасывающих моторов.

Нормальная мощность в Л. С.	6	8	10	12	14	16	20	25	30	35
Расход антрацита на Л. С. в час к . . . . .	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47
Нормальная мощность в Л. С.	40	50	60	70	80	100	120	150	200	250
Расход антрац. при 24 ч. раб.	0,56	0,45	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41
Расход антрац. при 10 ч. раб.	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,46	0,45
Расход антрац. при 5 ч. раб.	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52

Списывание 8—10% | Содержание и ремонт 2%.

Примечание. Антрацит принят в 8000 кал. теплотворной способности.

Таблица 76 расхода антрацита для моторов, работающих светильным газом.

Нормальная мощность Л. С.	1	2	3	4	5	8	10	15	20	25
Расход антрацита на Л. С. в час к . . . . .	0,77	0,70	0,68	0,65	0,60	0,57	0,56	0,54	0,53	0,52

Таблица 77 расхода нефти Дизелями.

Мощность	Одноцилиндров. . .	16	20	25	35	40	60	75	Выше " " "
	Двухцилиндров. . .	32	40	50	70	80	120	150	
	Трехцилиндров. . .	—	—	—	—	—	200	250	
	Четырехцилиндров.	—	—	—	—	—	—	300	
Расход нефти в граммах на 1 действ. Л. С. в час									
При полной нагрузке . . . . .	212	208	200	196	182	188	180		
$\frac{3}{4}$ . . . . .	220	216	212	204	200	196	192		
$\frac{1}{2}$ . . . . .	256	248	244	240	236	224	220		

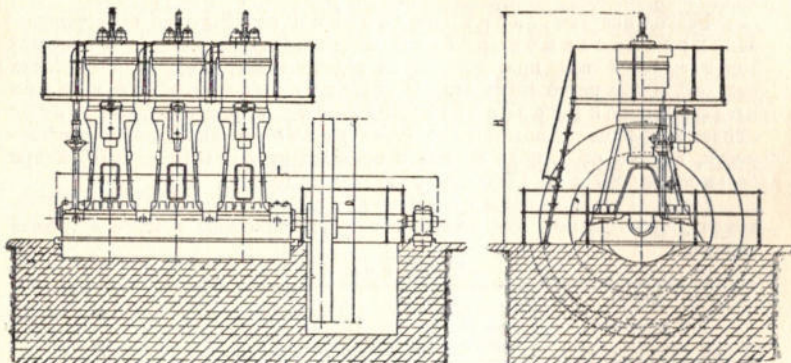
Расход смазочного материала от 2 до 4 г ( $1\frac{1}{2}$  — 1 золотника) на 1 действ. Л. С., в зависимости от качества масла и способа фильтрации его.

Расход воды на охлаждение цилиндра Дизеля на Л. С. 12—18 л (1— $1\frac{1}{2}$  вед.) при входе  $10^\circ$  и выходе  $60-70^\circ$  Ц.

Таблица размеров двигателей Дизеля от 16 до 800 Л. С. По ним определяется размер площади пола и высоты здания насосных станций фиг. 56.

Таблица 78. Одноцилиндровые двигатели Дизеля.

	Мощность в действ. л. с.						
	16	20	25	35	40	60	75
Число оборотов в минуту . . . .	225	215	205	190	180	170	170
Длина вала $L$ . . . . . мм	2 230	2 280	2 480	2 740	2 900	3 360	3 420
Диам. маховика $D$ . . . . . "	2 000	2 200	2 300	2 500	2 700	3 000	3 200
Высота двигателя $H$ . . . . . "	2 500	2 600	2 700	3 000	3 100	3 500	3 800
Необход. высота помещ. . . . . "	3 800	3 900	4 300	4 600	4 850	5 800	6 300



Фиг. 56.

Таблица 79. Двухцилиндровые двигатели Дизеля.

	Мощность в действ. л. с.									
	32	40	50	70	80	120	150	200	250	300
Число оборотов в мин. . . . . "	225	215	205	190	180	170	170	170	160	155
Длина вала $L$ . . . . . мм	2 860	2 940	3 240	3 640	3 800	4 240	4 550	4 710	5 500	6 100
Диаметр маховика $D$ . . . . . "	2 300	2 500	2 700	2 900	3 000	3 200	3 400	3 400	3 600	3 600
Высота двигателя $H$ . . . . . "	2 500	2 600	2 700	3 000	3 100	3 500	3 800	4 100	4 500	5 000
Необходимая высота помещ. . . . . мм	3 800	3 900	4 300	4 600	4 800	5 800	6 300	6 500	7 200	7 600

Таблица 80. Трехцилиндровые двигатели Дизеля.

	Мощность в действ. л. с.					
	200	250	300	400	450	600
Число оборотов в мин. . . . . "	185	180	170	170	155	150
Длина вала $L$ . . . . . мм	5 100	5 840	6 400	7 050	7 300	8 000
Диаметр маховика $D$ . . . . . "	3 200	3 400	3 600	3 700	3 800	3 800
Высота двигателя $H$ . . . . . "	3 500	3 800	4 100	4 500	5 000	5 200
Необходимая высота помещ. . . . . мм	5 800	6 300	6 500	7 200	7 600	8 500



Таблица 81. Четырехцилиндровые двигатели Дизеля.

	Мощность в действ. Л. С.			
	400	500	600	800
Число оборотов в мин. . . . . и	170	160	155	150
Длина пала $L$ . . . . . мм	8 000	8 300	8 600	12 400
Диаметр маховика $D$ . . . . . "	3 600	3 700	3 800	3 800
Высота двигателя $H$ . . . . . "	4 100	4 500	5 000	5 200
Необход. высота помещений "	6 500	7 200	7 600	8 500

Расход энергии электронасосами почти прямо пропорционален производимой работе по накачиванию воды. В пределах тех мощностей кои применяются на водопроводах, т.е. от нескольких сил до 1 000, и редко когда больше, электромотор мало меняет коэффициент полезного действия, а центробежный насос меняет коэффициент полезного действия резко для малой производительности, именно от 1 и до 80 сил в пределах от  $\eta = 0,40$  до  $0,70$ , а при большей чем 80 и до 1 000 сил от  $\eta = 0,70$  до  $0,80$ .

§ 62. Площадь помещения насосной станции необходимая для различных двигателей и насосов помещена в нижеследующей таблице:

Таблица 82.

Род установки	Горизон. паровая машина	Вертик. паровая машина	Дизельная уст.	Газовая уст.	Турбо-насос	Электро-насос
Площадь помещения на одну насосную Л. С. только для машин . .	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>
То же для машин с насосами . . . . .	0,60—1,10	0,15—0,35	0,3—1,5	1,10—2,25	0,10—0,35	0,10—0,40
	1,0—1,75	0,40—0,60		1,30—3,10	0,55—0,80	

Площадь зависит также от способа передач: непосредственная требует низшей нормы; ременная, канатная и др.—высшей нормы. Приведенные данные годны лишь для предварительных, ориентировочных соображений, точной проект нуждается в данных, получаемых с заводов для каждого данного случая. Более подробные данные о насосных ст. см.

"Насосные станции городских и заводских водопроводов, Будников, А. Н. и Бромлей, Е. Э.<sup>а</sup>. Гостехиздат. Москва, 1927 г.

## Глава XX. Неисправная работа центробежных насосов и способы ее устранения.

### I. Насос не накачивает воды.

Причины: 1) насос не присасывает, потому что сам насос и всасывающая линия возможно не были залиты водой, или приемный клапан не герметичен и упускает заливку до начала работы насоса.

2) Быть может всасывающий трубопровод пропускает воздух или сальники насоса или другое неплотное место. Для проверки герметич-

ности клапана и всасывающей линии, в насос вливают воду и наблюдают не падает ли ее уровень. Герметичность всасывающей линии проверяют отдельно гидравлическим давлением.

3) При короткой нагнетательной линии воздух может проникать в насос через напорный штуцер и в особенности тогда, когда при незначительном напоре одновременно глубина всасывания относительно велика. При высоте нагнетания меньшей 1,0 м необходимо установить на напорном патрубке задвижку или обратный клапан. В крайнем случае при пуске насоса необходимо напорное отверстие закрыть доской, тормозив воду.

4) Число оборотов мало и не отвечает напору. Надо проверить счетчиком число оборотов и, если оно неправильно, то насосу сообщают должное число оборотов.

По вакуумметру и манометру проверяют соответствует ли манометрический напор заданному при заказе напору. Передко случается, что к высоте нагнетания не присчитана потеря напора в длинном трубопроводе.

Если полный манометрический напор в действительности окажется больше заданного заводу, то дают насосу большее число оборотов или уменьшают потерю напора, меняя трубы на другие—большого диаметра.

Для определения высоты, до которой насос подает воду, можно в нескольких местах просверлить дыры.

Если с увеличением числа оборотов двигатель окажется слишком перегруженным, то уменьшают производительность насоса помощью задвижки на всасывающей линии.

5) Направление вращения насоса не соответствует указанному на насосе стрелкой, необходимо изменить его.

II. Подача воды постепенно уменьшается или совершается ударами, или наконец прекращается.

#### Причины:

1) Уровень воды при работе насоса падает слишком низко против предположенного. Надо, регулируя подачу воды, держать уровень воды постоянным или увеличить число оборотов соответственно увеличившейся глубине всасывания.

2) Уровень воды во всасывающем колоде падает, вследствие слабого притока, так что суммарная высота подъема (нагнетание + всасывание) становится больше той, которая отвечает данному числу оборотов. Иногда уровень снижается до того, что воздух попадает через приемный клапан, тогда происходит обрыв струи и насос работает вхолостую. Надо уменьшить производительность насоса задвижкой. В артезианских колодах приходится наращивать всасывающую трубу.

3) Приемная сетка мало опущена в воду и через нее попадает воздух—надо углубить сетку, удлинняя всасывающую трубу.

4) Когда насос подает воду неравномерно, то виновата не герметичность всасывающей линии или сальников. В этом случае вода будет молочного цвета и стрелка амперметра и манометра сильно колеблются.



5) Приемная сетка, всасывающий трубопровод или насос забиты грязью, сечение уменьшилось и сопротивление увеличилось. Удалив приставшие осадки, надо взять более мелкую сетку.

6) Приводной ремень ослабел, скользит и не дает достаточного числа оборотов насосу.

7) Напряжение тока понизилось и электро-мотор не даст поэтому полного числа оборотов.

8) Насос перестал подавать воду, вследствие увеличившейся значительно глубины всасывания. Если путем уменьшения производительности насоса не удастся поднять уровня воды, надо поставить насос глубже.

### III. Двигатель слишком перегружен.

Чаще всего это бывает при повышении производительности центробежного насоса. При этом возможно следующее:

1) Насос делает слишком большое число оборотов, тогда надо уменьшить число оборотов или, что менее экономично, уменьшить производительность и расход силы помощью регулирующей задвижки.

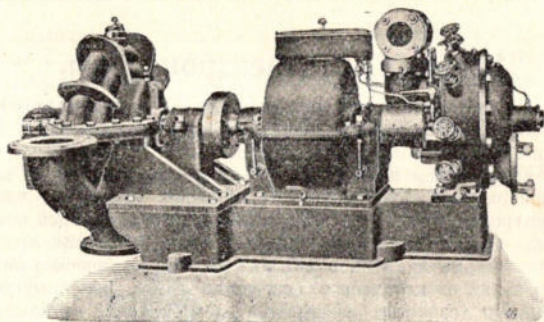
2) Полный манометрический напор оказался в действительности меньше заданного. В этом случае также рекомендуется уменьшить числа оборотов или регулирование задвижкой.

Почти всегда потерю напора исчисляют с запасом, который затем не оправдывается, а это дает на деле напор меньший, чем тот, который нормален для поставленного насоса. Небольшой запас полного напора желателен, но большая надбавка приводит к вышеуказанным осложнениям. Вот почему надо быть осторожным при выборе формул для расчета и коэффициент сопротивления от трения. Расчет труб ведется, как будто они уже заржавели или покрылись налетом, т.е. с увеличенным коэффициентом трения раза в  $1\frac{1}{2}$  — 2 против коэффициента для новых труб, поэтому следует для насосов, работающих лет 10 — 15, т.е. до заметной инкрустации на внутренних стенках труб, проверять напор расчетом с коэффициентом, как для новых труб.

## Глава XXI. Турбонасосы.

Большое число оборотов турбины позволяет применить (фиг. 57) при непосредственном соединении центробежный насос с колесом сравнительно малого диаметра, отчего потеря в насосе уменьшается и коэффициент полезного действия его повышается. Приведенная ниже таблица турбонасосов системы Лавала (шведские) мощностью от 5 до 50 Л. С. для подачи воды на высоту от 5 до 100 м дает производительность, число оборотов, мощность и вес. Хотя турбины малой мощности расходуют пара в  $1\frac{1}{2}$  — 2 раза больше хорошей паровой машины, они очень удобны на насосных станциях для пожарных напоров, для охлаждения водой конденсаторов, для питания котлов и т. д. и занимают мало места.





Фиг. 57.

Таблица 83. Турбопососы малой мощности (до 50 сил).

Производ. литров в мин.	Число оборотов в мин.	Диаметр от- верст. насоса в мм	Мощность в л. с.	Число ступе- ней насоса	Вес в кг *
Полная высота подъема 50 м					
150	3 000	60	5	1	230
240	3 000	60	7	1	240
450	3 000	80	10	1	340
750	2 400	100	15	1	660
1 000	2 400	100	20	1	875
1 500	2 000	125	30	1	600
175	3 000	60/50	5	2	265
300	3 000	"	7	2	275
550	2 400	" 80	10	2	460
800	2 400	100	15	2	550
1 100	2 000	100	20	2	750
1 650	2 000	125	30	2	975
2 800	1 500	150	50	2	1 400
Полная высота подъема 60 м					
120	3 000	1 1/2"	5	2	190
200	3 000	60/50	7	2	275
350	2 900	"	10	2	360
650	2 400	80	15	2	500
900	2 000	80	20	2	700
1 400	2 000	125	30	2	975
2 400	1 500	150	50	2	1 400
Полная высота подъема 80 м					
85	3 000	1 1/2"	5	4	270
125	3 000	"	7	4	280
200	2 400	60/50	10	4	475
375	2 400	"	15	4	520
650	2 000	80	20	4	850
1 000	2 000	100	30	4	975
1 700	1 500	125	50	4	1 475
Полная высота подъема 100 м					
100	3 000	1 1/2"	7	4	280
160	2 900	60/50	10	4	475
300	2 400	"	15	4	520
500	2 000	80	20	4	850
800	2 000	100	30	4	975
1 350	1 500	125	50	4	1 475

Турбопососы в сотни сил по экономичности равняются паровым машинам с конденсацией, а в тысячи сил экономичнее их.

## Глава XXII. Электронасосы.

Правильно организованное городское хозяйство, управляемое „Отделом коммунального хозяйства“ („Откомхоз“ или „Коммухоз“), в котором сосредоточены такие предприятия, как трамвай, электросвет, городские мастерские, канализация и водопровод, — потребляют огромное количество электрической энергии, стоимость которой будет тем ниже, чем больше мощность центральной электрической станции, принадлежащей коммуналому. Намечившаяся поэтому тенденция централизации добывания электро-энергии в городах весьма понятна и находит свое экономическое оправдание. Большой спрос на электрическое освещение домов непрерывно требует от коммунального хозяйства расширения электрических станций, местами работающих уже с предельной нагрузкой, вот почему в итоге такого бурного роста этих станций, стоимость электрической энергии доходит до такого уровня, при котором небольшие самостоятельные паровые, газомоторные, дизельные, электрические и др. станции, обслуживающие отдельные предприятия становятся невыгодными. Так, например, если город может дать энергию по себестоимости в 3—4 коп. за киловатт, то на местной небольшой станции она обойдется в 4—6 коп. за киловатт.

Имеется еще одна важная причина, заставляющая проектировать насосные станции с перевесом в сторону электро-моторов, — это неравномерная нагрузка центральных станций, работающих также на освещение, они нагружены вечером и в начале ночи и недогружены днем, тогда они могут дать достаточно энергии для предприятий, вроде канализации и водопровода, и работа этих электрических станций становится более равномерной, но тогда следует стремиться, чтобы насосная станция не работала в вечерние часы, когда зажигается свет, следовательно, приходится делать запасной резервуар, емкостью, примерно, на 8 часов (зимой с 4 ч. до 12 ч. ночи).

Даже наличие трамвая не делает работу электрической станции равномерной, так как он действует до глубокой ночи, а вечером прибавляется, кроме того, работа на свет, так что днем электрическая станция все-таки недогружена.

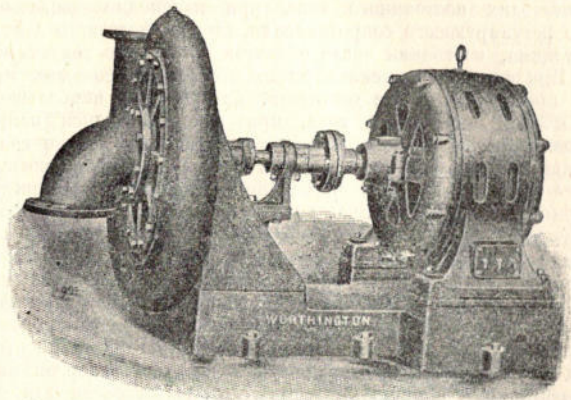
Таким образом, если насосная станция стоит не слишком далеко от центральной электростанции и нет других обстоятельств, отягощающих цену киловатт, с другой стороны электр. станция не слишком нагружена и достаточно надежна по своему оборудованию и противопожарному состоянию, то она тем самым предвещает тип новых установок водопроводной насосной станции, вновь сооружаемой или расширяемой. Таким типом установок будут электро-насосы, т.-е. электро-моторы любой мощности, соединенные непосредственно с центробежным насосом любой производительности, при каком угодно давлении в водопроводной сети.

При схеме непосредственного соединения двигателя с насосом (фиг. 58) потери в передаче равны нулю; худшей схемой соединения является ременная передача от электро-мотора к насосу, но она все-таки допустима в том случае, если насос поршневой, с небольшим числом оборотов по сравнению с центробежным, но с большим коэффи-



центом полезного действия, который, как известно, будет для поршневого 0,80—0,90, а для центробежного насоса 0,6—0,75. Недостатки передачи с избытком покрываются лучшим коэффициентом полезного действия поршневых насосов.

Новая станция г. Цюриха (Швейцария) в Меннгофе, спроектированная управляющим водопроводом инж. Г. Петером и построенная в 1914/1915 г.г., также оборудована электронасосами. Здание вмещает 5 агрегатов и имеет в длину 21,5 м, в ширину 9,15 м, а в высоту 7,0 м. Все трубопроводы, всасывающие и нагнетательные, электрические аппараты и кабели находятся в подвальном помещении. Отметка пола



Фиг. 58. Электронасос с однокамерным турбинным насосом.

насосной станции 413,2 м над уровнем моря. Для подачи воды поставлены электро-моторы, непосредственно соединенные с центробежными насосами. Каждый насос может дать 320 л в секунду. Насосы делают 1450 об./мин., при напоре в 59,17 м. Необходимая мощность электро-мотора 338 Л. С. на валу. Коэффициент полезного действия центрального насоса принят в 0,75.

Большие центральные городские электрические станции, снабжающие ток отдельные предприятия, расположенные даже в черте города, посылают по проводам ток иногда на значительные расстояния, доходящие до десятка километров. Постоянный ток, напряжение которого редко превышает 1000 вольт (большее напряжение по конструктивным причинам трудно достижимо), потребовал бы проводов большого сечения, т.е. дорогой проводки, трансформировать же постоянный ток в переменный невыгодно, почему переменный ток, и притом трехфазный, получил преимущественное применение перед постоянным. Он легко трансформируется из высокого в низкое напряжение и обратно и, достигая 100 000 и даже



200 000 вольт, при передаче на далекие расстояния требует проводов небольшого сечения.

Но, с другой стороны, постоянный ток для силовых установок, при небольших расстояниях, имеет неоспоримые преимущества перед переменным,—он позволяет изменять число оборотов электродвигателя в очень широких пределах, чего нельзя достигнуть при переменном токе без электродвигателей специальной конструкции, дорого стоящих и выполняемых по особому заказу. В водопроводном деле возможность изменения числа оборотов, с целью накачивать насосом различные количества воды, составляет весьма ценное качество двигателя.

В двигателях постоянного тока, при изменении числа оборотов с помощью регулирующего сопротивления, степень полезного действия их почти постоянна, колебания числа оборотов нормально допустимы от 20 до 30%. При желании изменять число оборотов в больших пределах, чем 30%, применяют особые двигатели, которые при наибольшем числе оборотов машин постоянного тока, при неизменяющемся напряжении якоря, увеличивается и уменьшается в обратном отношении силы поля.

Изменение силы магнитного поля, а значит и числа оборотов двигателя может быть сделано без применения сопротивления, при помощи деления обмотки поля на отдельные группы катушек, которые включаются или выключаются сперва последовательно, а потом параллельно. Существуют также другие способы изменять число оборотов двигателя: включение и выключение отдельных пар полюсов — нужен специальный двигатель, дорогой и позволяющий менять обороты и регулирование при помощи сопротивления в якорной цепи — способ наименее экономичный.

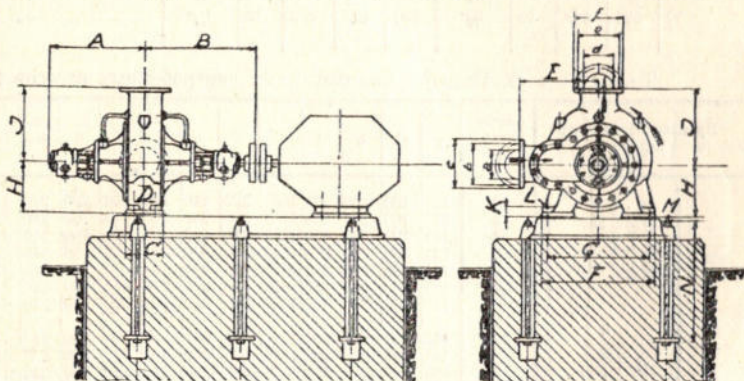
Трехфазный ток теперь применяется в городах по преимуществу перед другими для передачи больших количеств энергии на значительные расстояния. Машины и электродвигатели строятся для высокого напряжения, трансформаторы обладают большой степенью полезного действия, к тому же асинхронные двигатели берут с места под полной нагрузкой при помощи пускового сопротивления, включаемого в роторную цепь, допускают сильную нагрузку и просты в уходе.

Однако, изменение числа оборотов на насосных станциях затруднительно и возможно лишь, если имеем двигатель с переключаемым числом полюсов (специально заказанные). Число оборотов двигателя обратно пропорционально числу полюсов. Изменяя число полюсов, можно изменять число оборотов, но, как это видно сразу, такая регулировка также идет не плавно, а скачками, и такие двигатели дороги. Более простой способ — сопротивление в роторной цепи, хотя и применяется чаще других, но он менее экономичен и держится в виду того, что допускает применение нормальных электродвигателей.

Как подведение электрического тока, так и расположение трансформатора и распределительной доски внутри насосной станции должны удовлетворять основным техническим правилам и нормам — для электрических установок и производиться представителями электроточка по соглашению со строителем насосной станции. Проектирующий же станцию с электронасосами должен ознакомиться с этими условиями, гласящими, что дерево для распределительного щита не допускается, выключатели

и другие приборы должны быть так расположены, чтобы не могли воспламенить соседних предметов, щит должен быть доступен с задней стороны и отстоять от стены на 1,0 м и т. д.

Местоположение распределительного щита должно быть выбрано так, чтобы он находился на стене примерно в центре рабочих насосов станции, т. е. был бы на виду и недалеко от двигателей и насосов, так как персонал станции состоит из одного максимум из двух машинистов, обязанных одновременно следить и за машинами и за приборами, расположенными на щите, для чего последние должны быть хорошо освещены днем и ночью электрическим светом. Лучшим местом для щита будет простенок в продольной стене станции со стороны электро-моторов.



Фиг. 59.

### Размеры центробежных насосов.

Таблица 84. Размеры одноколесных центробежных насосов (Вейса С-ля в Галле) низкого давления, до 80 м, от 175 до 500 мм.

Размеры в мм.

Q =	Тип	A	B	C	D	E	F	G	II	I	K	L	M	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2—4 куб. м в мин.	NC IX	560	660	200	150	490	720	660	350	475	50	2 1/4"	1"	1000
3—5 " " "	NC X	660	745	240	180	560	780	720	360	520	60	7/8"	1"	1000
4—6 " " "	NC XI	830	910	280	210	640	900	830	420	600	80	7/8"	1 1/8"	1000
5—7 " " "	NC XII	880	970	300	240	720	1000	930	480	670	90	7/8"	1 1/8"	1200
6—9 " " "	NC XIII	845	970	340	240	800	1200	1100	550	775	105	1"	1 1/8"	1200
	NC XIV	950	1075	400	300	875	1300	1200	575	850	120	1 1/8"	1 1/2"	1200
8—12 " " "	NC XV	1025	1150	450	340	925	1350	1240	625	900	125	1 1/8"	1 1/2"	1400
10—15 " " "	NC XVI	1100	1325	520	400	1000	1500	1350	700	775	140	1 1/4"	1 1/2"	1400
12—18 " " "														
15—30 " " "	NC XVII	1150	1490	580	440	1150	1750	1610	730	1125	160	1 1/2"	1 1/2"	1400



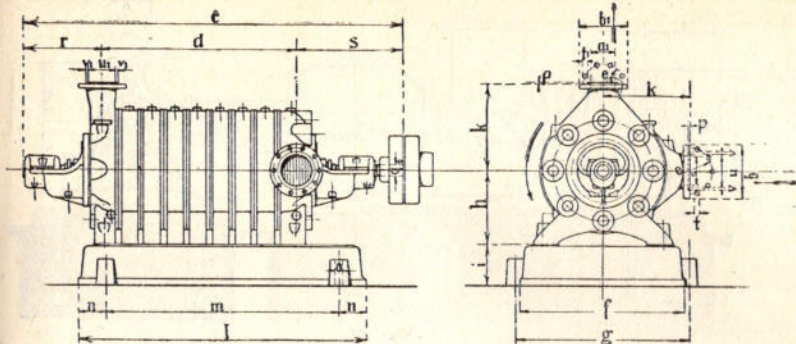
Васывание патрубков			Болты		Напорные патрубки			Болты		Число оборотов.
a	b	c	Чис- сло. z	Диам. d	d	e	f	Чис- сло. z	Диам. d	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
175	270	320	6	$\frac{3}{4}''$	175	270	320	6	$\frac{3}{4}''$	1450 обор./40 м
225	320	370	6	$\frac{3}{4}''$	225	320	370	6	$\frac{3}{4}''$	" " /50 "
250	350	400	8	$\frac{3}{4}''$	250	350	400	8	$\frac{3}{4}''$	" " /60 "
275	375	425	8	$\frac{3}{4}''$	275	375	425	8	$\frac{3}{4}''$	" " /80 "
300	400	450	8	$\frac{3}{4}''$	300	400	450	8	$\frac{3}{4}''$	n=960 обор. H=40 "
350	465	520	10	$\frac{7}{8}''$	350	465	520	10	$\frac{7}{8}''$	" " /45 "
400	520	575	10	$\frac{7}{8}''$	400	520	575	10	$\frac{7}{8}''$	" " /50 "
450	570	630	12	$\frac{7}{8}''$	450	570	630	12	$\frac{7}{8}''$	" " /60 "
500	625	680	12	$\frac{7}{8}''$	500	625	680	12	$\frac{7}{8}''$	" " /80 "

Таблица 85. Размеры многоколесных центробежных насосов (Егера)

Производительность насоса	Число ступеней	a	al	b	bl	c	d	e	ei	f	g	h	i	k	
		Q=колич. воды													
1000—1200 литр-мин. Напор на 1 ступ.—22 м	2	125	100	290	250	1060	230	240	200	670	700	310	135	350	
	3	125	100	290	250	1150	320	240	200	670	700	210	135	350	
	4	125	100	290	250	1240	410	240	200	670	700	310	135	350	
	5	125	100	290	250	1330	500	240	200	670	700	310	135	350	
	6	125	100	290	250	1420	590	240	200	670	700	310	135	350	
	7	125	100	290	250	1510	680	240	200	670	700	310	135	350	
	8	125	100	290	250	1600	770	240	200	670	700	310	135	350	
	2	150	125	310	290	1329	310	260	240	760	800	340	160	430	
Q=1500—2000 л. H=35—38 м	3	150	125	310	290	1454	435	260	240	760	800	340	160	430	
	4	150	125	310	290	1579	560	260	240	760	800	340	160	430	
	5	150	125	310	290	1704	685	260	240	760	800	340	160	430	
	6	150	125	310	290	1829	810	260	240	760	800	340	160	430	
	7	150	125	310	290	1954	935	260	240	760	800	340	160	430	
	8	150	125	310	290	1079	1060	260	240	760	800	340	160	430	
	Q=2200—3000 м H=45 м	2	175	150	335	310	1415	330	285	260	810	850	375	160	450
		3	175	150	335	310	1540	455	285	260	810	850	375	160	450
4		175	150	335	310	1665	580	285	260	810	850	375	160	450	
5		175	150	335	310	1790	705	285	260	810	850	375	160	450	
6		175	150	335	310	1915	830	285	260	810	850	375	160	450	
7		175	150	335	310	2040	955	285	260	810	850	375	160	450	
8		175	150	335	310	2165	1080	285	260	810	850	375	160	450	
Q=3200—4000 литр-мин. H=50 м		2	200	175	385	350	1712	390	325	300	975	1000	450	280	600
	3	200	175	385	350	1857	535	325	300	975	1000	450	280	600	
	4	200	175	385	350	2002	680	325	300	975	1000	450	280	600	
	5	200	175	385	350	2147	825	325	300	975	1000	450	280	600	
	6	200	175	385	350	2292	970	325	300	975	1000	450	280	600	
	7	200	175	385	350	2437	1115	325	300	975	1000	450	280	600	
	8	200	175	385	350	2582	1260	325	300	975	1000	450	280	600	
	Q=4500—6000 литр-мин. H=80—85 м	2	225	200	400	360	1730	410	350	310	1080	1100	500	300	650
3		225	200	400	360	1890	570	350	310	1080	1100	500	300	650	
4		225	200	400	360	2050	730	350	310	1080	1100	500	300	650	
5		225	200	400	360	2210	890	350	310	1080	1100	500	300	650	
6		225	200	400	360	2370	1050	350	310	1080	1100	500	300	650	
7		225	200	400	360	2530	1210	350	310	1080	1100	500	300	650	
8		225	200	400	360	2690	1370	350	310	1080	1100	500	300	650	

При 1450 оборотов в минуту

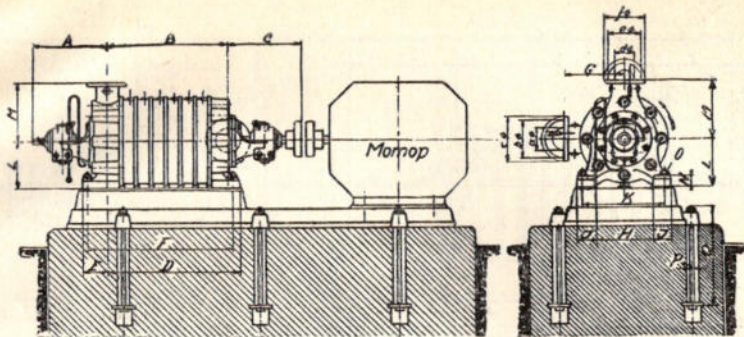




Фиг. 60.

и Ко) высокого давления от 100 до 200 мм. Размеры в мм.

l	m	n	o	p	q	r	s	t	tl	u	ul	v	vl	Число ступеней	№ насоса
470	320	55	30	5	40	350	480	6×25	6×25	154	129	11	10	2	4а
560	360	100	30	5	40	350	480	6×25	6×25	154	129	11	10	3	
650	450	100	30	5	40	350	480	6×25	6×25	154	129	11	10	4	
740	540	100	30	5	40	350	480	6×25	6×25	154	129	11	10	5	
830	630	100	30	5	40	350	480	6×25	6×25	154	129	11	10	6	
920	720	100	30	5	40	350	480	6×25	6×25	154	129	11	10	7	
1010	810	100	30	5	40	350	480	6×25	6×25	154	129	11	10	8	
590	340	125	30	5	50	435	584	8×25	8×25	181	155	11	10	2	
715	465	125	30	5	50	435	584	8×25	8×25	181	155	11	10	3	
845	590	125	30	5	50	435	584	8×25	8×25	181	155	11	10	4	
960	715	125	30	5	50	435	584	8×25	8×25	181	155	11	10	5	
1060	840	125	30	5	50	435	584	8×25	8×25	181	155	11	10	6	
1215	965	125	30	5	50	435	584	8×25	8×25	181	155	11	10	7	
1340	1090	125	30	5	50	435	584	8×25	8×25	181	155	11	10	8	
725	475	125	30	5	55	475	610	10×25	8×25	212	182	11	10	2	5½а
850	600	125	30	5	55	475	610	10×25	8×25	212	182	11	10	3	
975	725	125	30	5	55	475	610	10×25	8×25	212	182	11	10	4	
1100	850	125	30	5	55	475	610	10×25	8×25	212	182	11	10	5	
1225	975	125	30	5	55	475	610	10×25	8×25	212	182	11	10	6	
1350	1100	125	30	5	55	475	610	10×25	8×25	212	182	11	10	7	
1475	1225	125	30	5	55	475	610	10×25	8×25	212	182	11	10	8	
825	525	150	40	5	70	562	760	12×32	12×28	241	213	11	10	2	
970	670	150	40	5	70	562	760	12×32	12×28	241	213	11	10	3	
1115	815	150	40	5	70	562	760	12×32	12×28	241	213	11	10	4	
1260	960	150	40	5	70	562	760	12×32	12×28	241	213	11	10	5	
1405	1105	150	40	5	70	562	760	12×32	12×28	241	213	11	10	6	
1550	1250	150	40	5	70	562	760	12×32	12×28	241	213	11	10	7	
1695	1395	150	40	5	70	562	760	12×32	12×28	241	213	11	10	8	
950	650	150	40	5	75	570	760	10×28	10×28	270	242	11	10	2	7а
1110	810	150	40	5	75	570	760	10×28	10×28	270	242	11	10	3	
1270	970	150	40	5	75	570	760	10×28	10×28	270	242	11	10	4	
1430	1130	150	40	5	75	570	760	10×28	10×28	270	242	11	10	5	
1590	1290	150	40	5	75	570	760	10×28	10×28	270	242	11	10	6	
1750	1450	150	40	5	75	570	760	10×28	10×28	270	242	11	10	7	
1910	1610	150	40	5	75	570	760	10×28	10×28	270	242	11	10	8	



Фиг. 61.

Таблица 86 размеров многоступенчатых центробежных насосов

Производительность насоса	Тип	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M
При $n=1450$ об./мин. высота напора на 1 ступень = 20 м	SG V/2	459	280	434	335	145	400	340	300	110	450	260	340
	SG V/3	459	365	434	420	145	485	340	300	110	450	260	340
	SG V/4	459	450	434	505	145	570	340	300	110	450	260	340
	SG V/5	459	535	434	590	145	655	340	300	110	450	260	340
	SG V/6	459	620	434	675	145	740	340	300	110	450	260	340
	SG V/7	459	705	434	760	145	825	340	300	110	450	260	340
	SG V/8	459	790	434	845	145	910	340	300	110	450	260	340
	SG V/9	459	875	434	930	145	995	340	300	110	450	260	340
	SG V/10	459	960	434	1015	145	1080	340	300	110	450	260	340
При $n=1450$ об./мин. высота напора 35 м на ступ.	SG VI/2	503	310	480	375	170	465	390	380	120	540	310	390
	SG VI/3	503	405	480	470	170	560	390	380	120	540	310	390
	SG VI/4	503	500	480	565	170	655	390	380	120	540	310	390
	SG VI/5	503	595	480	660	170	750	390	380	120	540	310	390
	SG VI/6	503	690	480	755	170	845	390	380	120	540	310	390
	SG VI/7	503	785	480	850	170	940	390	380	120	540	310	390
	SG VI/8	503	880	480	945	170	1035	390	380	120	540	310	390
	SG VI/9	503	975	480	1040	170	1130	390	380	120	540	310	390
	SG VI/10	503	1070	480	1135	170	1225	390	380	120	540	310	390
При $n=1450$ об./мин. высота напора 42 м на 1 ступень	SG VII/2	560	345	540	435	195	540	430	440	130	610	350	430
	SG VII/3	560	455	540	545	195	650	430	440	130	610	350	430
	SG VII/4	560	565	540	655	195	760	430	440	130	610	350	430
	SG VII/5	560	675	540	765	195	870	430	440	130	610	350	430
	SG VII/6	560	785	540	875	195	980	430	440	130	610	350	430
	SG VII/7	560	895	540	985	195	1090	430	440	130	610	350	430
	SG VII/8	560	1005	540	1095	195	1200	430	440	130	610	350	430
	SG VII/9	560	1115	540	1205	195	1310	430	440	130	610	350	430
	SG VII/10	560	1225	540	1315	195	1420	430	440	130	610	350	430
При $n=1450$ об./мин. высота напора 50 м на 1 ступень	SG VIII/2	612	375	588	465	220	585	490	500	140	690	390	490
	SG VIII/3	612	495	588	585	220	705	490	500	140	690	390	490
	SG VIII/4	612	615	588	705	220	825	490	500	140	690	390	490
	SG VIII/5	612	735	588	825	220	945	490	500	140	690	390	490
	SG VIII/6	612	855	618	945	220	1065	490	500	140	690	390	490
	SG VIII/7	612	975	618	1065	220	1185	490	500	140	690	390	490
	SG VIII/8	612	1095	618	1185	220	1305	490	500	140	690	390	490
	SG VIII/9	612	1215	618	1305	220	1425	490	500	140	690	390	490
	SG VIII/10	612	1335	618	1425	220	1545	490	500	140	690	390	490

Все размеры не обязательны. При заказе



Продолжение табл. 86.

Вейс и С-вья в Галле типа SGV — SGVIII для высокого давления.

N	O	P	Q	Всасывающий патрубок			Число болтов		Напорный патрубок			Число болтов		Производит.
				a	b	c	z	d	d	e	f	z	d	
60	3/4"	3/4"	650	125	210	260	4	3/4"	100	190	240	6	3/4"	Q=1000— —1500 л в минуту
60	3/4"	3/4"	650	125	210	260	4	3/4"	100	190	240	6	3/4"	
60	3/4"	3/4"	650	125	210	260	4	3/4"	100	190	240	6	3/4"	
60	3/4"	3/4"	650	125	210	260	4	3/4"	100	190	240	6	3/4"	
60	3/4"	3/4"	650	125	210	260	4	3/4"	100	190	240	6	3/4"	
60	3/4"	3/4"	650	125	210	260	4	3/4"	100	190	240	6	3/4"	
60	3/4"	3/4"	650	125	210	260	4	3/4"	100	190	240	6	3/4"	
60	3/4"	3/4"	650	125	210	260	4	3/4"	100	190	240	6	3/4"	
70	3/4"	3/4"	650	150	240	290	6	3/4"	125	220	270	8	3/4"	1500 до 2200 л в минуту
70	3/4"	3/4"	650	150	240	290	6	3/4"	125	220	270	8	3/4"	
70	3/4"	3/4"	650	150	240	290	6	3/4"	125	220	270	8	3/4"	
70	3/4"	3/4"	650	150	240	290	6	3/4"	125	220	270	8	3/4"	
70	3/4"	3/4"	650	150	240	290	6	3/4"	125	220	270	8	3/4"	
70	3/4"	3/4"	650	150	240	290	6	3/4"	125	220	270	8	3/4"	
70	3/4"	3/4"	650	150	240	290	6	3/4"	125	220	270	8	3/4"	
70	3/4"	3/4"	650	150	240	290	6	3/4"	125	220	270	8	3/4"	
80	7/8"	7/8"	800	175	270	320	6	3/4"	150	280	330	10	7/8"	От 2200 до 3000 л в минуту
80	7/8"	7/8"	800	175	270	320	6	3/4"	150	280	330	10	7/8"	
80	7/8"	7/8"	800	175	270	320	6	3/4"	150	280	330	10	7/8"	
80	7/8"	7/8"	800	175	270	320	6	3/4"	150	280	330	10	7/8"	
80	7/8"	7/8"	800	175	270	320	6	3/4"	150	280	330	10	7/8"	
80	7/8"	7/8"	800	175	270	320	6	3/4"	150	280	330	10	7/8"	
80	7/8"	7/8"	800	175	270	320	6	3/4"	150	280	330	10	7/8"	
80	7/8"	7/8"	800	175	270	320	6	3/4"	150	280	330	10	7/8"	
90	7/8"	1"	800	200	300	350	6	3/4"	175	300	360	10	7/8"	От 3000 до 4000 л в минуту
90	7/8"	1"	800	200	300	350	6	3/4"	175	300	360	10	7/8"	
90	7/8"	1"	800	200	300	350	6	3/4"	175	300	360	10	7/8"	
90	7/8"	1"	800	200	300	350	6	3/4"	175	300	360	10	7/8"	
90	7/8"	1"	800	200	300	350	6	3/4"	175	300	360	10	7/8"	
90	7/8"	1"	800	200	300	350	6	3/4"	175	300	360	10	7/8"	
90	7/8"	1"	800	200	300	350	6	3/4"	175	300	360	10	7/8"	
90	7/8"	1"	800	200	300	350	6	3/4"	175	300	360	10	7/8"	

ры в мм.  
разрабатываются точные размеры.



**Электродвигатели для центробежных насосов, закрытые и защищенные, с вентиляцией и с якорем, имеющим контактные кольца для регулировки числа оборотов.**

(Государственного Электротехнического Треста).

Таблица 87. Напряжение тока от 115 до 500 вольт.

Мощность от 2 до 7 Л.С. Электр. двигат. закрыт				Мощность от 7,5 до 30 Л.С. Электр. двигат. защищен. с вентилятор.					
Эффективная мощность		Цена в руб.	Вес мотора кг	Эффективная мощность		Цена в руб.	Вес мотора кг	Итого оборотов	Салазки компл. руб.
Л. С.	Квт.			Л. С.	Квт.				
2,	1,47	265	85	7,5	5,52	{ 680	213	1 450	30,50
2,4	1,77	265	85			{ 825	262	965	42,50
2,3	1,69	400	90	10	7,4	{ 725	240	1 450	30,50
2,1	1,54	475	117			{ 970	312	965	42,50
3,25	2,39	350	113	15	11,0	{ 990	328	1 450	42,50
3,80	2,80	450	113			{ 1130	370	965	42,50
3,60	2,65	475	117	20	14,7	{ 1130	390	1 450	42,50
3	2,21	610	185			{ 1380	496	965	42,50
3	2,21	690	200	30	22,9	{ 1625	575	1 450	42,50
3	2,21	840	268			{ 1710	620	965	41,50
7	5,15	525	294						

Примечание: Салазки отд. по 30 р.

Металл. реост. . . . . 30—56 "

Масл. " . . . . . 55—60 "

Число оборотов 710,950 и 1 440 в мин.

При меньшем числе оборотов электрический двигатель дороже.

Металл. реост. . . . . 56 до 135 р.

Масл. " . . . . . 60 " 82 "

Число оборотов 720, 965 и 1 450 в мин.

Таблица 88. Электр. двиг. защищен. с вентилят.  
Мощность от 40 до 100 Л.С.

Эффект. мощи.		Цена в руб.	Число оборотов в мин.	Вес мотора в кг	Салазки 1 компл. руб.
Л. С.	Квт.				
4,0	29,4	{ 1 740	1 460	657	42
		{ 1 900	975	672	68
50	36,8	{ 1 975	1 460	320	68
		{ 2 140	975	800	68
60	44,2	{ 2 060	1 460	800	68
		{ 395	975	980	68
76	55	{ 2 520	1 460	1 035	68
		{ 2 620	975	1 070	68
100	74	{ 2 775	1 460	1 120	110
		{ 3 260	975	1 320	110

Примечание. Металл. реостат 305 до 495 р.

Масл. " 170 " 315 "

Число оборотов от 580, 730, 975 и 1 460 в мин.

Цена электрического двигателя большой мощности по особому запросу.

## Глава XXIII. Паровой насос Вортингтона нормального типа.

### § 63. Описание насоса.

Фиг. 62 показывает продольный разрез одной половины парового насоса Вортингтона нормального типа, видна простота его внутреннего устройства, особенно передача движения золотникам.

Золотник *E* представляет собою обыкновенный коробчатый золотник, скользящий по зеркалу и закрывающий и открывающий паровпускные и выпускные отверстия. Он отличается своею простотою и прочностью перед всеми другими видами парораспределительных золотников и хотя было сделано не мало попыток к замене его, но до сих пор коробчатый золотник пользуется предпочтением в применениях ко многим машинам высокого давления с кривошипом. Сколько бы времени машина ни оставалась в бездействии, простой золотник всегда готов начать движение при пускании его в ход. В его впадинах не остается воды, которая могла бы попадать в цилиндры или замерзать. Благодаря этим качествам коробчатый золотник может считаться по справедливости наиболее надежным из всех известных золотников.

Движение этому золотнику в машине Вортингтона сообщается с помощью качающегося рычага *F*, связанного со штоком, другой половине насоса и делающего свой размах на протяжении всей длины хода поршня. Так как все движущиеся части находятся в непрерывном сцеплении между собой, то этим совершенно устраняются толчки.

Паровых каналов в каждом цилиндре 4, из них 2 внешних служат только для впуска пара в цилиндр, а 2 внутренних—только для выпуска его из цилиндра. Когда поршень, подходи к крайнему своему положению, перекроет своим телом соответственный паровпускной канал,—оставшийся в цилиндре мятый пар при дальнейшем движении поршня будет сжиматься, образуя подушку или буфер, останавливающую движение поршня и не допускающую его до удара о крышку цилиндра. На больших паровых насосах делается промежуточное сообщение между находящимися рядом каналами, так что сжимаемый между поршнем и крышкой пар может через крайний паровпускной канал и упомянутое сообщение выходить в отводный канал. На этом сообщении ставится особый буферный кран; закрывая или открывая его больше или меньше, можно регулировать степень сжатия или силу буфера. Получение паузы в конце каждого хода поршня достигается тем, что каждый золотниковый стержень соединен со своим золотником не наглухо, а с зазором между гайками и выступом золотника, и таким образом получается то, что называют мертвым ходом, т.-е. золотник, а с ним и управляемый им поршень, остается некоторое время в покое, пока связанный с ним шток совершает некоторую часть хода.

Пусть насос можно в какой угодно момент или при каком угодно его положении, не прибегая к каким-либо ручным манипуляциям и орудиям, вроде рычагов, которые не всегда безопасны для целостности насоса; мертвых положений, с которых поршни не могли бы сдвинуться, у этого



насоса нет. По желанию, можно заставить такой насос делать не более двух оборотов в минуту, но он же свободно может делать и 100 оборотов в минуту. (Худяков, стр. 431).

В конструкции насоса обращено особое внимание на устройство водяного ныряла двойного действия А. Он движется в длинном, аккуратно просверленном и точно к нему пригнанном металлическом кольце (втулке). Как кольцо, так и самое ныряло легко может быть вынуто, когда это потребуются, в случае срабатывания, для исправления или замены этих частей новыми, что сопряжено с весьма незначительной тратой времени и расходов. При желании изменить отношение между паровыми и насосными поршнями, можно во всякое время заменить водяное ныряло большого размера нырялом меньшего, или наоборот. Так как весьма желательно и даже необходимо соблюдать всегда точное соотношение между силой и работой, то данная конструкция составляет очень важное преимущество.

Эта замена отдельных частей оказалась на практике самой дешевой и самой удовлетворительной для целей обыкновенного ремонта.

Водяное ныряло помещается на несколько дюймов выше всасывающих клапанов с целью образования промежуточной камеры, в которую могли бы оседать посторонние вещества (сор), могущие иначе попасть на трущиеся поверхности ныряла.

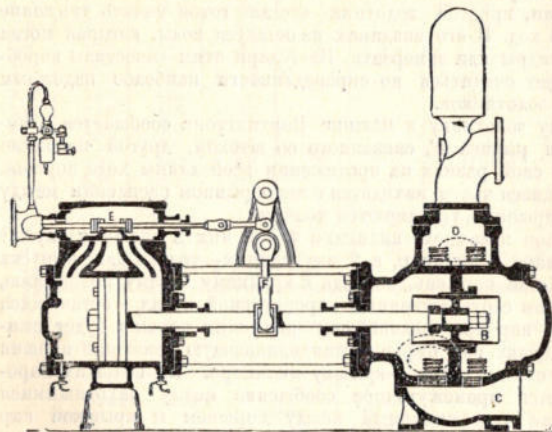


Fig. 62. Паровой насос Ворthingтона. Нормального типа (продольный разрез).

ла. Этим достигается возможность работать дольше, не прибегая к ремонту чем это возможно при общепотребительной форме поршневого насоса, особенно при качании воды с песком или другими твердыми примесями. Вода поступает в насос из всасывающей камеры С через всасывающие клапаны, затем через них попадает в нагнетательную камеру „D“. Таким образом, через весь насос вода проходит почти прямым путем и обильной массой. Верхние и нижние горизонтальные перегородки представляют достаточную поверхность для установки клапанов. Последние состоят из нескольких небольших кружков из резины или другого соответствующего материала, легко доступных для осмотра и дешевых для замены.



### Паровой насос Вортингтона нормального типа.

Насосы эти предназначаются для питания котлов, для пожарных, гидравлических, элеваторных целей и вообще, где давление пара и воды не превышает 10 ат.

Производительность, показанная в таблице, вычислена при скорости поршня от 60 до 125 футов в минуту. В случае пожара или других экстренных надобностей скорость эта может быть значительно увеличена.

Т а б л и ц а 89 размеров и производительности насосов Вортингтон нормального типа.

Размеры в дюймах			Число ходов поршня в мин. на один поршень	Количество ведер в минуту на оба поршня		Размеры труб в дюймах								
Диаметр паровых цилиндров	Диаметр водяных цилиндров	Длина хода поршня		Паропроводных	Парогодных	Всасывающих	Нагнетательных							
7,5	×	4,5	×					10	75	до	125	32	до	52
9	×	5,25	×	10	75	"	125	43	"	70	2	2,5	4	3
10	×	6	×	10	75	"	125	55	"	95	2	2,5	5	4
10	×	7	×	10	75	"	135	75	"	125	2	2,5	6	5
12	×	7	×	10	75	"	125	75	"	125	2,5	3	6	5
14	×	7	×	10	75	"	125	75	"	125	2,5	3	6	5
12	×	8,5	×	10	75	"	125	117	"	185	2,5	3	6	5
14	×	8,5	×	10	75	"	125	117	"	185	2,5	3	6	5
16	×	8,5	×	10	75	"	125	117	"	185	2,5	3	6	5
18,5	×	8,5	×	10	75	"	125	117	"	185	3	3,5	6	5
20	×	8,5	×	10	75	"	125	117	"	185	4	5	6	5
12	×	10,25	×	10	75	"	125	163	"	275	2,5	3	8	7
14	×	10,5	×	10	75	"	125	163	"	275	2,5	3	8	7
16	×	10,5	×	10	75	"	125	163	"	275	2,5	3	8	7
18,5	×	10,5	×	10	75	"	125	163	"	275	3	3,5	8	7
20	×	10,25	×	10	75	"	125	163	"	275	4	5	8	7
14	×	12	×	10	75	"	125	225	"	370	2,5	3	10	8
16	×	12	×	10	75	"	125	225	"	370	2,5	3	10	8
18,5	×	12	×	10	75	"	125	225	"	370	3	3,5	10	8
20	×	12	×	10	75	"	125	225	"	370	4	5	10	8
18,5	×	14	×	10	75	"	125	303	"	510	3	3,5	12	10
20	×	14	×	10	75	"	125	303	"	510	4	5	12	10
14	×	10	×	15	50	"	100	157	"	315	2,5	3	8	7
17	×	10	×	15	50	"	100	157	"	315	3	3,5	8	7
20	×	10	×	15	50	"	100	157	"	315	4	5	8	7
14	×	11	×	15	50	"	100	185	"	370	2,5	3	10	8
17	×	11	×	15	50	"	100	185	"	370	3	3,5	10	8
20	×	11	×	15	50	"	100	185	"	370	4	5	10	8
14	×	12	×	15	50	"	100	225	"	450	2,5	3	12	10
17	×	12	×	15	50	"	100	225	"	450	3	3,5	12	10
20	×	12	×	15	50	"	100	225	"	450	4	5	12	10
20	×	15	×	15	50	"	100	350	"	700	4	5	14	12
25	×	15	×	15	50	"	100	350	"	700	5	7	14	12

Для определения величины насоса следует обозначать диаметры паровых и водяных цилиндров, а также длину хода поршней.

Таблица 90. Сводная таблица по насосным станциям с паровым

Место расположения насосной станции.	Тип двигателя и мощность в нас. Л. С.	Число и тип насосов	Передача	Год установки и число агрегатов	Производительность в куб. м. час одного агрегата	Число оборотов в минуту	
1	2	3	4	5	6	7	
Горизонтальная паровая машина	1. Хенгсен . . . . .	Гор. пар. 3-го расш. 662—763	2 гор. порш	Полосер. штоками	1907	2020—2262	45—50
	2. Хорст . . . . .	Гор. пар. 3-го расш. 708—865	2 " "	" "	1910	2124—2596	45—55
	3. Иоганнсталль . . . . .	Гор. паров. 267—518	2 " "	" "		1200—1400	60—70
	4. Канниц . . . . .	Гор. паров. 229—274.	2 " "	" "	1910	1044—1253	69—72
	5. Хаттерсейм во Франкф./М. . . . .	Гор. па-ов. 168—208	1 вертик. прост. д.	" "	1909	550—663 533—643	63—76
	6. Виткен . . . . .	Верг. пар. дв. расш. 295—353	2 верт. дв. д.	" обх. тяг.	1910	900	60
	7. Дунсбург . . . . .	Верг. пар. дв. 334—462	2 " " "	" " "		1202—1665	65—90
	8. Ротенбургсорт . . . . .	Верг. пар. 3-го расш. 204—280	3 " " "	" " "	1908	1343—1730	45—60
	9. Хостервиц . . . . .	Верг. пар. 3-го расш. 221—330	3 " " "	" " "	1908	840—1260	60—90
	10. Шпилленбург . . . . .	Верг. пар. 3-го расш. 890—1068	3 " " "	" " "	1911	1780—2136	40—48
Внутреннего ст.-вал машина	11. Смоленск . . . . .	Дизель 60 сил	1 гор. дв. д.	Ремень	1911	75,0	175
	12. Некартайльфинген . . . . .	Дизель 61,6	1 гор. плунж.	"	1907	73,6	75
	13. Цейленрод . . . . .	Дизель 25—28	1 " "	"	1903	47—52,6	84—75
	14. С. Галлен . . . . .	Дизель 385—499	Центроб. ми. ступ.	"	1908	300—367	936—97
	15. Лейниц . . . . .	Дизель 28—31,5	1 гор. пл. дв. д.	Непосред.	1910	216—243	160—18
Газовые	16. Вестгофен . . . . .	Гориз. газов. 85—96	2 гор. прос.	Капатная	1905	372	60
	17. Ашаффенберг . . . . .	Верг. газов. 52	1 верт. дв. д.	"	1907	91	76
	18. Гунтерблом . . . . .	Гориз. газ. 55,5	2 гор. " "	Ремень	1907	182	—
	19. Швентинен-таль . . . . .	Гориз. газ. 180	1 " " "	"	1910	90	76
	20. Эльберфельд . . . . .	Турбина пар. Парсона 415	1 цен. одн. ст.	Капатная Непосред.	1908	630 600 1000	55 — 2100
Турбонасосы	21. Хенгсен . . . . .	Пар. турбина Целли 695—763	1 " " "	"	1909	2090—2250	1521—16
	22. Беллицгоф . . . . .	Пар. турбина ВКЭ 800—1000	1 " 3 ст.	"	1909	2400—2676	2000—22
	23. Инхейден . . . . .	2 пар. турб. ВКЭ 440 нас. л. с.	2 " "	"	—	1200—1500	3000
Электро-насосы	24. Келен . . . . .	Электродвиг. 100 л. с.	2 " "	Ремень	1906	252	375/72
	25. Москва (Рублево) . . . . .	Электродвиг. 2×400+2×1100	2 " 1-го н. 2 " 2-го "	Непосред. "	1925	2100	485 585





Кроме насосов, размеры коих даны в таблице 89 (см. стр. 213), существуют насосы других размеров и типов, удовлетворяющие всяким, возможным встретиться потребностям.

Насосы Вортенгтон расходуют много пара, они ставятся там, где топливо дешево и нужен простейший уход. Чаще всего применяют на железнодорожных водокачках и вообще там, где работа идет с перерывами, нагрузка или производительность меняется и нужна надежность работы. Для городских водопроводов теперь эти насосы не применяются, с большим успехом они вытесняются центробежными насосами, но в сельском водоснабжении, где дрова под боком и дешевы, они еще могут найти широкое применение.

## Правила для испытания паровых машин и турбин.

### I. Введение.

Предлагаемые правила имеют целью дать общие указания для испытания паровых машин и турбин.

Необходимо в протоколы заносить не только результаты исследований, но также и главнейшие данные испытываемых установок, равно как и обстоятельства, при которых эти результаты получены. Тогда результаты исследования могли бы быть использованы не только в данном отдельном случае, но приобрели бы и общее значение. Для этого необходимо, чтобы все указания делались однообразно, согласно нижеследующим правилам.

Производство испытаний следует поручать лишь таким лицам, которые обладают необходимыми для этого познаниями и навыком. Они должны выработать план испытаний, сообразно преследуемой цели, так как во многих случаях не требуется, чтобы указанные ниже исследования производились во всей их полноте; затем они должны проверить точность всех применяемых при испытании приборов и обработать результаты исследований. В основу работы должны быть положены нижеприводимые правила, при чем в каждом отдельном случае из них должен быть сделан выбор в соответствии с задачами испытания.

**Примечание.** Правила эти найдут себе применение прежде всего при приемных испытаниях. С одной стороны, они заключают в себе много пунктов, которые очень редко или даже никогда не встретятся при приемных испытаниях, но, с другой стороны, они ни в коем случае не исчерпывают всех исследований научного характера. В этом отношении правила занимают некоторое среднее положение; целесообразнее, казалось, обнять в них больше случаев исследований, чтобы они возможно чаще находили себе применение. Само собой разумеется, что не всегда придется выполнять все предусмотренные правилами испытания: чаще всего достаточно будет сокращенной программы.

## II. Основные положения договора.

1) Чтобы по возможности устранить недоразумения при постановке опытов и при оценке полученных результатов, следует очень рекомендовать в договоре на поставку оговаривать не только гарантии, но и способ проверки этих гарантий (согласно § 11 а, б и в), принимая во внимание особенности установки и руководствуясь предлагаемыми правилами.

2) Вообще, в договоре следует упоминать лишь о тех гарантиях, кои могут быть проверены непосредственно, т.-е. гарантии должны относиться лишь к измеримым величинам. Поэтому следует старательно избегать неопределенных или трудно определенных понятий; например, выражения „наибольшая нагрузка“, „кратковременная перегрузка“ следует применять лишь вместе с указанием точного времени и величины допускаемой нагрузки, перегрузки и т. п.

3) В договоре на поставку паровой машины или турбины рекомендуется указывать гарантии расхода пара для нескольких (по меньшей мере двух) нагрузок, при чем одна из них должна быть по возможности ближе к нагрузке, предполагаемой при приемных испытаниях. Далее, договор должен заключать в себе указания на:

а) состояние пара перед машиной (давление и температура при перегретом или влажность при насыщенном паре);

б) давление пара в выпускной трубе или температуру и количество охлаждающей воды, если вместе с машиной устанавливается конденсатор;

в) способ и место испытания (§ 11 а, б и в).

В случае применения перегретого пара, гарантию следует указывать для нескольких различных температур перегрева или же следует обуславливать способ пересчета расхода пара или тепла при отклонениях от обусловленной температуры.

Рекомендуется также, особенно при паровых турбинах, оговаривать способ пересчета расхода пара в случаях отклонения вакуума или температуры охлаждающей воды от обусловленных в договоре.

4) В договоре на поставку паровой машины следует по возможности избегать гарантии „наполнения“; в противном случае надо обусловить способ определения степени наполнения по индикаторным диаграммам.

5) Если установка котла и машин производится одним и тем же поставщиком, то можно выразить гарантию в весах топлива или в единицах тепла, содержащегося в топливе, расходуемых на единицу мощности машины. Однако, действительные температуры перегрева должны быть оговорены и должны соответствовать тем температурам, которые положены в основание гарантий для машины.

6) В договоре следует оговаривать величину допустимых отклонений от гарантированных цифр, при которой гарантия считается еще выполненной. Это условие имеет целью по возможности учесть неизбежные ошибки наблюдений и неточности в постановке опытов; поэтому их надо оценивать в связи с предметом и целью исследования (согласно § 11 а, б и в); так, например, при гарантиях расхода топлива допускаются большие отклонения, чем при гарантиях расхода пара. Эти отклонения должны быть оговорены в договоре в непосредственной связи с цифрами гаран-



тии. Если такие допуски не оговорены в условиях на поставку, то при оценке результатов испытания не допускается никаких отклонений.

**Примечание.** Этими допусками иногда злоупотребляли при заключении договоров, давая более выгодную и заведомо недостижимую гарантию, в расчете при сдаче использовать допустимые отклонения.

7) При сдаче установки или частей ее поставщик должен позаботиться о том, чтобы все предусмотренные в настоящих правилах измерительные приборы могли быть установлены возможно легко и в надлежащих местах, т.-е. должны быть устроены необходимые штуцера, капсюли для термометров, контрольные фланцы и т. п. или, по крайней мере, должны быть заготовлены соответственные отверстия.

8) Следует рекомендовать указывать срок, в продолжение которого или после которого должны быть произведены приемные испытания, а также оговаривать те работы, которые поставщик имеет право производить непосредственно перед приемными испытаниями и указывать для них срок, при этом необходимо принимать во внимание условия работы установки.

**Примечание.** При сдаче небольшой машины установленного типа, поставщику, так же как и заказчику, желательно, конечно, видеть ее как можно скорее принятой. При поставке же крупной машины, построенной по новой модели, или с приспособлениями для специальных целей, необходимо дать поставщику более продолжительный срок, чтобы машина могла приработаться под его наблюдением и чтобы он мог устранить выяснившиеся несовершенства ее. И заказчику весьма желательно иметь достаточно времени, чтобы хорошо познакомиться с машиной, прежде чем принять на себя всю ответственность за нее. С другой же стороны всякие переделки машины влекут за собой неизбежные перерывы в работе ее и поэтому заказчик вправе желать получить возможно скорее безупречно работающую машину.

Нередки случаи, что приемные испытания не оговорены в условиях и поэтому не производятся; а потом, когда заказчик довольно долго самостоятельно пользуется машиной, выясняются различные недостатки ее. В случае, если после этого по взаимному согласию производятся испытания машины, то необходимо, прежде чем назначать окончательное испытание, дать поставщику некоторый срок для исследования машины и разрешить ему исправить недостатки, выяснившиеся в период работы машины.

### III. Общие правила.

#### А. Предмет исследования.

9) Предметом испытания может быть:

А) у паровых машин и турбин:

а) состояние рабочего пара (его давление, температура или влажность);

б) число оборотов;

в) мощность (работа);



- г) расход пара в 1 час на единицу мощности;
- д) расход пара (если привод происходит от отдельной вспомогательной машины) или электрической энергии на приведение в действие вспомогательных механизмов;
- е) количество и температура охлаждающей воды;
- ж) колебание скорости при постоянной нагрузке и изменение среднего числа оборотов при внезапной или степенной перемене нагрузки;
- з) расход смазки;
- Б) специально у паровых машин:
  - и) индикаторная и действительная (полезная, эффективная) работа;
  - к) механический коэффициент полезного действия, т.е. отношение действительной работы к индикаторной;
  - л) колебания угловой скорости в течение каждого оборота при постоянной нагрузке (коэффициент неравномерности маховика);
- В) специально у паровых турбин:
  - м) температура и расход воды на охлаждение масла.

**П р и м е ч а н и е.** Так как в громадном большинстве случаев паровые турбины работают в непосредственном соединении с какими-либо рабочими машинами (динамо, насосы, компрессора и т. п.), то определение эффективной работы их обычно весьма затруднительно. С другой же стороны, индикаторная работа паровой турбины является понятием совершенно отвлеченным, не поддающимся непосредственному измерению. Поэтому в условиях на поставку гарантия расхода пара паровой турбины обычно относится к единице работы исполнительного механизма (например, на 1 киловатт в 1 час на 1000 м<sup>3</sup>/час подаваемого воздуха или воды при данной разности давлений или при высоте подачи в м и т. п.).

В условиях гарантии расхода смазки следует точно обусловливать качество смазочных материалов и время проверки этой гарантии, так как в начале работы, вскоре после установки, машины обычно расходуют гораздо больше смазки, чем нормально, после того, как все части машины достаточно приработаются.

Смазка главных подшипников паровых турбин устраивается обычно так, что масло непрерывно циркулирует и по пути фильтруется и охлаждается. Поэтому расход смазки обычно весьма незначителен и определение его представляет большие затруднения, и во всяком случае требует весьма большого времени наблюдения. Что касается расхода смазки на второстепенные части турбины, то определение его не может представить затруднений.

#### Б. Род, число и продолжительность испытаний, допустимые отклонения.

10) Род, число и продолжительность опытов определяются целью испытания и должны быть выбраны и обусловлены заранее сообразно с условиями договора и работы установки. При испытаниях же, представляющих особую важность, когда результаты их имеют решающее значение, например, для приемки, штрафа или премии, — в соответствии с размером связанного с этим интереса.

11) Род испытаний. Следует различать три рода испытаний:

а) без перерывов, при установках, которые работают по меньшей мере 8—10 часов непрерывно при почти одинаковой нагрузке, или где подобную работу возможно осуществить хотя бы искусственно;

б) с перерывами, над установками, где нельзя избежать остановок в работе или временного значительного понижения нагрузки;

в) при условиях нормальной эксплуатации.

**Примечание.** Если определение расхода пара ведется по поверхностному конденсатору, то почти всегда можно поставить опыт без перерывов, так как в этом случае не требуется столь продолжительного времени опыта.

12) При определении расхода пара измерением количества питательной воды, подаваемой в котлы в случае 11 а), опыт должен продолжаться непрерывно 8 часов, или же при совершенно равномерной нагрузке по меньшей мере 6 часов. При каждом опыте надо сделать по меньшей мере один полный промежуточный отчет (запись); однако, результаты промежуточного отчета ни в коем случае нельзя принимать за результаты всего опыта. В случае 11 б) надо произвести два опыта, один за другим, продолжительностью каждый не менее 4-х часов, при чем за время опыта считается общая продолжительность обоих опытов; перед перерывом и в начале опыта после перерыва следует поступать так, как в конце и в начале всякого независимого опыта. Чтобы иметь установившееся состояние машины вскоре после перерыва, надо, по возможности, или заставить машину работать в течение перерыва, хотя бы в холостую, или же по крайней мере держать под давлением пара все паропроводы и паровые рубашки.

В случае 11 в) надо вести опыт в течение двух или более рабочих промежутков. Расход на обогревание машин после перерывов и на охлаждение во время перерывов, даже ночных, не вычитается в этом случае из общего расхода. Для контроля опыта рекомендуется произвести несколько промежуточных отчетов.

**Примечание.** В моменты промежуточных отчетов следует вести опыт так, как в конце всякого независимого опыта, т. е. к этому моменту надо привести к начальному состоянию уровень воды в котле, давление и т. п. и произвести все записи, не исключая расхода пара или топлива. Таким образом, время между промежуточными отчетами представляет собой как бы независимые опыты, непосредственно следующие один за другим. Только результаты таких промежуточных отчетов ни в коем случае не следует трактовать независимо, как результат всего опыта.

При определении расхода пара по котлу неизбежна довольно значительная неточность при приведении уровня воды в котле к одинаковой высоте в начале и в конце опыта. Чтобы уменьшить относительно значение этой ошибки, желательно вести опыт возможно продолжительнее; с другой же стороны, продолжительность опытов более 8 часов часто влечет за собой большие затруднения эксплуатационного характера. Поэтому, этот параграф должен служить во всяком случае к тому, чтобы избегать слишком коротких опы-



тов, при которых значительно сказывается основная неточность наблюдения уровня воды в котле, оставляя, однако, полную свободу руководителю ставить более продолжительные опыты там, где это необходимо и возможно.

Ошибка наблюдений уровня воды в котле скажется особенно сильно при значительном несоответствии в размерах котла и испытуемой машины, например, если расход пара небольшой машины определяется измерением питательной воды большого котла. Поэтому весьма желательно, чтобы при испытании машины под полной нагрузкой, нагрузка поверхности нагрева котла приближалась к нормальной для данной системы. В случае же невозможности осуществить это условие приходится делать опыт более продолжительным, чтобы уменьшить относительное значение ошибки.

13) Если количество израсходованного пара определяется помощью поверхностного холодильника, то при установившемся состоянии работы достаточен более короткий опыт, продолжительность коего определяется в зависимости от колебаний нагрузки. При равномерной нагрузке такие опыты достаточно вести в течение одного часа.

14) При определении механического коэффициента полезного действия паровой машины можно довольствоваться короткими опытами, но непременно при установившемся состоянии работы; но все же следует снять по меньшей мере 5 серий диаграмм и сделать 5 отсчетов.

**Примечание.** При определении механического коэффициента полезного действия надо иметь в виду, что даже при одинаковой нагрузке машины часто неизбежны неравенства диаграмм. Чтобы уменьшить ошибку, рекомендуется снять по меньшей мере 5 серий диаграмм, при чем промежутки между съемкой их, если машина находится в установившемся состоянии, не должны быть более 15 минут.

Само собою разумеется, что в это время нельзя усиливать смазку машины.

Изменения механического коэффициента полезного действия, происходящие с течением времени, не могут быть установлены с точностью даже при большой продолжительности опытов: они дают себя чувствовать только после довольно значительного времени работы. Поэтому определение механического коэффициента полезного действия по достижении машиной установившегося состояния может относиться только к данному состоянию машины.

15) Чтобы изучить установку в работе, испытать все приспособления, необходимые при опытах, и обучить наблюдателей и помощников, рекомендуется производить предварительные испытания. Их следует производить непосредственно перед главными опытами. Продолжительность же их выбирается в соответствии с обстоятельствами.

**Примечание.** Вообще желательные предварительные опыты нельзя вводить как правило, так как этим повышается и без того значительная стоимость опытов. Поэтому эксперт должен прибегать к ним только в случае необходимости; поставщика же нельзя лишать возможности произвести перед сдачей предварительные испытания.



16) При испытаниях особой важности следует ставить, кроме предварительных опытов, еще и два главных опыта один за другим. Среднее из результатов этих двух главных опытов, если они расходятся, не более, чем на 5%, принимается за результат опыта. Однако, нельзя брать среднее из главного и из предварительного опытов.

**Примечание.** Нельзя вообще отрицать полезности в некоторых случаях контрольных опытов, но они являются совершенно бесполезными при достаточной точности совпадения промежуточных отсчетов. С другой же стороны, контрольный характер их значительно уменьшается в виду того, что при повторных опытах после перерыва чрезвычайно трудно добиться состояния установки, тождественного в обоих опытах. А так как такие контрольные опыты к тому же значительно удорожают испытание, то прибегать к ним следует лишь в случае крайней необходимости.

17) Во время опытов в установившемся состоянии (§ 11 а и б) колебания в нагрузке не должны превышать  $\pm 15\%$ .

18) Если средняя нагрузка опыта отличается от той, относительно которой дана гарантия, то сравнение ведется при помощи интерполяции. При этом, если в договоре нет особых указаний, то общий расход пара паровой машины интерполируется линейно.

Если в договоре дана гарантия только для одной нагрузки, то принимается, что та же гарантия должна быть выполнена при отклонениях нагрузки на  $\pm 7,5\%$ . Допуски принимаются в расчет лишь тогда, если они оговорены в контракте (см. § 6). Другие поправки на отклонение от гарантированного состояния пара, разрежения в холодильнике и т. п., если они не оговорены в контракте, следует оговаривать перед началом испытаний. Если же требуемые поправки могут быть определены на основании произведенных опытов, то в расчет принимаются именно эти опытные поправки, даже в том случае, если обусловленные в договоре от них отличаются.

**Примечание.** Так как при приемных испытаниях часто невозможно поддерживать постоянную нагрузку машины, то кажется правильным допустить некоторый предел колебания нагрузки, в пределах коего опыт не может быть опротестован. В некоторых случаях, например, если машина приводит в движение прокатный стан, колебания нагрузки бывают очень значительны. В этих случаях, не предусмотренных „Правилами“, в виду их особенностей, договор должен устанавливать такой порядок испытаний, который не вызывал бы пререканий.

19) При приеме и всех опытах, служащих для выяснения недоразумений между поставщиком и заказчиком, весьма желательно присутствие и участие в них как поставщика, так и заказчика, или их уполномоченных.

#### В. Единицы измерений и обозначения.

20) Все размеры должны быть указаны в метрических мерах.

21) Измерения температуры производятся по 100-градусному термометру (Цельсия); количества теплоты выражаются в килограмм-калориях.

22) При обозначении давлений всегда надо указывать, какое давление подразумевается: абсолютное, избыток давления (манометрическое) или разрежение вакуум). Если этих указаний не имеется, то под давлением пара разумеется всегда избыток давления над атмосферным.

Давления, меньшие атмосферного, обозначаются, как разрежение (вакуум), и могут выражаться в миллиметрах водяного ( $=1 \text{ кг}$  на  $\text{кв. м}$ ) или ртутного столба. Под вакуумом разумеется разность между барометрическим (атмосферным) и измеряемым давлениями.

За единицу давления и разрежения принимается метрическая атмосфера, т.-е. давление в  $1 \text{ кг}$  на  $1 \text{ см}^2$ .

23) Механический эквивалент теплоты принимается равным:  $427 \text{ ккал} = 1$  единице теплоты (килограммо-калория,  $1 \text{ Кал}$ ) и соответственно термический эквивалент— $1 \text{ Л. С.}$  в  $1$  час приравнивается  $632$  едн. теплоты.

24) За единицу меры мощности паровой машины считается  $1$  киловатт  $= 102 \text{ ккал}$  в сек. или лошадиная сила, равная  $75$  килограммо-метров в секунду  $= 0,736$  киловатт ( $1 \text{ квт.} = 1,36 \text{ Л. С.}$ ). Надо всегда указывать, имеется ли в виду индикаторная, полезная, электрическая или иная работа машины; если этого указания нет, то под ней всегда разумеется полезная работа на валу машины за вычетом работы всех необходимых для нее рабочих механизмов, если они приводятся в движение независимыми машинами.

Расход пара в паровых машинах относится всегда к индикаторной мощности, в турбо-генераторах к киловатту.

Номинальные лошадиные силы не допускаются.

25) Индикаторной работой машины или просто индикаторной работой называется разность между развитой и израсходованной внутри цилиндра индикаторной работой, или, короче, разность между положительной и отрицательной индикаторной работой. Работой холостого хода называется индикаторная работа машины в том состоянии, когда она не производит никакой полезной работы. Определяются эти работы при помощи индикатора.

26) Полезной работой машины ( $N_e$ ), если ее нельзя точно определить торможением, можно считать разность между индикаторной работой при данной нагрузке ( $N_i$ ) и работой холостого хода ( $N_o$ );  $N_e = N_i - N_o$ .

27) Механический коэффициент полезного действия, т.-е. отношение полезной работы машины к ее индикаторной работе, в таких случаях можно считать:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \frac{N_i - N_o}{N_i} = 1 - \frac{N_o}{N_i}.$$

Относительно более точного определения полезной работы и механического коэффициента полезного действия см. § 39.

28) При определении количества теплоты израсходованного пара в расчет принимается полная теплота его перед входом в машину (по новейшим данным, например, диаграммам или таблицам Mollier).



#### IV. Выполнение испытаний.

29) Род, число и продолжительность испытаний выбираются согласно § 10—19.

30) В начале и в конце каждого испытания согласно § 11 а и б все условия повсюду должны быть совершенно одинаковы; машина и обслуживающий ее котел должны находиться во все время опыта в установленном состоянии.

31) При определении расхода пара все нерабочие паро- и водопроводные трубы должны быть разобщены от исследуемой машины, ее холодильника и от обслуживающего машину котла, если измерения ведутся по котлу. Это лучше всего сделать посредством заглушек, которые должны быть установлены, по возможности, ближе к котлу, машине или холодильнику.

32) Вообще говоря, все наблюдения и отсчеты должны производиться не реже, чем каждые двадцать минут; если во время испытаний можно ожидать быстрых и значительных колебаний в нагрузке или в других наблюдаемых величинах, или же если необходимо получить особенно точные результаты, то рекомендуется производить все отсчеты еще чаще.

В протоколе испытания следует указывать на ряду со средними значениями также и наибольшие и наименьшие значения из наблюдаемых величин.

33) Все измерительные приборы и сосуды должны быть точно и надежно градуированы.

34) В протоколе испытания должна быть указана конструкция установки и условия ее работы; это должно быть пояснено соответственными чертежами настолько подробно, чтобы можно было правильно судить о способе работы и результатах опытов. В частности при весторонних испытаниях эти указания должны содержать следующие данные:

а) система машины и условия ее работы; описание и чертежи ее главных частей; для паровой машины: размеры цилиндров; величина вредных пространств; ход поршня и прочие необходимые для обработки испытания размеры; для паровой турбины: число сопел, число ступеней давлений и скоростей; необходимые размеры;

б) среднее нормальное число оборотов; допускаемые колебания их и при паровой машине степень неравномерности маховика;

в) давление и температура, при которых должна работать машина, и наибольшее давление и температура, для которого она построена;

г) работа (мощность), для которой гарантирован расход пара, и для паровой машины механический коэффициент полезного действия; гарантированная наибольшая мощность и допускаемая продолжительность перегрузки;

д) конструкция и размеры холодильника и его насосов; способ приведения в действие насосов; способ получения охлаждающей воды; длина и диаметр паропроводных труб;

е) обусловленная в договоре температура и количество охлаждающей воды и соответствующий этим данным вакуум;



ж) обусловленный в договоре расход пара или электрической энергии на вспомогательные механизмы;

з) система и поверхность нагрева обслуживающего машину парового котла и перегревателя, способ его питания; расположение и величина водоотделителей, длина и диаметр паропроводных труб.

(Пункт же особенно важен при определении расхода пара измерениями по котлу);

и) устройство смазочных приборов;

к) расход воды на охлаждение масла и температура ее при входе и выходе.

35) Перед опытом надо проверить исправность установки. При измерениях расхода пара по котлу особое внимание надо обратить на плотность питательных труб и паропроводов; при измерениях же по поверхностному холодильнику—на плотность конденсатора в отношении пропускания внутрь холодильника охлаждающей воды через неплотности в трубках и из расширительного сальника паротводной трубы. Для последнего испытания лучше всего, если возможно, до пуска в ход машины и после остановки ее, пустить в ход конденсационные насосы и убедиться, что из холодильника не откачивается охлаждающая вода. В случае обнаружения протечки холодильника, величина протечки принимается во внимание при вычислении расхода пара.

36) Испытание не должно начинаться раньше, чем в машине и измерительных приборах наступило установившееся в отношении сил и температур состояние. Если опыт продолжается при обычной заводской нагрузке в течение всего дня, то первый и последний полчаса работы должны быть исключены из времени собственно опыта; точно также не следует производить опытов в дни после суточной стоянки.

37) Давление пара, нагрузка машины, температура перегрева и вакуум (см. примечание к § 18) во время опыта должны поддерживаться, по возможности неизменными; в случае необходимости, равномерность нагрузки должна достигаться искусственным путем (см. § 17).

38) Давление, температура и влажность рабочего пара, имеющие значение для оценки машины, должны, по возможности, измеряться непосредственно перед вступлением в то место, для которого предполагается рассчитывать отдачу тепла паром машине; при регулировании торможением состояние пара определяется перед регулирующим клапаном. Давление и температура отработавшего пара определяются в выпускной трубе, непосредственно после выхода из цилиндра машины или из последней ступени турбины.

Примечание. Измерение температуры пара и т. п. в клапанной коробке или еще дальше дает неправильные результаты.

Определение влажности пара при помощи дроссельных калориметров, напр. Пибоди дает достаточно правильные результаты при небольшой влажности пара (3—5%). Но при этом рекомендуется брать пробу пара в различных точках сечения струи, так как влажность пара может быть неодинакова в различных точках поперечного сечения струи. Несравненно лучше и надежнее поза-

ботиться о хорошем осушении пара путем установки возможно ближе к машине водооделителей достаточной величины, которые, как показали последние опыты (Dr. Sendtaer, Mitteil. u. Forschungsarbeiten, Heft 98 и 99) дают при нормальных скоростях практически почти сухой пар (влажность менее  $1/2\%$ ).

39) Точное определение действительной полезной мощности возможно только при помощи тормоза или динамометра; основные размеры и другие данные прибора надо определить, если возможно, перед опытом. Но этот способ трудно выполним при больших машинах и поэтому применяется только в исключительных случаях (см. § 27).

Если с машиной непосредственно соединен генератор электрического тока, то полезная работа машины может быть с большим удобством вычислена по нагрузке генератора. Коэффициент полезного действия генератора определяется по одному из методов, установленных в „Нормах для испытания электрических машин и трансформаторов“. Всероссийск. Электротехнич. Съездом.

Коэффициент полезного действия ременной передачи, если он не оговорен в контракте, принимается равным 96—97%.

**Примечание.** В случае непосредственного соединения машины с какой-либо иной рабочей машиной, например, насосом или воздуходувкой, гарантию следует обуславливать производительностью рабочей машины (например, количеством нагнетаемого воздуха и т. п.).

Иногда машины подвергаются опытам торможения на испытательной станции завода. Тогда здесь можно точно определить, если это необходимо, полезную мощность машины, когда вперед известно, что этого нельзя сделать на месте окончательной установки.

Вообще же для определения полезной мощности паровой машины и механического коэффициента ее полезного действия в тех случаях, когда их нельзя определить точно торможением, можно пользоваться методом, указанным в § 26 и 27.

40) Индикаторы следует присоединять, по возможности, непосредственно к вредному пространству цилиндра без длинных и изогнутых промежуточных трубок и при этом с каждой стороны цилиндра по отдельному индикатору.

Для этого на обоих концах цилиндра должны быть отверстия с нарезкой в 1" по Витворту.

Пружины индикаторов должны быть проверены согласно „Правилам для испытания индикаторов“.

41) Во время опыта следует через равные промежутки, возможно чаще и во всяком случае не реже, чем через 20 минут, снимать диаграммы одновременно всеми индикаторами. На диаграммах ставятся номер по порядку и делаются отметки о времени съемки и масштабе пружины. Работу холостого хода лучше определять непосредственно после главного опыта, пока машина еще достаточно прогрета.

42) Площадь диаграмм определяется при помощи полярного планиметра или другим надежным способом.



43) Диаметры парового цилиндра и поршневого штока, а также и ход поршня должны быть измерены в натуре.

44) Число оборотов машины определяется счетчиком, показания которого отмечаются через определенные промежутки времени, или непосредственным отсчетом по тахометру, который должен быть предварительно проверен.

45) Через равные промежутки времени и во всяком случае не реже чем через 20 минут должны быть отмечены: уровень воды и давление или в котле, или непосредственно после перегревателя (при измерениях по котлу); давление и, при перегретом паре, температура его непосредственно перед вступлением в машину, давление и температура до и после регулирующего клапана в паровых турбинах давление в ресивере, в выпускной трубе непосредственно позади цилиндра и в холодильнике; кроме того, температура и, если возможно, количество охлаждающей воды, и температура вытекающего из холодильника конденсата. Показание барометра и, в случае применения градири, температуру и влажность воздуха следует отмечать несколько раз во время опыта и по меньшей мере в начале и в конце его.

**Примечание.** Все температуры следует измерять в струе текучего пара и избегать установки термометров в мертвых углах, где могут образовываться застои.

46) При измерениях по котлу расход пара определяется посредством взвешивания воды, питающей котел, или другим надежным способом, оговоренным в договоре; в последнем случае измерительный прибор должен быть проградуирован взвешиванием при температуре питательной воды.

**Примечание.** Незначительные отклонения в уровне воды и в давлении пара в конце испытания, если их нельзя избежать, должны быть введены в расчет по их тепловой величине, — соответственно давлению в начале и в конце опыта. При этом надо обратить внимание на то, что если нельзя избежать поправок, то их лучше относить к уровню воды и особенно заботиться об равенстве давления в начале и в конце опыта.

Особенного внимания в этом отношении требуют к себе водотрубные и другие котлы с сильно колеблющимся уровнем воды, в которых вследствие циркуляции во время парообразования уровень воды кажется значительно выше действительного.

Питание котла должно производиться равномерно и, если возможно, непрерывно; если непрерывное питание невозможно, то следует избегать питания в течение 5 минут до начала испытания и 5 минут до конца его.

Для питания котла нежелательно применение паровых насосов, которые получают пар из того же котла, как и испытываемая паровая машина, или отработавший пар которых приходит в непосредственное соприкосновение с питательной водой (как, например, в инжекторах), даже если расход пара этого насоса может быть точно определен.

Вся вода, просачивающаяся в местах соединения арматуры, а также выбрасываемая при продувании, должна быть тщательно собрана и принимается в расчет. Вода, конденсирующаяся в паропроводе, должна



быть собрана до вступления ее в машину и должна быть вычтена из питательной воды. Вода, конденсирующаяся в самой машине (в ресиверах, в паровых рубашках, в камерах паровой турбины и т. п.) относится к расходу пара самой машины и должна быть, по возможности, измерена отдельно в каждом месте выделения.

**Примечание.** Приспособления для сбора конденсационной воды должны быть устроены так, чтобы были устранены потери ее через испарение в воздух; для этой цели вода должна быть охлаждена в этих приспособлениях, по крайней мере, до 40°.

47) Определение расхода пара по поверхностному холодильнику производится измерением охлажденного в нем пара путем взвешивания конденсата или другим надежным способом. Количество же воды, конденсирующейся в самой машине, должно быть определено, как указано в предыдущем § 46.

**Примечание.** Несомненно, что определение расхода пара по поверхностному холодильнику дает гораздо более точные и надежные результаты, чем измерение его по количеству питательной воды, и самый опыт в этом случае может быть гораздо короче. Поэтому следует весьма рекомендовать пользоваться этим способом во всех случаях, когда это только возможно.

Единственным недостатком этого способа при испытаниях паровых машин является присутствие масла в конденсате, которое ложится на расход пара, хотя и весьма незначительно.

48) Определение расхода пара при посредстве парометров, градуированных сопел и т. п. допускается лишь в том случае, если эти приборы надежно проградуированы непосредственно перед опытом.

49) При исследовании условий движения машины могут быть определены:

а) число оборотов машины при установившемся движении во время наибольшей, нормальной нагрузки и при холостом ходе;

б) колебания угловой скорости при постоянной нагрузке;

в) увеличение или уменьшение числа оборотов машины при обусловленной внезапной или постепенной нагрузке и разгрузке машины, при этом отмечаются наибольшие, наименьшие и установившиеся показания тахометра, если при опыте не применяется регистрирующий тахограф, а также и время, по истечении которого машина пришла в установившееся состояние.

**Примечание.** Эти измерения могут быть произведены при помощи приборов вроде тахографа Горна. Отклонение числа оборотов машины от среднего за один оборот в сторону ускорения или замедления выражается в долях среднего числа оборотов и определяется или непосредственным отсчетом по тахографу, или вычислением (степень неравномерности маховика =

$$= \frac{n_{\max} - n_{\min}}{1/2 (n_{\max} + n_{\min})}.$$

г) предельное число оборотов, при котором начинает действовать регулятор безопасности. Этот опыт производится при выключенном главном регуляторе и потому требует особой осторожности.

### Диафрагмовые и др. насосы.

Они составляют необходимую принадлежность при водопроводных работах, связанных с водоотливом из траншей или котлована под резервуары или насосные станции. Главные части этого насоса, называемого обычно „лягушкой“: чугунный корпус, резиновая диафрагма или кожанная (полува), если резины нету, клапан и рычаги.

Лягушки бывают **ненапорные** и **напорные**, первые работают с одним большим центрально расположенным клапаном и с одним рычагом: просты, надежны и легки в работе. Напорные имеют два клапана—всасывающий и напорный, оба закрытые и два рычага, так как на ходу тяжелы; клапана часто засоряются и лягушку приходится разбирать, чтобы вынуть застрявший кусок дерева и т. п. Ни поршней ни сальников лягушки не имеют, работает диафрагма неделю, две, а затем прорывається, необходимо иметь запас по крайней мере по 2 диафрагмы на каждую лягушку.

Всасывает с глубины 5 м, при большей глубине часто срывает струю. Простая лягушка требует одного рабочего, напорная—двух.

Диаметр всасывающих и напорных рукавов одинаков, напор свыше 5,0 м преодолевается с трудом.

Диаметр рукавов . . . . . 2 1/2" . 3" 3 1/2" 4"

Производительн. простых лягушек  
в час вед. . . . . ~ 1000 1500 2000 2200

Производительн. нагнетательных . 0,6—0,7 от напорных.

**Напорные** лягушки не простого, а двойного действия дают производительность равную производительности простых лягушек.

К каждой лягушке нужны всасывающие резиновые рукава и напорные пеньковые, для простой лягушки нужны лотки сбитые из досок для отвода воды. Кроме того нужна чугунная или бронзовая **пугайка** для присоединения рукава к лягушке, соединительная гайка для соединения двух рукавов и приемная сетка во избежание засорения лягушки крупными предметами.

Насосы „Летестю“ для строительных работ. Они не боятся воды с песком и илом весьма распространены, но не дают нагнетания воды, следовательно применимы для глубин не свыше 6 м (практически). Они имеют два вертикальных цилиндра с поршнями между ними расположен шивной **латок**, рычагов два; необходимо от 2 до 10 человек, в зависимости от диаметра поршней. К Летестю можно приспособить двигатель с рычажной передачей к коромыслу. (Ленинград)

Таблица 91. Насосы Летестю.

Диаметр				Ход поршней		Производительн. в час		Число рабочих	Цена
Цилиндра		Рукавов							
дюйм.	м.м	дюйм.	м.м	дюйм.	м.м	Ведер	м <sup>3</sup>		
4	100	2	50	8	100	~ 600	7,5	2—4	По запросу заводов
6	150	3	75	9 1/2	240	~ 1500	18,5	4—6	
8	200	4	100	12	300	~ 3420	43,0	6—8	
10	250	5	150	12	300	~ 5400	67,0	8—10	



## Глава XXIV. Технические условия на поставку топлива для насосных станций.

### § 64. Технические условия на поставку дров для отопления котлов насосной станции.

#### § 1.

Качество дров. 1. Поставляемые дрова должны быть здоровыми и очищены от сучьев. Дрова из сухоподстойника, а равно гнилые и трухлявые к поставке не допускаются.

2. Сплавные дрова допускаются к поставке, но не иначе, как по истечении шести месяцев со дня выгрузки их из воды, о чем должно быть представлено надлежащее удостоверение.

3. Дрова могут быть сосновые, березовые, ольховые, дубовые, грабовые, ясеневые, кленовые и берестовые в нижеследующих пропорциях: (оговорить в % согласно местным условиям). Осиновых дров допускается не более 10% от всего поставленного количества.

4. Дрова складываются по породам в отдельные штабеля. На березовых кругляках кора должна быть разрублена или протесана по всей длине поленьев в двух местах.

5. Цена должна быть заявлена поставщиком на каждую из пород отдельно.

#### § 2.

Размер дров. 1. Дрова должны быть распилены на поленья длиной двенадцать (или иначе) вершков, с допущением отступлений на полвершка в ту или другую сторону. Средняя толщина поленьев должна быть 4 вершка, но не менее  $2\frac{1}{2}$  вершка и не более 6 вершков. Поленья свыше 4 вершков должны быть расколоты.

2. Дрова маломерные, т.е. менее  $2\frac{1}{2}$  вершков допускаются в количестве не более 5% от всей поставки и должны быть сложены в отдельные штабели. Такие дрова считаются второсортными и Управление водопроводов уплачивает за них на 15% дешевле против стоимости дров первого разряда.

Примечание к § 1 и § 2. Если поставщик, приступив к исполнению договора, сдаст насосной станции в первую очередь допускаемый процент осины, ели или второго сорта дров, а затем не поставит к сроку твердых пород и первого сорта, то Управление водопроводов вправе немедленно приобрести все недоставленные дрова за счет неисправного поставщика у других лиц, требуя от последних поставки дров исключительно твердых пород или первого сорта, хотя бы и по повышенной цене.

#### § 3.

Место укладки дров. Дрова должны быть укладываемы поставщиком в штабели на местах указанных Управлением водопроводов. Выставка дров между штабелями ранее принятых или забракованных



партий воспрещается; новые партии дров на отведенных площадках могут быть выставлены с оставлением сквозных проходов не менее 2,0 м от ранее принятых партий.

#### § 4.

Способ укладки. Поставщик обязан исполнять нижеследующие правила.

1. Расчищать снег под штабеля, а равно площадки и проходы между штабелями от мусора.

2. Производить сплошную кладку без клеток внутри штабеля.

3. Складывать дрова различных разрядов отдельно (§ 1 и § 2), при чем как еловые, так и осиновые дрова должны быть выложены в отдельные штабели 1 и 2 сорта, особо от штабелей 2 и 1 сорта твердых пород.

4. Концы штабелей укреплять плотно сложенными клетками, а с боков подпирать штабели крепко вбитыми в землю кольями.

5. Штабели дров выкладывать в два ряда полениц, оставляя между двумя соседними парами штабелей проходы в 0,7 м.

6. Длина штабелей ограничивается 30 м, а высота 2,2 м.

7. В случае неудовлетворительной кладки Управление водопроводов имеет право сделать пробную перекладку и на ее основании делать скидку за недостающую высоту.

8. Единицей для расчета при приемке служит объем в 10 м<sup>3</sup> дров при данной длине их и высоте в 2,2 м (1,04 саж.).

#### § 5.

Сдача и приемка дров. 1. Дрова принимаются Управлением водопроводов от поставщика в ведение насосной станции водопровода не иначе, как на основании формальных актов и результатов обмера и осмотра.

2. Поставщик или его поверенный должны за 3 дня уведомить Управление водопроводов о том, что дрова готовы к сдаче. Время исполнения поставки каждой партии считается со дня уведомления поставщиком о ее готовности, если правильность уведомления подтверждается.

3. Если акт будет подписан поставщиком или его уполномоченным без всяких замечаний, равным образом, в случае уклонения их от подписи акта, о чем в акте должна быть сделана оговорка, то поставщик лишается права предъявлять впоследствии какие-либо претензии о неправильной приемке.

#### § 6.

В случае забракования какой-либо партии дров или поставки излишнего количества (более 3%), которого Управление водопроводов не согласно принять, поставщик обязан в течение месяца со дня получения извещения взять излишек или брак со склада. По истечении срока Управлению водопроводов предоставляется право продать не вывезенные поставщиком дрова с аукциона.

## § 65. Технические условия на поставку каменного угля для отопления котлов насосной станции.

Для топки котлов насосной станции необходимо большое количество угля, измеряемое многими десятками тысяч, а то и сотнями тысяч пудов. Закупленный по известной цене уголь определенного качества должен отвечать определенным техническим условиям. Угля низкого качества будет израсходовано больше и по этой статье эксплуатации водопровода получится перерасход. Ниже приведены нормальные технические условия на поставку каменного угля Донбасса, страхующие Управление водопроводов от получения партии негодного угля.

### Технические условия

(нормальные)

на поставку каменного угля западной части Донецкого бассейна для отопления котлов городского водопровода.

#### А. Качество угля.

§ 1. Поставляемый уголь должен принадлежать к одной из следующих трех групп (по Грюнеру).

I группа—угли сухие, длиннопламенные, содержащие кокса 50—60% <sup>1)</sup>.

II группа—угли жирные, длиннопламенные, слабоспекающиеся (газовые), содержащие кокса 60—68%.

III группа—коксовые угли, спекающиеся, содержащие 74—82%.

Примечание. Количество кокса выражено в процентах по весу безводного каменного угля за вычетом содержащейся в нем золы.

§ 2. Уголь должен быть свежей добычи, а именно: пролежавший, после вынута из пласта до отправления, не более 2 месяцев.

§ 3. Уголь „горелый“, т.е. подвергавшийся самовозгоранию, к приемке не допускается.

§ 4. Уголь не должен содержать влаги более 8%.

Примечание 1. Влага определяется на станции отправления или, по усмотрению Управления водопроводов, на станции прибытия, если уголь для испытания взят из крытого вагона.

Примечание 2. Избыток влаги, сверх нормального количества, не оплачивается, сообразно чему с поставленного количества угля делается соответственная скидка.

§ 5. Уголь допускается к приемке зернистым, но не настолько порошкообразным, чтобы эта порошкообразность препятствовала быстрому промачиванию угля водою.

Примечание 1. Испытание угля на промачиваемость его водою производится следующим образом: испытываемый уголь помещается в цилиндрическое ведро с продырявленным дном диаметром 300 мм и высотой 450 мм, при чем угля насыпается до  $\frac{2}{3}$  высоты ведра, остальная же часть ведра наполняется водою. Если в течение 15 минут вся

<sup>1)</sup> Во всех случаях приводимых определений процентное содержание выражается по весу.



вода успеет впитаться в уголь (при чем часть ее может вытечь через продырявленное дно), то уголь считается удовлетворяющим этому параграфу технических условий.

Примечание 2. Угли первой группы при просеве через грохот под углом  $45^\circ$ , с продольными промежутками в 1", должны пропускать мелочи не более 5%.

§ 6. Серы (вредной и безвредной вместе) в угле считается за нормальное количество 2%.

§ 7. Зола в угле (при сжигании в муфеле) считается за нормальное количество 8%.

§ 8. При избытке серы или золы сверх вышеуказанных норм (2% и 8%), но не более, однако, 3% серы и 10% золы, допускается покрытие избытка одной примеси понижением другой, при чем процента серы приравнивается одному проценту золы. (Таким образом, нормальный уголь даст качественный указатель 12). За каждую единицу качественного указателя<sup>1)</sup> сверх двенадцати делается вычет в размере  $\frac{1}{10}$  коп. с пуда угля.

Примечание 1. Получающиеся при вычислении качественного указателя доли единицы менее половины отбрасываются, а половина и более округляются до единицы.

Примечание 2. В случаях, если полученный качественный показатель менее 10, то эта полезная разница обращается в погашение, по весу пуд за пуд, тех вычетов за превышение качественного показателя свыше 12, которое получится за время поставки угля по одному договору в пределах года, при условии: а) чтобы поставленный уголь с показателем ниже 10 погасил собою количество угля с показателем более 12 в эквивалентном отношении, так например: 50 000 пуд. угля с показателем 8 может быть обращено в погашение вычетов за 100 000 пуд. угля с показателем 13 и т. д. и б) чтобы окончательная цена на уголь не превышала контрактной цены.

§ 9. При избытке серы сверх 3% за каждые 0,1% серы делается вычет в размере 0,1 коп. с пуда угля. Угли с содержанием серы больше 3,5% бракуются.

При содержании в угле золы сверх 10 и до 10,5% делается вычет в размере 0,2 коп. с пуда угля, при содержании же золы сверх 10,5 и до 11% включительно делается вычет сверх вышеуказанных 0,2 коп. с пуда угля еще 0,3 коп. Угли с содержанием золы больше 11% бракуются.

Примечание 1. Указанные в этом параграфе вычеты делаются независимо от того, каким скидкам подлежал уголь согласно требованиям предыдущего § 8.

Примечание 2. Превышения серы сверх 3% и золы сверх 10% вовсе не подлежат компенсации, т.-е. при избытке серы сверх 3% соответственный вычет производится, хотя бы золы было меньше 8%, и на оборот, при избытке золы сверх 10% делается соответственная скидка, хотя бы серы было меньше 2%.

§ 10. Угли не должны давать шлаков, задивающих колосники. Шлаки считаются безвредными, если при пробной топке после сжигания

<sup>1)</sup> Кач. указатель = содержанию золы, т. е.  $2 \cdot 2 + 8 = 12$ .



от 1,5 до 2,5 т угля удостоверена на опыте безвредность шлаков для поддержания давления пара.

### Б. Набор проб угля для испытания.

§ 11. Взятие угля для лабораторного исследования от каждой доставляемой партии производится или прямо из вагонов (на станции отправления или прибытия), или из штабелей в складе, в последнем случае не позже семи дней по исполнении наряда.

§ 12. Для лабораторной пробы уголь берется из 40 различных мест партии, а при взятии из штабелей изнутри их приблизительно на 350 мм от поверхности штабеля и почвы, в количестве около 4 кг из каждого места, раздробляется на куски до 12 мм величиною, перемешивается на полу и укладывается слоем от 100 до 125 мм толщиной. Из 10 различных мест этого слоя берется в общей сложности 15 кг угля, который раздробляется на более мелкие куски величиною не более 3 мм, а затем вновь перемешивается. От полученного таким образом пуда мелкого угля отбирается 4 кг, которые отправляются в лаборатории для исследования. Анализ в лаборатории делается согласно прилагаемой инструкции.

Примечание 1. Партией называется то количество угля, которое получено по какому-либо одному наряду в одном определенном складе.

Примечание 2. Пробы угля, согласно анализу которых уголь принимается со скидкой с цены, сохраняются в лаборатории дороги, при чем поставщику предоставляется право получить до 20 кг этой пробы. Результаты анализа этой пробы, произведенного поставщиком, на расчеты по приемке угля влияния не имеют. Время хранения таких образцов при лаборатории обязательно не более 3 месяцев.

### В. Вторичное испытание.

§ 13. В случае несогласия поставщика с результатами первого испытания, вследствие которого уголь не принимается, (бракуется) производится окончательное вторичное испытание в лаборатории Управления водопроводов или в лабораториях ВУЗ'ов по взаимному соглашению Управления водопроводов с поставщиком, при чем набор пробы угля для вторичного испытания производится в назначенный срок при участии поставщика или его доверенного. Неприбытие, однако, последних не останавливает вторичного набора проб, а самое испытание считается окончательным и обязательным для поставщика.

Примечание. В случае, если указанное в этом параграфе соглашение поставщика с Управлением водопроводов относительно выбора лаборатории для вторичного испытания не состоится, то Управление водопроводов и поставщик производят вторичное испытание (из одной и той же наборки) в одной из перечисленных в этом параграфе лабораторий по собственному выбору. Средний вывод между двумя полученными таким образом результатами испытания угля считается окончательным.

§ 14. Содержание влаги в угле, полученное при первом испытании в лаборатории дороги, считается окончательным и влага, определенная при вторичном испытании, на расчет с поставщиком влияния не имеет.

## а) Правила набора проб каменных углей и коксов для лабораторного испытания.

§ 1. Нельзя брать проб в дождливую и снежную погоду.

§ 2. Проба берется или прямо из вагонов или из штабелей, из разных мест, равномерно распределенных по всем штабелям, и в каждом штабеле, изнутри штабеля, приблизительно на  $\frac{1}{2}$  арш. от поверхности штабеля и почвы, на под-лопаты (четыре килограмма) из каждого места; всего, таким, образом набирают от всей поступившей партии пропорционально во всех складах две корзины по 80 кг на одну пробу, не менее как из 40 мест.

§ 3. При взятии проб из штабелей зимой должно снимать снег в местах взятия проб и в корзины с углем его отнюдь не кидать.

§ 4. При забирании угля лопатой следует брать, что попадет, не сбрасывая крупных кусков угля и камней.

§ 5. Дальнейшие операции производят на площадке, размерами  $2 \times 2$  м сложенной из листов котельного железа, в закрытом от ветра, дождя и снега помещении.

§ 6. Обе корзины угля высыпают на эту площадку и все крупные куски угля и камня разбивают бабой до величины с вишню ( $\frac{1}{2}$  дюйма), затем двое рабочих перемешивают кучу в две лопаты не менее 5 минут, расстилают ее в круг ровным слоем толщиной 4—5" и из десяти разных мест, равномерно распределенных по всему слою, отбирают в корзину плоским совком, загребая и порошок со дна, по одной не полной 2 кг жестины из каждого места — всего 15 кг, остальное выносят вон, а на подметенную площадку высыпают 15 кг отобранного угля.

§ 7. Этот уголь просеивается через грохот с отверстиями в 3 мм, непрошедшие зерна разбивают бабой, вторично просеивают, остаток опять дробят бабой и просеивают в третий раз, и так продолжают, пока все 15 кг угля целиком, без остатка, не пройдут через грохот. Прогрохоченный уголь двое рабочих перемешивают двумя плоскими совками не менее 5 минут. Затем разравнивают в круг тонким слоем и делают крестом, проведенным по слою концом палки, на четыре равные четверти; две из них не соседние, а противоположные выбрасывают вон и порошок из под них, сметают с площадки, оставшиеся перемешивают совками 5 минут.

§ 8. Опять разравнивают в круг тонким слоем, делают крестом на четверти, две противоположные отбрасывают, а две оставшиеся, составляющие уже 4 кг, просеивают через сетку (с отверстиями не более  $\frac{1}{2}$  мм) нацело до последнего зерна; для сего непроходящий через сетку уголь толкнут бабой и дробят вальками, вторично просеивают, остаток измельчают и в третий раз просеивают и т. д.

§ 9. Полученные 4 кг угольного порошка перемешивают в особом барабане не менее получаса, при чем барабан должен вертеть со скоростью не больше 20 об./мин. и все в одну сторону.

§ 10. Так перемешанный уголь высыпают на площадку и набирают столовой ложкой в две 2 кг жестины, таким образом, пол ложки в одну жестянку, а в другую половину той же ложки в другую жестянку. Жестины не досыпают до верха пальца на два.



§ 11. В каждую жестянку кладут ярлык, несколько раз завернутый в бумагу; на ярлыках должны быть следующие надписи: 1) название складов Управления Водопроводов, в которое поступила партия угля, 2) наименование поставщика, 3) номер партии и 4) подпись эксперта от Управления Водопроводов и агента Отдела Снабжения, бравших пробы, а также представителя поставщика, если он присутствовал при взятии проб.

Примечание: Согласно § 5, „порядка испытания и приемки угля“, поступившей партии дается очередной номер по порядку поступления партий от одного и того же поставщика.

§ 12. Обе жестянки пломбируются представителями Управления Водопроводов их пломбами и печатью поставщика, если он присутствовал, и на них снаружи наклеивается ярлык с номером партии, наименованием поставщика и названием склада.

## § 66. Нефть и продукты перегонки: бензин, газолин, керосин, соляровые масла, веретенное масло, машинное, цилиндрическое.

Все нефтяные продукты, начиная бензином и кончая самыми густыми смазочными маслами, несмотря на огромное различие в физических свойствах, очень близки между собой по химическому составу, именно представляют собой смесь, примерно, 86% углерода и 14% водорода.

Сырая нефть — жидкость темнубурого цвета, добываемая из недр земли, в непереработанном виде годится почти исключительно на топливо для котлов или для двигателей внутреннего сгорания, у нас добывается в Баку, Грозном, Майкопе и др. Обработка нефти, т.е. разделение ее производится дробной перегонкой, т.е. нагреванием нефти в струе перегретого (сухого) пара в закрытых котлах с отводными трубками для образующихся паров, соединенными с холодильником.

При перегонке получается (в % от всего количества перегоняемой нефти):

около 4—7%	}	бензина	удельного веса от 0,650 до 0,750
		газолина	„ „ „ 0,750 „ 0,790
около 33%		керосина	„ „ „ 0,790 „ 0,860

Остаток в котле отгонки керосина идет в продажу под названием „нефтяные остатки“, иначе „мазут“, или подвергается дальнейшей перегонке, при этом получается:

около 19%	солярового масла	удельного веса от 0,860 до 0,880
„ 4%	веретенного	„ „ „ 0,880 „ 0,900
„ 15%	машинного	„ „ „ 0,900 „ 0,915
„ 1—2%	цилиндрического	„ „ „ 0,915 „ 0,925

Далее остается в котле густая черная, тестообразная масса, так называемый, нефтяной гудрон.

При оценке качества нефтяных продуктов существенную роль играет температура вспышки и температура воспламенения; температура вспышки называется та температура, до которой надо нагреть данную



жидкость, чтобы пары ее вспыхнули на воздухе при приближении пламени, при чем сама жидкость еще не воспламеняется; температурой воспламенения называется та температура при которой загорается по приближению пламени сама жидкость. Температура воспламенения лежит на несколько градусов выше температуры вспышки и разница между этими двумя температурами тем больше, чем менее однороден продукт.

Не меньшее значение, чем вспышки, имеет и внутреннее трение, в связи с которым находится их густота или вязкость, определяемая по времени истечения определенного объема через узкое отверстие в особых приборах, так называемых, вискозиметрах.

Таблица 92.

Наименование продукта	Вязкость по Энглеру	Температура вспышки	Удельный вес
Бензин . . . . .	—	—	0,717
Керосин . . . . .	—	28° Ц	0,826
Машинное масло . . . . .	6—7,5 при 50° Ц	190° Ц	0,905—0,910
Цилиндровое масло . . . . .	12,5 при 50° Ц	210° Ц	0,912—0,920
Вискозия . . . . .	7—8 при 100° Ц	300° Ц	0,920

Машинное масло идет на смазку вращающихся частей машин: подшипников, трансмиссий, станков и пр. при числе оборотов не более 1 200 в минуту.

Цилиндровое идет на смазку паровых цилиндров машин, цилиндров двигателей внутреннего сгорания.

Вискозин идет на смазку паровых цилиндров машин, работающих перегретым паром до 300° Ц.

Приводим ниже сравнительную таблицу различных видов топлива.

Таблица 93.

теплопроизводительности различного топлива.

Средний вывод на 1 кг топлива	Теплопроизводительность считая воду в виде жидкости	Теплопроизводительность считая воду в парах	Испаряет воды 0° — 100° в паровике кг
Дрова (20% влажности) . .	3 790	3 400	4,3
Торф (брикет 10% вл.) . . .	4 750	4 420	5,5
Бурый уголь (8% вл.) . . .	5 280	5 010	6,3
Сухой каменный уголь . . .	7 000	6 700	8,4
Газовый каменный уголь . .	7 750	7 500	9,4
Кокс . . . . .	8 040	7 770	9,7
Антрацит . . . . .	7 630	7 500	8,4
Древесный уголь (10% вл.) .	6 090	6 850	8,6
Кокс (2% влажности) . . . .	7 160	7 120	8,9
Нефтяные остатки . . . . .	10 520	9 870	13,9

## Глава XXV. Ориентировочная таблица для выбора рода двигателей и насосов.

Т а б л и ц а 94.

Двигатель	Тип насоса и соединений	Решающие условия
1. Паровая машина без расширения пара гориз. типа	Горизонтальн. насос, непосред. соединение	Работа с перерывами, мощность десятки сил, дешевое топливо
2. Паровая маш. с двойным расширением пара или тройным, горизонт. типа	То же	Большие колебания нагрузки, мощная установка в сотни сил, нужна экономия топлива, помещение просторное, глубина всасывания небольшая
3. То же, но вертикального типа	Вертикальный насос с непосредствен. соединением	Мощная установка в сотни сил, мало места, большая глубина всасывания, нужна экономия топлива. Большие колебания нагрузки
4. Паровая турбина	Центробежный насос с непосредственным соединением	Мощная установка в несколько сот или тысяч сил, нужна экономия места
5. Двигель-мотор 4-тактный или 2-тактный бескомпрессорный	Центробежный насос, чаще с ременной передачей.	Дешевая нефть, ее подвоз и снабжение обеспечены, мощная установка в сотни сил, хороший технический надзор, экономия места, нагрузка однообразная, грунт под фундам. надежный
6. Другие двигат. внутреннего сгорания, главным образом, 2-тактные	То же	Небольшие установки в десятки сил, работа с перерывами, нефть, керосин или бензин дешевы и снабжение ими обеспечено. Экономия жидкого горячего не играет важной роли, имеются запасные агрегаты, остановка водоснабжения допустима в случае порчи двигателя
7. Газовые двигатели	То же	Вблизи места добычи угля при низкой цене его, надежность работы менее, чем у паровой установки
8. Электромоторы	Центробежный насос с непосред. соединением.	Наличие центральной электрической станции и дешевого тока (4—5 к. за кв.), нагрузка однообразная, нужна экономия места и небольшой штат служащих
9. Водяные турбины одни или через генераторы тока	Поршневой насос или центробежный непосред. соедин.	Местные природные благоприятные условия вблизи водопровода, невысокие затраты на устройство гидростанции, обеспеченность притока воды круглый год и в засушливые годы
10. Эрлифты (мамут-насосы)	Воздух от компрессора	Подъем воды с больших глубин, не экономичная установка, позволяет одновременную аэрацию в случае присутствия в воде сероводорода (артезианские колодцы) или железа, редко применяется (Харьков)
11. Ветряный двигатель	Поршневой насос с непосредственным соединением	Для малых количеств воды и мощности не свыше 10 сил, наличие ветров и открытый со всех сторон местности, есть запасный бак
12. Гидравлический таран	Живая сила падающей воды	Для небольших количеств воды (отдельного владения), наличие напора воды (запруда, ключи), обслуживание простое, ремонт ничтожный

## Глава XXVI. Способы подъема воды для специальных случаев и для сельского водоснабжения.

### § 67. Подъем воды посредством сжатого воздуха.

(Эрлифты, мамут-насосы).

Подъем воды из глубоких скважин производился до сих пор всегда с большими затруднениями обыкновенными поршневыми насосами или центробежными с длинными штоками. В некоторых случаях вышеозначенные насосы оказались однако, совсем неприменимыми и поэтому заслу-



Фиг. 63.

живает особого внимания новый способ подачи воды сжатым воздухом (фиг. 63).

Сжатый воздух, пропускаемый через наконечник, помещенный на трубе в скважине, под уровнем воды, подымается и увлекает за собой воду. Отсутствие всяких движущихся частей и поршней делает этот способ надежным даже и в тех случаях, когда приходится подавать грязную воду.

Компрессор, требуемый для подачи воды сжатым воздухом, устанавливается над землею и требует весьма мало ухода. При хорошем соединении всех труб, подача воды сжатым воздухом вдвое больше, чем каким-либо другим насосом.

При запросах заводам следует сообщать следующие данные:

- 1) Разница между уровнем воды до и после выкачивания воды.
- 2) Система насоса и результаты, полученные при работе с ним.
- 3) Полная глубина скважины.
- 4) Качество и температура воды.

Подъем воды сжатым воздухом не экономичен, а потому применяется редко и в особых случаях, например, при воде, содержащей железо, тут одновременно производится аэрация. Применены в Харькове на городском водопроводе.

На 1 куб. м воды надо 1,5—5 м<sup>3</sup> воздуха 4" скважина при 2" под'емной трубе и 1" воздушной даст 8—10 м<sup>3</sup> воды в час, при  $v=3-5$  м/с коэф. пол. д. установки 15—20%.



## § 68. Гидравлический таран.

Это простой прибор, весьма удобный для снабжения водой отдельных владений, расходующих сравнительно небольшое количество воды. Прибор работает, расходуя живую силу воды, подведенной к тарану трубой.

Протяжение нагнетательной линии может достигать до	2 000 м
Высота подъема может достигать . . . . .	100 м
Наименьший напор подведенной к тарану воды может достигать . . . . .	0,5 м
Наибольшая производительность в сутки воды . . .	150 м <sup>3</sup>
Наибольший коэффициент полезного действия . . .	80%

Для больших количеств воды ставят двоянные тараны и тогда производительность может достигать (Америка) до 3 500 м<sup>3</sup> в сутки. Существуют системы таранов: Эврика, Гульд и др.

Таблица 95. „Эврика“ для среднего давления.

№	Диам. труб питат. напн. в дм.	Диам. труб нагнетат. в дм.	Вес в кг	Дов. цена в руб.
3	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	48	85
4	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	80	105
5	2	1	96	130
6	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	150	175
6B	3	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	200	260
7	4	2	320	400
8	6	3	480	600

Таблица 96. „Гульд“ для малого давления.

№ таранов	Количество пропускаемой тараном воды в л в мин.	Диаметр питател. трубы в дюйм.	Диаметр нагнетател. трубы в дюйм.	Вес в кг	Довоснн. цена, в руб.
2	8—13	3/4	1/2	12	20
3	8—19	1	1/2	16	25
4	13—25	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	3/4	20	35
5	25—50	2	1	32	50
6	45—75	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	68	80
7	70—150	3	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	110	140
8	125—250	4	2	180	250

При таране „Эврика“ следующая арматура:

1. Ударный клапан фосфористой бронзы.
2. Воздушный вентиль.
3. Клинок (задвижка) на питательную трубу.
4. Клинок на нагнетательную трубу.
5. Спускной кран.
6. Автоматический золотник для нагнетания воздуха.
7. Манометр.
8. Клапан-захлопка под воздушным клапаном.

Для правильного подбора № тарана необходимо сообщить заводу:

1. Какое количество воды дает источник (запруженная речка, река, ручей, родник) в минуту.
2. Какова разница высоты между местами установки тарана и уровнем воды в источнике.

3. Каково расстояние от тарана до места, в которое он должен подать воду.

4. Какое количество воды требуется заказчику в сутки.

5. Какова высота нагнетания воды, т.е. расстояние по вертикали от тарана до места подачи воды (бак, резервуар или излив воды).

Нижеследующая таблица дает производительность таранов для отношений падения (напора) подведенной воды к нагнетанию в пределах от 1:2 до 1:56 в ведрах в сутки.

На практике гидравлические тараны устанавливают при падении (напоре) воды в 20 м максимум и в 0,7 м минимум, при напоре в подводящей трубе, превышающей 20 м следует делать разрыв трубы и ставить в этом месте для ослабления напора бочку или бак.

Таран поднимает воду на высоту более 110 м, на практике стараются не переходить за этот предел во избежание быстрого износа клапанов. Самое большое соотношение между падением воды и ее подъемом допускают в 1:30, т.е. таран поднимает воду в 30 раз выше падения подведенной воды; падением называется высота источника над тараном.

Нагнетательная труба при таране, т.е. та труба, по которой вода поднимается, укладывается длиной не свыше 2000 м и диаметром от 13 до 75 мм. Подводящую питательную трубу можно укладывать любой длины лишь бы напор у таран не был меньше 0,7 м; для того, чтобы в трубе терялось бы по возможности, меньше напора, питательную трубу делают большего диаметра, чем нагнетательную, именно от 30 мм до 150 мм.

Производительность большого тарана доходит до 15 000 и даже до 20 000 ведер в сутки при числе ударов малых таранов и больших, соответственно, от 16 до 110 в минуту.

Срок службы правильно установленного гидравлического тарана достигает без капитального ремонта 20—25 лет. Долше служит тот, который работает на меньшую высоту подъема. Ударный клапан тарана для прочности делается из фосфористой бронзы.

В зависимости от размера тарана и соотношения между падением воды и ее подъемом таран поднимают от 7 до 40% получаемой им воды.

Стоимость тарана (Эврика, Гульда) от 85 до 900 руб. (довоенная цена). У нас в СССР массового производство таранов сейчас не имеется, между тем этот полезный аппарат весьма ценен для сельского, дачного и усадебного водоснабжения.

## б) Расчет производительности гидравлического тарана.

Для подсчета количества поднимаемой воды служит нижеследующее уравнение.

Пусть обозначают:  $Q$ —количество воды, поступающей из источника (ключевого бассейна), выраженное в л/мин;  $H$ —высоту подъема или подачи в м, измеряемую от уровня воды в ключевом бассейне до пункта потребления;  $h$ —падение воды, которое должно быть не менее 1 м (лучше



больше, но не чрезмерно);  $q$ —количество поднимаемой (нагнетаемой) воды в л/мин.

Тогда, не считая потерь в самом таране и трения в трубопроводах, будем иметь уравнение:

$$\Theta \cdot h = q(H + h)$$

смысл коего: полезная работа равна затрачиваемой работе.

### а) Производительность

(в 24 часа)

Приток воды по питат. трубе в минуту, в ведрах	При отношении напора								
	56	28	26	24	22	20	18	16	14
0,5	8,6	17	18,5	20	22	24	26,5	30	34
1	17	34	37	40	44	48	53	60	68
1,5	25,5	51	55,5	60	66	72	79,5	90	102
2	34	68	74	80	88	96	106	120	136
2,5	42,5	85	92,5	100	110	120	132,5	150	170
3	51	102	111	120	132	144	159	180	204
3,5	59,5	119	129,5	140	154	168	185,5	210	238
4	68	136	148	160	176	192	212	240	272
4,5	76,5	153	166,5	180	198	216	238,5	270	306
5	85	170	185	200	220	240	265	300	340
5,5	93,5	187	203,5	220	242	264	291,5	330	370
6	102	204	222	240	264	288	318	360	408
6,5	110,5	221	240,5	260	286	312	344,5	390	442
7	119	238	259	280	308	336	371	420	476
7,5	127,5	255	277,5	300	330	360	397,5	450	510
8	136	272	296	320	352	384	424	480	544
12	204	408	444	480	528	576	636	720	816
16	272	544	592	640	704	768	848	960	1088
20	340	680	720	800	880	960	1060	1200	1360
25	425	850	925	1000	1100	1200	1325	1500	1700
30	510	1020	1100	1200	1320	1440	1590	1800	2040
35	595	1190	1295	1400	1540	1680	1855	2100	2380
40	680	1360	1480	1600	1760	1920	2120	2400	2720
50	850	1700	1850	2000	2200	2400	2650	3000	3400
60	1020	2040	2220	2400	2640	2880	3180	3600	4080
65	1105	2210	2405	2600	2860	3120	3445	3900	4420
75	1275	2550	2775	3000	3300	3600	3975	4500	5100
80	1360	2720	2960	3200	3520	3840	4240	4800	5440
100	1700	3400	3700	4000	4400	4800	5300	6000	6800

Для перехода от ведер к литрам надо умножить данные на 12,3.

Но ни одна машина, в том числе, конечно, и гидравлический таран, не работает без потерь. Это последнее учитывается коэффициентом полезного действия  $\eta$ . Указанное уравнение принимает вид:

$$\Theta \cdot h \cdot \eta = q(H + h).$$



Отсюда количество воды, подаваемое на место потребления в 1 мин.

$$q = \Theta \cdot \eta \cdot \frac{h}{H + h}.$$

Это значит: количество поднимаемой воды тем больше, чем больше: движущая масса воды ( $\Theta$ ) и чем больше падение  $h$ . Вместе с тем, однако, оно тем меньше, чем больше общая высота подачи ( $H + h$ ). Когда отно-

таранов „Эврика“.

в ведрах).

Таблица 97.

к падению, как 1 к:

12	10	9	8	7	6	5	4	3	2	Приток воды по питат. трубе в минуту, в ведрах
40	48	53	60	68	80	96	120	160	240	
80	96	106	120	136	160	192	240	320	480	1
120	144	159	180	204	240	288	360	480	720	1,5
160	192	212	240	272	320	384	480	640	960	2
200	240	265	300	340	400	480	600	800	1200	2,5
240	288	318	360	408	480	576	720	960	1440	3
280	336	371	420	476	560	672	840	1120	1680	3,5
320	384	424	480	544	640	768	960	1280	1920	4
360	432	477	540	612	720	864	1080	1440	2160	4,5
400	480	530	600	680	800	960	1200	1600	2400	5
440	528	583	660	748	880	1056	1320	1760	2640	5,5
480	576	636	720	816	960	1152	1280	1920	2880	6
520	624	689	780	884	1040	1248	1560	2080	3120	6,5
560	672	742	840	952	1120	1344	1680	2240	3360	7
600	720	795	900	1020	1200	1440	1800	2400	3600	7,5
640	768	848	960	1088	1280	1536	1920	2560	3840	8
680	816	902	1020	1152	1360	1632	2080	2720	4080	8,5
720	864	954	1080	1224	1440	1728	2160	2880	4320	9
760	912	1006	1140	1296	1520	1824	2240	3040	4560	9,5
800	960	1060	1200	1376	1600	1920	2320	3200	4800	10
840	1008	1116	1260	1456	1680	2016	2400	3360	5040	10,5
880	1056	1170	1320	1536	1760	2112	2480	3520	5280	11
920	1104	1224	1380	1616	1840	2208	2560	3680	5520	11,5
960	1152	1278	1440	1696	1920	2304	2640	3840	5760	12
1000	1200	1332	1500	1776	2000	2400	2720	4000	6000	12,5
1040	1248	1386	1560	1856	2080	2500	2800	4160	6240	13
1080	1296	1440	1620	1936	2160	2600	2880	4320	6480	13,5
1120	1344	1494	1680	2016	2240	2700	2960	4480	6720	14
1160	1392	1548	1740	2096	2320	2800	3040	4640	6960	14,5
1200	1440	1602	1800	2176	2400	2900	3120	4800	7200	15
1240	1488	1656	1860	2256	2480	3000	3200	4960	7440	15,5
1280	1536	1710	1920	2336	2560	3100	3280	5120	7680	16
1320	1584	1764	1980	2416	2640	3200	3360	5280	7920	16,5
1360	1632	1818	2040	2496	2720	3300	3440	5440	8160	17
1400	1680	1872	2100	2576	2800	3400	3520	5600	8400	17,5
1440	1728	1926	2160	2656	2880	3500	3600	5760	8640	18
1480	1776	1980	2220	2736	2960	3600	3680	5920	8880	18,5
1520	1824	2034	2280	2816	3040	3700	3760	6080	9120	19
1560	1872	2088	2340	2896	3120	3800	3840	6240	9360	19,5
1600	1920	2142	2400	2976	3200	3900	3920	6400	9600	20
1640	1968	2196	2460	3056	3280	4000	4000	6560	9840	20,5
1680	2016	2250	2520	3136	3360	4100	4080	6720	10080	21
1720	2064	2304	2580	3216	3440	4200	4160	6880	10320	21,5
1760	2112	2358	2640	3296	3520	4300	4240	7040	10560	22
1800	2160	2412	2700	3376	3600	4400	4320	7200	10800	22,5
1840	2208	2466	2760	3456	3680	4500	4400	7360	11040	23
1880	2256	2520	2820	3536	3760	4600	4480	7520	11280	23,5
1920	2304	2574	2880	3616	3840	4700	4560	7680	11520	24
1960	2352	2628	2940	3696	3920	4800	4640	7840	11760	24,5
2000	2400	2682	3000	3776	4000	4900	4720	8000	12000	25
2040	2448	2736	3060	3856	4080	5000	4800	8160	12240	25,5
2080	2496	2790	3120	3936	4160	5100	4880	8320	12480	26
2120	2544	2844	3180	4016	4240	5200	4960	8480	12720	26,5
2160	2592	2898	3240	4096	4320	5300	5040	8640	12960	27
2200	2640	2952	3300	4176	4400	5400	5120	8800	13200	27,5
2240	2688	3006	3360	4256	4480	5500	5200	8960	13440	28
2280	2736	3060	3420	4336	4560	5600	5280	9120	13680	28,5
2320	2784	3114	3480	4416	4640	5700	5360	9280	13920	29
2360	2832	3168	3540	4496	4720	5800	5440	9440	14160	29,5
2400	2880	3222	3600	4576	4800	5900	5520	9600	14400	30
2440	2928	3276	3660	4656	4880	6000	5600	9760	14640	30,5
2480	2976	3330	3720	4736	4960	6100	5680	9920	14880	31
2520	3024	3384	3780	4816	5040	6200	5760	10080	15120	31,5
2560	3072	3438	3840	4896	5120	6300	5840	10240	15360	32
2600	3120	3492	3900	4976	5200	6400	5920	10400	15600	32,5
2640	3168	3546	3960	5056	5280	6500	6000	10560	15840	33
2680	3216	3600	4020	5136	5360	6600	6080	10720	16080	33,5
2720	3264	3654	4080	5216	5440	6700	6160	10880	16320	34
2760	3312	3708	4140	5296	5520	6800	6240	11040	16560	34,5
2800	3360	3762	4200	5376	5600	6900	6320	11200	16800	35
2840	3408	3816	4260	5456	5680	7000	6400	11360	17040	35,5
2880	3456	3870	4320	5536	5760	7100	6480	11520	17280	36
2920	3504	3924	4380	5616	5840	7200	6560	11680	17520	36,5
2960	3552	3978	4440	5696	5920	7300	6640	11840	17760	37
3000	3600	4032	4500	5776	6000	7400	6720	12000	18000	37,5
3040	3648	4086	4560	5856	6080	7500	6800	12160	18240	38
3080	3696	4140	4620	5936	6160	7600	6880	12320	18480	38,5
3120	3744	4194	4680	6016	6240	7700	6960	12480	18720	39
3160	3792	4248	4740	6096	6320	7800	7040	12640	18960	39,5
3200	3840	4302	4800	6176	6400	7900	7120	12800	19200	40
3240	3888	4356	4860	6256	6480	8000	7200	12960	19440	40,5
3280	3936	4410	4920	6336	6560	8100	7280	13120	19680	41
3320	3984	4464	4980	6416	6640	8200	7360	13280	19920	41,5
3360	4032	4518	5040	6496	6720	8300	7440	13440	20160	42
3400	4080	4572	5100	6576	6800	8400	7520	13600	20400	42,5
3440	4128	4626	5160	6656	6880	8500	7600	13760	20640	43
3480	4176	4680	5220	6736	6960	8600	7680	13920	20880	43,5
3520	4224	4734	5280	6816	7040	8700	7760	14080	21120	44
3560	4272	4788	5340	6896	7120	8800	7840	14240	21360	44,5
3600	4320	4842	5400	6976	7200	8900	7920	14400	21600	45
3640	4368	4896	5460	7056	7280	9000	8000	14560	21840	45,5
3680	4416	4950	5520	7136	7360	9100	8080	14720	22080	46
3720	4464	5004	5580	7216	7440	9200	8160	14880	22320	46,5
3760	4512	5058	5640	7296	7520	9300	8240	15040	22560	47
3800	4560	5112	5700	7376	7600	9400	8320	15200	22800	47,5
3840	4608	5166	5760	7456	7680	9500	8400	15360	23040	48
3880	4656	5220	5820	7536	7760	9600	8480	15520	23280	48,5
3920	4704	5274	5880	7616	7840	9700	8560	15680	23520	49
3960	4752	5328	5940	7696	7920	9800	8640	15840	23760	49,5
4000	4800	5382	6000	7776	8000	9900	8720	16000	24000	50
4040	4848	5436	6060	7856	8080	10000	8800	16160	24240	50,5
4080	4896	5490	6120	7936	8160	10100	8880	16320	24480	51

Пример. Пусть имеется источник воды, дающий  $Q = 40$  л/мин, при  $h = 5$  м и  $H = 30$  м. Определить  $q$ .

Так как  $\frac{H}{h} = \frac{30}{5} = 6$ , то коэффициент полезного действия можно принять:  $\eta = 70\% = 0,7$ .

Поднимаемое тараном количество воды:

$q = 0,7 \times 40 \times \frac{5}{30 + 5} = 4$  л/мин, т.е.  $= \frac{1}{10}$  притекающего к тарану количества воды.

Размеры трубопроводов можно установить, пользуясь следующими данными:

Таблица 98.

Притекающее количество воды в л/мин	Диаметр в английских дюймах:	
	подводящей трубы	нагнетательной трубы *)
4 — 7	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{3}{8}$ "
5 — 15	1—	$\frac{1}{2}$ "
10 — 15	$1\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{4}$ "
20 — 50	2—	$\frac{3}{4}$ "
45 — 90	$2\frac{1}{2}$ "	1—

## Глава XXVII. Ветряные двигатели.

Самая выгодная скорость ветра для ветряных двигателей от 6—8 м/сек. Ветры меньше 4 м мало пригодны для ветряков. Практически, без специальных приборов, скорость ветра определяется пусканием по ветру пушинки между двумя наблюдателями, пройденное ею расстояние, деленное на число секунд дает искомую скорость ветра.

Ветряки ставятся в открытых местностях с ветром определенной силы и постоянства, ставя колесо по возможности выше и чтобы к нему был свободный доступ ветра.

У нас преобладают слабые ветры, а потому при выборе ветряных двигателей следует предпочесть легкие на ходу. В самом деле, число рабочих дней со скоростью ветра не менее 3 м/сек, в зависимости от местности, колеблется от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{2}{3}$  дней в году, сильнее всего ветры в Архангельске, в Москве средние, а в Ленинграде и Астрахани слабые, довольно сильные в Киеве и Свердловске.

\*) В тех случаях, когда длина нагнетательной трубы превышает 200 м, рекомендуется брать для нее по таблице следующий больший размер. Кроме того, подводящая труба должна иметь возможно меньше крутых изгибов.

Направление ветров меняется в течение года, наиболее частое с запада и северо-запада, как видно из таблицы:

Направление	N	NO	O	S	SW	W	NW	NO
На 1 000 дней ветряных . .	99	191	81	98	143	166	192	130

Колесо ветряка круглое, состоит из деревянных лопастей, иногда металлических, и имеет направляющее крыло, которое, становясь по ветру, ставит соединенное с ним вращающееся колесо перпендикулярно к ветру. Ветер давит на косо расположенные поверхности лопастей, изменяет свое направление и проходит между ними, колесо начинает вертеться, а ось его посредством зубчатых колес и кривошипа передает это движение вертикальной штанге, на нижнем конце которой прикреплен поршень вертикального насоса, накачивающего воду в бак напорной башни (фиг. 64).

При хорошем ветре двигатель стоит против ветра полной площадью, при сильном ветре или урагане площадь его уменьшается автоматическим поворотом по ветру, так что ветер становится не опасным. Существуют следующие системы ветряных двигателей. Голладея, Фридендера, Эклипс, Давыдова, б. Люберецкого завода, Рейнша, Циммермана, Герцога и др. Двигатель Давыдова (см. фиг. 69) имеет наклонный к горизонту вал и колесо, закрепленное на нем, стоит также наклонно, именно на 14° к отвесу, это дает более нормальный удар ветра (ветер обычно движется под углом к горизонту, а не горизонтально), а башню позволяет сделать более устойчивой, делая ее шире к низу.



Фиг. 64. Двигатель инж. Давыдова в Москве.

Приводим ниже три таблицы мощности и цен ветряков Голладея (с поворотными секциями колеса) Эклипс и Давыдова; цены довоенные:

Таблица 99.  
Двигатель Голладея.

Диаметр колеса м	Мощность Л. С.	Цена руб.
2,5	1/2	300
3,0	1	400
4,5	2	800
6,5	6	2 600
9,0	10	4 500

Таблица 100.  
Двигатель Эклипс.

Диаметр колеса м	Мощность Л. С.	Цена руб.
4,8	2	1 100
5,5	3	1 260
6,0	4	1 700
7,5	6	2 150
9,0	8	3 300
10,5	15	4 125
12,0	18	5 280

Таблица 100а.  
Двигатель Давыдова.

Диаметр колеса м	Мощность Л. С.	Цена руб.
4,8	2	450
5,5	2 1/2	550
6,0	3	650
6,3	3 1/2	700
6,6	4	750
7,5	5	1 000
8,5	6 1/2	1 300



Двигатели Давыдова дешевле американских. Лошадиные силы рассчитаны при скорости ветра 5 м/сек. По современным ценам ветряки эти должны стоить немного менее, чем в два раза.

Вообще же для любой скорости ветра можно подсчитать приближительную мощность ветряного двигателя по формуле:

$$N = \frac{\gamma \cdot F \cdot v^3}{150 \times g},$$

где  $\gamma$  — вес 1 м<sup>3</sup> воздуха в кг: 1,2 при 15° и 1,3 при 0°,

»  $F$  — площадь всей поверхности крыльев в м<sup>2</sup>,

»  $v$  — скорость ветра в м/сек,

»  $g$  — 9,81 м/сек<sup>2</sup> — ускорение свободно падающего тела.

## Глава XXVIII. Пэльтон-моторы.

„Пэльтон-моторы“ иначе „колеса Пальтона“ довольно часто применяются на водопроводах, располагающих на насосных станциях напором в 2 и более атмосфер. Это не что иное, как активная водяная турбина, чаще всего с горизонтальной осью для удобства непосредственного соединения с быстровращающимися машинами. Они очень удобны для вращения динамо-машины, работающих на освещение насосной станции и ее вспомогательных строений, для вращения барабанных пескомоек, моющих песок для фильтров, причем отработавшая вода не теряется, а идет на промывку песка, для вентиляров, лесопильных станков и пр.

Пэльтон-моторы изготовляются мощностью от 0,011 Л. С. при числе оборотов от 92 до 4925 в минуту как для непосредственного соединения с машиной, так и путем ременной или зубчатой передачи. Они изготовляются для давлений воды от 2 до 30 ат. Специальный завод, занимающийся массовой фабрикацией Пэльтон-моторов до 288 Л. С. находится в Германии: Гехст на Майне завод Г. Брейберг и К<sup>о</sup>.

Зависимость между количеством расходуемой воды  $Q$ , скоростью  $v$  воды, поступающей из мундштука, числом оборотов  $n$ , диаметром  $D$  колеса и  $d$  мундштука, определяется по нижеприведенным формулам.

Если  $h$  обозначает эффективный динамический напор в метрах водяного столба, то скорость  $v$  водяной струи, ударяющей в лопатки колеса:

$$v = 0,95 \cdot \sqrt{2gh},$$

а скорость  $C$  по окружности колеса в точке удара струи

$$C = 0,46 v.$$

Если  $D$  диаметр колеса (двойное расстояние от центра струи до оси колеса), то число оборотов его

$$n = \frac{60 \times C}{\pi \times D}.$$

Пусть  $d$ —диаметр водяной струи и  $Q$ —количество воды в сек., тогда

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

откуда

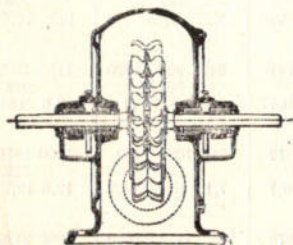
$$d = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{v \cdot \pi}} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{v}}.$$

В нижеследующей таблице помещены значения для различных  $h$ , скоростей  $v$  и  $C$ .

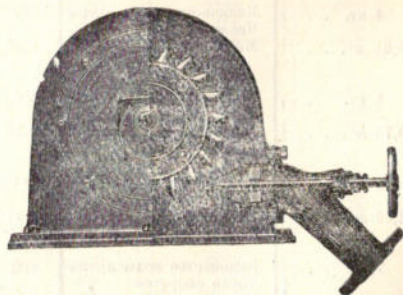
Таблица 101.

$h$ ат. . . . .	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
$v$ м . . . . .	13,28	16,26	18,82	21,04	23,05	24,9	26,41	28,23
$C$ м . . . . .	6,10	7,48	8,65	9,67	10,60	11,45	12,24	12,98
$h$ ат. . . . .	5	6	7	8	9	10	11	12
$v$ м . . . . .	29,75	32,59	35,21	37,63	39,92	42,08	44,13	46,09
$C$ м . . . . .	13,99	14,99	16,20	17,30	18,36	19,35	20,30	21,20

Коэффициент полезного действия Пэльтон-моторов в среднем равен 75%, отдельные модели давали даже 80—85%, при малом давлении и малой мощности не следует считать более 60%.



Фиг. 65.



Фиг. 66.

Более мощные моторы снабжаются автоматическим регулятором числа оборотов, колебания не превосходят  $\pm 5\%$ . Лопатки и колесо (см. фиг. 70 и 71) делаются раздельно для удобства смены любой из лопаток; корпус чугунный, стальной или бронзовый.

Приводим таблицу № 103 приблизительного веса Пэльтон-моторов различных №№ и их размеров, а также таблицу № 102, дающую расход воды, число оборотов и мощность моторов для напоров в сети от 2 до 10 ат. и для диаметров колес от 420 до 1 200 м, т.е. наиболее подходящих для работы на водопроводах. На практике Пэльтон-моторы очень удобны и служат без ремонта много лет. Главный ущерб — износ оси в сальниках, но она легко заменяется новой.

Таблица 102.

Напор в ат. и скорость вытекания в в м/сек.	Номер модели Подводящая труба мм Диаметр мундштука " Диаметр колеса "	4			5			6		
		80—150			100—200			125—250		
2 ат. . . 18,82 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	256	355	469	410	630	839	730	1140	1490
		0,86	1,18	1,56	1,36	2,1	2,8	2,4	3,8	4,9
3 ат. . . 23,05 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	314	434	574	503	774	1029	893	1400	1830
		1,57	2,17	2,87	2,5	3,86	5,14	4,4	7	9,14
4 ат. . . 26,61 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	362	501	663	581	892	1188	1030	1610	2110
		2,40	3,30	4,40	3,87	5,95	7,9	6,8	10,6	14
5 ат. . . 29,75 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	405	560	741	647	994	1320	1150	1800	2350
		3,37	4,66	6,17	5,4	8,3	11	9,6	15	19,6
6 ат. . . 32,59 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	444	614	812	710	1090	1450	1260	1970	2580
		4,4	6,1	8,1	7,1	10,9	14,5	12,6	19,7	25,8
7 ат. . . 35,21 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	480	663	878	765	1175	1560	1360	2120	2790
		5,5	7,65	10,1	8,9	13,7	18,3	15,9	24,8	32,5
8 ат. . . 37,63 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	513	709	938	815	1255	1680	1454	2260	2980
		6,8	9,4	12,5	10,8	16,7	22,4	19,4	30,2	39,8
9 ат. . . 39,92 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	534	752	995	865	1830	1780	1540	2420	3160
		8,0	11,2	14,9	13	20	26,7	23,1	36,3	47,5
10 ат. . . 42,08 м . . .	Количество воды л/мин Число оборотов " Мощность Л. С. . . . .	573	793	1050	920	1410	1390	1635	2580	3340
		9,5	13,2	17,5	15,3	23,5	31,5	27,2	42,8	55,6



## Пэльтон-моторы.

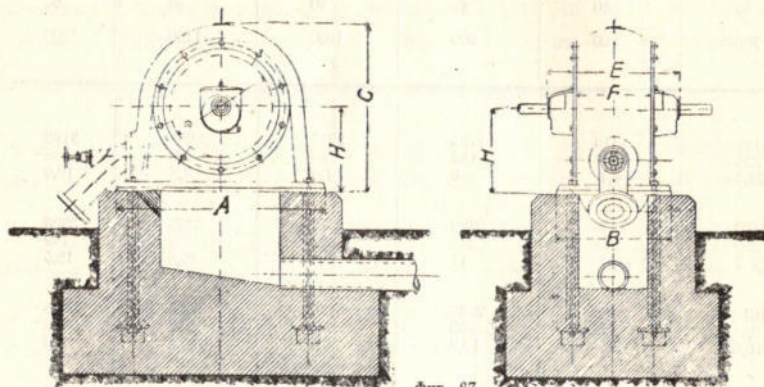
7	8	9	10	11	12
150—250	175—275	200—300	225—325	250—380	275—400
35	40	45	50	55	60
700	800	900	1000	1100	1200
1140	1418	1795	2217	2683	3192
236	207	184	165	150	138
38,6	4,7	6	7,4	8,8	10,6
1400	1736	2198	2713	3285	3908
290	253	285	202	184	169
7	8,7	11	13,5	16,4	19,5
1610	2006	2538	3143	3793	4513
334	292	260	234	212	196
10,6	13,4	16,9	20,9	25,3	30,1
1800	2241	2837	3502	4239	5045
373	327	290	261	237	218
15	18,7	23,6	29,2	35,3	42
1970	2455	3109	3838	4646	5528
409	358	318	286	260	239
19,7	24,5	31,1	38,3	46,5	55,3
2120	2653	3349	4047	5019	5972
442	387	334	309	281	258
24,8	31	39	47,2	58,5	69,6
2260	2825	3590	4432	5364	6383
472	413	390	330	300	275
30,2	37,6	47,8	59,1	71,5	85,10
2420	3008	3808	4702	5691	6771
501	438	390	350	319	292
36,3	45,7	57,1	70,5	85,3	101,5
2570	3171	4014	4956	5998	7137
525	460	409	367	334	306
42,8	52,8	66,9	82,6	100	119

Стоимость Пельтон-моторов по довоенным ценам была фр.-зав. Германия.

№ 4 . . . 450 руб.	№ 7 . . . 1 200 руб.	№ 10 . . . 1 500 руб.
№ 5 . . . 750 "	№ 8 . . . 1 250 "	№ 11 . . . 1 650 "
№ 6 . . . 1 100 "	№ 9 . . . 1 350 "	№ 12 . . . 1 800 "

Если известна полная стоимость 1 м<sup>3</sup> накаченной насосной станцией воды, то по таблице не трудно подсчитать стоимость эксплуатации Пельтон-мотора.

### Размеры и вес Пельтон-моторов.



Фиг. 67.

Таблица 103.

Мотор №	A	B	C	D	E	F	H	В Е С		
								Норм кг	2 мунд. кг	3 мунд. кг
00	200	100	172	78	116	65	100	10	—	—
0	240	130	210	84	150	82	125	12	15	—
1	316	170	225	130	202	108	140	20	25	35
2	440	250	370	194	294	150	200	75	130	170
3	570	330	474	260	366	208	246	115	155	200
3a	740	380	590	330	450	250	300	315	320	400
4	860	470	692	420	538	304	350	365	490	600
5	1100	610	900	520	704	412	450	600	890	1100
6	1350	1000	1000	650	1000	500	550	1000	1200	1500
7	1400	1130	1175	700	1050	500	575	1200	1400	1600
8	1600	1250	1370	800	1065	500	675	1580	1800	2000
9	1700	1320	1450	900	1100	550	700	1760	2000	2300
10	1800	1400	1550	1000	1200	600	750	2000	2300	2600
11	1900	1550	1600	1100	1400	700	750	2100	2500	2800
12	2000	1750	1800	1200	1500	700	950	2400	2800	3200
13	2250	1800	2100	1300	1500	850	1100	2700	3100	3500
14	2400	2000	2300	1400	1600	900	1200	3000	3700	3800
15	2600	2200	2400	1500	1700	1000	1300	3400	3800	4200

## Правила о порядке составления и утверждения смет на строительные работы.

### I. Общие положения.

1. При проектировании и осуществлении как государственными, так и общественными и кооперативными учреждениями и предприятиями всякого рода строительных работ обязательному составлению подлежат строительные сметы следующих видов:

а) ориентировочные — для обоснования общего размера ассигнований, необходимых для выполнения строительного плана в целом;

б) производственные — для руководства при непосредственном производстве работ;

в) исполнительные — для выяснения фактической стоимости произведенных работ.

2. Ориентировочные сметы содержат общее исчисление стоимости сооружений с накладными расходами.

3. Производственные сметы представляют собой технический расчет стоимости работ, подлежащих исполнению, и имеют целью установить более точно пределы как стоимости отдельных работ с относящимися к ним материалами, так и всех связанных с исполнением работ прочих накладных расходов. Если по ходу работ выясняется необходимость изменения установленного объема работ или замены одной работы другой, то для выполнения их составляются дополнительные сметы к основным производственным сметам.

4. Исполнительные сметы должны составляться, как общее правило, при постройке всех зданий и сооружений. Исполнительные сметы представляют собой технический расчет стоимости исполненных работ и имеют целью, с одной стороны, выяснить действительную стоимость произведенных работ, а с другой стороны, дать сопоставление ее с данными утвержденной сметы.

Примечание. Все сметы перечисленных видов должны составляться и подписываться лицами, имеющими право на производство работ.

### II. Порядок составления смет.

Порядок составления ориентировочных, производственных и исполнительных смет устанавливается инструкциями ведомства, разработанными в строгом соответствии с изложенными ниже основными положениями.

5. Ориентировочные сметы составляются на основании эскизных или типовых проектов сооружений и укрупненных измерителей стоимости сооружений или их частей (кубический метр здания, километр дороги, килограмм пролетного строения мостовой фермы, квадратный метр замощения и пр.).



К ориентировочным сметам прилагаются:

- а) эскизные или типовые проекты;
- б) перечень примененных укрупненных измерителей с их обоснованием;
- в) приблизительный подсчет количества необходимых материалов;
- г) пояснительная записка, акты, устанавливающие необходимость предположенных работ, и другие документы.

**Примечание.** Стоимость ремонтных работ может быть исчислена в установленном процентном отношении к начальной стоимости ремонтируемых сооружений по современным ценам.

6. Производственные сметы составляются на основании:

- а) утвержденного проекта и, в случае необходимости, конструктивных к нему чертежей;
- б) норм урочного положения на рабсилу и материалы и
- в) справочных цен на последние или выработанных на основании Урочного положения и справочных цен единичных расценок.

В соответствии с этим производственные сметы (основные и дополнительные), составляются согласно нижеследующего:

а) количество рабсилы и материалов определяется по Урочному положению на строительные работы с поправочными коэффициентами, дополнениями и изменениями, утвержденные в установленном порядке, а для работ, не вошедших в Урочное положение — по справочникам, принятым ведомствами в установленном порядке;

б) единичные цены на рабсилу и материалы принимаются справочные, публикуемые губернскими (или соответствующими им) инженерами, в порядке § 16 инструкции по применению положения об управлении губернских инженеров от 30 июля 1924 года и постановлений советов народных комиссаров союзных республик, а при отсутствии их, по данным губернского (или соответствующего ему) статистического бюро.

**Примечание 1.** При заготовке материалов ведомствами и учреждениями, ведущими самостоятельную заготовку материалов разрешается руководствоваться ценами на материалы заготовительными, а на рабсилу — установленными коллективными договорами, при обязательном обосновании выгоды заготовок ведомства.

**Примечание 2.** Временно впредь до установления современных справочных цен надлежащими органами, составление смет допускается, как исключение, и по довоенным ценам в порядке инструкций, разрабатываемых ведомствами.

7. К производственным сметам прилагаются:

- а) утвержденные, согласно § 13 Урочного положения проекты с актами и прочими документами, устанавливающими необходимость выполнения предположенных работ;
- б) расценочные ведомости единиц работ, если смета составлена по единичным расценкам;
- в) справочные цены на рабсилу и материалы;

2) пояснительные записки, заключающие в себе характеристику работ, намеченный план их производства и перечень местных условий и обстоятельств, уясняющих все назначения смет.

8. Исполнительные сметы составляются по законченным работам на основании исполненных чертежей, обмеров работ в натуре, актов и прочих отчетных данных о произведенных расходах.

9. Исполнительная смета состоит из технического расчета, стоимости исполненных работ и финансового отчета. В соответствии с этим в каждой исполненной смете должна быть сопоставлена стоимость работ по производственным сметам (основной и дополнительным) со стоимостью фактически выполненных работ, определенной по действительному расходу на рабсилу, материалы и накладные расходы, со ссылками на соответствующие платежные документы.

10. В отдельных случаях, когда последовало соглашение с финансовыми органами, исполнительная смета может быть заменена представлением:

а) производственной сметы (основной и дополнительных) с актами об исполненных работах и

б) финансовой отчетности, устанавливающей фактическую стоимость рабсилы, материалов и накладных расходов.

11. В исключительных случаях, когда работы производились по ориентировочным сметам или вовсе без таковых, должен быть составлен отчет в виде сметы, составляемый во всем согласно пункта 9 настоящих правил.

12. Ко всякого рода исполнительным сметам должны прилагаться: пояснительные записки, исполнительные чертежи, акты и прочие отчетные данные.

### III. Порядок утверждения смет.

13. Сметы утверждаются ведомствами или учреждениями, распоряжением коих осуществляются работы. Для крупных работ общесоюзного значения или затрагивающих интересы нескольких ведомств может быть установлен особый порядок утверждения смет.

**Примечание.** При утверждении смет на строительные работы, подведомственные техническому контролю губернских (или соответствующих им) инженеров, должны быть соблюдены правила установленные положением об управлениях губернских инженеров, утвержденные советами народных комиссаров союзных республик.

14. На лиц, составляющих или утверждающих сметы, возлагается ответственность, по принадлежности, за техническую их целесообразность в соответствии с намеченным планом, за правильность исчисления количества работ, применения Урочного положения, единичных расценок и правильность применения справочных цен и проч.

15. Ориентировочные сметы, подлежащие представлению в плановые органы вне данного ведомства и в финансовые органы, должны утверждаться ведомствами сообразно со сроками представления строительных планов и финансовых смет.



16. Производственные сметы, как общее правило, должны быть утверждены до начала строительной операции. До утверждения сметы разрешается заготовка материалов и производство подготовительных работ на сумму в размере до 25% от общих отпущенных ассигнований. Продолжение начатых в предшествующее время работ до утверждения сметы допускается за счет этих же 25%. Производство новых работ, не предусмотренных годовым строительным предположением (планом), разрешается лишь в исключительных случаях, вызываемых стихийными бедствиями и другими особыми обстоятельствами, удостоверяемыми каждый раз актами, составленными с участием представителей губернских (или соответствующих им) инженеров и финансовых органов и утверждаемыми той инстанцией, которая должна утверждать смету.

#### **IV. Порядок представления смет в плановые и финансовые органы.**

18. Ориентировочные сметы на работы, осуществляемые на средства, отпускаемые по государственному и местным бюджетам, представляются в соответствующие плановые и финансовые органы в сроки, установленные правилами составления и представления строительных планов и финансовых смет, в качестве приложений к таковым.

19. Ориентировочные сметы на работы, осуществляемые за счет средств органов, состоящих на хозяйственном расчете и кооперативных, представляются в плановые органы в сроки, установленные правилами составления производственных программ и финансовых планов подлежащих органов.

20. Производственные (основные и дополнительные) сметы подлежат представлению во вневедомственные органы лишь в том случае, когда этот порядок предусмотрен особыми приказами, или же если при рассмотрении ориентировочных смет состоялось особое постановление плановых органов.

21. Исполнительные сметы по строительным работам ведомств и учреждений, подлежащих последующему контролю со стороны органов народного комиссариата финансов, представляются по утверждению их в установленном ведомством порядке в органы народного комиссариата финансов с приложениями по их требованию. Исполнительные сметы прочих ведомств и учреждений хранятся в делах последних и копии с них представляются в соответствующие плановые и финансовые органы по их требованию.

**Временное Положение о начислении накладных, организационных и прочих расходов при составлении смет на строительные работы, производимые государственными учреждениями и предприятиями, а также жилищной кооперацией, на строительный сезон 1927 г.**

1. При составлении калькуляций и смет основными расходами считаются расходы на строительные материалы и заработную плату, исчисленные на основании норм урочного положения, урочных ведомостей



и справочников, с изменениями и дополнениями, утверждаемыми Советом Труда и Оборона Союза ССР, или исчисленные на основании практических данных для строительных работ, не нормированных указанными выше источниками, но обоснованных надлежащими соображениями и подсчетами.

2. Начисления, производимые в процентном отношении на основные расходы, состоят из 4 групп: а) начисления на заработную плату, б) начисления на стоимость строительных материалов, в) расходы на вспомогательные работы, г) начисления на содержание администрации с падающими на нее хозяйственными и организационными расходами.

3. Нормальная номенклатура начислений на заработную плату и их величины в процентном отношении от заработной платы выражаются: а) отпуска—4%, выходное пособие—3,4%, недовыработка в предпраздничные дни и законные пропуски—0,5%, проездные—1,0%, приспособление и наем помещений для общежитий—2,2%, постройкой и делегаты, включая хозяйственные расходы—1%, культура—1,25%, ученичество—1,5%, территориальный сбор—0,25%, спецодежда—0,50%, всего по лит. „а“—15,6%; б) социальное страхование—согласно существующим законоположениям.

Примечание 1. При исчислении процентных начислений по лит. „а“ таковые, за исключением случаев, предусмотренных примечаниями 2 и 3, не должны превышать указанных 15,6%, но внутри по отдельным наименованиям могут изменяться в ту или другую сторону, в зависимости от характера работ, объема их и местных условий.

Примечание 2. При постройке барачков для размещения рабочих должна быть обоснована экономическая целесообразность их применения. Стоимость этих барачков исчислять по смете, при чем в этом случае общая сумма начислений на барачки, проездные для рабочих и приспособление и наем помещений для общежитий должна укладываться ориентировочно в 6% заработной платы.

Примечание 3. В случае крайней необходимости массовой перевозки квалифицированных рабочих, удостоверенной местными органами Народного Комиссариата Труда, допускается и включение дополнительных расходов на перевозку по особой смете.

4. Стоимость строительных материалов принимается с доставкой на место работ, при чем вводится дополнительный расход на горизонтальное перемещение строительных материалов лишь в исключительных случаях, выходящих за пределы предусмотренного восьмидесятиметрового перемещения по урочному положению.

Допускается начисление на стоимость материалов до одного процента включительно на покрытие расходов по хранению материалов, окарауливанию, страховке и утере.

5. Вспомогательные работы исчисляются согласно § 7 урочного положения, с изменениями и дополнениями, утвержденными Советом Труда и Оборона Союза ССР, в процентном отношении от основной заработной платы и стоимости строительных материалов, с установлен-

ными по ст.ст. 3 и 4 настоящего положения начислениями. В случаях, требующих, согласно § 7 урочного положения, исчисления вспомогательных работ по специальным сметам, таковые составляются в соответствии со ст. ст. 1, 3 и 4 настоящего положения.

6. Стоимость всего технического, конторского и прочего административного аппарата с падающими на него хозяйственными и организационными расходами как для проектирования, так и для исполнения сооружения исчисляются в размере до 5% от заработной платы, стоимости строительных материалов и вспомогательных работ со всеми вышеуказанными начислениями на них.

7. Вышеупомянутые проценты могут быть изменены для крупных затажных работ специального характера, в зависимости от фактических начислений и в согласии с установленными законоположениями.

Отступление в отношении исключительных случаев может иметь место лишь со специального разрешения президиума Высшего Совета Народного Хозяйства, с последующим доведением до сведения Экономического Совещания РСФСР.

8. Перерасходы при выполнении строительных смет, согласно § 13 урочного положения, или в силу непредвиденных стихийных явлений, вызывающих длительные перерывы в работах, должны покрываться дополнительными ассигнованиями, испрашиваемыми в установленном порядке.

Отметим, что постановление о размерах начислений имеет временной характер и может меняться, так на 1926 г. начисления на рабсилу были в 18%, на 1927 г. они уменьшены до 15,6%.

Эти начисления приходится делать не на одни строительные работы, но и на специальные: водопроводка, канализационные, по центральному отоплению, газовым устройствам, электрическому освещению и проводке горячей воды. Выведем поэтому общую формулу начислений, которые следует делать в конце сметы после общей сводки расходов на рабсилу и материалы; транспорт мы не берем во внимание, так как считаем цены на материалы фр. место работ.

Данные для формулы:

1. Начисление на рабсилу . . . . .	15,6%
2. Начисление на хранение и окарауливание материала, на его страховку . . . . .	1,0%
3. Социальное страхование (от 10—20%) . . . . .	10%
4. Начисление на общую стоимость рабсилы + материалы, на технадзор и административный аппарат . . . . .	5%
5. Начисление на полную стоимость работ, на уравнительный сбор (3%), гербовый сбор (0,5%), нотариальный (0,5%) и засвидетельствование копий договоров (0,1%), всего . . . . .	4,1%



Обозначив рабсилу буквой  $P$ , материалы буквой  $M$ , имеем формулу для начислений  $H$ .

$$H = [1,256 P + 1,01 M + 0,05 (1,256 P + 1,01 M)] \times \frac{1}{1 - 0,041} =$$

$$= (1,256 P + 1,01 M + 0,0628 P + 0,0505 M) \times 1,0428 =$$

$$= (1,3188 P + 1,0605 M) \times 1,0428 = 1,3753 P + 1,1058 M,$$

т.-е.  $37\frac{1}{2}\%$  на рабсилу и  $10,6\%$  на материалы. Ход расчета остается тот же в случае подстановки других числовых данных.

Прибыль подрячика обычно исчисляется в  $10\%$ , которые следует прибавить к общему итогу сметы.

А) На 1928 г. начисления на зарплату (Известия от 4 апреля 1928 г. № 80) оставлены в сумме  $15,6\%$ , по внесены изменения по отдельным статьям.

1. а) Отпускные . . . . .	4%
б) Выходные пособия . . . . .	3%
в) Проездные . . . . .	1%
г) Спецодежда . . . . .	1%
д) Содерж. помещ. раб. . . . .	2,5%
е) Местком и делег. . . . .	1%
ж) Культнужда . . . . .	1,25%
з) Ученичество . . . . .	0,75%
и) Подоз. стр. раб. . . . .	0,75%
к) Выполн. общ. обязан. . . . .	0,25%
л) Медпомощь . . . . .	0,10%

Итого . . . 15,6%

2. Социальн. стр. . . . . 7%

Б) Начисления на стоимость материалов:

1. Сделки, утеря, порча, страхование . . . . .	1%
2. Страхование построек . . . . .	0,1%

В) Начисления на зарплату и материалы:

1. Организационные . . . . .	6%
2. Проект . . . . .	1%
3. Непредусм. расх. . . . .	0,25%

Таким образом общий коэф. будет на рабсилу  $1,32$ , на матер.  $1,09$  т.-е. несколько меньше, чем в 1927 г.

### Стоимость водопроводов.

О стоимости русских водопроводов можно дать сведения в довоенных рублях на основании анкет, произведенных в 1909 и 1910 г.г. Эти данные указывают на то, что водопроводы представляют солидную статью национального достояния и играют очень крупную роль в нашей промышленности.



Если разделить всю стоимость водопровода на его среднюю суточную производительность в ведрах, то мы получим стоимость одного суточного ведра. Стоимость водопровода по анкетным данным нижеследующая:

	Стоимость в руб.	То же в % к общей сумме
42 водопровода, принадлежащие городским управлениям . . . . .	105 977 565	93,6
7 водопроводов, принадлежавших частным обществам и лицам . . . . .	7 219 462	6,4
Итого . . . . .	113 197 027	100
В том числе водопроводы Ленинграда, Москвы, Варшавы и Одессы . . . . .	83 641 200	74
Водопроводы 11 городов, расходующих более 100 млн. вед. в год . . . . .	16 035 606	14
Остальные 27 водопроводов, принадлежавших городским управлениям . . . . .	6 280 959	5,6

Стоимость устройства водопровода, отнесенная на одно ведро суточного расхода воды, приведена в нижеследующей сводке:

Наименование города	На 1 ведро стоит
Железноводск, Красноводск, Батум . . . . .	от 11 р. до 10 р.
Пермь . . . . .	9 р. 74 к.
Красноводск. (опреснитель) . . . . .	8 " 49 "
Камышинск . . . . .	7 " 75 "
Тверь . . . . .	8 " 03 "
Москва . . . . .	6 " 32 "
Житомир . . . . .	6 " 22 "
Рыбинск . . . . .	5 " 17 "
9 водопроводов стояли . . . . .	от 4—5 р.
4 водопровода . . . . .	" 3—4 "
13 " . . . . .	" 2—3 "
12 " . . . . .	" 1—2 "
3 вод. Ревель, Кронштадт, Оренбург (дешевле) . . . . .	1 р.

В среднем постройка русских водопроводов обходилась дороже, чем немецких, где стоимость одного суточного ведра в среднем считается 1 руб. 34 коп. Причиной этого служит не наше неумение строить экономно, а суровый климат, заставляющий производить глубже укладку труб и строить более солидные здания, необходимость строить крытые отстойники и фильтры, тогда как за границей, например, в Гамбурге, Стокгольме, фильтры открытые, а в Лондоне все бассейны открытые и сделаны не из камня, а в земле и окружены валами. Некоторую невыгодную роль играет и выписка из-за границы машин и приборов, за которые приходилось переплачивать на стоимости, перевозке и сборке их.

В настоящее время предварительную стоимость водопроводов приходится определять или по ориентировочной смете, основанной на расценках составленных по укрупненным измерителям, например, куб. метра земляной выемки, куб. метра бетона, погонного метра уложенных труб разных диаметров, насосная лощ. сила и т. д., но со ссылкой на исполненные в наших условиях работы по этим ценам, или составляется производственная смета на основании точных расценок, составленных по нормам Урочного Положения или нормам Губинжа.

Способ составления смет на водопроводные сооружения по довоенным нормам и ценам с коэффициентами, например, в 2—2, 5—3,0 следует считать далеким от действительности и малопригодными.

Точно также не пригоден способ предварительного определения стоимости водопровода на душу населения или на суточное ведро поданной воды как это сделано выше: условия работ и характер сооружений слишком пестры и результаты такого подхода могут разниться от действительности на 100—300%.

Более правильным следует считать измерителем кубометр километр (предлагаемый составителем справочника), по формуле:

$$K = \frac{S'}{L \cdot Q},$$

где  $S'$  = полная стоимость водопровода в рублях, но без % и погашения,  
 $L$  = длина сети в километрах,  
 $Q$  = суточный расход воды в куб. м.

Для  $S$  можно брать стоимость из книжки: „Водопроводы в городах СССР“. Изд. НКВД Москва 1927 г., там же указаны длины сетей и расход воды, который правильнее брать из графы указывающей расчетный расход и подбирать к сравниваемому однородные водопроводы, например, речные, ключевые, артезианские.

	$L$ км	$Q$ $m^3$	$S$ руб.	
Пример: Архангельск . . .	25,8	2424	395.000	$K = 6,35$ р.
Астрахань . . .	60,5	3820	616.512	$K = 2,67$ р.

т.е. астраханский дешевле более чем в два раза.

В 1928 г. ожидается выход из печати Отдела санитарно-технических сооружений Нового Урочного Положения и отдела водопроводно-канализационного (домовых), составленных Бюро Нормирования Стройпроизводства Го.плана. Эти нормы добытые в современных условиях работ, при 8 час. рабочем дне, с помощью хронометража, технико-статистического метода, технического учета и фото-учета (непрерывное наблюдение всей рабочей операции) дадут сметчику полный и неоспоримый материал и заменят временно действующие нормы Губинж'ев, по которым составляются теперь сметы, как по городским, так и по домовым водопроводом вследствие того, что старое Урочное Положение не содержит этих работ. Что касается цен, то они принимаются для смет: 1) по данным рынка, 2) по товарным бюллетеням местных бирж, 3) по справочникам на строительные материалы и транспортные средства Губинжа, публикуемыми несколько раз в год и наконец 4) по запросам соответствующих трестов и заводов.

На итоги стоимости рабсилы и стоимости материалов делается в конце сметы начисление согласно нижеприведенному постановлению ЭКОС'о в § 69.

Стоимость домовых водопроводов отдельно от канализации не рассчитывается, тем не менее по опыту 1927 г. можно принять стоимость одной домовой водопроводной сети со всеми начислениями и технадзором в 40 коп. на *куб.* м здания, например, при объеме его по наружному обмеру в 18600 *куб.* м сеть обойдется в  $18600 \times \times 0,4 = 7440$  руб.

### Сдача водопроводных работ с подряда и содержание договора.

Она может быть произведена или в полном объеме или частично, например, только земляные работы по укладке сети, или только строение, бетонные и железо-бетонные работы, а машинное оборудование, укладка труб и установка арматуры выполняется другим подрядчиком или хозяйственным способом.

#### 1. Способы сдачи подряда.

При сдаче работ могут быть следующие принципы:

1. Ограниченный круг особо исправных подрядчиков.
2. Открытое соревнование или торги.

В договоры должны быть приложены:

1. Технические условия на производства работ.
2. Перечень работ, краткий, но совершенно ясный и исключающий возможность недоразумений.
3. Общие условия поставок и производительности.
4. Чертежи.

Из чертежей надо иметь: а) план сети, б) план города, на котором даны все железные дороги, трамвайные пути, ручьи, каналы, даже места где трубы лежат в грунтовой воде и как глубоко стоят грунтовые воды под мостовой, в) планы и разрезы строений, г) профили трассы и пр.



## II Рабсила и материалы.

Если работа сдается с куб. метра постройки станции или резервуара или с пог. метра траншеи, то прилагаются единичные расценки к договору на случай расчетов при увеличении или уменьшении объема работ. Если работа сдается по открытой смете, то и расчет делается за исполненную работу или часть ее по этой смете и расценкам к ней. В обоих случаях надо указать тарифную ставку 1 разряда и разряды квалифицированных рабочих, как-то слесарей, плотников, бетонщиков, землекопов и т. д. и цены материалов франко место работ, например, куб. метр песка, гравия, метра чугунных труб разных диаметров, задвижек, пожарных кранов и т. д. Оговаривается какой материал, в каком количестве, в какие сроки и по какой цене заказчик передает подрядчику, если у него, заказчика, имеется материал или он может получить его по более низкой цене.

## III. Сущность подряда.

Перечень всех передаваемых подрядчику работ, как-то:

- a) сооружение насосных станций,
- б) " очистительных приспособлений,
- в) укладка труб и установка арматуры,
- г) сооружение резервуаров или водонапорных башен,
- д) устройство домовых ответвлений.

Каждый из этих пунктов излагается подробно и ясно, дабы не вызвать впоследствии неправильного толкования одной из сторон. Работы в пункте в) следует описать на следующей схеме.

1. Вскрытие мостовой с отброской в сторону камней и складыванием в штабели, а также тротуарных плит или иного покрова.

2. Рытье траншей и приемков для раструбов с оставлением перемычек (или без них) для сети и рытье канав для домовых ответвлений, с отсыпкой камня, раскопкой старых фундаментов, с заменой слабых грунтов хорошими. Крепление канав и траншей, стулья или упоры для фасонных частей, водоотливы, поставка необходимых лесов, посуды и инструмента.

3. Доставка и отвозка и правильное распределение всего материала необходимого для работ, креплений, уплотнительного материала и пр. в соответствующие места работ.

4. Хранение и окарауливание всех материалов переданных заказчиком подрядчику.

5. Укладка и уплотнение согласно техническим условиям труб, фасонных частей, задвижек, пожарных кранов, а если потребуется, то и домовых ответвлений.

6. Поставка уплотнительного материала, как то смоляной пряжи, свинца (свинцовой пряжи) и асфальта для асфальтировки свинцовой заливки, точно также поставка необходимых болтов и резиновых прокладок.

7. Засыпка и утрамбовка траншей и замена негодного грунта или глиной.

8. Свозка на склад или перемещение остатков материала и частей на другое место постройки.

9. Укладка предохранительных кожухов при перекрещивании с трамвайными или железнодорожными путями или укладка дукеров.

#### IV. Объем работ и поставок.

Он вытекает из технических условий, однако здесь надо оговорить его уменьшение или увеличение, напр., на 10% меньше и на 25% больше на тех же условиях и по тем же расценкам приложенным к договору. Какие могут быть сделаны отступления от проекта по местным условиям. Перечень работ в кубических единицах, размерах, погонаже, весе в тоннах, напр., 28 *m* фасонных частей, 280 шт. флянцевых задвижек  $d = 100$  и 350 мм и 215 шт. подземных пожарных кранов по 100 мм диаметром и т. д.

#### V. Приемка материалов подрядчиком.

Перечень складов заказчика, с которых подрядчик получает материалы и части. Оформление выдачи документами (требование, накладная, квитанция и т. д.), доставка за место работ, срок взятия, т.-е. действительности требования или ордера.

#### VI. Разбивка траншей.

Направление трассы и отметки подрядчик получает от заказчика, он запасается вешками, кольями, геодезическим инструментом за свой счет и ведет разбивку своим техническим персоналом, согласуя отступления с технадзором заказчика, который обязан исполнить разрешения на прокладку по чужой земле.

#### VII. Вскрытие мостовой.

Ширина бровок, во избежание падения камней в траншею на рабочих, форма вала и допустимость засыпки тротуаров, необходимость сохранения чернозема и дерна в садах и на лугах.

#### VIII. Рытье траншей.

Насыпка вала землей траншеи по форме, ширина траншеи, глубина, перебор земли и его исправление подсыпкой хорошего грунта с утрамбовкой, приемки и перемычки.

#### IX. Углубление против проекта.

Если по местным условиям надо рыть глубже нормальных 2,13 м, то это делается с согласия технадзора и по расценкам в договоре приложенным.

#### X. Крепление и водоотлив.

В расценках указываются два способа: забиркой досками, т.-е. горизонтальное крепление с распорами в надежном грунте и крепление досчатым 2 и 2 1/2" шпунтом с распорками—в слабом грунте, плавучем



Тот или иной способ решается в согласии с технадзором заказчика, так как шпунт в 4—5 раз дороже заборки и заказчику важно сэкономить на креплениях.

Водоотлив оговаривается или с погонного метра траншеи за такую то цену с риском для подрядчика или определяется пробной откачкой из шурфов будущий приток грунтовых вод или наконец, он оплачивается по действительной стоимости; последний способ наиболее правильный и без риска для подрядчика, но учет водоотливных—расходов по механической откачке затратителен.

### XI. Препятствия.

Подрядчику вменяется в обязанность обращаться осторожно с встретившимися канализационными трубами, водопроводными газовыми, телеграфными и электрическими кабелями, заказчик не отвечает за порчу их и за последствия порчи. Указывается способ защиты труб при пересечении ручьев, рек, трамвайных и железнодорожных путей и устройств кожухов в пределах путей.

### XII. Укладка труб, фасонных частей и арматуры.

Осмотр, опускание и укладка их по проекту. Меры защиты труб от попадания в них земли, замена плохих грунтов; исправление асфальтовки, поврежденной при перевозке чеканки. Задвижки, пожарные краны, установка колодцев для них и правильное положение люков.

### XIII. Уплотнение стыков.

Смоляная прядь, заливка свинцом и зачеканка. Глубина заливки или заделки свинцовой прядью, если таковая допущена (хуже заливки!). Недопустимость заливки в два приема, право технадзора проверить качество заделки стыка и глубину заливки выбиванием заделки нескольких стыков по выбору.

### XIV. Испытание трубопроводов гидравлическим давлением.

Сеть не может быть окончательно принята от подрядчика без пробы ее давлением воды. Все приспособления для этого предоставляет подрядчик. Оговаривается пробное давление, обычно в 10 ат. для городских водопроводов на ровном месте, а вообще двойное против рабочего. Манометр гидравлического насоса не должен падать в течение первых 5 минут или может подать в 3 мин. не более чем на 1 атм.

### XV. Устройство домовых ответвлений.

Оговаривается—кто предоставляет седелки с хомутами, краны, водомеры и пр. Места присоединений каждый раз дает технадзор, подрядчик в точности придерживается технических условий. Заказчик оставляет за собой право устранять ответвления своими средствами и силами. Давление при пробе двойное рабочее.



### XVI. Засыпка траншей.

Засыпка траншей производится лишь после пробного испытания давлением и составления надлежащего акта о том, что сеть уложена удовлетворительно и принята. Приемки заполняются раньше всего с тщательной по осторожной утрамбовкой. Сперва засыпается слой земли в 30 см свободной от камней, пслагать на одного засыщика одного трамбовщика. Лишняя земля увозится подрядчиком в назначенное место. При трубах в 200 мм не должно быть остатка земли, она может быть вся утрамбована. Недостающую землю или взамен непригодной вынутой из траншей подрядчик доставляет сам.

### XVII. Восстановление мостовой.

Мостовой придается прежний вид; там, где ее нет, необходимо вокруг люков над колодцами сделать подмоску в 60 см шириной. Оговаривается кто доставляет камень и песок. Подрядчик гарантирует залогом исправное состояние мостовой в течение года, эта гарантия не касается улиц перемасливаемых городом на следующий год. Залог деньгами или векселем.

### XVIII. Ответственность подрядчика.

Рогатки, ограждение канав, переезды, переходы и ночное освещение места работ делает подрядчик и он несет всю ответственность за неисполнения этих мер предосторожности.

### XIX. Начало и окончание работ.

Подрядчик обязан приступить к работам через 14 дней после получения необходимого наряда. Отдельные сооружения и участки должны быть готовы к . . . . . мес. . . . . дня . . . . . г.

В обеспечение промежуточных и окончательного срока работ, смотря по важности их, подрядчик оставляет 5—10% в залог.

### XX. Промедления.

Если сроки не выполняются, то дается льготный срок от 7 до 14 дней, если это не помогает, то взимается неустойка, в дальнейшем договор расторгается и подряд передается другому подрядчику или заказчик оканчивает работы хозяйственным способом.

### XXI. План работ.

Здесь указывается порядок работ по группам или отдельным сооружениям. К такому же сроку должен быть готов для эксплуатации такой то участок или район, вслед за ним такой-то и столько-то сделано домовых ответвлений.

### XXII. Испытание в работе и окончательная приемка.

Окончательная приемка производится лишь после пробы отдельных участков и после того как сеть простояла 8 дней под рабочим давлением и без заметных недостатков.

## XXIII. Гарантии.

За правильное выполнение работ и за хорошее состояние их во время эксплуатации подрядчик отвечает в течение года после окончательной сдачи, в обеспечение чего заказчик удерживает из платежей от 5 до 10% со всей суммы подряда. Замеченные недостатки устраняются подрядчиком в двухнедельный срок. За все недочеты обнаружившиеся после гарантийного срока подрядчик не отвечает.

## XXIV. Передача подряда.

Без согласия заказчика подрядчик не имеет права произвести передачу работ для исполнения или окончания другому лицу.

## XXV. Принадлежность находок.

Находки и предметы искусства этнографически-исторического значения и пр. подрядчик обязан передавать заказчику, он должен своим рабочим и технадзору вменить в обязанность добросовестную передачу этих находок.

## XXVI. Смерть подрядчика.

Если он умирает до окончания работ, то за городом остается право передать работы другому подрядчику или наследникам умершего. Если подрядчик умер во время работ, то уложенные трубы засыпаются и замазываются и работы прерываются. Если подрядчик умирает в течение гарантийного срока, тогда наследники принимают на себя ответственность

## XXVII. Объем и срок вручения предложения подрядчиком.

Предложение должно охватить весь объем работ. Заказчик должен вручить предложение не позже 10 час. утра с надписью: к торгам на работы по сооружению сети (или иной части водопровода) и домовых ответвлений городского водопровода города . . . . . Адрес подрядчика.

## XXVIII. Выбор подрядчика.

Заказчик (город) имеет свободный выбор подрядчика и не связан никакими обещаниями сдать работы тому или иному подрядчику.

. . . . . месяц . . . . . число . . . . . год.

Подписи обеих сторон: Заказчик

Подрядчик.

## Организация Управления Водопровода (УВ).

1. Общее заведывание эксплуатацией и работами по расширению водоснабжения и ведение приходно-расходной отчетности находится в руках заведующего Управлением водопроводов, работающего в непосредственном сотрудничестве с главным инженером водопровода.

2. Главный инженер водопровода, заведующий эксплуатацией действующих водопроводов, является в то же время главным техническим распорядителем всех строительных работ по водопроводу и распоряжается в пределах данной ему инструкции и указаний заведующего УВ.



3. Хозяйственная часть эксплуатации и расширения или улучшения водопровода находится в ведении заведующего хозяйственной частью, который производит заказы всех материалов непосредственно или через Отдел Снабжения Коммухоза.

4. Бухгалтерия по расчетам, уплате и зарплате находится в ведении главного бухгалтера УВ, он же заведует и материальной отчетностью, учетом произведенных работ и расходованием тех сумм, кои выдаются подотчетным лицам в виде авансов для производства платежей на месте или мелких покупок. Главный бухгалтер, получая все сведения через главного инженера, находится в непосредственном подчинении заведующего УВ.

5. В состав Управления водопровода входят:

а) делопроизводство, б) счетоводство, в) технический отдел, г) материальный отдел, а на больших водопроводах еще: д) отдел новых работ.

Отделы делятся на подотделы, каждый из которых ведаёт определенной отраслью водопроводного дела напр. насосной станцией, очистными сооружениями и резервуарами, городской сетью, домовыми водопроводами и водомерами, личным составом и пр., таким образом устанавливается строгое разделение функций, границы ответственности каждого подотдела и объем его работы. При такой строгой системе исключается возможность существования таких дел, исполнение которых носило бы случайный, безответственный или несвоевременный характер.

## Главное Управление Коммунального Хозяйства (ГУКХ) НКВД.

Водопроводно-канализационная секция Отдела предприятий ГУКХ'а несет следующие обязанности:

1. Рассматривает проекты коммунальных водопроводов, канализаций и др. предприятий, участвует в научно-техническом Совете, дает заключения: а) для ЦК Банка на предмет отпуска займов, б) в другие ведомства, в) Госплан и г) СНХ.

2. Составляет планы кредитования по коммунальным предприятиям водопроводам и канализациям, планы снабжения материалами (отечественными и импортными).

3. Составляет планы строительства и развития коммунальных предприятий по водопроводам и канализации в городах РСФСР.

4. Разрабатывает инструкции, циркуляры и т. п. по управлению и строительству коммунальных водопроводов и канализаций.

5. Консультирует коммунальные водопроводы и канализации и др. предприятия, как по отдельным вопросам, так и путем выезда на места.

6. Работает по рационализации строительства и эксплуатации водопроводов и канализации (выработка норм, типов сооружений, приемов эксплуатации).

7. Участвует в работах и других ведомств и учреждений по вопросам, требующим с ними увязки (НКЗем, НКЗдрав, НКФин), представительство от ГУКХ'а по коммунальным предприятиям в Госплане, НКЗдраве, Президиуме Постоянного Бюро Водопроводных и СГСъездов и других учреждениях.



8. Руководство работами Центральной Комиссии по рационализации, Комиссии по сельскому водоснабжению т. п.

9. Обследование Коммунальных водопроводов и канализаций.

Кроме названной водопроводно-канализационной секции Отдел предприятий ГУКХ<sup>а</sup> имеет в своем составе секции: электрохозяйства, механического транспорта, боевско-утилизационную и теплофикации, снабжения и учетно-экономическую.

Отдел предприятий является органом Главного Управления Коммунального Хозяйства НКВД, осуществляющим руководство, контроль и направление деятельности как Коммунальных Отделов в части коммунальных предприятий, так и самих коммунальных предприятий местных Советов.

Это положение утверждено Малым Совнаркомом и передано в следующую инстанцию.

### Порядок утверждения проекта водопровода.

На этот счет нет твердого установленного порядка, а потому II (XIV) Съезд 1927 г. постановил (по докладу инж. М. М. Порфирьева).

1. В виду чрезвычайной важности коммунального водопроводно-канализационного строительства для оздоровления и благоустройства городов и тесной связи его с экономикой города и страны, необходимо внесение в это строительство планового начала и установления законодательными органами порядка рассмотрения и утверждения проектов, а равно издания соответствующей инструкции.

2. Проекты сооружений новых и капитального переустройства существующих водопроводов и канализаций в городах с населением свыше 10 000 чел. (или свыше иного числа, устанавливаемого Правительством соответствующей Союзной Республики) подлежат утверждению Центральным Государственным органом соответствующей Союзной Республики, руководящим коммунальным строительством, с участием представителей Наркомздрава и заинтересованных ведомств, по представлению Губ. (Окр. Край) Исполкомов.

3. Утверждение проектов водопровода и канализации в городах с населением, менее указанного в предыдущем пункте, должно производиться Губ. (Окр. Край) Комхозами с участием представителей органов здравоохранения, Губ. (Окр. Край) инженера и заинтересованных ведомств и учреждений.

4. В отдельных случаях для городов, имеющих в своем аппарате достаточно мощный технический персонал, возможно передоверие со стороны Центральным органам права утверждения проектов местным Губ. (Окр. Край) Комхозам.

5. Утверждению подлежат основные задания и эскизный проект водопровода или канализации, при чем целесообразно производить утверждение основных положений ранее представления эскизного проекта.

6. Поручить Постоянному Бюро детальную разработку вопроса о прохождении и утверждении проектов, отметив желательность рационализации и возможного упрощения прохождения проектов.

Из доклада инж. В. Н. Закатова  
и инж. А. С. Вайцвейга XIV съезду

Отчет за .....  
Расходы по эксплоа

Главы	Статьи	№№ по по- рядку	Главы		А. Содержание		
			Статьи		а) рабочие		
			Наименование статей расхода		Зарплата	Соестрах. и оплат. отчисл.	Спец. одеж. и пр. накл. расходы
Наименование статей расхода		1	2	3			
				§§			
I Подача воды	1 Под'ем воды	1	Обслуживание . . . . .				
		2	Текущий ремонт . . . . .				
		3	Адм.-хоз. расходы . . . . .				
		4	Прочие расходы . . . . .				
		5	Итого по ст. 1 (№№ 1, 2, 3, 4) . . . . .				
	2 Очистка воды	6	Обслуживание . . . . .				
		7	Текущий ремонт . . . . .				
		8	Адм.-хоз. расходы . . . . .				
		9	Прочие расходы . . . . .				
		10	Итого по ст. 2 (№№ 6, 7, 8, 9) . . . . .				
		11	Итого по гл. I (№№ 5 и 10) . . . . .				
II Распределение воды	3 Уличная сеть	12	Обслуживание . . . . .				
		13	Текущий ремонт . . . . .				
		14	Адм.-хоз. расходы . . . . .				
	15	Прочие расходы . . . . .					
	16	Итого по ст. 3 (№№ 12, 13, 14 и 15) . . . . .					
	4 Домовые ответ- вления	17	Обслуживание . . . . .				
18		Текущий ремонт . . . . .					
19		Адм.-хоз. расходы . . . . .					
20		Прочие расходы . . . . .					
21		Итого по ст. 4 (№№ 17, 18, 19, 20) . . . . .					
22		Итого по гл. II (№№ 16 и 21) . . . . .					
III Расходы по прод. водой		23	Обслуживание . . . . .				
		24	Текущий ремонт . . . . .				
		25	Адм.-хоз. расходы . . . . .				
		26	Прочие расходы . . . . .				
		27	Итого по гл. III (№№ 23, 24, 25, 26) . . . . .				
IV Общие расходы по прод. водой		28	Адм.-хоз. расходы . . . . .				
		29	Палоги, начис. % по займ. страхов. от огня и т. д. . . . .				
		30	Итого по гл. IV (№№ 28, 29) . . . . .				
		31	Итого по гл. I, II, III, IV (№№ 11, 22, 27 и 30) . . . . .				
		32	На 1 000 куб. м. под. воды . . . . .				
		33	% от общ. суммы расходов . . . . .				

Примечание. Каждый из порядковых №№ от 1 до 31 включительно имеет по две  
к §§ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 и 14, а на нижней строке—цифры, относящиеся к §§ 7, 11, 12,





Этот порядок утвержден уже (сент. 1927 г.) Малым Совнаркомом и передан в следующую инстанцию.

Что касается проектов водоснабжения промышленных предприятий общегосударственного значения, то их рассмотрение и утверждение производится строительным отделом ВСНХ.

**Примечание.** Уже после напечатания Справочника был издан закон о порядке утверждения технических проектов не промышленного строительства (Постановление ЦИК'а и Совнаркома СССР от 1/II—1928 г.) в § 5 п. 10 части: утверждаются НКВД проекты водопроводов канализации и трамвая с числом жителей более 10.000 чел.

### Годовой отчет по водопроводу.

Совокупность всех функций отдельных частей водопровода должна найти отражение в цифрах отчета управления водопроводов.

Такой отчет обычно содержит в себе:

1. Пояснительную часть к отчету.
2. Отчет об исполнении сметы доходов за отчетный год.
3. " " " " расходов " " "
4. " по сверхсметным кредитам.
5. " " продленным строительным кредитам.
6. " коммерческий за отчетный год.
7. Баланс на 1-е января следующего года.

К отчету прилагается ряд *ведомостей*, сведений и диаграмм, как то:

1. Ведомость движения недоимок за отчетный год.
2. Объяснения прихода по водоснабжению.
3. Ведомость суммам, сданным в кассу Откомхоза.
4. Ведомость по приходу и расходу материалов за отчетный год.
5. Ведомость прихода и расхода топлива или энергии за отчетный год.
6. Ведомость производительности и продуктивности машин, насосов и котлов за отчетный год.
7. Ведомость количества поданной воды за отчетный год.
8. Ведомость о производительности ремонтных мастерских за отчетный год.
9. Ведомость расхода химических продуктов по обработке воды за отчетный год.
10. Результаты физико-химического исследования воды за отчетный год.
11. Результаты бактериологического исследования воды за отчетный год.
12. Диаграммы количества воды за год за отчетный год.

К отчету прилагаются сведения о водоподъемных и водонапорных средствах городского водопровода с указанием №№ машин, их года установки, типа и системы, количества лошадиных сил каждой машины или мощности в квт №№ котлов, наибольшего давления в них и названия системы котлов.

Такой отчет позволяет судить не только о рациональности ведения хозяйства водопровода, но и составить расчет себестоимости воды (обычно на каждый м<sup>3</sup> поданной воды).



Таблица 106. Пятые степени чисел от 0,01 до 1,25.  
(Эта таблица дает решения и для чисел 1—125, если отбросить все запятые).

$n^5$	$n$	$n^5$	$n$	$n^5$	$n$	$n^5$	$n$	$n^5$	$n$
0,0000000001	0,27	0,0014348907	0,53	0,0418195493	0,79	0,3077056399	1,01	0,0000000001	0,26
0,0000000032	0,28	0,0017210369	0,54	0,0459165024	0,80	0,3276800000	0,02	0,0000000032	0,25
0,0000000243	0,29	0,0020311149	0,55	0,0503284375	0,81	0,3486784401	0,03	0,0000000243	0,24
0,0000001024	0,30	0,0024300000	0,56	0,0550731776	0,82	0,3707398492	0,04	0,0000001024	0,23
0,0000003125	0,31	0,0028629151	0,57	0,0601692057	0,83	0,3939040643	0,05	0,0000003125	0,22
0,000000776	0,32	0,0033544432	0,58	0,0656356768	0,84	0,4182119424	0,06	0,000000776	0,21
0,0000016807	0,33	0,0039135393	0,59	0,0714924299	0,85	0,4437053125	0,07	0,0000016807	0,20
0,0000032768	0,34	0,0045435424	0,60	0,0777600000	0,86	0,4704270176	0,08	0,0000032768	0,19
0,0001059049	0,35	0,0052321875	0,61	0,0844596301	0,87	0,4984209207	0,09	0,0001059049	0,18
0,0001000000	0,36	0,0060466176	0,62	0,0916192832	0,88	0,5277319168	0,10	0,0001000000	0,17
0,000161051	0,37	0,0069343957	0,63	0,0992436543	0,89	0,5584059449	0,11	0,000161051	0,16
0,000248832	0,38	0,0079235168	0,64	0,1073741824	0,90	0,5904900000	0,12	0,000248832	0,15
0,000371293	0,39	0,0090224199	0,65	0,1160290625	0,91	0,6240321451	0,13	0,000371293	0,14
0,000537824	0,40	0,0102400000	0,66	0,1252332576	0,92	0,6590815232	0,14	0,000537824	0,13
0,000759375	0,41	0,0115856201	0,67	0,1350125107	0,93	0,6956883683	0,15	0,000759375	0,12
0,001048576	0,42	0,0130691233	0,68	0,1453933568	0,94	0,7339040224	0,16	0,001048576	0,11
0,001419857	0,43	0,0147008443	0,69	0,1564031349	0,95	0,7737809375	0,17	0,001419857	0,10
0,001896568	0,44	0,0164916224	0,70	0,1680700000	0,96	0,8153726976	0,18	0,001896568	0,09
0,002476089	0,45	0,0184528125	0,71	0,1804229351	0,97	0,8587340257	0,19	0,002476089	0,08
0,003200000	0,46	0,0205862976	0,72	0,1934917632	0,98	0,9039207968	0,20	0,003200000	0,07
0,004084101	0,47	0,0229345007	0,73	0,2073071593	0,99	0,9599900499	0,21	0,004084101	0,06
0,005153632	0,48	0,0254803968	0,74	0,2219006624	1,00	1,0000000000	0,22	0,005153632	0,05
0,006436343	0,49	0,0282475249	0,75	0,2373046875	1,10	1,6105100000	0,23	0,006436343	0,04
0,007962624	0,50	0,0312500000	0,76	0,2535525376	1,15	2,0118571875	0,24	0,007962624	0,03
0,009765625	0,51	0,0345029251	0,77	0,2706784157	1,20	2,4883200000	0,25	0,009765625	0,02
0,0011881376	0,52	0,0380204032	0,78	0,2887174368	1,25	3,0517573125	0,26	0,0011881376	0,01



Таблица 107 значений  $q$  для определения работы насоса в насосных Л. С. $q = л./сек.$ , соответств. 1 нас. Л. С.

Напор	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	76	37,5	25	18,75	15,0	12,5	10,7	9,37	8,34
10	7,500	6,80	6,25	5,75	5,36	5,0	4,7	4,4	4,17	3,95
20	3,750	3,57	3,41	3,26	3,13	3,0	2,88	2,78	2,68	2,58
30	2,500	2,42	2,34	2,27	2,20	2,14	2,08	2,03	1,97	1,92
40	1,875	1,83	1,48	1,74	1,70	1,67	1,63	1,70	1,56	1,53
50	1,5000	1,47	1,44	1,41	1,39	1,36	1,34	1,31	1,29	1,27
60	1,250	1,23	1,21	1,19	1,17	1,16	1,14	1,12	1,11	1,09
70	1,070	1,06	1,04	1,03	1,01	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
80	0,834	0,82	0,81	0,80	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,76
100	0,750	0,74	0,73	0,72	0,71	0,71	0,71	0,70	0,69	0,69
110	0,680	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63
120	0,625	0,62	0,61	0,61	0,60	0,60	0,59	0,59	0,58	0,58
130	0,576	0,57	0,57	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,54	0,54
140	0,536	0,53	0,53	0,52	0,52	0,53	0,52	0,51	0,51	0,50
156	0,500	0,50	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47
160	0,468	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44
170	0,442	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42
180	0,417	0,41	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
190	0,395	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
200	0,375	0,37	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36

Пример. Динамический напор на станции 64 м (6,4 ат), расход воды 134 л/сек. По таблице на перекрестке горизонтальной строчки для 60 м и вертикальной для 4 м находим секундный расход в литрах на 1 Л. С. 1,17, отсюда работа насоса в насосных Л. С. (без коэффициента полезного действия)  $134 : 1,17 = 114,5$  л. Л. С. Для получения мощности двигателя в нас. Л. С. надо разделить это число на коэффициент полезного действия насоса.

Таблица 108. Перевод лошадиных сил в киловатты и обратно и взаимный перевод их цен.

1 Л. С. = 0,7355 киллов. 1 киллов. = 1,36054 Л. С.

Кило- ватты	Лош. силы Киловатты	Лош. силы	Киловатты	Лош. силы Киловатты	Лош. силы	Киловатты	Лош. силы Киловатты	Лош. силы
Б	А	В	Б	А	В	Б	А	В
0,736	1	1,361	26,478	36	48,979	52,221	71	96,598
1,471	2	2,721	27,214	37	50,340	52,956	72	97,959
2,207	3	4,082	27,949	38	51,701	53,692	73	99,319
2,942	4	5,442	28,685	39	53,061	54,427	74	100,68
3,678	5	6,803	29,420	40	54,422	55,163	75	102,04
4,413	6	8,163	30,156	41	55,782	55,898	76	103,40
5,149	7	9,524	30,891	42	57,143	56,634	77	104,76
5,884	8	10,884	31,627	43	58,503	57,369	78	106,12
6,620	9	12,245	32,362	44	59,864	58,105	79	107,48
7,355	10	13,605	33,098	45	61,224	58,840	80	108,84
8,091	11	14,966	33,833	46	62,585	59,576	81	110,20
8,826	12	16,326	34,569	47	63,945	60,311	82	111,56
9,562	13	17,687	35,304	48	65,301	61,047	83	112,92
10,297	14	19,048	36,040	49	66,666	61,782	84	114,28
11,033	15	20,420	36,775	50	68,027	62,518	85	115,65
11,768	16	21,769	37,511	51	69,388	63,253	86	117,01
12,504	17	23,129	38,246	52	70,748	63,989	87	118,37
13,239	18	24,490	38,982	53	72,109	64,724	88	119,73
13,975	19	25,850	39,717	54	73,469	65,460	89	121,09
14,710	20	27,211	40,553	55	74,830	66,195	90	122,45
15,446	21	28,571	41,188	56	76,190	66,931	91	123,81
16,181	22	29,932	41,924	57	77,551	67,666	92	125,17
16,917	23	31,992	42,659	58	78,911	68,402	93	126,53
17,652	24	32,653	43,395	59	80,272	69,137	94	127,89
18,388	25	34,014	44,130	60	81,632	69,873	95	129,25
19,123	26	35,374	44,866	61	82,993	70,608	96	130,61
19,859	27	36,735	45,340	62	84,353	71,344	97	131,97
20,594	28	38,095	46,337	63	85,714	72,079	98	133,33
21,330	29	39,456	47,072	64	87,075	72,815	99	134,69
22,065	30	40,816	47,808	65	88,435	73,550	100	136,05
22,801	31	42,177	48,543	66	89,796			
23,536	32	43,537	49,279	67	91,156			
24,272	33	44,898	50,014	68	92,517			
25,007	34	46,258	50,750	69	93,877			
25,743	35	47,619	51,485	70	95,238			

Таблица 109 емкости цилиндрических баков с плоским дном диаметром от 0,50 до 10,00 м, для высоты бака в 1,0 м.

Диам. в м	Емкость в м <sup>3</sup>	Диам. в м	Емкость в м <sup>3</sup>	Диам. в м	Емкость в м <sup>3</sup>	Диам. в м	Емкость в м <sup>3</sup>	Диам. в м	Емкость в м <sup>3</sup>
0,50	0,1963	2,50	4,9087	4,50	15,9043	6,50	33,1831	8,50	56,7450
0,60	0,2827	2,60	5,3092	4,60	16,6190	6,60	34,2119	8,60	58,0880
0,70	0,3848	2,70	5,7255	4,70	17,3494	6,70	35,2565	8,70	59,4468
0,80	0,5026	2,80	6,1575	4,80	18,0956	6,80	36,3168	8,80	60,8212
0,90	0,6382	2,90	6,6052	4,90	18,8574	6,90	37,3928	8,90	62,2114
1,00	0,7854	3,00	7,0685	5,00	19,6350	7,00	38,4845	9,00	63,6173
1,10	0,9503	3,10	7,5477	5,10	20,4282	7,10	39,5919	9,10	65,0388
1,20	1,1310	3,20	8,0425	5,20	21,2372	7,20	40,7150	9,20	66,4761
1,30	1,3273	3,30	8,5530	5,30	22,0618	7,30	41,8539	9,30	67,9291
1,40	1,5393	3,40	9,0792	5,40	22,9022	7,40	43,0084	9,40	69,3978
1,50	1,7671	3,50	9,6211	5,50	23,7583	7,50	44,1786	9,50	70,8822
1,60	2,0106	3,60	10,1783	5,60	24,6301	7,60	45,3646	9,60	72,3823
1,70	2,2698	3,70	10,7521	5,70	25,5176	7,70	46,5664	9,70	73,8981
1,80	2,5446	3,80	11,3411	5,80	26,4208	7,80	47,7836	9,80	75,4296
1,90	2,8353	3,90	11,9459	5,90	27,3397	7,90	49,0167	9,90	76,9769
2,00	3,1416	4,00	12,5664	6,00	28,2743	8,00	50,2655	10,00	78,5396
2,10	3,4636	4,10	13,2025	6,10	29,2247	8,10	51,5300		
2,20	3,8013	4,20	13,8544	6,20	30,1907	8,20	52,8102		
2,30	4,1548	4,30	14,5220	6,30	31,1725	8,30	54,1061		
2,40	4,5239	4,40	15,2053	6,40	32,1699	8,40	55,4177		

Таблица 110 весов квадратного метра листового железа в кг.

Толщина листов в мм	Вес 1 м <sup>2</sup> листа в кг	Толщина листов в мм	Вес 1 м <sup>2</sup> листа в кг
0,9	7,065	14,9	109,90
1,0	7,85	15,0	117,75
1,2	9,42	16,0	125,60
1,5	11,78	17,0	133,45
2,0	15,70	18,0	141,30
2,5	19,63	19,0	149,15
3,0	23,55	20,0	157,00
4,0	31,40	22,0	172,70
5,0	39,25	24,0	188,40
6,0	47,10	26,0	204,10
7,0	54,95	28,0	219,80
8,0	62,80	30,0	235,50
9,0	70,65	32,0	251,20
10,0	78,50	34,0	265,90
11,0	86,35	36,0	282,60
12,0	94,20	38,0	298,30
13,0	102,05	40,0	314,00
		42,0	329,70

Для перевода в ведра надо емкость бака умножить на 81,305.

Для определения емкости бака высотой больше или меньше 1 м, надо числа, относящиеся к данному диаметру, умножить на требуемую высоту.

Удельный вес литого железа принят 7,85. Зная поверхность бака или резервуара в кв. м и толщину листов умножением на соответствующий вес м<sup>2</sup>, получаем вес железа, к которому надо прибавить около 5% на заклепки и закрой для получения полного веса изделия.



Таблица 111 весов 1 м<sup>2</sup> листов разных металлов.

Толщ. в мм	Чугун	Свароч. железо	Литое железо	Литая сталь	Красная медь	Латунь	Бронза	Цинк	Свинец
0,25	1,813	1,95	1,963	1,965	2,225	2,138	2,15	1,80	2,843
0,50	3,655	3,90	3,925	3,93	4,45	4,275	4,30	3,50	5,685
1	7,25	7,80	7,85	7,86	8,90	8,55	8,60	7,20	11,37
2	14,50	15,60	15,70	15,72	17,90	17,10	17,20	14,40	22,74
3	21,75	23,40	23,55	23,55	26,70	25,65	25,80	21,60	34,11
4	29,00	31,20	31,40	31,44	35,60	34,20	34,40	28,80	45,48
5	36,25	39,00	39,25	39,30	44,50	42,75	43,00	36,00	56,85
6	43,50	46,80	47,10	47,16	53,40	51,30	51,60	43,20	68,22
7	50,75	54,60	54,95	55,02	62,30	59,85	60,20	50,40	79,59
8	58,00	62,40	62,80	61,88	71,20	68,40	68,80	57,60	90,96
9	65,25	70,20	70,65	70,74	80,10	76,95	77,40	69,80	102,33
10	72,50	78,00	78,50	78,60	89,00	85,50	86,00	72,00	113,70
11	79,75	85,80	86,35	86,46	97,90	94,05	94,60	79,20	125,07
12	87,00	93,60	94,20	94,32	106,80	102,60	103,20	86,40	136,44
13	94,25	101,4	102,05	102,18	115,70	111,15	111,80	93,60	147,81
14	101,50	109,2	109,90	110,04	124,60	119,70	120,40	100,80	159,18
15	108,75	117,0	117,75	117,90	133,50	128,25	129,00	108,00	170,55
16	116,00	124,80	125,60	125,76	142,40	136,80	137,60	115,20	181,92
17	123,25	132,60	133,45	133,62	151,30	145,35	146,20	122,40	193,29
18	130,50	140,40	141,30	141,48	160,20	153,90	154,80	129,60	204,66
19	139,75	148,20	149,15	149,34	169,10	162,45	163,40	136,80	216,03

По этим весам, подобно предыдущему, легко подсчитать вес бака, резервуара, трубы из любого металла.

Таблица 112 значений скоростей по формуле  $v = \sqrt{z \cdot y \cdot h}$ 

v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h
0,05	0,000	1,15	0,067	2,25	0,258	3,7	0,698	5,9	1,774	8,1	3,334	11,5	6,741	22,5	25,80
0,10	0,000	1,20	0,073	2,30	0,270	3,8	0,736	6,0	1,835	8,2	3,427	12,0	7,339	23,0	26,69
0,15	0,001	1,25	0,080	2,35	0,281	3,9	0,775	6,1	1,897	8,3	3,512	12,5	7,964	23,5	28,15
0,20	0,002	1,30	0,086	2,40	0,294	4,0	0,815	6,2	1,959	8,4	3,597	13,0	8,614	24,0	29,36
0,25	0,003	1,35	0,093	2,45	0,306	4,1	0,857	6,3	2,023	8,5	3,683	13,5	9,289	24,5	30,59
0,30	0,005	1,40	0,100	2,50	0,319	4,2	0,899	6,4	2,088	8,6	3,770	14,0	9,990	25,0	31,86
0,35	0,006	1,45	0,107	2,55	0,332	4,3	0,942	6,5	2,154	8,7	3,858	14,5	10,716	25,5	33,16
0,40	0,008	1,50	0,115	2,60	0,345	4,4	0,987	6,6	2,220	8,8	3,947	15,0	11,465	26,0	34,45
0,45	0,010	1,55	0,122	2,65	0,358	4,5	1,032	6,7	2,288	8,9	4,038	15,5	12,245	26,5	35,81
0,50	0,013	1,60	0,130	2,70	0,372	4,6	1,078	6,8	2,357	9,0	4,129	16,0	13,048	27,0	37,16
0,55	0,015	1,65	0,139	2,75	0,386	4,7	1,126	6,9	2,427	9,1	4,221	16,5	13,876	27,5	38,57
0,60	0,018	1,70	0,147	2,80	0,400	4,8	1,174	7,0	2,498	9,2	4,314	17,0	14,730	28,0	39,96
0,65	0,022	1,75	0,156	2,85	0,414	4,9	1,224	7,1	2,570	9,3	4,409	17,5	15,609	28,5	41,42
0,70	0,025	1,80	0,165	2,90	0,429	5,0	1,274	7,2	2,642	9,4	4,504	18,0	16,514	29,0	42,86
0,75	0,029	1,85	0,174	2,95	0,444	5,1	1,326	7,3	2,716	9,5	4,600	18,5	17,444	29,5	44,38
0,80	0,033	1,90	0,184	3,00	0,459	5,2	1,378	7,4	2,791	9,6	4,698	19,0	18,400	30,0	45,87
0,85	0,037	1,95	0,194	3,10	0,490	5,3	1,435	7,5	2,867	9,7	4,796	19,5	19,381	31,0	48,89
0,90	0,041	2,00	0,204	3,20	0,522	5,4	1,486	7,6	2,944	9,8	4,896	20,0	20,396	32,0	52,19
0,95	0,046	2,05	0,214	3,30	0,555	5,5	1,542	7,7	3,022	9,9	4,996	20,5	21,420	33,0	55,95
1,00	0,051	2,10	0,225	3,40	0,589	5,6	1,599	7,8	3,101	10,0	5,097	21,0	22,840	34,0	58,26
1,05	0,052	2,15	0,2363	3,50	0,624	5,7	1,656	7,9	3,181	10,0	5,619	21,5	23,560	35,0	26,04
1,10	0,066	2,20	0,2473	3,60	0,601	5,8	1,685	8,5	3,262	11,5	6,167	22,0	24,670	36,0	64,69

Таблица 113 перевода литров в секунду, литров в минуту, литров в минуту кубических метров в час и кубических метров в сутки.

Литр в сек.	Литр в мин.	л <sup>3</sup> в час	л <sup>3</sup> в сутки	Литр в мин.	Литр в сек.	л <sup>3</sup> в час	л <sup>3</sup> в сутки
1	60	3,6	86,4	1	0,0166	0,060	1,440
2	120	7,2	172,8	2	0,0333	0,120	2,880
3	180	10,8	257,2	3	0,0500	0,180	4,320
4	240	14,4	345,6	4	0,0666	0,240	5,760
5	300	18,0	432,0	5	0,0833	0,300	7,200
6	360	21,6	518,4	6	0,1000	0,360	8,640
7	420	25,2	604,8	7	0,1166	0,420	10,080
8	480	28,8	691,2	8	0,1333	0,480	11,520
9	540	32,4	777,6	9	0,1500	0,540	12,960
10	600	36,0	864,0	10	0,1666	0,600	14,400

л <sup>3</sup> в час	Литр в сек.	Литр в мин.	л <sup>3</sup> в сутки	л <sup>3</sup> в сутки	Литр в сек.	Литр в мин.	л <sup>3</sup> в час
1	0,277	16,66	24	1	0,0155	0,6944	0,0416
2	0,555	33,03	48	2	0,0231	1,3888	0,0833
3	0,833	50,00	72	3	0,0347	2,0833	0,1250
4	1,111	66,66	96	4	0,0462	2,7777	0,1666
5	1,388	83,33	120	5	0,0578	3,4722	0,2083
6	1,666	100,00	144	6	0,0694	4,1666	0,2500
7	1,944	116,66	168	7	0,0810	4,8615	0,2916
8	2,222	133,33	192	8	0,0925	5,5550	0,3333
9	2,500	150,00	216	9	0,1041	6,2501	0,3750
10	2,777	166,66	240	10	0,1157	6,9444	0,4166

Таблица 114 перевода ведер в литры и литров в ведра.

Ведро и литры	Литры	Ведро	Ведро и литры	Литры	Ведро	Ведро и литры	Литры	Ведро	Ведро и литры	Литры	Ведро	Ведро и литры	Литры	Ведро
1	12,259	0,081	26	319,781	2,114	51	627,263	4,147	76	934,745	6,179	76	934,745	6,179
2	24,599	0,163	27	332,080	2,195	52	639,562	4,228	77	947,044	6,251	77	947,044	6,251
3	36,898	0,244	28	344,380	2,277	53	651,861	4,309	78	959,343	6,323	78	959,343	6,323
4	49,197	0,325	29	356,679	2,358	54	664,161	4,391	79	971,643	6,423	79	971,643	6,423
5	61,496	0,407	30	368,978	2,439	55	676,460	4,472	80	983,942	6,504	80	983,942	6,504
6	73,796	0,488	31	381,277	2,520	56	688,759	4,563	81	996,241	6,586	81	996,241	6,586
7	86,095	0,569	32	393,577	2,602	57	701,059	4,634	82	1008,540	6,667	82	1008,540	6,667
8	98,394	0,650	33	405,876	2,683	58	713,358	4,716	83	1020,840	6,748	83	1020,840	6,748
9	110,693	0,732	34	418,175	2,764	59	725,657	4,797	84	1033,139	6,830	84	1033,139	6,830
10	122,993	0,813	35	430,475	2,846	60	737,456	4,878	85	1045,438	6,911	85	1045,438	6,911
11	135,292	0,894	36	442,774	2,927	61	750,256	4,960	86	1057,737	6,992	86	1057,737	6,992
12	147,591	0,976	37	455,073	3,008	62	762,555	5,042	87	1070,037	7,074	87	1070,037	7,074
13	159,891	1,057	38	467,372	3,090	63	774,854	5,122	88	1082,336	7,155	88	1082,336	7,155
14	172,190	1,138	39	479,672	3,171	64	787,153	5,204	89	1094,635	7,236	89	1094,635	7,236
15	184,489	1,220	40	491,971	3,252	65	799,453	5,285	90	1106,935	7,318	90	1106,935	7,318
16	196,788	1,301	41	504,270	3,334	66	811,752	5,366	91	1119,234	7,399	91	1119,234	7,399
17	209,088	1,382	42	516,569	3,415	67	824,051	5,447	92	1131,533	7,480	92	1131,533	7,480
18	221,387	1,464	43	528,868	3,496	68	836,351	5,529	93	1143,832	7,561	93	1143,832	7,561
19	233,686	1,545	44	541,168	3,577	69	848,650	5,610	94	1156,132	7,643	94	1156,132	7,643
20	245,985	1,626	45	553,467	3,659	70	860,949	5,691	95	1168,431	7,724	95	1168,431	7,724
21	258,285	1,707	46	565,767	3,740	71	873,248	5,773	96	1180,730	7,805	96	1180,730	7,805
22	270,584	1,789	47	578,066	3,821	72	885,548	5,854	97	1193,029	7,887	97	1193,029	7,887
23	282,883	1,870	48	590,365	3,903	73	897,847	5,935	98	1205,329	7,968	98	1205,329	7,968
24	295,183	1,951	49	602,664	3,984	74	910,146	6,017	99	1217,628	8,049	99	1217,628	8,049
25	307,482	2,033	50	614,964	4,065	75	922,445	6,098	100	1229,927	8,131	100	1229,927	8,131



## Новейшая русская литература по водоснабжению.

1. Труды русских водопроводных Съездов с 1893 г. по 1927 г. в количестве 14, издание Постоянного Бюро В. и С. Т. Съездов.
2. Водопроводы русских городов. Краткое описание, составленное по данным, собранным в 1910 г. Постоянным Бюро Водопров. Съездов. Об-раб. инж.-тех. П. А. Даниловым. Москва, 1911 г., вып. 1. Цена 3 р.
3. То же 1913 г., выпуск 2. Цена 4 р.
4. Известия Постоянного Бюро Всер. В. и С. Т. Съездов, 12 выпусков с октября 1913 г. по декабрь 1916 г. по 2 р.
5. Чертежи водопроводных сооружений Постоянн. Бюро В. и С. Т. Съездов.
6. Водопроводы в городах СССР. 1927 г. Москва, НКВД РСФСР. Цена 75 к.
7. Основные положения для составления проектов водоснабжения и канализации. Изд. П. Бюро В. В. и С. Т. Съездов, 1927 г. Цена 50 к.
8. Инж. И. А. Гордон. Вода и ее очистка для питания паровых котлов, промышленных целей и питья. Москва, 1927 г. Цена 5 р.
9. Будников, А. Н. инж. и Бромлей, Е. Э., инж. Насосные станции городских и заводских водопроводов. Гостехиздат, Москва, 1927 г. Цена 1 р. 50 к.
10. Инж. В. Г. Лобачева. Графический расчет пожарных струй. Изд. ГУКХ'а, Москва, 1926 г. Цена 50 к.
11. Юшкевич, С. Ф., проф. Смягчение жестких вод. Гостехиздат Москва 1925 г. Цена 50 к.
12. Потоцкий, М. И., инж. Сельское водоснабжение. Гостехиздат, Москва, 1925 г. Цена 65 к.
13. Гениев, Н. Н., проф. Городские водопроводы. Госиздат, Москва. 1928 г. Цена 6 р.
14. Кашкаров, Н. А., проф. Курс водоснабжения. Изд. О-ва Потреб. Моск. Высшего Технич. Училища, Москва, 1926 г.
15. Горбачев, П. Ф. Таблица для расчета водопроводов и водостоков. Гостехиздат, Москва.
16. Гушин, Н. И., инж. Водоснабжение г. Москвы. Изд. МКХ, Москва 1926 г. Цена 75 к.
17. Свод постановлений 2 Всесоюзного (XIV) Водопроводного и С. Т. Съезда в Харькове 7—15 мая 1927 г. Москва, 1927 г. Цена 50 к.
18. Калленберг, О., инж. Домовые водопровод, канализация и газовые установки. Перев. с нем. под редакцией инж. А. Н. Будникова. Гостехиздат 1927 г. Цена 3 р.
19. Будников, инж. А. Н. Водоснабжение городов и селений. Изд. Промбюро ВСНХ, Ленинград 1926 г. Цена 1 р. 50 к.
20. Кванц, Л., инж. Современные центробежные насосы, конструкция, расчет, уход. Перев. с нем. Москва, 1926 г. Цена 1 р. 25 к.
21. Бурдаков, А. А., инж. Из практики с центробежными насосами. Гостехиздат. Москва 1923 г. Цена 1 р. 70 к.

22. Сурин, А. А., проф. Курс водоснабжения. Часть I. Вода и водосборные сооружения.

23. Бринкгауз П., инж. Городская водопроводная сеть труб. Перев. с нем. под ред. и с дополнениями инж. А. Н. Будникова. Гос-техиздат. Москва 1928 г. Цена 3 р. 40 к.

24. Журнал Ленинградского Губоткомхоза „Вопросы Коммунального Хозяйства“, за 1925, 1926 и 1927 г.г. Статьи инж. К. П. Коврова, инж. В. О. Бушковича и инж. А. Н. Будникова.

25. Журнал Московского Коммухоза „Коммунальное Хозяйство“. Статья по водоснабжению города Москвы и др.

26. Труды центральной комиссии по рационализации водопроводного и канализационного оборудования. Характеристика насосных установок и примерный сравнительный экономический расчет их. Выпуск I. Цена 20 к.

27. Труды той же комиссии. Инж. С. А. Коровай. Водомеры. (Типы, характеристика и выбор системы). Выпуск 4. Цена 1 р. 20 к.

28. Инж. С. А. Коровай. Домовые водопроводы, ванны, души МКХ Москва. 1926 г. Цена 75 к.

29. Инж. С. Р. Брилинг. Расчет стоимости постройки и эксплуатации водопроводов (по довоен. ценам). Промиздат. Москва, 1927 г. Цена 1 р. 50 к.

30. Кроме того Постоянным Бюро В. В. и С. Т. Съездов издан перечень его изданий с 1893 г. по 1927 г., который можно получить в Бюро (Москва. Ул. К. Маркса, 33).

## Список трестов, изготовляющих водопроводные части и оборудование.

I. Государственный Московский Машиностроительный Трест — „Машинотрест“. Москва, Мясницкая, 24.

Насосы, компрессоры, вакуум насосы, двигатели вв. сгорания. Трансмиссии.

II. Ленинградский Машиностроительный Трест ВСНХ СССР — Ленинград или Московск. Отдел. Кузнецкий мост, 14, пом. 15.

III. Южный Машиностроительный Трест (ЮМТ). — Отделение Правления — Москва. Мясницкая, 13.

IV. Мальцкомбинат, Гос. Мальцевских заводов, Трест. Правление Москва. Мясницкая, 1.

V. Металлсиндикат. Металлический Синдикат Центр. р-на ВСНХ СССР. Правление, Москва. Кузнецкий мост, 10.

VI. Всесоюзный Металлургический Синдикат ВСНХ СССР (ВМС). — Правление, Москва ул. Столешникова пер. и Бол. Дмитровка, 20.

## ЧАСТЬ II.

# Канализация.

## Глава I. Основные положения для составления проектов канализации.

### § 1. Основные данные, необходимые для составления проекта.

(Одобрено XIV Водопроводным и С. Т. Съездом).

#### А. Статистические данные.

Общее население в настоящее время: постоянное и пребывающее лишь временно.

(На основании переписи населения).

2. Прирост населения, обуславливаемый экономическим развитием данного места или иными причинами (до войны, во время войны и революции и позднее).

3. Распределение населения в пределах существующих границ населенного пункта (плотность).

Примечание. Для установления плотности достаточно принять 2—3 ее градации.


4. Характер застройки населенного пункта (каменная, деревянная и проч. с указанием этажности).

5. Фабрики, заводы, бани, прачечные, скотобойни и друг. промышленные заведения (расположение их по плану) с указанием: для фабрик и заводов рода и количества выпускаемой продукции, а также, по возможности, количества и состава сточных вод, предполагаемых к спуску в канализацию, а для бань, прачечных и скотобойн—их пропускной способности.

Количество воды, потребляемое промышленными заведениями в настоящее время.

Предполагаемое расширение промышленных заведений.

6. Общее потребление воды населением в настоящее время и количество населения, пользующегося водою:

- а) из существующего водопровода,
  - б) из артезианских скважин,
  - в) из копанных колодцев,
  - г) непосредственно из открытых водоемов.
- 



7. По асенизации населенного пункта:

- а) данные о выгребных ямах и поглощающих колодцах,
- б) количество вывозимых нечистот,
- в) организация обоза,
- г) свалки нечистот, места их расположения и устройство.

### Б. Данные санитарного обследования.

1. Данные о санитарном обследовании населенного пункта и окружающих селений.

2. Данные о заболеваемости и смертности населения от водных инфекций с выделением особо неблагоприятных районов.

3. Данные о санитарном обследовании селений и береговых районов реки ниже канализуемого пункта и об источниках водопользования этих селений.

4. Данные о химическом, биологическом и бактериологическом обследовании вод водоема, куда предполагается спуск сточных вод, в пределах населенного пункта и ниже, особо обращая внимание на запруды и пристани, если таковые имеются, и места выпусков сточных вод.

5. Данные об обследованиях (химических и бактериологических) грунтовой воды и почвы населенном месте.

### В. Геологические данные<sup>1)</sup>.

1. Данные о характере грунтов и расположения грунтовых вод и пьезунов на местах предполагаемого расположения основных канализационных сооружений.

2. Данные о глубине промерзания почвы, а для северных широт—о глубине залегания вечной мерзлоты и глубине оттаивания.

### Г. Топографические данные.

**Предварительный** (эскизный)  
проект.

1. Общий план населенного места с окрестностями в масштабе

1 : 10 000 — 1 : 20 000

(для общей схемы и нанесения общего расположения всех канализационных устройств), с указанием направления роста селительной площади и будущих границ его к концу расчетного периода.

**Строительный** (детальный) про  
ект.

То же.

<sup>1)</sup> Указанные обследования желательно произвести до составления эскизного проекта. В случае невозможности выполнения этого, обследования могут производиться по мере надобности во время составления эскизного проекта, но во всяком случае закончены они должны быть до составления строительного проекта.

2. План нивелирный населенного пункта и окрестностей, имеющих уклон по направлению к селению от линии водораздела, с горизонталями не реже как через 1 м в масштабе 1:5 000 с нанесением на него:

а) строительных кварталов как существующих, так и проектируемых при расширении площади,

б) расположения фабрик, заводов, бань, прачечных, скотобоев и др. промышленных предприятий, с указанием места спуска сточных вод.

3. Планы и профили по трассе коллекторов в масштабе 1:500 — 1:1 000 для планов, и для профилей

1:1 000 — 1:2 000

для горизонтальных расстояний и 1:100 — 1:200 для вертикальных расстояний.

4.

Планы проездов в масштабе 1:500 и профили проездов в масштабе 1:1 000 — 1:2 000 для горизонтальных расстояний и 1:100 — 1:200 для вертикальных расстояний, принимая во внимание владения с обратными уклонами.

План местностей, представляемых под постройку насосных и очистительных станций в масштабе 1:500, с горизонталями через 0,25—0,50 м.

Для полей орошения план в масштабе

1:1 000 — 1:2 000

с горизонталями через 0,5 м.

При съемках необходимо одновременно расставлять репера на среднем расстоянии от 100 м до 200 м.

6. Для составления проекта канализации крайне желательным является иметь проект предполагаемой перепланировки населенного места.

### Д. Гидрографические данные.

Данные об имеющемся, в пределах населенного пункта, главном водоеме:

- а) колебания уровня воды, наинизший и наивысший уровни,
- б) расход воды во время весенних и осенних паводков и в межень, с определением скорости течения,
- в) направление струй.

Примечание. Для получения данных б и в необходимо произвести измерения по поперечным профилям реки в районе населенного пункта и ниже его, располагая поперечные профили через каждые 500 м на протяжении 3 км от места выпуска и через 1—2 км далее, смотря по условиям местности и определяя в каждом профиле живое сечение и в точно определяемых местах профиля скорости движения воды.

Для соображений об отводе верховых вод необходимо собрать подобные же данные и по второстепенным речкам и протокам города и др. водоемам.

### Е. Метеорологические данные.

1. Осадки и их распределение по временам года, продолжительность и интенсивность, наибольших ливней.
2. Температура: средняя, наибольшая, наименьшая.
3. Продолжительность зимы.

### Ж. Данные для составления финансового плана.

1. Учет специальных средств, которые могут быть получены на предполагаемое строительство по годам.
2. Учет средств из местного бюджета по годам.
3. Условия займа и срок погашения его.
4. Учет расходов по вывозке и обезвреживанию нечистот и отбросов.
5. Стоимость рабсилы и материалов.
6. Число домовладений и квартир по районам.

## § 2. Состав проекта.

### А. Основные положения для составления проекта.

(Представляются на утверждение до составления эскизного проекта).

1. Население и прирост его к концу расчетного периода.
2. Плотность населения.
3. Расчетное количество отводимых вод:
  - а) kloзетных и хозяйственных, банных, промышленных, атмосферных,
  - б) коэффициенты неравномерности расхода.
4. Система канализации.



5. Система очистки и дезинфекции сточных вод.
6. Расчетный период сооружений.
7. Расчетная формула для канализационной сети.

### **Б. Эскизный (предварительный) проект.**

Предварительный проект составляется эскизно в масштабе и настолько подробно, чтобы запроектированное сооружения были ясно выражены и указаны основные размеры, для возможности дать заключение о целесообразности проектируемых сооружений, и составить сметные соображения на устройство.

(Этот проект составляется для утверждения и получения кредита).

В состав эскизного проекта должно входить:

1. Схематическое указание канализуемых районов, с разделением на очереди постройки, расположение главных канализационных коллекторов, станций перекачки, переводов (дюкеров), очистных сооружений и места спуска сточных вод.
  2. Детальное изображение в плане главных коллекторов.
  3. Расчет их.
  4. Профиля их.
  5. Соображения о системе перекачки сточных вод и расчет мощности машин.
  6. Соображения о системе очистных и дезинфекционных сооружений, эскизный проект и их расчет.
  7. Результаты бурения в наиболее важных местах на коллектрах и на месте насосных станций и очистных сооружений.
  8. Пояснительная записка к эскизному (предварительному) проекту обязательно с результатами санитарного обследования.
  9. Сметные соображения о стоимости устройства канализационных сооружений, с разделением на очереди постройки.
  10. Финансовый план устройства и эксплуатации канализации с разделением на очереди постройки. Условия займа и погашения. Подсчет себестоимости удаления и обезвреживания единицы объема жидкости, как для первых годов эксплуатации, так и последующих лет.
- Примечание. Районы будущего расширения населенного пункта должны быть включены в предварительный проект.

### **В. Строительный (детальный) проект.**

Строительный (детальный) проект составляется после утверждения эскизного проекта по намеченным очередям исполнения.

Разработка проекта должна производиться настолько подробно, чтобы запроектированные сооружения давали полное представление о конструкции принятой в проекте и позволяли бы составить как предварительную смету, так и рабочие чертежи необходимые для производства работ.

Примечание. Рабочие чертежи в состав проекта не входят. В состав детального проекта должно войти:

1. Детальное изображение в плане всей канализационной сети (труб, смотровых, промывных колодцев, дождеприемников и пр.), переводов (дюкеров), станций перекачки сточной жидкости, очистных сооружений и мест спуска сточных вод.

2. Расчет канализационной сети.

3. Профиля канализационной сети.

4. Конструктивные чертежи деталей канализационной сети (сечения каналов, тип колодцев, камер и пр.) в масштабе  $1/50$ .

5. Детальный проект и расчет станций перекачки в масштабе не менее  $1/100$ .

6. Детальный проект в масштабе  $1/50$  и расчет очистных и дезинфекционных сооружений.

7. Результаты бурения по направлению коллекторов, на окончательно установленных насосных станциях и очистных устройств.

8. Подробная пояснительная записка, с расчетом принятых размеров сооружений и оборудования.

9. Смета на устройство канализационных сооружений, с разделением на очереди постройки.

10. Подробный финансовый и технический план устройства и эксплуатации канализации, а также и план присоединения домовладений к канализационной сети. Условия займа и погашения. Подсчет себестоимости удаления и обезвреживания единицы объема жидкости как для первых годов эксплуатации, так и последующих лет.

### § 3. Расчетные данные для составления проекта.

Население, плотность его по районам и прирост населения, согласно материалам общих статистических данных.

2. Нормы водоотведения:

а) при расчете канализации принимается клеветных и хозяйственных вод 60—80 л на 1 жителя в сутки;

б) количество сточных вод от промышленных заведений, бань, прачечных и скотобоев определяется особо по действительному расходу, принимая во внимание будущее расширение предприятий.

Примечание. Необходимо предусмотреть условия приема в канализационную сеть вод, указанных в этом пункте.

3. Коэффициенты неравномерности расхода сточной жидкости в канализационной сети (отношение максимального часового расхода в сутки к среднему часовому за год).

а) Раздельная сплавная система:

Для труб диаметром до 1 м . . . . . 1,5—1,8

” ” ” свыше 1 м . . . . . 1,3—1,8

” расчета насосных канализационных станций . . 2—2,3

Примечание: В случае присоединения к канализационной сети промышленных заведений с большей неравномерностью расхода, вышеуказанные коэффициенты могут быть повышены.

## б) Общеславная система.

В основание исчисления расчетного расхода берется умеренный уровень, повторяющийся не чаще одного раза в год в данной местности, коэффициент стока и коэффициент замедления стока. Расчет очистных сооружений при общеславной системе ведется на двойное или тройное количество хозяйственных вод в сухое время года.

## 4. Наполнение канализационных труб:

## а) При раздельной славной системе:

для круглых труб диаметром (д) 150—300 мм (6"—12")—0,5 Д;  
 для круглых труб диаметром 350—450 мм (14"—18")—0,6 или 0,66 Д;  
 для круглых труб диаметром 500—600 мм (20"—24")—0,66 Д;  
 для круглых труб диаметром свыше 600 мм (24")—0,66 Д или 0,75 Д;  
 для оvoidальных труб высотой (Н) от 750 мм (2,6")—0,66 Н.

## б) При общеславной системе—полное наполнение.

## 5. Формулы для расчета канализационной сети.

Для расчета сетей можно пользоваться формулами:

$$\text{Старой, Куттера, } v = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \times \sqrt{RI}$$

$$\text{Базена } \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} \times \sqrt{RI}$$

$$\text{П. Ф. Горбачева } \frac{70\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \times \sqrt{RI}$$

Степенными формулами вида:  $v = \rho R^m I^n$ .

Маннинга  $v = 1/2 \times R^{2/3} \times S^{1/2}$ .

А. Я. Миловича  $v = 80R^{0,7} \times I^{0,5}$  и другими.

При расчетах сетей рекомендуется также пользоваться графическими методами (номограммами, диаграммами и проч.).

Расчетные периоды, на которые рассчитываются канализационные сооружения:

для уличной сети труб . . . . . 25—30 лет.  
 для главного коллектора . . . . . 15—20 "

## Насосная станция:

здание . . . . . 15—20 "  
 оборудование . . . . . 10 "  
 очистные сооружения . . . . . 10 "

Насосная станция и очистные сооружения должны быть запроектированы с учетом их расширения. Запас земельного участка должен быть рассчитан не менее как на 40 лет.

## 7. Максимальная глубина заложения труб определяется:

а) глубиной промерзания грунта в данной местности,



б) глубиной владений, присоединяемых к канализационной сети,  
 в) предельными уклонами для труб дворовых сетей во владениях, установленных XII Всеросс. Вод. и Сан.-Техн. Съездом.

8. Дать конкретные указания для составления проектов очистительных сооружений для сточных вод (по методам механическим, химическим или биологическим) не представляется возможным, так как в каждом отдельном случае разрешение вопроса зависит от целого комплекса местных условий (состава вод, количества вод, указаний местного санитарного надзора, степени очистки стока, экономических условий и пр.).

Некоторым руководящим началом могут служить „Основные положения для проектирования устройства и эксплуатации сооружений для очистки сточных вод биологическим способом“, утвержденные 1-м Всерос. (XIII) Вод. и Санит.-Технич. Съездом.

## Глава II. Изыскания и подготовительные работы.

Канализация состоит из сети уложенных вдоль улиц городских подземных труб и каналов разного размера и сечения, начиная от 200 мм в диаметре и кончая сечением в  $\frac{2200}{2700}$  мм оvoidальной, эллиптической или иной формы. Укладываются они в землю на определенную глубину с заранее рассчитанным уклоном, по которому и движется сточная жидкость со скоростью, обеспечивающей трубы и каналы от садков или от истирания песком и пр. взвешенными веществами при чрезмерной скорости. Если местность не слишком горизонтальна и допускает устройство выпуска сточных вод, в реку над дном ее, то перекачивательной станции не требуется, если из-за уклонов коллектора заглублены настолько, что свободный сток невозможен или воды поступают сперва на очистные сооружения, то надо строить насосную станцию для перекачки воды по напорным трубопроводам.

### § 4. Необходимые планы и наблюдения над уровнем грунтовых и речных вод.

Предварительные изыскания должны установить форму и границы канализуемой местности для того, чтобы определить направление главных магистралей сети и установить количество отводимой воды. Вместе с тем надо определить не только существующую плотность населения, но и будущий прирост населения и направление, по которому возможно будущее развитие города.

Прирост населения определяется по формуле сложных процентов. Если примем равномерный ежегодный процент прироста в  $p$ , то настоящее население  $l$  через  $n$  лет превратится в

$$E = e \left( 1 + \frac{p}{100} \right)^n$$

Прирост для русских городов составлял в довоенное время в среднем 1,75% для всех городов. Его надо брать от 1,5 до 2,5%, так что рассчитывая, напр. на 40 лет, следует принять удвоенное ( $40 \times 2,5$ ) население настоящего времени. Обыкновенно не идут в расчеты на столь длинный срок, а довольствуются 25—30 годами, по справедливости возлагая бремя непосильных расходов на новое поколение, которое и вынуждено будет производить затраты на развитие канализации, вследствие дальнейшего роста города.

Эти данные относятся к городу без пригородов, если возможен их рост и соединение с городом то нужно это принять в расчет.

План города для составления проекта обычно составляется путем непосредственной съемки в масштабе 50 саж. в дюйме (или 50 м в 1 см), в нем обозначают застроенные и незастроенные участки, все площади и улицы, существующие и проектируемые, сады парки, бульвары, заводы, фабрики, в бани т. п., а также все реки, озера, каналы, пруды, болота с обозначением высшего и низшего горизонтов воды.

Кроме того, нужна съёмка того места, где предполагается за городом выпускать сточные воды и очищать их, если очистка намечается. Работа эта длительная и дорогая и возможно, что прогрессирующая техника в ближайшие годы сможет удачно применить для этой цели фотосъемку с аэроплана или аэростата, что сильно удешевит и ускорит получение необходимых планов.

После составления плана города производится нивелировка и по ее данным на план наносится отметки поверхностей улиц, площадей и дворов. Эти отметки позволяют провести горизонтали, т. е. соединить точки, лежащие на одной горизонтальной плоскости и пользоваться ими для распределения сети водосточных каналов.

Уровень воды в реках, озерах и каналах за продолжительное время получается по данным метеорологических станций. От наивысшего и наименьшего уровня зависит глубина заложения коллекторов, резервуаров, мощность агрегатов перекачивательных станций, расположение очистных сооружений и т. п.

Точно также для производства работ по укладке труб и коллекторов и для расчета количества грунтовых вод надо знать колебания их уровня и направление течения, так как каждая канализация должна ставить себе задачей возможно большее понижение уровня этих вод для оздоровления почвы и осушения подвалов домов.

Температура промерзания почвы необходима для получения наивысшей отметки заложения труб и каналов, чтобы избежать необходимости производить укладку с запасом и тратить на это лишние деньги.

Метеорологические данные—количество осадков за десятилетия, число дней без осадков, слой снежного покрова, интенсивность и продолжительность ливней, колебания  $t^{\circ}$  воздуха, число дней с морозами, продолжительность и величина низких  $t^{\circ}$ —необходимые данные для проекта канализации.

Грунтовые исследования имеют также существенное значение; надо произвести бурение в местах устройства глубоких коллекторов и над зданием будущей перекачивательной станции и шурфами



исследовать грунт в разных частях города, шурфы помогут также исследовать если нет плана, или если он неточен, существующие подземные прокладки, — как-то: водо, газо, электропроводов, деревянных стоков и пр.

Физико-химические, биологические и санитарно-технические обследования в связи с гидрологическими исследованиями тех водоемов, в которых возможен спуск очищенных тем или иным способом сточных вод — обязательные для составления проектов.

## § 5. Хозяйственные воды и экскременты.

Объем хозяйственных вод и экскрементов, подлежащих удалению помощью канализации, пропорционален количеству потребляемой водопроводной воды и зависит от плотности населения, его состава, степени культуры и платы за воду.

Количество расходуемой в течение суток чистой воды в разных городах различно, по статистике расход определен в границах от 25 до 150 л на человека (от 2 до 12,5 ведер). За границей расход больше чем у нас; чем значительнее город и чем более развита промышленность, тем потребность в воде больше. Наши города потребляют мало воды, для средних городов выведен расход в 3—4 ведра (10 городов), в Риге 4,2 ведра, в Воронеже 4,3, в Ялте 6,3, в Варшаве 7,8, только в Ленинграде 10—12 ведер. В 55 малых городах расход ничтожно малый: 1—2 ведра на человека. При расчете канализации невозможно принимать столь низкий расход, объясняемый также трудностью удаления сточных жидкостей без канализации, постройка которой должна сильно повысить расход водопроводной воды. У нас принимают при расчете канализации от 8 до 12 ведер на человека.

Потребление воды в течение дня неравномерно. В поздние часы дня оно доходит почти до нуля, и немногие места, как-то: водоразборные краны, промывные приборы и т. д. дают ничтожное количество воды; если нет дождя, то пархние концы сети ночью пусты.

Наибольший часовой расход на человека составляет от 1,2 до 1,6 среднего часового расхода; наибольший суточный расход падает на лето, он бывает тоже 1,2 до 1,6 раза больше среднего суточного за год. Следовательно наибольший часовой расход составляет:

$$\frac{(1,2 \text{ до } 1,6) \times (1,2 \text{ до } 1,6)}{24} = \frac{1}{16} - \frac{1}{9} = 6\% \text{ до } 11\% \text{ средн.}$$

суточного расхода, т. е. соответствует расходу половины всех вод в течение 8—4,5 часов.

У нас такого расхода чистой воды почти не бывает и наибольший часовой расход обычно соответствует расходу половины всей воды в более длинный срок, именно 9—7 часов, что составляет от  $\frac{1}{18}$  до  $\frac{1}{14}$  (5,5—7,5%) суточного расхода; средний часовой расход = 4,17% от суточного, принимаемого за 100%.

При расчете сети обычно принимают наибольший часовой расход воды целиком, не урезывая его, хотя не вся вода поступает в сеть,



а часть ее испаряется, проливается и пр. По наибольшему часовому расходу определяют наибольший секундный расход на человека, а потом и расход с известной площади, обыкновенно с 1 гектара. Для этого нужно знать еще густоту населения и притом не настоящую, а возможную в будущем—расчетную. Густота эта определяется на основании статистических данных и различных местных условий; обыкновенно, как для разных городов, так и для различных частей одного и того же города, она различна и составляет на 1 гектар от 200 до 800 человек и более.

При расчете канализации густота населения принимается например:

- 1) для центральных частей в 500 человек на гектар, а
- 2) для пригородных в 150 и 300 человек.

Таблица 1.

Города	Существующее и расчетное население на гектар.	Средний суточный расход чистой воды на человека в л	Наибольший часовой расход воды	Расход хозяйственных вод в сек. на гектар в л	Расход атмосфер. вод в сек на гектар л
1. Дортмунд . . . . .	—	135	$\frac{1}{16}$	0,22 и 0,8	8,3 и 16,7
2. Мюнхен . . . . .	{ 55—470 80—700	150	$\frac{1}{16}$	0,2 — 1,8	35—77
3. Буда-пешт . . . . .	500	158	$\frac{1}{20}$	1,1	11—21
4. Штеттин . . . . .	800	125	$\frac{1}{18}$	1,9	18
5. Нюрнберг . . . . .	{ 540 180—480	90	$\frac{1}{16}$	0,56—0,85	12—18
6. Данциг . . . . .	{ 360—530 200—500	90	$\frac{1}{18}$	0,56—0,83	10,6—21
7. Берлин . . . . .	{ 400—800 165—300	127	$\frac{1}{18}$	0,77—1,54	10,6—21
8. Виттен . . . . .	{ 80—400 400	127	$\frac{1}{18}$	0,77—1,54	1,35
9. Карлсруэ . . . . .	—	120	$\frac{1}{12}$	0,83—2,1	18
10. Вена . . . . .	—	150	$\frac{1}{8}$	2,1	18
11. Гамбург . . . . .	—	—	—	0,7	9,2—27
12. Бреславль . . . . .	250	140	$\frac{1}{16}$	0,54	39
13. Кельн . . . . .	250—400	124	$\frac{1}{16}$	0,54	{ 6 восторс. каналы 3 главн. каналы 1,5 отвод- ные каналы 2,8 ниже лив- непуска.
14. Хемниц . . . . .	250—500	140	$\frac{1}{12}$	0,8—1,3	17—50
15. Брауншвейг . . . . .	{ 125—320 150—600	100	$\frac{1}{18}$	0,4—0,8	—
16. Дюссельдорф . . . . .	{ 112,5 400—1000	127	$\frac{1}{18}$	1,41—1,80	—
17. Кенигсберг . . . . .	{ 550—600 300	127	$\frac{1}{18}$	0,79—1,94	—
18. Мангейм . . . . .	550—600	150	$\frac{1}{16}$	1,5	40—60
19. Висбаден . . . . .	{ 270—400 75—400	100 и 160	$\frac{1}{18}$	1,0	42—84
20. Мюльгаузен . . . . .	100—500	100	$\frac{1}{18}$	0,15—0,65	5,5—73
21. Франкфурт н/М . . . . .	—	100	$\frac{1}{18}$	0,154—0,772	20—30
	—	—	—	—	12—30

Ц ю р и х при перестройке и расширении канализации разбили по густоте населения на 3 части:

- 1) центральную с населением в 400 человек на гектар;
- 2) с населением в 250 -300 человек;
- 3) местности, где дома расположены особняками, с населением по 100—120 человек на гектар.

Таблица 1, показывает наибольший секундный расход на 1 гектар, количество народонаселения на гектар же и др. данные в разных городах.

Состав хозяйственных вод—содержание органических разлагающихся веществ различен не только в разных городах, но и в разных частях одного и того же города, и меняется в зависимости от расхода воды, образа жизни жителей (питания, привычки к чистоте) и др. причин.

## § 6. Состав сточных вод, спускаемых в протоки.

Значение максимального количества всех сточных вод не только необходимо для проектирования сети, но и желательно также для составления предположения об очистке сточных вод, степени их разжижения ливневыми водами; если же очистки не предполагается, то определение их количества и качества важно для суждения о том, насколько можно ожидать загрязнения речной воды в случае спуска в нее этих вод. Прилагаемая таблица дает ответы на эти вопросы.

Таблица 2.

Г о р о д а .	С какой части площ. города пост. ватеркл. водн.	Кол-во, всех сточн. вод на челов. сутки в л.	Состав частей в 1 л. ж.				В с е г о	Азота	
			Взвешена		Растворен.			В 1 л <sup>3</sup> г.	На челов. в сутки г.
			Неорганич.еск.	Органич.еск.	Неорганич.еск.	Органич.еск.			
1. Среди. из 16 англ. город. с ватерклозет. (всего города).	1	180	242	205	722	1 169	85	15	
2. Лондон, средн. за год. при сильном дожде . . . . .	1	200	354	258	645	1 257	80	16	
3. Берлин, среднее за год . . . . .	1	—	1 828	514	631	2 973	74	—	
4. Д а н ц и г . . . . .	1	100	217	453	506	249	1 425	70	7
5. Франкфурт и/М при сухой погоде . . . . .	0,7	100	76	72	573	285	1 006	47	5
при талии . . . . .	0,7	320	797	203	238	250	1 488	67	21
у осадох. бассейнов . . . . .	0,7	180	377	919	364	581	2 241	115	21
6. Ц ю р и х . . . . .	0,8	400	36	92	298	182	608	114	45
7. Среди. из 15 англ. город. со смешанными приемниками.	0,4	150	178	213	824	—	1 215	73	11
8. Париж, средн. за год.	0,3	150	1 050	515	572	258	2 395	45	7
9. Висбаден . . . . .	0,2	345	40	34	1 780	93	1 947	23	8
10. Мюнхен, предместья Людовика и Макс . . . . .	0,2	465	40	80	361	190	671	—	—
11. Бремен . . . . .	0	—	571	—	1 109	—	—	60	—
12. Эссен . . . . .	0	190	105	213	613	230	1 161	106	20
13. Гахлеп . . . . .	0	90	600	500	1 200	700	3 000	140	13

## § 7. Количество человеческих экскрементов.

Количество человеческих экскрементов, по Петтенкоферу, на человека в сутки (в среднем) составляет 90 г твердых и 1 200 г жидких, всего приблизительно 1,5 л. Экскременты, таким образом, составляют всего 1—1,5% хозяйственных вод (100—150 л) поэтому их в расчет особо не вводят. Значительное количество заключающихся в них органических веществ, содержащих азот, оказывает заметное влияние на состав хозяйственных вод.

Ниже приведена таблица Вольфа и Лемана, таблица 3, показывающая состав и количество человеческих экскрементов на 1 000 человек населения в год.

Таблица 3.

На 1 000 человек населения	Твердых экскрементов			Жидких экскрементов			На человека в год экскрементов	
	Всего кг	В них кг		Всего кг	В них кг		Твердых кг	Жидких кг
		Азота	Фосфатов		Азота	Фосфатов		
1. Мужчин 376 . . .	20 585	238,8	449,3	205 850	2 053,5	834,7	54,75	547,50
2. Женщин 346 . . .	5 675	128,0	136,7	170 410	1 371,9	690,3	16,40	492,50
3. Мальчиков 141 . .	5 660	93,8	83,2	29 340	243,2	119,4	40,15	208,05
4. Девочек 137 . . .	1 250	28,8	18,5	22 500	184,3	87,7	9,125	104,25
Всего . . .	33 170	489,4	687,7	428 100	3 857,9	1 724,1	—	—

Мерилом количества разлагающихся веществ или способности к разложению данного тела служит количество органического азота <sup>1)</sup>, заключающегося в нем. Он заключается: в твердых экскрементах 1,475%, а в жидких 0,901%; всего же в год азота с 1 человека получается 4 347 г (в день 11,9 г).

## § 8. Фабричные и заводские воды.

Количество фабричных вод, которое нужно иметь в виду при расчете, зависит от количества фабрик и заводов, существующих не только в настоящее время, но и предполагаемых к постройке в будущем. Последнее обстоятельство надо иметь в виду особенно при устройстве канализации в городах, расположенных в фабричных районах. Насколько количество этих вод бывает значительно, показывает, напр., г. Мюльгаузен, где расход их в 4 раза больше расхода хозяйственных вод; в Дортмунде расход их составляет на человека 200 л. Если нет точных данных, то количество фабричных и заводских вод следует взять по Шлезингу и Дюранд-Клэ в 200—300 л на человека, т. е. в 2—3 раза больше хозяйственных вод.

<sup>1)</sup> Количество азота (и фосфатов) служит также для оценки пригодности данного вещества или экскрементов для удобрения.



Состав фабричных и заводских вод зависит от рода производства, если они содержат значительное количество кислот или щелочей, могущих вредно действовать на стенки каналов, особенно бетонных, то они до спуска в канализацию должны быть надлежаще нейтрализованы, разжижены так, чтобы этих веществ содержалось не более  $1/10\%$ . Если же воды эти очень богаты взвешенными веществами, то полезно на дворах самих фабрик или заводов пропускать их через осадочные колодцы с мелкими решетками; из этих колодцев следует дезинфицировать и периодически вывозить. Кроме того, температура спускаемых вод должна быть не более  $30-40^{\circ}\text{C}$ , иначе возможна порча асфальтовой замазки в стыках труб. В Берлине на р. Шпрее, напр., ежедневно спускается до  $60\,000\text{ м}^3$  конденсационной воды охлаждаемой до  $30-40^{\circ}\text{C}$ .

### § 9. Расход воды в банях.

Для выяснения вопроса об учете банных вод для расчета канализационных сооружений были обследованы в Ленинграде все бани города в количестве 91 шт.

Собранные сведения о расходе воды большею частью содержали в себе указания на количество расходуемой воды в месяц и лишь в нескольких случаях были получены у администрации бань данные о суточных и часовых расходах.

Для получения возможно более детальной картины колебания расхода воды в банях были произведены наблюдения, помещенные в таблицах: суточные колебания расхода воды в банях и часовые колебания расхода воды в банях.

По этим таблицам определяются коэффициенты неравномерности суточного и часового потребления.

Опросом установлено что расход воды в банях в неделю составляет приблизительно  $1/4$  часть месячного расхода.

Таблица суточных колебаний показывает, что наибольший расход бывает в субботу, по величине доходящей до  $1/3$  всего недельного расхода; следующий затем наибольший расход падает на четверг, равный приблизительно  $1/4$  части недельного расхода.

Из таблицы часового расхода видно, что наибольший часовой расход в субботу составляет приблизительно  $1/15$  часть суточного расхода.

Для получения наибольшего часового расхода из указанного баней месячного, на основании этих таблиц принята следующая формула:

$$T_{\text{max. час.}} = \frac{T_{\text{мес.}}}{4 \times 3 \times 15} = \frac{T_{\text{мес.}}}{180},$$

где 4—коэффициент для перевода месячного расхода в недельный, 3—коэффициент для перевода недельного расхода в максимальный, 15—коэффициент для перевода суточного расхода в максимальный часовой.

К совершенно аналогичному выводу придем, если рассмотрим другой день наибольшего потребления — четверг, в котором часовые колебания более резки, чем в субботу; расход в четверг составляет  $\frac{1}{4}$  часть недельного потребления, а наибольший часовой расход может быть принят равным  $\frac{1}{11}$  части суточного, что дает:

$$T_{\text{max. час.}} = \frac{T_{\text{мес.}}}{4 \times 4 \times 11} = \frac{T_{\text{мес.}}}{180}.$$

По принятой формуле определены максимальные часовые расходы всех бань и составлена таблица под названием „Список бань“, в которую помещены все бани с наибольшим расходом свыше 500 ведер воды в час.

Все помещенные в таблице бани нанесены на плане по месту их нахождения и расходы их на тех же основаниях, как и воды фабрично-заводских предприятий приняты при проектировании сети.

Помещаемый в списке бань средний суточный расход получен делением указанных банями месячных расходов на число рабочих дней в месяце, принятое равным 21 на основании таблицы суточных расходов, из которой видно, что два дня в неделю бани почти совершенно воды не расходуют.

Средний суточный расход для всех бань города, помещенных в таблице, составляет около 1 540 000 ведер.

Таблица 4. Суточные колебания расхода воды в банях.

Адрес бани	Предмет наблюдения	М а р т а									Итого за неделю
		5-го По неделе	6 Вторник	7 Среда	8 Четверг	9 Пятница	10 Суббота	11 Воскресенье			
1-я Рождествен. ул., д. 8.	Число часов . . .	16	16	16	16	16	17	—	—	—	
	Колич. ведер . . .	17 639	16 022	3 576	21 531	24 639	39 332	840	123 809		
	% недельного потребления . . .	14,23	12,94	3,05	17,39	19,90	31,81	0,68	100		
1-я рота, д. 7-9	Число часов . . .	15 <sup>1</sup>	15	—	15	15	16	—	—		
	Колич. ведер . . .	24 300	23 200	1 900	31 500	9 100	33 200	—	123 200		
	% недельного потребления . . .	19,72	18,83	1,54	25,26	7,38	26,97	—	100		
Звенгородская, д. 32.	Число часов . . .	15	15	—	15	15	17	15	—		
	Колич. ведер . . .	16 400	17 000	2 100	24 850	14 650	21 900	9 100	106 000		
	% недельного потребления . . .	15,47	16,04	1,98	23,45	13,82	20,66	8,58	100		
Щербakov пер., д. 4.	Число часов . . .	16	16	—	16	16	18	—	—		
	Колич. ведер . . .	26 901	24 600	4 600	30 600	53 700	53 700	2 200	169 600		
	% недельного потребления . . .	15,86	14,51	2,71	18 04	15,92	31,66	1,30	100		

Таблица 5. Часовые колебания расхода воды в банях.

Адрес бани	Ч а с ы	Д е к а б р ь					
		22 Четверг		23 Пятница		24 Суббота	
		Колич. ведер	% сут. потребл.	Колич. ведер	% сут. потребл.	Колич. ведер	% сут. потребл.
Набережн. Обводного кан., д. 42.	От 10 ч. в. до 10 ч. у. . . . .	0	—	3 480	15,32	7 480	22,30
	" 10 " у. " 11 " " . . . . .	2 320	14,15	1 127	5,03	2 339	6,97
	" 11 " д. " 12 " " . . . . .	2 250	15,37	809	3,61	1 901	5,67
	" 12 " " " 1 " д. . . . .	710	4,33	877	3,91	1 888	5,63
	" 1 " " " 2 " " . . . . .	520	3,17	962	4,29	2 142	6,39
	" 2 " " " 3 " " . . . . .	560	3,42	1 420	6,33	2 194	6,54
	" 3 " " " 4 " " . . . . .	1 170	7,13	1 804	8,05	2 259	6,83
	" 4 " " " 5 " " . . . . .	2 050	12,50	1 121	5,00	2 504	7,47
	" 5 " " " 6 " в. . . . .	580	3,54	2 108	9,40	2 492	7,43
	" 6 " в. " 7 " " . . . . .	959	5,85	2 091	9,33	2 404	7,17
" 7 " " " 8 " " . . . . .	1 106	6,74	2 256	10,06	2 100	6,26	
" 8 " " " 9 " " . . . . .	1 543	9,41	2 391	10,67	1 925	5,74	
" 9 " " " 10 " " . . . . .	2 360	14,39	1 973	8,80	1 877	5,60	
	Всего за сутки . . . . .	16 398	100	22 419	100	33 535	100
Б. Пушкинская ул., 26.	От 10 ч. в. до 10 ч. у. . . . .	11 755	23,85	17 895	30,51	27 355	35,75
	" 10 " у. " 11 " " . . . . .	2 745	5,57	2 890	4,92	4 015	5,25
	" 11 " д. " 12 " " . . . . .	2 540	5,16	2 075	3,53	4 330	5,67
	" 12 " " " 1 " " . . . . .	2 635	5,37	3 375	5,75	4 220	5,52
	" 1 " " " 2 " " . . . . .	2 790	5,66	2 690	4,60	4 280	5,60
	" 2 " " " 3 " " . . . . .	2 755	5,59	2 945	5,02	4 120	5,39
	" 3 " " " 4 " " . . . . .	2 316	6,73	3 705	6,32	4 175	5,46
	" 4 " " " 5 " " . . . . .	3 115	6,32	3 805	6,50	4 360	5,70
	" 5 " " " 6 " в. . . . .	3 095	6,28	4 185	7,13	4 050	5,28
	" 6 " в. " 7 " " . . . . .	3 945	5,98	3 960	6,74	4 080	5,34
" 7 " " " 8 " " . . . . .	3 674	7,46	3 840	6,55	4 010	5,24	
" 8 " " " 9 " " . . . . .	3 953	8,02	3 670	6,26	4 005	5,24	
" 9 " " " 10 " " . . . . .	3 947	8,01	3 620	6,17	3 485	4,56	
	Всего за сутки . . . . .	49 275	100	58 655	100	76 485	100
Уг. 5 Рождествен. и Мят- ниской, д. 44-12.	От 10 ч. в. до 10 ч. у. . . . .	3 340	15,11	9 810	30,68	12 220	35,29
	" 10 " у. " 11 " " . . . . .	1 350	6,11	1 670	5,22	1 900	5,50
	" 11 " д. " 12 " " . . . . .	1 370	6,15	1 640	5,13	1 810	5,24
	" 12 " " " 1 " д. . . . .	1 330	6,02	1 630	5,10	1 830	5,30
	" 1 " " " 2 " " . . . . .	1 330	6,02	1 700	5,32	1 780	5,16
	" 2 " " " 3 " " . . . . .	1 370	6,19	1 850	5,82	1 890	5,47
	" 3 " " " 4 " " . . . . .	1 660	6,60	1 860	5,82	2 010	5,89
	" 4 " " " 5 " " . . . . .	1 740	7,87	1 890	5,91	2 090	6,08
	" 5 " " " 6 " в. . . . .	1 600	7,24	1 930	6,03	1 980	5,73
	" 6 " " " 7 " " . . . . .	1 730	7,82	2 020	6,31	1 720	4,98
" 7 " " " 8 " " . . . . .	1 620	7,33	1 990	6,22	1 620	4,69	
" 8 " " " 9 " " . . . . .	1 960	8,68	1 990	6,22	1 810	5,33	
" 9 " " " 10 " " . . . . .	1 920	8,68	1 990	6,22	1 840	5,32	
	Всего за сутки . . . . .	22 160	100	31 970	100	34 540	100



Продолжение табл. 5.

Адрес бани	Ч а с ы		Д е к а б р ь					
			22 Четверг		23 Пятница		24 Суббота	
			Колич. ведер	% сут. потребл.	Колич. ведер	% сут. потребл.	Колич. ведер	% сут. потребл.
В. О. 18 линия, д. 37.	От 10 ч. в. до 10 ч. у. . . . .		2 820	13,59	12 750	35,17	14 850	34,94
	" 10 " у. " 11 " у. . . . .		730	3,50	1 450	4,00	1 800	4,24
	" 11 " д. " 12 " д. . . . .		1 110	5,33	1 070	3,95	2 400	5,65
	" 12 " " " 1 " " " . . . . .		1 060	6,05	1 430	3,95	2 450	5,76
	" 1 " " " 2 " " " . . . . .		1 060	5,09	1 600	4,41	2 450	5,76
	" 2 " " " 3 " " " . . . . .		1 420	6,82	2 350	6,47	2 200	5,18
	" 3 " " " 4 " " " . . . . .		2 670	12,82	2 450	6,76	2 400	5,65
	" 4 " " " 5 " " " . . . . .		2 100	10,08	2 170	5,99	2 300	5,41
	" 5 " " " 6 " " " . . . . .		1 850	8,88	2 280	6,29	2 450	5,76
	" 6 " " " 7 " " " . . . . .		1 200	5,76	2 150	5,93	2 200	5,18
" 7 " " " 8 " " " . . . . .		1 100	5,28	2 450	6,76	2 500	5,88	
" 8 " " " 9 " " " . . . . .		1 750	8,40	2 050	5,66	2 350	5,53	
" 9 " " " 10 " " " . . . . .		1 750	8,40	2 050	5,66	2 150	5,06	
Всего за сутки . . . . .			20 820	100	36 250	100	42 500	100

Во время наблюдений выяснилось, что средний расход воды в банях на 1 посетителя составляет 15,2 ведра; этот расход значительно возрастает, когда открыты только номерные бани.

Кроме того, хотя большинством бань и указано было число рабочих часов, равное 15-16, но во время наблюдений для выяснения часового коэффициента неравномерности, а также и путем опроса выяснилось, что бани открыты перед праздниками значительно дольше и число рабочих часов их следует считать в эти дни не менее 18.

Эти данные по Ленинграду могут служить материалом при расчете расходов воды для проектируемой канализации другого города.

## Глава III. Атмосферные воды.

### § 10. Количество вод.

Точное количество атмосферной — дождевой воды <sup>1)</sup>, подлежащее отводу, определить крайне трудно, так как, хотя и можно получить данные о наибольших дождях, их силе и продолжительности, но невозможно достоверно сказать, какая часть дождевой воды просачивается в почву и испаряется и как велика скорость, с какою эта вода течет по поверхности земли к дождевым приемникам.

<sup>1)</sup> Снеговой воды вследствие медленного таяния снега, обыкновенно бывает меньше.

Толщина слоя наибольшего дождя-ливня в час, при расчете канализации, взята различная, так: в Берлине, Шарлоттенбурге и некоторых др. городах она взята в 23 мм, в Вене в 20 мм, в Потсдаме в 25 мм, а в Цюрихе в 50 мм. У нас высоту наибольшего дождя в час принимают в 25 мм, но для южных городов величину эту следует увеличить до 40 мм.

Из всего количества воды, получаемого от этих дождей, в зависимости от застройки и других местных условий (уклона местности, типа мостовой, качества грунта и др.), канализациею отводится от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{2}{3}$  его.

Инж. Гобрехт, при расчете Берлинской канализации принял, что из 64 л, выпадающих на 1 гектар в секунду при упомянутом выше дожде в сеть попадает  $\frac{1}{3}$  всего количества,  $\frac{1}{3}$  испаряется и  $\frac{1}{3}$  просачивается в почву. Для некоторых же кварталов слабо застроенных, непокрытых садами, парками, площадками для учения и игр, — принимают, что в каналы попадает  $\frac{1}{3}$  часть вод ливней. Эти цифры только приблизительно. Так же можно учесть сток, пользуясь коэффициентами стока определенными эмпирически для разных поверхностей, и имея под руками план города, нетрудно довольно точно определить количество ливневой воды для расчета труб и каналов.

Принимают коэффициент стока  $\psi$ :

1. Для густо застроенного старого центра города . . . . .  $\psi = 0,7 - 0,9$
2. Для прилегающих к нему кварталов, а также для законченных постройкой частей города  $\psi = 0,5 - 0,7$
3. Для кварталов со свободной застройкой . . .  $\psi = 0,25 - 0,5$
4. Для учебных площадей, незастроенных поверхностей жел.-дор. станций . . . . .  $\psi = 0,1 - 0,3$
5. Для парков, садов, городских лугов, аэродромов, бегов, смотря по уклону и характеру грунта . . . . .  $\psi = 0,05 - 0,25$
6. Для городских рощ . . . . .  $\psi = 0,01 - 0,20$

Задавшись толщиной слоя ливня, напр., в 25 мм в час, умножаем на соответствующие площади крыш, дворов, улиц, площадей и т. д., выбираем из таблицы соответствующий коэффициент стока. Произведение этих 3 чисел надо еще умножить на коэффициент замедления стока, так как вода не сразу попадает в сеть, а протекает по различным поверхностям с различной скоростью, что конечно служит на пользу канализации, сеть которой, благодаря замедлению, принимает ливневые воды постепенно.

Коэффициент замедлений определяется по формуле:

$$\mu = \frac{0,5}{\psi} \sqrt{\frac{G}{F}}$$

$\psi$  = коэффициент стока из вышеприведенной таблицы,

$G$  = уклон местности на тысячу (напр.  $\frac{3}{1000} = 3$ ),



$F$  = осушаемая площадь,

$n = 4$  по Биркли.

При составлении этой формулы принято, что с гектара получается в секунду 70 л, т.-е. слой в 25 мм/час.

## § 11. Воды, спускаемые по ливневой сети.

Раздельная система канализации требует разделения всех сточных вод населенных центров на категории, по степени и характеру их загрязнения и в предварительной их обработке, соответствующей, с одной стороны роду и степени загрязнения вод, а с другой — тем санитарным требованиям, которые ставятся по отношению к водным бассейнам, служащим приемниками сточных вод.

Система каналов дождевой сети предназначается для отвода вод атмосферных осадков, т.-е. дождевых вод в летнее время и вод талого льда и снега в весеннее и осеннее время, а приемниками их являются водные протоки канализационного района или города.

Возможность спуска в них вод атмосферных осадков, загрязняющихся в известной мере при протекании их по поверхности земли и мостовых, дает основание допускать спуск в те же водные протоки и других вод в том случае, если степень их загрязнения оказывается не большей степени загрязнения стекающих с поверхности улиц дождевых вод. К числу вод этого рода принадлежат конденсационные воды заводов, фабрик и промышленных учреждений. Конденсационные воды, представляющие собою охлаждающую пар воду из вспыскивающих холодильников или воду прошедшую через поверхностные конденсаторы машин, отличаются большей по отношению к атмосферным водам чистотой; содержание в них органических веществ не может быть большим, чем содержание их в воде тех городских протоков, которые служат непосредственным источником воды всем крупным заводам, если не считать ничтожного количества минерального масла, неизбежно попадающего в конденсационные воды. При таких условиях введение конденсационных вод в дождевую сеть каналов является вполне допустимым, а непосредственный спуск их в водные протоки не может грозить ухудшением санитарного состояния городских рек и каналов.

Затруднением в деле отвода конденсационных вод сетью является их высокая температура. В виду того, что постоянный проток горячей воды по каналам может вредно влиять на прочность и степень изнашиваемости их стенок, введение конденсационных вод в каналы должно регулироваться особыми обязательными постановлениями, ограничивающими их температуру известным пределом. Пределом температуры спускаемых в городские канализационные сооружения конденсационных вод может быть принято  $40^{\circ}$  Ц, каковая норма принята в обязательных постановлениях многих городов, например Москвы, Копенгагена и других.



Количество конденсационных вод, спускаемых различными промышленными предприятиями колеблется в весьма широких пределах. В то время как одни предприятия подают лишь  $0,15 \text{ м}^3$  конденсационной воды в час, подача этих же вод другими предприятиями достигает  $6000 \text{ м}^3$  за то же время. Так как сечения каналов сети рассчитываются вообще с некоторым запасом в силу того, что вместо теоретически исчисленного сечения канала берется ближайшее большее сечение избранного сортамента поперечных сечений каналов, то, при определении расчетных количеств воды, можно пренебрегать теми промышленными предприятиями, подача конденсационных вод которыми не превышает известного предела.

Беря во внимание, что сечения каналов дождевой сети рассчитываются на ливни высокой интенсивности, представляющих собой явление кратковременное и наблюдаемое даже не каждый год, далее что заводы и промышленные учреждения с малым расходом конденсационных вод работают не круглые сутки, вследствие чего возможность совпадения времени выпадения ливня и времени подачи воды заводами уменьшается, пренебрежение этими малыми расходами конденсационных вод при высокой норме интенсивности ливня, принятой в основу расчетов, не может быть причиной каких-либо недостатков в действии сети каналов, а если бы действительное количество воды во время ливня и превысило пропускную способность некоторых сечений каналов, то последствием этого могло бы явиться лишь кратковременное и весьма редкое действие некоторых участков сети под напором, не могущее влиять на прочность всей сети.

Таким образом, при определении расчетных расходов из числа всех промышленных учреждений города исключаются все учреждения, отпускающие конденсационные воды в количестве менее известного обусловленного предела.

Более целесообразным является допущение непосредственного спуска конденсационных вод в водные протоки во всех тех случаях, когда заводы расположены на далеком от запроектованных устьей коллекторов расстоянии и когда, следовательно, пришлось бы увеличивать сечения береговых каналов на больших протяжениях.

Таким образом, сооружения дождевой сети предназначаются для отвода всех дождевых и всех конденсационных вод заводов и промышленных учреждений. Количество последних должно быть подробно исследовано и занесено в список по адресам с указанием количества конденсационных вод, принимаемых в расчет.

## § 12. Коэффициенты застройки.

Одни авторы дают значения этих коэффициентов в зависимости от характера застройки, другие — в зависимости от плотности населения. Так, например, Фр. König, следующим образом характеризует степень застройки для различных значений коэффициента застройки.

Таблица 6.

	Величина коэффициента застройки
1. Густо застроенные части города с узкими, замощенными или асфальтированными улицами и дворами . . . . .	0,80
2. Густо застроенные части города с широкими замощенными улицами, с большими площадями . . . . .	0,70
3. Умеренно застроенные части города с большими дворами и садами, с широкими замощенными улицами и с большими площадями . . . . .	0,60
4. Умеренно застроенные части города с широкими, частью замощенными, частью шоссированными улицами, с большими площадями . . . . .	0,50
5. Мало застроенные части города с большими дворами и садами, с широкими шоссированными улицами, с большими площадями . . . . .	0,40
6. Части города с особняками, окруженными садами, с широкими шоссированными улицами и с большими площадями . . . . .	0,35
7. Мало застроенные части города и фабричные районы с дорогами и площадями частью шоссированными, частью не покрытыми и искусственной одеждой . . . . .	0,30
8. Мало застроенные пригороды с большими площадями, покрытыми растительностью, с дорогами и площадями, как в предыдущем случае . . . . .	0,25

Близкие к вышеприведенным нормы предложены Fröhling'ом, а именно:

	Величина коэффициента застройки
1. Старые плотно застроенные части города . . . . .	0,70—0,90
2. Городские кварталы с постройками, непосредственно прилегающими друг к другу . . . . .	0,55—0,70
3. Городские кварталы с постройками, окруженными садами . . . . .	0,25—0,50
4. Незастроенные площади железнодорожных станций, торговые площади и проч. . . . .	0,10—0,20
5. Сады, парки, поля . . . . .	0,05—0,25

Данные о значениях коэффициента застройки в зависимости от плотности населения, рекомендуемые различными авторами, приведены в нижеследующей таблице.

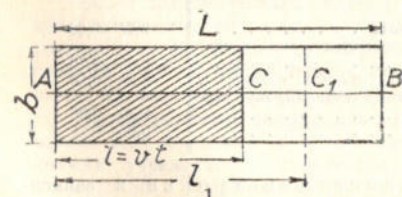
Коэффициент застройки не может оставаться постоянным для всех случаев выпадения ливня или дождя. Для коротких дождей он будет меньшим, так как в начале выпадения дождя вода более впитывается в землю и большее количество задерживается в неровностях земли. Так как последнее не зависит от продолжительности дождя, то по отношению к дождям более продолжительным оно выразится меньшим процентом, а следовательно, увеличится как количество стекающей воды, так и коэффициент.

Таблица 7. Значения коэффициента застройки при различных плотностях населения.

Имя автора	Число жителей на гектар	Коэффициент застройки
Busing . . . . .	500	0,66
Knechtling (американские дамы) . . . . .	60	0,25
	80	0,33
	100	0,43
	120	0,55
Hirschmann . . . . .	40	0,10
	100	0,25
	150	0,38
	180	0,45
М. Кнаuff . . . . .	300	0,75
	120	0,30
	200	0,45
	300	0,50
Н. К. Чижов (средние значения) . . . . .	400	0,60
	до 110	0,30—0,40
	110—220	0,40—0,60
	220—440	0,60—0,80
	440—660	0,80—0,90

### § 13. Влияние продолжительности выпадения осадков на расчетное количество воды.

Вся та часть общего количества воды, которая может поступить в каналы, достигает их не сразу. Начиная с момента выпадения дождя, количество протекающей в каждом пункте сети воды постепенно увеличивается, достигает своего максимума, после чего наступает период



Фиг. 1.

или постоянного максимального притока, или, вслед за появлением максимума, начинается уменьшение расхода воды. Для выяснения этого явления представим себе прямоугольный бассейн стока, шириною  $b$  м, обслуживаемый каналом  $AB$  (фиг. 1).

Допустим, что скорость потока во всех сечениях канала и за все время наблюдения остается постоянной и равной  $v$  м/сек.

За промежуток времени  $t$  сев. вода пройдет по каналу путь  $v \cdot t$  и подойдет к некоторому его сечению  $C$ , находящемуся от его верховья  $A$  в расстоянии:  $l = v \cdot t$ , при чем максимальный расход воды  $Q$  для этого сечения будет равен:

$$Q = \varphi \frac{b \cdot l}{10^4} \cdot q, \dots \dots \dots (1)$$

где  $q$ —количество воды, выпадающее на площадь в один гектар в секунду.



Допустим далее, что к концу промежутка времени  $t$  выпадения дождя прекратилось; тогда подошедшее к этому времени к сечению  $C$  количество воды будет продолжать свой путь вниз по течению, вплоть до конечной точки  $B$ , при чем для всех его сечений на протяжении  $CB$  расход воды в секунду не может превзойти расхода, исчисленного для точки  $C$ , т.е. максимум его будет:

$$Q = \varphi \frac{b \cdot l_1}{10^4} \times q \dots \dots \dots (2)$$

Общее количество воды, соответствующее площади стока, с которой вода может поступить к любому сечению  $C_1$  участка канала  $CB$ , находящемуся в расстоянии  $l_1$  от начала канала  $A$ , равно:

$$Q = \varphi \frac{b \cdot l_1}{10^4} = q.$$

Отношение максимального расхода воды для данного сечения к количеству воды, соответствующему всей площади бассейна, расположенной выше этого сечения, называют коэффициентом замедления стока.

Величина его определяется из выражений 1) и 2) и равна  $\varphi = \frac{e}{l_1}$ .

Так как  $l$  и  $l_1$  зависит от скорости протока и продолжительности дождя, а также от продолжительности периода стекания воды после окончания его выпадения, то введение в расчеты этого коэффициента допустимо лишь при условии ограничения продолжительности дождя известным пределом.

## § 14. Степень наполнения ливневых каналов.

Определение расчетных расходов ведется по наибольшей интенсивности ливня. При таких условиях нет надобности оставлять какие-либо запасы в сечениях каналов, и достаточно принимать ту степень их наполнения, которая соответствует наибольшей пропускной способности канала, т.е. наполнение его в 0,95% высоты канала круглого сечения (диаметра). При такой глубине протока сечение каналов является использованным наиболее выгодно, а потому и стоимость сооружений окажется наименьшей.

## § 15. Пределы скорости протока ливневых вод.

В каналах, служащих для отвода дождевых вод, движение воды, а следовательно и его скорость, возможны только при наличии дождей. В сухое время, с прекращением притока воды, скорость протока падает до нуля, а потому нельзя задаваться каким-либо абсолютным минимумом скорости. Наименьшую расчетную скорость протока возможно назначить лишь для определения степени наполнения канала, при чем желательно, чтобы образование скорости, достаточной для вымывания осадков из каналов, оказывалось возможным не только во время ливней макси-

мальной расчетной интенсивности, выпадение которых наблюдается относительно редко, но и при более слабых ливнях и дождях.

Если скорость протока воды, при глубине наполнения каналов, равной 95% диаметра и соответствующей наибольшей проводимости каналов, принять равной 0,7 м/сек., то при других степенях заполнения каналов величина скорости протока будет изменяться в той степени, как это показано в нижеследующей таблице (табл. 8).

## § 16. Изменения скорости протока и расходов воды при разных степенях наполнения каналов круглого сечения.

Таблица 8.

Глубина наполнения канала $\frac{h}{D}$	$\frac{Q_h}{Q_{360}}$	$\frac{v_h}{v_{360}}$	Наименьшая расчетная скорость	$\frac{Q_h}{Q_{0,95 D}}$	Скорость протока $v_h$ в м/сек.	Вещества, вымываемые из каналов, по наблюдениям Bazalgett'a
1,00	1,00	1,00	0,70 м е т р а в с е к у н д у	0,92	0,63	Крупный гравий величиной в 1 дюйм
0,95	1,09	1,11		1,00	0,70	
0,90	1,08	1,14		0,99	0,72	
0,85	1,04	1,15		0,95	0,725	
0,80	1,00	1,15		0,92	0,725	
0,75	0,93	1,14		0,85	0,72	
0,70	0,86	1,13		0,79	0,71	
0,65	0,76	1,11		0,70	0,70	
0,60	0,67	1,08		0,61	0,68	
0,55	0,58	1,04		0,53	0,66	
0,50	0,50	1,00		0,46	0,63	
0,45	0,42	0,95		0,39	0,60	
0,40	0,33	0,89		0,30	0,56	
0,35	0,26	0,83		0,24	0,52	
0,30	0,19	0,76		0,17	0,48	
0,25	0,14	0,68		0,13	0,43	
0,20	0,08	0,58		0,07	0,36	
0,15	0,05	0,47		0,05	0,30	
0,10	0,015	0,35		0,015	0,22	
0,05	0,005	0,20		0,005	0,13	
						Хрящ, мелкий гравий
						Крупный и мелкий песок
						Размельченная глина

Примечания:

$\frac{Q_h}{Q_{360}}$  Отношение расхода при глубине наполнения  $h$  к расходу при полном наполнении.

$\frac{v_h}{v_{360}}$  Отношение скорости протока при глубине наполнения  $h$  к скорости протока при полном наполнении.

$\frac{Q_h}{Q_{0,95 D}}$  Отношение расхода при глубине наполнения  $h$  к наибольшей проводимости канала.

Из этой таблицы видно, что если скорость протока при степени наполнения, соответствующей наибольшей проводимости,



составляет  $0,7$  м/сек, то она будет достигать  $0,13$  м/сек  $= 0,42$  фута/сек в то время, когда глубина протока будет равна  $0,05 D$ , т.е. когда количество протекающей воды будет составлять  $0,005 = \frac{1}{200}$  расчетного количества воды.

Дожди, при которых расходы воды в каналах составляют  $\frac{1}{200}$  расхода ее, соответствующего дождям максимальной расчетной интенсивности, принадлежат к числу относительно редких явлений. В виду того, что при этих малых дождях скорость протока в каналах оказывается равной  $0,13$  м  $= 0,40$  фута/сек, обеспечивающей, согласно наблюдениям, произведенным Bazalgett'ом над лондонскими водостоками, вымывание из каналов мелких частиц песка, то избранную расчетную скорость в  $0,7$  м/сек следует признать обеспечивающей самоочищение каналов.

В действительности возможны дожди еще меньшей интенсивности, во время которых скорость протока воды в каналах должна оказаться еще меньшей. Это обстоятельство, однако, не может быть признано опасным для состояния каналов во-первых потому, что во время слабых дождей с поверхности улиц не может смываться в каналы песок и уличная грязь в той мере, как и при сильных дождях, а во-вторых потому, что, если бы это и обнаружилось в действительности, то осадки, образовавшиеся в каналах, легко могут быть вынесены водою во время более сильных дождей.

## Глава IV. Канализационная сеть.

### § 17. Общее расположение канализационной сети.

Главные каналы сети делаются большого размера и отводят воду с значительной площади города; эти каналы, называемые иногда каналами первого разряда или коллекторами и составляют главные магистрали сети. Вода в эти магистрали доставляется каналами меньших размеров — 2 разряда; в эти последние сточная вода поступает из каналов 3 и 4 разрядов, получающих воду с отдельных кварталов и усадеб. Дома и усадьбы, расположенные вдоль коллекторов, спускают воду в них. Прежде делали присоединения помощью тройников, в настоящее время это делается редко и чаще через колодцы, что несколько удорожает сеть, но делает ее более надежной и удобной в эксплуатации.

Каналы располагают так, чтобы они следовали уклону местности.

Существует несколько систем расположения канализационной сети:

- 1) перпендикулярная система,
- 2) пересеченная система.
- 3) веерная или параллельная система.
- 4) поясная система,
- 5) радиальная система.

1. Перпендикулярная система применяется в том случае, если город лежит на берегу реки по обеим ее сторонам и местность



тмеет определенный уклон к реке, тогда каналы направляют перпендикулярно к реке, делая для каждого из них выпуски в нее. По этой системе устроено много старых канализаций, напр. в Вене, Берне, Зальдбурге и др. и теперь ее больше не применяют, так как река загрязняется в пределах города.

2. Пересеченная система. Если взять предыдущую систему и перехватить все каналы коллектором или двумя, по обе стороны реки и отвести их устье ниже города по течению реки, то и получим пересеченную систему. По этой системе построена канализация в Лондоне, Париже, Цюрихе, Дрездене, Магдебурге, Данциге, Страсбурге, Франкфурте н/М. Перпендикулярная система может быть превращена в пересеченную укладкой коллекторов вдоль берега, однако эта работа дорогая, так как обычно на берегу грунт слабый и траншеи будут наполняться водой вследствие близости реки и значительной глубины коллекторов в нижней части.

3. Всерная или параллельная система. При ней коллектора располагаются параллельно реке или веерообразно, смотря по направлению улиц, при чем ниже города они сходятся в общий коллектор, который идет или в реку или сперва к очистным сооружениям. Если река в городе нет, то город пересекается одним главным коллектором по середине.

По этой системе устроены сети в Бреславле, Брюсселе, Висбадене, Бремене, Дортмунде и друг.

4. Поясная система. Она уместна там, где город имеет несколько больших террас или неровных покатоств. Его разбивают на отдельные участки и канализируют каждый, независимо от другого, применяя одну из 3 описанных систем. При таком расположении сети может случиться, что некоторые пояса лежат ниже уровня воды в реке, тогда устраивают перекачку в главный коллектор вышележащего пояса, по которому они стекают самотеком за город. Эта система позволяет производить промывку сети вышележащего яруса водой вышележащего. Поясная система применена: в Варшаве, Франкфурте н/М, Париже, Кельне, Неаполе, Стокгольме, Мюнхене, Штуттгарде, Дюссельдорфе, Мангейме, Базеле и др.

5. Радиальная система. При ней город разбит на отдельные секторы, канализируемые отдельно друг от друга; коллекторы идут от центра к окраинам. Она ценна тем, что расширение сети в случае роста города идет беспрепятственно вдаль от центра, требуется лишь большее сечение; при других системах коллекторы надо класть с сечением много большим, чем то надо для настоящего времени, учитывая прирост населения и расширение границ города. Она применима главным образом при горизонтальной местности. Эту систему применил Гобрехт в канализации г. Берлина, сэкономив на ней по крайней мере 25% длины коллекторов. Пришлось применить перекачку сточных вод для подачи их на вышележащие поля орошения и несмотря на это выгода этой системы оказалась значительной.

Применяя ту или другую систему или комбинацию нескольких одновременно, надо стремиться к тому, чтобы не было в близком

расстоянии друг от друга коллекторов одинаковой пропускной способности, так как выгоднее сделать один большой, чем два его заменяющие.

Далее надо предусматривать возможность промки глуболежащих каналов вышележащими, т.е. надо сделать их взаимное соединение. Слепых концов (тупики) следует по возможности избегать, имея в виду плохую вентиляцию их и застои жидкости. Наконец, полезно соединить коллекторы отдельных районов, чтобы на случай перестройки или ремонта сети пускать воду в другой участок целиком или хотя бы частично.

Прежде трубы и каналы располагали по оси улицы, а теперь считаясь с возможной прокладкой трамвая, на главных улицах кладут сбоку; если система раздельная, то хозяйственный коллектор с одной стороны оси улицы, а ливневой—с другой. Надо при этом выбирать для хозяйственного коллектора ту сторону, на которой больше домов, т.е. присоединений, так как он лежит глубже ливневого и надо делать присоединения короче, во избежание больших земляных работ. Возможно, что при коротких фасадах домов окажется более выгодным соединять домовые отводы в группу, по 2—3, и затем присоединять к смотровому колодцу коллектора.

Вообще, положение коллекторов приходится тщательно обдумывать и считаться со многими другими обстоятельствами: с трамваем, уложенными водопроводными магистралями, электрическими кабелями, существующими деревянными или бетонными сточными трубами, близость домов, возможность сооружения метрополитена (напр. Москва) и пр.: все они должны быть нанесены на план для проектирования трассы коллектора. Легче строить канализацию одновременно с водопроводом и до трамвая, дабы не переживать настоящей трагедии, приспособляясь и вертясь среди целой сети подземных и надземных сооружений старого города, по тем или иным причинам запоздавшего с канализацией.

## § 18. Глубина укладки каналов.

Глубина укладки труб и каналов допускается только ниже глубины промерзания почвы и с таким расчетом, чтобы домовые ответвления могли подойти к ним, хотя бы с минимальным уклоном. В свою очередь домовая (дворовая) сеть должна быть уложена также ниже линии промерзания и на глубине, позволяющей спускать воду прачечных и осушать подвалы, которые в больших городах отводятся под дрова квартирантов и должны быть всегда сухи.

Наименьшая глубина укладки принимается в 1 м (на юге), считая до шельги свода, максимальная глубина неограничена, но открытыми траншеями редко превосходит 8 м, при большой глубине выгоднее будет туннельный способ прокладки.

Только затруднение с выемкой земли с больших глубин ставит этот предел глубины, сами трубы на очень большой глубине не несут большой нагрузки на свод, так как распределение давления следует там другим законам, нежели у поверхности земли.



Глубину укладки получим по формуле:

$$H = h + i(L + l),$$

где  $H$  = определяемая глубина, т.е. расстояние от поверхности земли до уровня воды в коллекторе,

$h$  = наименьшая глубина укладки дворовой канализации (пониже промерзания),

$L$  = глубина усадьбы,

$l$  = расстояние от переднего фронта усадьбы до уличного канала,

$i$  = уклон отводной трубы домовой канализации (при  $d = 100$  мм,  $i = 0,02$ , при  $d = 125$  мм,  $i = 0,015$ ; это максимум, лучше наклоннее).

Чем глубже уложены трубы, тем успешнее будет осушка владения вследствие понижения уровня грунтовых вод дренажем, обычно укладываемым на 0,3—0,5 м ниже пола подвала. Надо также учесть, чтобы при весеннем половодье или наводнении вода не проникла через трубы подвала. Во многих городах, особенно в центральных торговых частях города, подвалы используются для склада ценных товаров, подмочка или отсырение которых (бумага, ткани, сахар, мука и т. д.) может принести большой убыток.

## § 19. Наименьшая глубина заложения уличных магистралей на севере.

Наименьшая глубина заложения уличных магистралей обуславливается наименьшей глубиной заложения дворовых отводов, глубиной усадеб, шириною улиц и наименьшим допущенным уклоном дворовых магистралей.

Наименьшая глубина заложения дворовых каналов зависит от глубины промерзания грунтов.

Для выяснения вопроса о глубине промерзания грунта в Петербурге зимой 1912 года было произведено специальное исследование, результаты которого приведены в нижеследующей таблице.

Таблица 9.

Месяцы по новому стилю 1912 года	Наибольшая глубина промерзания в метрах		
	Мостовая на улице у главной физической обсерватории	Почва под естественным покровом	Мостовая во дворе Технологического Института
Январь . . . . .	1,17	0,74	0,83
Февраль . . . . .	1,42	0,88	1,01
Март . . . . .	1,41	0,84	1,00
Апрель . . . . .	1,31	0,80	0,86

Из этой таблицы видно, что максимальная глубина промерзания грунта в феврале 1912 г. достигла под мостовой на улице у Физической



Обсерватории 1,42 м под мостовой во дворе Технологического Института 1,01 м, и под естественным покровом—0,88 м.

Дополнительными соображениями могут служить свойства сточной жидкости. Хозяйственные воды всегда содержат в себе известное количество солей, почему температура их замерзания ниже температуры замерзания чистой воды, т.е. 0°. Жидкости в каналах всегда находятся в движении, что обуславливает еще большее понижение температуры замерзания. Температура самой жидкости при поступлении в дворовой отвод обычно выше нуля, около 8° или 10° Ц. Дворовые отводы и уличные магистрали предположены из гончарных труб, плохо проводящих теплоту, что замедляет охлаждение стоков при поступлении их в каналы.

Эти соображения в связи с данными таблицы дают основание предполагать, что если принять наименьшую глубину заложения дворовых отводов 1,50 м, то нельзя ожидать замерзания в них жидкости даже в более суровую зиму, чем в 1912 г. Нормальная глубина заложения фундаментов зданий 1,75 м.

В Москве допускается заложение дворовых отводов в 1,0 м при условии укладки домового отвода в изолирующем слое т.е. в ящике наполненным золою.

Наименьшая глубина заложения уличных магистралей кроме аналогичной глубины заложения дворовых отводов зависит еще от глубины усадеб, ширины улиц и наименьших допущенных уклонов дворовых каналов.

Исключительно большая глубина усадеб, конечно, должна быть принята во внимание особо при назначении наименьшей глубины заложения уличной магистрали. На улицах большой ширины необходимо уложить две магистрали у тротуаров по соображениям практического характера: на широких улицах, по которым обычно происходит усиленное движение и проводятся трамвайные линии, при одной магистрали привязки к ней дворовых канализационных устройств, а впоследствии и ремонт этих присоединений доставили бы много затруднений. Поэтому при назначении нормальной наименьшей глубины заложения можно считать только с усадьбами средней глубины и с со средней шириной улиц. Если принять глубину усадьбы вместе с полушириною улицы равной 100 м, то эта цифра, надо думать, будет совершенно достаточной, кроме особо исключительных случаев.

Если принять, что диаметр домовых отводов должен быть 150 мм (6"), то при уклоне в 0,01 скорость течения жидкости по таким отводам при половинном заполнении составит 2,82 фут/сек., что вполне обеспечивает их самоочищение.

В Москве допускается 5" домовые отводы с уклоном в 0,01; в Ленинграде также есть примеры исправно работающих 6" домовых отводов с уклоном в 0,005.

В виду этого безусловно возможно допустить в верховьях сети для домовых отводов уклон в 0,01. При этом в нижележащих участках по мере углубления сети возможно будет укладывать домовые отводы и с большим уклоном.

При расстоянии от тыла усадеб до уличных магистралей 100 м и при минимальном уклоне дворовых отводов 0,01 понижение уличной магистрали по отношению к началу дворового канала составляет

$$100 \times 0,01 = 1,0 \text{ м,}$$

а наименьшая глубина заложения уличной магистрали

$$1,50 + 1,0 = 2,5 \text{ м.}$$

## § 20. Скорость течения вод в каналах и уклоны последних.

Скорость протока в трубах и каналах должна быть настолько большой, чтобы все твердые вещества не осаждались в них, а уносились водой. Опыт показал, что для этого нужна скорость  $v = 0,6 - 0,75 \text{ м/сек}$ , и при ней уносится даже крупный гравий величиной в 25 мм. В каналах большого сечения, доступных осмотру и чистке, скорость течения может быть немного меньше. Скорость в трубах периодически пустующих приходится допускать в 1,5 раза большую т.е. 1—1,25 м/сек. Скорость в центре потока будет больше, чем у стенок трубы или канала. Средняя скорость определяется по формуле  $v = c \sqrt{RI}$ , или  $I = \frac{v^2}{c^2 R}$ , где  $c$  = коэффициент шероховатости определяемый эмпирически.

$R$  = гидравлический радиус =

$$= \frac{F}{p} = \frac{\text{площадь занятая водой — живое сечение}}{\text{подводный, т.е. смачиваемый периметр}}$$

$I$  = уклон поверхности воды = гидравлический уклон.

Мы еще вернемся к рассмотрению этой формулы, как основой для расчета сети, а пока приведем те нормы скоростей, которые выработала практика:

1. Для круглых каналов, диаметром до 300 мм (12") . . . 0,9 — 1,25 м
2. " " " " " " 300—600 мм . . . 0,75—0,90 м
3. " больших каналов доступных осмотру . . . . . 0,5 — 0,75 м

При общесплавной системе канализации, трубу или канал рассчитывают на наполнение ливневой водой всего сечения или почти всего и проверяют скорость при пропуске одних хозяйственных вод.

При раздельной системе рассчитывают сечение, принимаая наполнение труб наполовину, а яйцевидных сечений—до пят верхнего свода. Хотя можно расчетом получить при этом скорость достаточную для размывания осадков, накопившихся в часы малого расхода, однако не лишне предусмотреть автоматически действующие промывные колодцы емкостью на 1,5 м<sup>3</sup> (120 ведер) или больше.

Если уклон местности велик, то скорость течения может оказаться весьма значительной, так что осадки не успеют плыть за водой и будут стирать нижнюю поверхность труб, поэтому скорость более 3 м/сек не допускается и при крутых скатах проектируют каналы с определенным уклоном, устраивая в колодцах перепады.



Для получения указанных скоростей, дну канализации придадут в общем следующие уклоны:

Таблица 10.

	Диаметр в мм	Размер уклона
1. Домовым ответвлениям . . . . .	100—125	от 1 : 15 до 1 : 30
2. Домовым ответвлениям . . . . .	150	от 1 : 20 до 1 : 50
3. Круглым уличным каналам . . . . .	300	от 1 : 30 до 1 : 150 (250)
4. Круглым уличным каналам . . . . .	300—600	от 1 : 50 до 1 : 200 (400)
5. Круглым коллекторам . . . . .	600 и более	от 1 : 200 до 1 : 1 000 (2 000)

Яйцевидным сечениям, имеющим при малом расходе внизу суженное сечение можно придать уклон более пологий, именно от 1:100 до 1:300. В коллекторах течение более постоянно и они пусты не бывают, поэтому допускают уклон 1:1 000. В скобках указаны предельные уклоны, ниже которых идти опасно, очень редко приходится в силу необходимости укладывать коллектора с уклоном 1:3 000 и то надеясь на то, что недостаток уклона труб выравняется уклоном поверхности воды.

С другой стороны надо поставить границы наибольших уклонов; во избежание порчи труб, допускают

для 1 пункта	1 : 10
” 2 ”	1 : 15
” 3 ”	1 : 20
” 4 ”	1 : 30

до 1:100, как исключение для отдельных магистралей.

Диаметр канала и уклон его дна не меняются на известном участке и, если бы в каждой точке его протекало одно и то же количество воды, то наполнение всюду было бы одинаково и гидравлический уклон (т.е. поверхности воды) был бы параллелен уклону дна. На самом деле происходит по пути постоянный новый приток воды из домовых ответвлений или из боковых улиц, так что степень наполнения в нижнем конце канала больше, чем в верхнем конце и гидравлический уклон будет меньше уклона дна. Такое положение уклонов лучше обратного, при котором гидравлический уклон был бы больше уклона дна и в верхних концах могли бы получиться осадки из за большей глубины наполнения.

Расчет ведется так: пользуясь нивелированным продольным профилем улицы, задаются некоторым гидравлическим уклоном, определяют по протoku воды необходимое сечение и степень наполнения и по ней и заданному гидравлическому уклону определяют уклон дна, а не наоборот. Тут приходится применять метод попыток, пока не получится надлежащий гидравлический уклон и уклон дна. При малых каналах и трубах и вообще, когда приток по пути невелик, уклон дна и гидравлический уклон берут параллельными друг другу.



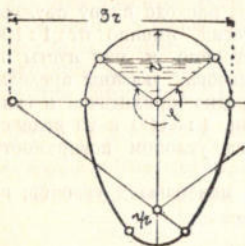
## § 21. Рациональные сечения каналов.

На выбор формы сечения каналов главным образом влияет непостоянство расхода сточных вод, т. е. переменность количества вод, протекающих по ним.

Размер каналов определяют по наибольшему расходу, который в несколько раз больше, даже при раздельной канализации наименьшего расхода чистой воды.

При малом расходе воды человеческие экскременты и хозяйственные воды мало разжижены и в них содержится много взвешенных веществ, которые легко могут осесть при малых скоростях. Поэтому сечения каналов должны быть таковы, чтобы воды в это время текли не широкою, а сжатою струей, т. е. такие, чтобы при малом расходе гидравлический радиус (отношение живого сечения к смачиваемому периметру) был как можно больше, при чем как будет видно ниже, скорость получается наибольшая. Этому условию лучше всего удовлетворяет оvoidальное (яйцевидное) сечение, уже менее — круглое.

До 600 мм — 800 мм обыкновенно применяют круглое сечение, а при больших размерах — яйцевидное. Однако при очень больших каналах — магистральных, во избежание излишнего углубления в почву, яйцевидное сечение приходится иногда ушивать и оно переходит в лотковое или круглое или четырехугольное с лотком и пологим сводом.



Фиг. 2.

Чаще всего магистральные и боковые уличные каналы, при хорошем грунте делают яйцевидного (фиг. 2) сечения, с отношением наибольшей высоты к ширине (диаметру), равным 3:2. Так что, обозначая радиус верхнего свода через  $r$ , получим радиусы боковых частей и нижней  $3r$  и  $\frac{r}{2}$ . Второстепенные уличные каналы и трубы домовой канализации делают круглого сечения.

Если расход воды в каналах меняется в больших пределах и может быть очень мал, то в таких случаях полезно обыкновенное яйцевидное сечение заменить сечением Филлипса. Сечение это снизу сильно суживается, благодаря чему скорость течения вод в каналах при незначительном расходе получается достаточная. Отношение высоты к ширине в нем тоже — 3:2, при радиусе верхнего свода —  $r$ , таковой для боковых частей и нижней будет  $\frac{8r}{3}$  и  $\frac{r}{4}$ .

Лотковое сечение, обыкновенно применяется в общесплавной канализации для отвода ливневых вод кратчайшим путем в реку или канал.

Зная наибольший секундный расход хозяйственных вод ( $Q_1$ ), фабричных ( $Q_2$ ), атмосферных ( $Q_3$ ) и грунтовых ( $Q_4$ ) на гектар, определяем

количество  $Q$  подлежащих приему в сеть сточных вод для отдельных каналов.

$$Q_p = Q_1 + Q_2 + Q_4 \text{—для раздельной канализации}$$

$$Q_c = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \text{ для общесплавной канализации.}$$

На план города наносят уличную сеть, разбивают кварталы на части соответственной поверхности и определяют планиметром площадь стока, умножают на  $Q_p$  или  $Q_c$  и рассчитывают сеть, как будет указано ниже.

## Глава V. Формула для расчета каналов и напорных коллекторов.

### § 22. Оценка формул.

Расчет каналов и вредных потерь в напорных коллекторах производится по формуле Шези

$$v = C \sqrt{Ri}, \dots \dots \dots (1)$$

где  $v$ —средняя скорость,  $R$ —гидравлический радиус = отношению площади живого сечения к смоченному периметру и  $i$  для каналов—уклон поверхности воды, который в случае равномерного течения равен уклону дна канала, а для напорных коллекторов—потеря на трение на единице длины.

В этой формуле  $C$  есть опытный коэффициент, который, как в настоящее время установлено совершенно определенно, зависит от свойств стенок каналов, т. е. от „степени их шероховатости“, и от  $R$ . Вопрос сводится следовательно к аналитическому выражению этой зависимости.

Самой популярной и наиболее разработанной для применения к подсчетам является новая формула Гангилье и Куттера, по которой для метрических мер:

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}},$$

где  $n$ —„степень шероховатости“. Как видно из формул, по Гангилье и Куттеру  $C$  зависит и от  $i$ . Но при обыкновенных значениях  $i$  в канализационных трубах и коллекторах член зависящий от  $i$  не может иметь сколько нибудь существенного влияния на результаты и потому при подсчетах канализационной сети обыкновенно откидывается. Таким образом, получается, так называемая, сокращенная формула Гангилье и Куттера

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + 23 \frac{n}{\sqrt{R}}}, \dots \dots \dots (2)$$



Вопрос заключается дальше в выборе коэффициента  $n$ . По мысли авторов формулы  $n$  зависит исключительно от свойств стенок каналов, но, повидимому, это не совсем так.

Рассмотрим мнения авторитетов по вопросу о выборе коэффициента  $n$ , придерживаясь примерно хронологического порядка.

П. Горбачев в своем труде „О расчете скоростей течения“ (изд. 1901 г.) на стр. 78 говорит: „можно считать выясненным, что по большинству наблюдений водостокам соответствует  $n = 0,014$  до  $n = 0,016$ “.

Специальные наблюдения над течением в водостоках производились в Гамбурге и Карсруэ, при чем оказалось, что кирпичным каналам старой постройки соответствует коэффициент  $n = 0,016$ ; этот же коэффициент соответствует и находящимся в употреблении линиям из гончарных труб.

По опытам в Северной Америке для гончарных труб подходят  $n = 0,014$ , а для кирпичных каналов  $n = 0,0125$  до  $0,016$ .

По опытам в Майнце для бетонных труб оказалось подходящим  $n = 0,0125$ .

Проф. Фрюлинг рекомендует для гончарных труб  $n$  от  $0,014$  до  $0,016$ .

Проф. Бюзинг рекомендует для гончарных труб  $n = 0,013$ .

В Москве для гончарных труб диаметра от 6" до 24" после специальных опытов принято  $n = 0,0105$ .

В Киеве для гончарных труб принято  $n = 0,012$ , для бетонных и чугунных  $n = 0,013$ .

В последнее время в Германии на основании новых опытов принимается (например при проектировании канализации в Тильзите) для гончарных труб  $n = 0,0125$ , для бетонных и чугунных  $n = 0,014$  и для кирпичных  $n = 0,016$ .

Известный авторитет инженер Гейд допускает для чистых гончарных труб  $n = 0,012$ .

Инженер Тейлор в своем проекте канализации для пригородов С.-Петербурга принимал для гончарных труб  $n = 0,012$ .

Джонксон и Геринг для штейнгутовых труб дают  $n = 0,010$  и для них же при плохом их состоянии  $n = 0,013$ ; для кирпичной кладки в хорошем состоянии  $0,013$ , в плохом  $0,015 - 0,017$ .

Мур предлагает при хорошем состоянии для гончарных труб  $n = 0,011$ , для кирпичных каналов  $n = 0,013$  и для чугунных труб  $n = 0,013$ .

П. Горбачев в своем труде: „Общая формула для расчета скоростей и отводоспособностей“ (изд. 1910 г.) на стр. 11 говорит: „практика расчетов показывает, что в ней (в новой формуле Гангиле и Куттера) необходимо принимать вообще очень малый коэффициент шероховатости, соответствующий скорее течению чистой воды в водопроводных трубах  $n = 0,012$ “.

И все таки в канализации города Москвы пришлось специально для труб с диаметром  $d = 6"$  принять еще меньший коэффициент шероховатости  $n = 0,0105$ .

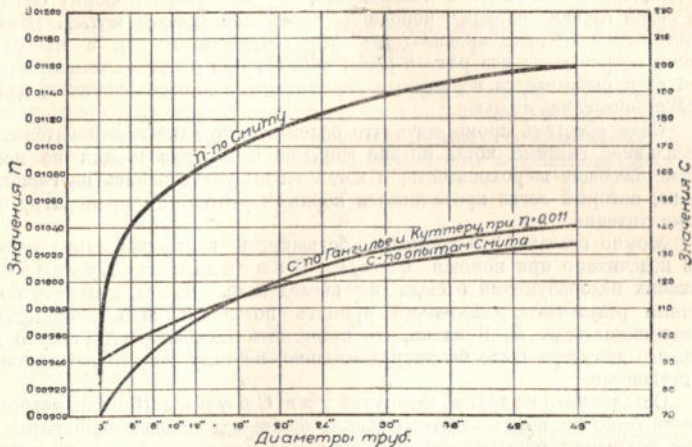


Из этого краткого обзора мнений специалистов по канализационному вопросу выясняются два следующих положения.

1. Коэффициент  $n$  зависит не только от свойств стенок канала, но также и от размера канала, т.-е. есть функция  $R$  и притом функция возрастающая.

2. Со временем принимаются все меньше и меньше значения для  $n$ .

Первое положение можно весьма наглядно подтвердить следующим образом. Сравним опыты Смита с формулой Гангилье и Куттера (фиг. 3).



Фиг. 3.

Обе кривые для  $C$  пересекаются между собою, при чем при малых диаметрах формула Гангилье и Куттера дает слишком малые значения для  $C$ , а для больших слишком большие. Если далее вычислить значения  $n$  по формуле Гангилье и Куттера, пользуясь величинами  $C$ , взятыми по опытам Смита, то получится изображенная на том же чертеже кривая, дающая зависимость между  $n$  и  $d$ . Как видно ординаты кривой увеличиваются с возрастанием  $d$ .

Таким образом отсюда явствует, что  $n$  не есть только функция „шероховатости“; напротив для материалов, применяемых для устройства канализации различие в шероховатости весьма ничтожно, так что с успехом, не рискуя сделать скольконибудь заметную погрешность, можно различием этим пренебречь. Случайное совпадение, что малые каналы делают из гончарных труб, средние из чугуна и бетона, а большие из кирпича, приводило к заключению, что для первых нужно принимать меньшие значения коэффициента  $n$ , для кирпичных большие, а для бетонных и чугунных средние.

По отношению ко второму положению необходимо заметить следующее. Что касается собственно „шероховатости“ канализационных труб и коллекторов, то здесь имеет значение не столько свойство их самой поверхности, так как при образовании осадков свойства эти становятся мало заметными, сколько неправильность формы, большие или меньшие отступления от точной геометрической поверхности, каковая предполагается при подсчете. Очень часто гончарные трубы оказываются в сечении эллиптическими, а не круглыми; весьма обыкновенное явление в чугунных трубах—наплывы на внутренней поверхности, может быть имеющие и очень гладкую поверхность, но искажающие форму сечения; не редки случаи плохой, неровной кирпичной кладки и т. д. Вместе с развитием техники производства труб недостатки эти в настоящее время встречаются все реже и реже; поэтому при расчетах канализационной сети оказывается возможным принимать меньшие значения для  $n$ , чем принимались раньше.

Надо заметить кроме того, что более старые данные относятся к общеплавной системе, когда на дне каналов оставались осадки из песка, увеличивающие шероховатость, и когда трубы укладывались на глиняном стыке, который легко протачивался корнями растений, сильно затруднявшими течение.

Можно сказать, что громадное большинство канализационных устройств подсчитано при помощи формулы Гангилье и Куттера и никаких недоразумений отсюда не последовало. Чтобы получить более точные результаты, желательно принять во внимание изменяемость  $n$  в зависимости от  $R$ . Понятно, что принимать отдельную величину  $n$  для каждого диаметра было бы затруднительно, поэтому достаточно изменять  $n$  ступенями.

Остановимся на других формулах для  $C$  в ур-и Шези, которыми можно было бы воспользоваться для подсчета канализационной сети. Из этих последних довольно часто применяется старая формула Куттера.

$$C = \frac{100 \sqrt{R}}{k + \sqrt{R}}$$

Здесь  $k$ —„коэффициент шероховатости“. Между значением  $k$  и  $n$  предыдущей формулы существует следующее приблизительное соотношение:

$k = 0,20$	$0,25$	$0,30$	$0,35$	$0,40$	$0,45$
$n = 0,011$	$0,012$	$0,013$	$0,014$	$0,015$	$0,016$

Формула эта дает те же результаты, что и предыдущая.

В последнее время начинает приобретать популярность новая формула Базена:

$$C = \frac{87 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

По форме она тождественна со старой формулой Куттера, но имеет то преимущество перед последней, что дает более плавную кривую для  $C$  при изменении  $R$ . К сожалению, пользование этой формулой для подсчета

представляется еще рискованным в виду малой разработки вопроса о выборе коэффициента  $m$ .

Следует отметить еще формулу инж. П. Горбачева, появившуюся позднее предыдущей; по этой формуле

$$C = \frac{70 \sqrt{R}}{\beta + \sqrt{R}}$$

Формула эта при надлежащем подборе коэффициента  $\beta$  дает хорошие результаты.

### § 23. Выбор формул для расчета сечений каналов ливневой сети.

Для расчета сечений каналов ливневой сети принимается обычно та же сокращенная формула Куттера; она принята в основу расчетов весьма многих канализационных сооружений и, как показал опыт, дает результаты наиболее подходящие к действительности; формула эта:

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{23n}{\sqrt{R}}} \sqrt{RI}, \dots \dots \dots (3)$$

где  $v$  = скорость протока в м/сек.

$R$  = средний гидравлический радиус, равный отношению площади живого сечения к смачиваемому периметру,

$I$  = гидравлический уклон,

$n$  = коэффициент шероховатости стенок каналов.

Величине последнего коэффициента для керамиковых труб придавали до настоящего времени различные значения, начиная от 0,010 до 0,014, а для кирпичных каналов от 0,012 до 0,015. Вообще большие значения коэффициента  $n$  соответствуют более шероховатым стенкам каналов, при чем по степени шероховатости Гангилье и Куттер разделяют различные роды стенок каналов на категории, для которых дают нижеследующие значения коэффициентов.

Таблица 11.

	Значение коэффициента $n$	среднее $n$
1) Стенки из тщательно строганных досок, гладко притертого цемента . . . . . от	0,0085 до 0,01110	0,010
2) Стенки из досок . . . . . от	0,0110 " 0,013	
То же, но при плотно слежавшемся слое песка на дне каналов . . . . . от	0,013 " 0,0215	0,012
3) Тесанный камень, кирпичная кладка с расширенными швами . . . . . от	0,012 " 0,020	
4) Кладка из равного камня . . . . . от	0,014 " 0,022	0,017



Из этих данных видно, что для керамиковых чистых стенок подходящей средней величиною является 0,010, а для кирпичных—0,013. Принимая, однако, во внимание, что в каналах дождевой сети возможно образование слоя песка и что, таким образом, такие каналы по степени шероховатости будут подходить к последующим категориями материалов, следует признать более правильным принять значение коэффициента и для керамиковых труб равным 0,013, т.е. таким же, как и для кирпичных каналов. На основании этих соображений, во всех расчетах следует принять формулу Куттера со значением коэффициента шероховатости в 0,013.

## § 24. Наименьшая и наибольшая скорости течения.

Наименьшая скорость жидкости в каналах обуславливается требованием самоочищения от могущих образоваться в них осадков и наибольшая—опасностью истирания и разрушения каналов попадающими в жидкость песком и камешками.

С целью выяснения величин скорости, при которой вымываются те или другие осадки в канале, в Лондоне были произведены Базельгетом опыты, результаты которых приведены в следующей таблице.

Таблица 12.

Название вещества	Скорость в фут/сек при которой вещества уносятся
Измельченная глина . . . . .	0,25 (0,075 м/сек.)
Мелкий песок . . . . .	0,50 (0,15 " )
Крупный песок . . . . .	0,67 (0,20 " )
Хряк, мелкий гравий . . . . .	1,00 (0,30 " )
Крупный гравий, диаметром в 1 дюйм . . . . .	2,00 (0,60 " )
Щебень, величиною с куриное яйцо . . . . .	3,00 (0,90 " )

Из этой таблицы явствует, что скорость течения в каналах должна заключаться между 1 и 2 фут., т.е. 0,3—0,6 м, так как вероятность попадания крупного гравия в каналы весьма мала. Но здесь надо отметить, что расчет ведется обыкновенно при наибольшем расходе, поэтому в большинстве случаев действительная скорость меньше расчетной, и что движение жидкости в верховьях сети весьма неравномерно. В виду этого обыкновенно считают необходимым не допускать при наибольшем расходе скорости меньше 0,6 м (2 фут.) в середине и конце сети и увеличивать расчетную скорость в верховьях сети до 0,75—0,90 м (2½—3 фут.).

По вопросу о наибольшей скорости большинство авторитетов сходилось во мнениях, что таковой скоростью надо считать 1,8—2,10 м (6—7 ф./сек).

Но необходимо обратить внимание на то, что данные эти относятся главным образом к общесплавной канализации, в сеть труб которой легко проникает с поверхности улиц и дворов песок, камешки и пр.

и к тому времени, когда гончарные трубы соединялись при помощи стыка, замазанного глиной; глина легко протачивалась червями и поэтому из почвы в трубы мог проникать песок и мелкий гравий.

Совершенно иначе обстоит дело при раздельной канализации в сети хозяйственных вод, когда особенно гончарные трубы, уложенные на асфальтовом стыке, совершенно для червей непроницаемы.

В таком случае, вероятность попадания в сеть песка или хряща понижается до ничтожной величины. Соответственно с этим, очевидно, могут быть раздвинуты границы допускаемых скоростей, так как хозяйственные воды несут только органические вещества, удельный вес которых мало отличается от веса воды.

В киевской сети хозяйственных вод имеется несколько верхних участков 8" труб, в которых допущена расчетная скорость в 0,5 м/сек и все эти участки работают совершенно исправно без промывки водопроводной водой.

В своей записке к проекту петербургской канализации Линдлей также высказывает предположение допускать скорость в 0,45 м/сек при течении одних хозяйственных вод, хотя он и предполагал, повидимому, общеславаную систему.

## § 25. Наименьший уклон каналов.

Наименьший уклон определяется с одной стороны, наименьшей допускаемой скоростью, а с другой возможностью выполнения.

Первое условие имеет отношение, главным образом, к трубам малого диаметра, уклон которых вообще настолько значителен, что им обусловливается, главным образом, глубина заложения сети.

Наименьший диаметр, применяемый при устройстве сети, 8". Если исходить из сделанного ранее допущения наименьшей скорости 0,5 м/сек, то оказывается возможным укладывать 8" трубы с уклоном  $\frac{1}{500}$ , при чем при половинном наполнении скорость будет 0,49 м/сек. Такой уклон может быть, конечно, допущен лишь только в крайнем случае. В Дувре в сети для хозяйственных вод для 9" труб принят наименьший уклон в 0,002, а в Оксфорде для тех же труб — 0,0017.

Так как сеть проектируется всегда в предположении возрастающей скорости от верховьев ее к резервуару, то вопрос о наименьших уклонах для труб большого диаметра разрешается сам собою, лишь бы скорость не была меньше 0,6 м.

Однако же по мере возрастания диаметра каналов уклон может уменьшаться до нежелательных пределов. Таким пределом для каналов канализационной сети можно считать уклон в 0,0004. Уже и такой уклон весьма трудно исполним. Если же принять во внимание возможность небольших просадок, то местами при таком незначительном уклоне и даже при очень малых осадках могут получиться местные обратные уклоны и пониженные пункты, где будут собираться и накапливаться осадки.



## § 26. Вентиляция сети.

Вентиляция сети имеет назначение поддерживать чистоту воздуха в каналах и тем предотвратить порчу уличного в случае проникновения коллекторного воздуха наружу, а также создавать возможно благоприятные условия для персонала, занимающегося очисткою сточной сети.

В рационально устроенной и эксплуатируемой канализации возможность образования избыточного количества дурно пахнущих газов, обусловливается случаем закупорки канала; при нормальных же условиях сточные воды достигают своего конечного пункта еще до начала разложения заключающихся в них органических веществ, которое обычно наблюдается примерно через 24 часа по выходе жидкости из домового отвода.

Хорошим примером, подтверждающим правильность этого взгляда, являются исследования доктора Микеля, который установил, что уличный воздух Парижа находится в худшем состоянии, чем воздух обслуживающих его коллекторов.

Причиной порчи воздуха в каналах является, главным образом, процесс гниения, т.-е. медленное разложение заключающихся в сточной жидкости органических веществ, которое сопровождается выделением дурно пахнущих и ядовитых газов.

Поэтому при сооружении канализации необходимо принять меры к извлечению из каналов испорченного и к одновременному введению свежего воздуха.

Благодаря удачной разбивки города на отдельные участки проектируемая сеть может не иметь длинных каналов, например самый длинный канал может иметь протяжение 3 000 м. Короткое протяжение отдельных каналов обуславливает малое время пребывания в них сточной жидкости до поступления ее к конечному пункту, перекачивательной станции. В упомянутом участке для этого потребуется время меньше 5 часов, а этим предотвращается возможность загнивания жидкости по пути. С другой стороны вследствие такого начертания сети, в городе нет каналов, проводящих особенно большие количества сточной воды, следовательно, и требующих соответственных количеств подаваемого и извлекаемого воздуха.

Подачу свежего воздуха в каналы обычно осуществляют посредством вентиляционных тумб, а вытяжку испорченного воздуха — посредством фановых труб.

Действие этой системы основано на том, что более сухой, а следовательно более плотный, более тяжелый воздух поступает в каналы через вентиляционные тумбы вследствие того, что они меньше возвышаются над землей, чем фановые трубы. Канальный воздух всегда влажнее наружного, а следовательно и легче его, поэтому он будет выталкиваться наружу через фановые трубы воздухом, поступающим в сеть через вентиляционные тумбы.

Предполагаемое движение воздуха может не оправдаться только после сильного и продолжительного ливня, когда наружный воздух окажется влажнее канального. Но в виду исключительности этого



явления можно с ним не считаться. Приходится не принимать этого во внимание еще и по тому соображению, что вентиляционные устройства, которые обеспечили бы правильный обмен воздуха в каналах и в указанных весьма редких и кратковременных случаях, потребовали бы крупных материальных затрат.

Между тем многочисленные опыты устройства вентиляции посредством тумб на практике дают благоприятные результаты. В Москве инженером А. А. Семеновым даже были произведены специальные опыты с целью определения степени надежности работы вентиляционных тумб.

К вентиляционным тумбам подвешивались реактивные бумажки на сероводород и аммиак, при чем выяснилось, что присутствие сероводорода они совершенно не обнаружили, а на аммиак дали слабое окрашивание. Как оказалось при продолжении этих опытов реактивные бумажки на аммиак дали также слабое окрашивание при помещении их вне района действия вентиляционных тумб, просто в уличном воздухе. Эта последняя проба указала, что реактивные бумажки на аммиак приобретают такое же окрашивание и в слоях воздуха над мостовой, а следовательно вытекание канального воздуха через тумбы не происходит.

Вентиляционные тумбы можно установить через каждые 200 м одна от другой.

Кроме того свежий воздух будет поступать в каналы и через колодцы. Правильная эксплуатация сети требует ежедневного осмотра всех ревизионных колодцев для предотвращения возможности засорения каналов, поэтому на протяжении части суток всегда один колодец на участке сети бывает открытым и через него несомненно будет поступать в сеть наружный воздух.

В заключение следует обратить внимание, что система вентиляции посредством тумб и фановых труб обеспечивает во всех частях канализационной сети—и в дворовой, и в домовой—давление, не превышающее наружное, атмосферное. А последнее обстоятельство весьма важно, так как только при таком соотношении давлений в каналах и наружного воздуха предотвращается прорыв канального воздуха через санитарные приборы в жилые помещения.

В настоящее время применяется также подача свежего воздуха в каналы через отверстия в крышках смотровых колодцев. Но вентиляция через тумбы имеет то преимущество перед вентиляцией через отверстия в крышках колодцев, что предохраняет сеть от засорения уличным мусором. Это имеет очень большое значение для городов, в которых сеть приходится укладывать с небольшими уклонами, т.е. расположенных на плоских местах.

## § 27. Грунтовая и ключевая вода.

Города, лежащие в местности с высоким уровнем стояния грунтовой воды, как напр. Ленинград, где она находится на 1—1,5 м глубины, устраивая канализацию, должны считаться с притоком грунтовой воды в канализационную сеть и почва станет тем суше, чем глубже лежат уличные трубы. Нельзя однако надеяться, что вода потечет через плотно

заделанные стыки или профильтруется через стенки или потечет вдоль труб, таким образом их использовать трудно, а необходимо прокладывать специальные дренажные трубы, которые располагаются под каналами или с обеих сторон его и идут вдоль них; дренаж устраивается обычным порядком из дренажных труб, с осышкой стыков гравием. Этот дренаж осушает траншеи при укладке магистральных линий и принимает в себя приток воды из боковых дренажей, идущих из отдельных осушаемых владений.

При общесплавной системе эту воду приходится перекачивать насосами на очистные сооружения или для спуска в реку, а потому знание ее количества, хотя бы приблизительное, необходимо. Исследование почвы и пробные откачки могут дать некоторое указание, но первые укладки труб дадут истинное представление на счет объема грунтовых или ключевых вод, подлежащих отводу. Таким образом гадательным является предположение первого года постройки, в дальнейшем более или менее точная цифра будет налицо. Для грубого подсчета можно принять, что в дренаж попадает  $\frac{1}{3}$  всей атмосферной воды, просачивающейся через незамощенную поверхность участков города.

## Глава VI. Расчет сети.

### § 28. Графический способ расчета сети.

Следующим облегчением расчета является применение графических таблиц, по которым необходимые данные получаются в готовом виде. Приводим ниже график для расчета труб яйцевидного сечения. Способ составления его и пользования им нижеследующий.

Площадь сечения по фиг. 4 при отношении  $\frac{H}{d} = \frac{3}{2}$ :

$$F = r^2 \left( 3,02 + \frac{\pi}{2} \right) = 4,59 r^2 = 0,51 H^2. \quad \dots \quad (4)$$

Из знакомой нам формулы  $Q = F \cdot v$  имеем:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{0,51 H^2} = \frac{44H \sqrt{I}}{0,35 + \sqrt{R}},$$

где первая часть равенства получается из формулы  $v = c \sqrt{RI}$ , если вместо коэффициента  $c$  вставить его значение  $c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}}$ . . . (5)

$$\text{тогда } v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \sqrt{R \cdot I} \dots \dots \dots (6)$$

Значения  $c$  в зависимости от гидравлического радиуса приведены в следующей таблице 13.

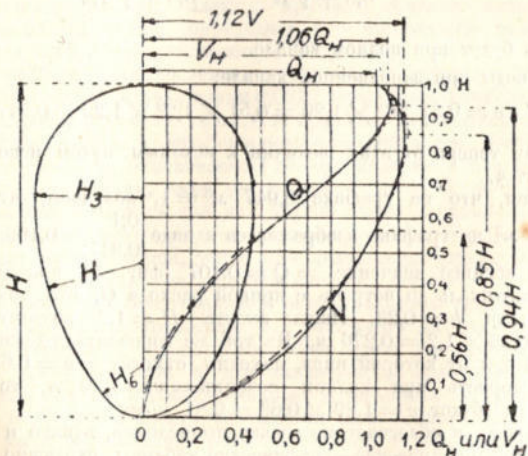
Таблица 13.

$R = 0,025$	0,03	0,04	0,05	0,06	0,075	0,10	0,125	0,15	0,175
$e = 31$	33	36	39	41	44	47	50	52	54
$R = 0,20$	0,225	0,25	0,30	0,45	0,40	0,45	0,50	0,75	1,0
$e = 56$	58	59	61	63	64	66	67	71	74

Для яйцевидного сечения при заполнении на всю высоту  $R = 0,579 r$  или  $= 0,193 H$ .  $\left[ F = 0,51 H^2 \right.$  и периметр  $u = 2,64 H$ , откуда  $R = \frac{F}{u} = \frac{0,51 H^2}{2,64 H} = 0,193 H$  ], подставляя это значение в формулу (6), получим указанное значение для  $v$ :

$$v = \frac{44 H \sqrt{I}}{0,8 + \sqrt{H}} \dots \dots \dots (7)$$

Если по этим формулам рассчитаем  $Q$  и  $v$  при  $I = 1 : 100$ , напр., для  $H = 1,8$  м и для  $H = 0,3$  м, при различных высотах наполнения



Фиг. 4.

от 0 до 1,0  $H$  и для  $Q$  от 0 до 1,2  $Q$ , и нанесем на сетку (фиг. 4), то заметим, что  $v$  и  $Q$  не получают своего наибольшего значения при совершенно заполненном яйцевидном сечении, именно  $Q$  достигает максимума при  $0,94 H$  (при круглом сечении  $Q_{\max}$  при  $0,91 d$ ;  $v$  (правая



кривая), получает максимум при  $0,85 H$  (для круглого при  $0,83 H$ ). Замечательно, что скорость при наполнении  $0,56 H$  и при совершенном заполнении сечения одинакова. Сплошная линия, построенная для высоты сечения  $H = 1,8$  м мало чем отличается от пунктирной кривой, почти совпадающей со сплошной построенной для  $H = 0,3$  м. Поэтому есть смысл построить для всех сечений одну среднюю кривую, неточность ее для больших и малых  $H$  будет ничтожна.

Такой же график можно построить и для круглого сечения, при чем он будет мало отличаться от графика яйцевидного сечения; оба графика можно еще дополнить третьей кривой — относительных площадей живого сечения канала, она близка к кривой для  $Q$ , пересекает ее около точки  $0,50 Q$  и в нижней части проходит под ней, а в верхней над ней.

Пример. По бетонному каналу оvoidального сечения с отношением  $\frac{H}{d} = \frac{3}{2}$  высотой  $H = 1,2$  м, уложенному с уклоном  $1:2500$  протекает  $0,1$  м<sup>3</sup>/сек; нужно определить глубину воды  $h$  и скорость течения  $v$ .

$$\text{По формуле (7) } v = \frac{44 \cdot H \sqrt{I}}{0,8 + \sqrt{H}} = \frac{44 \times 1,2 \times \sqrt{\frac{1}{2500}}}{0,8 + \sqrt{1,2}} = 1,29 \text{ м/сек.}$$

эта скорость будет при полном канале.

Расход воды при заполненном канале:

$$Q = F \cdot v = 0,51 H^2 \times 1,29 = 0,51 \times 1,2^2 \times 1,29 = 0,947 \text{ м}^3.$$

Перейдем теперь от этих величин к искомому путем использования графика фиг. 4.

Принимая, что на графике  $0,947 \text{ м}^3 = 1$ , получаем, что данный расход в  $0,1 \text{ м}^3$  на графике изображается в виде  $\frac{0,1}{0,947} = 0,106$ . Отсчитываем на оси абсцисс значение  $= Q = 0,107$  (фиг. 4), проводим через эту точку вертикаль до встречи с кривой расхода  $Q$ , эта точка лежит на горизонтали  $h = 0,23$ . Наша высота  $H = 1,2$  поэтому в метрах  $= h = 0,23 \times 1,2 = 0,276$  м. На той же горизонтали лежит и точка кривой  $v$ , следуя от которой вниз, находим отметку  $= v = 0,63$ ; но так как наша скорость при полном сечении  $= v = 1,29$  м, то искомая для  $Q = 0,1 \text{ м}^3$  будет  $v = 1,29 \times 0,63 = 0,81 \text{ м/сек}$ .

Хотя график и облегчает несколько вычисления, однако и он не так удобен, как логарифмические—графические таблицы, входящие в последнее время в употребление при расчетах канализационных сетей. Они экономят много времени и труда, при них невозможны ошибки в подсчетах и последние не утомляют расчетчика.

Логарифмические графики можно составить для любого сечения канала, круглого, яйцевидного, лоткового и всякого другого фасонного сечения.

## § 29. Логарифмически-графические таблицы для расчета канализационной сети.

(Сетка № I в конце книги).

Для удобства расчета сети помещаем логарифмо-графическую таблицу для круглого сечения. Она рассчитана по известной нам формуле для  $C = \frac{100 R}{0,30 + \sqrt{R}}$ , если  $C$  взять не 0,30, а 0,35, как берут некоторые авторы проектов, то получится большее сечение каналов, а следовательно и удорожание всей сети.

Слева по вертикали на сетке написаны уклоны в десятичных дробях, справа же уклоны, но в обыкновенных дробях; на горизонтали, внизу, написаны расходы в л/сек.

Первый график содержит диаметры от 0,20 до 0,60 м.

Второй график содержит диаметры от 0,70 до 1,00 м.

Диаметры вписаны над треугольниками.

Первый график рассчитан для максимального наполнения 0,50.

Второй график рассчитан для максимального наполнения 0,66.

Линии наполнения нанесены через каждые 0,01 диаметра, линии скоростей через каждые 0,01 м.

Пример. Имеем коллектор круглого сечения диаметром 0,50 м с уклоном 0,0012 (1/830) определить его пропускную способность при заполнении 0,48 и соответствующую скорость.

По графику в предпоследнем треугольнике справа с надписью 0,50 видим, что горизонтальная линия 0,0012 пересекает линию наполнения 0,48 (третье справа) в той же точке, где проходит пунктирная линия с пометкой 0,65; эта цифра и есть скорость  $v = 0,65$  м/сек. Этой точке соответствует расход  $Q$ , отыскиваемый по вертикали вниз, т.-е.  $Q = 61,0$  л/сек. Таким же точно путем, имея две величины из 4:  $Q$ ,  $d$ ,  $I$  и  $v$ , находим остальные две, пользуясь той или другой степенью наполнения. Вспомним при этом, что скорость  $v$  одинакова при круглом сечении, как при полном заполнении сечения водой, так и при половинном (также, как и на графике фиг. 9), а потому на логарифмической таблице и нет наполнений более 0,5 диаметра. Этот график в общем сходен с графиком, применяемым для расчета водопроводной сети (см. книгу автора „Водоснабжение городов и селений“), только в последнем труба под напором, т.-е. заполнена по всему сечению, а для канализации применяются не полное наполнение, как во избежание напора в бетонных и керамиковых трубах, так и для возможности вентиляции сети. Заполнение всего сечения привело бы к образованию газов в трубах и уменьшению пропускной способности труб, а потому в самотечных каналах не применимо.

Расчет сети канализации вписывается в особые ведомости, форма которых содержит большое количество граф, как-то №№ участков канала, длины между колодцами, расход воды, диаметры или размеры фасонного сечения, уклоны, отметки дна канала относительно ординара (местный „0“), отметки уровня воды в канале, нивелировочные отметки поверхности



мостовой, глубины заложения канала и др.; данные эти наносятся на предварительную карту сети, по которой в масштабе 1 см = 2,5 м проектируется трасса с расстановкой всех колодцев: смотровых, дождевых, причем на этой карте, для правильного местоположения трассы, должны быть нанесены водопроводная сеть, старые деревянные или бетонные трубы, газовая сеть, электрические и телефонные кабели и трамвайные пути.

Для большого города с протяжением всех улиц свыше 500 км (например, Москва или Ленинград) колодцев нужно для всей сети 20 — 30 тысяч штук. Для города с протяжением улиц в 50 верст их потребуется 2—3 тысячи штук, поэтому их следует конструировать, так, чтобы их можно было ставить быстро и с наименьшей затратой средств.

### Логарифмические сетки II и III.

Сетка II и III (в конце книги) позволяют производить быстрый расчет труб для различных расходов воды, скоростей и уклонов, а масштаб приложенный к ним допускает расчет труб при различных напоях их.

Сетка II и III составлены на основании сокращенной формулы Куттера:

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \sqrt{RI},$$

где  $v = (\text{velocitas})$  скорость течения,

$R =$  гидравлический радиус =  $\frac{\text{площадь сечения}}{\text{смоченной периметр}}$ ,

$I = (\text{inclinatio})$  гидравлический уклон,

$b =$  коэффициент шероховатости, принят = 0,35 безотносительно будут ли трубы кирпичные, бетонные или керамиковые, потому что вскоре после включения каналов в работу их стенки покрываются слизью, которая делает стенки при всяких материалах однообразно шероховатыми.

Сетка IV для расчета ливнеспусков с полным водосливом рассчитана по формуле

$$Q = \mu \cdot b \cdot h \sqrt{2gh},$$

здесь  $g = 9,81$  уск. силы тяжести,

$\mu = 0,50$  коэффициент.

Остальные обозначения видны из чертежа.

Применения таблиц для расчета труб укажем на примерах.

Пример 1. Овоидальное сечение  $h:b = 3:2$  (сетка III) должно пропустить 648 л/сек при уклоне 1:1 000. Каковы должны быть размеры сечения?

Решение. Точка встречи вертикальной линии с пометкой 648 с горизонтальной линией с пометкой 1:1 000 находится на косой линии



сечений с пометкой 120/80, т.е. необходимо сечение высотой в 120 см, шириной 80 см (в пятах свода), профиль с полным наполнением.

**Пример 2.** Какова будет скорость для сечения первого примера?

**Решение.** Упомянутая точка встречи вертикальной и горизонтальной ( $Q$  и  $I$ ) линий лежит между двумя линиями  $v = 0,8$  и  $0,9$  (косые линии идущие слева - вниз - направо); точное измерение дает  $v = 0,88$  м.

**Пример 3.** Надо пропустить 280 л/сек при уклоне 1:3 800. Какое сечение нормального оvoidального профиля требуется для этого?

**Решение.** Точка пересечения линии  $Q = 280$  л/сек и  $I = 1:3 800$  лежит между профилями 110/73 и 120/80, понятно, что следует остановиться на большем профиле 120/80.

**Пример 4.** Как высоко установится уровень воды в сечении 3-го примера?

**Решение.** На горизонтальной линии уклона 1:3 800 следует взять циркулем участок между  $Q = 280$  л/сек (заданный расход) и точкой пересечения этой  $I = 1:3 800$  косою линией профиля 120/80 (искомый расход), перенести взятый участок на масштаб наполнения (вверху чертежа — уменьшение расхода  $Q$  при частичном наполнении) и отложить вправо от деления обозначенного 100%. Правая ножка циркуля совпадает с делением в 75%.

Таким образом профиль высотой в 120 см будет заполнен на  $120 \times 0,75 = 90$  см.

**Пример 5.** Какова будет скорость для сечения третьего примера?

**Решение.** На масштабе наполнения для  $v$  (уменьшение скорости  $v$  при частичном наполнении (следует взять участок между 100% и 75% (см. 4 пример) циркулем и отложить на линии  $I = 1:3 800$  влево от точки пересечения ее косою линией 120/80.

Левая ножка циркуля дает отсчет скорости  $v = 0,49$  м.

**Пример 6.** Канал нормального оvoidального профиля 140/93 при уклоне 1:1 900 имеет полное наполнение. Каков расход воды в нем и скорость?

**Решение.** В таблице 2 в точке пересечения косою линией профиля 140/93 и линии  $I = 1:1 900$  отсчитываем  $Q = 712$  л/сек и  $v = 0,71$  м/сек.

**Пример 7.** В примере 6 оvoidальное сечение при однообразном уклоне 1:1 900 наполнено только на высоту 1,0 м. Какое количество воды будет протекать при этом наполнении?

**Решение.** 1,0 м высоты наполнения составляет 71,5%, всей высоты (1,4 м) сечения. По масштабу наполнения для  $Q$  берется циркулем участок 100%—71,5% и откладывается на горизонтальной линии  $I = 1:1 900$  вправо от точки ее пересечения с косою линией 140/93. Отсчет дает там 556 л/сек.

**Примечание.** При пользовании масштабом уменьшения для частичного наполнения необходимо следить за тем, чтобы искомые масштабные участки:

1. Всегда откладывались бы от точки масштаба, обозначенной пометкой 100%.

2. На сетке откладывались бы в том же направлении (вправо или влево) от точки пересечения с косою линией профиля, в котором лежит эта точка на масштабе частичного наполнения в % от точки намеченной 100%.

В предыдущих примерах сделаны расчеты по таблице III (нормальные яйцевидные сечения). Понятно что применение таблицы II для круглого сечения совершенно аналогично и также пользуются помещенным над сеткой масштабом уменьшения (редукции) при частичном наполнении труб.

### Расчет ливнеспусков.

**Пример 8.** Ширина  $b$  порога ливнеспуска с полным водосливом должна быть определена при следующих данных: расход  $Q = 850$  л/сек и высота  $h$  верхней воды над порогом  $= 0,40$  м.

**Решение.** Для расчета служит таблица IV.

Отыскиваем заданные величины на шкалах  $Q$  и  $h$  и находим точку пересечения обеих линий, через нее проходит  $b$ —линия с пометкой 1,50. Таким образом, искомая длина порога ливнеспуска определена в 1,50 м.

**Пример 9.** Существующий ливнеспуск с полным водосливом и с длиной порога в 10,0 м и с подпором  $h$  воды над порогом в 0,20 м. Сколько воды переливается через порог?

**Решение.** Для расчета служит таблица IV.

Точка пересечения  $b$  линии обозначенной 10,0 м и  $h$ —линии  $= 0,20$ —приходится на вертикальной линии  $Q = 2000$  л/сек; каковые и переливаются через порог ливнеспуска.

## § 30. Расчет сечений с помощью диаграмм.

Для расчета круглых и овальных труб служат графические таблицы 1, 2, 3 и 4. Они построены на основании сокращенной формулы Куттера, по которой скорость

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \sqrt{R \cdot I},$$

где  $I$  = уклон,  $b = 0,35$  коэффициент шероховатости.

Расход воды  $Q = F \cdot v$ .

Гидравлический радиус

$$R = \frac{F}{p} = \frac{\text{площадь сечения}}{\text{смоченный периметр}}.$$

Принято полное заполнение поперечного сечения трубы.

Применение таблиц 1—4 весьма просто, все величины могут быть взяты с диаграмм, если, конечно, скорости не ненормально велики или малы. Если случится, что какой-либо величины не хватает (например, для  $Q$ ), то проще всего применить соотношение:

$$\frac{v}{v_1} = \frac{Q}{Q_1} = \frac{I}{I_1}.$$

### Круг

малый расход воды

$R = F =$  площадь сеч.

$p =$  смочен. пер.

$Q = F \cdot v$

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot I}.$$

Расход воды в куб. м в сек =  $Q$ .

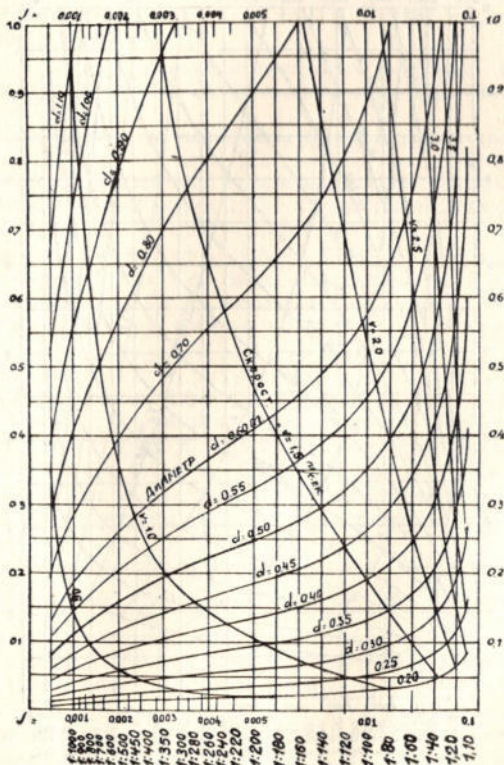


Таблица 1.





**Пример 1.** Труба круглого сечения в 1,0 м диаметром при уклоне в 1:140 сколько пропускает воды и с какой скоростью? По диаграмме 2 отсчитывается  $Q = 2 \text{ м}^3$  и  $v = 2,5 \text{ м/сек}$ .

**Пример 2.** Какая ширина ( $d$ ) нужна при обычном ( $h = 1,5 d$ ) овоидальном сечении, если оно должно пропускать при уклоне  $I = 1:500$  количество воды  $Q = 1,2 \text{ м}^3/\text{сек}$  при полном заполнении?

На таблице 4 горизонтальная линия  $Q$  с 1,2 м пересекает вертикальную с обозначением 1:500 почти под кривой для сечения 0,90/1,35, таким образом ширина будет 0,90 м, более точно: 0,88 м. Скорость же лежит между обеими кривыми  $v = 1,0$  и  $v = 1,5$ , она примерно будет  $v = 1,3 \text{ м/сек}$ .

Таблицы 5, 6 и 7 дают кривые наполнения для 11 различных сечений. Из этих кривых можно получить  $Q$  и  $v$  для различных наполнений сечения.

**Пример 3.** Круглое сечение пропускает 4 м<sup>3</sup> воды со скоростью в 3 м/сек, сколько пропустит оно при наполнении в 0,8 высоты и какова будет скорость?

По таблице 5 кривая наполнения  $Q$  (для количества воды) при наполнении в 0,8 проходит через 1,0, т.-е. круглое сечение пропускает при 0,8 столько же сколько при полном заполнении. Кривая скорости  $v$  при 0,8 высоты проходит через 1,13. Следовательно, скорость течения при 0,8 высоты будет  $1,13 \times 3,0 = 3,39 \text{ м/сек}$ .

**Пример 4.** То же, что в примере 2, только овоидальное сечение должно быть заполнено до пят свода (0,7 высоты). Из таблицы 6 на кривой для  $Q$  видно, что при наполнении 0,7 сечение пропустит 0,75 того количества  $Q$ , которое пройдет при полном заполнении. Надо взять поэтому (таблица 4) не  $Q = 1,2 \text{ м}^3$ , а  $Q = \frac{1,2}{0,75} = 1,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Подходящее сечение будет поэтому  $1,0 \times 1,5 \text{ м}$ . Скорость течения по таблице 4 будет  $v = 1,4 \text{ м/сек}$ . Из таблицы 6 для кривой  $v$  видим, что скорость при наполнении в 0,7 будет в 1,1 больше, чем при полном заполнении, так что действительная скорость будет  $1,1 \times 1,4 = 1,54 \text{ м/сек}$ .

**Пример 5.** Как велико должно быть наполнение и какова скорость при овоидальном сечении 0,90/1,35, если протекают 0,2 м<sup>3</sup>/сек при уклоне 1:500?

При полном заполнении сечение пропускает (таблица 4) 1,25 м<sup>3</sup>/сек со скоростью 1,3 м/сек. Отношение  $\frac{0,2}{1,25} = 0,16$ . По таблице 6 наполнение при  $Q = 0,16$  составляет 0,3 высоты сечения, так, что  $0,3 \times 1,35 = 0,4 \text{ м}$  и скорость (таблица 6) при наполнении в 0,3 высоты будет 0,75 от скорости при полном заполнении или  $0,75 \times 1,3 = 1,0 \text{ м/сек}$ .

Далее в этих таблицах даны для каждого сечения коэффициенты, которые дают отношение данного сечения к кругу одинаковой ширины ( $d$ ). Поэтому возможно по таблице для круга (1, 2, 3) рассчитать любое сечение канала. Коэффициент шероховатости при этом принят постоянным  $b = 0,35$ , как это вписано наверху диаграмм.

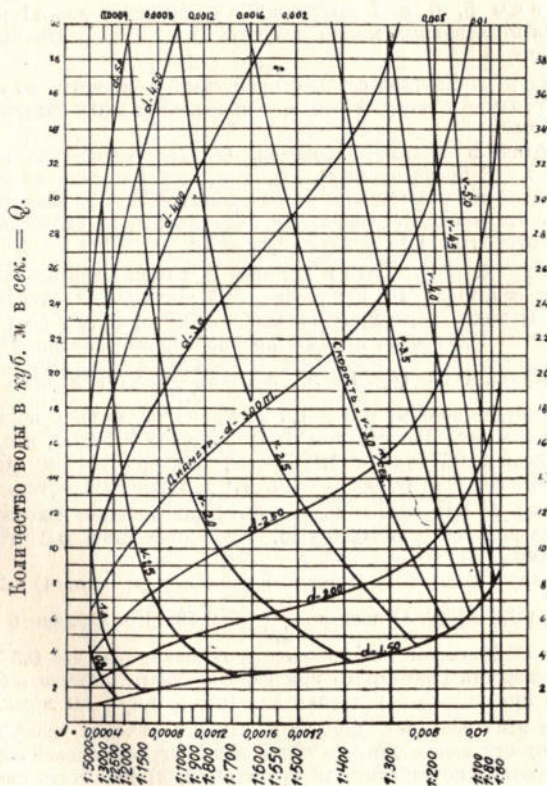
## Круг

большие расходы воды

$$Q = I \cdot v;$$

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot I},$$

$$R = \frac{F}{p} = \frac{\text{пл. сеч.}}{\text{смочен. пер.}}$$





## Овоидальное сечение

1 : 1,5

$$Q = I \cdot v;$$

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot I},$$

$$R = \frac{F}{p} = \frac{\text{плоч. сеч.}}{\text{смочен. пер.}}$$

Количество воды в куб. м в сек. = Q.

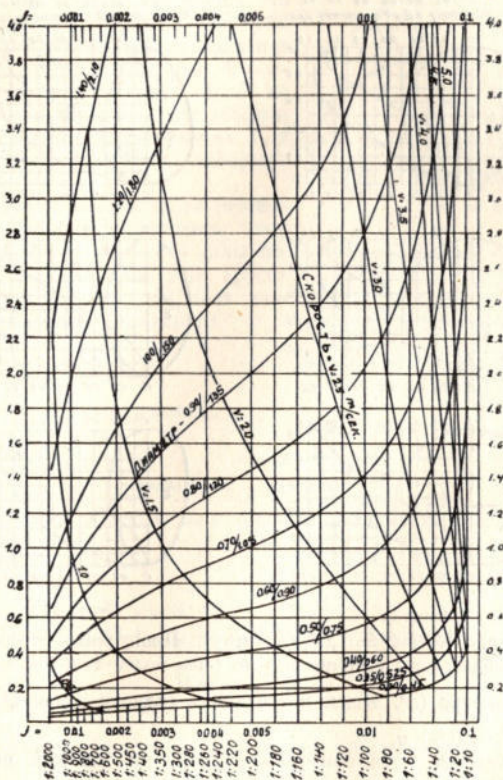


Таблица 4.

Пример 6. Опрокинутое оvoidальное сечение по таблице 6 должно при уклоне 1:500 пропускать количество воды  $Q = 1,2 \text{ м}^3/\text{сек.}$  Каковы должны быть ширина сечения ( $d$ ) и скорость ( $v$ )?

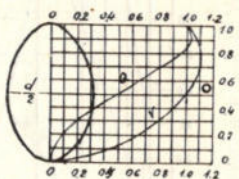
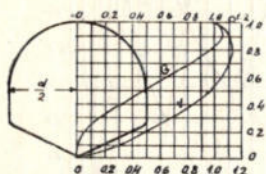
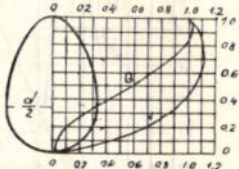
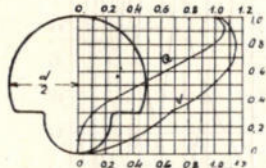
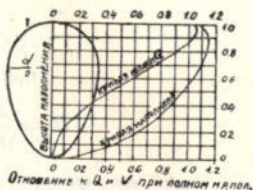
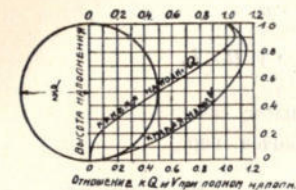


Таблица 5.

Таблица 6.

По таблице № 5  $Q = 1,98 Q_1$  (круг). Пропускная способность опрокинутого оvoidального сечения в 1,98 раза более таковой же одинакового диаметра ( $d$ ). Ищем в таблице 1 диаметр  $d$  для  $Q = \frac{1,2}{1,98} = 0,6$  и находим  $d = 0,80 \text{ м.}$

Далее там же отсчитываем  $v = 1,2 \text{ м}$ , но так как по таблице 6  $v = 1,15 v_1$  (круг), то  $v = 1,15 \times 1,2 = 1,4 \text{ м/сек.}$

Для обоснования этого способа графического расчета не требуется много пояснений. Если сравнить друг с другом пропускную способность

круглого сечения  $Q_1 = s$  с любым другим сечением с пропускной способностью  $Q$ , но одинаковой ширины  $d$ , то отношение  $Q$  к  $Q_1$  не постоянно, но зависит от  $d$ . Если решить несколько примеров, то получается неожиданный результат, что практически соотношение это почти не изменяется. Так, например, для обыкновенного овоидального сечения с соотношением ширины к высоте 1 : 1,5 (таблица № 5 и 6) между ширинами 0,5 и 5,0 м соотношение  $Q$  к  $Q_1 = 1,61 : 1$ . Если даже математические то не совсем точно, то практически можно принять, что  $Q = 1,61 Q_1$ , это значит, что овоидальное сечение пропускает в 1,61 раз больше воды, чем круглое сечение такой же ширины. Таким образом, зная коэффициент 1,61 можно по диаграммам 1, 2 и 3 легко найти  $Q$  и  $v$  для овоидального сечения.

Для обычного овоидального сечения (1 : 1,5) нет нужды производить этот расчет, так как в таблице 4 даны все необходимые данные. Для всех других сечений этот способ расчета дает значительное упрощение (пример 5).

### Примеры:

(краткая сводка трехних).

#### Пример 3.

Для 4,0 м<sup>3</sup>/сек при полном наполнении:

$$v = 3,0 \text{ м/сек}; Q^1 = ? \text{ при } 0,8 \text{ наполнении}; v^1 = ?$$

По таблице 5:

при 0,8:

$$Q^1 = 1 \times Q_{\text{полн.}} = 1 \times 4 = 4 \text{ м}^3/\text{сек};$$

$$v^1 = 1,13 v_{\text{полн.}} = 1,13 \times 3,0 = 3,4 \text{ м/сек.}$$

#### Пример 4.

Для  $Q = 1,2 \text{ м}^3/\text{сек}; I = 1 : 500$

$d = ?$   
 $v = ?$  } Для обычного овоидального сечения при 0,7 наполнения.

По таблице 6:

$$Q \text{ при } 0,7 = \frac{Q}{0,75} = \frac{1,2}{0,75} = 1,6.$$

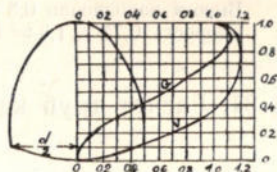
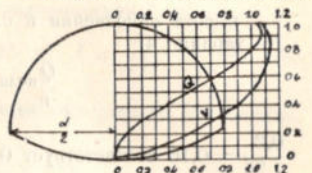
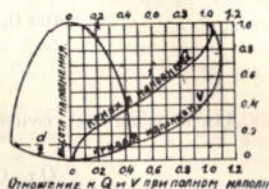


Таблица 7.



По таблице 4:

$$\text{Сечение } \frac{1}{1,5}, v_{\text{полн.}} = 1,4 \text{ м/сек},$$

$$v \text{ при } 0,7 = 1,1 \times 1,4 = 1,54 \text{ м/сек}.$$

Пример 5.

Для овоидального сечения  $\frac{0,90}{1,35}$ :

$$Q = 0,2 \text{ м}^3/\text{сек} \text{ и } J = 1 : 500.$$

? = высота наполнения и  $v$ .

По таблице 4:

$$Q_{\text{полн.}} = 1,25 \text{ м}^3/\text{сек};$$

$$v_{\text{полн.}} = 1,3 \text{ м/сек}.$$

$\frac{0,2}{1,25} = 0,16$  соответствует 0,3 наполнения (таблица 6).

Высота наполнения  $0,3 \times 1,35 = 0,4 \text{ м}$ .

Скорость  $0,75 \times 1,3 = 1,0 \text{ м/сек}$ .

## § 31. Расчет труб канализации с помощью числовых таблиц.

По формуле Шези скорость течения воды:

$$v = c \sqrt{R \cdot J}$$

но так как расход  $Q = F \cdot v$ , то подставляя вместо  $v$  его значение, имеем:  $Q = c F \sqrt{R \cdot J}$  мы видим, что  $F$ ,  $c$  и  $\sqrt{R}$  для известного сечения и определенной степени наполнения представляют величины постоянные, и уравнения эти можно написать так:

$$v = c \sqrt{R} \cdot \sqrt{J} = A \cdot \sqrt{J}$$

или

$$\frac{v}{\sqrt{J}} = A$$

$$Q = F \cdot c \sqrt{R} \sqrt{J} = F \cdot A \sqrt{J} = B \sqrt{J}$$

или

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = B$$

Постоянные величины  $A$  и  $B$  называются коэффициентами скорости и расхода. Проф. Бюссинг вычислил их для чаще употребляемых круглых, яйцевидных и специальных сечений при различной высоте наполнения. Высота наполнения в этих таблицах, составленных для метрических мер, выражена в частях радиуса, а коэффициент трения  $s$  взят по Гангилче-Куттеру при  $n = 0,013$ , или Дарси-Базену, при  $\beta = 0,3$ , и округлен до целых чисел.

Ниже помещены числовые таблицы №№ 1 и 2 для круглых и яйцевидных сечений (3 : 2) при различной высоте наполнения. По этим таблицам уже нетрудно решить все встречающиеся на практике случаи. Если в таблицах нет точно подходящих цифр коэффициентов  $A$  и  $B$ , то высоту наполнения и скорость определяют интерполированием.

Пример. Положим, что  $Q = 0,25 \text{ м}^3 \text{ J} = \frac{1}{400}$  и что взято яйцевидное сечение  $\frac{60}{90}$  см, требуется определить степень наполнения.

$$\frac{Q}{VJ} = \frac{0,25}{\sqrt{\frac{1}{400}}} = 5,00$$

В таблице № 2, для яйцевидного сечения, высотой 90 см, ближайшее меньшее число (равного нет) будет 4,77, соответствующее наполнению в 1,62, а большее 5,28. Разница между этими числами будет  $5,28 - 4,77 = 0,51$ , которой соответствует высота наполнения в 0,1; значит для разности:

$$5,00 - 4,77 = 0,23$$

соответствующая высота наполнения будет:

$$\frac{0,1 \times 0,23}{0,51} r = 0,05 r,$$

а искомая высота наполнения будет:

$$1,6 + 0,05 = 1,65 r.$$

Наполнению этого сечения на высоту 1,65 r по таблице соответствует:

$$\frac{v}{\sqrt{J}} = \frac{23,77 + 24,19}{2} = 23,98, \text{ откуда}$$

$$v = 23,98 \times \sqrt{J} = 23,98 \sqrt{\frac{1}{400}} = 1,20 \text{ м.}$$

Таким же образом пользуются таблицами для расчета круглых труб.

Таблица 14 (для метрических мер).

для подбора сечений круглых труб и определения скорости при различной высоте наполнения по данным: расходу  $Q$  и уклону  $J$ .

Коэффициент  $c$  взят по формуле Гангилье-Куттера:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{23 n}{\sqrt{R}}}$$

которая при  $n = 0,013$  имеет вид:

$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}}$$

№№ по порядку	Степень наполнения $h : r$	$d = 20 \text{ см}$		$d = 25 \text{ см}$		$d = 30 \text{ см}$				
		$c$	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	$c$	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	$c$	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м	л		м	л		м	л
1	0,05	16	0,928	1,198	18	1,166	0,388	19	1,346	0,645
2	0,1	21	1,704	1,012	23	2,084	1,930	25	2,477	3,306
3	0,15	25	2,565	2,389	27	2,973	4,963	29	3,490	8,402
4	0,2	27	3,056	6,015	29	3,664	9,381	31	4,284	16,55
5	0,25	30	3,766	8,530	32	4,485	16,21	34	5,209	26,53
6	0,3	32	4,387	12,95	34	5,200	23,97	36	6,018	40,00
7	0,35	33	4,853	17,99	35	5,618	33,23	37	6,645	55,37
8	0,4	34	5,313	24,97	36	6,283	44,20	38	7,249	73,52
9	0,45	35	5,760	30,72	37	6,797	56,37	39	7,833	93,65
10	0,5	37	6,356	39,01	39	7,483	71,60	41	8,599	118,6
11	0,6	38	7,047	55,83	40	8,284	102,4	42	9,509	169,4
12	0,7	39	7,432	73,78	41	8,928	133,2	43	10,24	220,2
13	0,8	41	8,515	99,88	43	9,972	189,4	45	11,41	342,3
14	0,9	42	9,095	124,6	44	10,64	227,4	46	12,16	374,7
15	1,0	43	9,637	151,4	45	11,26	275,9	47	12,86	454,2
16	1,1	44	10,15	179,8	46	11,86	327,3	48	13,52	538,3
17	1,2	44	10,39	204,6	46	12,13	272,4	48	13,84	612,4
18	1,3	45	10,83	234,0	47	12,63	425,6	49	14,39	699,3
19	1,4	45	10,98	257,9	47	19,81	461,1	49	14,60	770,7
20	1,5	45	11,09	280,1	47	12,93	509,4	49	14,73	837,1
21	1,55	45	11,10	289,8	47	12,95	527,1	49	14,75	866,0
22	1,6	45	11,37	299,2	47	12,96	544,1	49	14,77	894,1
23	1,65	45	11,39	308,1	47	12,98	560,5	49	14,79	921,1
24	1,7	45	11,37	316,1	47	11,96	574,9	49	14,77	944,7
25	1,75	45	11,07	322,7	47	12,91	587,0	49	14,71	964,5
26	1,8	45	11,01	328,0	47	12,84	596,5	49	14,64	980,1
27	1,85	45	10,93	331,9	47	12,74	603,0	49	14,42	990,9
28	1,9	45	10,80	332,9	47	12,60	605,5	49	14,35	995,0
29	1,95	44	10,36	233,6	46	12,10	589,2	48	13,80	986,9
30	2,0	43	9,637	302,8	45	11,26	551,7	47	12,86	908,2



Продолжение табл. 14.

№ по порядку	Степень наполнения $h:r$	$d = 35$ см			$d = 40$ см			$d = 45$ см		
		$\epsilon$	$\frac{v}{V\sqrt{J}}$	$\frac{q}{V\sqrt{J}}$	$\epsilon$	$\frac{v}{V\sqrt{J}}$	$\frac{q}{V\sqrt{J}}$	$\epsilon$	$\frac{v}{V\sqrt{J}}$	$\frac{q}{V\sqrt{J}}$
1	0,05	20	1,530	0,998	21	1,718	1,466	22	1,908	2,059
2	0,1	26	2,782	5,059	27	3,090	7,346	28	3,898	10,21
3	0,15	30	3,800	12,79	32	4,449	19,07	33	4,865	26,37
4	0,2	33	4,924	24,75	35	5,587	36,71	36	6,092	50,63
5	0,25	36	5,961	4,33	38	6,727	61,01	39	7,320	88,96
6	0,3	38	6,864	62,11	40	7,724	91,43	41	8,395	125,7
7	0,35	39	7,566	85,86	40	8,296	123,2	42	9,237	173,4
8	0,4	40	8,343	113,9	42	9,257	167,2	44	10,28	234,9
9	0,45	41	8,894	144,8	43	9,977	212,4	45	11,07	298,1
10	0,5	43	9,774	183,1	45	10,90	267,9	47	12,07	375,2
11	0,6	44	10,76	261,1	46	12,31	381,7	48	13,31	534,1
12	0,7	45	11,57	339,1	47	12,92	495,3	49	14,28	692,3
13	0,8	47	12,87	462,3	49	14,35	674,1	51	15,83	940,5
14	0,9	48	13,70	575,2	50	15,27	837,9	52	16,95	1168
15	1,0	49	14,48	696,7	51	16,12	1014	53	17,76	1413
16	1,1	50	15,22	825,0	52	16,92	1200	54	18,63	1671
17	1,2	50	15,57	93,6	52	17,32	1365	54	19,07	1901
18	1,3	51	16,18	1071	53	17,88	1556	55	19,79	2165
19	1,4	51	16,42	1180	53	18,24	1715	55	20,07	2386
20	1,5	51	16,57	1282	53	18,41	1863	55	20,26	2592
21	1,55	51	16,59	1326	53	18,43	1927	55	20,28	2682
22	1,6	51	16,61	1369	53	18,45	1990	55	20,30	2768
23	1,65	51	16,63	1410	53	18,48	2050	55	20,33	2852
24	1,7	51	16,61	1447	53	18,45	2102	55	20,30	2925
25	1,75	51	16,54	1447	53	18,39	2146	55	20,33	2986
26	1,8	51	16,46	1501	53	18,29	2181	55	20,12	3035
27	1,85	51	16,33	1517	53	18,15	2205	55	19,97	3088
28	1,9	51	16,14	1524	53	17,93	2214	55	19,78	3081
29	1,95	50	15,89	1485	52	17,27	2160	54	19,02	3007
30	2,0	49	14,48	1393	51	16,12	2028	53	17,76	2825

Продолжение табл. 1А.

№№ по порядку	Степень наполнения денья h : r	d = 50 см			d = 55 см			d = 60 см		
		c	$\frac{P}{\sqrt{J}}$ <sub>M</sub>	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$ <sub>X</sub>	c	$\frac{P}{\sqrt{J}}$ <sub>M</sub>	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$ <sub>X</sub>	c	$\frac{P}{\sqrt{J}}$ <sub>M</sub>	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$ <sub>X</sub>
1	0,05	23	2,105	2,781	24	2,301	3,707	25	2,507	4,80
2	0,1	29	3,712	13,66	30	4,024	18,96	31	4,549	29,20
3	0,15	34	5,237	35,10	35	5,704	46,15	36	6,135	59,13
4	0,2	37	6,609	67,21	38	7,107	85,18	39	7,630	112,77
5	0,25	40	7,920	111,2	41	8,508	145,6	42	9,114	185,7
6	0,3	42	9,072	166,3	43	9,733	217,5	44	10,42	277,0
7	0,35	44	10,21	234,6	45	10,94	306,5	46	11,70	390,1
8	0,4	46	11,34	317,1	47	12,14	424,6	48	12,97	526,3
9	0,45	47	12,19	402,1	48	13,05	524,6	49	13,94	666,7
10	0,5	48	13,00	494,9	49	13,92	645,4	50	14,85	819,9
11	0,6	50	14,63	718,6	51	15,65	936,3	52	16,67	1188
12	0,7	51	15,68	930,7	52	16,76	1212	53	17,86	1588
13	0,8	53	17,36	1263	54	18,53	1643	55	19,74	2084
14	0,9	54	18,44	1567	55	19,68	2039	56	20,96	2585
15	1,0	54	19,09	1859	55	20,38	2419	56	21,70	3067
16	1,1	55	20,02	2198	56	20,36	2859	57	22,74	3622
17	1,2	55	20,43	2501	56	21,86	3252	57	23,27	4121
18	1,3	56	21,25	2848	57	22,67	3703	58	24,12	4691
19	1,4	56	21,56	3139	57	22,99	4081	58	24,47	5170
20	1,5	56	21,76	3409	57	23,20	4432	59	24,73	5615
21	1,55	56	21,78	3527	58	23,64	4466	59	25,15	5909
22	1,6	56	21,81	3641	58	23,68	4817	59	25,19	6100
23	1,65	56	21,84	3751	58	23,72	4963	59	25,22	6284
24	1,7	56	21,81	3847	58	23,68	5090	59	25,19	6446
25	1,75	56	21,72	3928	57	23,13	5107	58	24,66	6470
26	1,8	56	21,61	3991	57	23,05	5179	58	24,54	6574
27	1,85	56	21,45	4035	57	22,87	5247	58	24,35	6646
28	1,9	56	21,19	4052	57	22,61	5268	58	24,06	6674
29	1,95	55	20,43	3856	56	21,80	5145	57	23,21	6520
30	2,0	54	19,09	3718	55	20,38	4838	56	21,70	6132

Таблица 15 (для метрических мер) для подбора ящцеvidных сечений (3:2) и определения скорости при различной высоте наполнения по данным: расходу  $Q$  и уклону  $J$ . Коэффициент  $c$  взят по формуле Гангилье-Куттера:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n}}{1 + \frac{23n}{\sqrt{R}}}$$

котора при  $n = 0,013$  имеет вид: 
$$c = \frac{100 \sqrt{R}}{0,3 + \sqrt{R}}$$

№№ по порядку	Степень наполнения $h:r$	$h = 60 \text{ см}$		$h = 67,5 \text{ см}$		$h = 75 \text{ см}$				
		$c$	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	$c$	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	$c$	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м	л (!)		м	м <sup>3</sup> (!)		м	м <sup>3</sup>
1	0,05	21	1,660	0,676	22	1,887	0,001	23	2,082	0,002
2	0,1	28	3,154	5,157	29	3,464	0,007	30	3,780	0,010
3	0,15	32	4,363	12,87	33	4,771	0,017	34	5,185	0,024
4	0,2	34	5,259	23,41	36	5,904	0,033	37	6,401	0,045
5	0,25	36	6,099	37,08	38	6,827	0,051	39	7,391	0,070
6	0,3	38	6,896	53,74	40	7,698	0,074	41	8,323	0,101
7	0,35	39	7,531	73,50	41	8,395	0,109	42	9,072	0,135
8	0,4	40	8,135	96,34	42	9,058	0,133	43	9,782	0,181
9	0,45	41	8,742	122,9	43	9,722	0,169	44	10,49	0,231
10	0,5	42	9,331	150,3	44	10,36	0,207	45	11,18	0,281
11	0,6	43	10,21	218,1	45	11,33	0,299	46	12,21	0,408
12	0,7	44	11,07	296,2	46	12,28	0,406	47	12,23	0,553
13	0,8	45	11,89	387,3	47	13,17	0,530	48	14,18	0,722
14	0,9	46	12,69	491,9	48	14,04	0,673	49	15,12	0,916
15	1,0	47	13,47	610,0	49	14,89	0,834	50	16,03	1,134
16	1,1	48	14,23	740,8	50	15,71	1,012	52	17,24	1,403
17	1,2	49	14,96	884,2	51	16,51	1,207	53	18,10	1,672
18	1,3	50	15,67	1040	52	17,28	1,418	54	18,93	1,963
19	1,4	51	16,37	1208	53	18,04	1,646	54	19,39	2,235
20	1,5	52	17,06	1389	54	18,79	1,891	55	20,19	2,567
21	1,6	53	17,72	1581	54	19,15	2,112	55	20,57	2,867
22	1,7	53	18,03	1734	55	19,84	2,381	56	21,31	3,232
23	1,8	54	18,66	1959	55	20,15	2,617	56	21,64	3,551
24	1,9	54	18,97	2189	56	20,86	2,923	57	22,40	3,965
25	2,0	54	18,19	2362	56	21,10	3,154	57	22,66	4,279
26	2,1	55	19,77	2547	56	21,34	3,400	57	22,91	4,613
27	2,2	55	19,99	2733	56	21,58	3,649	58	23,58	5,038
28	2,3	55	20,11	2841	56	21,71	3,793	58	23,72	5,237
29	2,4	55	20,23	3080	56	21,85	4,107	58	23,87	5,670
30	2,5	55	20,33	32,42	56	21,95	4,328	59	23,98	5,975
31	2,55	55	20,31	3299	56	21,93	4,405	58	23,95	6,081
32	2,6	55	20,31	3364	56	21,93	4,491	58	23,95	6,201
33	2,65	55	20,28	3426	56	21,90	4,574	58	23,93	6,315
34	2,7	55	20,23	3480	56	21,85	4,646	58	23,87	6,414
35	2,75	55	20,18	3525	56	21,79	4,706	58	23,81	6,498
36	2,8	55	20,09	3558	56	21,69	4,750	58	23,70	6,558
37	2,85	55	19,94	3579	56	21,53	4,778	58	23,52	6,597
38	2,9	55	19,77	3583	56	21,34	4,784	58	23,32	6,604
39	3,95	54	19,12	3496	55	20,65	4,669	57	22,57	6,420
40	3,0	54	18,03	3314	54	19,48	4,427	56	21,31	6,119



ММ по порядку	Степень напол- нения $h : r$	$h = 82,5 \text{ см}$			$h = 90 \text{ см}$			$h = 97,5 \text{ см}$		
		с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м	м <sup>3</sup>		м	м <sup>3</sup>		м	м <sup>3</sup>
1	0,05	24	2,276	0,002	25	2,480	0,003	26	2,682	0,004
2	0,1	31	4,093	0,013	32	4,419	0,016	33	4,740	0,020
3	0,15	35	5,594	0,031	36	6,017	0,040	37	6,432	0,050
4	0,2	38	6,890	0,058	39	7,395	0,074	40	7,889	0,093
5	0,25	40	7,944	0,091	41	8,515	0,117	42	9,073	0,146
6	0,3	42	8,935	0,132	43	9,567	0,168	44	10,18	0,210
7	0,35	44	9,960	0,184	45	10,65	0,234	45	11,33	0,292
8	0,4	45	10,73	0,240	46	11,47	0,306	46	12,19	0,381
9	0,45	46	11,50	0,306	47	12,29	0,389	47	13,05	0,485
10	0,5	47	12,24	0,373	48	13,07	0,474	48	13,88	0,590
11	0,6	48	13,36	0,540	49	14,26	0,686	49	15,13	0,854
12	0,7	49	14,46	0,731	50	15,43	0,928	50	16,37	1,156
13	0,8	50	15,48	0,954	51	16,52	1,211	51	17,52	1,507
14	0,9	51	16,49	1,209	52	17,58	1,534	52	18,64	1,908
15	1,0	52	17,47	1,496	53	18,62	1,897	53	19,73	2,359
16	1,1	54	18,76	1,847	55	19,98	2,341	54	21,16	2,910
17	1,2	55	19,68	2,200	56	20,96	2,787	56	22,19	3,463
18	1,3	56	20,57	2,581	57	21,90	3,269	57	23,18	4,061
19	1,4	56	21,07	2,939	57	22,43	3,724	58	12,74	4,625
20	1,5	56	21,54	3,315	57	22,93	4,199	58	24,27	5,216
21	1,6	57	22,34	3,768	58	23,77	4,772	58	25,15	5,925
22	1,7	57	22,73	4,172	58	24,19	5,283	59	25,59	6,560
23	1,8	57	23,09	4,584	58	24,57	5,805	59	26,44	7,330
24	1,9	58	23,89	5,117	59	25,41	6,478	60	26,88	8,041
25	2,0	58	14,16	5,521	59	25,70	6,989	60	27,19	8,660
26	2,1	58	24,44	5,952	59	26,00	7,335	60	27,50	9,354
27	2,2	59	25,13	6,499	60	26,73	8,225	60	28,27	10,21
28	2,3	59	25,29	6,755	60	26,90	8,550	61	28,44	10,61
29	2,4	59	25,44	7,315	60	27,06	9,258	61	28,62	11,49
30	2,5	59	25,57	7,708	60	27,19	9,755	61	28,75	12,11
31	2,55	59	25,54	7,845	60	27,16	9,928	61	28,72	12,32
32	2,6	59	25,54	7,999	60	27,16	10,12	61	28,70	12,56
33	2,65	59	25,51	8,146	60	27,12	10,31	61	28,68	12,79
34	2,7	59	25,44	8,274	60	27,06	10,47	61	28,62	13,00
35	2,75	59	25,38	8,382	60	27,00	10,61	61	28,55	13,16
36	2,8	59	25,26	8,440	60	26,86	10,71	61	28,41	13,29
37	2,85	59	25,07	8,510	60	26,67	10,77	61	28,20	13,37
38	2,9	59	24,86	8,519	60	26,44	10,78	61	27,96	13,38
39	2,95	58	24,07	8,323	59	25,61	10,54	60	27,09	13,08
40	3,0	57	22,73	7,898	58	24,19	10,00	59	25,59	12,42

№№ по порядку	Степень напол- нения $h : r$	$h = 105 \text{ см}$			$h = 112,5 \text{ см}$			$h = 120 \text{ см}$		
		с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м	м <sup>3</sup>		м	м <sup>3</sup>		м	м <sup>3</sup>
1	0,05	27	2,893	0,005	27	2,991	0,006	28	3,203	0,007
2	0,1	33	4,923	0,025	33	5,089	0,030	33	5,256	0,034
3	0,15	38	6,861	0,062	39	7,280	0,076	40	7,710	0,091
4	0,2	41	8,398	0,115	42	8,894	0,139	43	9,403	0,167
5	0,25	43	9,648	0,180	44	10,20	0,218	45	10,78	0,262
6	0,3	45	10,82	0,258	46	11,43	0,313	47	12,06	0,376
7	0,35	47	12,02	0,359	48	12,69	0,435	49	13,38	0,522
8	0,4	48	12,93	0,469	49	13,64	0,568	50	14,38	0,680
9	0,45	49	13,84	0,596	50	14,60	0,722	51	15,37	0,864
10	0,5	50	14,71	0,726	51	15,51	0,878	52	16,33	1,051
11	0,6	51	16,03	1,049	52	16,90	1,270	53	17,79	1,519
12	0,7	52	17,33	1,420	53	18,26	1,717	54	19,21	2,054
13	0,8	53	18,54	1,850	54	19,53	2,237	55	20,54	2,674
14	0,9	54	19,72	2,342	55	20,77	2,831	56	21,84	3,384
15	1,0	55	20,87	2,895	56	21,97	3,498	57	23,09	4,179
16	1,1	57	22,37	3,568	58	23,53	4,308	59	24,72	5,144
17	1,2	58	23,45	4,245	59	24,66	5,124	60	25,90	6,117
18	1,3	58	24,07	4,892	59	25,31	5,905	60	26,58	7,049
19	1,4	58	24,65	5,571	59	25,93	6,725	60	27,23	8,028
20	1,5	59	25,64	6,391	60	26,95	7,713	61	28,30	9,205
21	1,6	59	26,13	7,137	61	27,92	8,614	61	28,84	10,28
22	1,7	59	26,58	7,902	61	28,41	9,695	61	29,34	11,38
23	1,8	60	27,46	8,830	61	28,86	10,65	62	30,29	12,71
24	1,9	61	28,38	9,848	62	29,82	11,69	62	30,80	13,85
25	2,0	61	29,18	10,88	62	30,17	12,82	63	31,65	15,29
26	2,1	61	29,51	11,46	62	30,51	13,82	63	32,01	16,48
27	2,2	62	29,84	12,50	62	30,85	14,83	63	32,37	17,69
28	2,3	62	30,02	12,99	63	31,54	15,67	63	32,57	18,39
29	2,4	62	30,21	14,07	63	31,73	16,96	63	32,77	19,91
30	2,5	62	30,35	14,82	63	31,89	17,89	63	32,93	20,98
31	2,55	62	30,33	15,09	63	31,85	18,85	63	32,89	21,35
32	2,6	62	30,33	15,38	63	31,85	18,55	63	32,89	21,77
33	2,65	62	30,28	15,67	63	31,81	18,89	63	32,85	22,17
34	2,7	62	30,21	15,92	63	31,73	19,19	63	32,77	22,52
35	2,75	62	30,13	16,12	63	31,65	19,44	63	32,69	22,82
36	2,8	62	29,99	16,27	63	31,50	19,62	63	32,53	23,03
37	2,85	62	29,77	16,37	63	31,27	19,73	63	32,29	23,16
38	2,9	62	29,51	16,38	63	31,00	19,76	63	32,01	23,19
39	2,95	61	28,60	16,02	62	30,05	19,32	62	31,03	22,68
40	3,0	60	27,03	15,21	61	28,41	18,36	61	29,34	21,55

№№ по порядку	Степень шапол- нения $h : r$	$h = 135 \text{ см}$			$h = 150 \text{ см}$			$h = 165 \text{ см}$		
		с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$	с	$\frac{v}{\sqrt{J}}$	$\frac{Q}{\sqrt{J}}$
			м	м <sup>3</sup>		м	м <sup>3</sup>		м	м <sup>3</sup>
1	0,05	29	3,522	0,010	30	3,839	0,015	31	4,197	0,018
2	0,1	35	5,918	0,049	37	6,592	0,073	38	7,163	0,089
3	0,15	40	8,186	0,122	42	9,057	0,180	43	9,810	0,219
4	0,2	44	10,22	0,230	45	11,01	0,331	46	11,91	0,401
5	0,25	46	11,70	0,360	47	12, 59	0,516	48	13,61	0,626
6	0,3	48	13,08	0,516	49	14,07	0,739	50	15,18	0,895
7	0,35	50	14,49	0,716	51	15,58	1,025	52	16,80	1,240
8	0,4	51	15,57	0,934	52	16,73	1,336	53	18,04	1,616
9	0,45	52	16,64	1,185	53	17,87	1,695	54	19,27	2,049
10	0,5	53	17,68	1,441	54	18,97	2,062	55	20,45	2,491
11	0,6	54	19,24	2,082	55	20,65	2,976	56	22,24	3,595
12	0,7	55	20,78	2,814	56	22,29	4,022	57	24,00	4,856
13	0,8	56	22,21	3,662	57	23,82	5,233	58	25,64	6,317
14	0,9	57	23,60	4,632	58	25,30	6,617	59	27,23	7,986
15	1,0	58	24,95	5,720	59	26,74	8,168	60	28,77	9,855
16	1,1	60	26,69	7,037	61	28,59	10,04	62	30,75	12,11
17	1,2	61	27,96	8,365	62	29,94	11,94	63	32,19	14,39
18	1,3	61	28,69	9,640	62	30,73	13,76	63	33,03	16,58
19	1,4	62	29,87	10,98	63	31,98	15,92	64	34,37	19,18
20	1,5	62	30,54	12,88	63	32,69	17,69	64	35,14	21,63
21	1,6	62	31,21	14,05	64	33,85	20,37	65	36,37	24,54
22	1,7	62	31,88	15,56	64	34,43	22,55	65	37,00	27,17
23	1,8	63	32,68	17,37	65	35,52	25,16	66	38,08	30,31
24	1,9	63	33,23	19,06	65	36,12	27,60	66	38,80	33,25
25	2,0	64	34,14	20,89	65	36,53	29,78	66	39,25	35,88
26	2,1	64	34,53	22,52	66	37,52	32,60	67	40,29	39,26
27	2,2	64	34,91	24,17	66	37,94	34,99	67	40,74	42,14
28	2,3	65	35,68	25,51	66	38,17	36,38	67	40,99	43,81
29	2,4	65	35,90	27,63	66	38,40	39,39	67	41,25	47,43
30	2,5	65	36,07	29,12	66	38,59	41,50	67	41,45	49,98
31	2,55	65	36,03	29,57	66	38,54	42,24	67	41,40	50,87
32	2,6	65	36,03	30,21	66	38,54	43,07	67	41,40	51,87
33	2,65	65	35,98	30,77	66	38,50	43,86	67	41,34	52,82
34	2,7	65	35,90	31,26	66	38,40	44,55	67	41,25	53,65
35	2,75	65	35,81	31,66	66	38,31	45,13	67	41,14	54,35
36	2,8	65	35,63	31,96	66	38,18	45,55	67	40,94	54,86
37	2,85	65	35,37	32,15	66	37,84	45,82	67	40,64	55,18
38	2,9	65	35,07	32,18	66	37,52	45,87	67	40,29	55,25
39	2,95	64	34,01	31,49	65	36,40	44,90	66	39,10	54,08
40	3,0	63	32,17	20,93	64	34,43	42,69	65	37,00	51,43



№№ по порядку	Степень напол- нения $h : r$	$h = 180 \text{ см}$			$h = 195 \text{ см}$			$h = 210 \text{ см}$			
		$c$	$v$	$Q$	$c$	$v$	$Q$	$c$	$v$	$Q$	
			$\sqrt{J}$	$\sqrt{J}$		$\sqrt{J}$	$\sqrt{J}$		$\sqrt{J}$		
		м	м <sup>3</sup>			м	м <sup>3</sup>			м	м <sup>3</sup>
1	0,05	32	4,489	0,023	33	4,814	0,029	33	4,999	0,034	
2	0,1	39	0,617	0,112	40	8,125	0,140	41	8,648	0,166	
3	0,15	44	10,40	0,276	45	11,06	0,345	46	12,02	0,407	
4	0,2	47	12,60	0,505	48	13,39	0,629	49	14,19	0,742	
5	0,25	49	14,39	0,787	50	15,27	0,981	51	16,18	1,156	
6	0,3	51	16,05	1,126	52	17,02	1,401	53	18,01	1,650	
7	0,35	52	17,41	1,529	53	18,45	1,902	54	19,53	2,240	
8	0,4	54	19,04	2,029	55	20,17	2,523	56	21,18	2,968	
9	0,45	55	20,33	2,578	56	21,53	3,198	57	22,76	3,765	
10	0,5	56	21,57	3,200	57	22,83	3,884	58	24,13	4,568	
11	0,6	57	23,46	4,512	58	24,82	5,603	59	26,22	6,586	
12	0,7	58	25,31	6,092	59	26,77	7,564	60	28,27	8,909	
13	0,8	59	27,02	7,923	60	28,58	9,833	61	30,18	11,55	
14	0,9	60	28,69	10,01	61	30,34	12,42	62	32,02	14,59	
15	1,0	61	30,30	12,35	62	32,03	15,32	63	33,80	17,99	
16	1,1	63	32,37	15,17	64	34,20	18,81	65	36,07	22,08	
17	1,2	64	33,88	18,02	65	35,78	22,34	66	37,73	26,21	
18	1,3	64	34,77	20,77	65	36,73	25,74	66	38,72	30,20	
19	1,4	65	36,17	24,02	66	38,19	29,77	67	40,26	34,92	
20	1,5	65	36,98	27,09	66	39,05	33,57	67	41,16	39,38	
21	1,6	66	38,26	30,72	67	40,12	38,06	68	42,57	44,64	
22	1,7	66	38,92	34,01	67	41,10	42,13	68	43,32	49,42	
23	1,8	67	40,14	37,93	67	41,74	46,29	68	44,00	54,30	
24	1,9	67	40,81	41,61	67	42,45	50,79	68	44,74	59,57	
25	2,0	67	41,28	44,90	67	42,93	54,80	68	45,24	64,27	
26	2,1	67	41,75	48,41	68	44,07	59,96	69	46,43	70,31	
27	2,2	68	42,85	52,73	68	44,56	64,36	69	46,95	75,46	
28	2,3	68	43,11	54,81	68	44,83	66,90	69	47,24	78,45	
29	2,4	68	43,37	59,35	68	45,11	72,44	69	47,53	84,94	
30	2,5	68	43,58	62,54	68	45,33	76,33	69	47,76	89,51	
31	2,55	68	43,65	63,65	68	45,27	77,68	69	47,70	91,09	
32	2,6	68	43,53	64,90	68	45,27	79,21	69	47,70	92,89	
33	2,65	68	43,48	66,10	68	45,22	80,67	69	47,65	94,59	
34	2,7	68	43,37	67,14	68	45,11	81,94	69	47,53	96,09	
35	2,75	68	43,27	68,01	68	45,00	83,00	69	47,42	97,33	
36	2,8	68	43,06	68,64	68	44,78	83,77	69	47,18	98,24	
37	2,85	68	42,74	69,05	68	44,05	84,27	69	46,84	98,69	
38	2,9	68	42,37	69,13	68	44,07	84,37	69	46,43	98,93	
39	2,95	67	41,12	67,69	67	42,77	82,61	68	45,08	96,89	
40	3,0	66	38,92	64,39	66	40,48	78,58	67	42,68	99,12	

### § 32. Нахождение $Q$ и $v$ для любых уклонов круглого и овоидального сечения по числовым таблицам.

Нижеприведенные таблицы 16 и 17 относятся к круглым и обыкновенным овоидальным трубам и рассчитаны по сокращенной формуле Куттера

$$v = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{RI} \dots \dots \dots (1)$$

для  $b = 0,35$ . Размеры труб и диаметры взяты из практики (германской). Как  $v$ , так и  $Q$  вычислены для уклона 1:100. Соответствующие любому другому уклону  $Q_1$  и  $v_1$  легко получаются из отношения:

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{F c \sqrt{RI_1}}{F c \sqrt{RI}} \quad \text{или} \quad Q_1 = Q \sqrt{\frac{I_1}{I}} = 10 Q \sqrt{I_1}, \dots \dots (2)$$

далее

$$\frac{v_1}{v} = \frac{c \sqrt{RI_1}}{c \sqrt{RI}} \quad \text{или} \quad v_1 = 10 v \sqrt{I_1} \dots \dots \dots (3)$$

иными словами расход воды и скорость для какого-либо уклона  $I_1$  получаются умножением табличных данных для  $Q$  и  $v$  на  $10 \sqrt{I_1}$ , при чем  $\sqrt{I_1}$  можно получить готовым для любого числа по справочнику Hütte.

Пример. Канал круглого сечения диаметром  $d = 0,45$  пропускает согласно таблицы 16, при  $I = 1:100$  и  $0,7 d$  или  $0,315$  м высоты наполнения — количество воды  $Q = 222$  л/сек. со средней скоростью  $1,87$  м. Каковы будут  $Q_1$  и  $v_1$  при уклоне  $I_1 = 1:256$ ?

По форм. (2)  $Q_1 = 222 \times 10 \sqrt{\frac{1}{256}} = 139$  л/сек.

По форм. (3) этому уклону соответствует скорость:

$$v_1 = 10 \times 1,87 \sqrt{\frac{1}{256}} = 1,17 \text{ м.}$$

Как известно, член в формуле (1):  $\frac{100 \times \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}$  обозначают буквой  $c$ .

Это  $c$  для двух сечений одной и той же формы, не слишком разнящихся по величине и одинаковых по наполнению, может быть взято одним и тем же без особой погрешности. Исходя из этого можно для двух круглых сечений диаметром  $d$  и  $d_1$ , которые при одинаковом уклоне и полном наполнении проводят:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{d^2 \cdot \frac{\pi}{4} c \sqrt{\frac{d}{4} \cdot I}}{d_1^2 \cdot \frac{\pi}{4} c \sqrt{\frac{d_1}{4} \cdot I}} = \sqrt{\frac{d^5}{d_1^5}} \quad \text{или} \quad d_1 = d \sqrt[5]{\frac{Q_1^2}{Q^2}}, \dots \dots (4)$$

а для двух овоидальных сечений высотой  $H$  и  $H_1$

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{0,51 H^2 c \sqrt{0,193 \cdot H \cdot I}}{0,51 H_1^2 c \sqrt{0,193 \cdot H_1 \cdot I}} = \sqrt{\frac{H^5}{H_1^5}}$$

или

$$H_1 = H \sqrt[5]{\frac{Q_1^2}{Q^2}} \dots \dots \dots (5)$$

Пример. В таблице 16 для  $I = 1 : 100$  для сечения диаметром  $d = 1,75$  м не содержится ни  $Q$  ни  $v$ . В таблице 16 имеем: для  $d = 2,0$  м,  $Q_2 = 14 861$ , а для  $d = 1,5$  м.  $Q_{1,5} = 6 885$ , поэтому  $Q$  для  $d = 1,75$  м по форм. (4) будет:

$$14 861 \sqrt{\frac{1,75^5}{2^5}} = 10 643 \text{ м/сек} \quad \text{или} \quad 6 885 \sqrt{\frac{1,75^5}{1,5^5}} = 10 122 \text{ м/сек.}$$

Сравнивая оба итога, находим, что они отличаются друг от друга в среднем на 2,5%, т.е. незначительно.

Для пропуска 4 800 м/сек при полном заполнении надо по таблице 17 при  $I = 1 : 100$  овоидальное сечение высотой

$$1,5 \sqrt[5]{\frac{4 800^2}{3 749^2}} = 1,66 \quad \text{или} \quad 1,8 \sqrt[5]{\frac{4 800^2}{6 219^2}} = 1,63 \text{ м.}$$

Отклонение от среднего значения 1,65 м, как видно, совершенно незначительно.

При каком заполнении сечения получается наибольшее  $Q$  и  $v$ ?

Если проследить значения  $v$  и  $Q$  в горизонтальной строке таблицы, то сразу видно, что они достигают своего максимального значения не при полном заполнении сечения, но несколько раньше.

Объясняется это тем, что наибольшее значение гидравлического радиуса  $R = \frac{F'}{p} = \frac{\text{площадь сечения}}{\text{смоченный периметр}}$  не совпадает с полным заполнением всего сечения.

В среднем в круглом сечении наибольшая скорость наступает при заполнении в 0,83 высоты диаметра, в овоидальном сечении при 0,85 высоты. В то же время наибольший расход получается при 0,91  $d$  и при 0,94  $H$ .

Если рассчитать поэтому какое-либо сечение для объема воды  $Q$ , которой оно должно отводить при полном заполнении, то оно будет уже достаточно тогда, когда круглое сечение наполнится до 0,81 диаметра, а овоидальное — до 0,86 своей высоты.

Даже увеличение притока до 8 и 6% не даст еще полного заполнения, а лишь подъем воды на высоту 0,91  $d$  и 0,94  $H$ .

В овоидальном сечении как при наполнении в 0,56 высоты, так и при полном заполнении (см. фиг. 4) скорость  $v$  будет одна и та же.

В круглом сечении полный круг и половина круга имеют одинаковый гидравлический радиус  $R$  и одинаковую скорость  $v$ .



Таблица 16.

Скорость  $v$  и расход воды  $Q$  при различных

$h$	Д и а м е т р в									
	10		12,5		15		17,5		20	
	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек
0,05 $d$	0,08	0,01	0,1	0,02	0,12	0,04	0,13	0,06	0,15	0,09
0,1 "	0,15	0,06	0,18	0,11	0,21	0,20	0,24	0,30	0,47	0,44
0,2 "	0,26	0,29	0,32	0,56	0,37	0,94	0,43	1,47	0,68	2,13
0,3 "	0,36	0,70	0,43	1,33	0,50	2,22	0,57	3,47	0,74	5,04
0,4 "	0,43	1,27	0,52	2,37	0,61	4,00	0,69	6,22	0,27	9,03
0,5 "	0,49	1,93	0,59	3,64	0,69	6,09	0,78	9,41	0,87	13,7
0,6 "	0,54	2,65	0,65	4,97	0,75	8,33	0,86	12,9	0,95	18,7
0,7 "	0,57	3,34	0,68	6,26	0,79	10,5	0,90	16,2	1,00	23,5
0,8 "	0,58	3,90	0,70	7,36	0,81	12,3	0,92	19,0	1,02	27,5
0,9 "	0,57	4,24	0,69	7,97	0,79	13,3	0,91	20,7	1,00	29,9
1,0 "	0,49	3,86	0,59	7,28	0,69	12,2	0,78	18,8	0,87	27,4

$h$	Д и а м е т р в							
	50		55		60		70	
	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек
0,0125 $d$	0,10	0,05	0,11	0,06	0,12	0,08	0,14	0,13
0,025 "	0,19	0,25	0,20	0,32	0,22	0,40	0,25	0,64
0,05 "	0,34	1,23	0,35	1,53	0,40	2,07	0,45	3,22
0,1 "	0,60	6,0	0,65	7,93	0,70	10,2	0,79	15,7
0,15 "	0,80	13,8	0,86	18,0	0,92	22,9	1,04	35,2
0,2 "	1,01	28,3	0,95	32,2	1,17	47,1	1,38	75,6
0,25 "	1,18	45,3	1,27	59,0	1,36	75,2	1,53	115,2
0,3 "	1,33	65,7	1,43	85,4	1,53	108,7	1,72	166,4
0,35 "	1,46	89,5	1,57	116,2	1,68	148,0	1,88	225,4
0,4 "	1,58	116,0	1,70	150,8	1,83	192,8	2,03	291,6
0,45 "	1,68	143,9	1,81	184,2	1,93	238,1	2,17	364,4
0,5 "	1,78	174,7	1,91	226,5	2,03	287,2	2,28	438
0,55 "	1,85	205,2	2,00	267,8	2,12	338	2,38	516
0,6 "	1,92	236,2	2,06	306,7	2,20	389	2,46	593
0,65 "	1,99	275,5	2,14	350	2,28	444	2,55	675
0,7 "	2,02	296,7	2,17	386	2,30	488	2,57	739
0,75 "	2,04	322,6	2,19	420	2,33	530	2,61	803
0,8 "	2,06	346,6	2,20	449	2,35	570	2,63	869
0,85 "	2,05	366,4	2,19	474	2,34	603	2,62	918
0,9 "	2,03	377,6	2,17	489	2,31	620	2,59	945
0,95 "	1,96	379,2	2,11	492	2,24	623	2,52	955
1,0 "	1,78	349,3	1,91	453	2,03	574	2,28	876

Круглое сечение.

высотах  $h$  наполнения и угле  $1 : 100$ .

с а н т и м е т р а х										$h$
25		30		35		40		45		
$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	
0,18	0,16	0,21	0,27	0,25	0,44	0,28	0,65	0,31	0,91	0,05 d
0,33	0,82	0,39	1,42	0,44	2,20	0,50	3,21	0,55	4,49	0,1 "
0,58	4,03	0,67	6,73	0,76	10,4	0,85	15,1	0,97	21,9	0,2 "
0,77	9,45	0,89	15,8	1,00	24,3	1,12	35,2	1,22	48,9	0,3 "
0,92	16,1	1,07	28,1	1,20	43,1	1,33	62,4	1,62	96,2	0,4 "
1,04	26,6	1,20	42,5	1,36	65,2	1,50	94,2	1,64	130,4	0,5 "
1,13	34,8	1,30	57,8	1,47	88,5	1,62	127,9	1,78	176,9	0,6 "
1,19	43,8	1,37	72,6	1,54	111,1	1,71	160,4	1,87	222,1	0,7 "
1,22	51,2	1,40	84,9	1,58	130,0	1,74	187,3	1,90	259,1	0,8 "
1,20	55,7	1,38	92,3	1,55	141,4	1,71	204,2	1,87	282,1	0,9 "
1,04	51,1	1,20	84,9	1,36	130,4	1,5	188,5	1,64	260,8	1,0 "

с а н т и м е т р а х								$h$
80		100		150		200		
$v$ м	$Q$ м/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	$v$ м	$Q$ л/сек	
0,15	0,18	0,19	0,22	0,27	0,95	0,35	2,54	0,0125 d
0,28	0,93	0,34	1,79	0,49	5,7	0,59	12,3	0,025 "
0,51	4,70	0,61	8,86	0,85	27,8	1,07	62,2	0,05 "
0,88	22,8	1,05	42,5	1,44	131,3	1,79	290,1	0,1 "
1,16	51,4	1,38	95,1	1,86	289,4	2,31	639	0,15 "
1,46	104,5	1,73	193,5	2,33	586,0	2,87	1284	0,2 "
1,69	166,1	2,00	307,2	2,69	929,0	3,29	2022	0,25 "
1,90	239,6	2,24	442	3,00	1333,0	3,65	2883	0,3 "
2,08	325,7	2,45	599	3,26	1795,0	3,98	3895	0,35 "
2,24	420	2,64	733	3,50	2309,0	4,27	5008	0,4 "
2,38	522	2,80	960	3,72	2868,0	4,52	6196	0,45 "
2,51	630	2,94	1155	3,89	3441,0	4,73	7428	0,5 "
2,61	740	3,06	1356	4,05	4034,0	4,92	8712	0,55 "
2,70	851	3,17	1558	4,18	4631,0	5,00	9962	0,6 "
2,80	969	3,28	1773	4,32	5257,0	5,24	11335	0,65 "
2,83	1066	3,32	1949	4,38	5794,0	5,30	12454	0,7 "
2,87	1159	3,36	2120	4,42	6284,0	5,36	13548	0,75 "
2,88	1243	3,49	2350	4,45	6745,0	5,39	14510	0,8 "
2,84	1300	3,37	2410	4,43	7139,0	5,37	15384	0,85 "
2,81	1355	3,33	2480	4,38	7340,0	5,31	15830	0,9 "
2,76	1365	3,23	2497	4,26	7410,0	5,17	15987	0,95 "
2,51	1261	2,94	2310	3,89	6885,0	4,73	14861	1,0 "

Т а б л и ц а 17.

Скорость  $v$  и расход воды  $Q$  при различных

В ы с о т а и ш и р и н а в п я т а х								
30/20			37,5/25			45/30		
$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$
см	м	л/сек	см	м	л/сек	см	м	л/сек
1	0,15	0,06	1	0,16	0,06	1,5	0,21	0,20
2	0,26	0,29	2	0,27	0,38	3	0,37	0,94
3	0,37	0,93	3	0,37	0,86	5	0,53	2,7
4	0,44	1,45	4	0,43	1,4	6	0,60	4,2
5	0,52	2,2	5	0,54	2,7	8	0,71	7,0
6	0,57	3,2	6	0,60	3,8	10	0,81	11,3
8	0,66	5,5	8	0,71	6,7	15	1,02	26
12	0,82	11	10	0,8	10,4	20	1,19	46
16	0,95	20	15	0,95	21	30	1,42	97
20	1,05	32	20	1,1	37	40	1,51	144
25	1,12	44	25	1,25	59	43	1,47	149
30	0,99	45	35	1,3	90	45	1,34	138
—	—	—	37,5	1,17	84	—	—	—

В ы с о т а и ш и р и н а в п я т а х								
105/70			120/80			135/90		
$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$
см	м	л/сек	см	м	л/сек	см	м	л/сек
3,5	0,44	2,2	2	0,28	0,65	2,25	0,31	0,91
5	0,59	5,0	4	0,50	3,21	4,5	0,55	4,50
7	0,76	10,4	8	0,85	15,1	9	0,97	21,9
10	0,97	22	10	0,98	25	15	1,29	60
15	1,23	50	15	1,26	55	20	1,54	108
20	1,48	93	20	1,51	100	25	1,72	167
25	1,66	144	25	1,70	156	30	1,91	243
30	1,83	207	30	1,87	223	35	2,08	331
40	2,13	366	35	2,04	306	40	2,19	423
50	2,35	550	40	2,17	395	45	2,35	538
60	2,53	759	45	2,30	497	50	2,47	659
70	2,63	993	50	2,43	610	60	2,64	919
80	2,80	1235	60	2,65	689	70	2,92	1267
100	2,75	1518	70	2,81	1135	80	3,08	1609
105	2,52	1418	80	2,95	1431	90	3,21	1965
			100	3,06	1952	100	3,32	2314
			116	2,99	2168	120	3,39	2902
			120	2,78	2043	130	3,27	2986
						135	3,02	2809



**Оvoidальное сечение.**

высотах  $h$  наполнения и уклон 1 : 100.

с в о д а в с а н т и м е т р а х.

52,5/35			60/40			75/50			90/60		
$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$
см	м	л/сек	см	м	л/сек	см	м	л/сек	см	м	л/сек
2	0,26	0,43	2	0,27	0,44	2,5	0,33	0,82	3	0,39	1,42
3,5	0,43	1,47	4	0,48	2,13	5	0,58	4,03	6	0,67	6,73
5	0,55	3,2	5	0,55	3,3	10	0,91	17,0	10	1,04	24
7,5	0,62	6,4	8	0,75	9,0	15	1,15	25	15	1,20	44
10	0,86	13	10	0,87	15	20	1,39	72	20	1,51	92
15	1,06	30	15	1,08	32	25	1,55	112	25	1,62	129
20	1,27	55	20	1,30	61	30	1,70	161	30	1,72	170
25	1,40	82	30	1,59	129	40	1,95	273	40	2,04	318
30	1,52	114	40	1,78	215	50	2,12	401	50	2,24	475
35	1,61	149	50	1,89	301	60	2,20	523	60	2,31	628
40	1,68	185	58	1,82	331	70	2,17	601	78	2,53	943
50	1,66	222	60	1,68	309	72,5	2,16	615	84	2,50	996
52,5	1,51	212				75	1,97	565	90	2,26	934

с в о д а в с а н т и м е т р а х.

150/100			180/120			210/140		
$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$	$h$	$v$	$Q$
см	м	л/сек	м	м	л/сек	см	м	л/сек
2,5	0,34	1,23	3	0,40	2,07	3,5	0,45	3,2
5	0,6	6,0	6	0,70	10,2	7	0,79	15,7
10	1,01	28,3	12	1,17	47,1	15	1,50	100
15	1,30	65	15	1,35	74	20	1,69	159
20	1,58	117	20	1,61	134	30	2,18	392
25	1,78	185	25	1,83	210	40	2,50	640
30	1,98	269	30	2,03	303	50	2,76	941
35	2,14	366	35	2,20	411	60	3,03	1351
40	2,30	478	40	2,37	537	70	3,25	1809
45	2,45	608	50	2,65	831	80	3,56	2510
50	2,59	749	60	2,90	1186	90	3,67	2965
60	2,82	1066	70	3,15	1612	100	3,91	3652
70	2,92	1372	80	3,35	2077	110	4,00	4244
80	3,21	1801	90	3,50	2566	120	4,12	4952
100	3,48	2631	100	3,65	3101	130	4,26	5721
120	3,65	3449	120	3,90	4245	140	4,35	6438
140	3,60	3989	130	4,05	4892	154	4,56	7633
145	3,58	4056	140	4,09	5415	168	4,56	8490
150	3,25	3749	150	4,15	5947	182	4,56	9157
			165	4,10	6446	196	4,51	9787
			180	3,70	6119	203	4,41	9790
						210	4,10	9232

## Глава VII. Материалы для каналов.

### § 33. Толщина стенок, прочность и нагрузка.

Прочность канала зависит не только от качества материала, но главным образом от правильного назначения толщины стенок. Особенно это относится к толщине сводов, перекрывающих каналы, а для этого нужно знать размеры построенных каналов благополучно существующих.

Перроне установил следующую эмпирическую формулу для мостовых сводов:

$$\delta = 0,0694 r + 0,325 \text{ м,}$$

где  $\delta$  = толщина свода,

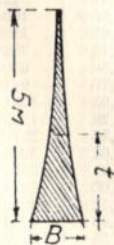
$r$  = внутренний радиус свода.

Эта формула дает для  $r = 2,6 \text{ м}$ ,  $\delta = 0,5 \text{ м}$ , т.-е. толщину свода примененную для канала Севастопольского бульвара в Париже. Эта формула годна только для очень больших пролетов и нагрузок, а для чаще встречающихся в канализации она дает несколько преувеличенные значения, а потому в новейших коллекторах своды рассчитывают по формуле Ранкина  $\delta = 0,19\sqrt{r}$ , которая для  $r = 2,6$  дает  $\delta = 0,30 \text{ м}$ , для  $r = 0,4$   $\delta = 0,12 \text{ м}$ .

Последнее совпадает с правилом, что при пролетах от 0,8 до 1,0 м свод должен иметь толщину полукирпича  $\left(\frac{25}{2} \text{ см}\right)$ .

Давление земли на свод канала, засыпанного землей на определенную глубину до сего времени не представляется возможным определить точно.

Оно отличается от того давления, которое выносит например свод туннеля, прокладываемого в слежавшемся грунте. Свеже засыпанный в траншею грунт между шпунтами, иногда оставляемыми в ней, действует совершенно иначе, нежели грунт слежавшийся и уплотненный ездой. Никаких точных правил невозможно дать в виду разнообразия условий, кажущихся на первый взгляд сходными. Тут играет роль, качество грунта и высота уровня грунтовых вод. В городе имеет место автомобильное и автобусное движение, и может случиться, что канал несет большую нагрузку при мелкой укладке и меньшую при большой глубине укладки.



Фиг. 5.

Можно более или менее определенно принять, что сырой грунт весит 2 000 кг в м<sup>3</sup>. Далее принимают, что вертикальное давление земли распространяется только на 5,0 м и глубже остается однообразным. Насколько это соответствует действительности, трудно сказать, за отсутствием опытов и наблюдений. Если же принять это положение на веру и считать, что в таком случае давление земли имеет форму (фиг. 5)

клина, обращенного острием вниз, бока которого представляют две параболы, то расчет, для ширины  $B$  траншеи вверху в 1,0 м, дает для глубин  $t$ :

Таблица 18.

$t$	1	2	3	4	5 м
$P_1 \dots$	1 627	2 613	3 120	3 307	3 333 кг/м <sup>2</sup>

$P_1$  = обозначает давление свежесыпанной земли на площадь свода в 1 м<sup>2</sup>  $p = 2 000 \cdot B \left[ \frac{5}{3} - \frac{(5-t)^3}{75} \right]$ .

После замощения засыпанной траншеи и восстановления движения по улице начинает действовать подвижная нагрузка  $P_2$  в виде экипажей, телег, автомобилей и автобусов. Следует принять вес катящегося автобуса в 5 000 кг/м<sup>2</sup>, тогда при допущении границы его влияния также до 5,0 м можно рассчитать давление  $p$  по формуле:

$$p = 5 000 B \frac{(5-t)^2}{5^2},$$

где  $t$  = глубина до свода,  $B$  = ширина траншеи.

Вместе с тем, свежий грунт до замощения успел несколько слежаться и отдать часть своей влаги высохшим стенкам траншеи, поэтому его давление уменьшилось с  $p$ , на некоторую величину, которую принимают в  $\frac{2}{3} p$ , теперь суммарное давление при этих допущениях будет

$$\frac{2}{3} p + P_2$$

и для разных глубин будет иметь следующее давление:

Таблица 19.

$t$	1	2	3	4	5 м и более
$\frac{2}{3} P_1 \dots$	1 085	1 742	2 080	2 205	2 222 кг
$P_2 \dots$	3 200	1 800	800	200	—
Всего ..	4 285	3 542	2 880	2 405	2 222 кг

Из этой таблицы видно, что одно давление земли, без влияния подвижной нагрузки может приниматься в расчет только при глубинах превышающих 3 м.

Американцы Morston и Andosen принимают, что давление земли распространяется также клинообразно, но не на 5 м, а на 10 м глубины, где давление земли = const при  $t \geq 10$  м, а временная подвижная нагрузка = 0.



Подсчет дает слабое изменение суммарной нагрузки, именно около 4 000 при  $t = 1$ , 6 000 при  $t = 4$  м и 6 600 при  $t = 10$  м. Так как за отсутствием точных данных трудно решить кто ближе к действительности, то лучше принят средние величины из обеих.

### § 34. Кирпичные каналы.

Они издавна служат для устройства больших коллекторов, обладая большой крепостью в прочностью и давая гладкую внутреннюю поверхность. Нужен хорошо обожженный кирпич, твердый и малопроницаемый для воды. Проницаемость кирпича для воды, оказывается, прямо соответствует его сопротивлению излому. Вот данные испытания 5 сортов кирпичей, произведенных Фрюлингом:

Т а б л и ц а 20.

	1	2	3	4	5 Кружки 6,5 см×11,0 см
Воды . . . . .	417	131	128	62	10 г в 1 час
Сопрот. . . . .	18,5	14,0	10,5	35,0	48,5 $\kappa\text{л}/\text{см}^2$

Первая строка—№ образцов, вторая—количество воды прошедшей в час через толщину 6,5 см образца при давлении в 1 м, третья строка—давление в кг на см, при пробе на излом. Здесь выдержавшие наибольшую нагрузку дали наименьшую водопроницаемость. При кладке кирпича на цементе надо обратить внимание, чтобы углекислота, другие кислоты и щелочи не разъедали его в швах, нужен для того жирный раствор (1:1 или 1:2) расшитый в швах гудроном.

Сводчатые части в лотке или своде при диаметрах каналов до  $d = 1,0$  м требуют декального кирпича, свыше этого  $d$  можно употреблять обыкновенный кирпич, который всегда легко достать, но зато потребуются несколько больше раствора, вследствие клинообразной формы швов и большой расход рабсилы.

При пробе на раздавливание хороший кирпич выдерживает от 150 до 200 ат. ( $\kappa\text{л}/\text{см}^2$ ), а отличный даже до 400 ат.

Вот данные Шарлоттенбургского Испытательного Института на пропитываемость кирпича разного сопротивления раздавливанию.

свыше 400 ат.	пропитываемость	6,8%	(0,03—15,6%)	в 12 часов
250—400	„	12,5%	(4,2—24,5%)	„ 12 „
ниже 250	„	13,5%	(5,2—26,8%)	„ 12 „

Постройка кирпичных каналов производится следующим образом: уложив штучную бетонную или кирпичную подошву канала<sup>1)</sup> ставят через каждые 5 м кружальные ребра, между которыми по шнуру и производят кладку боковых стенок до пят свода; потом устанавливают кружала для верхнего свода, покрывают опалубкой и начинают кладку

<sup>1)</sup> Кирпичные подошвы также делаются штучными—горизонтальными рядами.

сводов. Кладку сводов обыкновенно производят концентрическими рядами, при чем швы внутреннего кольца не должны совпадать со швами наружного; иногда кладку нижней части каналов также производят кольцами.

Для прочности каналов и облегчения работ для кладки следует брать лекальный кирпич. Кладку каналов производят на цементном растворе 1 : 1 или 1 : 2. Кирпичные, а иногда и бетонные каналы для большей непроницаемости штукатурят изнутри цементным раствором из 1 части цемента и 1—2 частей песка; в кирпичных, впрочем, часто расшивают только швы.

Для определения толщины стенок кирпичных и бетонных каналов пользуются формулою Шальи:

$$S = r \left( \frac{t \cdot g + \frac{L}{d}}{R} \right)$$

где:  $r$ —наружный радиус верхнего свода,

$d$ —наружная ширина—диаметр канала,

$t$ —высота слоя земли над ключом свода (для безопасности эту высоту часто берут от подошвы канала);

$g$ —вес единицы грунта,

$L$ —временная нагрузка на погонную единицу длины канала,

$R$ —допускаемое напряжение на квадратную единицу материала канала; на  $см^2$  кирпича  $R = 7,5$  *к*, бетона  $R = 6$  *к*.

При кирпичных каналах толщину  $S$  нужно округлять до размеров кирпича. Кроме того, как при кирпичных, так и при бетонных каналах, для устойчивости и прочности подошву их обыкновенно утолщают и расширяют.

### § 35. Каналы из тесаного камня.

Этот материал применяется в виде исключения и лишь тогда, когда камень находится близ места работ и обработка его не дорога. Так в Дрездене устроены два коллектора из песчаника с берегов р. Эльбы. Для защиты от проникания воды они оштукатурены до пят верхнего свода. В малых каналах свод все-таки выведен из кирпича. Такие каналы в общем дороги и не имеют никаких особенных преимуществ.

Однако в отдельных местах канализации песчаный камень является незаменимым по прочности материалом, так гранит, гнейс, базальт и плотный твердый песчаник нередко кладутся для подошбы каналов, во входных шахтах, для перекрытия выпусков и облицовки, для ступеней и для косяков задвижек и промывных щитов. Особенно ценен камень для дотков тех мест каналов, которые имеют значительный уклон, а вода несет с собой песок или другой материал, истирающий поверхность более мягкого материала.

### § 36. Каналы из бутовой плиты.

Эти каналы также применяются редко, как и предыдущий материал. Во Франции и Италии, где бутового камня в изобилии и имеется много искусственных каменщиков для его обработки, каналы из бутового камня



передки. Так парижские каналы сделаны по преимуществу из бута бассейна р. Сены, его применили и при устройстве канализации других французских городов. Внутренняя поверхность каналов оштукатурена слоем цемента, лоток также оштукатурен или облицован для гладкости кирпичом. В Неаполе своды сделаны из правильно обтесанных бутовых камней, тогда как например, в Гольмидинене каналы перекрыты плоской бутовой плитой при пролете от 0,7—0,9 м.

При дешевой бутовой плите ее выгодно применить для забутки вокруг коллекторов, сделанных из более дорогого материала.

### § 37. Бетонные трубы и каналы.

При сооружении канализаций бетон, т.-е. состав из цемента, песка и гравия или вместо него — щебня, имеет весьма значительное применение. Последнее время он взят под сомнение и даже находятся лица не рекомендующие его для канализаций, а потому придется несколько подробнее отметить и разъяснить его достоинства и недостатки в особенности в связи с намечающимся у нас строительством канализаций, при котором непременно возникает вопрос в выборе материалов для труб и каналов.

Первопричина, заставляющая пускать в дело бетон состоит в дешевизне и повсеместном нахождении его составных — материалов. Далее эти материалы при надлежащем изготовлении, обладают необходимой для труб и каналов прочностью, отличаются простотой приемов в изготовлении и несложностью оборудования заводов для их переработки. Трубы и каналы удобнее и надежнее изготавливать на заводе и готовыми доставлять к траншеям для укладки. Это допустимо, когда вес звена или отдельной части канала не превосходит 120—130 пудов, т.-е. предельного веса для перевозки и укладки без особых механических приспособлений, при этом условия пользуются парной телегой или грузовым автомобилем и обыкновенными таями; подхватывается звено или часть его особым крючком или даже 4 крюками под дно и опускается в траншею. Если вес звена слишком велик, то надежнее производить набивку коллектора в траншею, применяя трамбованный бетон или литой, которому в последнее время отдают предпочтение вследствие большей равномерности состава и с целью избежать волосных трещин, обычных шутников трамбованного бетона. Литой не значит жидкий, его консистенция напоминает густую манную кашу с незначительным избытком воды. Он в начале будет слабее трамбованного, но через несколько месяцев сравняется с ним и даже может превзойти по крепости.

Главное внимание должно быть обращено на качество песка и щебня. Песок, содержащий глину, которая обволакивает его зерна, непригоден, — его надо промывать водой и затем сушить, иначе в сыром виде его не смешать с сухим цементом.

Песчинки должны иметь угловатую форму, округленные слабее связываются с цементным тестом. Морской песок, содержащий растворимые минеральные вещества, совершенно непригоден. Если в песке имеются органические примеси, то песок освобождают от них прокалива-



нием, а от земляных и глинистых — промывкой. Песок считается чистым, если после того как его высыпят в чистую воду последняя не мутится. Обработка песка дело дорогое и замедляющее бетонирование форм, поэтому лучше искать чистого песка, руководствуясь нормой, чтобы содержание посторонних примесей, особенно глины, не превосходило 4% по объему или 2,6% по весу. Относительно размеров песчинок всего выгоднее смесь мелкого песка с крупными, при которой мелкие располагаются в промежутках между крупными и уменьшают объем этих промежутков. Один мелкий песок хорош для цементности раствора, предназначенного для штукатурки внутренней поверхности каналов, он дает гладкую поверхность столь необходимую для уменьшения сопротивления протеканию ливневых вод; при хозяйственных водах, содержащих в себе много жира, это не так важно, потому что в короткое время стенки покроются илистой слизью, сравнивающей все шероховатости раствора.

Гравий или щебень для бетона должны быть угловаты твердой породы, хорошо промыты и без пыли и грязи. Твердый гранит — лучший материал для щебня в том случае, если бетон подвергается большим усилиям, сжимающим и растягивающим, на которые рассчитывается например железобетон, т.е. тот же бетон но с железным каркасом внутри. Такой щебень, размером не более  $1\frac{1}{2}$  дюймов нужен для труб и коллекторов, если же он будет предназначен для подушки под каналом или для уплотнения грунта, то допускается ради экономии и менее прочный кирпичный щебень, до 2" толщиной.

О цементе для бетона не приходится распространяться в виду того, что он получается готовым с заводов и для его приемки установлены твердые нормы издаваемые, например НКПС, которыми и можно пользоваться, с другой стороны эта отрасль промышленности имеет большую давность и опыт и обычно дает цемент хорошего качества. Применяется в канализации только портландский цемент, его можно получить через цементтрест, как северный (заводы в Чудово, зав. Нева в Ленинграде), так и южный (Вольский, Новороссийский, Малцевский) он крепче роман-цемента почти вдвое.

Не только качество материалов бетона имеет значение для его прочности, — необходимо еще уметь правильно подыскать\* пропорцию составных частей именно для данных материалов. Применяют самые разнообразные пропорции, например:

песку	цемента	гравия или щебня
1	2	$2\frac{1}{2}$
1	2	3
1	2	5
1	3	5
1	4	6
1	6	12 и другие.

Наибольшей прочностью обладает бетон состава 1:2:3. Через 28 дней он дает сопротивление раздроблению в  $196 \text{ кг/см}^2$ , пропорция 1:2:5 уже слабее —  $170 \text{ кг/см}^2$ , а 1:3:5 всего  $111 \text{ кг/см}^2$ .

Для правильной дозировки следует руководствоваться такими соображениями. Для получения прочной монолитной массы нужно не только заполнить раствором, состоящим из смеси цемента с песком, все промежутки щебня или гравия, которых имеется в нем от 35 до 50%, но и дать некоторый избыток раствора с таким расчетом, чтобы щебень как бы плавал в растворе. Узнав путем непосредственного измерения объемы пустот наливанием воды в мерный сосуд со щебнем, что их имеется, например 40% в щебне или же гравии, устанавливаем, что минимум раствора должно быть  $0,4 \text{ м}^3$  на каждый  $\text{м}^3$  щебня. Взяв например  $3 \text{ м}^3$  последнего находим, что раствора надо не меньше  $0,4 \times 3 = 1,2 \text{ м}^3$ . Сам раствор опять таки берется не в случайной пропорции, а дозируется подобно предыдущему, в песке имеется пустот (получаем измерением водой) около 33% ( $\frac{1}{3}$  объема), значит для заполнения промежутков в  $1,2 \text{ м}^3$  нашего примера надо цемента  $0,33 \times 1,2 = 0,4 \text{ м}^3$ . В конце концов теоретический подсчет дает

цемент песок гравий

0,4 : 1,2 : 3,

на практике же берут растворы больше, именно: 1 : 2 : 3 или более тощий бетон 1 : 2 : 4 или 1 : 3 : 6.

Точное назначение пропорции частей делается сообразно крупности материала <sup>1)</sup>, чем меньше воды, тем крепче бетон.

Для приготовления одного куб. метра бетона требуется:

Таблица 21.

Пропорция цемента в частях	Песку в частях	Гравия в частях	Утрамб. бетона в частях	Цемента в 1 м <sup>3</sup> в кг	Примечание.
1	2	4	4,40	320	Для перехода на куб. саж. надо помнить, что в 1 куб. саж. заключается 9,7 м <sup>3</sup> . Вес одной бочки цемента $10\frac{1}{4}$ пудов = 170 кг
1	3	6	6,65	210	
1	4	8	8,85	151	
1	5	10	11,25	125	

Бетонные трубы, изготавливаемые на заводах, имеют строительную длину в 1,0 м, только звеньям больших диаметров, свыше 1 000 мм или 800/1 200, придают меньшую длину от 0,5 до 0,8 м, в среднем 0,7 м т.-е. изготавливают аршинку. Соединение звеньев больших диаметров делается без муфт, помощью фальцев, глубина которых зависит от диаметра трубы и колеблется от 15 до 60 мм. Сперва смазывают жирным цементным раствором кромку левого звена и всасывают фальц правого звена. Необходимо наблюдать, чтобы после этого звенья не шевелились от толчков рабочих, для предупреждения их не мешает подкладывать под бока труб небольших диаметров кирпичи, которые после схватывания смазки

<sup>1)</sup> Точная дозировка производится по Абрамсу или Граффу, см. Строительная Промышленность 1928 г.



нужно удалить. Снаружи стык труб так же обмазывают цементом и даже окружают валиком из него. Такой цементный стык возможен тогда, когда грунт под трубой настолько плотный, что нет оснований опасаться осадки труб и следовательно поломки этих жестких стыков, в противном случае при малых диаметрах делают асфальтовый стык или же цементный, в последнем случае под трубы устраивают бетонную (из тощего бетона с кирпичным щебнем) постель толщиной в 20—30 см, на нее насыпают слой песку такой толщины, чтобы под низом трубы оставалось его 10 см, а с боков до половины диаметра труб; под муфтами в бетонной подушке делают углубление, чтобы она не касалась бетона в случае осадки.

Трубы изготовленные надлежащим образом и задолго до укладки будут отвечать всем техническим условиям, однако чаще всего к моменту работ, к весне, начинается спешка и форсирование работ завода, оказывается мало форм и доньев, на которых трубы выстанываются до окончательного отвердения, не хватает затепленного помещения, необходимого для схватывания цемента, и еще неокрепшие трубы валят с доньев на бок и откатывают во двор. Такие трубы теряют свое круглое очертание и выходят слегка сплюснутыми, отчего фальцы не сходятся и приходится ворочать трубу вокруг ее оси пока они не сойдутся, но иногда бывает случай когда они совсем не сходятся. Если при этом кольца предназначены для колодцев, то в этом нет особой беды, так как они не содержат жидкости, в каналах же это дает слабые места и заделка не сходящихся фальцев цементом, который плохо пристает к готовому бетону, непрочна. Надо выкидывать такие звенья или, разбивая их на куски, употреблять для бетонной подушки под трубы.

Малые трубы круглого и яйцевидного сечения делают из 1 части портландского цемента и 2—3 частей песка, длиною их делают также от 0,7 до 1 м.

Таблица 22.

Толщина стенок круглых бетонных труб.

	Диаметры в мм								Примечание
	200	250	300	450	500	600	800	1000	
	Толщина стенок в мм								
В Германии . . . . .	25—40	30—45	35—50	60	—	65—70	80—90	100—120	В Германии трубы часто делают с плоскою подошвою, шириною доходящей до величины диаметра
В Швейцарии:									
Цюрихе . . . . .	—	—	45	60	—	70	—	90	
Базеле . . . . .	—	—	—	—	60	65	90	120	

Для приготовления этих труб берут деревянную болванку, обшитую цинковыми листами, надевают на нее деревянную обшитую изнутри цинком, или чугунную форму, а промежуток наполняют вышеуказанной смесью и трамбуют ее до выступления воды. По затвердении материала форму



снимают, для чего болванка должна быть с клином, а наружная форма — состоять из двух или более свинчивающихся частей.

Таблица 23.

Толщина стенок оvoidальных бетонных труб и каналов.

	С е ч е н и е в с м							
	40—60	50—75	60—90	70—105	80—120	90—135	100—150	120—180
Толщина стенок в мм								
В Германии:								
зав. Дикергов . . . . .	60	70	83	—	—	—	—	—
В Швейцарии:								
Цюрихе . . . . .	—	—	150	150	150	180	180	200
Базеле . . . . .	60	75	83	—	100	—	120	—
Утолщ. в шельге в мм								
В Германии . . . . .	70	85	115	—	—	—	—	—
В Швейцарии:								
Базеле . . . . .	70	90	115	—	150	—	185	—
Утолщ. в подошве в мм								
В Германии . . . . .	70	88	100	—	—	—	—	—
В Швейцарии:								
Цюрихе . . . . .	—	—	200	200	200	200	200	200
Базеле . . . . .	70	90	105	—	140	—	150	—
Ширина подошвы в см								
В Германии . . . . .	28	31,6	39	—	—	—	—	—
В Швейцарии:								
Цюрихе . . . . .	—	—	60	70	80	90	100	120
Базеле . . . . .	28	32	39	—	50	—	63	—

Что касается бетонных труб круглого сечения, русских заводов, то их вес и диаметр приведены в таблице 24 (Ленинградские заводы).

На 1929 год можно считать включая бой и брак, днища по 60 коп. за 16 кг, а конуса по 80 коп. Железобетонные трубы круглые и фасонного сечения можно расценивать в 1928 году по 1 руб. за 16 кг, цена должна неизменно падать.

Бетонные трубы малых диаметров делают с раструбами. Для их соединения внутреннюю поверхность раструба смазывают цементным раствором и вставляют узкий конец следующей трубы; снаружи стык, особенно при скошенных краях, смазывают цементным раствором.

Таблица 24.

Диаметр в мм	Вес в пудах		Диаметр в мм	Вес в пудах	
	1 саж.	1 шт.		1 саж.	1 шт.
150 (6")	4,20	—	600 (24")	—	21,40
225 (9")	6,60	2,20	700 (28")	58,78	27,55
300 (12")	9,75	3,25	800 (32")	78,73	36,90
375 (15")	17,85	5,95	900 (36")	106,47	49,90
450 (18")	25,35	8,45	1000 (40")	118,20	55,40
525 (21")	34,80	11,60	1200 (48")	—	80,40
			1500 (60")	—	93,50

Длина труб диам. от 5" до 21" включительно и 60" = 1 арш. = 0,71 м  
 " " " " 24" " 48" " " = 1,0 м

Таблица 25.

Таблица веса колодцев (конусов, колец, днищ).

Диам. в арш.	Вес в пудах		
	Конуса	Кольца	Днища
1	10,25	16,78	20,75
1 1/4	15,83	24,43	35,15
1 1/2	18,48	32,80	45,65
2	31,25	47,25	74,25

Бетонные трубы больших размеров — каналы, часто делают прямо в траншее из 1 части порландского цемента, 2 частей песка и 3 частей щебня или гравия. Если подошва берется штучная, то, уложив ее, ставят через 1—1 1/2 м кружала, прибивают к ним доски, а пространство между ними и землей заполняют бетоном, который трамбуют. При этом для равномерного трамбования бетон кладут слоями и набивку обеих боковых стен производят одновременно. Окончив, таким образом, боковые стены каналов, приступают к устройству сводов. Своды бывают трамбованные и литые. Трамбованные своды делают из бетона того же состава, что и стены, при чем набивку производят по сплошной опалубке. Литые своды делают из 1 части скоротвердеющего цемента и 3—4 частей песка. Для их приготовления употребляют переносные железные кружала—опалубку, состоящую из 3 частей, при чем средняя входит в остальные две в виде клина; сверху и сбоку (около щек), также ставят железные щиты и в образовавшуюся форму наливают бетон; по его затвердении форму снимают и переставляют дальше.

Изготовление труб в специальных мастерских, однако, следует предпочесть приготовлению их прямо в канавах, так как в мастер-



ских, вследствие более тщательной и равномерной трамбовки, трубы выходят более прочными.

Для уменьшения трения по дну каналов и лучшего сопротивления их действию кислот, находящихся иногда в сточных водах, подошвы их делают из камня или штейнгута. Штейнгутовые подошвы делаются с пустотами или в виде тонких плиток—лотков<sup>1)</sup>, которыми обкладывают подошву.

### § 38. Железо-бетонные трубы.

При больших диаметрах каналов и труб для усиления бетона в массу его кладут железный каркас изогнутый по форме поперечного сечения канала. Как известно, цемент пристаёт к железу очень прочно, оба материала имеют почти тот же коэффициент расширения в пределах от 15 до 25° Ц (около  $\frac{1}{70\,000}$  на каждый градус). Присутствие

железа в бетоне увеличивает его сопротивление растягивающим усилиям почти в двадцать раз. Каркас кладется не только в поперечном, но и в продольном направлении, благодаря ему толщина стенок канала может быть уменьшена, но до известного предела, потому что приходится считаться еще с другими факторами, с проницаемостью бетона при тонких стенках, с возможностью его истирания или разъедания кислотами и т. д., для этого нужно иметь известный запас, наконец, железо, совершенно не ржавеющее в бетоне, должно быть прикрыто достаточным слоем бетона от инфильтрации грунтовых или сточных вод.

Свое главное назначение железо в бетоне выполняет в перекрытиях каналов, сводчатых или плоских. Оно позволяет обойтись с небольшой стрелой подъема свода при толщине его в 10—20 см, несмотря на большой пролет свода от 2,5 до 3,5 м, и устраивать плоские потолки в каналах, которые ценны тем, что не дают на боковые стенки никакого распора и могут быть уложены в местах неглубоких и таких, в которых невозможно устроить свод из-за малого пространства. Количество железа в каркасе, его размеры и форма рассчитываются на все внешние и внутренние силы, действующие на канал или трубу и расчет сверяется с данными исполненных коллекторов, прочность которых оправдалась на практике.

### § 39. Камнедробилки для приготовления щебня идущего в бетон.

Они являются необходимыми при устройстве бетонных постелей под коллекторы и для бетона коллекторов в случае применения гранитного щебня в больших количествах. Получается значительное ускорение работ и некоторое удешевление стоимости щебня, если только дробилка работает без простоев.

<sup>1)</sup> Для получения лотков штейнгутовую трубу, рифленую снаружи после высушки делят (нарубают) на четыре части, которые после обжига легко отделяются одна от другой.



Недостатки дробилки: неравномерная величина щебня и значительное количество мелочи, которую приходится отсеивать; щебень ручной бойки получается по размерам значительно однороднее и приближается по форме к кубу, тогда как дробленый содержит большое количество плоских камней. При машинном дроблении получается от 20 до 25% мелочи, при ручной бойки около 10%.

Таблица 26 камендробилок системы Блек 1).

М О Д Е Л Ь №	1	2	3	4	5	6
Длина устья жерла мм	150	250	320	400	500	650
Ширина " " "	120	125	200	250	320	400
Мощность двигателя Л. С.	—	2	4	6	8	12
Наибольшая производ. в 1 час при ширине выходного отверстия 50 мм и камнях средней твердости м <sup>3</sup>	0,2	1	2	4	7	10
Диаметр приводного шкива мм	—	500	600	650	750	900
Число оборотов шкива в мин.	—	250	250	250	250	250
Вес дробилки кг	750	1 900	3 000	4 500	7 000	12 000
Размеры камендробилки:						
Длина	1,0	1,4	1,6	1,9	2,1	3,0
Ширина	0,7	1,0	1,2	1,3	1,5	1,8
Высота	1,0	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1

Модель № 1 действует вручную, остальные от двигателей. При установке двигателей внутреннего сгорания надо брать мощность двигателя на 50% больше указанной, так как они не дают большой перегрузки, допускаемой при паровых машинах.

## § 40. Технические условия для испытания бетонных (жел.-бетонных) труб

(установленные научно-техническим советом ленинградского губоткомхоза).

**Технические условия и пробные нагрузки на изготовление, испытание и приемку бетонных канализационных труб и колодцев.**

§ 1. Бетонные трубы и части бетонных колодцев должны по форме соответствовать чертежам, утвержденным Откомхозом, а по размерам — согласно особой таблице и указаниям на чертежах.

Длина труб (в деле) диаметром от 600 мм до 1 200 мм включительно — 1 м, труб иных диаметров — 0,75 м. Глубина раструбов

1) См. Н. А. Житкевич. Бетон и бетонные работы.

не менее 38 мм, их толщина не тоньше стенок трубы. Ширина кольцевого зазора раструбного соединения—не менее 6 мм. Фальцевые соединения—по данным чертежей.

§ 2. Материалы, входящие в состав бетона, из которого изготавливаются трубы и части колодцев, а именно: портландский цемент, песок, гравий и щебень должны соответствовать техническим требованиям, утвержденным Откомхозом, причем гравий и щебень, в случае их прибавления к бетону должны быть тщательно промыты и по своим размерам не превышать половины толщины стенки трубы. Все трубы и части колодцев должны иметь ясную пометку дня изготовления и, а также и способа (ручной или машинный).

§ 3. Пропорция составных частей бетона, способ изготовления труб, толщина их стенок и расположения арматуры, в случае ее применения — предоставляется свободному выбору завода. Качество употребляемых материалов, процесс изготовления и пометка на трубах даты и способа изготовления являются предметом наблюдения лиц, назначенных Откомхозом для производства этой инспекции.

§ 4. Приемка труб производится наружным осмотром всех предъявляемых труб и испытаниями труб на выбор из каждой партии, которые обособляются: а) по способу изготовления (ручная и машинная набивка), б) по диаметру труб и колодцев и в) по материалам (новая марка или партия цемента, песку и т. д.). Группировка свидетельствуемых партий производится по выбору Приемочной Комиссии, причем в каждой назначаемой к приемке партии должно быть не более 100 шт. труб или частей колодцев.

§ 5. Наружный осмотр труб и частей колодцев не должен обнаруживать трещин, пустот или иных пороков, а также и оштукатурки. В поперечном сечении размеры труб не должны отступать от указанных в § 1 более, чем на 2%. Трубы должны иметь форму круглого цилиндра; разница в наибольшем и наименьшем диаметрах допускается не более 1/2%. Стрела продольного искривления не должна превышать 2 мм на всю длину труб.

§ 6. При приемке из каждой партии берется одна труба, для испытания на внешнее давление и обломки той же или, по желанию Приемочной Комиссии, другой трубы испытываются на впитывание воды. Испытание производится над трубами не ранее, как спустя 30 дней по их изготовлении.

§ 7. Перед испытанием на внешнее давление труба высушивается, для чего она должна пролежать не менее 2 суток в сухом, отапливаемом зимою, помещении. При испытании труб прессом системы Кенен'а надлежит: а) класть трубу на сырой слой песка толщиной 2—3 см, насыпанный в брусчатую раму, б) опирать левые (шириною в 5 мм) прессы непосредственно на шельгу трубы, без резиновых, деревянных или иных прокладок; лишь небольшие местные зазоры допускается заклинивать тонкими клиньями из твердого дерева, в) усиливать нагрузку постепенно, по 500 кг в течение одной минуты; дойдя до 1 000 кг дальнейшую нагрузку усиливают несколько медленнее, примерно по 200 кг в полуминутный промежуток



времени. Трубы должны выдерживать на прессе Кенен'а давление на 1 пог. м длины не менее 1):

Таблица 27.

$d = 150$ мм (6 ") . . . . .	1 800 кг на 1 пог. м
( $d = 200$ " (8 ") . . . . .	2 000 " " 1 " ")
$d = 225$ " (9 ") . . . . .	2 000 " " 1 " "
$d = 300$ " (12") . . . . .	2 400 " " 1 " "
$d = 375$ " (15") . . . . .	2 600 " " 1 " "
$d = 450$ " (18") . . . . .	2 800 " " 1 " "
( $d = 500$ " (20") . . . . .	2 900 " " 1 " ")
$d = 525$ " (21") . . . . .	2 900 " " 1 " "
$d = 600$ " (24") и более . . . . .	3 000 " " 1 " "

§ 8. При разрушении или разбитии трубы и изломе бетон должен иметь плотную однообразную структуру, без пустот; в случаях примеси гравия или щебня излом должен идти по телу последних, а не по поверхности их соприкосновения с цементным раствором; при ударах молотком камешки должны откладываться, не отрываясь целиком от раствора.

§ 9. При испытании на впитывание воды черепков трубы площадью около  $50 \text{ см}^2$ , с обломанными с боков краями, высушенных в течение часа при температуре  $120^\circ$  в воздушной ванне, обметаются жесткой щеткой, взвешиваются и погружаются в чистую воду (при комнатной температуре); по истечении 24 часов черепки вынимаются из воды, осушиваются прижиманием (не трением) сухой тряпки или пропускной бумагой и тотчас снова взвешиваются. Прибавка в весе (средняя для всех испытанных образцов) не должна превышать 10% первоначального веса сухих образцов.

§ 10. В случае, если первая из какой-либо партии труба не отвечает условиям §§ 7, 8 и 9, то продолжается испытание на следующие четыре трубы, взятые из той же партии, причем партия принимается, если все взятые четыре трубы выдержат испытание согласно §§ 7, 8 и 9. Если одна из четырех труб окажется несоответствующей условиям §§ 7, 8 и 9, то вся партия бракуется.

§ 11. Испытание производится средствами завода и на территории завода.

§ 12. В случаях излома труб при их перевозке или во время работ, когда будет замечено, что излом не отвечает условиям § 8, что должно быть установлено Приемочной Комиссией, то соответственная труба, хотя и была принята в партии, должна быть заменена заводом новой трубой.

§ 13. Кольцевые части колодцев, их днища и конуса принимаются по наружному осмотру, излому и пробе на впитывание воды.

1) В скобках добавлены автором недостающие в нормах ходовые размеры. Эти нагрузки для труб зимней выработки понижены на 15%.



Немецкий союз „Deutsche Betonverein“ установил в 1910 г. следующие минимальные нагрузки для круглого и оvoidальных труб.

Т а б л и ц а 28.

А. Круглые трубы		В. Оvoidальные трубы	
Диам. в мм	Ломающая нагрузка в кг/м <sup>2</sup>	Диам. в мм	Ломающая нагрузка в кг/м <sup>2</sup>
200	2 000	200/300	3 000
250	2 200	250/375	3 000
300	2 500	300/450	3 000
350	2 800	350/525	3 200
400	2 800	400/600	3 400
450	2 900	500/750	3 400
500	3 000	600/900	3 800
600	3 000	700/1 050	3 800
700	3 000	800/1 200	4 200
800	3 000	900/1 350	4 400
1 000	3 000	1 000/1 500	4 400

В этой таблице ломающая трубу нагрузка указана на м<sup>2</sup>, т.-е. принимается горизонтальная проекция трубы, включая и толщину стенок, например, оvoidальная труба 600/900 мм будет иметь площадь при длине звена в 1,0 м  $F = 1,0 (0,6 + 2 \times 0,1) = 0,8 \text{ м}^2$ , она должна выдержать нагрузку  $0,8 \times 3 800 = 3 040 \text{ кг}$ .

К этим нормам испытания необходимо добавить, что если возможно, следует выбирать для пробы трубу с равной верхней поверхностью над шельгой, проверяя ее рейкой, так как неровная дает прикасание ножа прессы не по всей линии и подклинивание зазоров не достигает цели, - дерево перерубается ножом и результат испытания может отказать не в пользу завода. Кроме того, манометр прессы должен быть проверен Поверочной Палатой мер и весов, чтобы не вызывать никаких сомнений в своих показаниях. Манометры Шеффера и Буденберга, имеющие шкалу от 0 до 150 ат, снабжены двумя стрелками одновременно показывающими одно и то же давление и двигающимися сверху одна вправо, другая влево. Черные стрелки двигают с собой контрольные красные, которые и покажут максимальное давление. Парные стрелки поставлены для сличения показаний; не совпадение показаний правой и левой стрелок указывает на неправильность манометра. 1 ат. манометра соответствует 100 кг, так, что показание стрелки на 30 дает давление в  $30 \cdot 100 = 3 000 \text{ кг}$  на м длины; если труба короче или длиннее, то надо в шкалу § 7 ввести уменьшение или увеличение нагрузки пропорционально фактической длине.

## § 41. Характеристика бетонных труб и каналов.

При решении вопроса о применении бетонных труб или взамен их керамиковых приходится исходить не из лабораторных опытов, а основываться преимущественно на данных добытых практикой, причем невозможно ее данные, почерпнутые где-либо за границей или вообще в другом городе целиком, без оглядки, относить к местам с совершенно другими условиями. Необходимо в каждом отдельном случае произвести тщательное исследование местных условий и добыть данные местного значения. Так, например, практика Ленинграда показывает, что бетонные трубы от грунтовых вод не портятся, даже хозяйственные воды не производят на стенки их заметного влияния. Несколько бетонных труб в 9", 10", 12", 18" вынутые в разных местах. Вас. Острова и пролежавшие 18 лет в качестве домовых отводных труб—оказались в отдаленном порядке (вынуты 7 января 1925 г.); внутренняя нижняя полуокружность оказалась чуть шероховатой (на  $1\frac{1}{2}$ —2 мм), излом чистый, а на раздавливание прессом Кенена они выдержали 9"—1 800, 12"—1 600, 18"—2 700 кг, т.е. почти столько же, сколько выдерживают новые 4-х недельные трубы зимней заготовки.

В своей книге „Цементные трубы, их поставка, испытание и применение к канализации“ германский инженер Ю. Барт приводит следующие данные о службе бетонных труб.

Цементные (бетонные) трубы за малым исключением служат хорошо. Замеченные разрушения их происходят или оттого, что трубы или слишком свежи, т.е. уложены в не окрепшем состоянии, недостаточно правильно и на плохом основании, или же в каналы были пущены разъедающие жидкости. Анкета по 147 городам Германии на вопрос, какие повреждения отмечены в цементных канализационных трубах и какого характера, дала ответы в 97 городах „никаких“, причем трубы лежали от 4 лет до 41 года, в среднем 18 лет. Остальные 50 городов ответили, что заметны частичные повреждения в одних случаях от химически вредных жидкостей, в других оказались трещины, вследствие подвижки грунта и размывов, плохого основания, укладки труб в мороз, расхождения стыков, в немногих случаях замечено истирание внутренней поверхности труб на небольшую глубину.

Из 147 канализаций 47 имеют раздельную систему, а 100 общесплавную; повреждения разного рода случились в 40 общесплавных системах и только в 7 раздельных. В 12 канализациях трубы повреждены химически, а в остальных механически, что может, конечно, случаться и с керамиковыми трубами. Повреждения целой канализационной сети нигде не наблюдалось, а лишь небольшими участками, при чем во всех случаях (за исключением одного) причины повреждения точно установлены. На вопрос будут ли применяться и в дальнейшем цементные (бетонные), трубы при расширении канализации г. Бармен отвечает: „цементные трубы для каналов дождевой воды оказались отличными. Для устройства каналов этот материал вполне хорош и подходит“. Из 147 городов решили не применять цементных труб только два;



г. Любен и Оффенбах, а Солинген при уклоне 1:5 решил применить керамиковые, Шпандау свыше 600 мм диаметром — кирпичные.

Кроме бетонных труб многие из опрошенных городов применяют керамиковые, диаметром от 200 до 800 мм, лишь один город Мейнинген имеет их в 1000 мм диаметром; в большинстве случаев диаметр керамиковых труб от 200 до 500 мм, бетонные трубы применяются от 200 до  $\frac{2\ 200}{2\ 700}$  мм (г. Гаген).

Результаты опроса почти 150 городов, у которых канализации устроены давно (есть такие, что работают около 40 лет), показывают нам, что бетонные трубы, хотя и подвергались порче, но от воздействия химических веществ в незначительном числе случаев, именно в 12 из 147; механических повреждений в 4 раза больше и они одинаково возможны как при бетонных, так и при керамиковых трубах.

В заключение всего сказанного мы можем резюмировать приведенные данные в следующих 3 пунктах.

1. Следует избегать применения бетонных труб для хозяйственной сети до 500—600 мм диаметром, имея в виду слабое при малых диаметрах разжижение вод, могущих содержать вредные кислоты.

2. Совершенно безопасно применять бетонные трубы и каналы для ливневой сети, если удостоверена безвредность грунтовых вод, среди которых предположена прокладка труб.

3. Безопасно применять бетонные трубы и каналы больших сечений, при которых попавшие в сеть случайные вредные вещества будут разжижены значительным количеством безвредных хозяйственных или ливневых вод.

## § 42. Изолирующие средства.

Известно, что бетон водопроницаем, это его недостаток, который в канализационном деле может быть ослаблен двумя путями: 1) правильной дозировкой бетона, 2) разного рода предохраняющими веществами. Американцы, поставив изучение свойств бетона очень широко, произведя десятки тысяч всевозможных опытов, получили ряд ценнейших данных, которые изобразили в виде диаграмм, дающих возможность заранее определить какова будет прочность бетона при определенной крупности зерен песка, при определенном добавлении количества воды и при цемента удовлетворяющем нормальным техническим условиям. Вместо попыток получается чисто механическое решение вопроса с циркулем в руках, пользуясь несложными предварительными исследованиями. Крепость бетона соответствует прямо пропорционально его водопроницаемости, а потому это первый шаг к качественному улучшению бетона. Второй путь это введение в состав бетона пуццолановых порошков, заполняющих поры его, они не вредны для бетона, но очень вредны для него патентованные средства, главным образом, немецкие в виде, например, церезита, калийных мыл (не натровых),



прибавки извести и т. д., они действуют лишь первое время, и ослабляют прочность бетона по некоторым данным до 50%. Их можно применять лишь в штукатурке бетона, рискуя в крайнем случае, что она отвалится, но вводить их в стенки бетона труб недопустимо. Смазка нефтью и маслами действует лишь короткое время, так как они улетучиваются, введение их в тело бетона — уменьшает его прочность. Инертол является как-будто хорошим средством, однако, нужны более длительные наблюдения и применение его при разных условиях. Игнатоль — битуминозного происхождения жидкость для смазки стенок бетона. Изобретение химика Игнатьева в Баку (горсоветов), его применяют при укладке бетонных канализаций в Баку и Ленинграде. Перевозится в жел. бочках, цена около 30 коп. за кг, за квадрат. метр надо 1 кг игнатоля. Применен (для Шолларского бетонного водовода. Асфальтировка безвредна, будучи помещена на сетку, она служит довольно долго. Лоток канала лучше всего было бы предохранить облицовкой кирпичом или керамиковыми фасонными черепками, но это обходится дорого и может быть применено лишь на подозрительных участках сети (принимающих кислотные воды) или на ответственных местах: сильные уклоны, перешады, вода с песком и т. п.

Классический труд о вредителях бетона и мерах предохранения его см. Kleinlogel. Einflüsse auf Beton. 1926 г. Изд. Wilhelm Ernst. Berlin.

### § 43. Керамиковые трубы.

Они применяются в канализационной сети преимущественно перед другими для отвода хозяйственных, банных, прачечных, ваннных вод и вод промышленных предприятий и др., содержащих разного рода кислоты, не действующие на глазурь, которой они покрыты, тогда как бетонные трубы от кислотных вод разъедаются и разрушаются, если ничем не предохранены от воздействия кислоты на цемент бетона.

Различают глазурованные гончарные трубы и штейнгутовые; гончарные делаются из лучшей горшечной глины, обжигаются и покрываются изнутри и снаружи соляной глазурью, которая несколько проникает в стенки трубы, тогда как свинцовая и стеклянная глазури, образуют лишь блестящую пленку, легко разрушающуюся. Глина отмучивается в бассейнах и не должна содержать ни малейших следов извести, иначе трубы выйдут негодными, гнилыми. Они выглядят недурно, но делаются пористыми и распадаются, образуя гашеную известь при пропитывании стенок водой.

Штейнгутовые трубы составляют особый род гончарных труб. Они делаются из огнеупорной глины, которая при сильной жаре несколько расплавляется, не теряя своей прочности. К очищенной глине прибавляется шамотный порошок (измельченные черепки битых обожженных труб), хорошо перемешивается с ней и поступает в механический пресс для формовки. Уширение конца трубы — раструба формируется одновременно с телом трубы, примазка готовой муфты к трубе выходит слабее и не допускается. Просушенная труба подвергается сильному обжигу (до  $t 1800^{\circ}$ ), так, что глина

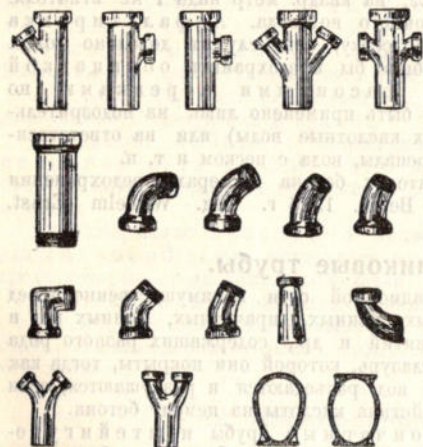
начинает плавиться и глазируется прибавкой в печь соли в конце обжига. Поваренная соль при сильной жаре испаряется и, соприкасаясь с кремнеземом глины, образует на поверхности трубы кремненатровую соль, которая и дает глазурь.

Правильно обожженная керамиковая труба издает при ударе из нее ясный звон, в изломе имеет плотное, стекловидно-зернистое строение.

В последние годы керамиковые трубы получили всеобщее признание, как материал, не имеющий соперника в канализационном деле при диаметрах до 600—800 мм. Если возникает иногда вопрос о применимости взамен керамиковых бетонных, то не ради преимуществ последних, а в видах экономии, так как в довоенное время керамиковые трубы были

% на 25 дороже бетонных, а сейчас (1929 г.) % на 100, кроме того керамиковые приходится заказывать заводу, умеющему их готовить, а бетонные или цементные (цемент и песок) можно изготовить на месте в любом количестве, не будучи ни от кого в зависимости.

Керамиковые трубы больших диаметров дороги и при их приготовлении получается порядочно брака, вследствие того, что они коробятся при обжиге. Прочность труб до 450 мм диаметром достаточна для укладки их на любую глубину, трубы от 450 мм до 600 мм предпочитают укладывать в толщину бетон под



Фиг. 6.

трубами и с боков, а свыше 600 мм укладывают целиком в бетонной рубашке.

Керамиковые трубы фиг. 6 обычно круглого сечения, но изготавливаются также оvoidального (формы яйца поставленного острием вниз) и эллиптического, в таком случае их снабжают плоскими пятнами, укрепленными ребрами для лучшего распределения давления, причем оvoidальное имеет пятю только снизу, а эллиптическое сверху и снизу.

Лучшие трубы изготавливаются у нас заводами в Боровичах (Боркомбинат), Москве поставляли трубы Вахтер (ст. Бологое) и Беркенгейм (Харьков). Из заграничных заводов славятся Мюнстербергский в Силезии, кроме того известны Франц Гесман в Кельне, Фридрихсфельд в Бадене, Ферстер в Австрии и Барт-Тиш в Германии. Мюнстербергский завод поставил Москве большое количество труб хорошего качества. Приводим в нижеследующей таблице их размеры и вес,



Таблица 29. Толщины стенок и веса круглых штейнгутовых труб Мюнстербергской фабрики.

Диаметр в см . . . . .	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
Толщина стенок в мм . . . . .	12	15	18	20	26	30	37	40	50	54
Вес в кг . . . . .	8	14,5	25,5	36,0	67,0	100,0	155,0	200,0	290,0	330,0

Другая известная фабрика в Обербризе (Богемия) делает трубы с несколько более толстыми стенками.

Составляя существенную часть всей канализации, керамиковые трубы нуждаются в правильном сорimente, который разработан XIII Водопроводном и Санитарно-Техническом Съезде в Баку (26 апреля 1925 г.).

Толщина стенок  $\delta$  керамиковых труб принимается на основании практики:

- при малых трубах приблизительно в  $\frac{1}{8}$  внутр. диаметра
- „ средних „ „ „  $\frac{1}{10}$  „ „
- „ больших „ „ „  $\frac{1}{12}$  „ „

Можно подсчитать также  $\delta$  по эмпирическим формулам:

$$\text{для диаметров } 50\text{—}400 \text{ мм } \delta = \frac{d}{20} + 9 \text{ мм}$$

$$\text{„ „ более } 400 \text{ мм } \delta = \frac{d}{18} + 9 \text{ мм}$$

Известная своими штейнгутовыми трубами фирма в Мюнстерберге (в Силезии) делает трубы со следующей толщиной стенок.

Таблица 30.

d . . . . .	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800 мм
Толщ. $\delta$ . . . . .	12	14	17	19	25	30	36	40	52	57 мм
Вес P . . . . .	8	14,5	25	34	65	96	140	230	315	350 кг/м

Как видно из таблицы, немецкие трубы имеют толщину стенок на 2—3 мм меньшую и более легкий вес, чем по русскому сорименту.

Стенки труб. Соединение штейнгутовых труб до последнего времени производили жирною глиною. Для этого рифленый конец одной трубы обматывался смоляной прядью или веревкою, вдвигали в рифленый же раструб другой, а оставшуюся часть раструба забивали глиною и ею же обмазывали стык снаружи, получавшееся при этом соединении непроницаемо и упруго, но глина пропускает грунтовую воду, со временем прорастает корнями и пробуривается дождевыми червями; поэтому теперь вместо глины чаще употребляют асфальтовую замазку



из 2 частей гудрона и 1 части асфальта или 1 части гудрона и 1 части асфальта или 1 части каменноугольной и 1 части газовой смолы и 2—3 частей шамотной муки. Эту замазку раструб заливают после заполнения его смоляной прядью, а снаружи стык обыкновенно обмазывают еще и глиною. Надо проверить, чтобы мастика эта не размягчалась от фабричных вод с  $t$  в  $35^{\circ}$ , иначе она вытечет из стыков.

Таблица 31. Расход замазки на стык.

Диам. тр. . . . .	15	20	30	40	55	60 см
Вес зам. . . . .	1,0	1,2	2,0	5,0	9,1	10 кг

Соединение труб цементом применяются лишь в тех случаях, когда труба должна лежать в воде, так как соединение это не упруго, и при малейшей осадке земли труба лопается. Состав цементного раствора для стыков обычно 1:1 или 1:2, а цемент должен отличаться постоянством объема, иначе он может разорвать муфту.

Асфальтовая замазка выдерживала в Берлине гидравлическое давление до 5,5 ат при испытании труб в 450—480 мм диаметром. Цена замазки стояла в 8—12 марок за кг. Известный строитель канализаций и водопроводов инж. В. В. Линдней (Варшавская канализация, Шолларский водопровод и др.) был сторонником этой замазки. Он советовал вблизи фабрики с теплой водой прибавлять больше шамота и проверить состав, кладя его в теплую воду и замечая  $t^{\circ}$ , при которой он размягчается.

Некоторое затруднение при заливке замазкой труб укладываемых в траншеях с пильнуом или текуном, как называют его землекопы, или с мокрым грунтом заставляет делать заливку стыков вне траншей, соединяя две трубы вместе (парник), а по опускании их вручную или на веревках на дно траншей, соединять с уже изложенными помощью цементного раствора (1:2).

Асфальтовая замазка (называют также мастикой) может с успехом заменить свинец в стыках чугунных домовых канализационных труб, но состав ее для русского гудрона и асфальта по опыту составителя справочника должен быть:  $\frac{1}{2}$  части гудрона + 1 часть асфальта с заливкой на половину глубины стыка, нижняя часть раструбы уплотняется, как и при свинце смоляной прядью. Оставить свинцовый стык желательно лишь в раструбах муфт, обращенных вниз и на горизонтальных подвесных линиях, применяемых при железо-бетонных перекрытиях. Экономия получается примерно в 30 000 руб. на каждые 10 млн. руб. расходуемых на постройки, причем стык получается непроницаемый, но пригоден лишь там, где по трубам не спускается горячая вода  $t$  35 и выше градусов.

### § 44. Нормальный метрический сортамент каменно-керамических канализационных труб и фасонных частей.

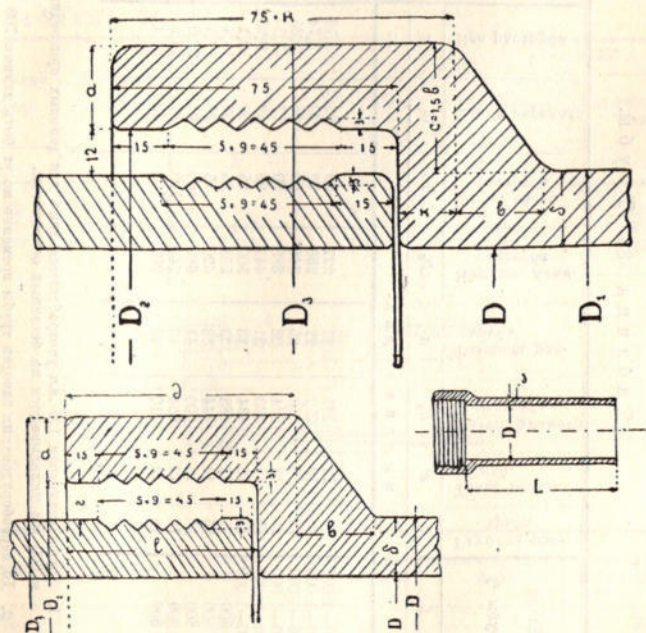
#### А. Таблицы.

(Одобренный I-ым Всесоюзным (13) водопроводным и санитарно-техническим Съездом в Баку 3 мая 1925 г.).

### Нормальный метрический сортамент каменно-керамических канализационных труб.

Таблица 32. Раструб.

(Конструктивный чертеж).



Фиг. 7.

$$D_1 = D + 2\delta$$

$$D_2 = D + 2\delta + 24 \text{ мм}$$

$$D_3 = D + 4\delta + 30 \text{ мм}$$

$$a = d + 3 \text{ мм}$$

$$C = 1\frac{1}{2}b = 12 + a = \delta + 15; b = \frac{2}{3}(\delta + 15)$$

$$K = 15 \text{ мм для } D = 125-250$$

$$K = 20 \text{ мм " } D = 300-450$$

$$K = 25 \text{ мм " } D = 500-600$$

# Нормальный метрический сортмент каменно-керамических канализационных труб.

## Таблица 33. Трубы.

Внутр. диаметр (трубы 1)	Толщина стенок	D <sub>1</sub>	Наружн. диам. трубы	L	Глубина рас-трубы 2)	l	Толщ. пенк.	s	D <sub>2</sub>	Внутр. диаметр рас-трубы	a	Толщина рас-трубы	D <sub>3</sub>	Наружн. диам. рас-трубы	D <sub>4</sub>	Длина обода рас-трубы	Длина перехода	b	g	Вес 1 метр. створа трубы			Вес трубы с расходом при L --			Вес трубы с расходом при L = 1 000 м.м.		
																				в г/м	в кг	в т	в г/м	в кг	в т	в г/м	в кг	в т
125	18	161	800-1 000	75	12	185	21	227	90	22	3,13	17,0	16,6	20,1	17,0	16,6	20,1	17,0	16,6	20,1	17,0	16,6	20,1	17,0	16,6	20,1		
150	19	138	800-1 000	75	12	212	22	256	90	23	3,74	21,2	20,6	24,9	21,2	20,6	24,9	21,2	20,6	24,9	21,2	20,6	24,9	21,2	20,6	24,9		
200	22	244	800-1 000	75	12	268	25	348	90	25	5,35	32,2	31,0	37,4	32,2	31,0	37,4	32,2	31,0	37,4	32,2	31,0	37,4	32,2	31,0	37,4		
250	25	300	800-1 000	75	12	324	28	390	90	27	7,24	45,4	43,4	52,5	45,4	43,4	52,5	45,4	43,4	52,5	45,4	43,4	52,5	45,4	43,4	52,5		
300	28	356	800-1 000	75	12	380	31	442	90	29	9,98	60,6	58,3	70,4	60,6	58,3	70,4	60,6	58,3	70,4	60,6	58,3	70,4	60,6	58,3	70,4		
350	30	410	800-1 000	75	12	434	33	500	95	30	12,1	75,2	72,1	87,1	75,2	72,1	87,1	75,2	72,1	87,1	75,2	72,1	87,1	75,2	72,1	87,1		
400	32	464	800	75	12	488	35	558	95	31	14,4	91,2	87,2	107,2	91,2	87,2	107,2	91,2	87,2	107,2	91,2	87,2	107,2	91,2	87,2	107,2		
450	35	520	800	75	12	544	38	620	95	33	17,5	112	107	130	112	107	130	112	107	130	112	107	130	112	107	130		
500	38	576	800	75	12	600	41	682	100	35	22,0	135	130	156	135	130	156	135	130	156	135	130	156	135	130	156		
550	40	630	800	75	12	654	43	740	100	37	25,5	156	150	182	156	150	182	156	150	182	156	150	182	156	150	182		
600	43	686	800	75	12	710	46	802	100	39	29,4	182	175	215	182	175	215	182	175	215	182	175	215	182	175	215		

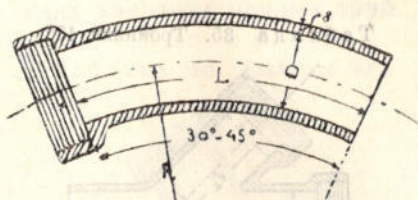
Примечания: 1. Трубы диаметром 125 м.м. употребляются лишь для домовых присоединений. Трубы диаметром 500, 550 и 600 м.м. укладываются на бетонных основаниях.

2. До переоборудования заводов трубы временно могут быть длиной 700 м.м.

3. Удельный вес материала труб принят = 2,1.



Нормальный метрический сортамент каменно-керамических канализационных труб.

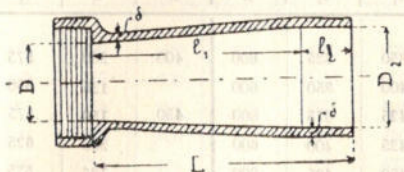


Отводы.

Фиг. 8.

Таблица 34.

Внутренний диаметр	Толщина стенок	Отводы 30°		Отводы 45°	
		Радиус закругления	Строительная длина	Радиус закругления	Строительная длина
<i>D</i>	<i>δ</i>	<i>R</i>	<i>l</i>	<i>R</i>	<i>l</i>
125	18	1 147	600	764	600
150	19	1 147	600	764	600
200	22	1 147	600	764	600



Переходы.

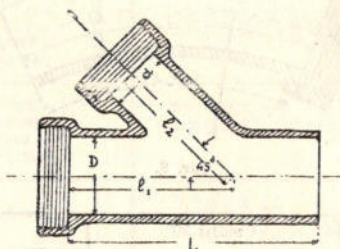
Фиг. 9.

Внутренние диаметры		Толщина стенки	Длина конической части	Длина прямой части	Строительная длина перехода
<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>2</sub>	<i>δ</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>L</i>
125	150	19	400	100	500
125	200	22	400	100	500
150	200	22	400	100	500

Примечание: Переходы укладываются лишь на присоединениях домовых ответвлений к трюнкам уличной сети.

## Нормальный метрический сортамент каменно-керамических канализационных труб.

Таблица 35. Тройники 45°.



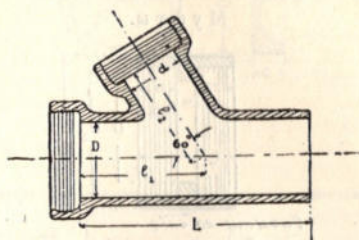
Фиг. 10.

Внутр. диаметр трубы	Внутр. диаметр отрезка	Расстояние до пересеч. осей	Вылет отрезка	Строительная длина тройника	Внутр. диаметр трубы	Внутр. диаметр отрезка	Расстояние до пересеч. осей	Вылет отрезка	Строительная длина тройника
$D$	$d$	$l_1$	$l_2$	$L$	$D$	$d$	$l_1$	$l_2$	$L$
150	125	350	325	600	400	200	575	550	700
200	125	400	350	600	450	125	550	550	600
	150	425	375	600		150	575	575	600
250	125	425	400	600	500	200	625	600	700
	150	450	425	600		125	575	575	600
	200	475	450	700		150	600	600	600
300	125	450	425	600	550	200	650	625	700
	150	475	450	600		125	600	625	600
	200	500	475	700		150	625	650	600
350	125	500	475	600	600	200	675	675	700
	150	525	500	600		125	625	650	600
	200	550	525	700		125	650	675	600
400	125	525	525	600	-	150	700	725	700
	150	550	550	600		200			

Примечание: Толщина стенок ствола тройника и отрезка по таблице № 2.

## Нормальный метрический сортамент каменно-керамических канализационных труб.

Таблица 36. Тройники 60°.



Фиг. 11.

Внутр. диаметр трубы	Внутр. диаметр отгоска	Расстояние до пересеч. осей	Вылет от-ростка	Строительная длина тройника	Внутр. диаметр трубы	Внутр. диаметр отгоска	Расстояние до пересеч. осей	Вылет от-ростка	Строительная длина тройника
$D$	$d$	$l_1$	$l_2$	$L$	$D$	$d$	$l_1$	$l_2$	$L$
150	125	275	250	600	400	200	425	425	700
	125	300	275	600		125	400	425	600
200	150	325	275	600	450	150	425	425	600
	125	325	300	600		200	450	450	700
250	150	350	225	600	500	125	425	475	600
	200	375	300	700		150	450	475	600
	125	325	325	600		200	475	500	700
300	150	350	350	600	550	125	425	500	600
	200	375	350	700		150	450	500	600
	125	350	375	600		200	475	525	700
350	150	375	375	600	600	125	450	525	600
	200	400	400	700		150	475	525	600
	125	375	400	600		200	500	550	700
400	150	400	400	600					

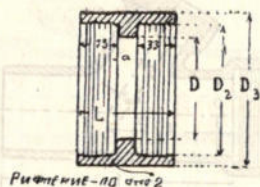
Примечание: Толщина стенок ствола тройника и отгоска по таблице № 2.



## Нормальный метрический сортамент каменно-керамических канализационных труб.

Таблица 37.

Муфты.



Фиг. 12.

Внутренний диаметр трубы	Толщина кольца	Внутренний диаметр раструба	Наружный диаметр муфты	Длина муфты
$D$	$a$	$D_2$	$D_3$	$L$
125	40	185	227	190
150	40	212	256	190
200	40	268	318	190
250	40	324	380	190
300	50	380	442	200
350	50	434	500	200
400	50	488	558	200
450	50	544	620	200
500	60	600	682	210
550	60	654	740	210
600	60	710	802	210

Пробки.



Фиг. 13.

Внутренний диаметр трубы	Наружный диаметр пробки	Длина пробки	Глубина выемки	Толщина ребра
$D$	$D_1$	$c$	$r$	$\gamma$
125	161	60	45	16
150	188	60	35	16
200	244	60	42	18

## В. Нормальные технические условия на изготовление и приемку каменно-керамических глазурованных канализационных труб и фасонных частей.

§ 1. Каменно-керамические глазурованные трубы и фасонные части должны быть круглого сечения с одинаковой толщиной стенок, без трещин и других пороков, причем если при наличии последних трубы удовлетворяют всем остальным §§ Технических Условий, то такие трубы считаются удовлетворительными. Каждая труба и фасонная часть должна быть хорошо и однородно обожжена, без признаков пережога и при постукивании издавать ясный звук.

§ 2. Трубы должны быть машинной работы. Раструбы должны быть выдавлены формовочным прессом одновременно с телом трубы или фасонных частей. Трубы и фасонные части с отдельно формованными приставными раструбами не допускаются.

Глазурь должна быть сплошная и должна равномерно, без пропусков, покрывать как внутреннюю, так и наружную поверхность трубы и представляться гладкой без недоливов, наплывов, пузырей и мелких трещин.

**Примечание.** Внутренняя поверхность раструбов и наружная поверхность труб и фасонных частей на длине нарезки могут быть и не глазурованы.

§ 4. Размеры труб и фасонных частей должны отвечать таблицам нормального сортамента. Наибольшее отклонение в толщине стенок допускается до 3 мм и в длине до 20 мм. Трубы должны быть прямыми: отклонение стенки от прямой допускается не более 12 мм на длину 1 м; отклонение внутренних диаметров труб и фасонных частей, втятых в любом направлении поперечного сечения трубы или фасонной части, от нормальных размеров допускается для диаметров до 300 мм включительно—7 мм, а свыше 300 мм по формуле  $3 \text{ мм} + 0,015 D$ , где  $D$ —внутренний диаметр нормальных труб.

§ 5. Тело трубы в изломе должно быть плотное, мало пористое, но не стекловидное; процент всасывания воды глиняной массой трубы при кипячении ее черепка не должен превышать 9<sup>1)</sup>. Для определения этого качества глиняной массы берется черепок по возможности квадратной формы размером от 25 до 50 см<sup>2</sup>, без ясно видимых трещин, с глазурью, сохранившейся на обеих сторонах.

Образец подвергается следующим операциям:

а) После взвешивания высушивается в сушильном шкафу или сушильной печи не менее чем при 110°С в течение не менее 3 часов; остывает в сухом воздухе при комнатной температуре и вторично взвешивается. Если 1-е и 2-е взвешивание близко сходятся, образец считается высушим. В противном случае сушку и взвешивание повторяют до приблизительного равенства 2-х последних взвешиваний. Весы должны обладать чувствительностью до 0,5 г при нагрузке в 1 кг. Взвешивание производится с точностью до 1 г.

б) После окончательной сушки, остывания и взвешивания образец погружается в сосуд с дистиллированной или дождевой водой, которая нагревается до кипения и кипит в продолжение 3 часов, после чего там же охлаждается до 10°—15°С.

в) Вынимают образец из воды, дают ей стечь, обтирают его и взвешивают.

Результат всасывания воды выражается в % к весу сухого образца.

Для определения годности глазури целая труба взвешивается, затем погружается в воду и после вымачивания в воде в течение суток снова взвешивается; % всасывания воды всей трубой не должен быть больше 4<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Временно на два года вперед до переоборудования заводов возможно повысить процент всасывания до 10, но никак не более 12.

<sup>2)</sup> Временно на 2 года вперед до переоборудования заводов возможно этот процент повысить до 5.



§ 6. 50% серная или соляная кислоты, а также 5% раствор едкого калия или натрия не должны оказывать разрушающего действия на глазурь или тело трубы.

Для определения этого качества черепки величиною в 25—60 см<sup>2</sup> испытуемых труб погружают на половину: а) в 50% соляную, б) в 50% серную кислоту и в) в 5% раствор едкой щелочи и в течение 48 часов следят за появлением признаков повреждения и разрушения.

§ 7. Для определения крепости и стенок трубы подвергаются:

а) Внешней нагрузке, при чем разрушающая нагрузка для труб диаметром до 300 мм должна быть не ниже 2 000 кг на 1 м строительной длины; для труб от 300 мм до 450 мм—не ниже 2 500 кг и свыше 450 мм—3 000 кг; раструбы участвуют в сопротивлении.

Испытание на внешнюю нагрузку производится до разрушения, при этом труба подвергается давлению, по всей длине, для чего она помещается между двумя деревянными планками, шириной каждая около 75 мм, сверху и снизу вдоль трубы, через которые и передается давление.

Неровности трубы исправляются легким вколачиванием клиньев из мягкого дерева между планкой и трубой.

б) Внутреннему гидравлическому давлению до разрушения, которое для труб диаметром до 250 мм должно быть не ниже 4 атмосфер и для труб свыше 250 мм—не ниже 3 ат.

При испытании на внутреннее давление до разрушения, труба закрывается в ее концах дисками с манжетами, без продольного сжатия.

§ 8. Для испытания труб относительно требований изложенных §§ 5, 6 и 7, берется из каждой поставки 1/10% от всего количества годных по виду труб. Если эта проба будет неуоовлетворительна, то берется 1% от этой же партии и, в случае неудовлетворительных результатов вся партия бракуется. В отношении других требований, изложенных в остальных §§ Технических Условий, исследуется каждая труба и фасонная часть.

## § 45. Чугунные и железные трубы.

### А. Чугунные трубы.

Они слишком дороги для канализации, хотя обладают большой прочностью.

Вот сравнение довоенных цен 1 м труб чугунных, керамиковых и бетонных без укладки.

Т а б л и ц а 38.

	Чугунные		Керамиковые		Бетонные	
	Р.	К.	Р.	К.	Р.	К.
Диаметр 6" . .	7	56	2	75	1	20
" 8" . .	11	—	4	13	1	80
" 10" . .	15	—	5	50	2	40
" 12" . .	19	40	7	48	3	00
" 16" . .	28	40	11	54	5	70
" 20" . .	34	20	16	73	9	00

Здесь приведена стоимость чугунных водопроводных труб, так как в канализационном деле тонкостенные чугунные трубы употребляются лишь до 6 дюймов, а большего диаметра — для особых случаев: при плохом грунте, для дукеров, когда они должны лежать постоянно в воде или в качестве напорных, — делаются по типу водопроводных. Их можно было бы облегчить весом процентов на 20, вследствие небольших напоров в канализации, но и это нежелательно так как из-за затруднений при отливке получается больше брака: раковин, пузырей, свищей. Даже с этим облегченным весом цена чугунных труб в 2—3 раза выше цены керамиковых и в 3—4 раза — цены бетонных труб. Но не одни финансовые соображения заставляют избегать чугунных труб, — сточная жидкость, действуя разъедающе на стенки трубы и не заполняя ее сечения сплошь, оставляет пространство для воздуха, кислород которого также разъедает трубы, уменьшая срок их службы.

Покрытие труб асфальтом в горячем состоянии, а еще лучше эмалью предохраняет трубы на некоторое время, но чаще всего через несколько лет эти составы разрушаются сточными водами и трубы начинают ржаветь.

Чугунные трубы малых диаметров, до 6 дюймов, применяются для дворовой канализации вместо керамиковых, если надо опасаться подвижки грунта вследствие его слабости, когда грунтовые воды, уходя в стыки гончарных или бетонных труб, могут вызвать своим понижением осадку соседнего строения или когда подвал здания лежит ниже дворовой канализации и есть основание предполагать, что канализационная жидкость может просачиваться через стыки в подвал и делать фундамент сырым или проникать в колодец с питьевой водой. Наконец, если трубы приходится укладывать во дворе мелко, именно не глубже 0,8 м и более слабые гончарные или бетонные не выдержат сотрясений от телег или тяжести грузового автомобиля, — следует употреблять чугунные трубы. Они делаются более легкого типа, чем водопроводные, так как напор жидкости в них или отсутствует (вода идет самотеком), или с очень небольшим напором, между тем, считаясь с разъедающими свойствами стоков, их не следовало бы делать легче водопроводных.

Чугунные канализационные трубы льют в  $\left| \begin{array}{c} 2'' \quad 3'', \\ \text{т.-е. } 50, 76, \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} 4'', \quad 5'' \\ 102 \quad 127 \text{ и } 152 \text{ мм} \end{array} \right|$  и 6''  
с толщиной стенок от 6 до 8,5 мм; их соединение делается помощью свинца совершенно так же, как и водопроводные т.-е. кладут у раструба веревку в  $\frac{1}{2}''$  толщиной, обмазывают глиной, затем веревку вытаскивают за один конец, а в образовавшееся гнездо льют расплавленный свинец, проникающий в раструб; чтобы свинец не вошел во внутрь трубы, в раструб предварительно забивают смоляную прядь, беря для этой цели расплетенный смоляной канат. После заливки заусенцы срубуют рубилом и зачеканивают свинец чеканкой, обходя трубу раза 2—3 кругом.

## В. Железные трубы.

Малых диаметров они не изготовляются для канализаций; только в тех случаях, когда диаметр превышает 750 мм и трубы будут находиться под напором, например, за очистными сооружениями для дукеров,



или для сифонов и выпусков в проток,—кладут железные и даже стальные клепаные трубы, а в последнее время чаще сваренные по шву. Их асфальтируют и обертывают пропитанной смолой джутовой лентой для предохранения от ржавления. В стальных трубах раструб состоит из приваренного к концу трубы стального же кольца. Соединение таких труб делается подобно предыдущему, забивкой пенковой пряди, заливкой свинцом и зачеканкой. Стальные трубы можно делать длиннее чугунных, отчего получается меньше стыков, да и сами трубы легче чугунных и, будучи эластичнее последних, не подвергаются трещинам и переломам под действием внешних сил. В водопроводном деле стальные трубы нашли довольно значительное применение, в канализационном меньшее, но все шансы для широкого их распространения налицо.

## § 46. Нормальный сортамент чугунных канализационных труб и фасонных частей.

В июне 1924 г. Постоянное Бюро водопроводных съездов внесло сортамент в Бюро Промышленной стандартизации ГЭУ ВСНХ СССР, последнее согласовало сортаменты с промышленными объединениями, изготовляющими канализационные трубы. 31/iv—1925 г. Комиссия Промышленной Стандартизации утвердила сортаменты, как рекомендуемый, с обязательным введением в практику с начала 1926—1927 операционного года. При исчислении веса труб удельный вес чугуна принят 7,25.

Трубы, изготовленные по нормальному сортаменту, предназначаются к укладке внутри зданий и в земле, но при укладке их в земле в ответственных случаях рекомендуется пользоваться нормальными чугунными водопроводными трубами.

### Оглавление.

Трубы и раструбные соединения конструкции раструбов.

Вес труб и их элементов.

Отводы 90°, 100° и 110°.

Отводы 135° и 150°.

Дуги.

Отступы.

Переходы.

Тройники косые с отрезками под углом в 45°.

Тройники косые с отрезками под углом в 60°.

Тройники прямые.

Крестовины косые с отрезками под углом в 45°.

Крестовины косые с отрезками под углом в 60°.

Крестовины прямые с отрезками в одной и двух плоскостях.

Патрубки с отрезками для газовых труб.

Муфты строительные (двойные раструбы).

Муфты ремонтные.

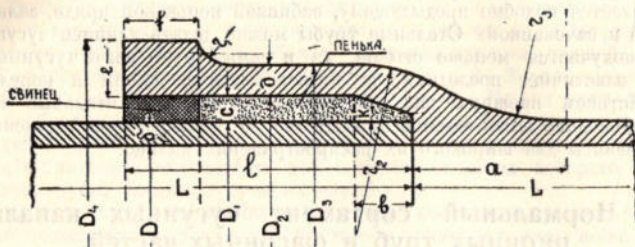
Патрубки для соединения чугунных труб с гончарными.

Ревизии.

Заглушки.



## Сортамент чугунных канализационных труб Промстандарт ВСНХ СССР.



Фиг. 14.

Таблица 39.

Размеры труб				Размеры раструбов													
Внутрен. диаметр трубы	Толщ. стенок	Наруж. диаметр трубы	Строительная длина	Глубина растр.	Глубина напр. конуса	Толщина набивки	Внутрен. диаметр раструбы	Толщина стенок раструбы	Наружний диаметр раструбы	Толщина обода раструбы	Ширина обода раструбы	Наруж. диаметр обода раструбы	Дл. перех. ств. трубы в растр.	Зазор в растр. у конуса	Радиус закругления	Радиус закругления	Радиус закругления
$D$	$\delta$	$D_1$	$L$	$l$	$b$	$c$	$D_2$	$d$	$D_3$	$l$	$f$	$D_4$	$a$	$k$	$r_1$	$r_2$	$r_3$
50	5	60	2 000	60	12	6	72	6	84	10	15	92	25	2	6	40	23
75	5	85	2 000	65	12	6	94	7	111	11	16	119	30	2	7	40	34
100	6	112	2 000	70	12	6	124	7	138	12	17	148	30	2	8	40	34
125	6	137	2 000	70	15	7	151	8	167	13	18	177	35	2	9	42	49
150	6	162	2 000	75	15	7	176	8	192	14	19	204	35	2	9	42	49
200	6	212	2 000	75	15	7	226	8	242	15	20	256	40		10	42	66

Глубина свинцовой заливки для труб всех диаметров = 20 мм.

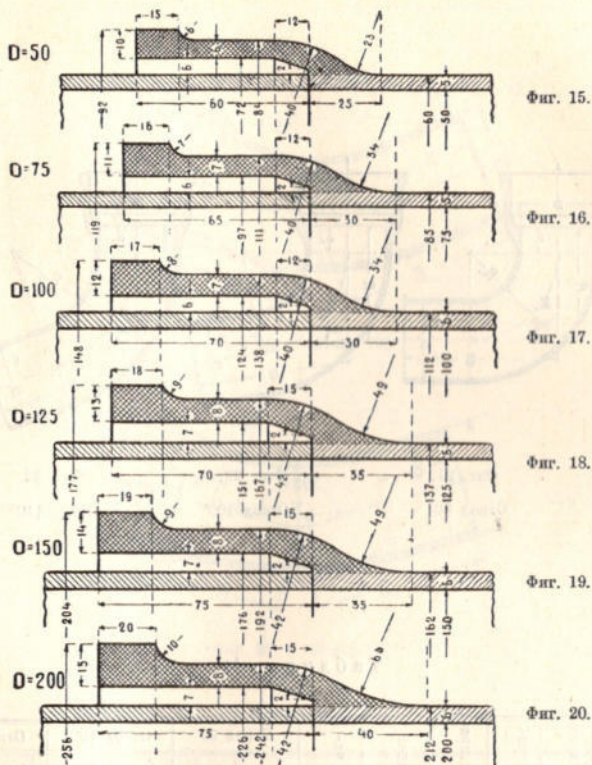
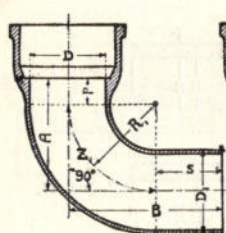


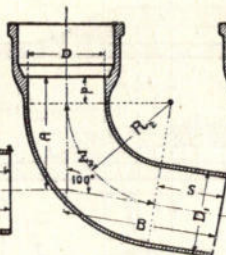
Таблица 40.

Размеры труб		Вес в кг			
Внутренний диаметр трубы	Строительная длина трубы	Раструба	1 пог. м ствола трубы	Трубы с раструбом	1 пог. м трубы с раструбом
50	2 000	1,10	6,26	13,6	6,81
75	2 000	1,86	9,11	20,1	10,1
100	2 000	2,57	14,5	31,6	15,8
125	2 000	3,57	17,9	39,4	19,7
150	2 000	4,52	21,3	47,1	23,6
200	2 000	6,15	28,2	62,6	31,3



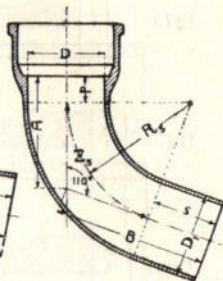
Фиг. 21.

Отвод 90°



Фиг. 22.

Отвод 100°



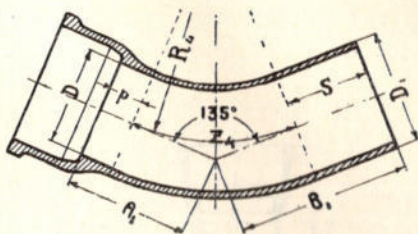
Фиг. 23.

Отвод 110°

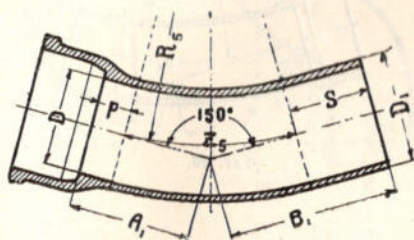
Таблица 41.

Внутренний диаметр стенок	Толщина стенок	Наружный диаметр отвода	Длина ветки с радиусом	Длина ветки с прямым концом	Длина постоянной части	Длина прямой части у отвода	Отвод 90°		Отвод 100°		Отвод 110°	
							Радиус закругления	Длина закругления части	Радиус закругления	Длина закругления части	Радиус закругления	Длина закругления части
$D$	$d$	$D_1$	$A$	$B$	$P$	$s$	$R_1$	$Z_1$	$R_2$	$Z_2$	$R_3$	$Z_3$
50	5	60	100	150	30	80	70	110	83	116	100	122
75	5	85	125	175	35	85	90	141	107	150	129	158
100	6	112	150	200	35	85	115	181	137	191	164	200
125	6	137	175	225	40	90	135	212	161	225	193	236
150	6	162	200	250	40	90	160	251	191	267	228	279
200	6	212	250	300	45	95	205	332	144	341	293	358





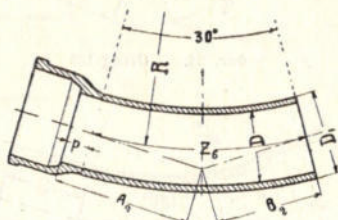
Фиг. 24. Отвод 135°



Фиг. 25. Отвод 150°

Таблица 42.

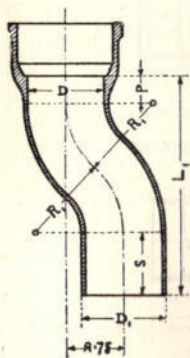
Внутренний диаметр отвода	Толщина стенок	Наружный диаметр отвода	Длина ветки с рас- трубом	Длина ветки с пя- тым концом	Длина постоянной части	Длина прямой ча- сти отвода	Отвод 135°		Отвод 150°	
							Радиус закруг- ления	Длина закруг- ленной части	Радиус закруг- ления	Длина закруг- ленной части
D	δ	D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	p	S	R <sub>4</sub>	Z <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	Z <sub>5</sub>
50	5	60	75	125	30	80	109	86	167	87
75	5	85	100	150	35	85	15	123	241	126
100	6	112	125	175	35	85	217	170	336	175
125	6	137	150	200	40	90	266	209	410	215
150	6	162	175	225	40	90	326	256	505	264
200	6	212	225	275	45	95	435	342	672	352



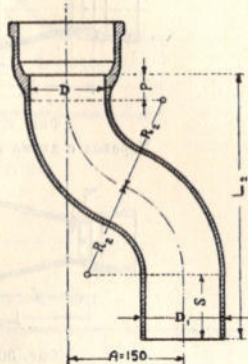
Фиг. 26.

Таблица 43.

Внутренний диаметр	Толщина стенки	Наружный диаметр	Диаметр втулки с раструбом	Диам. втулки с гладким концом	Радиус	Длина постоянной части	Длина закругленной части	Строительная длина
$D$	$\delta$	$D_1$	$A_2$	$B_2$	$B$	$p$	$Z_6$	$L$
50	5	60	180	150	560	30	293	325
75	5	85	185	150	560	35	293	330
100	6	112	185	150	560	35	293	330
125	6	137	190	150	560	40	293	335
150	6	162	190	150	560	40	293	335
200	6	212	195	150	560	45	293	340



Фиг. 27.  
Отступ 75 мм.

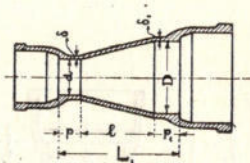


Фиг. 28.  
Отступ 150 мм.

Таблица 44.

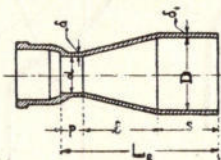
Внутренний диаметр отступ	Толщина стенки	Наружный диаметр отступа	Длина постоянной части трубы	Длина прямой части у отступа	Отступ 75 мм		Отступ 150 мм	
					Строительная длина	Радиус закругления	Строительная длина	Радиус закругления
$D$	$\delta$	$D_1$	$d$	$S$	$L_1$	$R_1$	$L_2$	$R_2$
50	5	60	30	70	270	115	330	126
75	5	85	35	75	280	115	340	126
100	6	112	35	85	290	115	350	126
125	6	137	40	85	300	121	360	130
150	6	162	40	95	310	121	370	130





Фиг. 29.

Переход с двумя раструбами.

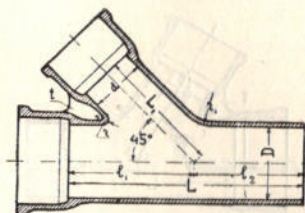


Фиг. 30.

Переход с одним раструбом.

Таблица 45.

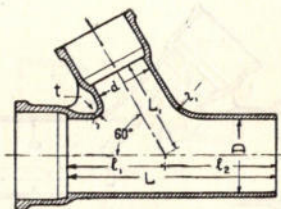
Внутренние диаметры переходов	Толщина стенки в узкой части перехода	Толщина стенки в широкой части перехода	Длина постоянной части у диаметра	Длина постоянной части у диаметра	Длина конической части	Длина прямого конца у перехода	Строительная длина перехода с двумя раструбами	Строительная длина перехода с одним раструбом
$d \times D$	$\delta$	$\delta_1$	$p$	$p_1$	$l$	$s$	$L_1$	$L_2$
50 × 75	5	5	30	35	50	75	115	155
50 × 100	5	6	30	35	100	85	165	215
50 × 125	5	6	30	40	150	85	220	265
50 × 150	5	6	30	40	200	95	270	325
75 × 100	5	6	35	35	50	85	120	170
75 × 125	5	6	35	40	100	85	175	220
75 × 150	5	6	35	40	150	95	225	280
100 × 125	6	6	35	40	50	85	125	170
100 × 150	6	6	35	40	100	95	175	230
100 × 200	6	6	35	45	200	95	280	330
125 × 150	6	6	40	45	50	95	130	185
125 × 200	6	6	40	45	150	95	235	285
150 × 200	6	6	40	45	100	95	185	235



Фиг. 31.

а б л и ц а 46.

Внутренний диаметр ствола тройника	Внутрен. диаметр отрезка	Толщина стенки ствола тройника	Толщина стенки отрезка	Длина ветви с раструбом	Длина гладкого конца	Строгательная длина тройника	Вылет отрезка	Радиус закругления	Радиус закругления	Толщина ребра
$D$	$d$	$\delta$	$\delta_1$	$L_1$	$L_2$	$L$	$L_1$	$r$	$r_1$	$t$
50	50	5	5	120	130	250	120	10	50	8
75	50	5	5	140	140	280	140	10	50	8
	75	5	5	160	160	320	160	10	50	8
100	50	6	5	150	130	280	150	10	50	8
	75	6	5	170	150	320	170	10	50	8
	100	6	6	190	170	360	190	12	50	8
125	50	6	5	170	130	300	170	10	50	8
	75	6	5	180	160	340	190	10	50	8
	100	6	6	200	180	380	200	10	50	8
	125	6	5	220	200	420	220	12	60	10
	150	6	6	240	210	460	240	12	60	10
150	50	6	5	180	120	300	190	10	50	8
	75	6	5	200	150	350	210	10	50	8
	100	6	6	220	180	400	220	10	50	8
	125	6	6	240	210	450	240	12	60	10
	150	6	6	210	240	500	260	12	60	10
200	100	6	6	240	160	400	260	10	50	8
	125	6	6	260	190	450	270	12	60	10
	150	6	6	280	220	500	290	12	60	10
	200	6	6	310	240	550	320	12	60	10

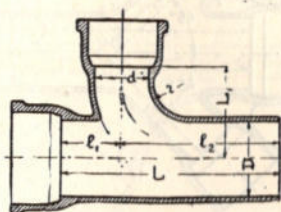


Фиг. 32.

Таблица 47.

Внутрен. диаметр ствoла тройника	Внутрен. диаметр отгoстка	Толщина стенки ствoла тройника	Толщина стенки отгoстка	Длина ветви с раструбом	Длина гладкого конца	Стронгальная длина тройника	Вылет отгoстка	Радиус закругления	Радиус закругления	Толщина ребра
$D$	$d$	$\delta$	$\delta_1$	$l_1$	$l_2$	$L$	$L_1$	$r$	$r_1$	$t$
50	50	5	5	90	140	230	90	12	60	8
75	50	5	5	100	150	250	110	12	60	8
	75	5	5	120	160	280	120	12	60	8
100	50	6	5	110	160	270	120	12	60	8
	75	6	5	130	170	300	130	12	60	8
	100	6	6	140	190	330	140	12	60	8
125	50	6	5	120	170	290	140	12	60	8
	75	6	5	140	180	320	150	12	60	8
	100	6	6	150	200	350	160	12	60	8
150	125	6	6	170	210	380	170	15	60	10
	50	6	5	130	150	280	150	12	70	8
	75	6	5	150	170	320	160	12	60	8
	100	6	6	160	200	360	170	12	60	8
200	125	6	6	180	220	400	180	15	70	10
	150	6	6	190	250	440	190	15	60	10
	100	6	6	180	170	350	200	12	70	8
	125	6	6	200	200	400	210	15	70	10
200	150	6	6	220	230	450	220	15	70	10
	200	6	6	240	260	500	240	15	70	10

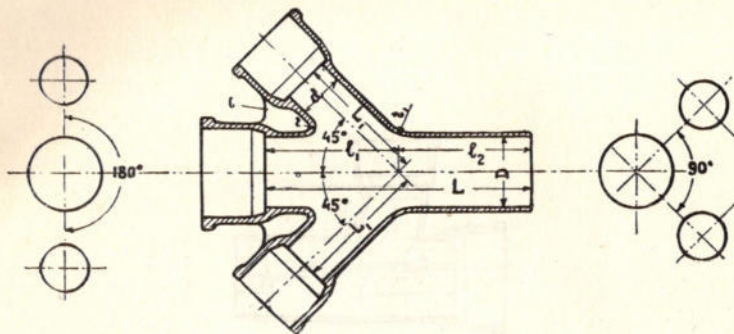




Фиг. 33.

Таблица 48.

Внутрен. диаметр ствола тройника	Внутрен. диаметр отгортка	Толщина стенки ствола тройника	Толщина стенки отгортка	Длина ветви с раструбом	Длина ветви с гладким концом	Строительная длина тройника	Вылет отгортка	Радиус закругления
$D$	$d$	$\delta$	$\delta_1$	$l_1$	$l_2$	$L$	$L_1$	$r$
50	50	5	5	60	170	230	100	45
75	50	5	5	70	180	250	105	35
	75	5	5	80	200	280	125	55
100	50	6	5	70	200	270	115	35
	75	6	5	80	220	300	130	45
	100	6	6	90	240	330	150	65
125	50	6	5	80	210	290	130	35
	75	6	5	90	230	320	140	45
	100	6	6	100	250	350	155	55
	125	6	6	110	270	380	175	75
150	50	6	5	80	200	280	140	35
	75	6	5	90	230	320	155	45
	100	6	6	100	260	360	165	55
	125	6	6	110	290	400	180	65
	150	6	6	120	320	440	200	85

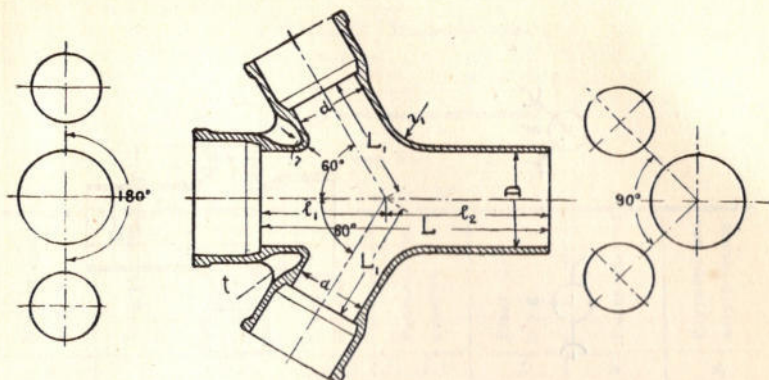


Фиг. 34.

Крестовины с отрезками  
в одной плоскости.Крестовины с отрезками  
в двух плоскостях.

Таблица 49.

Внутрен. диаметр ствола крестовины	Внутрен. диаметр отрезка	Толщина стенки ствола крестовины	Толщина стенки отрезка	Длина ветви с раструбом	Длина ветви с гладким концом	Строительная длина крестовины	Вылет отрезка	Радиус закругления	Радиус закругления	Толщина ребра
$D$	$d$	$\delta$	$\delta_1$	$l_1$	$l_2$	$L$	$L_1$	$r$	$r_1$	$t$
50	50	5	5	120	130	250	120	10	50	8
75	50	5	5	140	140	280	140	10	50	8
	75	5	5	160	160	320	160	10	50	8
100	50	6	5	150	130	280	150	10	50	8
	75	6	5	170	150	320	170	10	50	8
	100	6	6	190	170	360	190	10	50	8
125	50	6	5	170	130	300	170	10	50	8
	75	6	5	180	160	340	190	10	50	8
	100	6	6	200	180	380	200	10	50	8
	125	6	6	220	200	420	220	12	50	10
150	50	6	5	180	120	300	190	10	60	8
	75	6	5	200	150	350	210	10	50	8
	100	6	6	220	180	400	220	10	50	8
	125	6	6	240	210	450	240	12	60	10
	150	6	6	260	240	500	260	12	60	10
200	100	6	6	240	160	400	260	10	50	8
	125	6	6	260	190	450	270	12	60	10
	150	6	6	280	220	500	290	12	60	10
	200	6	6	310	240	550	320	12	60	10



Фиг. 35.

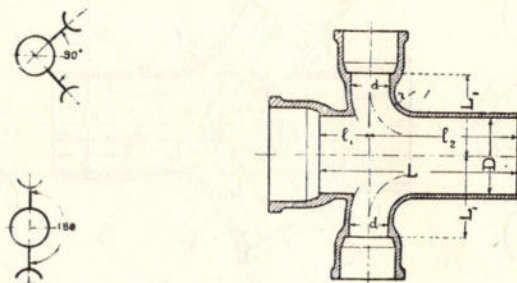
Крестовины с отрезками  
в одной плоскости.

Крестовины с отрезками  
в двух плоскостях.

Таблица 50.

Внутрен. диаметр ствола крестовины	Внутрен. диаметр отрезка	Толщина стенки ствола крестовины	Толщина стенки отрезка	Длина ветви с раструбом	Длина ветви с гладким концом	Строгальная длина крестовины	Вылет отрезка	Радиус закругления	Радиус анкругления	Толщина ребра
$D$	$d$	$\delta$	$\delta_1$	$l_1$	$l_2$	$L$	$L_1$	$r$	$r_1$	$t$
50	50	5	5	90	140	230	90	10	50	8
75	50	5	5	100	150	250	110	10	50	8
	75	5	5	120	160	280	120	10	50	8
100	50	6	5	110	160	270	120	10	50	8
	75	6	5	130	170	300	130	10	50	8
	100	6	6	140	190	330	140	10	50	8
125	50	6	5	120	170	290	140	10	50	8
	75	6	5	140	180	320	150	10	50	8
	100	6	6	150	200	350	160	10	50	8
	125	6	6	170	210	380	170	12	60	10
150	50	6	5	130	150	280	150	10	50	8
	75	6	5	150	170	320	160	10	50	8
	100	6	6	160	200	360	170	10	50	8
	125	6	6	180	220	400	180	12	60	10
	150	6	6	190	250	440	190	12	60	10
200	100	6	6	180	170	350	200	10	50	8
	125	6	6	200	200	400	210	12	60	10
	150	6	6	220	230	450	220	12	60	10
	200	6	6	240	260	500	240	12	60	10





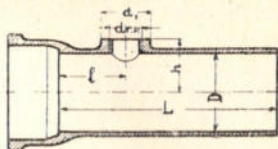
Фиг. 36.

Крестовина с отрезками  
в одной плоскости.

Крестовина с отрезками  
в двух плоскостях.

Таблица 51.

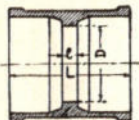
Внутрен. диаметр ствола крестовины	Внутрен. диаметр отрезка	Толщина стенки ствола крестовины	Толщина стенки отрезка	Длина ветви с раструбом	Длина ветви с гладким концом	Строительная длина крестовины	Вылет отрезка	Радиус закругления
$D$	$d$	$\delta$	$\delta_1$	$L_1$	$L_2$	$L$	$L_1$	$r$
50	50	5	5	60	170	230	100	45
75	50	5	5	70	180	250	105	35
	75	5	5	80	200	280	125	55
100	50	6	5	70	200	270	115	35
	75	6	5	80	220	300	130	45
	100	6	6	90	240	330	150	65
125	50	6	5	80	210	290	130	35
	75	6	5	90	230	320	140	45
	100	6	6	100	250	350	155	55
	125	6	6	110	270	380	175	75
150	50	6	5	80	200	280	140	35
	75	6	5	90	230	320	155	45
	100	6	6	100	260	360	165	55
	125	6	6	110	250	400	180	65
	150	6	6	120	320	440	200	85



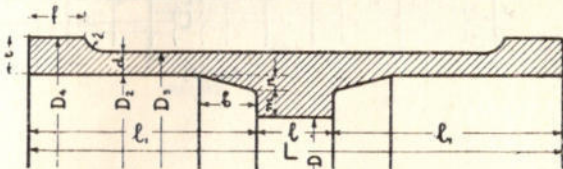
Фиг. 37.

Таблица 52.

Внутрен. диаметр патрубка	Толщина стенки	Газовая резьба		Расположение отгоска	Длина патрубка	Вылет отгоска	Наружный диаметр отгоска
		По метрической шкале	По дюймовой шкале				
$D$	$\delta$	$d$ мм	$d$ дюйм.	$l$	$L$	$h$	$d_t$
50	5	25	1	60	230	45	50
75	5	25	1	70	250	60	50
100	6	25	1	70	270	70	50
	6	38	1 1/2	80	270	70	70



Фиг. 39.



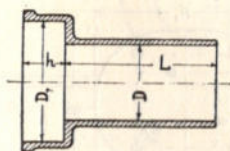
Фиг. 38.

Таблица 53.

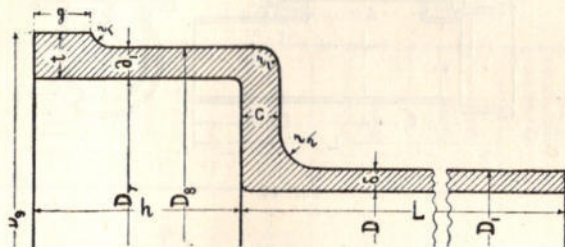
Внутренний диаметр трубы	Строительная длина муфты	Глубина раструба	Длина муфты	Внутренний диаметр раструба	Толщина стон раструба	Наружный диаметр муфты	Толщина обода раструба	Ширина обода раструба	Наружный диаметр обода раструба	Длина конуса направления	Высота выступа	Подъем конуса	Радиус закругления
$D$	$l$	$l_1$	$L$	$D_2$	$a$	$D_3$	$l$	$f$	$D_4$	$b$	$m$	$n$	$r$
50	20	60	140	72	6	84	10	15	92	12	7	4	6
75	20	65	150	97	7	111	11	16	119	12	7	4	7
100	20	70	160	124	7	138	12	17	148	12	8	4	8
125	20	70	160	151	8	167	13	18	177	15	8	5	9
150	20	75	170	176	8	192	14	19	204	15	8	5	9
200	20	75	170	226	8	242	15	20	256	15	8	5	10







Фиг. 42.

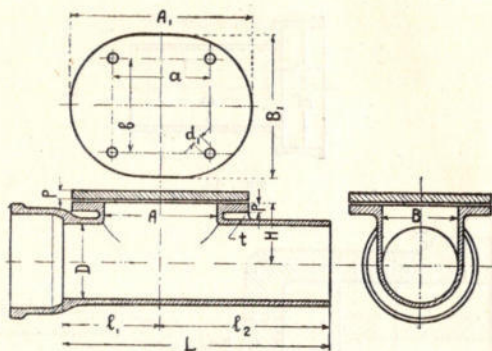


Фиг. 43.

Таблица 55.

Внутренний диаметр	Толщина стенок	Внешний диаметр	Стронительная длина	Внутренний диаметр раструба	Глубина раструба	Толщина стенок раструба	Наружный диаметр раструба	Толщина обода раструба	Ширина обода раструба	Наружный диаметр обода раструба	Толщина стенок	Радиус закругления	Радиус закругления
$D$	$\delta$	$D_1$	$L$	$D_7$	$h$	$d_1$	$D_8$	$t$	$g$	$D_9$	$C$	$r_1$	$r_2$
100	6	112	200	185	75	8	201	12	15	209	10	6	10
125	6	137	230	185	75	8	201	12	15	209	10	6	10
150	6	162	250	212	75	8	228	12	15	236	10	6	10
200	6	212	280	270	75	8	286	12	15	294	10	6	10

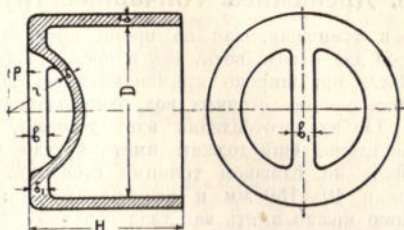
Примечание. Патрубки  $D = 100$  мм предназначаются для присоединения чугунных труб,  $D = 100$  мм к гончарным  $D = 125$  мм.



Фиг. 44.

Таблица 56.

Внутренний диаметр ствола ревизи	Наибольший внутрен- ний размер лаза	Наименьший внутрен- ний размер лаза	Высот лаза	Длина ветви с раструбами	Длина ветви с гладким концом	Длина ревизи	Наибольший размер фланца	Наименьший размер фланца	Толщина фланца	Толщина ребра	Размеры, определяющие расположение болтовых отверстий	Диаметр болтового отверстия	Болты				
													Диаметр		Длина болта	Число болтов	
													По метр. шкале	По дюйм. шкале			
<i>D</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>l<sub>1</sub></i>	<i>l<sub>2</sub></i>	<i>L</i>	<i>A<sub>1</sub></i>	<i>B<sub>1</sub></i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>d<sub>1</sub></i>	<i>d<sub>ММ</sub></i>	<i>d<sub>ДМ</sub></i>	<i>l</i>	<i>n</i>
50	75	50	55	80	170	250	155	130	10	10	80	80	14	12	1/2	35	4
75	110	75	70	100	200	300	190	155	10	10	105	100	14	12	5/8	35	4
100	150	100	80	125	225	350	240	190	12	12	130	130	18	16	5/8	45	4
125	190	125	95	150	250	400	280	215	12	12	150	145	18	16	5/8	45	4
150	225	150	105	170	280	450	315	240	12	12	180	170	18	16	5/8	45	4
200	300	200	130	210	340	550	400	300	15	15	230	220	22	20	3/4	55	4



Фиг. 45.

Таблица 57.

Внутрен. диаметр заглуш.	Толщина стенки	Длина заглуш.	Толщина стенки	Толщина скобы	Ширина скобы	Расположе- ние центра сферы	Радиус сферы
$D$	$\delta$	$H_1$	$\delta_1$	$b$	$b_1$	$p$	$r$
50	5	70	8	8	8	5	25
75	5	80	8	8	10	5	30
100	6	90	10	10	12	10	35
125	6	90	10	10	12	15	40
150	6	100	10	10	15	15	45
200	6	100	10	10	15	15	45

## § 47. Асфальтовые трубы.

Они имеют незначительное распространение в канализационном деле, их применение объясняется желанием иметь трубы не подвергающиеся трещинам и не боящиеся кислот, только в этом и состоит их преимущество, но за то они боятся горячей воды и не годятся для укладки на больших глубинах. Соединение асфальтовых труб, изготовляемых из картона (наподобие кровельного толя) производится обычно так: жестяной цилиндр с наружным ребром посередине длины, вставляется в концы соединяемых труб, а снаружи на стык надвигается асфальтовая же муфта уплотненная в зазорах каменноугольной смолой, гудроном, асфальтовой замазкой и др. подходящим материалом. Металлический цилиндр не позволяет заливке проникнуть во внутрь трубы и сьзуть сечение. Трубы эти не имеют будущего, как вследствие высокой стоимости, так и вследствие недоверия к прочности материала и к его долговечности. Они дороже бетонных и керамиковых и требуют для укладки опытных рабочих.



## § 48. Дренажные гончарные трубы.

Они служат в траншеях, как во время производства работ при укладке коллекторов для отвода воды, так и после их укладки для отвода грунтовых вод. Затем они широко применяются на полях орошения и при всяких способах очистки сточных вод, сопряженных с фильтрацией воды в подпочву. Для их изготовления идет дешевая, но свободная от извести кирпичная глина. Они должны иметь круглое сечение и отличаться прямизной и не слишком тонкими стенками. Их выделывают обычно диаметром в 40—150 мм и незначительной длины, в 30 см, при чем по желанию можно иметь как глазурованные так и не глазурованные трубы. В первых вода поступает в ничем не заделанные стыки, лишь обсыпанные гравием, а во вторых — через стыки и стенки, поры которых легко пропускают воду. Если материал неглазурованных труб достаточно порист, то стыки можно даже совсем заделать во избежание проникания через них ила, песка или частиц чернозема.

## § 49. Свинцовые трубы.

Эти трубы употребляются лишь для домово́й канализации в качестве спускных, переливных и для водяных затворов. Их преимущество состоит в легкой изгибаемости и в произвольной длине, не требуется ни колец, ни муфт, но зато они не выдерживают даже незначительных пролетов без подвешивания на крючках и даже в том случае, если они сделаны из свинца с прибавкой сурьмы, т.-е. из материала употребляемого для шrapнели и бабита, так называемого твердого свинца (гартблей). Точно также свинец боится цементного раствора или гидравлической извести действующих на него разрушительным образом. Если свинцовая труба уложена под полом или под обшивкой, то ее легко повредить при забивании гвоздей, наконец, крысы не раз перегрызали свинцовые трубы под полом.

Свинцовые трубы изготовляют цельнотянутыми, без швов, для чего расплавленный свинец продавливают гидравлическим прессом через круглое отверстие с сердечником; их делают длиной до 60 м. Соединение свинцовых труб между собой делается так: конец одной трубы заостряется срезыванием, а конец другой расширяется конусообразно набивкой на деревянную болванку. Вставив один конец в другой, запаивают соединение. Соединение свинцовых труб с железными или чугунными производится посредством навинчивания фланца, надеваемого на край свинцовой трубы, затем загибаемый; загиб служит одновременно уплотнением фланца. Толщину стенок делают в зависимости от диаметра от 3 до 6 мм, диаметр от 15 до 40 мм через каждые 5 мм при весе труб от 2 до 6 кг на пог. м. Свинцовые трубы для канализации делаются более тонкостенными, чем водопроводные, которые испытываются давлением до 20 ат.

## § 50. Цинковые трубы.

Цинковые трубы нашли применение преимущественно для отвода дождевой воды с фасадной стороны домов, хотя иногда встречаются они на местах стояков для отвода хозяйственных вод, но для этого они не

приспособлены, имея незначительную толщину стенок, всего в  $\frac{2}{3}$  мм. Они более уместны в качестве вентиляционных, но и то с надделкой верхнего конца железной окрашенной трубой, в том случае, если дом отапливается каменным углем, дым которого, содержа сернистую кислоту, действует разрушительно на динк.

## § 51. Деревянные трубы.

(См. водопроводную часть справочника). Деревянные трубы ввели американцы; они делают их из канадской сосны (особенно крепкой), соединяя узкие длинные клепки в шпунт и паз и надевая сверху стальные обручи. Для сточных жидкостей им придают круглое сечение и применяют в качестве временных каналов. Иногда их обшивают внутри свинцовыми листами, когда трубы предназначаются для сильно кислотных или щелочных жидкостей поступающих с фабрик или химических заводов. Деревянными трубами нередко оканчивают устья каналов, лежащих всегда под водой, под которой дерево, как известно, не только не гниет, но делается крепче. В Москве имеется небольшой участок деревянных труб служащий для пропуска канализационных вод.

## Глава VIII. Колодцы и шахты канализационной сети.

Раньше колодцы делали из кирпича на цементном растворе, давая им четырехугольную или круглую форму, теперь их делают из готовых, получаемых с завода, бетонных колец и только донья, в виду разнообразия диаметров труб и различных углов примыкания присоединений, набивают на месте, опирая кольца на днище и ставя одно на другое. Заканчивают верх конусом, на который опирают чугунную крышку колодца либо непосредственно, либо для получения необходимой высоты, не соответствующей высоте кольца или полукольца (кольцо 0,7 м, а полукольцо 0,35 м высоты) сперва надделывают конус бетонными фасонными камнями (кирпичиками) в один или два ряда.

Колодцы для канализации разделяются на :

1. **Смотровые**, иначе ревизионные, входные, на уличных магистралях.
2. **Дождеприемные**, для приема атмосферной воды.
3. **Промывочные**, с приспособлением для периодической промывки сети водой сточной же или нарочно подведенной.
4. **Соединительные** или **узловые**, служащие для ввода присоединений боковых каналов или домовых ответвлений.
5. **Перепадные**, служащие для уничтожения больших уклонов труб устройством перепада воды по плавной кривой.
6. **Ламповые колодцы**, точнее трубы, существующие, но в новых канализациях не устраниваемые, служили для опускания лампы при осмотре каналов через смотровые колодцы.



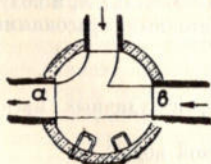
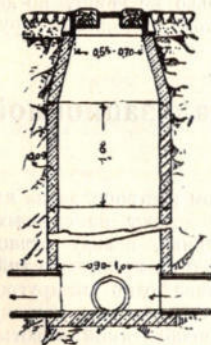
7. Снеговые колодцы, точнее шахты, служащие для сбрасывания в них снега, тающего от тепла сточных хозяйственных вод.
8. Домовые колодцы, иначе контрольные, устраиваемые перед домом, в воротах, для ввода в него ответвления от уличной магистрали, принимающей через него домовые стоки.
9. Входные колодцы, точнее шахты, т.-е. парадные входы с каменными ступеньками, служащими для входа в коллектор и осмотра его посетителями.

## § 51. Смотровые колодцы.

Эти колодцы обыкновенно помещаются над самими каналами, их делают квадратными, 1,1 м в стороне, или эллиптическими: 1,1 × 0,9 м, или круглыми 1 — 1,40 м. Материалом для них служит кирпич при толщине стен в 1 — 1½ кирпича или бетон, толщиной стенок 10 — 25 см, (4 — 6"), при чем в бетон кладут до 5 колец из телеграфной проволоки.

На фиг. 46 представлен современный тип бетонного колодца.

Дно колодца делается набивное на месте и непременно с желобами, иначе вследствие уменьшения скорости течения жидкости, оно будет служить местом отстоя и требовать систематической чистки; желоба, сохраняя сечение трубы, пропускают жидкость со скоростью той же что и труба и отстоя не будет, ширина желоба делается не менее половины высоты сечения коллектора лучше до  $\frac{3}{4}$ . Такое устройство дна колодца предохраняет его от скопления осадков, дающих зловоние при большом потоке воды размывающей их, а также при чистке этих скоплений, вынимаемых на поверхность улицы. Дно колодца обычно не требует особого фундамента; если коллектор лежит на бетонной подушке, то она проходит под колодцем, так как будучи пустым он не дает большого давления на грунт, чем коллектор, нагруженный засыпкой над сводом слоем земли значительной толщины. Давление колеса грузовика в 1 000 — 1 500 кг на крышку колодца, передаваемого через стенки на грунт не больше давления земли на коллектор (2 000 — 6 600 кг на м<sup>2</sup>).



Фиг. 46.

Кольца бетонных колодцев имеют фальцы для большей плотности стыков; при установке их смазывают жирным цементным раствором. Отверстие в конусе для входа в колодец должно быть от 0,55 до 0,7 м, крышка достаточно массивная, чтобы не разбивалась колесами. Вторая крышка необходима, если есть опасность засорения канализации хозяйственных вод мусором, она запечатывается.



Для стока в колодец в его стенки вделываются металлические ступени в виде буквы П, шириной (поперек ступени) 15 см, длиной — 40 — 50 см, ширина полок углового железа 1" или чугунные литые. Эти ступеньки вмазывались в дыры, пробивавшиеся в стенке колодца, что вызывало неудобство их укрепления на цементе, плохо пристыгивавшем к стенкам бетона. В последние годы от них отказываются и переходят к круглым прутам, которые прорезывают кольцо колодца по прямому направлению, по хорде, насквозь. Они заделываются на бетонном заводе в дыры, получаемые от вкладывания в формы деревянных пробок, потом выбиваемых.

Смотровые колодцы ставятся на всех углах улиц, а на прямых через 40 — 60 м, при каналах малого размера. При доступных осмотрах каналов смотровые колодцы располагают реже, именно через 100 — 150 м. Смотровые колодцы располагают также на всех поворотах каналов, если поворот не превышает  $90^\circ$ , при более остром угле приходится ставить даже два колодца рядом.

## § 52. Дождеприемники.

Дождевые колодцы ставятся по обе стороны улицы, так, чтобы решетки прикрывающие их, оказались возле тротуаров и дождевая или талая вода, протекающая по лоткам, попадала в колодец, откуда она стекает по трубе 15 — 20 см диаметром в смотровой колодец коллектора ливневой сети, если канализация раздельная или в общий коллектор при общесплавной системе.

Для того, чтобы вода, несущая порядочно грязи и песку, не попадала в сеть, сточная труба начинается на высоте половины колодца, нижняя часть которого служит таким образом, местом отстоя грязи, вычерпываемой ковшами. Отверстие спускной трубы имеющей  $d = 10$  см, прикрыто железной перегородкой во избежание засорения трубы. Недостаток этого приемника — узкий промежуток между перегородкой и трубой легко засоряющийся, неудачное расположение отрезка под прямым углом к коллектору, течение воды в котором нарушается струями падающей сверху. Пол колодца делается иногда из гранитной плиты и располагается непосредственно над коллектором, это дает минимум длины соединительной трубы, но углы не позволяют прочистить ее по прямому направлению.

При раздельной канализации, когда ливневая вода поступает в свой, ливневой, коллектор, эти затворы излишни.

Самыми дешевыми коллекторами будут бетонные, устроенные по тому же типу, что и смотровой колодец, т.-е. из готовых бетонных колец и доньев, при чем сточная труба должна быть вделана в стенку колодца прорубанием дыры на глубине, ниже глубины промерзания почвы, и заделкой трубы вставленной в него на жирном цементном растворе. Колен следует избегать, делая соединение дождеприемника с коллектором по прямой линии удобной для прочистки.

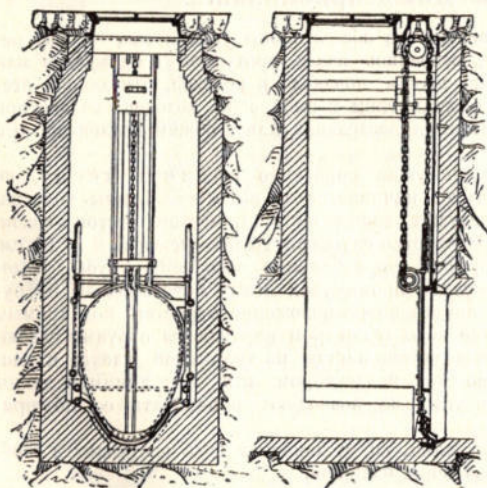
Крышку колодца в случае кубиковой мостовой лучше делать прямоугольной, напр., по типу г. Берлина.

Располагают дождеприемники, сообразуясь с расчетным количеством воды, поступающей в них, на расстоянии 35 — 50 м друг от друга. Положим, мы допускаем сток в колодец в размере 5 л/сек. (цифра получается из диаметра и уклона трубы идущей в коллектор) — это соответствует при ливне в 150 сек. литров с гектара и при 95% стока (5% на испарение и утечку), площади стока в 350 м<sup>2</sup>, беря улицу шириной в 20 м и сток с 1/2 улицы, получаем расстояние между колодцами  $\frac{350}{1/2 \times 20} = 35$  м, при более узкой улице расстояние увеличится, но только в некоторых случаях, при очень узких улицах и слабых ливнях расстояние это достигает 100 м. Предельной площадью стока принимают 800 м<sup>2</sup> на каждый колодец.

### § 53. Промывочные колодцы.

Для промывки сети, которая производится как для содержания канала в чистоте, так и во избежание порчи воздуха газами, употребляют

воду чистую, напр., речную, озерную, из прудов или морскую (менее всего желательная), а также и из городского водопровода специально подводимую к сети, особенно к ее слепым концам, в которых воды мало и она дает всегда значительные отложения. Водопроводной водой приходится пользоваться для этой цели редко и лишь в тупиках, она слишком дорога, чаще всего прибегают к той же сточной воде канализации, подпирая ее в коллекторах особыми щитами, поставленными в промывочных колодцах. В промывке нуждается по



Фиг. 47. Щит.

преимуществу хозяйственная сеть, общесплавная имеет промывку ливневыми и талыми водами, а ливневая сеть в промывке не нуждается, получая массу быстро текущей дождевой воды, уносящей всю грязь.

Только опытным путем можно определить сколько раз и в какое время следует производить промывку, однако в проекте надо предусмо-

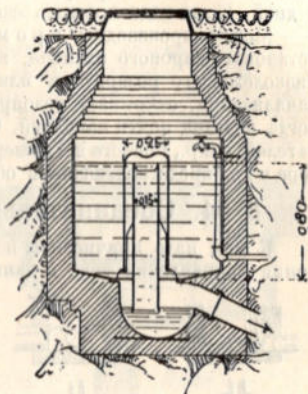


треть возможность постановки промывательных приспособлений по мере надобности. Их ставят на расстоянии от 100 до 1000 м друг от друга, смотря по предполагаемому осадку. На фиг. 47 показан щит системы Гейгера, поднимаемый и опускаемый вручную бесконечными цепями перекинутыми через блоки. На цепи привешен противовес для облегчения подъема щита. Яйцевидный канал в 1,2 м, высотой нуждается в 5—6 сек. для промывки таким приспособлением. Большие щиты, как например, в Карлсруэ, в 2 м высотой, снабжаются двумя цепями.

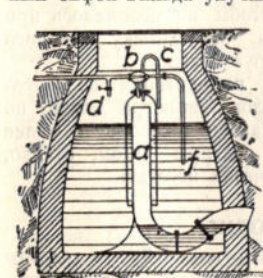
Промывка начинается с верхних концов и постепенно идет к нижним, чередуясь по участкам.

Количество потребной воды для Берлина определилось в 1 800 м, на 1 км длины каналов в течение года. Кельн расходует около 500 м<sup>3</sup>, т.-е. много меньше, что объясняется большими уклонами каналов, лучшими приспособлениями, чем в Берлине, меньшим количеством песка в стоках.

Кроме ручных приспособлений для промывки, существует целый ряд автоматических промывателей. На фиг. 48 изображен наиболее известный сифон Фильда улучшенной системы.



Фиг. 48. Сифон Фильда.



Фиг. 49. Аппарат Кунце.

По мере наполнения колодца водою, уровень ее одновременно повышается в промежутке между стояком и колоколом, воздух под последним сжимается и прорывает нижний затвор, отчего вода между трубами поднимается выше, чем она стоит в колодце. Такое поднятие происходит несколько раз, пока вода в колодце не поднимется до верха стояка, наконец, она ударяет в дно колодца, падает во внутрь стояка полным сечением и устанавливает сифон, который прекращает свое действие, когда вся вода из колодца выльется. В колодец притекает водопроводная вода.

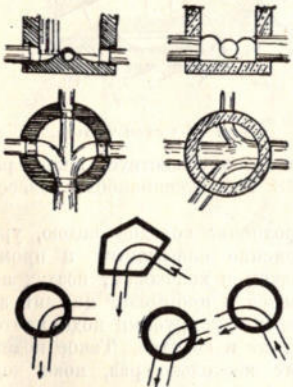
На фиг. 49 показан промывной аппарат Кунца, получивший применение в Карлсбаде, он состоит из сифона, инжектора *b* и коленчатой трубки *c*. Промывка делается водопроводной водою, которая поступает в колодец через инжектор *b*, вода увлекает своим течением воздух из под колокола и вытекает через трубку *f*, а вместо увлеченного воздуха поступает через трубку *c* новый воздух до тех пор пока уровень воды в колодце не поднимется до отверстия трубки *c* и не закроет его, тогда под колоколом образуется вакуум, вода поднимается до верха стояка *a* и сифон



начинает действовать, опорожняя колодец. Такой процесс накопления и опорожнения происходит длительное время. Если инжектор подает 0,5 л/мин. и объем колодца до конца трубки с составляет 4 м<sup>3</sup>, то наполнение колодца требует  $4\ 000 : 0,5 \times 60 \times 24 = 5,6$ , т.е. от 5 до 6 дней. Если надо промыть скорее, то воду пускают через кран *д*.

Можно производить промывку без напора, тогда необходима установка шарового клапана, который впусив воду из реки, пруда или низлежащего резервуара или даже сточную воду вышележащего яруса канализации, открывает водопроводную напорную трубку в тот момент, когда колодец почти наполнен. Существуют еще некоторые системы промывателей, напр., Генеста и Гершере, Адамся, Роадс-Вильямса, Вранкена, Гейгера и др. представляющие в общем некоторые вариации описанных выше.

### § 54. Соединительные колодцы или узловые.

К ним надо причислить и поворотные, т.е. служащие для изменения направления труб и каналов малого сечения. Эти колодцы—обыкновенные вертикальные смотровые колодцы, к нижней части которых при-  


мыкают все соединяемые трубы крестом или тройкой.

Лучше всего дно их делать желобчатым (фиг. 50) во избежание осадков на плоском дне. Надо обратить особенное внимание на соединение труб со стенками колодца, которое должно быть плотно, т.е. не пропускать воды и эластично, чтобы не поломалось при осадке колодца, на крышку которого давят колеса грузовиков.

Изменение направления коллекторов и труб малого диаметра делают по фиг. 50, допускающему поворот и менее 90°, т.е. под острым углом, однако, этого надо всячески избегать.

Фиг. 50.

### § 55. Перепадные колодцы.

В них одна труба, приводящая, лежит выше отводящей; эти колодцы приходится ставить в местах с большим уклоном земли, который недопустим для труб, так как скорость течения при нем слишком велика, трубы истираются и могут сползти по уклону местности или в случае расхождения стыка может произойти размыв почвы. Поэтому в таких местах устраивают перепады с желобом по плавной кривой, не допускающей удара воды о дно колодца.

### § 56. Ламповые колодцы.

Как уже упомянуто, они более не применяются. Они устраивались из поставленных на тройник коллектора труб диаметром 15—25 см,

закрытых на мостовой крышкой. В стояк опускалась лампа, а в смотровой колодец осматривался коллектор; этим приспособлением цель очистки трубы или облегчение нахождения грязи или застрявшего предмета очевидно не достигалось.

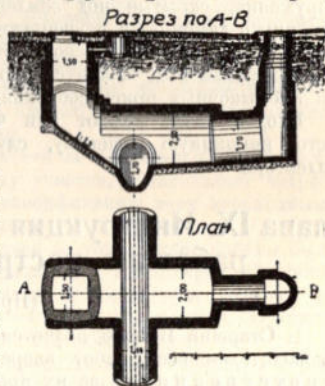
### § 57. Снеговые колодцы или шахты.

Они служат для сбрасывания в них снега или спуска талой воды. Сточная хозяйственная вода имеет зимой даже в сильные морозы  $t^{\circ}$  до  $10^{\circ}$  Ц. Для превращения 1 кг снега в воду  $t^{\circ}$  до  $10^{\circ}$  Ц., надо 90 калорий, таким образом для оттаивания 6 — 7 кг снега, надо было бы всего 540 — 630 калорий или 6 л сточной воды, ( $6 \text{ л} \times 10 \text{ к} = 600$  калорий), каковые и имеются с каждого городского жителя. Сильный снегопад дает снег в 10 раз больше, но удаление снега производится не в один день, поэтому теплоты канализационной воды должно всегда хватать. Такой способ значительно удешевляет удаление снега и делает излишним его вывозку или применение снеготаялок. Удобным местом для устройства снеговых шахт являются большие коллекторы, проходящие по открытому месту. На фиг. 51 изображена шахта; если снегу бывает обычно много, то следует увеличивать размеры шахты. Напр.,  $2 \times 2 \times 4$  м. Стоимость такой шахты в Германии выражалась в сумме от 800 до 1200 марок, смотря по глубине канала. Обслуживание шахты при сбрасывании снега требует 6 человек.

Надо провести к ней водопровод, чтобы изредка промывать от накапливающегося осадка. Каждая шахта может за 8 час. рабочий день принять до 150 возов снега. Укорочение пути отвоза снега дает экономию в расходах и позволяет быстро очистить улицу, что особенно важно в центре города, тогда как окраины имеют достаточно пустопорожных мест для свалки снега. В некоторых городах вместо снеговых шахт, использовали (напр., Бремен, Гамбург, Дрезден) смотровые колодцы для сбрасывания снега и довольно успешно. В Дрездене из 234 000 м<sup>3</sup> снега, выпавшего в 1900 г. могло быть указанным путем удалено 116 000 м<sup>3</sup>, т.-е. половина.

### § 58. Домовые и контрольные колодцы.

Они ставятся в воротах дома или реже на тротуаре и служат для наблюдения за состоянием домовой канализации до примыкания ее к коллектору. Если дворовая сеть не действует, то этот колодец укажет, не является ли причиной засорение части ответвления, лежащей под уличной мостовой, или оно находится в дворовой сети; домовый колодец позволяет произвести очистку обоих участков — в сторону коллектора и



Фиг. 51.



в сторону двора, первая производится за счет города, а вторая за счет дома. Дно колодца ни в каком случае не должно иметь заглубления, а совершенно такой же желоб, как и смотровой, по типу которого, без всяких изменений, он и устраняется, только размер его будет меньше по высоте и в поперечнике (не больше 1,0 м). Такие колодцы делаются теперь чаще из бетонных колец, доньев и конусов, поэтому описание его не повторяем.

### § 59. Входные шахты (или парадные входы).

Они строятся на больших коллекторах и в различных частях города с целью дать возможность посетителям осматривать канализационные сооружения, скрытые под землей и невидимые снаружи. Они имеют лестницу с каменными ступеньками и электрическое освещение. Десятки лампочек подвешенные к своду, отражающиеся в воде, — дают красивый перспективный вид, а зритель получает ясное представление о каналах или промывочных приспособлениях.

Вход в шахту делают или через люк или ставят, если позволяет место, кирпичную башенку, служащую одновременно для вентиляции коллектора.

## Глава IX. Инструкция старшим производителям работ по постройки канализации.

(Примерная).

1. Старший Прораб является высшим административно-техническим руководителем всех работ вверенного ему участка и несет полную ответственность за их правильную постановку и производство.

2. В распоряжении Старшего Прораба находится весь технический, хозяйственный и конторский персонал вверенного ему участка или района, который безусловно обязан подчиняться его приказаниям. Без предварительного уведомления Старшего Прораба никто из подчиненных ему лиц не может быть уволен, ни отстранен от должности и производства порученной ему работы. В интересах правильной постановки дела, все распоряжения Управления канализации идут через Старшего Прораба.

3. Старшему Прорабу предоставляется право в исключительных случаях и по соглашению с Инспекцией труда назначения сверхурочных, ночных и праздничных работ для сельщиков, в зависимости от хода работ, но с тем, чтобы об этом было поставлено в известность Управление на следующий же день. Сверхурочные работы служащих конторского персонала не допускаются, точно также и поденных рабочих.

4. Еженедельно по понедельникам, Старший Прораб представляет по выработанной форме краткие сведения о ходе работ, а по окончании всех работ, отчет по работам: по израсходованным на них материалам, расходе, деньгам и транспорту, а также исполнительные чертежи и сметы с пояснительной запиской.



5. Старший Прораб несет ответственность за исполнение работ, согласно утвержденного проекта. Изменения утвержденного проекта, вызываемые непредвиденными обстоятельствами, представляются Старшим Прорабом на утверждение Управления.

Старший Прораб представляет на утверждение Управления все детали как способа производства работ, так и изменения типовых конструкций в зависимости от местных условий, например, необходимость применения шпунтового ограждения, глубины его забивки, оставления его в грунте, определяет род и размер водоотлива, необходимость применения искусственного основания и его конструкции.

6. На территории данного участка не может производиться никаких работ без ведома или распоряжения Старшего Прораба. Последний наблюдает за деятельностью всего персонала вверенного ему, участка и следит за тем, чтобы работы производились в полном соответствии с установленной программой и техническими условиями и обязан своевременно докладывать о всякого рода препятствиях нормальному ходу работ для принятия соответствующих мер.

7. Старший Прораб, неся ответственность за своевременность окончания работ на вверенном ему участке, представляет подробный календарный план работ и полную спецификацию всех необходимых материалов и инвентаря с указанием сроков их доставки.

8. Старший Прораб должен заботиться о том, чтобы работы были всегда снабжены необходимыми материалами и инвентарем. Сведения о всех необходимых для работ материалах и инвентаря, которых не имеется или они имеются, но в недостаточном количестве, Старший Прораб обязан сообщать одновременно в письменной форме.

9. Старший Прораб отвечает: а) за правильное хранение и расходование материалов, б) за рациональное использование рабочей силы, инвентаря и транспорта, в) за правильное составление платежных документов, скрепляя их своей подписью, г) за правильное составление и своевременное представление всех требуемых сведений.

10. Старший Прораб при сдаче рабочим сдельных работ обязан руководствоваться разработанными Управлением типовыми расценками. При необходимости отступления от типовых расценок Старший Прораб обязан составить акт с представителем Контрольно-Инспекционного П/Отдела вызываемого телефонограммой, точно указывая как и почему типовые расценки должны быть изменены со ссылкой на §§ Урочного Положения или нормы Губинжа. На основании этих актов Старший Прораб составляет измененные расценки и по согласовании их с Управлением объявляет их рабочими. Все расценки для сдельщиков должны быть согласованы с Р. К. К.

12. Старший Прораб отвечает за правильное ведение журналов работ и графиков работ и скрепляет своей подписью. Журнал должен давать исчерпывающие ответы на все вопросы, связанные с данной работой. Журнал работ ведется чисто, аккуратно, отчетливо в переплетенной и прошнурованной книге, с оговоркой всех исправлений.

12. Старший Прораб сносится по всем вопросам с Управлением через Заведывающего Отделением постройки, обращаясь непосредственно

к Заведывающему Управлением лишь в случаях, не терпящих отлагательства, ставя об этом в известность Заведывающего постройкой канализации.

13. Производители работ, техники, десятники и старшие рабочие находятся на работах неотлучно во все время производства работ. Отлучаться с работ разрешается на время обеденного перерыва работ, в остальное время только с разрешения Старшего Прораба.

14. Прорабы обязаны наблюдать за правильностью установки ограждений места работ (фонари на ночь), мостки для прохода через траншеи ограждать поручнями, назначать дежурства сторожей.

15. Прорабы обязаны вести ежедневный журнал и график работ, согласно установленной формы с указанием числа рабочих по специальностям — землекопы, укладчики, бетонщики, плотники и т. д. и число подвод; количество исполненных работ; дата набивки ответственных частей и дата снятия палубы; отступления от утвержденных расценок: обмер таких работ, которые по окончанию их не могут быть количественно зафиксированы, эти обмеры должны предъявляться контролирующим лицам для подписи. В журнале работ должна отразиться индивидуальность каждой работы, как в техническом, так и в количественном отношении в такой форме, чтобы по окончании работ возможно было восстановить все детали для составления подробной пояснительной записки к исполнительным чертежам.

16. Все акты составляемые на работах, подписываются Старшим Прорабом и представителем Контрольного П/Отдела, если последний же явился на вызов, то это оговаривается в акте, дабы он имел законную силу.

17. Прорабы в точности руководствуются техническими условиями и проектными чертежами, отступая от них лишь с разрешения Старших Прорабов.

## Глава X. Механизация канализационных работ.

Она может быть применена: 1) для удешевления работ, 2) для ускорения их производства, 3) для улучшения качества и касается главным образом: А) рытье траншей, Б) их крепления шпунтовыми стенками, В) механического водоотлива, Г) механической засыпки, Д) механической трамбовки земли слоями, Е) вытаскивания свай, Ж) машинной штамповки бетонных и керамиковых труб, З) машинного приготвления материала труб, И) механического приспособления для опускания труб.

А. Рытье траншей экскаваторами почти невозможно в черте города, на улицах, так как этому препятствуют подземные провода пронизывающие улицы по всевозможным направлениям: электро-водо-газо-телефоно-провода могут быть повреждены машинами, что происходит нередко даже при работе вручную, так как почти ни один город не имеет плана подземных сооружений, по которым можно было бы



ориентироваться. За городом, для отводных коллекторов, и на окраинах города — экскаваторы могут быть применены с большим успехом, если только работа организована правильно и без длительных простоев. Здесь применимы одно и многоковшовые экскаваторы, но для них нужен грунт, который бы мог продержаться без креплений, хотя бы одни сутки, пока не будут поставлены крепления. Экскаваторы незаменимы, если грунт (суглинистой) может стоять долгое время без крепления, темп работ при этом может быть весьма ускоренным. Даже в том случае, если грунт устойчив не на всю глубину, а на 2 — 2½ м можно разделить работу, проходя верхний слой экскаватором, а низ заканчивая вручную.

На узких улицах, к тому же занятых трамвайными путями приходится отвозить вынуженную землю на пустыри или примыкающие переулки. В таком случае выгоднее всего производить отвозку по узкоколейным путям на дековильках с опрокидывающимися кузовами и тем же путем доставлять ее для обратной засыпки.

Б) Крепление траншей. Если оно производится горизонтальной забиркой, то механизация здесь недостижима. Другое дело забивка досчатых шпунтовых рядов из 2 — 2½" досок, вместо бойки ручными дубовыми бабами весом в 4—5 пудов, применяются пневматические бабы (Ленинград — новая канализация) американской системы. Компрессор, приводимый в движение бензиновым двигателем или электромотором, монтирован на 4-х колесной тележке, а воздух под давлением в несколько атмосфер подается по гибкому шлангу к бабе, которую обслуживает один человек, другой, стоя в траншее на мостках, направляет шпунтовую сваю. Если здесь и нет значительного удешевления работ, то в скорости получается большой выигрыш. Бойка применима при сваях длиной около 4,0 м, более длинные сваи требуют громоздких баб и не так практична. Бабы имеют размеры по номерам, в зависимости от глубины забивки и размеров свай.

Металлические винтовые распорки, применяемые в Америке, у нас не прививаются, они требуют осторожного обращения и дороги. При избытке леса они вряд ли дадут экономию или удобство.

В) Механический водоотлив. Вместо традиционных „лягушек“ (наз. диафрагма), постоянно портящихся, рациональнее ставить при большом водоотливе, так называемые „автонасосы“, то-есть центробежный насос 2½ — 3", вращаемый посредством ремня от шкива, насаженного на ось автомобильного двигателя 8 — 12 Л. С. Насос и двигатель монтированы на одной деревянной платформе, имеющей железные салазки из 2 — 12½" двутавровых балочек или на тележке, последняя однако, увеличивает глубину всасывания, так как насос поставлен почти на 1,0 м, над землей. На платформе поставлен бак для охлаждения двигателя водой и бензиновый бачек. Стоимость такого автонасоса от 2 000 до 3 500 руб., смотря по мощности и качеству, и он имеет много преимуществ перед вертикальными или горизонтальными стационарными двигателями, весьма тяжелыми и имеющими для пуска в ход запальную головку вместо магнето. Автонасос описанной конструкции легок и пускается в ход мгновенно. Практика показывает, что при надлежащем уходе автонасос



работает все лето без большого ремонта и откачивает в час от 1 500 до 3 000 ведер. Более всего портятся резиновые рукава, которые рекомендуется в местах изгиба обертывать веревкой. Приемная сетка обязательна, ее следует опускать не непосредственно в прямо к траншею, а в деревянный ящик со щелями или дырами или же в железный продурыленный цилиндр с дном.

Г) Механическая засыпка траншей и трамбование не имеют распространения, хотя как раз в этой области механизации надлежало бы ожидать благоприятных результатов. Засыпка сдельщиками производится всегда поспешно и без надлежащего трамбования; замена механической засыпкой и трамбованием сделала бы излишней отвозку неуместившейся при плохой засыпке земли и избавила бы улицы от провалов, исправление которых требует нового заполнения ям привозной землей. Засыпающая машина перемещает широкой доской землю перпендикулярно к траншее, сбрасывая в нее. Двигатель в 8—12 сил заменяет работу двенадцать человек и в 8 час. рабочий день засыпает 50 м траншеи объемом в  $3,0 \text{ м}^3$  ( $1 \times 3$  или  $0,85 \times 3,5$ ) на пог. метр.

Д) Трамбовочная машина передвигается по рельсам вдоль траншеи с помощью двигателя и содержит стержень с вертикальной трамбовкой, она делает до полусотни ударов в минуту при высоте подъема свыше 0,5 м. Длина стержня трамбовки выбирается соответственно глубине траншеи. Двое рабочих, обслуживающие машину могут обработать в час площадь в 80—120 м<sup>2</sup>.

Е) Вытаскивание шпунтовых свай. Шпунтовые сваи забитые до рывья траншеи, после устройства основания под трубы (щебенчатого или бетоном) еще сидят в земле на 1—1,5 м. В тех случаях, когда есть основание опасаться, что после вытаскивания свай щель в земле останется незаполненной, а лишь присыпанной сверху, сваи сплывают на 1—1,5 м (ниже уровня грунтовых вод) от поверхности земли, а низ оставляют в земле, в противном случае может произойти оседание грунта под трубами в упомянутую щель и коллектор даст трещины. В плавуне и вообще жидком грунте щель заплывает и опасности оседания грунта из под основания нет, а потому сваи можно вытаскивать. Обычно вытаскивание производится вагами: 3-х саж. 4 в. бревно кладется на 6 вер. кругляк, имея на переднем конце 1" канат с кошкой на конце (железный бугель); кошка надевается на средину отодвинутой ломом свай, на другой конец ваги нажимают своим весом четверо рабочих. На десяток свай найдется одна—две разбухших в рамках распор или слишком прижатых последними, а потому темп вытаскивания теряется и проходит иногда более  $\frac{1}{2}$ —1 часа, пока свая не подается. Поэтому практика оправдывает вытаскивание свай помощью тех же кошек, но с применением талей (однотонных), подвешенных к низким козлам по обе стороны траншей для одновременного вытягивания обеих стенок. Более медленное вытягивание идет, однако, безостановочно: ни одна свая не может сопротивляться усилию тали, а в результате концу рабочего дня будет свай вытаскано на 25—30% больше на каждого из участников.

Ж) Машинное приготовление материала для труб сводится к заготовке щебня камнедробилками, если трубы набиваются в тран-

шее или в формы на месте работ. Чаще однако бетонные трубы поступают готовыми с завода, керамиковые же требующие обжига всегда доставляются с заводов готовыми и в упакованном виде.

В последние годы бетонные и цементные трубы готовятся за границей на специальных центробежных машинах, дающих более плотный бетон, для этой же цели применяются качающиеся платформы, утрясающие бетон до его схватывания. Платформы опираются на эксцентриковые кулачки, при вращении которых от двигателя, платформа движется вверх и вниз, встряхивая бетон в формах.

3) Опускание тяжелых труб. При весе отдельных звеньев бетонных труб свыше 100 кг опускание их в траншею на веревках опасно, а потому применяют таль, подвешенную к треноге или козлам, подтаскивая звено к траншее вручную. Обычно случается, что на краях траншеи лежит вынутая земля, а потому сложенные в стороне от траншеи трубы приходится подкатывать на деревянных катках (кругляках) по мосткам, преодолевая встречный уклон. Работа по подтаскиванию идет в несколько раз успешнее, если мостки из досок настлать с уклоном в сторону траншеи, а трубы, имеющие иногда вес в 1—3 т, поднимать на мостки второй талью, также подвешенной к треноге. В таком случае приходится заботиться о том, чтобы труба не раскатилась и во время сдерживать ее, тормозя сзади за веревки, привязанные к трубе.

## Глава XI. Технические условия на работы по постройке канализации

(применяющие в г. Ленинграде).

### Прокладка канализационной сети.

#### А. Земляные работы.

1. Траншеи для прокладки труб копаются необходимой ширины для удобного, правильного и точного производства работ, при чем бока их делаются отвесными.

При больших глубинах копания траншей производится уступами по заранее разработанным чертежам, в зависимости от местных условий, наличия опытных рабочих и соответствующих приспособлений. При этом способе работ ширина по дну рва остается такой же, как при глубине рва в 2,00 м.

Ширина траншей с отвесными стенками (без уступов) устанавливается следующей таблицей (см. табл. на стр 416).

Следует строго соблюдать правило, чтобы не было переборов, на дне рва, если же таковые окажутся, то, смотря по обстоятельствам, надлежит сделать подсыпку песком с утрамбовкой его и поливкой или утрамбовывать щебень для уплотнения грунта. Во избежание переборов допускаются недоборы при укладке труб без искусственного основания. Недоборы могут быть допускаемы с таким расчетом, чтобы



Т а б л и ц а 58.

Диаметр трубы		Ширина траншей в саж. (метрах) при глубине трубы до:						
В дюйм.	В м	1,00 саж.	1,33 саж.	1,66 саж.	2,00 саж.	2,33 саж.	2,66 саж.	3,00 саж.
		2,13 м	2,84 м	3,54 м	4,27 м	4,97 м	5,68 м	6,40 м
9	0,23	0,50/1,07	0,55/1,17	0,60/1,28	0,65/1,39	0,70/1,49	0,75/1,60	0,80/1,71
12	0,30	0,55/1,17	0,60/1,28	0,65/1,39	0,70/1,49	0,75/1,60	0,80/1,71	0,85/1,81
15	0,38	0,60/1,28	0,65/1,39	0,70/1,49	0,75/1,60	0,80/1,71	0,85/1,81	0,90/1,92
18	0,45	0,65/1,39	0,70/1,49	0,75/1,60	0,80/1,71	0,85/1,81	0,90/1,92	0,95/2,03
21	0,53	0,70/1,49	0,75/1,60	0,80/1,71	0,85/1,81	0,90/1,92	0,95/2,03	1,00/2,13
24	0,60	0,70/1,49	0,75/1,60	0,80/1,71	0,85/1,81	0,90/1,92	0,95/2,03	1,00/2,13
28	0,70	0,75/1,60	0,80/1,71	0,85/1,81	0,90/1,92	0,95/2,03	1,00/2,13	1,05/2,24
32	0,80	0,80/1,71	0,85/1,81	0,90/1,92	0,95/2,03	1,00/2,13	1,05/2,24	1,10/2,35
36	0,90	0,85/1,81	0,90/1,92	0,95/2,03	1,00/2,13	1,05/2,24	1,10/2,35	1,15/2,45
40	1,00	0,90/1,92	0,95/2,03	1,00/2,13	1,05/2,24	1,10/2,35	1,15/2,45	1,20/2,55
48	1,20	0,95/2,03	1,00/2,13	1,05/2,24	1,10/2,35	1,15/2,45	1,20/2,56	1,25/2,66
60	1,52	1,20/2,56	1,25/2,67	1,30/2,77	1,35/2,88	1,40/2,99	1,45/3,09	1,50/3,07

остающаяся земля, откидываемая за уложенные уже трубы, отнюдь не покрывала их сверху, а ложилась с боков по стенкам рва.

2. При разборке мостовой для копания траншей необходимо наблюдать, чтобы мостовая разбиралась по обе стороны траншей, на расстоянии не менее 0,50 м, при чем камни и торцы должны быть отнесены в сторону, как во избежание несчастных случаев с рабочими от падения в траншеи камней и торцов, так и во избежание засыпки материалов земель.

3. При рытье траншей необходимо наблюдать, чтобы слои земли, отрытые от верхних частей траншей, откидывались дальше от нее, а нижние — ближе с таким расчетом, чтобы обратная засыпка земли производилась в том же порядке рода грунта, в каком производилась отрывка. Грунт, негодный для обратной засыпки, должен при отрывке по возможности откидываться по другую сторону траншей для удобства отвозки.

Обратная засыпка траншей по прокладке труб и колодцев должна производиться тщательно, горизонтальными слоями не более 0,30 м, доброкачественным грунтом (не допускается для засыпки торф, зола и земля с большой примесью щепы и других органических веществ). Первые два слоя земли над трубой должны быть по 0,20 м толщины, трамбуются осторожно во избежание повреждения трубы. На толщину 0,40 м сверх трубы засыпаемый грунт должен быть без камня, кирпича и больших твердых комьев. Засыпаемый грунт трамбуется, если воз-



можно с поливкой водой, слоями не более 0,30 м и особенно тщательно с боков труб и колодцев.

Во избежание сползания вынудтой земли обратно в траншеи, необходимо откидывать ее на расстояние не менее 0,50 м от края траншеи.

4. При производстве земляных работ, если нет особого разрешения на закрытие улицы, должны быть оставляемы вдоль улицы проезды, шириной в 3 м; доступ к пожарным кранам, а также въезды во дворы с обеих сторон улицы должны быть свободны. Для въездов во дворы в случаях надобности должны быть перекинуты через траншеи достаточно прочные временные переносные мостики.

5. Если по местным условиям невозможно закрытие проезда по улице, а вынимаемый грунт не умещается на свободном от проезда пространстве улицы, то грунт или складывается между надлежаще устроенными ограждениями или, если это невозможно, временно отвозится и привозится обратно в соответствующем количестве.

6. При отвозке лишней земли следует руководствоваться тем, чтобы прежде всего отвозился грунт, негодный для засыпки. Весь остающийся после окончания работ грунт должен быть увезен в заранее установленные места.

7. При встрече во время производства земляных работ с подземными сооружениями, водопроводными и газовыми трубами, телефонными, телеграфными и осветительными проводами надлежит уведомлять учреждения, коим они принадлежат, и принимать меры для поддержания их в том же положении и состоянии, в каком находились ранее.

## Б. Прокладка труб.

9. Прокладка или набивка на месте бетонных труб производится точно по данным отметкам, и должна производиться снизу вверх по течению.

10. Для получения правильного уклона труб должно быть обращено особое внимание на правильность и прочность установки визирок. Для этого с боков траншеи устанавливаются столбы из бревен в 3—4 вер., закапываемые на глубину 1 м с плотной утрамбовкой, на расстоянии не менее 0,70 м от края траншеи. К этим столбам поперек траншеи прочно пришиваются поперечные доски толщиной не менее 2". На этих досках (обносках) делаются нарубки по задней оси трубы, точно обозначающие положение оси трубы. К доскам пришивается строго горизонтально визирка, (200—250 мм), окрашенная красной и белой масляными красками и нивелиром определяется отметка ее верхней грани по четырем чтениям с точностью до 1 мм. Расстояние между рамными визирками (обносками) не должно быть больше 30 м. Превышение верховой визирки над низовой определяется по уклону трубы данного участка и расстоянию между обносками и устанавливается по нивелиру. Длина средней ходовой визирки, окрашенной белой и красной масляными красками, равна разности отметок дна труб и расположенной над ней неподвижной визирки. Визирование укладываемых труб производится по дну труб. Визирование по верху труб воспрещается. Верхняя горизонтальная визирка средней

ходовой визирь должна быть 0,15 м длины, а неподвижных визирей—0,20 м; направление труб по прямой линии между смотровыми колодцами определяется подвижным отвесом, подвешенным к шнуру, туго натянутому по зарубкам на обносках. Следует проверять нивелиром положение обноска так как в сырую погоду обноска опускается в середине своей длины иногда на 10—20 мм.

11. Во время прокладки труб на работах должен находиться опытный нивелировщик с надлежащими инструментами для наблюдения за правильностью положения визирок и уклонов прокладываемых труб.

12. Стыки раструбных труб делаются цементные, согласно типовых чертежей, состава 1 : 2, асфальтовые и, с особого разрешения, глиняные. Как правило, применяются цементные стыки и для устранения жесткости; цементные стыки могут чередоваться с асфальтовыми, которые исполняются вне рва. При укладке керамиковых труб применяются чередующиеся асфальтовые и цементные стыки.

13. Все стыки должны быть исполнены самым тщательным образом, быть плотными и водонепроницаемыми. Материал, заполняющий стыки, не должен проникать внутрь труб во избежание препятствий для правильного стока вод.

14. Цементные стыки. А. Трубы бетонные раструбные. Концы труб и раструбы должны быть хорошо смочены водой, в стык заводится прядь пакли, пропитанная густым раствором чистого цемента, на глубину до  $\frac{1}{3}$  раструба и хорошо уплотняется железной конопаткой без применения молотка, остальные  $\frac{2}{3}$  раструба заполняются густым цементным раствором состава 1 : 2 и стык обмазывается цементным раствором откосом от раструба к телу трубы; при обильном притоке воды в траншею под стык укладывается пояс мятой глины и по обмозке стыка цементный раствор покрывается глиняным поясом на высоту не менее 0,20 м, во избежание оплывания раствора и повреждения стыка. Раструбные трубы укладываются раструбом против течения воды.

Б. Фальцевые трубы укладываются внутренней четвертью против течения и, как правило, на искусственном основании. Во внутреннюю четверть уложенной трубы укладывается, как и при раструбных трубах, тонкая прядь пакли, пропитанная густым раствором чистого цемента, на высоту  $\frac{1}{3}$  диаметра и около  $\frac{1}{4}$  высоты фасонного сечения свизу и на ту же высоту заполняется цементным раствором 1 : 2, который при вдвигании трубы должен выполнить стык и отчасти выдавливаться наружу. До укладки цементной пряди стычные концы труб очищаются и хорошо смачиваются водой. Затем укладываемая труба двигается до отказа и выверается по направлению и по уклону, после чего стык с внутренней и наружной поверхности тщательно заполняется цементным раствором и накладываются бетонные пояса, для чего устанавливаются деревянные формы, высотой от бетонного основания и на 0,10 м выше горизонтального диаметра. В эти формы, укрепляемые на местах двумя распорками в стенки траншеи, тщательно втрамбовывается слоями цементный раствор, при чем поверхность бетонного основания должны



быть особенно тщательно очищена от грязи, обычно напыляющей на нее. Пояс верхней половины стыка вытягивается из цементного раствора шаблоном эллиптической формы. Внутренняя поверхность стыка выравнивается цементным раствором. Между трубами и бетонным основанием кладется цементный раствор 1:4, толщиной в среднем 0,02 м соответственно неровностям и толщине дна трубы.

В. **Керамиковые трубы.** Перед укладкой керамиковых труб таковые, привезенные на место работ, подбираются на поверхности земли таким образом, чтобы хвостовые концы хорошо приходились к раструбам и чтобы при укладке дно труб образовывало ровную линию без выступов у стыков; подобранные трубы должны номероваться и их правильное взаимное положение должно точно помечаться, дабы не приходилось на дне рва подбирать и вращать трубы. На рифленый конец трубы, вдвигаемый в раструб, наматываются смоленые пряди пакли, или пакли, пропитанные густым раствором чистого цемента. После вдвигания трубы прядь хорошо уплотняется в стыке металлической конопаткой без применения при этом молотка. После уплотнения намотанной пряди стыка, заделываются также, как и у бетонных труб. Цементные стыки в керамиковых трубах применяются только в том случае, если правильное устройство асфальтового стыка на дне траншеи, вследствие сырости, не выполнимо (см. § 15).

15. **Асфальтовые стыки.** Для заливки стыков керамиковых труб применяется мастика из сплава асфальта с гудроном, (2:1 или 1:1) с примесью чистого сухого мелкого песка или порошка шамота и других индифферентных веществ. Состав мастики определяется опытным путем и должен удовлетворять следующим условиям.

а) Мастика в горячем состоянии должна прилипать к глазурированным стенкам трубы.

б) Мастика должна выдерживать следующее испытание. Приготавливается стояк из трех труб на мастиковом стыке. Стояк укладывается горизонтально, опираясь своими концами на две подпорки. Через некоторое время средняя труба провиснет. После этого стояк поворачивается провисшей трубой вверх и после встречного провисания до первоначального прямого положения, мастика в стыке не должна давать трещин и выходить из стыка. Заливка стыков производится или при вертикальном положении труб (стояки) — горизонтальный стык, или при горизонтальном положении труб (на дне траншеи) — вертикальный стык. При горизонтальном стыке после надлежащей установки труб, в раструб законопачивают прядь смоленой пакли на  $\frac{1}{4}$  глубины раструба, чтобы мастика при заливке не попала внутрь трубы и для лучшего центрирования трубы в раструбе. Заливаемые части труб (раструбы и рифленые концы труб) должны быть перед заливкой тщательно просушены нагреванием при помощи бензиновой паяльной лампочки, почему эта работа должна производиться в сырую погоду под навесом. До полного затвердения мастики, какие бы то ни было передвижения стояков строго воспрещаются. Готовые парники переносятся и осторожно спускаются в траншеи, таким образом, чтобы при этом не повреждались стыки.



Парники из труб более 400 мм изготавливаются на дне траншеи в виду неудобства их опускания на большую глубину.

Вертикальные стыки после надлежащей установки труб по уклону и направлению заливаются мастикой при помощи соответствующих приспособлений.

Вертикальные мастичные стыки могут применяться только при условии тщательной просушки соединяемых стыков, поэтому при обильном притоке грунтовых вод на дне траншеи и невозможности достигнуть необходимой просушки мастичные стыки заменяются цементными, но не иначе, как с разрешения Управления.

16. Засыпка труб производится лишь после надлежащей проверки положения трубы и тщательности выполнения стыков, при чем во избежание повреждения цементных поясов, засыпка производится не раньше 3 дней после их изготовления в исключительных случаях (например, при расположении траншей вблизи высоких домов или больших подземных сооружений), засыпка производится на вторые сутки по изготовлении поясков с должной осторожностью, во избежание их повреждения.

## В. Установка колодцев.

17. На бетонных и керамиковых трубах устанавливаются бетонные смотровые и контрольные колодцы из готовых частей с тщательно выполненными цементными стыками или же колодцы набиваются из бетона непосредственно на месте, согласно чертежам. Дно колодца должно в точности представлять собою продолжение трубы. На прямых участках для этой цели может укладываться половина трубы на бетонном основании. На закруглениях лоток набивается из бетона.

18. Узловые колодцы, повороты трубы в нижней своей части, а равно и смотровые колодцы устанавливаются, по возможности до прокладки труб.

19. Поверх колодца устанавливается чугунная рама люка на цементном растворе, при чем для регулировки высоты рамы применяются бетонные фасонные камни и полукольца. Положение концов труб от домов и дождевых колодцев должно быть согласовано с чертежами.

20. Дождевые колодцы, а равно и контрольные (домовые) делаются согласно чертежей из готовых частей или набиваются на месте. Дождевой колодец сверху должен быть покрыт чугунной дырчатой крышкой, а контрольный (домовой) — глухою крышкой нормальных типов. Конструкция временного соединения контрольного (домового) колодца с дворовой трубой в дождевой сети делается в зависимости от материала домовых труб. Вырубка отверстия колодца для соединительных рукавов делается осторожно, во избежание повреждения стенок колодца. В случае повреждения стенок, выломанные части набетонируются на месте с соответствующей опалубкой. Все соединяемые части смотровых, дождевых и контрольных колодцев устанавливаются на цементном растворе состава 1:2.

### Г. Крепление траншей.

21. При рытье траншей устанавливаются, согласно типовых чертежей, достаточно прочные крепления конструкций, наиболее соответствующих местным условиям, при чем количество рам и распор определяется в зависимости от глубины рва, рода грунта и степени его влажности. Нижние концы шпунтов должны быть забиты на глубину ниже дна траншей, согласно чертежам и во всяком случае не менее 0,30 м, не считая косо срезанных концов шпунтовых досок. За состоянием распор, надлежит иметь особое наблюдение во избежание несчастных случаев с рабочими, а равно обвалов и сужений траншей, и ежедневно до спуска рабочих в траншеи производить осмотр состояния креплений.

22. Нижняя часть шпунтового ограждения, начиная с уровня грунтовых вод, но во всяком случае не ниже шельги канала, может быть вытаскиваема из грунта лишь в случае особых указаний, обычно же должна оставаться в грунте во избежание осадки его и возможных при этом повреждений ближайших сооружений. Верхняя часть шпунтов должна быть срезана или выдернута (при уступах).

### Д. Основание под трубы.

23. Готовые трубы и набиваемые на месте части канализационных сооружений укладываются или прямо на грунте или, в зависимости от характера грунта на искусственном основании щебеночном, бетонном или деревянном (щиты, ростверк, свайное основание).

В исключительных случаях бетонное основание может быть устраиваемо по способу подводного бетонирования. Тип искусственного основания устанавливается в особых случаях специальной комиссией. Для бетонного основания допускается применение кирпичного щебня. Состав бетона для основания устанавливается как типовой 1:4:6, отступления в зависимости от местных условий устанавливаются Управлением.

Бетонные основания под смотровые колодцы раструбных труб должны делаться до укладки труб, обратный порядок строго воспрещается.

### Е. Водоотлив.

24. Водоотлив в случаях надобности производится в ручную в размерах достаточных для правильного производства работ, ведрами или ручными насосами, а при обилии воды, механическими насосами (автонасосами). Удаление вод может быть произведено и иным способом, например, путем понижения уровня грунтовых вод при помощи ряда вертикальных колодцев, устраиваемых вдоль траншей, с непрерывной откачкой воды (так называемые фильтровые колодцы).

### Ж. Бетонные части, набиваемые на месте работ.

25. Производство бетонных работ ведется, согласно технических условий НКПС (см. изд Госиздата).

26. Составы бетона для различных работ определяются на основании результатов лабораторных испытаний в зависимости от качества



материалов, условий и производства работ и назначения последних и устанавливаются Управлением.

27. Все работы по устройству фасонных набивных частей из бетона производятся во всем согласно чертежей, утвержденных Управлением.

28. Внутренние поверхности набиваемых на месте каналов колодцев и их лотков должны быть оштукатурены и затерты цементным раствором состава 1:1 и смолистыми веществами, при чем в исключительных случаях допускается применение жидкого стекла.

### 3. Мостовые и тротуарные работы.

29. Работы по замощению мостовых (булыжных, деревянных и асфальтовых) и тротуаров—исполняются по соответствующим техническим условиям.

### И. Приемка и обмер работ.

30. Ввиду невозможности для Приемочной Комиссии во многих случаях проверить правильность выполнения всех канализационных работ после полного окончания их — количество опытного технического персонала во время производства работ должно быть вполне достаточным для надлежащего наблюдения.

Во время производства работ ведется систематически журнал работ, в который заносятся записи о количестве исполненных работ, о количестве доставляемых материалов, а также о всех особенностях и препятствиях, встречающихся во время работ.

Приемка работ производится специальной Комиссией и допускается частями или полностью в зависимости от масштаба работ. Ко времени приемки трубы и колодцы должны быть очищены от земли и строительного мусора.

При приемке канализационных работ правильность положения трубы проверяется при помощи нивелиров, при чем для суждения об уклонах нивелируются днища колодцев на взаимном расстоянии друг от друга около 100 м и во всяком случае на всех перекрестках и в местах перемены уклона или диаметра. Разность отметок днщ узловых колодцев, а равно и промежуточных на расстояниях около 100 м не должна отливаться от проектной более, чем на 0,02 м.

Правильность выполнения работ проверяется путем осмотра всех доступных для такового частей сооружения, при чем правильность прокладки в небольших трубах, диаметром до 1000 мм, проверяются с помощью зеркала и достаточно сильных ламп (предпочтительнее электрическими) с рефлекторами. В трубах большого диаметра от 1000 мм правильность прокладки проверяется проходом приемщика внутри достаточно освещенного канала.

При установлении произведенного количества работ длина проложенных труб измеряется между центрами колодцев.



Глубина смотровых колодцев измеряется от верха крышек колодцев до дна лотка магистральной трубы или до набивного дна, если таковые ниже лотка отводящей магистральной трубы, глубина дождевых и контрольных (домовых) колодцев измеряется от верха крышки до дна.

Глубина заложения труб определяется, как средняя арифметическая между глубинами их концов в соседних контрольных колодцах.

Длина набивных на месте частей труб измеряется по оси между концами готовых труб плюс 0,40 м на заделку двух концов.

При набиваемом на месте сопряжении труб различных диаметров длина трубы каждого сопрягаемого диаметра считается от готовой части отводящего диаметра до готовой части подводящего диаметра, измеряя длину оси труб плюс 0,20 м на заделку каждого конца готовых труб. В случае забивки шпунтового ограждения таковое считается по глубине фактической забивки.

Протяжения переходов трубами под путями трамвая измеряются по их оси и считаются равными расстоянию между головками наружных рельс плюс по 1,00 м с каждой стороны.

Водоотлив насосами считается по времени работы насосов по их количеству, системе и размерам. Водоотлив в ручную ведрами считается по фактическому количеству затраченного рабочего времени.

## К. Крепление траншей.

Если грунт хороший и траншеями не приходится углубляться ниже уровня грунтовых вод, то крепление отвесных стен траншей может состоять из горизонтальных досок дюйма 1, 5"—2" толщиной; на эти доски через каждый 1—1,6 м (1/4 длины 3-х саж. доски) ставят вертикально стойки из досок или пластин, распирая их горизонтальными распорками, упертыми в противоположное крепление траншей. Если приходится углубляться ниже грунтовых вод, что обыкновенно и бывает, то до их уровня укрепляют бока досками, а ниже забивают шпунтовые ряды, которые укрепляют продольными горизонтальными пластинами и поперечными распорками из брусьев или бревен; пластины и распорки носят название рам и должны быть рассчитаны на прочное сопротивление во избежание обвалов и несчастия с людьми. Расчет шпунта на давление земли и воды по формуле Ранкина дает несколько преувеличенные значения, даже если принять очень большие напряжения на изгиб, например в 175 кг. на см<sup>2</sup>, как для временных сооружений, а потому на практике приходится расчетные данные уменьшать; при глубине 7 м до дна канала по расчету нужен 4—5" шпунт, тогда как и 3" хорошо выдерживает давление, выше можно забивать и 2". Поперечные распорки (4—5 верш.) и продольные пластины (или 2 1/2—3" доски) ставят по высоте чаще внизу траншей, например на 1—1,5 м друг от друга, а до 4 м глубины можно ставить реже, например через 1,5—2,0 м. По длине траншей поперечины удобно располагать через 1,6 м (3/4 саж.), тогда на 3 саж. пластину или доску, так называемый тройник, их придется 5 штук. В стыках рам их надо ставить по две рядом.

## Л. Визирки.

Для получения отметок глубины траншей и ее ширины поступают так: по обе стороны траншей на расстоянии  $1-1\frac{1}{2}$  м от краев вкапывают  $4-4\frac{1}{2}$  верш. столбы на 1 м в землю, оставляя еще метр над землей и к столбам прикрепляют  $1\frac{1}{2}-2''$  доску утверждая ее на врубках сделанных в столбах. Это приспособление носит название „обноска“. Доски длиной до 3 саж., укрепляют гвоздями во врубке так, чтобы верхняя кромка ее пришлась на высоте нивелировочной условной отметки, например 3,5 или 4 м (в зависимости от рельефа местности и больше) над ординаром реки или иного протока или на высоте нивелировочной марки городской нивелировки, при чем берется марка ближайшая к месту работ и для большей уверенности проверяется по другим маркам города. Обноски ставятся метров через 30 по длине траншей, т.-е. на расстоянии среднего зрения визирования, и все по одной горизонтальной линии, а набойки из обрезков досок своим верхним краем поставлены (прибиты 4 гвоздями) по проектному уклону канала или трубы. Отрезав несколько реек разных длин, одну, соответствующую первому уступу траншеи, если таковой есть, другую—дну траншеи, третью уровню щебенчатой подсыпки, четвертую—верхней поверхности подушки, пятую—отметке глубины дна канала, опускают в траншею рейку и по двум соседним обноскам, визируя на верхнюю кромку набойки проверяют отметки перечисленных глубин. Обноски ставят, как только снята мостовая и перед началом рытья траншей. На набойках делают метку, обозначающую ось траншеи, которую отвесом можно опустить на дно ее. Из этого описания явствует необходимость укреплять столбы твердо, утрамбовывая землю вокруг них и проверяя нивелиром точки *B* возможно чаще, так как  $2''$  доска провисает или выпрямляется в зависимости от того сырая или сухая погода. Не знание этого обстоятельства может повлечь за собой неправильную укладку труб.

## Глава XII. Технические условия на мостовые работы (Ленинграда).

1. Силовная перестилка, мелкий ремонт (ямочный) булыжной мостовой и замощение после канализационных работ.

§ 1. Пределы силового перемощения при капитальном ремонте или отдельные, подлежащие перемощению места при малом (ямочном) ремонте указываются техническим надзором района на месте работ предварительно до приступа к таковым.

Примечание. Мелким ремонтом считаются места площадью до  $15 \text{ м}^2$ , при чем места до  $3 \text{ м}^2$  считаются за  $3 \text{ м}^2$ , более  $3 \text{ м}^2$ , но менее  $5 \text{ м}^2$  за  $5 \text{ м}^2$ .

§ 2. По разломке мостовой в пределах, указанных техническим надзором, согласно п. 1 настоящих условий, производится выбойка загрязненного слоя (если таковой имеется) основания, находившегося



под разобранный мостовой, на указанную техническим надзором глубину и замене такового чистым песком, слоем, достаточным для достижения правильного, указанного техническим надзором, профиля ремонтируемой мостовой и соответственно с профилем и остальной мостовой. При сплошном перемещении, в случаях неблагоприятного грунта и тяжелой езды по мостовой, устраивается основание из битого кирпича, толщиной по указаниям технического надзора, в зависимости от местных условий, с укаткой или утрамбовкой трамбовками весом от 11 до 30 кг<sup>2</sup> и выверкой уклонов. При перемещении значительных углублений колеи и провалов, до устройства чистого песчаного слоя указанной толщины, следует выравнивать грунтовое основание подсышкой гарн, песчаной земли, или мелкого строительного мусора, со сплошной утрамбовкой, поливкой при глубоких провалах и соответствующей выверкой уклонов и планировкой. В случаях отсутствия как загрязненного слоя основания и отсутствия необходимости его выбойки, так и отдельных значительных углублений, основание по разборке мостовой разрыхляется с разбивкой комьев и планируется под песчаный слой соответственно данному профилю, с выверкой уклонов и плотной утрамбовкой, или укаткой катком. Укатка катком должна производиться по продольному направлению улицы, начиная от тротуаров и заканчивая в середине улицы. Если по пути следования катка будут находиться препятствия в виде выступающих частей колодцев или крышек от них, то укатка может производиться в поперечном направлении. После укатки и выверки правильности уклонов поверхности полотна улицы, обнаружившиеся просадки и впадины выравниваются путем подсыпки строительного мусора и выверяются при помощи шаблонов, а подсыпанные места вновь укатываются катком.

После окончательной укатки земляного полотна сверх него укладывается песок слоем от 9 до 18 см по указанию в каждом отдельном случае местного технического надзора, и уплотняется плоской сделанной из доски и палки трамбовкой. Работа по планировке земляного полотна на небольших участках должна опережать работы по стилке камня не менее чем на 10 м.

Означенный п. 2 распространяется также на замощение после канализационных работ, за исключением разломки мостовой, выбойки и разрыхления. При грунтах, неблагоприятных для отвода поверхностных вод, устраиваются дренажные канавки или трубы в каждом отдельном случае по особому акту осмотра и указаниям Комиссии, назначаемой Управлением Канализации и Мостовых.

§ 3. Полученный от выбойки загрязненного слоя и основания грунт, а также очищенная с мостовой грязь, должны быть отвезены в места по указанию технического надзора.

§ 4. При сплошной перепланировке улиц, на всем протяжении переустраемого участка, разобранный камень отвозится с места работ в сторону, с целью освобождения места работ от загромождающегося материала, мешающего правильной планировке и укатке. До нового замощения свезенный в сторону камень должен быть пересортирован, при чем для перемещения проезжей части мостовой допускается камень размерами от 13 до 22 см, камень же размерами менее 13 см к употреблению



во вновь перемощаемую мостовую не допускается. Он должен быть откинут в сторону, вблизи места работ, на предмет мощения подзоров, или бойки щебня, по указанию технического надзора. Количество добавляемого нового камня определяется по фактическому обмеру доставленного и употребленного камня и по обмеру замощенной им мостовой.

Для мощения подзоров допускается камень размерами не менее 9 см. Для версты допускается камень размерами от 18 до 27 см.

§ 5. По подготовке песчаного основания согласно п. 2 настоящих условий, может быть приступлено к настилке вновь мостовой. Стилка при выпуклом профиле должна вестись от лотков по направлению к середине улицы, а при вогнутом — от лотков к тротуарам, при чем стилка лотков должна опережать стилку середины. Если улица расположена на уклоне, то стилку надлежит вести снизу вверх, если не последует иных указаний технического надзора. При сплошной перестилке такая должна вестись с соблюдением указываемого техническим надзором поперечного профиля, при чем профиль должен проверяться шаблоном, сделанным из доски. При мелком (ямочном) ремонте стилка должна вестись с таким расчетом, чтобы, по утрамбовке и осадке вновь перемещаемого места, края его совпали с профилем остальной мостовой, а середина возвышалась над краями на 2—3 см (на осадку). При этом не допускается поднятие замощенного места уступом; оно должно иметь плавное сопряжение по краям со старой мостовой. Камень должен сажаться на место в песок, на сухо, без прижимки к нему, препятствующей заполнению пустот щебнем, от руки, острием вниз (тычком), без навалки и укрепляться в устойчивом положении ударом молотка. При посадке каждого нового камня он должен быть плотно прижат к последнему. При всяком перемощении улиц, когда приходится пользоваться как снятым с мостовой, так и новым камнем, в случае тяжелого грузового движения, на улицах с выпуклым профилем помещать более крупный камень в середине.

**Примечание.** В случае отсутствия грузового движения по улице допускается, с особого разрешения технического надзора, мощение посредине улицы средним камнем.

§ 6. До утрамбовки мостовая должна быть тщательно, до совершенного заполнения швов, расщебена сначала крупным щебнем, с вколачиванием щебенок молотком, а затем путем заметания в швы щебня до 12 мм в поперечнике.

§ 7. По окончании расщебенки мостовая укатывается катком весом от 5 до 8 т, или трамбуется трамбовками с чугунным поддоном весом не менее 25 кг. Укатка производится в продольном направлении от краев к середине улицы. Трамбование должно производиться от обочины к оси, при выпуклом профиле, равномерно для всех камней; трамбование должно производиться не ближе 8 м от места стилки камня. Если отдельные камни осели больше или меньше других, то их надо вынуть и изменить высоту подсыпки так, чтобы камни после нормального трамбования осели в один уровень с другими. Расколовшиеся под трамбовкой камни должны быть заменены целыми. В резуль-

тате указанной трамбовки камни должны сидеть в мостовой прочно. В дождливую погоду трамбовка не допускается, если на то не последует распоряжение технического надзора. По окончании утрамбовки мостовая засыпается слоем песка, достаточным для совершенного заполнения швов, по указанию технического надзора, но не более  $0,015 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^2$ . В отдельных случаях этот слой изменяется по указанию технического надзора (песок необходимо разместить метлами для лучшего проникновения его в швы).

Засыпка песком утрамбованной мостовой производится с разрешения технического надзора. Песок должен соответствовать особым техническим условиям на поставку материалов.

По истечении 7 дней со дня открытия движения необходимо убрать излишек песка.

§ 8. Щебень для расцебенки должен применяться булыжный, не дровянный. Совершенно не допускается щебень, бывший в употреблении, а также щебень из старого бетона, кирпича, гари и бутовой плиты.

§ 9. Открытие движения по перемощенным участкам мостовой допускается лишь по указанию Технического надзора. До открытия движения перемещаемые места должны быть ограждены для предупреждения преждевременного проезда по ним.

§ 10. Для правильного сопряжения двух последовательно сплошь перемещаемых половин проезжей части улицы производится, при перемощении второй половины, разломка осевой полосы первой половины. Осевая полоса, дважды перемещаемая входит в обмер как той, так и другой половины.

§ 11. Поперечный профиль булыжной мостовой должен устраиваться выпуклым, с постепенно увеличивающимся уклоном от оси проезжей части улицы к тротуарам, при чем общий уклон не должен выходить из пределов от 2% до 5% и в случае надобности (как исключение) может быть увеличен до 6%. Очертание поперечного профиля должно делаться по кривой близкой к дуге круга или параболы.

§ 12. В некоторых случаях, в зависимости от имеющихся сортов булыжного камня, в виде опыта, допускается устройство мостовых следующими способами:

а) по песчаному основанию булыжный камень выстилается утолщенным концом (пяткой) вниз, при чем торчащие верхние концы камней сбиваются. Камни устанавливаются вертикально в перевязку, плотно прижимая один камень к другому. Промежутки между камнями сначала заклиниваются крупным щебнем, ударами молотка, а затем расцебениваются щебнем от 25 до 12 мм, заполняя их до верха. Затем мостовая трамбуется 2 раза тяжелой трамбовкой от 100 до 125 кг, или укатывается дважды: сначала—5—6 тонным катком, а затем 10—12 тонным, после чего засыпается крупным песком слоем 2 см и открывается для движения. Через неделю после открытия движения излишний песок счищается и увозится.

б) крупный булыжный камень раскалывается пополам и острые кромки откалываются. По песчаному основанию камень выстилается отколотой поверхностью вниз и дальнейшие работы по защебенке



промежутков, трамбовке или укатке производятся аналогичным способом как указано в предыдущем пункте „а“.

§ 13. Уклоны мостовой на проезжих частях улиц и площадей, где уложены трамвайные пути, назначаются с таким расчетом, чтобы был обеспечен сток верховой воды с путей к дождевым колодцам. В тех случаях, где на путях имеются просадки, мостовая планируется нормально, допуская временно обратные уклоны к рельсам, до момента перестилки путей.

§ 14. Мостовая на проезжей части улиц и площадей, вдоль трамвайных путей, на расстоянии 1,0 м от рельс, устраивается во всем согласно технических условий на устройство булыжных мостовых в трамвайных путях.

§ 15. Порядок производства работ по замощению проезжих частей улиц и площадей, где уложены трамвайные пути, согласуется с техническим надзором Службы Пути Гор. ж. д.

## Глава XIII.

Список инструмента и приспособлений употребляемых при сооружении городской канализации с указанием срока их изнашивания.

(По опыту составителя).

№№ по порядку	НАИМЕНОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА	Срок изнашивания		Примечание
		Лет	Месяцев	
I. Плотничий:				
1	Топоры . . . . .	2	—	
2	Долото . . . . .	2	—	
3	Рубанки . . . . .	3	—	
4	Железки к ним . . . . .	3	—	
5	Фуганки . . . . .	3	—	
6	Железки к ним . . . . .	5	—	
7	Пилы поперечные . . . . .	3	—	
8	„ лучковые . . . . .	2	—	
9	„ ножевки . . . . .	3	—	
10	Напильники 5" . . . . .	—	2	
11	Точило круглое . . . . .	1	—	
12	Брусок . . . . .	—	6	
13	Метры . . . . .	—	4	
14	Отвесы . . . . .	3	—	
15	Стамески . . . . .	3	—	
16	Бурава . . . . .	1	—	
17	Разводки . . . . .	5	—	
18	Клецы плотн. . . . .	3	—	
19	Рукавицы брезентовые . . . . .	—	1	
20	Угольники . . . . .	1	—	
21	Молотки . . . . .	5	—	



*Продолжение.*

№№ по порядку	НАИМЕНОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА	Срок изнашивания		Примечание
		Лет	Месяцев	
<b>II. Гранитчики:</b>				
1	Кувалды . . . . .	3	—	
2	Ломы (с оттяжкой) . . . . .	3	—	
3	Клинья стальные . . . . .	3	—	
4	Шихи . . . . .	3	—	
5	Рукавицы брезентовые . . . . .	—	1	
6	Угольники . . . . .	1	—	
7	Молотки . . . . .	3	—	
8	Фартуки . . . . .	1	—	
<b>III. Мостовщики:</b>				
1	Мастерки . . . . .	1	—	
2	Лопаты . . . . .	2	—	
3	Ломы . . . . .	5	—	
4	Трамбовки . . . . .	3	—	
5	Рукавицы . . . . .	—	1	
6	Фартуки . . . . .	1	—	
7	Мешки для обертки ног . . . . .	—	1	
<b>IV. Землекопы:</b>				
1	Лопаты . . . . .	1	6	
2	Напильники 14" д/лопат . . . . .	—	3	
3	Ломы длинные . . . . .	4	—	
4	Кувалды . . . . .	4	—	
5	Ломы короткие . . . . .	5	—	
6	Тачки . . . . .	—	4	
7	Колеса для тачек . . . . .	2	—	
8	Ручки для лопат . . . . .	—	3	
9	Рукавицы . . . . .	—	1	
<b>V. Слесарный:</b>				
1	Молотки слесарные . . . . .	3	—	
2	Ножовки—станки . . . . .	3	—	
3	Полотна для ножовок . . . . .	—	1 день	
4	Кувалды . . . . .	5	—	
5	Ключи гаечные . . . . .	3	—	
6	„ разводные . . . . .	2	—	
7	Отвертки . . . . .	3	—	
8	Зубила (с оттяжкой) . . . . .	2	—	
9	Плоскогубцы . . . . .	3	—	
10	Напильники 14" . . . . .	—	2 мес.	
11	Ножи сапожные . . . . .	2	—	
12	Клещи газовые . . . . .	2	—	
13	Тиски . . . . .	5	—	
14	Рукавицы . . . . .	—	1 мес.	
15	Фартуки . . . . .	1	—	

Продолжение.

№№ по порядку	НАИМЕНОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА	Срок изнашивания		Примечание
		Лет	Месяцев	
<b>VI. Кузнечный:</b>				
1	Молотки . . . . .	3	1	
2	Кувалды . . . . .	5	—	
3	Бородок . . . . .	1	—	
4	Зубила . . . . .	1	—	
5	Ноженки—станки . . . . .	3	—	
6	Полотна д/ножевок . . . . .	—	1 день	
7	Клещи кузнечные . . . . .	1	—	
8	Наковальня . . . . .	5	—	
9	Горно . . . . .	3	—	
10	Рукавицы кожаные . . . . .	—	2 мес.	
11	Фартуки . . . . .	—	3 мес.	
<b>VII. Камнебойный:</b>				
1	Молотки . . . . .	—	6 мес.	
2	Кувалды . . . . .	5	—	
3	Лопаты . . . . .	2	—	
4	Тачки . . . . .	1	—	
5	Колеса д/тачек . . . . .	2	—	
6	Очки . . . . .	1	—	
7	Рукавицы . . . . .	—	1 мес.	
8	Фартуки . . . . .	1	—	
<b>VIII. Камнетесный:</b>				
1	Молотки с оттяжкой . . . . .	2	—	
2	Рукавицы . . . . .	—	1 мес.	
3	Мешки д/обертки . . . . .	—	1 мес.	
4	Фартуки . . . . .	1	—	
5	Очки . . . . .	1	—	
<b>IX. Бетонщики:</b>				
1	Лопаты землекопные . . . . .	2	—	
2	"    заминальные . . . . .	2	—	
3	Мастерки бетонщиков . . . . .	1	—	
4	Лейки . . . . .	1	—	
5	Ведро . . . . .	1	—	
6	Молотки . . . . .	3	—	
7	Уровни . . . . .	2	—	
8	Рулетки . . . . .	1	—	
9	Острогубцы (лучш. кач) . . . . .	1	—	
10	Плоскогубцы . . . . .	3	—	
11	Отвесы . . . . .	3	—	
12	Грабли . . . . .	1	—	
13	Фартуки . . . . .	1	—	
14	Рукавицы . . . . .	—	1 мес.	
15	Кисти . . . . .	—	6 мес.	
16	Угольники . . . . .	1	—	

Продолжение.

№№ по порядку	ПАИМЕНОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА	Срок изнашивания		Примечание
		Лет	Месяцев	
X. Обслуживание рабочих:				
1	Баки для воды . . . . .	2	—	
2	Кипятильники . . . . .	1	—	
3	Кружки . . . . .	2	—	
4	Полотенца . . . . .	1	—	
XI. Общие приспособления:				
1	Насосы—лягушки . . . . .	3	—	
2	Шланги . . . . .	1/2	—	
3	Рукава пеньков. . . . .	1	—	
4	Уровни . . . . .	2	—	
5	Рулетки . . . . .	1	—	
6	Метры . . . . .	—	4 мес.	
7	Замки . . . . .	1	—	
8	Секундомер . . . . .	5	—	
9	Фонари . . . . .	1	—	
10	Нивелиры . . . . .	8	—	
11	Аппарат для чистки труб . . . . .	5	—	
12	Черпаки для грязи . . . . .	2	—	
13	Тали . . . . .	3	—	
14	Отводы . . . . .	2	—	
15	Лапы для опускания труб . . . . .	2	—	
16	Весы . . . . .	5	—	
17	Кожки д/вытаск. свай . . . . .	2	—	
18	Бабы д/завивки свай дубовые . . . . .	3	—	
19	Носилки . . . . .	1	—	
20	Приемные сетки нас. диафрагма . . . . .	1	—	
21	Лари для инструмента . . . . .	3	—	
22	Крапы подъемные деревянные . . . . .	2	—	
XII. Штукатурный:				
1	Мастерки . . . . .	1	—	
2	Кисти . . . . .	1	—	
3	Костюмы брезентовые . . . . .	1	—	
4	Рукавицы . . . . .	—	1 мес.	

Примерные сроки (несколько другие) изнашиваемости инструментов, перечисленных в этой таблице и других инструментов указаны также в книжке Центрального Комитета Всесоюзного профсоюза строительных рабочих, Москва, издание РИО ЦК ВССР 1926 год.



## Глава XIV. Правила устройства домовых канализаций.

Установлены XII Всероссийским водопроводным и санитарно-техническим съездом 26 ноября 1922 г.

### I. Номенклатура канализационных труб.

§ 1. При устройстве домовой канализации применяются: а) трубы, отводящие сточную жидкость, б) трубы вытяжные, в) воздушные (вентиляционные) и г) холостые.

а) Трубы отводящие сточную жидкость, носят название стояков и отводных труб.

Стояками называются все вертикальные сточные трубы (могут иметь и незначительные отклонения от вертикали); к ним помощью отводных труб присоединяются домовые канализационные приемники сточных вод (санитарные приборы).

Отводными трубами называются все остальные сточные трубы, положение которых более или менее близко подходит к горизонтальному.

Примечание. Фановыми трубами называются сточные трубы от ватерклозетов, т.-е. несущие экскременты; это название остается и в том случае, если к этим же трубам присоединены и другие канализационные приемники.

б) Вытяжными трубами называются части стояков и отводных труб, не несущие сточной жидкости и продолженные выше крыши здания, от самого верхнего приемника до их верхнего открытого конца.

в) Воздушными (вентиляционными) называются трубы, служащие для воспрепятствования нарушения водяных затворов домовых канализационных приемников.

г) Холостыми называются трубы, отводящие воду в случае переполнения приемников и пр.

### II. Устройство сети.

§ 2. Каждое владение (усадьба) должно быть канализовано совершенно самостоятельно и сток должен быть выведен в уличную трубу без всякой связи с соседними владениями.

Примечание. Исключения допускаются с разрешения органа, ведущего городской канализацией, лишь в тех владениях, которые по условиям местности не могут быть канализованы иначе.

§ 3. Каждое владение должно иметь, по возможности, одно соединение с уличной трубой.

## I. Дворовая сеть.

§ 4. Дворовой сетью называются все сооружения, расположенные во дворе владения (усадыбы), а именно: трубопровод для сточных вод, смотровые колодцы, дождеприемники при общесплавной канализации.

## а) Трубопроводы.

§ 5. Отводные трубы дворовой сети, идущие от отдельных канализационных участков, должны проектироваться и располагаться так, чтобы трубопроводы были возможно коротки, прямы, имели допускаемые уклоны и составляли в совокупности целесообразную сеть.

С самых задних точек владения (усадыбы) до уличной магистрали трубы должны быть спроектированы и проложены с равномерным уклоном. В зависимости от местных условий может быть допущен и ломаный уклон.

Примечание. Исключение из этого правила допускается по отношению к верхним участкам сети владения (усадыбы) по которым проходят только чистые воды (с крыш, из фонтанов, незагрязненные промышленные воды и т. п.); этим участкам можно придать более слабые уклоны, если благодаря этому ниже расположенные линии получают более благоприятные уклоны.

§ 6. Отдельные линии дворовой сети должны прокладываться, по возможности, вне зданий и параллельно стенам соседних строений.

§ 7. Угол между направлениями приводящей в колодец и отводящей из него труб дворовой сети должен быть не менее  $90^\circ$ .

§ 8. Глубина заложения труб должна быть более глубины промерзания почвы; меньшая глубина допускается лишь с особого разрешения органа, ведающего городской канализацией, при условии принятия мер предохранения труб от замерзания и механических повреждений.

§ 9. Диаметр труб дворовой сети должен быть:

- а) для главных дворовых отводов при раздельной системе канализации—125 мм.  
 б) для главных дворовых отводов при общесплавной системе канализации—150 и 200 мм.

Примечание. При необходимости большого диаметра представляется расчет на половинное наполнение труб.

§ 10. Трубы дворовой сети должны иметь уклоны не ниже следующих:

диаметром	125 мм . . . . .	0,015
"	150 " . . . . .	0,012
"	200 " . . . . .	0,010
"	250 " . . . . .	0,008
"	300 " . . . . .	0,006

§ 11. Уклоны меньше, чем это указано выше, допускаются органом, ведающим городской канализацией, только в исключительных слу-

чаях и с неизменным условием применения искусственной промывки при числе промывок не менее одной в сутки, а именно:

для труб диаметром	125 мм	0,010
»	150	0,008
»	200	0,006
»	250	0,005
»	300	0,004

§ 12. Наибольший уклон для труб дворовой сети всех диаметров, допускается 0,15.

Большой уклон допускается с особого разрешения органа, ведающего городской канализацией.

§ 13. Трубы дворовой сети могут быть гончарные, бетонные или чугунные асфальтированные.

§ 14. Трубы, пролегающие ближе 2 м от стен жилых зданий, погребов, ледников, грунтовых колодцев или пересекающие выгребные ямы, а также трубы, лежащие ниже уровня грунтовых вод, должны быть чугунные.

§ 15. Гончарные и бетонные трубы должны быть соединены одна с другой посредством конопатки стыков прядью и обмазки их жирной глиной или заливки смесью асфальта с гудроном.

Чугунные трубы должны быть снабжены раструбами и плотно соединяться друг с другом конопаткою смоленой прядью, заливкою свинцом и зачеканкою его.

Стенки труб должны быть непроницаемы для воды.

Примечание. Концы смоленой пряди, которой проконопачены стыки не должны проходить внутрь трубы.

#### б) Смотровые колодцы.

§ 16. Для удобного осмотра и очистки дворовой сети должны быть поставлены смотровые колодцы в следующих местах:

а) на всех поворотах и переломах уклонов труб,

б) на соединениях дворовой ветви между собой,

в) на соединениях дворовых ветвей с отводными трубами из зданий, при чем эти колодцы должны быть расположены таким образом, чтобы длина отводной трубы от стены здания до колодца не превышала 5 м.

Примечание. Длина отводной трубы более 5 м допускается лишь с разрешения органа, ведающего городской канализацией.

г) На прямых линиях с таким расчетом, чтобы расстояние между двумя соседними колодцами нигде не превышало 50 м.

Отступление может быть допущено с разрешения органа, ведающего городской канализацией.

Внутренний диаметр смотровых колодцев должен быть не менее 0,7 м; в стенках колодцев должны быть заделаны скобы на расстоянии одна от другой не более 0,4 м по вертикали. Толщина стенок



кирпичных колодцев не менее полкирпича, а бетонных—не менее 100 мм, толщина дна колодца не менее 130 мм. Дно колодца должно быть бетонное или вообще непроницаемое для воды и в диаметре более наружного диаметра колодца не менее, чем на 80 мм. В дне колодца должны быть сделаны лотки глубиною и шириною равные диаметру проложенной трубы с гладкой поверхностью. Материал для устройства колодцев должен быть бетон или кирпич на портландском цементе. Сопряжении труб дворовой сети в виде изогнутых лотков в бетонном дне колодца должно быть сделано так, чтобы ось лотка представляла окружность касательную к оси труб.

§ 18. Крышка колодца должна быть чугунная и без вентиляционных отверстий, вне владения (усадыбы)—принятого для уличной городской канализации типа, а во дворе может быть и более легкого типа, утвержденного органом, ведающим канализацией.

§ 19. Кроме верхней крышки все колодцы в местностях, не заливаемых внешней водой, должны иметь вторую крышку на прочном кольцевом уступе, сделанном из кирпича, бетона или металла и помещаемом ниже верха крышки не более как на 0,4 м. Вторые крышки должны быть металлические из полукотельного железа или деревянные из досок толщиной не менее 50 мм в четверть, на шпонках и просмоленные. В местностях, заливаемых внешней водой, должны быть поставлены люки типа, утвержденного органом, ведающим канализацией.

§ 20. Дворы канализационных владений около смотровых колодцев при раздельной канализации должны быть спланированы таким образом, чтобы люки их не заливались дождевой водой.

#### б) Дождеприемники.

§ 21. Дождеприемники при общесплавной системе канализации должны быть снабжены затворами, решетками и отстойниками (песколовками).

Там, где приемники могут быть повреждены действием мороза, уровень воды в затворе должен лежать ниже глубины промерзания.

Поверхность земли на расстоянии 2 м от центра приемника должна быть вымощена, или укреплена бетоном или иным способом.

#### г) Дренаж.

§ 22. Присоединение к общесплавной канализации дренажей может последовать только с особого разрешения и при соблюдении особых условий, направленных против попадания сточных вод в почву и высыхания водяных затворов, устройство которых обязательно.

### 2. Домовая сеть.

§ 23. К домово́й сети относятся все трубопроводы, идущие от смотровых колодцев, ближайших к домам, внутрь последних, в самых зданиях и сверх крыши их, а также все внутреннее устройство канализации со всеми приемниками и прочими приспособлениями.

## а) Трубы, отводящие сточную жидкость.

§ 24. Домовая сеть должна быть спроектирована таким образом, чтобы протяжение отводных труб от приемников до стояков и от стояков до дворовых колодцев было наименьшим.

§ 25. Наибольшая длина отводных труб, лежащих в междуэтажном пространстве, допускается: для труб диаметром до 75 мм—10 м, для труб диаметром до 100 мм—7<sup>1</sup>/<sub>2</sub> м.

§ 26. Сопряжение между отводной трубой из здания с отводящей трубой из колодца дворовой сети должно быть сделано внутри колодца при помощи лотка под углом не менее 90°, при чем первая труба должна быть заложена выше дворовой на величину разности диаметров их.

§ 27. Соединение труб между собой должно устраиваться под углом не более 60°, считая по направлению течения жидкости. По введении нормальных типов труб и фасонных частей сопряжение трубопроводов должно делаться помощью этих фасонных частей.

§ 28. В домах глубина заложения отводных труб должна быть не менее 0,3 м.

§ 29. Для отводных труб и стояков должны применяться следующие диаметры:

Назначение труб	Отводные трубы		Стояки	
	железные в дюймах	чугунные в м.м	железные в дюймах	чугунные в м.м
1. От одиночных и двойных: кухонных раковин, писсуаров, умывальников и одиночных ванн . . . . .	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	50	2	50
2. От 3 до 6 вышеуказанных приемников за исключением ванн . . . . .	2	50	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	75
3. От 7 и более вышеуказанных приемников за исключением ванн . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —3	75	4	100
4. От больших кухонных раковин и приборов для мытья посуды . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —3	75	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —3	75
5. От клозетов . . . . .	—	100	—	100
6. От нескольких 4" стояков, если это является необходимым по числу и расположению приемников . . . . .	—	125	—	—

Примечание 1. Одна ванна принимается за 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> раковины.

Примечание 2. Под полами прокладка железных труб не допускается.



§ 30. Второстепенные ветви, соединяясь, не должны переходить в отводную трубу меньшего диаметра.

§ 31. Все отводные трубы должны иметь уклоны не менее следующих:

диаметром	1 $\frac{1}{2}$ "	0,04
"	2" и 50 мм	0,035
"	2 $\frac{1}{2}$ ", 3" и 75 мм	0,025
"	100 мм	0,012
"	125 мм	0,01

Примечание. Уклон для отводных труб от приемников до стояков разрешается в 0,01.

§ 32. В крайних случаях, с разрешения органа, ведающего городской канализацией, может быть допущено применение и меньших уклонов с непременным условием применения периодической промывки. Минимальные уклоны допускаются в этом случае следующие:

для труб диаметром	50 мм	0,025
" "	75 "	0,015
" "	100 "	0,012
" "	125 "	0,010

§ 33. Если при проектировании отводной трубы под полом подвала окажется, что уклон его будет меньше вышеуказанного минимального, то чугунные трубы следует располагать вдоль стен подвала над полом с допускаемым уклоном. В таком случае трубы должны укладываться на кронштейнах или каменных столбах. Под каждую трубу должно быть сделано не меньше одной опоры.

§ 34. Наибольший уклон для труб домово́й сети всех диаметров допускается 0,15.

§ 35. Стояки ставятся вертикально сверху донизу свободно по стене или же в соответственного размера углублениях, в обоих случаях с надлежащим укреплением. Трубы могут быть закрыты чехлами или щитами, но глухая заделка их не допускается.

§ 36. У поворотов, сопряжений и приемников, а также на прямых частях труб, по возможности, через каждые 6 м, должны быть поставлены ревизионные отверстия, герметически закрываемые. Ревизионные отверстия должны быть поставлены в местах, удобных для доступа к ним и для пользования ими. В случае необходимости поставить ревизионные отверстия на подземной трубе—над ревизионным отверстием должен быть построен колодец размерами не менее 0,7 м в диаметре или в стороне четырехугольника.

§ 37. Все стояки и отводные трубы должны быть чугунные, асфальтированные или железные.

§ 38. Чугунные трубы, должны соединяться между собой, как это указано в § 15, а железные помощью муфт с резьбой на суриковой замаске.

§ 39. Все трубы внутри зданий должны быть тщательно укреплены, чтобы не могли ни провисать, ни оседать, ни допускать каких-



либо движений, на каждые 2 м труб должно быть поставлено не менее одного железного крюка, скобы или хомута.

§ 40. Все трубы, отводящие сточную жидкость, должны быть расположены в теплых помещениях; если же такие трубы по необходимости пролегают по холодному помещению, то они должны быть надлежащим образом утеплены.

#### б) Вытяжные трубы.

§ 41. Все стояки должны быть продолжены в виде вытяжных труб выше крыши здания с наименьшим по местным условиям искривлениями или самостоятельно каждая, или соединенные вместе, при чем место соединения их должно быть выше борта верхнего приемника. Соединения нескольких вытяжных труб в одну могут быть допущены органом, ведающим канализацией, в исключительных случаях, когда этого требуют местные условия, но с тем, чтобы площадь поперечного сечения общей трубы при соединении нескольких вытяжных труб в одну была не менее площади наибольшей из отдельных труб, увеличенной на половину суммы площадей всех остальных труб, примыкающей к общей трубе.

Вытяжные трубы должны быть положены таким образом, чтобы в них нигде не могла застаиваться вода, т.-е. чтобы везде был уклон к спусковой трубе.

§ 42. Вытяжные трубы воспрещается впускать: а) в дымовые трубы за исключением фабричных труб, б) в каналы от печей, в) в каналы и трубы, служащие для вентиляции помещений.

§ 43. Диаметр вытяжных труб в теплом помещении должен быть не менее диаметра соответствующего стояка, а в холодном помещении например, на чердаке и сверх крыши и в других неоттапливаемых помещениях, диаметр их должен быть увеличен на 50 мм (лучше на 100 мм).

§ 44. Все вытяжные трубы, идущие внутри здания до чердака, должны быть чугунные, асфальтированные или железные тянутые оцинкованные, а идущие на чердак, сверх крыши и вне здания могут быть из оцинкованного листового 20-фунтового железа.

§ 45. Чугунные и железные тянутые, оцинкованные трубы должны соединяться, как указано в § 38 настоящих правил. Железные клепанные должны быть соединены плотно и непроницаемо для воды и газов.

§ 46. Вытяжные трубы должны оканчиваться над крышей не ближе, как на 0,7 м над поверхностью ее и устья их выводятся над крышей на такую высоту и располагаются в таком месте, чтобы проникновение зловонных газов в жилые помещения было невозможно. Сверх устья труб должны быть устанавливаемы колпаки простого типа.

§ 47. Вытяжные трубы внутри здания и снаружи по стенам должны быть укреплены, как указано в § 39 настоящих правил. Вытяжные трубы должны скрепляться с крышей так, чтобы не было течи на чердаках.

#### в) Воздушные (вентиляционные) трубы.

При длине ответвления более 1 м и отсутствии при этом мер, предохраняющих водяные затворы от всасывания, необходимо устройство

вентиляции верхнего колена сифона помощью воздушной трубы; если на ответвлении расположено несколько приемников, то достаточно вентиляции самого удаленного из них.

§ 49. Воздушные трубы после соединения с сифоном должны подниматься близ приемника выше его края и должны быть уложены таким образом, чтобы везде был обеспечен свободный сток конденсационной воды из них.

§ 50. Диаметр воздушных труб должен быть следующий: для клозетов и 100 мм траппов—не менее  $1\frac{1}{2}$ " , для всех остальных приемников—не менее 1" .

§ 51. Воздушные трубы должны прокладываться на всем протяжении свободно по стене или в соответствующих углублениях; трубы эти могут быть закрыты чехлами или щитами или заштукатурены.

§ 52. Воздушные трубы должны быть железные тянутые, оцинкованные. Трубы эти могут соединяться помощью муфт на резьбе на суриковой замазке или помощью фланцев. Сопряжение двух направлений этих труб должно быть помощью железных оцинкованных фасонных частей или из ковкого чугуна.

§ 53. Соединение воздушных труб с сифоном должно быть сделано при посредстве сгонной муфты для возможности прочистки верхней части сифона и воздушной трубы в части, ближайшей к сифону. Соединение воздушных труб с вытяжными должно быть сделано прочно и герметично.

§ 54. При устройстве усовершенствованных сифонов, одобренных органом, ведающим канализацией, устраняющих возможность прорыва водяных затворов, устройство воздушных трубок не требуется.

#### в) Водосточные трубы.

§ 55. Указания относительно того, какие именно водосточные трубы при общесплавной системе канализации (на улице или на дворе) и сколько их должно быть присоединено к городской сети а также какие из водосточных труб, расположенные по уличному фасаду, должны быть предназначены для вентиляции, даются органом, ведающем городской канализацией.

§ 56. Водосточные трубы проводятся вне зданий, отдельно от других труб, и по возможности, вертикально.

§ 57. Водосточные трубы не снабжаются водяными затворами, за исключением тех, верхние концы которых расположены около окон или иных отверстий, сообщающихся с внутренними помещениями. Такие водосточные трубы снабжаются водяными затворами у основания стояка, на глубине ниже линии промерзания почвы.

§ 58. Водосточные трубы с аспидных и черепичных крыш и вообще с таких, которые могут представлять опасность засорения отводных труб и сифонов, должны быть снабжены особыми ведерками для грязи или решетками.

§ 59. Водосточные стояки делаются диаметром в 100, 125 150 и 200 мм; при меньших площадях — балконах, навесах и т. п. 50 и 75 мм.



#### д) Холостые трубы.

§ 60. Холостые трубы из баков, бассейнов для дождевой воды, фонтанов и т. п. вообще все те, которые не обеспечены постоянным возобновлением воды в сифонах, не должны соединяться с канализационными трубами. Они должны быть отводимы или непосредственно наружу или же оканчиваться над одним из приемников сточных вод.

§ 61. Переливные трубы от раковин, умывальников и ванн должны присоединяться к сточной трубе выше водяного затвора.

#### е) Водяные затворы.

§ 62. Каждый приемник грязных вод, как-то: клозет, раковина, писсуар, ванна, дождеприемник в случае сплавной системы канализации и проч. должен быть соединен с отводной трубой при посредстве водяного затвора (сифона), который должен находиться непосредственно под приемником.

§ 63. Водяные затворы должны иметь формы буквы S или V и диаметр их не должен быть больше диаметра отводной трубы, У приемников, несущих большое количество жиров, например, в кухнях ресторанов, общественных столовых и т. п., вместо затворов могут устанавливаться надлежащей конструкции жироловки.

Примечание. При диаметре отводной трубы в 100 мм и более постановка жироловок является излишней.

§ 64. Высота замыкающего слоя воды в затворах не должна быть менее: для ватерклозетов 600 мм и для прочих приемников 100 мм.

§ 65. В верхней и нижней точках водяного затвора должны быть отверстия для чистки, закрываемые медными пробками на резьбе.

§ 66. Водяные затворы, если они не составляют одного целого с приемником, могут быть сделаны чугунные эмалированные, железные оцинкованные или медные.

§ 67. Все водяные затворы должны быть соединены с отводными трубами и приемниками прочно и герметично.

### III. Приемники сточных вод.

#### 1. Общие требования к приемникам.

§ 68. Число приемников. Каждая квартира должна быть снабжена раковиной для кухонных вод и ватерклозетом. В общежитиях и общественных уборных число клозетных мест (очков) рассчитывается по одному на каждые 20 человек.

§ 69. Возможное расположение приемников. Сточные приемники следует располагать, насколько это возможно, по этажам группами, одни над другими, для направления грязных вод в меньшее число труб.



§ 70. Материал, форма и цвет приемников. Сточные приемники должны быть сделаны из возможно более гладкого, непроницаемого для воды и непористого материала; их форма, особенно внутри, должна быть закругленной, без выступов или острых углов, цвет приемников всегда желателен светлый для облегчения надзора за их чистотой. Отделка приемников сточных вод деревом (за исключением устройства верхнего очка klozetных сидений) должна быть избегаема.

§ 71. Решотки у приемников. Каждый приемник, за исключением klozetов, должен иметь прочно прикрепленную решотку для предохранения сточных труб от засорения твердыми отбросами. Отверстия решотки для всех приемников, кроме вани, трапнов и половых приемников, должны быть диаметром не более 6 мм ( $1/4''$ ). Площадь всех отверстий решоток должна быть не больше площади поперечного сечения трубы.

72. Соединение приемников с водяными затворами. Каждый приемник грязных вод, кроме klozetов, как-то: раковина, писсуар, ванна и пр. должен быть соединен прочно и герметично с водяным затвором.

§ 73. Промывка приемников. Все приемники должны быть снабжены приспособлениями для беспрепятственной во всякое время промывки их чистою водою, для чего последняя должна быть проведена ко всем приемникам.

Примечание. Половые траппы в общественных уборных, прачечных, конюшнях и т. п. помещениях должны быть обеспечены для промывки их водою при помощи брандспойта из крана, поставленного в том же помещении, где находится трапп.

§ 74. Подвод воды к ватерклозетам. Воспрещается непосредственное, помимо бачков или других приборов, исключаяющих возможность засасывания, соединение водопроводных труб с чашами klozetов.

## 2. Требования к помещениям для приемников.

§ 75. Все канализационные трубы должны быть так проложены, а klozеты и другие приемники сточных вод так расположены в помещениях, чтобы они были предохранены от промерзания.

§ 76. Все приемники сточных вод следует располагать в хорошо освещенных и вентилируемых помещениях.

§ 77. Устройство стен, пола, потолка, дверей и окон того помещения, в котором посредством перегородок устраиваются отделения для отдельного или общего klozetов; или устройство помещения, которое назначено специально для klozetов или других приемников, должно удовлетворять тем же условиям, какие требуются для жилого помещения в зимнее время. В виду необходимости обмывать водою нижнюю часть стен помещений, в которых устраивают общие klozеты, стены на высоту 1 м должны быть покрыты негниющим и непроницаемым для воды материалом.

§ 78. Помещение для отдельных klozetов во вновь строящихся домах должно иметь размеры внутри: в ширину или

по той стороне, где установлен клозет, для одного места не менее 0,9 м, для большего же числа мест, отделенных не шкафами, а открытыми перегородками, не менее 0,7 м на место; в длину размер помещения должен быть не менее 1,40 м, в высоту не меньше предела, установленного для жилых помещений обязательных постановлениях. В исключительных случаях, когда высота помещения, в котором устраивается клозет, не может отвечать требованиям обязательных постановлений, высота клозета должна быть не менее 2 м. Общий клозет должен иметь на установку одного клозетного места, независимо от приборов отопления, не меньше 1,5 м<sup>2</sup> пола; на установку одной мочевого чаши или на каждые 0,5 пог. м, мочевого лотка — 0,70 м<sup>2</sup> пола; на проходы не меньше 0,75 м<sup>2</sup> на каждое клозетное место и 1,0 м<sup>2</sup> — на каждую мочевою чашу или на каждые 0,50 пог. м мочевого лотка.

§ 79. Перегородки, разделяющие одно клозетное место от другого, одну мочевою чашу от другой или места у мочевого желоба как в отделениях, так и в общих клозетах укрепляются на ножках и не доходят до пола на 0,20 м, а в вышину для клозетов должны быть от пола не менее 1,80 м.

§ 80. Чистый пол в отдельных и общих дворовых клозетов допускается: а) плотный деревянный, крашенный масляной краской, б) паркетный, в) деревянный, обитый свинцом или цинком и г) из плиток обожженной глины или иного непроницаемого для воды материала. В общих дворовых клозетах деревянные полы не допускаются.

Примечание. Полы из обыкновенного кирпича и асфальта не допускаются ни в отдельных, ни в общих клозетах.

§ 81. Пол в общих дворовых клозетах должен иметь половой трап для принятия воды при обмывании пола, для этой же цели должен быть приспособлен водопровод и устроен брандспойт с рукавом, чтобы можно было производить означенную обмывку (§ 73). Уклон к трапу должен быть не меньше 0,01.

§ 82. Помещения, в которых располагается общий дворовый клозет, должны иметь непосредственное дневное освещение; площадь световой поверхности должна быть не меньше 10% от площади пола всего помещения клозета.

§ 83. Размер помещения, в котором установлены раковины для общего пользования, должен быть таков, чтобы на каждую раковину приходилось по 0,70 м<sup>2</sup> пола на установку раковины и пользование ею и по 1,8 м<sup>2</sup> пола на проходы.

§ 84. Помещение для общих раковин должно быть светлое; деревянный пол под раковинами должен быть обит свинцом площадью не меньше 0,70 м<sup>2</sup> под каждой раковиной. Если рядом с общим клозетом имеется помещение для общих раковин, то вход в каждое помещение должен быть отдельный.

§ 85. В прачечных, банях и тому подобных местах, где расходуется большое количество воды, для стока грязных вод должны быть устроены непроницаемые для воды полы и сифоны с решетками и приспособлениями для промывки (§ 73).



§ 86. Помещения дворовых и общих клозетов и раковин для общего пользования должны быть снабжены вытяжными каналами, обеспеченными тягой для удаления воздуха из помещений.

3. Расположение приемников по отношению друг к другу и по отношению к поверхности земли и уровню высоких вод.

§ 87. Отводные трубы от ванны следует присоединять к трубе по возможности выше, чем стоки от кухонных раковин, клозетов и писсуаров.

§ 88. Устья приемников должны быть выше уровня двора в том месте, где находится дворовый колодец, принимающий отводную от приемника трубу. Присоединение приемников с устьями, лежащими ниже указанного уровня, допускается только в виде исключения и под ответственностью домоуправления и с обязательством его принять предохранительные меры против попадания сточной воды через приемники в соответственные помещения.

§ 89. Во владениях, подверженных затоплению при разливе рек, устья приемников сточных вод должны быть на 0,30 м выше наивысшего уровня внешних вод. В местностях, заливаемых внешними водами, крыши смотровых колодцев должны быть двойные, металлические, допускающие заливку их асфальтом.

§ 90. В тех случаях, когда нельзя установить все или часть приемников на предельной высоте, указанной в § 89, канализационное устройство должно быть выполнено согласно специальных правил.

#### 4. Детали по отдельным приемникам.

##### а) Клозеты.

§ 91. Одиночные клозеты могут быть произвольной системы с тем, однако, условием, чтобы их горшки не имели никаких механических затворов и вообще никаких подвижных частей, через которые проходят нечистоты; поэтому устройство клозетов с поддонами, клапанами и т. п. движущимися частями не разрешается.

§ 92. Форма чаши одиночных клозетов должна быть такова, чтобы в ней всегда стояла вода глубиною около 40 мм, во избежание прилипания нечистот к внутренней поверхности и не препятствования падению нечистот непосредственно в воду. Чаша должна иметь ободок, распределяющий промывающую струю.

§ 93. Для промывки при каждой клозетной чаше должен быть прямой бак, питаемый из водопровода посредством автоматического парового крана и расположенный не ниже, чем на 1,50 м над сиденьем. Труба (смычковая) между этим баком и чашею ватерклозета должна иметь диаметр не менее 30 мм.

При каждой промывке должна выливаться из бака в клозетную чашу не менее полведра воды в течение не более 5 секунд при чем означенная промывка должна происходить вследствие краткого действия позывной ручки так, чтобы количество выливаемой воды не зависело от воли пользующегося.



Промывка должна происходить по всей внутренней поверхности чаши и настолько удовлетворительно, чтобы после однократной промывки ни в чаше, ни на стенках, ни в водяном затворе не оставалось нечистот.

**Примечание.** Отступление от указанного способа промывки, от диаметра смывной трубы и высоты бака над сиденьем может быть допущено с особого разрешения органа, ведающего канализацией, но с тем, чтобы промывные приспособления давали вышеупомянутое действие.

§ 94. Когда промывные баки расположены на такой высоте, что непрерывное снабжение их водою из водопровода не всегда может быть обеспечено, они устраиваются с запасным резервуаром не менее, чем на 10 промывок.

§ 95. Общие клозеты, устраиваемые во дворах и общественных зданиях, (казармах, фабриках, учебн. зав., и т. п.) могут быть с разрешения органа, ведающего канализацией, в каждом отдельном случае иной конструкции с автоматически действующими танками (бакати), которые должны выпускать воду для промывки клозета не реже 1 раза в час. В этих клозетах нечистоты должны попадать прямо в воду, затем со значительным количеством ее при действии танка уноситься в сточную трубу.

§ 96. Для выделения каждого клозета из общей сети в случаях порчи шарового крана у каждого промывного танка должен быть запорный вентиль на водопроводной трубе.

§ 97. Устройство общего деревянного сиденья для нескольких клозетных чаш не допускается. Клозетные чаши в квартирах, рекомендуется делать фаянсовые или штейнгутовые, а в общих уборных — фаянсовые, штейнгутовые или чугунные эмалированные, окрашенные снаружи масляной краскою светлым колером.

§ 99. Клозеты с их водяными затворами должны стоять открыто на полу и должны быть плотно и солидно скреплены с отводной трубой. Заделка клозетных горшков деревом жостью, кладкой и т. п. не допускается. Клозеты общих и дворовых уборных могут быть заделываемы в полу.

#### б) Писсуары.

§ 99. Промывка писсуара должна быть устроена так, чтобы все смачиваемые стенки его хорошо обмывались. Промывная труба должна присоединяться к горловине писсуара.

§ 100. Писсуары в квартирах рекомендуется делать фаянсовые, а в общих уборных — фаянсовые или чугунные эмалированные.

§ 101. В общественных помещениях, ресторанах, театрах, гостиницах, банках, торговых помещениях и т. п. общие писсуары, состоящие из большого числа отдельных раковин или, в виде исключения, из мочевого лотка, снабжаются автоматическими промывными приспособлениями, обеспечивающими хорошее распределение достаточного количества воды, или должны находиться под постоянным током воды.

§ 102. Устройство общих писсуаров в полу допускается при условии облицовки стен; материалы для облицовки стен и писсуаров должны быть таковы, чтобы они не подвергались действию мочи,

в) Раковины.

§ 103. Раковины должны быть так размещены в канализуемых владениях (усадебках), чтобы было обеспечено удобное пользование или для каждого жилого или служащего для временного пребывания людей помещения, в котором могут получаться грязные хозяйственные воды.

§ 104. Раковины ставятся, по возможности, в тех помещениях, в которых получают сточные воды, подлежащие отведению через них. В исключительных случаях, когда нельзя поставить отдельную раковину в вышеуказанных местах без нарушения удобства пользования или по техническим причинам (подвальные помещения, низко расположенные относительно городской сети или заливаемые высокими водами, холодные помещения, не имеющие приборов отопления и т. п.), раковина может быть поставлена в ближайшем удобном помещении.

§ 105. В больших кухнях (больницах, гостиницах, ресторанах и проч.) раковины должны быть установлены таких размеров и в таком числе, чтобы были достаточны для удовлетворения потребностей в них. Если помещения большой кухни расположены не в одном этаже и в каждом из них получают грязные воды, то каждый этаж должен иметь свою раковину.

§ 106. Раковины для общего пользования ставятся в общих кухнях или в особых помещениях, которые должны быть теплые. В общих кухнях должны быть поставлены раковины в количестве, соответствующем потребностям лиц, для пользования которых кухни эти предназначены.

Примечание. Под общими кухнями разумеются кухни, которые служат для нескольких семейств или самостоятельных квартир, не имеющих отдельных кухонь.

§ 107. Раковины должны быть помещаемы, по возможности, в светлых частях комнаты и так, чтобы удобно было к ним подойти и содержать их в опрятности.

§ 108. Раковины не должны находиться в помещении, которое назначено для пользования клозетом.

§ 109. Выпуск из раковин должен быть в нижней точке раковины и должен быть огражден неотнимающеюся прочною решеткой с круглыми отверстиями не более 6 мм в диаметре.

§ 110. Раковины могут быть фаянсовые, фарфоровые, чугунные эмалированные, медные луженные и гончарные глазурованные.

г) Умывальники.

§ 111. Умывальники, у которых закрываются нижние отверстия пробкой, должны быть снабжены переливной или холостой трубкою, соединяющей с выпускной трубой между сифоном и дном умывальника.



§ 112. Материал для умывальника должен быть тот же, что и для раковин.

§ 113. Выпуски из умывальников должны быть снабжены такими же решетками, как и раковины.

#### д) В а н н ы.

§ 114. Если при ванне будет находиться переливная (холостая труба, то труба эта должна быть доступна для прочистки.

§ 115. Ванны могут быть из следующих материалов: фаянсовые, каменные, чугунные эмалированные, медные луженые и цинковые.

§ 116. Для предохранения сифона и спускной трубы от тряпок и т. п. в выпускном патрубке должна быть прочно укреплена крестовина или решетка.

#### е) Т р а п п ы.

§ 11. Трап служит для приема воды с поверхности пола и должен представлять собою сифон, приемный конец которого закрыт укрепленной наглухо решеткой с приспособлением в полу, допускающим свободный осмотр и прочистку сифона.

### IV. Планы и чертежи.

§ 118. Каждый проект должен состоять из следующих планов и чертежей:

а) выкопировки из плана города с показанием местонахождения владения в масштабе плана города (от 1:2 000 до 1:5 000);

б) подробного плана владения со всеми постройками и подземными сооружениями, колодцами, выгребными и помойными ямами, с показанием границ соседних участков и с нанесением схемы проектируемых труб в масштабе от 1:200 до 1:500;

в) профилей местности по линии предполагаемой прокладки труб до уличной магистрали, с нанесением на профилях проектируемых труб и колодцев, так и существующих, глубин колодцев, расстояний между ними, уклонов и диаметров труб, а также нивелирных отметок низших точек задней и боковых границ владения по городской нивелировке. Профили составляются в масштабах: горизонтальный—как и для подробного плана, а вертикальный в 2 или 5 раз более;

г) детальных планов и вертикальных разрезов зданий по стоякам и отводным трубам всех этажей канализуемых зданий, с обозначением положения тех существующих приемников сточных и дренажных труб, которые предполагается оставить, с обозначением существующих отхожих мест, выгребов и колодцев и с указанием всего, что относится к проектируемой канализации; как-то: сточных, водопроводных и дренажных труб, раковин, ванн, траппов, мочевинок и проч. приемников, а также вентиляционных приспособлениях и всех подземных сооружений.

Планы подвального и первого этажей должны быть обязательно представлены. Планы прочих этажей представляются



отдельно лишь в тех случаях, когда приемники для сточных вод расположены не на одной вертикали с приемниками других этажей или квартиры расположены различно в каждом этаже. В противном случае этажи здания могут быть совмещены между собою. На планах должны быть поименованы назначения помещений, а квартиры разграничены одна от другой окраской.

Вертикальные разрезы зданий должны быть представлены по всем этажам по линии сточных труб с нанесением всех труб, проектированных для домовой канализации, и фасонных частей сети. Совмещенные разрезы не допускаются. В планах и разрезах должны быть обозначены уклоны, протяжения, диаметры и материал для труб.

Масштаб для планов 1:100 или 1:200, а для разрезов 1:100;

д) сооружений, отличающихся от общего типа, как-то: дождеприемники, общие клозеты, жироловки, детали смотровых колодцев и баков для обработки промышленных вод и т. п. в масштабе 1:10 или 1:20.

§ 119. Проекты канализации фабрик, заводов, бань и других промышленных заведений должны также содержать следующие данные:

а) среднее суточное количество сточной воды, получаемой от производства, и таковое же от жилых зданий, в районе промышленного владения находящихся;

б) наибольший часовой расход сточных вод;

в) если воды промышленного заведения для спуска их в городскую канализационную сеть требуют предварительной обработки, то проект всех необходимых для сего устройств и приспособлений;

г) полный проект устройства сети для отведения чистой воды, которая не будет поступать в канализационную сеть.

§ 120. Для больших владений (общественные здания, больницы, школы, казармы, заводы и т. д.), которые примыкают к общесплавной системе, должен быть составлен план с указанием количества ливневых вод, проходящего в каждой точке главных отводных труб. К плану должна быть приложена пояснительная записка с расчетом, который подтверждал бы достаточность принятых в проекте диаметров труб.

## Глава XV. Материал канализационных труб домовой сети по германскому стандарту.

См. также стр. 383—401.

Для главной уличной магистрали, отчасти и для дворовой сети, применяются большей частью цементные трубы яйцеобразного сечения или хорошо обожженные глазурированные гончарные трубы. Для домовой сети берут также гончарные трубы, чаще всего, однако, чугунные, реже — свинцовые. Цинковые трубы для канализации непригодны — образующиеся при разложении отбросов кислоты (органические) действуют на них разрушительно.





первой группы бывают с внутренним диаметром, начиная от 45 мм до 145 мм, при толщине стенок, в зависимости от диаметра, от 3 до 3½ мм; трубы второй группы с внутренним диаметром 50—210 мм, с толщиной стенок 3—4,5 мм; трубы тяжеловесные, выпускаются диаметром 50—200 мм, с толщиной стенок, соответственно, 5—8 мм.

На наших рынках нет до сих пор строго нормированного сортамента чугунных канализационных труб и фасонных частей, и очень часто трубы одних и тех же размеров, отливаемые разными заводами, не могут соединяться вместе, вследствие того, что диаметр и глубина раструба у труб не совпадают. Таблица 59 содержит данные размеров и веса канализационных труб производства русских заводов. В целях сравнения данные эти совмещены для труб двойного типа — тяжелых (для укладки в земле) и легковесных (для прокладки по стенам). Сортамент Промстандарта был указан выше (фиг. 14 и след.)

Таблица 59. Размеры и вес чугунных канализационных труб.  
(Нормальная длина трубы 2 м).

Внутр. диам.		Вес 1 пог. м	Поли. вес трубы	Толщ. сте- нок	Глубина зачеканки свинцом	Шир. зазора в раструбе	
дюймы	мм	кг	кг	мм	мм	мм	
2	50,8	{	8,19	17,52	6,0	25,0	6
			6,72	14,41	5,0		
3	76,2	{	14,12	30,14	7,13	26,0	8
			11,30	24,08	6,0		
4	101,6	{	19,36	41,28	7,5	27,0	9
			14,79	31,61	6,4		
5	127,0	{	25,27	53,89	7,75	28,0	9
			16,94	36,20	6,8		
6	152,4	{	33,32	71,09	8,5	29,0	10
			20,17	47,50	7,0		

Чугунные трубы обладают всеми теми достоинствами, которых нет ни у цементных, ни у гончарных труб. Первые, как известно, выдерживают значительные давления, дают хорошие герметические соединения, благодаря заделке стыков свинцом; цементные сравнительно скоро разъедаются кислотами, гончарные трубы не боятся кислот но, значительно уступаая другим трубам в отношении механических свойств, не везде применимы. Чугунные трубы поэтому пользуются преимуществом перед другими, несмотря на их более высокую стоимость. Это, главным образом, оттого, что они позволяют иметь во всех случаях вполне безукоризненный по герметичности стык. Они, следовательно, незаменимы всюду, где, по местным условиям (прокладка внутри зданий, близость жилых строений, складов и т. п.), просачивание жидкости через неплотные стыки могло бы приносить большой ущерб — портить стены, фундаменты и пр. Плотность соединений канализационных труб и ответвлений имеет чрезвычайно важное значение также в тех случаях, когда вблизи имеются колодцы для питьевой воды.



### б. Свинцовые трубы (из твердого свинца).

Этот сорт труб также имеет много достоинств: гладкая поверхность, возможность хороших герметических соединений, легкая изменяемость форм, в зависимости от местных требований. Недостатки их: чрезвычайно слабые механические свойства и возможность проедания их крысами. Непригодны для укладки в земле или в междуэтажных промежутках; применимы — как спускные (вертикальные) трубы, особенно для ванн, кухонь и т. п.

Таблица 60. Размеры и вес наиболее употребительных свинцовых труб.

(По нормам союза германских архитекторов и инженеров).

Диаметр в свету мм . . . . .	25	30	40	50	60
Толщина стенок " . . . . .	3,0	3,5	4,0	4,0	4,5
Вес 1 пог. м кг . . . . .	3,0	4,2	6,3	7,7	10,3

### в. Выбор труб.

1) Гончарные трубы, как уже сказано было выше, берут, главным образом, для подземных трубопроводов, но не в пределах канализуемого здания, а начиная с расстояния, примерно, в 2,0 м от последнего. Бывают, конечно, и некоторые отклонения от указанных правил, но они имеют место, главным образом, в небольших зданиях, преимущественно в менее крупных городах.

2) Чугунные трубы применяются для всех отводных подземных трубопроводов в пределах канализуемого здания; их продолжают обычно на некоторую длину до 2,0 м за наружную стену. Точно также и стояки делаются, главным образом, из чугунных труб.

3) Свинцовые (из твердого свинца) трубы с толстыми стенками можно ставить для кухонных, ванн стояков и т. п. В некоторых небольших пунктах можно встретить в этих местах также и тонкостенные чугунные трубы или гончарные.

4) Трубы для стока дождевых вод и вытяжки воздуха (вентиляционные) ставят обычно цинковые или из оцинкованного листового железа.

## Глава XVI. Расчет дворовой канализации.

Расчет канализационных труб производится обыкновенно по формуле Гангилье и Куттера, по которой скорость  $v$  движения стоков и расход воды по трубам  $Q$  определяются (в метрических мерах):

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,30 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot I} = c \cdot \sqrt{R \cdot I} \dots \dots \dots (I)$$

$$Q = f \cdot v = f \cdot c \cdot \sqrt{R \cdot I} \dots \dots \dots (II)$$

где  $v$  — скорость в м/сек;  $Q$  — расход в м<sup>3</sup>/сек;  $R$  — гидравлический радиус в м;  $I$  — уклон;  $f$  — площадь живого сечения в м<sup>2</sup>;  $c$  — коэффициент шероховатости.

Приведенными формулами пользоваться удобнее всего, если заранее составить таблицы по способу, предложенному проф. Бюсингом <sup>1)</sup>.

Из формул (I) и (II) можно определить коэффициент скорости

$$A = \frac{v}{\sqrt{I}} = c \cdot \sqrt{R}$$

и коэффициент расхода

$$B = \frac{R}{\sqrt{I}} = \left( \frac{f \cdot v}{\sqrt{I}} = f \cdot A \right).$$

Оба коэффициента  $A$  и  $B$  зависят исключительно от диаметра трубы и от степени ее наполнения, влияющей на  $R$ , и могут быть заранее вычислены для труб данного диаметра и заданной степени наполнения.

Приводим ниже таблицы коэффициентов  $A$  и  $B$  для труб внутреннего диаметра в 0,10—0,25 м, наиболее распространенных в домовом, дворовой или поселковой канализациях <sup>2)</sup>.

Такие же таблицы составлены для труб диаметром 200 и 250 мм (см. Калленберг, Гостехиздат Москва 1927 г. стр. 84 и 85) редко впрочем применяемых для домовых канализаций.

**Пример.** На участке возводится 8 жилых корпусов, каждый по 48 квартир. Число жильцов в квартире, соответственно ее площади, составляет в среднем 6 человек. Требуется определить диаметр магистральной канализационной трубы, прокладываемой по двору для отвода стоков из упомянутых корпусов, если по условиям местности уклон трубы не может быть назначен больше  $I = 0,01$ .

По московским нормам расчетный расход сточных вод на жителя принимается в 86 л в сутки. Примем максимальный часовой расход воды в 10% суточного. Тогда расчетный секундный расход  $Q$  определяется:

$$Q = \frac{8 \text{ корп.} \cdot 48 \text{ кварт.} \cdot 6 \text{ чел.} \cdot 86 \text{ л.}}{10 \cdot 60 \text{ мин.} \cdot 60 \text{ сек.}} = 5,504 \text{ л.}$$

Коэффициент расхода  $B = \frac{Q}{\sqrt{I}}$  получается:

$$B = \frac{5,504}{\sqrt{0,01}} = 55,04 \text{ л.}$$

Зная, что минимальный диаметр дворовой сети, согласно канализационных правил, должен быть не менее 0,125 м, отыскиваем найденное

<sup>1)</sup> См. А. К. Енш. „Канализация городов“, С.-Петербург 1903 г., стр. 39, также В. Ф. Иванов „Канализация населенных мест“, Одесса, 1926 г., стр. 140.

<sup>2)</sup> Таблицы 61 и 62 для труб диаметром в 0,10—0,15 м вычислены инж. А. С. С л е н и н (Москва).

Таблица 61. Для труб диаметром 0,10 м.

Степень наполнения $\frac{h}{r}$	Коэффициент $c$	$A = \frac{v}{\sqrt{I}}$ м	Разность $\Delta$	$B = \frac{Q}{\sqrt{I}}$ л	Разность $\Delta$
0,05	11,9	0,4831	0,4305	0,0253	0,1089
0,10	16,0	0,9136	0,3911	0,1342	0,2135
0,15	18,8	1,3047	0,3690	0,3477	0,3363
0,20	21,0	1,6737	0,3441	0,6840	0,4595
0,25	22,8	2,0178	0,3247	1,1435	0,5871
0,30	24,3	2,3425	0,3045	1,7306	0,7128
0,35	25,6	2,6470	0,2956	2,4434	0,8470
0,40	26,8	2,9426	0,2683	3,2904	0,9570
0,45	27,8	3,2109	0,2768	4,2474	1,1083
0,50	28,8	3,4877	0,4886	5,3557	2,5237
0,60	30,4	3,9763	0,4332	7,8794	2,9236
0,70	31,7	4,4095	0,3924	10,803	3,284
0,80	32,8	4,8019	0,3441	14,087	3,553
0,90	33,7	5,1460	0,3085	17,640	3,780
1,00	34,5	5,4545	0,2761	21,420	3,945
1,1	35,2	5,7306	0,2170	25,365	3,900
1,2	35,7	5,9476	0,1786	29,265	3,842
1,3	36,1	6,1262	0,1555	33,107	3,781
1,4	36,5	6,2817	0,0931	36,888	3,391
1,5	36,7	6,3748	0,0183	40,279	1,476
1,55	36,7	6,3931	0,0248	41,755	1,475
1,6	36,8	6,4179	0,000	43,230	1,252
1,65	36,8	6,4179	0,0248	44,482	1,006
1,7	37,7	6,3931	0,0220	45,488	0,941
1,75	36,7	6,3711	0,0712	46,429	0,476
1,8	36,5	6,2999	0,0817	46,905	0,268
1,85	36,3	6,2182	0,1065	47,173	0,069
1,9	36,1	6,1117	0,1784	47,104	0,814
1,95	35,7	5,9333	0,4788	46,260	3,450
2,0	34,5	5,4545		42,840	

Таблица 62. Для труб диаметром 0,125 м.

0,05	13,1	0,5947	0,5236	0,0486	0,2081
0,1	17,5	1,1183	0,4705	0,2567	0,4048
0,15	20,5	1,5888	0,4516	0,6615	0,6418
0,2	22,9	2,0404	0,4148	1,3033	0,8708
0,25	24,8	2,4552	0,3907	2,1741	1,1112
0,3	26,4	2,8459	0,3650	3,2853	1,3460
0,35	27,8	3,2109	0,3503	4,6313	1,5907
0,40	29,0	3,5612	0,3337	6,2220	1,8283
0,45	30,1	3,8949	0,3160	8,0503	2,0537
0,50	31,1	4,2109	0,5845	10,104	4,744
0,60	32,8	4,7954	0,5072	14,848	5,450
0,70	34,10	5,3026	0,3725	20,298	6,174
0,80	35,3	5,7751	0,3213	26,472	6,717
0,90	36,3	6,1964	0,3629	33,189	7,058
1,0	37,1	6,5593	0,3203	40,247	7,331
1,1	37,8	6,8796		47,578	



Продолжение таблицы 62.

Степень наполнения $\frac{h}{r}$	Коэффициент $c$	$A = \frac{v}{VI} \text{ м}$	Разность $\Delta$	$B = \frac{Q}{VI} \text{ л}$	Разность $\Delta$
1,1	37,8	6,8796		47,578	
1,2	38,3	7,1353	0,2257	54,858	7,280
1,3	38,8	7,3642	0,2289	62,184	7,326
1,4	39,1	7,5228	0,1586	69,025	6,841
1,5	39,3	7,6321	0,1093	75,348	6,323
1,55	39,4	7,6712	0,0391	78,286	2,932
1,60	39,4	7,6830	0,0118	80,861	2,575
1,65	39,4	7,683	0	83,205	2,344
1,7	39,4	7,6712	0,0118	85,284	2,079
1,75	39,3	7,6320	0,0392	86,902	1,618
1,80	39,10	7,5463	0,0857	87,788	0,886
1,85	39,0	7,4685	0,0778	88,528	0,740
1,90	38,7	7,3220	0,1465	88,175	0,353
1,95	38,2	7,0976	0,2244	86,522	1,653
2,0	37,10	6,5595	0,5383	80,494	6,028

Таблица 63. Для труб диаметром 0,15 м.

0,05	14,20	0,7072		0,0833	
0,10	18,9	1,3211	0,6139	0,4367	0,3534
0,15	22,1	1,8785	0,5574	1,1264	0,6897
0,2	24,5	2,3912	0,5127	2,1989	1,0725
0,25	26,5	2,8726	0,4814	3,6628	1,4639
0,30	28,2	3,3304	0,4578	5,5361	1,8733
0,35	29,7	3,7600	0,4296	7,8095	2,2734
0,40	31,0	4,1695	0,4096	10,490	2,6805
0,45	32,1	4,5486	0,3791	13,538	3,048
0,5	33,1	4,9087	0,3601	16,960	3,422
0,60	34,8	5,5750	0,6663	24,856	7,896
0,7	36,2	6,1685	0,5935	34,002	9,146
0,8	37,4	6,7021	0,5336	44,240	10,238
0,9	38,4	7,1808	0,4787	55,383	11,144
1,0	39,2	7,5891	0,4083	67,055	11,671
1,1	39,9	7,9561	0,3670	79,234	12,179
1,2	40,5	8,2661	0,3100	91,514	12,280
1,3	40,9	8,5031	0,2370	103,39	11,876
1,40	41,30	8,7060	0,2029	115,03	11,64
1,50	41,5	8,8271	0,1211	125,49	10,46
1,55	41,6	8,8733	0,0462	130,40	4,91
1,60	41,6	8,8858	0,0125	134,67	4,27
1,65	41,6	8,8858	0	138,57	3,90
1,70	41,6	8,8733	0,0125	142,05	3,48
1,75	41,5	8,8270	0,0463	144,73	2,68
1,8	41,3	8,7308	0,0962	146,26	1,43
1,85	41,2	8,6438	0,0870	147,54	1,28
1,90	40,9	8,4786	0,1652	147,03	0,51
1,95	40,4	8,2254	0,2532	144,39	2,64
2,0	39,2	7,5891	0,6363	134,11	10,28

значение  $B = 55,04$  по таблице 62 для труб диаметром 0,125 м, где в графе для  $B$  находим ближайшее большее значение 62,184. Оно соответствует степени наполнения трубы  $\frac{h}{r} = 1,3$ , что превосходит максимально допускаемое расчетное наполнение  $\frac{h}{r} = 1,0$ . Из изложенного следует, что канализационная труба диаметром 0,125 м является недостаточной, почему и увеличиваем диаметр до 0,15 м. Проверив этот диаметр, отыскиваем по таблице 63, в графе  $B$ , значение коэффициента расхода, наиболее близкое к вышеустановленному  $B = 55,04$ . Таким числом является 55,384, которое почти совпадает с нашим значением (55,03).

Найденное по таблице значение  $B$  соответствует степени наполнения  $\frac{h}{r} = 0,9$  и оказывается меньше предельной допустимой, из чего следует, что дворовая магистраль диаметром 0,15 м при уклоне  $1 = 0,01$  является достаточной для обслуживания упомянутых 8 корпусов.

Скорость движения стоков по трубопроводу находится следующим образом. Степени наполнения  $\frac{h}{r} = 0,9$  по таблице 63 для труб диаметров 0,15 м соответствует коэффициент скорости  $A = 7,1808$ , откуда скорость  $v$  определяется:

$$v = A \sqrt{I} = 7,1808 \cdot \sqrt{0,01} = 0,718 \text{ м/сек.}$$

## XVII. Монтаж и приемка.

### § 60. Обработка и уплотнение соединений и укрепление труб.

Следует по возможности избегать употребления обрубленных труб (концов), лучше заменить их готовыми патрубками.

Обрубать го н ч а р н ы е трубы, в случае надобности, можно с помощью зубила так же, как и чугунные: надо медленно надрубать трубу по окружности и затем отсекал ненужный кусок. Делать это необходимо, разумеется, весьма осторожно, иначе могут легко образоваться продольные трещины.

Для ч у г у н н ы х труб целесообразно применение трубореза. Если обрубать острым зубилом, то следует брать какую-нибудь мягкую подкладку (мешок с песком, земляную подстилку, короткие куски можно класть на колено) и медленно и равномерно надрубать кругом раза два, затем коротко ударить, и отрубаемый кусок обычно отскакивает. Прежде, чем приступить к заделке стыков, трубы, патрубки, фасонные части и прочее сперва применяются на некотором протяжении и предварительно хорошо пригоняются. Заделке и уплотнению швов канализационных труб следует уделять особое внимание.



Цементные трубы заделываются цементом, гончарные также цементом, но обязательно тощим, т.е. смешанным с песком. Можно раструбы конопатить сперва смоляной прядью и затем заделывать глиной или цементом, или, еще лучше, асфальтовой замазкой<sup>1)</sup>.

Раструбы чугунных труб лучше всего конопатить смоляной прядью и затем заливать свинцом и чеканить. Надо только наливать свинец, по возможности, сразу, в один прием. Соединение труб для стояков следует производить особенно тщательно; для тяжелых труб должны быть предусмотрены вполне надежные подпоры. Весьма полезно заранее заготовлять цельные звенья стояков, составляя их поэтажно, для каковой цели должны быть изготовлены соответствующие чертежи, из коих все потребные трубы и части могут быть установлены точно. При наличии колен, отводов, тройников и т. п. их, если позволяют обстоятельства, заранее соединяют и заливают свинцом (вне траншей) по несколько штук в требуемом по условиям установки положении.

Таблица 64. Расход свинца и смоляной пряди на заделку чугунных труб.

Диаметр труб в мм	Свинец в г (круглые цифры <sup>2)</sup> )	Смоляная прядь в г (круглые цифры <sup>3)</sup> )
40	280	23
50	370	36
70	520	50
100	700	70
125	1 000	94
150	1 300	125
200	1 800	180

Тонкостенные чугунные трубы не так пригодны для укладки в земле, их труднее заделывать конопаткой с заливкой свинцом и последующей зачеканкой, — этому мешают слишком тонкие стенки их. С другой стороны, только зачеканка могла бы дать плотное, герметическое соединение, непроницаемое для вредных канальных газов. При тонкостенных трубах приходится прибегать к цементу, или к особым сортам замазок, или к смоляной пряди с заделкой цементом или асфальтом. Обычно употребляемая суриковая замазка слишком тяжела, она опускается книзу, а иногда совершенно проваливается. Ее следует поэтому смешивать с войлоком или пенькой. Практика оправдала замазку из  $1/2$  части гудрона, 1 части асфальта, с добавлением 5% шамота. Там где предполагается спуск воды из ванны и прачешных эта замазка не годна. Автор справочника предлагает свой рецепт, оказавшийся хорошим на практике: прядь

<sup>1)</sup> Состав такой замазки: 3 части асфальта и 1 часть гудрона, или по Линдлею: 2 части гудрона и 1 часть асфальта, или 1 часть каменноугольной смолы и 1 часть шамота (молотые гончарные черепки).

<sup>2)</sup> Не считая угара и иных потерь.

<sup>3)</sup> Пряди, следовательно, идет приблизительно в 10 раз меньше свинца.



как обычно, серы 400 г, гарпиуса 75 г, кварцевого песка 150 г, нефти 20 г и светлой эмалевой краски 40 г, плавить надо в закрытой лейки и заливать раструбы на половину глубины на открытом воздухе, так как запах серы удушлив. На 4" раструб идет 260 г на 2"—150 г, стык выдерживает 8 атм., при твердом свинце не поддающемся чеканке стык выдержал лишь 2—3 атм. Стык этот не боится горячей воды, достаточно эластичен и на разрыв 4" труб выдержал 750 кг (47 пудов). Стоимость 80 коп, кг, дешевле свинца в четыре раза при удельном весе в 2,2.

## § 61. Приемка готовой канализационной сети.

Проектирование сети не может быть предоставлено чьему бы то ни было свободному усмотрению, а должно носить строго организованный характер, в соответствии с существующими по этому предмету определенными установлениями. Само собой разумеется, что и осуществление проектов, т. е. выполнение работ по заранее выработанным планам, утвержденным соответствующим органом, ведающим вопросами канализации в данном городе, также должно быть подчинено строгому контролю. Ни одна установка не может быть пущена в ход, не может начать регулярного функционирования без приемки ее специальной комиссией, на обязанности которой лежит детальный осмотр и проверка произведенных работ.

Для такой приемки необходимо, чтобы все отдельные части сети были легко доступны осмотру и, если нужно, испытанию. Трубы до осмотра не должны засыпаться землей; спускные трубы и соединительные части должны быть совершенно открыты, не заделываться в стены, не закрываться штукатуркой, досками и т. п.

Сеть может быть признана правильно устроенной лишь при удовлетворительном разрешении следующих главнейших вопросов:

1. Соответствуют ли выполненные работы ранее представленным планам и чертежам, в отношении расположения, размеров и материала труб. (Незначительные отклонения при известных обстоятельствах при этом могут быть допущены городским участком).

2. Проложены ли все отводные трубы с надлежащим уклоном, нет ли провисаний и перегибов, способствующих скоплению осадков.

3. Поставлены ли в надлежащих местах водяные затворы (между прочим и у дождевых труб, открытые концы которых находятся вблизи жилых помещений), отстойники для твердых отбросов, жиросборники и пр. Соблюдены ли при этом правила, касающиеся конструкции этих приборов и их правильного расположения (ниже глубины промерзания почвы).

4. Если требовалось сооружение очистной установки для ватер-клозетов, то выполнена ли эта установка правильно.

5. Правильно ли осуществлены соединения при переходе от одного материала труб к другому (соединение гончарных труб с железными и, наоборот, свинцовых с чугунными и т. д.).

6. Соблюдены ли правила герметичности, не пропускает ли сеть где-нибудь. Проверка плотности сети (в канализационном деле

требования, предъявляемые в этом отношении, конечно, значительно умереннее, чем те, которые ставятся обычно для газовой или водопроводной сети) в большинстве случаев ограничивается только осмотром соединений. В некоторых городах (особенно в Западной Европе) требуется гидравлическое испытание наливом воды, главным образом, стояков, особенно в тех случаях, когда они закрыты в нишах или под штукатуркой. Операция эта далеко не простая, — не все чугунные трубы одинаково переносят такое испытание: надо иметь в виду высокое давление, испытываемое соединениями в нижних частях трубопроводов, особенно в случае высоких зданий. Все отверстия необходимо плотно закрывать деревянными пробками или шайбами на резиновых прокладках. Испытание иногда производится также нагнетанием воздуха до давления в  $1/2$  ат.

7. Предусмотрены ли в этих трубах стояков, дождевых труб и пр., согласно действующим правилам. Выведены ли они выше крыши, предохранены ли жилые помещения от проникновения канализационных газов.

Это наиболее важные требования, которым должна удовлетворить правильно построенная сеть.

## § 62. Укрепление труб.

Тяжелые чугунные и гончарные трубы сперва укрепляются у стен какими-нибудь временными приспособлениями и лишь после уплотнения и заделки стыков укрепляются окончательно, для чего применяются вделанные в кладку с помощью гипса или цемента хомуты или кручья достаточно плотной конструкции. У гончарных труб хомуты ставят под самым раструбом.

У тяжеловесных чугунных стояков главная опора должна находиться в нижней части, которая либо покоится в земле на твердом грунте, либо лежит прочно на стене, в том месте, где имеются отступ, колено и т. п. Часть веса труб воспринимается также междуэтажными перекрытиями, в которые они вделяются плотно. Очень хорошие результаты дает применение отводов на опорных плитах (башмаках).

Чугунные трубы, прокладываемые вдоль потолка, укрепляются с помощью железных хомутов. Надо иметь в виду не только вес самих труб, но и увеличение веса, вследствие тяжести содержимого труб, — проходящей по ним сточной жидкости. Приходится поэтому серьезно заботиться о достаточной надежности укреплений, брать полосовое железо солидных размеров, прикреплять хомуты к железным балкам или пропускать их сквозь потолок с загибом концов и закреплением их наверху. Кроме того, и количество хомутов должно быть достаточно, — по одному, примерно, через каждые 2 м. Предохранить трубы от скопления их, можно, предусматривая на поверхности их, поверх хомута или крюка, надлежащие препятствия в виде наростов из олова или напаянных толстых железных колец. Не следует искать экономии при укреплении труб, — лучше один или даже несколько лишних хомутов, чем опасность соскальзывания или оседания труб, — такие явления чреваты всегда весьма серьезными последствиями.



При прокладке по стенам чугунных труб с известным, заранее установленным уклоном надо начинать с постановки по шнуру солидных хомутов или крючьев в надлежащих местах. Пользуясь, в случаях необходимости, точно вычерченным эскизом, фиксируют уклон проводочными штифтиками в углах и у выступов стен. Хомуты и крючья ставятся непосредственно около раструбов, — здесь сосредоточен наибольший вес каждого звена; кроме того, именно у раструбных соединений, менее жестких, более подвижных, чем самые трубы, возможно перемещение, провисание или оседание трубопроводов. Кроме хомутов, у раструбов ставятся обычно добавочные опоры из двутаврового или швеллерного железа, заделываемые в стены. Иной раз бывает достаточно снабжать трубопроводы только этими одними опорами.

При постановке ответвлений спускных чугунных труб самое серьезное внимание должно быть обращено на то, чтобы все соединения были расположены на надлежащей высоте; при унитазах устье отводной трубы должно находиться заподлицо с полом или же, в особых случаях, оно может быть поставлено так, чтобы раструб верхней частью своей выступал над полом. При прокладке труб толщина междуэтажных перекрытий или потолков должна быть заранее в точности известна; также должна быть хорошо известна конструкция устанавливаемых kloзетных чаш, а равно и место их постановки, положение относительно передней и боковой стен.

Во всех тех случаях, когда раструбы не удастся поставить заподлицо с уровнем пола, вследствие нехватки длины отвода, вполне разрешается наращиванием в соответствующем месте патрубком требуемой длины.

## § 63. Сточные воды, разрешаемые и запрещенные к отводу в канализационную сеть.

Разрешается (или предписывается) отводить: 1) все дождевые воды, 2) все кухонные воды, воды из ванн, умывальных комнат и пр. 3) сточные воды отстойных или биологических станций для ватерклозетных нечистот (при славной системе канализации все нечистоты, как известно, уходят в сеть).

Не разрешается отводить в сеть: 1) твердые отбросы и остатки (песок, зола, мусор, кухонные отбросы, кофейная гуща, тряпки, навоз, отбросы, боен и т. п. 2) горючие и легко воспламеняющиеся жидкости (напр. бензин) 3) горячую воду с температурой выше 35° (предварительно не охлажденную) 4) газы и пары; 5) всякого рода едкие кислоты и щелочные вещества (предварительно не нейтрализованные, т. е. не обезвреженные<sup>1)</sup>, 6) всякого рода загрязненные жидкости, сильно окра-

<sup>1)</sup> Из практики известны примеры, когда цементные трубы самого лучшего качества, с довольно толстой стенкой, уже через несколько лет оказывались почти совсем изъеденными фабричными кислотами, предварительно не нейтрализованными. Поэтому приходится на близком расстоянии от фабричных зданий выкладывать дно цементных труб клинкером, или же ставить вместо цементных, хорошо глазированные гончарные трубы (диаметром до 60 см и даже больше).



шенные, ядовитые, легко загнивающие и вообще вредные для здоровья людей (для таких жидкостей необходимо ставить специальные отстойники). 7) всякие жидкости, содержащие жиры — сточные воды колбасных фабрик, боев, ресторанов и т. д., если они предварительно не освобождены от жиров с помощью жироловок.

## Глава XVIII. Насосные канализационные станции.

При разделенной системе канализации выбор оборудования насосной станции облегчается тем, что количество сточной жидкости довольно устойчиво и колебания объема воды незначительны. В последнее десятилетие для перекачки применяются преимущественно центробежные насосы по типу водопроводных, но со специальными лазами для быстрой очистки на случай засорения насоса; поршневые насосы ставятся редко и то после предварительной надежной механической очистки воды. В качестве водоподъемных машин применяются:

1. Паровые машины, именно машины двух и трехкратного расширения пара при перегреве последнего до  $350^{\circ}$  Ц, в соединении с поршневыми насосами по схеме: каждый поршневой насос на одной штанге с поршнем парового цилиндра. Этот род установок годится для больших насосных станций и в том случае, когда клапаны насосов не будут засоряться плавающими в сточной жидкости частицами и предметами, т.-е. жидкость должна быть предварительно надежно очищена отстоем, решетками, ситами.

2. Дизель-моторы. Стоимость почти равна стоимости паровых машин или даже ниже ее, и хотя топливо [нефть, мазут, каменноугольные смолы (Teeröl)] дорого, они работают с наивысшим использованием тепла, еще не достигнутыми другими машинами. Непосредственное соединение Дизель-мотора с поршневым насосом неудобно, требуется ремennая передача, канатная или зубчатая. Непосредственное соединение с центробежным насосом возможно, но последний должен быть рассчитан на малое число оборотов (300—400 в мин.), а потому получит большие размеры.

Следует отметить, что в последние годы Дизель-мотор значительно упрощен введением вместе 4-х тактного—двухтактного процесса, оказалось возможным обойтись без компрессора.

Дизель-моторы применимы как для малых, так и для больших насосных станций. Стоимость больших установок по расчету на лошадиную силу, ниже стоимости малосильных установок.

3. Газо-моторы. Наиболее экономичные газосасывающие моторы. Вообще этот род машин требует тщательного ухода, так как быстро загрязняются копотью в цилиндре, лучше поэтому при малых установках, где хороший уход не достижим, применять светильный газ. Непосредственное соединение с поршневым насосом здесь недопустимо, нужна передача зубчатая, которая дает однако сильный шум, лучше поэтому безшумная, ремennая.

4. **Электромоторы.** Они соединяются с центробежными насосами непосредственно. Оба вала, мотора и насоса, соединяются жесткой муфтой. Работа электромотора на поршневый насос возможна, вследствие слишком большой разницы в числе оборотов (1 000 — 1 800 и 60 — 150), лишь путем передачи. Электронасосы пригодны для любой производительности и для любого напора и представляют собой наилучший тип установки: место занимаемое ими незначительно, уход прост, расход энергии почти пропорционален производимой работе. Особенно удобны электронасосы при наличии нескольких разбросанных насосных станций в городе, питаемых одной электростанцией, ток который может быть передан на значительное расстояние. Особенно ценно то, что небольшие электронасосные станции города, могут работать автоматически, без прислуги, управляемые из электростанции или соседней большой насосной станции имеющей штат служащих.

5. **Турбонасосы.** Паровая турбина на одном валу с центробежным насосом—весьма удобная установка, но лишь для очень больших станций, мощностью в несколько тысяч лошадиных сил, так как менее мощные турбины расходуют пара больше паровой машины. При неизменной тенденции к электрофикации всего городского хозяйства: водопровода, трамвая, освещения и канализации естественно предпочтение электронасосы, тогда как паровые машины и паровые турбины требуют на насосной станции еще котельной установки, которая отпадает при Дизель-моторах и электронасосах.

Несколько труднее подбор оборудования насосных станций при общеслупавной канализации. Здесь возможны два решения.

1. Для перекачки хозяйственных вод ставятся особые водоподъемные машины для длительной работы и там же особые насосы для атмосферной воды, включаемые в работу по мере надобности и рассчитанные на максимальное количество поступающей на станцию воды, именно того количества атмосферной воды, которое допущено на станцию, из коллекторов и не спущено в ливнеспуски.

2. Одна и та же насосная установка служит как для перекачки хозяйственных вод, так и для атмосферных при продолжительной работе и значительных колебаниях объемов протекающей воды.

И здесь применяются паровые машины, Дизель-моторы, газовые моторы, электромоторы и преимущественно центробежные насосы.

Для того, чтобы не делать слишком мощных установок применяют на перекачивательной станции уравнивательные резервуары больших размеров, выравнивающие приток сточных и атмосферных вод и делающие работу насосов более равномерной. Этой же цели служат и подводящие воду сточные коллектора, если подпор воды в них допустим. Бояться значительных осадков в резервуарах или коллекторах не приходится, потому что хозяйственные воды при общеслупавной системе сильно разжижены атмосферными водами. Более подробно о насосных станциях см. „Насосные станции городских и заводских водопроводов“, инж. Будников и Бромлей, Москва, Гостехиздат 1927 г.). Канализационные насосные установки имеют с водопроводом много общего.



Расход топлива и пара при разных машинах и сравнение их смотри I часть Справочника—водопроводная.

О центробежных насосах см. Л. Кванц и А. А. Бурдаков (см. список литературы в конце книги).

## Глава XIX. Очистка городских и промышленных сточных вод.

### § 64. Доклады на XIV Водопроводном и С. Т. Съезде:

1. Проф. П. С. Белов — „Промышленные сточные воды и их очистка“.

2. Проф. Я. Я. Никитинский — „Сточные воды писчебумажной промышленности.“

XIV Съездом 1927 г. в Харькове постановлено:

I. Большинство промышленных предприятий многих отраслей промышленности в настоящее время производят выпуск сточных производственных вод без очистки; при наличии неблагоприятных условий этот выпуск оказывает весьма вредное влияние на некоторые стороны народного хозяйства, ухудшает общие санитарные условия района, и при сильно распространенном в СССР использовании открытых водоемов для питьевых целей, может отражаться непосредственно неблагоприятно на здоровье населения; сфера влияния спуска сточных вод по течению рек в отдельных случаях достигает многих десятков верст.

Увеличивающийся из года в год выпуск промышленной продукции, реконструкция промышленности, сопровождающаяся укрупнением существующих и постройкою новых мощных предприятий,—неизбежно должна отразиться в ближайшем будущем на еще более значительном загрязнении общественных водоемов со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Исходя из этого, Съезд признает настоятельно необходимым, чтобы подлежащие органы неотлагательно приступили к выработке и проведению в жизнь плановых мероприятий по упорядочению спуска в общественные водоемы сточных производственных вод, и в первую очередь в густо населенных районах с сильно развитою промышленностью.

II. Многие существующие промышленные предприятия, спускающие огромные количества вредных по составу сточных производственных вод, расположены весьма нерационально: на реках с относительно малой мощностью, вблизи от ниже расположенных вниз по реке городов и других населенных пунктов, на реках, служащих нередко единственными возможными источниками водоснабжения; неизбежные нарекания и судебные иски населения к промышленным предприятиям являются естественным видимым следствием такого положения дела, улучшение которого в некоторых случаях может быть осуществлено



лишь ценою больших затрат промышленности, в других же случаях это улучшение по местным условиям практически не может быть осуществлено.

Имея в виду широкое развитие нового капитального строительства как промышленных предприятий, так и крупных рабочих поселков,— Съезд считает необходимым, чтобы выбор места для них во всех случаях производился по согласованию с компетентными органами, после тщательного на месте изучения вопроса о возможном влиянии спуска сточных вод как на водоем, так и на общие санитарные условия прилегающего района.

III. Необходимо принять действительные меры к утилизации сточных вод промышленных предприятий, где это окажется целесообразным, применяя для этой цели как выработанные уже методы в СССР и за границей, так и изыскивая соответственными исследованиями методы новые. Вместе с тем, промышленным предприятиям необходимо принимать меры, где это возможно, к наименьшему загрязнению сточных вод, веществами ценными для предприятия (масла, нефть, краски, древесные волокна и пр.).

IV. Крайнее разнообразие количества, состава и свойств сточных производственных вод в различных промышленных предприятиях даже одной и той же отрасли промышленности не допускает шаблонных решений вопроса об очистке этих вод и спуске в общественные водоемы, требуя предварительного специального индивидуального обследования.

V. В тех промышленных предприятиях, в которых, кроме загрязненных производственных вод, необходимо удалить также воды „практически“ чистые—признать целесообразным после предварительного обследования отделять эти последние воды полностью или частично, в зависимости от местных условий; отделенные „практически“ чистые воды могут быть или спускаемы непосредственно в водоемы, или при надобности должны быть использованы для разжижения очищенных вод перед спуском их в водоем.

VI. Необходимо всюду, где представляется возможным по составу производственных сточных вод и по местным условиям, производить там, где окажется целесообразным с точки зрения экономической и санитарной, совместную очистку этих вод с водами городскими (фекальными, хозяйственными); это дает в городах более надежный централизованный санитарно-технический надзор, во многих случаях делает постройку канализации и очистку реально осуществимой по экономическим соображениям, дает в первые же годы эксплуатации прочную финансовую базу и лучшие гидравлические условия работ канализационной сети.

VII. Современные знания не дают методов практически выполнимой совершенной очистки в фабрично-заводском масштабе сточных вод промышленных предприятий некоторых отраслей промышленности; для таких вод необходимо: а) выбор места для постройки новых предприятий производить с учетом мощности водоема, который должен будет принять эти воды, а также характера заселенности и водопользования; б) подвергать дальнейшему изучению вопрос о более совер-

шенной очистке и утилизации этих вод; в) промышленным предприятиям применять, если это возможно, утилизацию сточных вод и, не считаясь с рентабельностью, идти в неизбежных случаях до практически приемлемого предела на убыточность утилизации.

## § 65. Домовые и промышленные сточные воды.

а) Домовые очистные установки. Устраиваются для отдельного владения, которое не может быть присоединено к городской канализации по тем или иным причинам или стоит вдали от нее.

При сухих клозетах делаются выгребные ямы, их размеры—из расчета  $0,3 \text{ м}^3$  на человека.

Считается обычно на жителя в сутки  $1,5 \text{ л}$  кала и мочи, а потому объем в  $0,3 \text{ м}^3$  достаточен на полугодовой срок приема.

Для использования огородной или сельской земли под уваживание содержимым ямы необходима площадь в  $30 \text{ м}^2$  на человека. Если таких площадок нет, приходится вывозить на сторону.

При валиции промывных ватерклозетов и отсутствия сплавной канализации надо принимать количество стоков:

а) собственно хозяйственных вод  $30 \text{ л}$  на человека в сутки,

б) тоже, но с промывочными ватерклозетными водами— $45 \text{ л}$  на чел. в сутки,

в) тоже но с повышенными требованиями (ванна)— $70 \text{ л}$  на чел. в сутки.

Если к сточной жидкости предъявляются повышенные требования, то применяют поля орошения или биологическую очистку.

б) Скотобойни. Они должны быть, если это возможно, присоединены к городской канализации без особых очистных устройств, дабы сильно гнилостные вещества боен достигли главной очистной станции в возможно свежем состоянии. Конечно решетки для удержания грубых осадков нужны и здесь. Если должен быть поставлен жируловнитель, то лучше всего сделать в виде отстойника с расчетом, чтобы его поверхность была в отношении:  $1 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  часового объема сточной жидкости. Жир может быть вычерпан с поверхности, а отстойник заложен настолько мелко, чтобы дно его опорожнялось в канал самотеком, а осевший ил можно было бы смывать водой в канал.

в) Больницы. Если больница присоединена к городской канализации, то она не должна иметь никакой очистной установки, а лишь дезинфекционное приспособление помощью извести, хлорной извести или хлорного газа, которое обслуживает заразные отделения постоянно, а остальные—по мере надобности. Для надлежащего контакта обезвреживающего вещества со сточной жидкостью на известное время нужны особые резервуары.

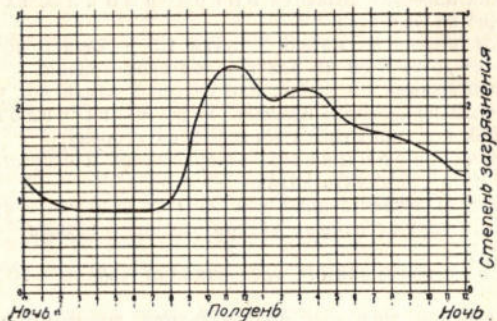
г) Промышленные воды. Промышленные воды могут быть присоединены к городской канализации, если их химический состав не будет влиять разрушающим образом на материал каналов, в большинстве случаев они окажутся в достаточной степени разжижены хозяйственными водами. Подлежат задержке до впуска лишь минеральный осадок, смо-



листые вещества, минеральные масла и нефть. Последняя всплывает на поверхность в особых нефтеловушках, сечение которых обеспечивает незначительную скорость протекания воды, при которой нефть всплывает и сливается через порог в камеру, из которой перекачивается в особые хранилища насосами.

Для перекачки минерального ила пригодны мембранные насосы и пневматическое устройство, вакуум котлы, центробежные насосы.

д) Фенол (карболка) должен быть удален из сточной воды прежде всего. Содержащая фенол вода может быть очищена на биологическом фильтре, помощью активного ила (см. далее).



Фиг. 53.

е) Степень загрязнения сточной воды в течение одних и тех же суток меняется, например, для Франкфурта на м оно имеет максимум между 11 и 12 час. дня (см. фиг. 53), хотя наибольший приток сточных вод приходится на часы более поздние.

## § 66. Разжижение сточных вод.

Соотношение между сточной и речной водой. По мере того, как развиваются способы очистки воды, законодательные ограничения или нормы для очистки все повышаются. Лет тридцать тому назад известный гигиенист Петтенкофер считал возможным допустить минимальное разжижение стоков речной водой в отношении 1:15 при низком стоянии воды в реке. Нусбаум 20 лет тому назад выставляет требование разжижения 1:10 и 1:25, в зависимости от скорости течения, а в стоячей воде 1:200, в Америке требовали для речной воды 1:300. Требования сильно разнятся друг от друга и происходит это оттого, что одни гигиенисты имели дело с небольшими речками и реками, другие наоборот с большими и каждый устанавливал масштаб на основании своих наблюдений, работая в условиях несходных с другими. Да и в самом деле невозможно установить по этому вопросу трафарет для всех городов одинаковый. В настоящее время признается целесооб-



разным не идти ниже отношения 1:50. Но есть целый ряд городов, находящихся в благоприятных условиях, дающих возможность получить лучшее разжижение, например г. Кельн 1:1 000, Франкфурт на М. 1:2 000, Бреслау 1:148. При этом следует заметить, что состав вод очень разнится в разных городах, в среднем можно однако привясть, что на одного жителя ежегодно приходится в сточной жидкости сухого вещества:

Нерастворенных веществ 28,6 кг	{	17 кг орган.
следующего состава: . . . . .		11,6 „ неорг.
материал песколовок 4,7 кг . .	{	0,5 „ орган.
		4,2 „ неорг.
материал решеток 2,9 кг . . .	{	2,6 „ орган.
		0,3 „ неорг.
взвешенных веществ 21,0 кг . .	{	14 „ орган.
		7 „ неорг.

из них жиров 2,5—3,0 кг.

Кроме того выпадает из 1 м<sup>3</sup> сточной жидкости в среднем 3,85 л и на одного жителя ежедневно 0,45 л ила с содержанием воды в 90%.

## Глава XX. Способы очистки сточных вод.

Способы очистки. В зависимости от количества сточных вод, их состава, расхода воды в реке, скорости ее течения очищают сточные воды механическим, химическим или биологическим способом. Последний разделяется на орошение, периодическую фильтрацию, фильтрацию на контактных или капельных фильтрах и на загнивание. Возможны и комбинации нескольких способов одновременно, например механо-химический способ или механический с последующей биологической очисткой.

Самым старым способом очистки сточных вод являются поля орошения, т. е. выпуск сточных вод на песчаные поля, специально для этого планированные и дренированные. Первая Англия применила их в середине XIX столетия, затем Париж устроил их в 1868 г. с целью оградить р. Сену от загрязнения, далее Берлин, Бреславль и Данциг лет 10 спустя устроили у себя поля орошения, испытывая разные почвы. Для улучшения работы полей при глинистых грунтах стали обрабатывать воды сперва механическим, а позднее и химическим способом с применением различных реактивов.

Поля орошения имели тот недостаток, что требовали вблизи городов больших площадей земли, так например для Москвы в настоящее время требуется свыше 1 000 десятин, хотя канализовано пока около половины всех владений. Механические и химические способы оказались дорогими и так же несовершенными, — осадки, вследствие примеси химических реактивов потеряли свои удобрительные свойства и, если ранее их вывозили для удобрения на поля, при химической очистке остатки приходится вывозить за плату.

Несколько новое направление дано было перемежающейся фильтрацией введенной в Америке, она заключалась в периодическом напуске воды на поля, что вызвало устройство заливных (контактных) биологических фильтров, т.-е. в которых происходит не только механическая фильтрация, но и внутренний процесс жизнедеятельности бактерий. Этот способ требовал тщательного досмотра над напуском и спуском сточных во и оказался довольно сложным. Это породило непрерывное капельное распределение сточных жидкостей, откуда и пошли капельные (перколяционные) фильтры.

После этого биологические установки стали быстро распространяться по Европе с применением капельного распределения жидкости, а поля орошения отходят на второй план. Появились неподвижные и подвижные распределители Фаррера, Бирмингамские спринклеры, оросители Адамса, Скотт-Леонкриффа, Фиддана и др. Вместе с тем началось и всестороннее научное изучение вопроса об очистке сточных вод.

В то время, когда Англия вынуждена была из за отсутствия больших рек прибегать к биологическому способу, развивая его все больше, Германия, наоборот, имея многоводные реки, обратила внимание на механические способы, т.-е. осадочные бассейны, решетки и сита. В 1908 г. появились в Германии сита сист. Риемша с по сей час применяющиеся в новых установках и устанавливаемые для канализации г. Ленинграда. Вместе с тем сконструированы жироловки, эмшерские колодцы и разного рода бассейны.

В 1901 г. в Германии создано научное учреждение под именем „королевского института исследования водоснабжения и удаления стоков“ с лучшими научными и практическими силами во главе.

У нас в СССР очистка сточных вод еще не получила достаточного развития вследствие незначительного числа канализированных городов (3%) и обилия многоводных рек. В Москве, Одессе и Киеве устроены поля орошения, хотя Москва не прекращает опытов с биологической очисткой и с активным илом. Детское Село имеет биологическую очистку, Харьков биологическую станцию с двумя ступенями и с распределением по системе проф. Дунбара. За последние годы развилось много методов удаления и обработки ила, скопляющегося на очистных станциях и представляющего камень преткновения при их эксплуатации, применяют сжигание, прессование, центрифугирование, извлечение жиров и пр.

## § 67. Механическая очистка.

Для спуска канализационных вод в реку, озеро, море или иной проток—их надо предварительно очистить; хотя бы механически. Для выделения тяжелых веществ пользуются бассейнами, колодцами и песколовками, волокнистые вещества выделяются посредством решеток с крупными отверстиями; для выделения взвешенных и коллоидальных веществ пользуются решетками с мелкими отверстиями и ситами, употребляя при этом в некоторых случаях для усиления процессов осаждения реактивы известь, сульфаталюминия и для выделения жира применяют домовые и центральные жироловки.



Бассейны и колодцы имеют сечение во много раз превышающее сечение коллектора, отчего скорость течения воды сильно уменьшается и происходит выпадение взвешенных органических и неорганических веществ.

Бассейны делают длиной от 30 до 100 м и шириной от 5—10 м и глубиной от 2—3 м, дно получает уклон 1:25 до 1:75. При таких размерах скорость течения получается весьма малой, именно 2—4 м.м/сек с пребыванием сточной воды от 4—6 час.

Колодцы, применяемые вместо бассейнов, строят глубиной от 7—12 м и площадью в плане в 20—50 м<sup>2</sup>, т.е. раз 10—20 меньшей, чем бассейн, при той же скорости течения до 4 м.м/сек; вода находится в колодцах от 1,5 до 2 часов.

В нашем климате бассейны и колодцы приходится перекрывать сводами или крышами, тогда как за границей их нередко делают открытыми.

Этот способ очистки дает лишь механический отстой с выпадением почти  $\frac{3}{4}$  взвешенных веществ, количество же бактерий не только не уменьшается, но нередко даже увеличивается и они способны загнить, если их не достаточно разжижить речной водой.

Германская практика и опыты с бассейнами длиной в 50—75 м при разных скоростях дали следующие результаты по Боку и Шварцу:

Таблица 65.

Скорость течения . . . . .	4	6	8	10	15	19 м.м
Выпало или на 1000 м <sup>3</sup> сточной воды . . . . .	4,76	4,73	4,37	3,78	2,48	2,40 м <sup>3</sup>

т.е. малые скорости дают лучший эффект начиная с 15 м.м и больше скорость не влияет в такой степени на размер осаждения, как скорости до 10 м.м. Лучший результат получается при длине 75 м.

Как влияет время на размер отстоя, показывает следующая таблица:

Таблица 66.

Время . . . . .	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	5	12 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	125	30	37 $\frac{1}{2}$	50	60	120	187 $\frac{1}{2}$	300 мин.
Осадок . . . . .	25,5	32,7	41,8	5,2	57,4	60,5	60,9	60,9	65,2	66,5	68,2	70,1	75%

полученная при наблюдении над бассейном 45 м длины и 2 м глубины. Она указывает, что свыше 2 часов отстой не дает такого улучшения эффекта, который оправдал бы постройку больших бассейнов. Скорость течения в 10 м.м/сек и максимально 2 часовой отстой являются наиболее выгодными.

В бассейнах и колодцах осаждаются органические и неорганические вещества, но эти сооружения стоят не дешево и устраиваются не при всех станциях, между тем, если не применить никаких мер к удалению



из сточной воды песка, то он окажет самое скверное влияние на насосы. С целью удаления песка применяются песколовки.

А. Песколовки. Их устройство предохраняет от порчи не только насосы, но позволяет уменьшить площадь сит, которые могут иметь более крупные отверстия. Скорость течения должна быть для грубого песка в среднем около 0,6 м, более мелкий песок требует скорости не выше 0,25 м/сек.

Порядок расположения очистных сооружений таков; сперва ставят песколовку, затем насосы; если сооружают еще осадочные бассейны или площади, то песколовки не ставят или ее соединяют с бассейном или колодцем.

Б. Бассейны и колодцы. Наибольшее распространение получили осадочные бассейны Гримма и Дерво.

Резервуары Гримма состоят из ряда конических воронок. В стенках бассейна Гримма заделаны листы эмалированного железа, наклонные под углом 45°. Отложившиеся на них взвешиваемые вещества вследствие трения об их поверхность, скользят по листам в воронки и попадают в вертикальные трубы, заделанные в дне воронки. Удаление грязи из вертикальных труб производится по наклонным трубам, сходящимся в центральную галерею. Удаление грязи происходит после открытия задвижки, поставленной в конце каждой наклонной трубы, давлением атмосферного воздуха, доставляемого по воздушным трубам, которые устанавливаются в дне воронки с передвижного мостика. При такой чистке дно бассейна остается в покое и не взмучивается.

Бассейны Дерво снабжены для лучшего выделения взвешенных веществ железными колюками конусообразной формы, поставленными на одной оси друг над другом и расположенными над воронками в дне бассейна.

Существуют еще бассейны Тревиса, так называемые гидролитические tanks в отличие о септик-танков (с загниванием жидкости). Эти tanks состоят из трех частей - две боковых представляют собой осадочные камеры, а средняя, собственно септик-танк.

В. Эмшерские колодцы. Измененную конструкцию бассейнов Тревиса, мало впрочем распространенных, представляют собой эмшер-колодцы инженера Имгофа, получившие большее распространение, чем их прообраз. Они также состоят из двух частей: осадочного и септического бассейнов. Осадочный бассейн треугольного сечения имеет в дне отверстия, соединяющие его с септическим бассейном. Септический бассейн накапливает грязь в течение многих дней (80) и она гниет, будучи в нем изолирована от протекающей сточной жидкости.

В эмшерском колодце инженера Имгофа отстойник отделен от иловой камеры и представляет двухэтажный колодец. Возьмем для примера очистную установку на 6 000 жителей. Для грубой очистки сперва ставится решетка и две песколовки. Два колодца имеют по 6 м диаметр. Дно колодцев состоит из наклонных железобетонных стенок с бороздами в 25 см глубины, для стока осевшего ила в иловой колодец. Для того, чтобы оба колодца загрузить илом равномерно, меняют направление при-

тока жидкости каждые две недели, это делается с помощью лотка, идущего по бортам колодцев.

Вскоре, после заполнения колодцев, в них развивается весь процесс загнивания, который узнается по пузырькам газа.

Расчет эмшерского колодца приходится производить как для проточного резервуара, так и для илового пространства. Если  $f$  обозначает поперечное сечение и  $L$ —длину резервуара,  $a$ —наибольшую глубину проточного резервуара,  $v$ —среднюю скорость течения и  $q$ —секундный приток сточной жидкости, то  $f = \frac{q}{v}$ , причем  $v$  подбирается так,

чтобы продолжительность протекания  $\frac{L}{v}$  была выдержана с целью обеспечить достижения дна частицами наиболее медленно оседающими. Если не имеется местных наблюдений над выпадением осадков, то годятся данные по г. Кельну, помещенные в таблице 67.

В Реклингаузене, например,  $f = \frac{4,3}{2} = 6 \text{ м}^2$ , если приток жидкости принять в 40 л/сек., то  $v = \frac{0,04}{6} = 0,0067 \text{ м}$ , т.е. вода проходит путь в 23 м в отстойнике в  $\frac{23}{0,0067 \times 60} = 57,5$  минут.

Согласно произведенных в Кельне опытам Штейернагеля, время и отстой в % находятся в следующей зависимости.

Таблица 67.

Время отстоя . . .	5	18 $\frac{3}{4}$	25	30	37 $\frac{1}{2}$	50	60	120	187 $\frac{1}{2}$	360	720 мин.
Оседают взвеш. веществ. . . . .	41,8	57,4	60,5	60,9	64,1	65,2	66,5	68,2	70,1	75	78,6%

т.е. сперва выпадение осадков идет быстро, а далее все медленнее, через час осадок равен 66,5%, а через 2 часа, т.е. при вдвое более длинном отстойнике, выпадает еще 1,7% (68,2—66,5), т.е. так мало, что расход на большой отстойник не оправдывается.

Скорость течения, прозрачность и время отстоя находятся в следующей зависимости друг от друга.

Таблица 68.

Скорость в м/м	Степень прозрачности	Время отстоя в мин.
4	72,3%	187,5
20	69,08	37,5
40	58,9	18,75



Для 57,5 мин. отстоя в Реклингаузене, согласно таблицы 67, получается отстой в 60%, который трудно осуществить в эмшерском колодце, так как Кельнская форма для отстоя более благоприятна.

Для определения илового объема служит формула:

$$S = sn \left( 1 - \frac{n}{2a} \right)$$

где:  $S$  — вес объема ила,

$s$  — суточный объем оседающего свежего ила,

$n$  — число дней, в течение которых происходит уменьшение илового пространства, вследствие оседающего ила,

$\frac{1}{a}$  — коэффициент уменьшения объема ила в отстойной части.

Пример. Пусть  $a = 120$ ,  $n = 80$ , тогда:

$n = 30$	60	80 дней,
$S = 26$	45	53 s

То-есть по истечении 80 дней иловой объем будет в 53 раза больше суточного осадка ила. При увеличении отстоя получается следующая картина:

$n = 120$	160	240	320 дней,
-----------	-----	-----	-----------

$S = 67$       80      107      133 раза больше суточного объема осевшего ила.

Суточный объем  $s$  зависит не только от количества и состава сточных вод, но и от скорости, с которой они протекают по желобу.

Если принять, например, 3 л осадков на 1 м<sup>3</sup> и время накопления осадков в течение 120 дней, то иловой объем колодца на 1 000 м<sup>3</sup>

суточной жидкости должен быть  $S = \frac{3 \cdot 1\,000}{1\,000} \cdot 67 = 201$  м<sup>3</sup>.

Г. Решетки и сита. В Германии, в последнем десятилетии, получили большое распространение решетки системы Риенша, именуемые „ринчами“. Более простой вид такой решетки состоит из отдельных полос, изогнутых по полуокружности. Для очистки этой решетки служат особые грабли, состоящие также из отдельных полос — пальцев, насаженных радиально на горизонтальную ось; обыкновенно на ось насаживают от 2 до 4 таких граблей. При повороте оси отдельные грабли — пальцы их входят в промежутки между полосами решетки и вынимают задержанные ею предметы, как-то: мочалки, тряпки, бумагу, щепки, катушки, веревки и пр. Когда грабли примут горизонтальное положение, эти предметы очищаются особой щеткой. Как ось грабель, так и щетка для их очистки приводятся в движение руками или двигателем. В более совершенном виде решетки Риенша, плоская решетка наклонена и поставлена поперек железного ящика, по которому протекают сточные воды. Решетка состоит из отдельных проволок или полос, натянутых на железную раму; расстояние между проволоками или полосами делают 2—3 мм, редко 1 мм, смотря по тому, как велика должна быть очистка воды. Снимаются осадки щетками, прикрепленными к четырем парам спиц,



насаженным на горизонтальную ось. После прохода щеток, они становятся в горизонтальное положение и особая балансирующая щетка снимает с них осадки. Она приводится в движение посредством эксцентрика, вращающегося от двигателя небольшой мощности.

Более совершенный и новый тип решетки Риенша показан на фиг. 54. Он усовершенствован Гейгером и состоит в следующем: круглое плоское сито *С*, поставленное наклонно в шахте, в которую протекает из коллектора (слева) сточная вода, имеет еще конической формы надстройку *К*, тоже покрытую сеткой и служащую для увеличения площади сита на случай повышения воды в шахте, вследствие усиленного притока ее.

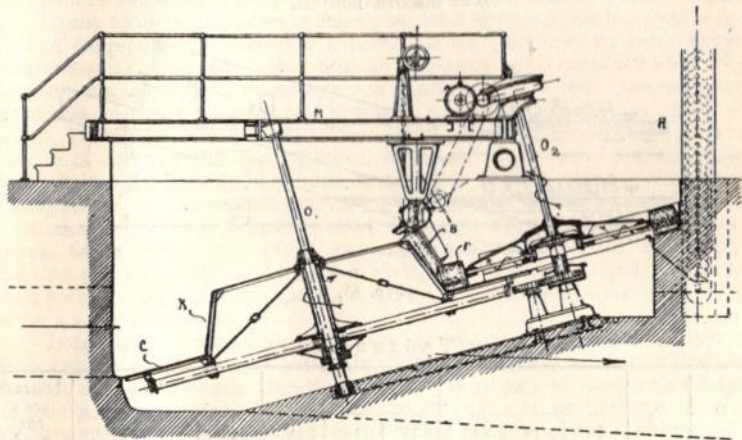


Рис. 54. Сито системы Риенша („ринч“).

Грязная вода оставляет на сите осадки, а сама проходит через сито и уходит к насосам уже более чистой. Сито вращается на наклонной же оси и медленно (один или два оборота в минуту) поднимает осадки к щеткам, которых имеется две системы: горизонтальная и вертикальная. Первая система состоит из колеса, вращающегося на оси, параллельной оси сита, на концах спиц которого укреплены цилиндрические щетки *Г*. Колесо, вращаясь, счищает щетками грязь, которая падает в особый лоток полуциркульной формы и попадает на транспортные приспособления—норию *Н* и ленту.

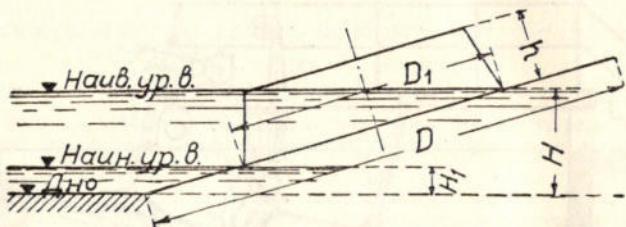
Вертикальные щетки *В* служат для очистки конуса (все сито имеет форму широкополой шляпы), при которой грязь падает на поля сита и удаляется теми же радиальными щетками. Вся система вращается электромотором с зубчатой передачей. Связи сделаны из стальных труб и уголков, с целью избежать, по возможности, заклепочных соединений

более массивных и легче ржавеющих. Щетки сделаны из щетины, вставленной (в последней модели зав. Гейгера) в деревянные кленки.

Угол наклона сита делается в 15, 18 и  $22\frac{1}{2}^\circ$ .

В виду того, что эти ринчи применяются преимущественно перед другими, приводим данные о них, В Карлсруэ, находится Гейгеровский завод, специализировавшийся на изготовлении этих ринчей.

Обозначения:  $D$  = диаметр сита плоского в мм,  
 $D_1$  = диаметр конуса в основании,  
 $H$  = высота воды в шахте в мм,<sup>4</sup>  
 $H_1$  = высота наивысшей воды в шахте в мм,  
 $h$  = высота конуса.



Фиг. 55.

Таблица 69.

$D$	$D_1$	$H$			$H_1$			$h$			Площадь всех сит в м <sup>2</sup>
		15°	18°	22 $\frac{1}{2}$ °	15°	18°	22 $\frac{1}{2}$ °	15°	18°	22 $\frac{1}{2}$ °	
2 000	1 100	401	478	594	117	138	173	275	323	329	2,65
2 500	1 400	505	603	747	142	170	211	350	411	495	3,70
3 000	1 700	608	726	901	168	201	250	425	499	602	5,50
3 500	2 200	712	848	1 053	194	230	287	500	588	758	7,25
4 000	2 400	829	989	1 226	210	248	306	597	705	848	9,70
5 000	2 800	1 010	1 205	1 494	285	340	422	700	825	990	14,80
6 000	3 300	1 204	1 437	1 781	350	418	517	826	969	1 168	21,30
7 000	3 800	1 399	1 668	2 068	414	494	613	950	1 116	1 344	26,10
8 000	4 300	1 593	1 900	2 353	479	571	708	1 076	1 263	1 522	33,60

## § 68. Химическая очистка.

Ее родиной является Англия, которая путем целого ряда дорогих опытов выработала определенные методы. Для более успешного осаждения взвешенных и частью растворенных веществ, дезинфекции сточных вод и получаемых осадков (ила) — нередко к сточным водам прибавляют химические реактивы.



Существуют множество различного рода реактивов, предложенных для этой цели, но, составляя секрет изобретателей, все они дороги или не дают хороших результатов. Сперва, однако, воду пропускают через решетки, а затем добавляют известь, сернистый алюминий (глинозем), сернистое железо или сернистую магнезию и бурый уголь.

А. Известь, прибавляемая к сточным водам в виде теста или известкового молока, образует со свободной углекислотой воды нерастворимую углекислую известь, а также нерастворимые соединения с некоторыми органическими кислотами. Эти соединения опускаются в бассейне на дно его в виде мелких хлопьев, увлекают с собой нерастворенные вещества и микроорганизмы и образуют канализационный ил. Едкая известь, применяющаяся для этой цели, дезинфицирует воду, убивая бактерии, (это свойство извести известно всякому по дезинфекции общественных уборных). Чем больше содержит вода загрязнений и чем больше она загнила, тем богаче она углекислотой и тем больше нужно добавлять извести, количество которой достигает 100—300 г на 1 м<sup>3</sup> воды. Обезвреженная таким путем вода не способна загнить до тех пор, пока содержит избыток извести, но лишь только вновь прибывающая с водой или из атмосферы углекислота свяжет известь, жизнедеятельность бактерий вновь восстанавливается и разложение органических веществ продолжается с новой силой. Отсюда ясно, что этим путем нельзя достигнуть более того, что дадут хорошие решета и сита, преимущество которых состоит в том, что они дешевле и дают осадки, не отравленные химической обработкой, а годные для удобрения.

Тифозные и холерные бактерии погибают от действия извести в количестве 1 кг на 1 м<sup>3</sup> воды в течение 15 часов или 1,5 кг в течение 1 часа при постоянном перемешивании. В других странах применяли больше и меньше извести для дезинфекции вод, что зависит от степени их загрязненности и состава, а потому правильнее определить его эмпирически, проверяя результаты анализом. До 90% всех взвешенных веществ можно заставить осадиться такой обработкой воды, а количество бактерий при этом уменьшается на 75—85%.

Б. Сернистый алюминий или железный купорос применяются часто, реже сернистая магнезия и растворимая кремневая кислота. Эти препараты дают более успешное осаждение, чем известь, запах свойственный сточным водам, исчезает и вода делается светлее, чем даже речная, в которую ее спускают. Но глинозем много дороже извести, не дезинфицирует воды, а потому предпочтительно употребляется вместе с известью или другими веществами, обладающими септическими свойствами. По способу Дегенера глинозем применяют в смеси с порошком бурого угля.

Кроме указанных реактивов, применяют еще феррозон, состоящий из сернистого глинозема, железного купороса и углерода.

После химической очистки некоторое количество органических и неорганических веществ в сточной воде все же остается, но оно уже незначительное и вода настолько обезврежена от бактерий, что ее безвредно можно спускать в реку, которая своим свойством самоочи-



щения довершит нетрудную для нее задачу разжижения и биологической очистки незначительных остатков загрязнения.

Для химической обработки и очистки нужны или бассейны или колодцы. По системе Роте над колодцем устраивают железные клепаные колокола, из которых выкачивают воздух, отчего очищенная вода поднимается под ними до водослива и стекает или падает на дно. Для лучшего смешивания воды с реактивами, еще до вступления ее в бассейн или колодец, устраивают особые мешалки, вращающиеся приводом от двигателя.

При химической обработке воды получается довольно значительное количество ила, подлежащего удалению с очистной станции; он получается, например, в Лейпциге около 4 л на м<sup>3</sup>, в Баркинге, близ Лондона, его выпадает 6,7 л, в Глазго, 8,5 л. Этот ил содержит до 90% воды, лежа на воздухе подсыхает, имея воды до 70% и получает тестообразную консистенцию, при которой удобно забирается лопатой. Сушка отнимает много времени, поэтому ил прессуют на фильтр-прессах, отчего количество воды уменьшается до 50—55%, а объем до 20—25% от первоначального.

Химическая очистка уже давно существует в г. Галле и Эссене, более новая (1900 г.) устроена в Лейпциге, где применяется для обработки воды сернокислое железо, которого в среднем прибавляется 60 г на 1 м<sup>3</sup> воды, эта порция оказалась самой действительной, так как действует быстро, дает мало ила. После добавки реактива вода накачивается на высоту 2,5 м в распределительные каналы, из которых течет в 12 открытых осадочных бассейнов, длиной в 80 м каждый, протекая через них со скоростью в 6 мм, пребывает там в течение 4 часов. Удаление ила из бассейнов производится, смотря по времени года, в промежутки от 1½ до 3 недель, при этом сперва спускается верхняя осветленная вода, а ил перекачивается в старое речное русло или мелкие бассейны с дренированной почвой помощью вакуум-котлов и сжатого воздуха. Там, в срок от 2 до 5 месяцев, он превращается в плотную массу, которую отдают для сельского хозяйства или вывозят на лесные просеки, где ил теряет 2/3 своего объема и превращается в рыхлую гумусовую почву, служащую для заполнения впадин.

Самая большая очистная станция находится в Баркинге под Лондоном, где сточные воды очищаются известью и сернокислым железом в 13 бассейнах и затем только они спускаются в Темзу. Так как ежедневно очищается около 900 000 м<sup>3</sup> (72 900 000 ведер), то вода остается в бассейнах всего около 5 часов и за эти часы выпадает около 6 000 м<sup>3</sup> ила, т.-е. на м<sup>3</sup>, 6—7 л, против 4 л в Лейпциге, что объясняется отсутствием фекалий в стоках Лейпцига (удаляются отдельно) и применением еще извести. Всю эту массу ила удаляют в Северное море на 6 пароходах, из которых каждый поднимает 1 000 м<sup>3</sup>. Исчезнувшая было рыба в Темзе вновь появилась после введения этой очистки, хотя разжижение сточных вод всего 4—5-кратное. Дороговизна вывоза ила оправдывается, как видно, хорошими результатами. Желание удешевить удаление ила привело Роте к замене извести порошком бурого угля или торфа, когда ил, высушенный после фильтрации, годен для отопления в добавление

к углю. Угля добавлялось 1—2 кг на 1 м<sup>3</sup> сточной воды или 2,5—4 кг торфа. В последнее время сжигание, как неэкономичное, оставили и перешли к добыванию из ила газа—результаты получились более благоприятные.

### § 69. Поля орошения.

Поля орошения или естественная биологическая очистка служат для использования городских сточных вод для сельскохозяйственных целей, наряду с хорошим очищением их. Родиной полей орошения является опять-таки Англия, устроившая лет 200 назад первые поля орошения на лугах близ Эдинбурга. Почва там состоит из песка и гравия, частью из глины, участки дренированы и вода помощью канав течет по уклону местности, а из дренажа вытекает прозрачной на вид.

На 1 000 жителей надо около 1 гектара полей орошений, в Германии считают 400 человек на гектар, которые при потреблении воды в 120 л на чел. дают  $\frac{400 \cdot 120}{1\,000} = 48$  м<sup>3</sup> в сутки или ежегодно 17 500 м<sup>3</sup>.

На полях орошения происходит не только механическая фильтрация воды сквозь почву (лучшая—песок, или песок с небольшим содержанием глины), но и химическая и биологическая очистка, так как от кислорода воздуха, содержащегося в почве и вследствие работы различных бактерий, происходит окисление органических веществ и их превращение в углекислоту и соли азотной и азотистой кислоты, бактерии же задерживаются почвой. Растительность полей поглощает из почвы насыщающие ее фосфорные и калиевые соли и другие полезные для нее вещества.

Применяют следующие системы орошения в зависимости от культуры растений:

- 1) орошение напуском,
- 2) орошение инфильтрацией,
- 3) орошение затоплением.

При орошении напуском воды разливаются по орошаемому участку ровным слоем высотой от 2 до 3 м, оно применяется на участках с уклоном и при посеве кормовых трав (лугов) укрепляющих своими корнями поверхность поля.

Орошение инфильтрацией устраивается на горизонтальных участках, вода течет по канавам между грядками, засаженными овощами.

Орошение затоплением применяется при луговой культуре и состоит в затоплении участков водой высотой от 5 до 20 см.

Зимой воды пускают в особые открытые бассейны, наполняемые на глубину в 1 м, большая часть воды уходит в почву, а остающуюся весной пускают на поля.

Поля орошения приходится обыкновенно дренировать; дренаж не только отводит воду, но и снабжает почву воздухом, кислород которого идет на окисление органических веществ.

Дренаж устраивают обычным способом по одной из систем: продольной, поперечной или диагональной (елкой). Лучшей почвой считается песчаная.



Чтобы не засорять культуры трав полей орошения при них необходимо сперва произвести предварительную очистку воды, вернее ее осветление, в бассейнах, колодца, на решетках или иным механическим способом, задержав песок, плавающие вещества и т. д., предоставив полям орошения лишь биологический, натуральный процесс очистки воды.

Поля орошения устроены в довольно большом числе городов разных стран: в Москве, Париже, Реймсе (108 000 жителей), в Лейчестере, Бирмингеме, Берлине, Бреслау (480 000 жителей), Магдебурге (250 000 жителей), Кенигсберге (230 000 жителей), Дортмунде (170 000 жителей), Данциге (165 000), Мюнстере, Билефельде, Дармштадте и Фрейберге.

Применение полей орошения в суровом климате создает некоторые затруднения благодаря их замерзанию, кроме того в случае близкого их расположения к городу и при направлении ветра на город ощущается неприятный запах. Санитарная техника непрерывно ищет более дешевые и менее громоздкие способы очистки воды и рано или поздно найдет их.

## § 70. Периодическая фильтрация.

При ней почва должна быть хорошо водопроницаема и дренирована и состоит она в том, что вода наливается определенным слоем, дают ей профильтроваться в почву и оставляют некоторое время в покое с целью дать возможность развиваться микроорганизмам; пока на одном участке происходит перерыв, воду направляют в другой. Проработав, таким образом, один год на участке, следующие два года его не заливают, а засевают, травы. Недостаток такой фильтрации заключается в порче окружающего воздуха гнилостным запахом. Иногда после этого пропускают воды через песочные фильтры, по типу сходные с водопроводными, но открытые и устраиваемые в котлованах вырытых в земле: слой щебня в 20—25 см, гравия в 5 см, крупного песка в 5 см и речного песка, собственно фильтрующего слоя, тоже в 5—10 см. Площадь отделения фильтров делают 15—20 м<sup>2</sup>, почти квадратную, под дном устраивают дренаж. Видоизменение этих фильтров представляют поля ритные фильтры, в которых вместо верхнего слоя речного песка засыпан слой в 30 см смеси из речного песка пополам с поляритом. По дну также уложены дырчатые дренажные трубы. Особенность этих фильтров состоит в наполнении фильтров в течение 20 минут и в быстрой фильтрации в течение 5 минут, так, что минут 15 сточные воды получают воздух из загрузки фильтров. Каждые 2 недели или около того фильтра промываются водой снизу загрузки с разрыхлением ее граблями.

## § 71. Биологическая очистка.

При этой очистке разложение органических веществ в сточных водах происходит благодаря живым организмам, одновременно вода механически фильтруется, а органические вещества окисляются.



**Окисление.** Сточные воды пускают в бассейны, так называемые, окислители, объем которых заполнен на высоту от 1 до 1,5 м шлаками, коксом, битым кирпичом или др. пористыми материалами. Здесь вода стоит неподвижно 2—3 часа, а затем спускается уже в очищенном виде в реку или иной проток. После спуска воды окислители оживляют, для чего их оставляют часа на 2 или более пустыми, затем их вновь наполняют водами, т.-е. заставляют работать периодически.

Осевшие в окислителях органические вещества разлагаются микроорганизмами, а получившиеся продукты разложения частью окисляются, частью уничтожаются высшими организмами. В процессах разжижения участвуют не только бактерии, но и высшие организмы, как-то: дрожжи, водоросли, черви, насекомые и пр. Образуется вследствие разложения угольная кислота и расходуется кислород, поэтому в очищенной воде углекислоты больше, чем в неочищенной, а кислорода находится всего 1 мг на л.

Биологический способ очистки вод называют также окислительным, т.-е. гниение прекращено вследствие окисления органических веществ кислородом воздуха; естественный способ окисления может быть заменен вдуванием воздуха по способу найденному Москвой и о котором сказано ниже.

В случае, если река, в которую спуск сточной воды, маловодна и нужна высокая степень очистки вод, их пускают сперва на окислитель с грубым материалом загрузки, а потом на второй окислитель с более мелким. То обстоятельство, что биологические фильтры периодически засоряются песком и другими минеральными веществами и нуждаются в очистке, заставляет прибегать к устройству впереди их механической очистки или установки песколовок, описанных выше. Это удлиняет срок службы фильтров и улучшает выходящий фильтрат.

Биологическая очистка имеет большое распространение в Англии, где в этой области много работал проф. Дибдин, в Германии стал известен своими опытами проф. Дунбар.

Биологическая очистка имеет то преимущество перед полями орошения, что не зависит в такой степени от местных условий, требует меньше места и обходится дешевле.

**Загнивание.** Оставленные на сутки или более в закрытом или открытом бассейне сточные воды подвергаются разложению, т.-е. гниению, затем их еще подвергают окончательной очистке в окислителе или посредством периодической фильтрации, описанной выше. После суточного загнивания воды изменяются в своем составе, содержание взвешенных веществ и органического азота, равно как и окисляемость, значительно уменьшаются, количество угольной кислоты, аммиака и сероводорода увеличивается. Выделяющиеся при гниении газы настолько разрыхляются осадки, что удельный вес их уменьшается, они всплывают и образуют корку. Кора служит отличной средой для развития грибов; под корой скопляются газы, прорывающиеся местами наружу и образующие в коре пузыри; газ в этих пузырьках горит длинным пламенем, если проткнуть пузыри и зажечь газ. Кора предохраняет воздух от запаха газов, отчего эти бассейны делают также открытыми.

Применять способ загнивания в большом масштабе слишком дорого, так как бассейны на суточный отстой получаются весьма крупных размеров, а потому его удобнее использовать при небольших устройствах, например, в отдельных домах или больницах, он позволяет лишь изредка делать вывозку осадков, тогда как при механической очистке ее приходится производить ежедневно.

При периодически действующей биологической очистке воду пускают, как уже было указано, в особые бассейны и фильтры, так называемые окислители. Самое распределение воды должно производиться возможно равномернее. Существуют следующие способы: Корбетта и Шпренкера, основанные на принципе Сегнерова колеса и распределители Фициана, прямоугольные и круглые. Считают, что 1 м<sup>3</sup> фильтрующего материала очищает в сутки 0,5—0,75 м<sup>3</sup> сточных вод.

## Глава XXI. Основные положения для проектирования, устройства и эксплуатации сооружений для биологической очистки.

I Всесоюзным (XII) Водопроводным и Санитарно - Техническим Съездом в Баку 3 мая 1925 г. постановлено:

„Одобрить Основные положения для проектирования, устройства и эксплуатации сооружений для биологической очистки сточных вод и рекомендовать их всем заинтересованным учреждениям для применения“.

### РАЗДЕЛ I.

#### Поля орошения и поля фильтрации.

##### А. Проектирование и устройство полей.

Под полями орошения понимаются очистительные сооружения, используемые одновременно и в качестве сельскохозяйственных угодий.

Полями фильтрации называются очистительные сооружения, рассчитанные исключительно на очистку сточных вод путем перемежающейся фильтрации, но и в этом случае часть фильтрующей площади может быть занята сельскохозяйственной культурой, что, вместе с тем, является важным техническим приемом для восстановления очистительной работы полей фильтрации.

##### 1) Выбор места и почвы для устройства полей.

1. Смотря по размерам орошаемой площади и качеству сточных вод, поля должны быть расположены на достаточном, по заключению Санитарного Надзора, расстоянии от жилья и не ближе 250 м.

Устройство полей на более близком расстоянии, что может быть вызвано особыми местными условиями, возможно в каждом отдельном



случае лишь на основании специального разрешения Санитарного Надзора.

2. Для устройства полей следует, по возможности, выбирать места открытые, с целью дать свободный доступ воздуху и свету, со слабо выраженным рельефом, во избежание дорого стоящих земляных работ по планировке, приближенные к водоемам, куда предполагается спускать очищенные сточные воды.

Расположение полей в местах низменных и болотистых — вообще нежелательно, точно также, как и по берегам рек и проточных прудов, затопаемых весенними водами; последнее может быть допущено лишь при устройстве специальных сооружений, обеспечивающих правильную работу полей.

3. Для предотвращения поверхностного стока вод с полей на соседние земли и в водоемы общего пользования, а также во избежание затопления полей тальми и дождевыми водами с окрестных территорий, поля должны быть ограждены надлежаще устроенными земляными валами и канавами.

**Примечание.** Для отвода грунтовых вод иногда представляется необходимым устройство ограждающих дренажных канав.

4. Место расположения полей должно быть выбрано в соответствии с местными гидрологическими условиями, дабы предотвратить опасные загрязнения грунтовых вод, если таковые являются источниками местного питьевого водоснабжения.

5. Для устройства полей орошения пригодны все виды почвы, кроме мокрых торфяников; что же касается полей фильтрации, то для таковых предпочтительны хорошо-проницаемые грунты.

## II) Проектирование и устройство полей.

6. Размер площади полей определяется по соображению с количеством и составом (концентрацией) сточных вод, со свойствами почвы, с местными гидрологическими и климатическими условиями (главным образом, атмосферные осадки и температура) и с характером эксплуатации (поля орошения или поля фильтрации).

Потребности эксплуатации как в санитарном, так и в агрономическом отношении, заставляют сильно индивидуализировать расчетные нормы нагрузки, в зависимости от целого ряда местных условий, которые весьма трудно предвидеть при составлении общих по сему положений.

В частности, в качестве расчетных средних норм, которые, однако, сильно меняются в зависимости от многих вышеуказанных условий и от размеров сооружений, могут служить следующие:

а) Для полей фильтрации при сточной жидкости обычного городского типа (не менее 50 л на жителя)—нагрузка на 1 гектар в сутки:

для почвы песчаной . . . . .	до 100 м <sup>3</sup> жидкости
” ” суглинистой . . . . .	” 50 ” ”
” ” глинистой . . . . .	” 25 ” ”



**Примечание.** Повышение нагрузки до некоторой степени возможно при особых благоприятных условиях грунта и эксплуатации полей, а также при уменьшении концентрации жидкости, но оно во всяком случае не может быть ей пропорционально, так как избытком воды, как таковой, может быть нарушена минерализующая способность почвы.

б) В случае полей орошения с сельско-хозяйственной культурой указанные нормы должны быть понижены в зависимости от характера почвы и потребности культуры.

в) В случае предварительного выделения из сточной жидкости взвешенных (и плавающих) веществ вышеназванные нормы для полей фильтрации могут быть повышены, примерно, раза в полтора, за исключением полей с глинистой почвой.

г) При отводе земли под поля фильтрации или поля орошения необходимо предусмотреть сверх-фильтрующей площади запас земли под дополнительные сооружения — канавы, дороги и валы, что при больших полях составляет около 20%, а при малых — около 10% фильтрующей площади.

Кроме того, при сооружениях большой мощности следует предвидеть некоторый запас фильтрующей поверхности, который необходим на случай исключения части поверхности из орошения или вследствие ремонта, или из-за отвода под временное, в течение летнего периода времени, сельско-хозяйственное пользование (от 5 до 10%) с целью коренной мелиорации поверхностного слоя почвы, или же по соображениям хозяйственным.

В случае полей орошения (с культурой), при определении размеров площади необходимо считаться с планом хозяйства, дабы предусмотреть правильное размещение жидкости в период сельско-хозяйственных работ (посадка, уборка урожая, сенокос), а также невозможность зимнего орошения лугов.

**Примечание.** К большим (большой мощности) полям относятся такие производительностью свыше 125 м<sup>3</sup> в сутки к малым (малой мощности) — производительностью до 125 м<sup>3</sup>

7. Для устройства правильного распределения жидкости площадь полей разбивается земляными валами высотой не менее 0,50 м или насыпями на отдельные участки, размер которых сообразуется, главным образом, с величиною суточного напуска жидкости, с интервалами орошения (междоливный период), с характером разделки поверхности (борозды, гряды, луг и пр.), с быстротой всасывания и испарения жидкости, с приемами сельско-хозяйственной обработки и с характером культур (конная или ручная — в случае мелких полей), а также со стоимостью устройства. Наибольшим размером площади одного участка можно принять для плохо-фильтрующих почв 2—3 гектара, а для хорошо-фильтрующих почв не свыше 1 гектара, принимая во внимание круг орошения от 5 до 10 дней. Для полей небольшой производительности — размеры участка уменьшаются до сотен и даже десятков кв. м.

8. Распределение сточной жидкости по участкам может производиться земляными, деревянными, кирпичными или бетонными канавами с затворами для выпуска жидкости на орошаемые участки. Основанием разводных канав могут служить земляные насыпи, отделяющие друг от друга участки.

Распределение жидкости по поверхности участков (планировка горизонтальная) производится при помощи земляных борозд (производимых окучником) или путем разделки поверхности на гряды при огородной культуре на полях орошения.

9. Во избежание сильного загрязнения почвы гниющими плавающими отбросами, накапливающимися на ограниченном пространстве у самого выпуска жидкости на участок из разводной канавы, может оказаться целесообразной установка решетки для задержания грубых примесей в магистральной разводной канаве; прозор между прутьями решетки—от 10 до 40 мм. Иногда представится выгодным для усиления нагрузки на единицу площади ввести предварительное выделение взвешенных веществ путем отстаивания в особых бассейнах (см. Отдел II настоящих Положений). В этом случае, как при устройстве решеток, необходимо предвидеть способ окончательного обезвреживания выделенных из жидкости твердых отбросов.

10. С целью понижения уровня грунтовых вод, который может значительно подняться под влиянием искусственного орошения (а иногда и вследствие обильного выпадения атмосферных осадков)—орошаемые площади снабжаются системой осушительных сооружений в виде подземного дренажа и открытых осушительных канав. Задача осушительной системы в случае полей фильтрации и орошения состоит в следующем: обеспечить, по возможности, хорошо аэрируемый почвенный слой (не менее 0,70 м), в котором протекают окислительные процессы минерализации сточной жидкости, чем и определяется норма осушения для целей чисто санитарных (очистка).

11. Степень осушения, т.е. соотношение расстояния между дренами (или осушительными канавами) и их глубиной, для данной орошаемой площади выбирается так, чтобы создать определенное понижение уровня грунтовых вод. Степень осушения зависит от почвенных, гидравлических и климатических особенностей места, а потому рационально-обоснованное проектирование этой важной части очистительных сооружений требует предварительного обследования местности в этом отношении.

12. Как правило, закладка дрен, дабы обеспечить правильность фильтрации, производится на глубину не менее 1,25 м и глубже в зависимости от промерзания почвы, с соответствующим уклоном, обеспечивающим правильные стоки.

13. Для устройства дрен может служить фишинник, дерево, битый камень и бетонные или гончарные трубы, диаметром не менее 75 мм в свету.

14. Сборные магистрали укладываются из цементных или гончарных труб диаметром не менее 100 мм со смотровыми колодцами.



## Б. Эксплуатация полей орошения и полей фильтрации.

15. При полях фильтрации орошение должно производиться, по возможности, равномерным распределением жидкости по всему участку и с соблюдением строгой очередности напуска и отдыха отдельных участков. При полях орошения напуск жидкости требуется согласовать и по количеству и по времени орошения с потребностями культурных растений, но все же имея прежде всего в виду основную санитарную задачу всего устройства. В этом отношении в особенности необходимо руководствоваться хорошо обоснованным планом хозяйства, ежегодно вновь составляемым.

16. При эксплуатации полей фильтрации главное внимание, помимо правильности орошения, в смысле суточной нагрузки и периодичности орошения (от 5 до 10 дней), должно быть обращено на уход за фильтрующей поверхностью с целью содействовать хорошей аэрации почвы и предупредить заиление и зарастание и ее сорной травой. Это достигается *а)* глубокою (до 25 см) вспашкой, бороньбой и нарезкою оросительных борозд не менее двух раз в год, *б)* борьбой с сорной растительностью путем неоднократного поверхностного лущения многолетними плугами, а также и своевременным выкашиванием сорных трав.

Для малых полей возможно применение ручной обработки, в виде перештыковки и разгребывания поверхности их.

В качестве коренной мелиорации фильтрующих площадей следует предусматривать и при полях фильтрации периодический отдых части площади с культурным ее использованием.

17. На полях орошения сельскохозяйственная обработка, применяемая в интересах культурных растений (в связи с менее интенсивным орошением) исключает надобность в какой-либо дополнительной обработке поверхности, за исключением подготовки части, бывшей под культурой, к зимнему орошению.

В смысле выбора культурных растений следует иметь в виду, что наиболее водоемкой культурой является огородная (корнеплоды и капуста). На почвах глинистых предпочтительнее разведение многолетних трав (луга), но эта культура сильно ограничивает зимнюю емкость сооружений, в силу невозможности орошать луга зимой. В известных случаях очень удачной может быть и орошаемая культура ивы и некоторых других древесных пород.

18. Зимой при климате центральной части СССР и даже при достаточной высокой температуре сточных вод (плюс 8° Ц и выше), фильтрация жидкости не прекращается лишь в случае исключительно благоприятных почвенных условий и при специальной подготовке участка (высокие гряды до 0,35 м, орошение под лед). При слабо проницаемых почвах приходится иметь дело с постепенным накоплением жидкости в форме льда. При слое льда в 0,50 м освобождение от него поверхности участка при таянии весной не встречает затруднений при сколь угодно проницаемых почвах (пески, супески и даже суглинки).



19. Для зимнего орошения полей небольших размеров рекомендуется из общей площади их выделять до 50—60% ее.

20. Текущую работу по эксплуатации полей должно составлять содержание в полной исправности всех сооружений (разводные каналы, дренаж, осушительные каналы, решетки, выпуски и проч.) и их прочистка в случае засорений, нарушающих правильное действие оросительных или осушительных устройств, а также в утепление разводных каналов на зимнее время.

21. Эксплуатация сооружений для предварительной очистки сточных вод, перед напуском их на фильтрующие участки, ведется в соответствии с положениями, изложенными в Отделе II настоящих Основных Положений.

## РАЗДЕЛ II.

### Очищительные биологические станции.

Биологические станции для очистки сточных вод представляют собою устройства, рассчитанные на интенсивное использование тех же естественных биологических процессов разрушения органических веществ, какие имеют место и при „почвенных методах очистки, но, в силу значительной сложности конструкции биологических станций, эти сооружения часто не без достаточных оснований называются „искусственными“, а самый метод только в отношении этих сооружений называется — биологическим методом<sup>1)</sup>.

Вышеотмеченные особенности последнего — интенсивность процессов и сравнительная сложность конструкции — создают исключительные трудности в точной формулировке Положений по устройству и эксплуатации биологических станций, и здесь в еще большей степени, чем в случае почвенных методов, необходимо подчеркнуть, что ниже предлагаемые основные положения подлежат самой внимательной индивидуализации в каждом отдельном случае; эти положения скорее всего являются указаниями проектирующему на некоторые, наиболее важные, особенности в конструкции и действии биологических установок, особенности на численное выражение которых, даваемое в Положениях, следует смотреть, как на реальный пример, подобранный для условий средней части СССР, но сильно меняющийся на огромных пространствах Республики.

<sup>1)</sup> Было бы правильное во всех этих случаях заменить термин „биологический“, словом — „биолитический“ (с греческ. βίος — жизнь и λύσις — растворение), так как технику интересуют в данном случае не биологические явления, изучаемые на биологических станциях, биологических институтах и лабораториях, а „биолитические процессы“, то-есть процессы разрушения, распада в растворах органических веществ под влиянием жизнедеятельности организмов.

Поэтому в этом смысле могли бы быть употребляемы термины: биолитические процессы, биолитические фильтры, биолитические установки и т. п., но считался с глубоко укоренившимся в санитарно-технической литературе термином „биологический“ — в дальнейшем он сохранен.

Нижепредполагаемые Положения для проектирования, устройства и эксплуатации биологических станций относятся к типовому устройству, включающему следующие части:

- а) Решетки для улавливания крупных предметов,
- б) Отстойники (осадочный бассейн или септик),
- в) Приспособления для подсушки осадков,
- г) Окислитель непрерывного действия (или оросительный),
- д) Вторичный отстойник или крупно-песчаный фильтр и
- е) Приспособления для дезинфекции очищенных сточных вод.

Настоящие Положения не касаются, так называемых „контактных биологических окислителей“, в виду слишком ограниченной возможности их применения в силу того, что в огромном большинстве случаев задача очистки домовых сточных вод решается оросительными (непрерывно-действующими) окислителями вполне удовлетворительно как в санитарном, так и в экономическом отношениях.

Эти Положения не распространяются также, как это было указано выше, на иные практикуемые в настоящее время приемы предварительной очистки с помощью бассейнов Имгофа (Эмшер) и Трэвисса, окислителей типа Дибдина, аппаратов Кремера и тому подобных приспособлений, относительно работы которых в русских условиях еще нет достаточных сведений. По тем же соображениям здесь не затрагивается вопрос об очистительных прудах, как конечной стадии биологической очистки, а также и об обработке сточных вод с помощью активного ила (азрации), методе, практически в России почти не испытанном.

## **А. Проектирование и устройство биологических станций.**

**Концентрация и характер сточных вод, очищаемых биологическим способом.**

Биологические способы очистки должны быть применяемы во всех случаях, когда требуется разрушением (минерализацией) органического вещества получить незагнивающую жидкость, при чем основным условием успешности очистки является безвредность сточной жидкости для жизнедеятельности организмов—минерализаторов.

В случае домовых и других хозяйственных вод, на которые рассчитаны настоящие Основные Положения, препятствием к применению биологической очистки могли бы служить, во-первых, примесь дезинфицирующих веществ в концентрации, способной оказать губительное действие на микробов—агентов минерализации, во-вторых, примесь фабричных производственных вод. При этом следует иметь в виду, что некоторая примесь последних, вообще говоря, не мешает биологической очистке, но иногда прием на очистительную станцию этих вод возможен лишь при условии некоторой предварительной обработки их (усреднение, отстаивание, охлаждение, химическое осаждение и т. п.) и, во всяком случае, только после соответствующего обследования их.



В случае присутствия в подлежащих очистке водах более 25% от суточного поступления — вод мыльных (из бань и прачечных), эти воды перед пуском на окислители должны обрабатываться химическими реагентами (главным образом, известью в той или иной форме).

Что же касается предельной концентрации обычных домовых и хозяйственных вод, при которой возможна очистка их на биологических установках, то ее можно принять в 60 л (около 5 ведер) на постоянно-живущего человека в сутки; в случае большой концентрации сточных вод, подлежащих очистке, таковые должны быть перед поступлением на станцию соответствующим образом разбавляемы чистой водою.

## II. Выбор места для размещения станции.

При определении места расположения биологической станции особое внимание должно быть уделено санитарной обстановке, на которой могут отразиться даже при самом тщательном надзоре следующие присущие этим устройствам особенности, как-то: некоторый неприятный запах и наличие мелких мушек, что, между прочим, является следствием сосредоточения очистительных устройств на сравнительно небольшом пространстве, и что тем резче выражено, чем больше сооружение, т. е., чем больше масса сточных вод, подлежащих очистке.

На основании изложенного, положение биологических окислительных устройств, по отношению к соседнему жилью, может быть определено той же нормой, что и в случае полей фильтрации (не ближе 250 м), но для отдельных владений при малом расходе воды и при отсутствии подходящей земельной площади это расстояние может быть сокращено до нескольких метров при условии принятия мер, предупреждающих вредные влияния, как-то: закрытие помещения, вентиляция, обсадка деревьями и прочее; в известных условиях допустимо устройство подземных сооружений (частично или же полностью).

## III. Проектирование отдельных частей биологических станций.

1. Размеры помещений для решеток определяются удобством их чистки и обслуживания; прозоры между прутьями обыкновенно делаются от 10 до 25 мм. Необходимо также предусмотреть способ удаления и уничтожения отбросов с решеток, как-то: сушку, сжигания, вывоз, компостирование и проч.

**Примечание.** Решетки безусловно необходимы при наличии перекачки, при чем в этом случае зазоры между прутьями должны быть согласованы с конструкцией насосов.

2. Осадочный бассейн рассчитывается на 2—6-часовое пребывание в нем жидкости при скорости протока от 4 до 10 мм/сек. В зависимости от интервала между сроками очистки бассейна (от 4 до 7 дней), предусматривается соответственный запас объема для хранения осадка, накапливающегося за это время. Количество осадка, задерживаемого бассейном (60% взвешенных веществ на сухое вещество) можно

принять, смотря по концентрации жидкости, от 0,50% до 1,00% (98% воды), по объему от проходящей через бассейн жидкости.

**Примечание 1.** Указанные пределы скоростей не касаются осадочных бассейнов, работа которых основана на выпадении осадков при вертикальном направлении скорости движения жидкости.

**Примечание 2.** Если осадочный бассейн не имеет приспособления для автоматического удаления осадка, то он должен иметь запас в объеме, во избежание перерыва работы его во время периодической очистки.

Дну осадочного бассейна придается форма, обеспечивающая, по возможности, удобное удаление осадка. Впуск и выпуск жидкости устраивается так, чтобы, по возможности, использовать всю ширину сечения отстойника. Во избежание выноса всплывающих на поверхность предметов, перед выпуском делается „спускная“ доска (плавающая доска). Материал дна и стенок отстойника должен быть водонепроницаем.

Во избежание зловония (летом), если осадочный бассейн находится вблизи жилого здания, и охлаждения жидкости (зимой) — таковой должен иметь перекрытие, конструкция которого обеспечивает легкость ухода за ним, а также и вытяжку для удаления газов.

3. Септик-танк или септик рассчитывается на пребывание в нем сточной жидкости не менее 12 часов, а при малых установках и на значительно более долгий период времени.

Скорость течения принимается от 0,15 до 1,00 мм/сек. Глубина септика должна обеспечивать достаточное пространство для накопления осадка (количество последнего в сточной жидкости — см. выше) между двумя чистками (не менее 2 раз в год) и для помещения плавающей корки; при этом сокращение объема осадка под влиянием септического процесса распада следует оценивать в 25—30% и, во всяком случае, не выше 50% всей его массы.

Правильно работающий септик обычно, по сравнению с осадочным бассейном, дает несколько больший процент задержки взвешенных веществ (около 65—70%).

Переливы жидкости предпочтительны по всему его поперечному сечению. Перед выпускным водосливом следует предусматривать устройство приспособления, препятствующего выносу из септика всплывающих со дна и отрывающихся от корки взвешенных веществ.

Септики при достаточном их удалении от жилых помещений могут устраиваться без постоянного перекрытия, но таковые вблизи жилых зданий должны быть закрыты, а для отвода зловонных и горючих газов, выделяющихся из септика, свободное пространство под перекрытием должно быть соединено с вытяжной трубой, выводимой на достаточную высоту и ни в коем случае не связанной с жилыми помещениями; для правильности воздухообмена должен быть предусмотрен и приток свежего воздуха извне. Выпуск зловонных газов и дымовые трубы, во избежание взрывов и проникновения зловония в жилые помещения, совершенно недопустим.



Дно и стенки септика должны быть водонепроницаемы.

Самая форма септика и его дно должна быть рассчитана на удобное и с санитарной точки зрения безопасное удаление осадка и корки, а приспособления, служащие для этой цели, должны: 1) обеспечить возможность производить чистку септика, не прерывая действия всего сооружения (приспособления для автоматического удаления осадка или парные бассейны), и 2) по возможности, облегчить дальнейшее удаление и обезвреживание извлеченных осадков.

4. Удаление и обезвреживание осадка является наиболее неприятной в санитарном отношении и наиболее дорогой манипуляцией в деле очистки сточных вод, а потому и заслуживает всегда очень внимательного обоснования при проектировании биологических станций.

При сооружениях малой мощности (отдельные владения, больницы и проч.) и при недостатке свободной земляной площади для утилизации осадков в качестве удобрения, наилучшим приемом удаления их является вывоз на поля ассенизации, а посему в большинстве случаев с этой точки зрения приходится оказывать предпочтение септикам, которые дают меньшее количество осадка, сильно разложившегося и легче отделяющего воду. Осадочные бассейны в этом отношении являются устройствами значительно менее удобными, как требующие более частой чистки.

В случае невозможности немедленного удаления осадков с территории станции и их почвенного обезвреживания, а этот случай часто будет иметь место при наличии осадочного бассейна, а иногда и при септике, следует иметь специально приспособленную площадку для подсушки осадков.

Когда нет основания опасаться загрязнения грунтовых вод жидкостью, впитывающейся с осадка, налитого на поверхность почвы, сушильные площадки закладываются на песчаной почве, в случае надобности сильно дренируемой. Размер площадки определяется количеством одновременно напускаемого осадка (жидкого ила), считая слой напуска 0,20—0,30 м. Смотря по быстроте впитывания влаги и испарения, такая площадка может получить за год несколько напусков.

Когда есть опасение в том, что стекающая с осадка жидкость, вообще мало отличающаяся от сточной, может загрязнить грунтовые воды,—сушка осадка должна производиться на площадке с водонепроницаемым дном, снабженным дренажем. Фильтрующий слой создается в этом случае искусственно из крупно-зернистого песка слоем до 0,50 м или из мелких отсевок шлака и тому подобных материалов; в этом случае стоки, собираемые дренажем, подвергаются такой же очистке как и для сточных вод.

При устройстве сушильных площадок для сколько-нибудь крупных сооружений необходимо иметь в виду приспособления, облегчающие вывозку и удаление подсушенного, а зимою замороженного осадка.

Самое расположение площадок, принимая во внимание некоторое зловоние в первые дни после напуска осадка и обилие мух, привлекаемых им, следует, по возможности, удалять от жилых

помещений, отгораживать древесными посадками, но в то же время обеспечить свободный доступ воздуха (ветер), тепла и света к поверхности подсушиваемого осадка. На предмет дезодорации последнего полезна посыпка его сухим торфом.

Подсушенный осадок в дальнейшем может быть использован или как удобрение, или как топливо.

5. Непрерывно-действующие, или оросительные, окислители являются основным сооружением, рассчитанным на минерализацию сточной жидкости путем окислительных аэробных процессов, главнейшим условием которых, в свою очередь, является правильное снабжение толщи окислителя воздухом. Это достигается, с одной стороны, характером конструкции окислителя и его вентиляцией, с другой—тщательным распределением на нем жидкости.

Наиболее распространенным материалом для загрузки окислителей является каменноугольный шлак и литейный кокс, но возможно применение сточных вод, обладающих достаточно развитой поверхностью и не содержащих вредных для жизни микроорганизмов веществ (туфы, плотные известняки, гранит, стекло, кирпичный бой и т. п.).

Размеры окислителя зависят от количества сточных вод, их концентрации и состава и от местных климатических условий, а также и от желаемой степени чистоты фильтрата; объем окислителя обычно принимается равным удвоенному или утроенному суточному количеству сточной жидкости, на нем обрабатываемой.

Высота окислителя, смотря по крупности материала, делается от 1,5 до 2 м, при чем более мелкая загрузка должна быть применяема при более низких окислителях. Крупность зерна окислительного материала при обычной высоте загрузки (около 2 м) в случае шлака, колеблется от 10 до 100 мм в диаметре, возрастая сверху вниз.

Водонепроницаемая подошва окислителя должна обеспечивать свободный и быстрый сток просачивающейся очищенной жидкости, для чего подошве придается известный уклон, и по ней укладывается дренаж, или же устраивается второе дырчатое (решетчатое) днище, на которое и укладывается окислительный материал, чем и обеспечивается правильная вентиляция нижних слоев окислителя.

Во избежание задержки и накопления осадков на подошве окислителя следует предусмотреть способ удобной и быстрой чистки (промывки) дна (и дренажа).

Боковые поверхности окислителей должны быть устроены так, чтобы обеспечить свободный доступ воздуха внутрь окислителя (решотки, крупный шлак, ажурная кирпичная кладка и т. п.).

Для возможности ремонта или очистки окислителей без перерыва в работе их—необходимо подразделение таковых на секции, с приспособлениями для выключения их на это время.

Распределение сточной жидкости по поверхности окислителя должно быть равномерным и периодически пульсирующим.

Окислители крупных размеров в местностях с суровой зимой нуждаются в утеплении, допускающем, однако, свободный доступ воздуха к телу окислителя. Небольшие окислители, устраиваемые в за-



крытых надземных постройках или же под землей, должны быть обеспечены хорошей вентиляцией помещения (3-х кратный воздухообмен в час) и сохранять температуру не ниже 0° в помещении.

Во избежание заноса в жилые помещения мелких мошек, в огромном количестве населяющих в виде личинок тело окислителей (психода), желательно, по возможности, и эти устройства удалять от жилья и отделять их древесными посадками.

6. Так как характерной примесью в воде, очищенной на окислительных пластах, является мелкий землистый осадок, постоянно выносимый из окислителя, и так как в зависимости от местных условий часто оказывается необходимым выделять его из очищенной жидкости, то для этой цели полезно устраивать крупно-песчаные фильтры или вторичные отстойники в виде осадочных бассейнов, рассчитанных на пребывание в них жидкости от  $\frac{1}{2}$  до 1 часа.

7. Устройство дезинфекции сточных вод, согласно требования Народного Комиссариата Здравоохранения, обязательно лишь по отношению к сточной жидкости больниц и других учреждений, могущих своими стоками создавать опасность массового распространения желудочно-кишечных инфекций, а посему, в тех случаях, когда биологическая станция будет обслуживать только такие учреждения, может идти речь об устройстве и приспособления для дезинфекции. Когда же лишь часть жидкости, поступающей на станцию, получается из указанных учреждений — дезинфекция может подвергаться отдельно лишь эта опасная в санитарном отношении доля сточной жидкости до ее поступления в общую массу сточных вод.

Но могут, конечно, быть случаи, когда, в силу местных условий, представляется необходимым подвергнуть дезинфекции и всю массу очищенных вод, независимо от того, попадают ли в нее патогенные микробы; в этих случаях дезинфекцию необходимо производить после окончательной стадии очистки сточной жидкости.

Возможны, наконец, случаи, когда дезинфекцию потребуются производить периодически: неудовлетворительная работа окислителя, эпидемические заболевания и т. п.; в этих случаях при очистительных сооружениях должны быть устроены специальные для сей цели устройства.

Дезинфекционное устройство состоит из резервуара для приготовления реагента (в большинстве случаев — хлорная известь), аппарата для дозирования, приспособления для смешивания дезинфицирующего реактива со сточной жидкостью и бассейна для соответствующего контакта их (для хлорной извести 1—2 часа). Таким бассейном, между прочим, может служить и „вторичный отстойник“, иногда устраиваемый после окислителя.

Доза реагента (хлорной извести) устанавливается местным санитарным надзором, в зависимости от концентрации и свойств жидкости приблизительно в следующих количествах:

- а) для сточной жидкости, не прошедшей каких-либо очистительных сооружений, — до 60 мг и более активного хлора на 1 л;
- б) для жидкости из отстойников — около 20 мг на то же количество и
- в) для жидкости, прошедшей окислитель, — около 10 мг на 1 л ее.

При устройстве проточных резервуаров для контакта реагента с дезинфицируемой жидкостью в особенности большое внимание должно быть обращено на автоматическую связь между колебаниями в количестве притекающей жидкости и действием дозирующего реагент аппарата (точность дозировки), а также и на последующее основательное перемешивание обеих жидкостей.

Конструкция дезинфекционного бассейна должна предвидеть удобный способ своевременного удаления накапливающегося осадка.

## Б. Эксплуатация биологических станций.

8. Для предупреждения засорения решеток, переполнения осадками и коркой, отстойников (осадочных бассейнов и септик-танков) необходима очистка их в сроки, устанавливаемые применительно к задачам и конструкциям каждого из указанных сооружений.

Примечание 1. Удаляемые из этих сооружений отбросы должны (по указанию местного санитарного надзора) или вывозиться на специально отведенные для этого места, или использоваться для целей удобрения, или же сжигаться.

Примечание 2. Спуск осадков из септиков на подсушивающие площадки желательно производить в летнее сухое время года, ближе к ночным часам; спущенные осадки подсушиваются в течение нескольких дней, после чего и могут быть использованы для удобрения полей, огородов и проч.

9. В целях охраны от засорения поверхности биологических окислителей, не следует допускать проникновения осадков и плавающих веществ через входные отверстия указанных сооружений.

10. Для предупреждения неравномерности распределения сточной жидкости по поверхности оросительного окислителя, необходим самый тщательный уход за аппаратами и приборами орошения, систематический надзор за исправностью их действия и своевременный их ремонт.

11. В целях предупреждения заиления как верхнего, так и более глубокого слоя окислительного материала, необходимо при первом же появлении на поверхности окислителя застойных мест прибегать к переграбыванию их; в случае же упорных застоев жидкости—к вынутую загрязненной части материала из них, тщательной промывке материала водою от ила, песка и проч. и обратной загрузке.

Примечание. Перелопачивание, штуковка или пробивание застойных мест ломом не рекомендуется.

12. Для поддержания чистоты дренажа под окислительным пластом, в особенности при небольших уклонах подошвы его, необходима периодическая промывка дренажа водою от накопившихся в нем осадков.

13. Пуск в работу вновь устраиваемых, отремонтированных и восстанавливаемых очистительных сооружений с окислительным процессом,



предпочтительнее в теплое время года, чем сокращается период созревания окислителей до 2 недель, в то время, как созревание их в холодное время года может затянуться до 6 месяцев.

14. Лотки, каналы и проч., по которым проходит уже очищенная сточная жидкость, во избежание накопления в них осадков должны быть периодически очищаемы, точно так же, как и вторичные осадочные бассейны после окислителей.

15. Дезинфекционные устройства для достижения цели обезвреживания сточной жидкости, должны содержаться всегда во вполне исправном состоянии, при чем необходимо:

- а) строго соблюдать установленные количественные отношения дезинфектанта к сточной жидкости,
- б) поддерживать условие тесного смешивания таковых и
- в) строго соблюдать установленную продолжительность контакта жидкости с дезинфектантом.

Бассейны для дезинфекции, в случае применения хлорной извести, должны быть своевременно очищаемы от осадков.

16. Необходимо следить за исправностью работы вентиляционных, осветительных и отопительных устройств, а также и временных приспособлений для утепления окислителей на зиму.

17. На станциях должен иметься всегда и находиться в полной исправности набор инструментов, необходимый для работ по их эксплуатации.

18. В целях охраны сооружений станции, а также жизни и здоровья обслуживающего ее персонала, необходимо поддерживать возможную чистоту как в самом помещении станции, так и около него.

19. Обслуживающее станцию лицо обязано быть хорошо ознакомлено с задачей станции, всеми отдельными частями сооружения и его оборудования, методом и приемами работы на станции, местным контролем за нею, а также мерами личной гигиены.

### РАЗДЕЛ III.

## Контроль действия очистительных сооружений.

### Общий и местный контроль.

Под контролем действия (или работы) очистительного сооружения разумеются все наблюдения, измерения и определения, с помощью которых получается представление о том, насколько отвечает своему назначению работа всей установки в целом и отдельных ее частей.

Такой санитарно-технический контроль в той или иной степени необходимо по отношению как к полям фильтрации, и полям орошения, так и к биологическим станциям, и чем больше и сложнее установка, тем тщательнее и разностороннее должен быть этот контроль.

Контрольным определением во всяких установках, независимо от их размера, должно быть постоянное наблюдение над количеством обрабатываемых сточных вод, для чего необходимо соответствующее приспособление.

собрание для их измерения, а также и учет количества выделяемых из жидкости осадков.

Что касается качественной стороны — эффекта действия очистительных сооружений в целом, что всего важнее в санитарном отношении, то минимум, определяемый для очищенных вод, заключается, согласно нормам Наркомздрава, в пробе на загниваемость и взвешенные вещества.

Для суждения с технической точки зрения о качестве работы всей сколько-нибудь крупной установки необходим систематический химический анализ очищенных вод.

Для маленьких устройств в отдельных домах и небольших владениях можно ограничиться выполнением качественных проб (2—3 раза в неделю): на степень прозрачности, на загниваемость, запах, сероводород, устойчивость пены, при условии регулярной записи всех этих контрольных наблюдений лицом, обслуживающим станцию.

Для суждения о качестве работы отдельных частей очистительных сооружений (главным образом, биологических окислителей) — характер контрольных определений в лабораториях соотносится с задачей обследуемого сооружения: для отстойников — взвешенные вещества по весу и объему, для окислителей — азотистые соединения и окисляемость для дезинфекционных устройств — бактериологический анализ.

Не менее важной частью санитарно-технического контроля следует считать, в случае спуска очищенных вод в общественные водоемы, и наблюдение над этими водоемами, в смысле учета изменений, происходящих в их свойствах (наблюдения гидрометрические, химические, биологические и бактериологические). Наблюдения эти должны быть производимы местными Коммунальными или Санитарными Органами.

## Глава XXII. Положение о нормах чистоты сточных вод, допускаемых к спуску в водоемы с территорий городов, фабрик и населенных мест.

### РАЗДЕЛ I.

#### Цель издания и территория действия норм.

С целью предупредить опасное в санитарном отношении загрязнение спуском сточных вод, водоемов, служащих источниками разнообразного водопользования для нужд населения, Народным Комиссариатом Здравоохранения устанавливаются нижеследующие требования к составу спускаемых сточных вод — „общие нормы“, которые вводятся в действие на всей территории РСФСР.



## РАЗДЕЛ П.

**Общие нормы для сточных вод, допускаемых к спуску в водоемы с территорий городов, фабрик и др. населенных мест.**

§ 1. Сточные воды не должны иметь фекального, гнилостного или иного определенного запаха и не должны загнивать при хранении их в закрытом сосуде как в целом, так и в разбавленном виде.

Примечание к § 1: Требование незагниваемости спускаемых сточных вод может быть опущено в случае благоприятных местных условий, но при проектировании и постройке новых очистительных сооружений должна быть принята во внимание возможность устройства необходимых дополнительных приспособлений для биологической очистки (поля орошения, окислители и др. устройства).

§ 2. Сточные воды не должны содержать взвешенных веществ более 60 мг на 1 л.

Примечание к § 2: Временно, на 5 лет (с 1922 по 1927 г.) норма взвешенных веществ в 60 мг повышается до 80 мг в случае подходящих местных условий гарантирующих санитарную безопасность в смысле загрязнения водоема, временно на тот же срок допускается спуск сточных вод после выделения на решетках или в отстойниках одних только грубых примесей. Частичное отступление от нормы возможно также во время наводков и поверхностных вод.

§ 3. Сточные воды не должны иметь какой-либо явственно видимой и искусственной окраски, сохраняющейся при разведении дистиллированной водой в 30 раз в толщине слоя в 10 см и не свойственной естественно окрашенным водам (болотным, торфяным).

§ 4. Сточные воды не должны содержать ни в растворе, ни во взвешенных веществах никаких ядовитых и вредно действующих на человека, домашних животных или на рыб веществ в количествах, оказывающих ядовитое или вредное действие.

§ 5. Сточные воды не должны иметь резко выраженной кислой или щелочной реакции.

§ 6. Сточные воды не должны иметь ни в момент поступления в водоем, ни после выемки пробы, при стоянии в сосуде, пленок, состоящих из жиров и масел животных, растительных и минеральных, при чем иригадия за пленку не считается.

Примечание к §§ 2, 3, 4, 5 и 6. В воде, подлежащей к спуску, указанными §§ допускается, кроме некоторого количества взвешенных веществ (§ 2), остатки красящих веществ (§ 3), следы масла (§ 6), некоторое количество кислот и щелочей (§ 5), а также и др. вредно действующих и ядовитых веществ (§ 4).

Нормирование условий спуска в этих отношениях определяется местными условиями, возлагается на местные органы санитарно-технического надзора и должно быть связано с постоянным наблюдением над влиянием спуска в водоем.

§ 7. Сточные воды различных отделений больниц и всех учреждений, могущих своими сточными водами создавать опасность массового распространения кишечных инфекций, должны быть дезинфицированы на месте до поступления их в водоем или в общую массу сточных вод данного учреждения. Промышленные заведения, кожевенные заводы, шерстомойки, тряпкомойки и т. д. должны быть заранее обеспечены соответствующими приспособлениями для обезвреживания (дезинфекцией) их сточных вод по первому требованию санитарного надзора.

### РАЗДЕЛ III.

#### Время действия норм и порядок их изменения или отступления от них.

Установленные общие нормы издаются временно на срок в 10 лет или впрямь до установления местных норм, основанных на изучении водоемов общего пользования—их мощности, химического состава, флоры и фауны, санитарного и бытового значения. Отступления от общих норм, указанные в примечаниях к §§ 1 и 2, а также возможные отклонения от §§ 3, 4, 5 и 6 допустимы в исключительных случаях на срок не свыше 5 лет, и каждый раз с утверждения Санитарно-Технического Совета по охране водоемов при НКЗ, на основании исчерпывающих материалов, представляемых в Совет местными органами санитарного надзора.

На случай возможного, на основании наблюдений за состоянием водоемов, изменения повышения норм, разрешение спуска должно быть обусловлено возможностью устройства по требованию санитарного надзора дополнительных сооружений для предотвращения ухудшения состояния водоема, для чего заранее должно быть предусмотрено место их устройства и обеспечены нужные земельные площадки.

### РАЗДЕЛ IV.

#### Надзор за выполнением норм.

Издание местных Обязательных Постановлений по вопросам санитарной охраны водоемов от загрязнения сточными водами, наблюдение за их выполнением, за соблюдением норм и за состоянием водоема, возбуждение судебного преследования за их несоблюдение и рассмотрение всех дел, касающихся этой части общественной гигиены, возлагается на органы санитарного надзора Губздравотделов, которые в этом отношении действуют по указаниям Санитарно-Эпидемиологического Отдела НКЗ.



Указания, касающиеся порядка ведения дел по санитарной охране водоемов и применения норм, а также относительно исследования водоемов и организации контрольных наблюдений (условия набора проб и метода определения) заключаются в особых инструкциях, издаваемых Санитарно-Техническим Советом.

Утверждается *Н. Семашко*.

Заведующий Санитарно-Эпидемиологическим Отделом *А. Сын.*  
Председатель Комиссии по охране водоемов *Ивановский*.  
Секретарь Комиссии по охране водоемов *Строганов*.

26 октября 1923 г.

## Глава XXIII. Ил сточных вод.

Техническое исследование ила обычно ограничивается определением его цветности, запаха, содержанием влаги и способностью отдачи воды. Последняя определяется на слое песка, причем замечается то время, в течение которого ил делается плотным. Содержание влаги устанавливается как разница весов насыщенного водой ила и ила подсушенного в сушильном шкафу.

Свежий ил серый или желтоватый с ясными следами кала, бумаги и остатков овощей, он издает зловоние и отделяется от влаги с большим трудом, его влага мутна и вонюча.

Перегнивший ил черен, имеет землистый запах или запах горелой резины и отвердевает в хорошую погоду слоем в 20 см в течение 6 дней. Его вода прозрачна и не имеет неприятного запаха.

Массы ила с которыми приходится иметь дело на иловых установках следующие:

	На челов. в сутки
1. Перегнившего ила какого-либо населенного пункта канализированного по раздельной системе, без малейшей при- меси дождевых вод . . . . .	0,1 л
2. Перегнившего ила при общесплавной системе кана- лизации . . . . .	0,15—0,2 „
3. Перегнившего ила в городах с сильно загрязненными про- мышленными водами . . . . .	0,3 „
4. Когда свежий ил при откачке его старательно освобо- жден от избытка воды . . . . .	0,6 „
5. При обычных воронкообразных отстойных колодцах, из которых выкачивается свежий ил, находящийся под сточ- ной водой . . . . .	1,2 „

Эти нормы относятся к сырому илу того состояния, в котором он вытекает из установки или перекачивается.

Содержание воды в перегнившем иле в среднем 80%, в перекаченном—95%. Перегнивший ил, содержа мало воды в то же время текуч и удобно перекачивается, тогда как свежий ил вязок и тягуч.

Перегнивший ил быстро отдает свою воду, легко сохнет и не пахнет более при сушке на открытом воздухе.

Свежий ил требует много времени для сушки и требует много места. Перегнивший ил имеет все свойства хорошей садовой земли и удобрительного вещества, если он не испорчен химическими добавками.

Если приходится перерабатывать свежий ил отстойников, то лучше всего разлить его тонким слоем по земле.

## Глава XXIV. Активный ил.

Этот совершенно новый способ очистки и обезвреживания сточных вод появился всего лет десять назад, хотя принципы его были известны много раньше. Состоит он в продувании сточных вод воздухом, нагнетаемых снизу в присутствии активного ила, названного так потому, что он не является мертвым материалом, а пропитан жизнедеятельными микроорганизмами. Этот ил, по мере накопления, удаляется из отстойного бассейна, но часть его должна оставаться на дне бассейна для вновь притекающей воды и действует подобно дрожжевой закваске, употребляемой для теста, заражая микроорганизмами вновь образующийся ил.

Американцы первые поставили опыты с очисткой воды этим илом и пришли к следующим выводам <sup>1)</sup>:

1. Для полной нитрификации органических веществ с помощью аэрации и активного ила приходилось не менее 1 части на 4 части сточной жидкости, хотя хорошо осветленную жидкость со значительной степенью очистки можно получать и при употреблении меньшего объема ила.

2. Необходимое условие успешности очистки составляет тщательное смешивание активного ила со сточной жидкостью. Поэтому весьма важно при помощи надлежащих приспособлений предварительно удалить из сточной жидкости песок и другую грубую взвесь, которые, оседая на дно отстойника, могут мешать действию части ила или вызывать реакции другого характера, способные нарушать нормальный ход окислительных процессов.

3. Температура жидкости и воздуха оказывает весьма сильное влияние на процессы окисления, которые значительно ухудшаются при  $t^{\circ}$  ниже  $+10^{\circ}$  Ц; наиболее благоприятной для процесса  $t^{\circ}$  является  $10^{\circ}$  Ц.

4. Для поддержания нормального хода процесса разрушения органических веществ и дальнейшей их нитрификации необходимо, чтобы ил и сточная жидкость были щелочной реакции.

5. Окислительный процесс по своему существу есть процесс биологический и потому значительная примесь промышленных вод, способных подавлять жизнедеятельность нитрифицирующих микроорганизмов, нежелательна.

<sup>1)</sup> Известия Петроградского Гбударва за 1920 г. №№ 1—6 статья В. И. Яковлева.



Как видно, этот способ по существу основывается на тех же началах, что и очистка сточных вод на полях орошения или в биологических фильтрах, только природные условия здесь поставлены искусственно в еще более благоприятные сочетания. Для получения первых количеств активного ила, необходимо через обыкновенный ил продуть воздух в течение довольно продолжительного времени, именно около 33 дней. За это время в иле происходят глубокие изменения: он обогащается микроорганизмами, находящими благоприятные условия для своего размножения и происходит изменение его химического состава и физического строения. Образовавшийся таким путем ил в течение первого часа действия на свежую сточную воду очищает ее на 78—87%.

Схема очистной станции должна заключать в себе:

1. Приспособления для выделения из сточной жидкости грубых примесей, напр. описанных выше сит Риейна.
2. Аэротанк, т.е. горизонтальный или вертикальный бассейн с воздуходушным приспособлением в полу.
3. Установку фильтр-прессов или иной подушки излишнего ила, подлежащего удалению.

Нормальная доза активного ила установлена опытным путем и определяется по объему занимаемому илом после  $\frac{1}{2}$ -часового отстаивания. В первые полчаса отстаивается около 75% всего ила, в следующие полчаса еще 4%. Эта доза составляет около  $\frac{1}{4}$  всего объема жидкости в аэротанке. вновь выпадающий ил, сверх положенного предела, подлежит удалению. По данным Американской опытной станции в Милвоки<sup>1)</sup> на 1 млн. ведер получается 3 000 ведер, т.е. 0,3% активного ила или по весу 1 600 кг сухого осадка.

Важной задачей является хорошее смешивание воздуха со сточной жидкостью, влияющее на степени очистки и на расход по получению скатого воздуха. Применяют: 1) дырчатые трубы, уложенные по дну бассейна, 2) пористые плиты 30 см, толщиной 40 мм, 3) деревянные плитки из американской липы, толщиной в  $\frac{1}{2}$  дюйма.

На практике как-будто пористые плиты с песком и цементоподобным веществом, обожженные в печах, дают наиболее удовлетворительное распределение воздуха в жидкости; чем пузырьки воздуха меньше и соприкосновение его с жидкостью больше, тем больше эффект очистки; на 1 объем жидкости расходуется до 10 объемов воздуха.

Форма бассейнов. Как горизонтальные, так и вертикальные бассейны дают сходные результаты; скорости движения жидкости в первых около 1 м/час, а во вторых в 2,5 м—наиболее подходящие.

Ил, получаемый таким способом, не имеет неприятного запаха и оказывается хорошим удобрительным веществом, охотно покупаемым сельскими хозяевами, но для этого его нужно освободить от воды. Для этой цели годны центрифуги, сушка под крышей, фильтр-прессы и пр.

<sup>1)</sup> С. Н. Строганов. Известия Бюро Водопроводных и Санитарно-Технических Съездов 1916 г. № 6.

По проекту очистительной станции для г. Хоустона расход на постройку двух станций на 6 000 000 ведер сточных жидкостей высчитан в сумме 1 260 000 руб., т.-е. около 200 000 р. на 1 000 000 ведер воды в сутки. Стоимость эксплуатации подсчитана в 124 000 руб. в год, т.-е. 2,04 коп. за годовое ведро.

Москва также производила опыты с активным илом с 1914 г. и переходит уже на путь практического применения результатов своих опытов. Способу очистки воды с искусственной аэрацией очевидно суждено большое будущее и недалеко то время, когда он вытеснит громоздкие и не всюду применимые поля орошения, химические способы, уничтожающие удобрительные свойства ила и окислители, открытые и малопригодные, как и поля орошения, в нашем суровом климате.

## Глава XXV. Московские опыты с искусственной аэрацией сточных вод 1914—1925 г.

Московские опыты, произведенные под руководством С. Н. Строганова, при ближайшем сотрудничестве Н. А. Базякиной и И. Г. Поварника, в течение 1914—1925 г.г., с очисткой сточных вод искусственной аэрацией, открывают совершенно новые перспективы в деле очистки сточных вод. Приводим выводы <sup>1)</sup> полученные ими после 13 лет опытной работы и изложенные в 17 положениях.

1. Активный ил может быть получен, хотя и медленно, из самой сточной жидкости путем ее аэрации при условии периодического выпуска части жидкости.

Осадок, выносимый из оросительных окислителей, представляет по существу ничто иное, как активный ил.

2. В нормально работающем аэротанке прирост активного ила подлежащий удалению, составляет от 0,3% до 1% от обработанной жидкости.

3. Активный ил легко отстаивается, но и легко взмучивается в жидкости, легко отдает воду при подсушивании на дренированных площадках, обладает слабым землистым запахом и представляет хорошее удобрительное вещество, так как содержит от 4% до 7% азота (N) от 2% до 3% фосфора ( $P_2O_5$ ) в легко усвояемой растениями форме.

4. Процессы очистки сильнеешим образом зависят в напряженности своего протекания от размера массы участвующего активного ила и, при условии достаточного снабжения воздухом, идут в зависимости от этой массы до 25—40% по отстаиванию в течение  $\frac{1}{2}$  часа.

5. Нормальной дозой ила в аэротанке, обеспечивающей наибольшую быстроту в очистке и не представляющей затруднений в отделении ила от очищенной жидкости, можно принять 25%, считая по объему ила, отстаивающегося в течение  $\frac{1}{2}$  часа.

<sup>1)</sup> Труды совещания по очистке сточных вод при Управлении Московского Коммунального Хозяйства, выпуски 3, 4, 5 и 6 за 1925 г. 316 стр., с рисунками Изд. М. К. Х.



6. В ходе процесса очистки путем аэрации резко выделяются две последовательно проявляющиеся фазы: 1) коагуляция; 2) нитрификация. Первая фаза дает осветление жидкости, вторая — окисление, получение незагниваемой жидкости и понижение содержания бактерий.

7. Первая фаза „коагуляция“ может быть применена в известных случаях, как удовлетворяющая операция (напр. только для осветления жидкости) или в качестве предварительной очистки с последующей ее обработкой на окислителях.

8. Влияние воздуха на ход процессов очистки жидкости и в первой и во второй фазах выражается очень резко, не говоря о его чисто механической роли в перемешивании очищаемой жидкости с активным илом в аэротанках. Малая скорость процесса наблюдаемая в большинстве иностранных установок зависит от слабой интенсивности дутья. Кроме того опыты показали, что в аэротанках далеко еще не достигнуты наиболее выгоднейшие условия для напряженного процесса, что наиболее целесообразной конструкцией в этом отношении являются искусственно аэрируемые биологические фильтры—„аэрофильтры“, в которых коэффициент использования воздуха и напряженность процесса очистки всего выше.

9. Для аэротанков „скорость процесса“ очистки, выражаемая убылью аммиачного азота, окисляемого за 1 час во второй фазе, при достаточном количестве ила, определяется „интенсивностью аэрации“, т.е. числом объемов воздуха, расходуемого на 1 объем жидкости в час. Для аэротанков с вдуванием воздуха связь между скоростью процесса ( $N$ ) и интенсивностью аэрации ( $V$ ) выражается эмпирической формулой:

$$\frac{N}{\sqrt{V}} = \text{const},$$

которая для Москвы = 2,58 для дозы ила в 50% и  $t$  от 9° до 26° Ц.

10. Продолжительность периода аэрации зависит от интенсивности дутья. При опытах расход воздуха для коагуляции в аэротанках был от 1 до 2 объемов жидкости в течение 15 мин. аэрации, в иностранных установках пользуются 2—4 объемами в течение 1—2 часов. Интенсивность дутья ( $V$ ) и период аэрации подбираются в зависимости от состава сточной жидкости и необходимой степени очистки. Для Московской сточной жидкости остановились на  $V = 9—10$  объемах воздуха в час при 4—5-часовом периоде аэрации ( $t$ ). Возможность изменения  $V$  и  $t$  представляет особенность аэротанков, которой не обладают другие биологические способы очистки.

11. При  $t$  от +9° до +30° Ц скорость процесса практически остается постоянной, при  $t + 5$  до +9° процесс идет, хотя и нормально, но с несколько пониженной скоростью, при  $t$  от +2° до +5° процесс идет с значительным замедлением.

12. Вопрос о необходимости дополнительной аэрации отработавшего ила на иностранных станциях не получила окон-

чательного решения. По Московским наблюдениям эта операция излишня.

13. Последующая аэрация с активным илом окончательно очищенной жидкости, содержащей значительное количество нитратов, приводит к уменьшению количества ила.

14. В случае недостаточной аэрации и полного прекращения дутья в жидкости с илом начинается процесс денитрификации с выделением газов, если это происходит во время отстаивания ила, то он всплывает, через 1—2 часа отстаивание может быть совершенно нарушено. При расчете размеров отстойника вертикальную скорость течения следует выдерживать около 0,5 мм/сек, иначе ил будет уноситься с жидкостью.

15. Помимо вдувания воздуха через дырчатые трубы или пористые пластинки, аэрация жидкости может быть достигнута также в оросительных фильтрах аэрофильтрах, они дают в течение нескольких минут тот же эффект очистки, какой в аэротанках достигается в течение нескольких часов.

16. Обработка излишне получающегося активного ила (1% от обработанного количества жидкости) с целью его удаления или использования в качестве удобрения, судя по опытам Америки, представляет задачу удачно, в экономическом отношении разрешенную применением фильтрования (вакуум фильтры, прессы и центрофуги) с последующей горячей сушкой. Ил сравнительно легко и без зловония подсушивается и на дренированных песчаных фильтрах. По своим удобрительным свойствам активный ил не уступает таким органическим тукам, как гуано, кровяная мука, не говоря уже о навозе.

17. Необходимыми контрольными приемами для наблюдения за ходом процесса следует считать помимо учета обрабатываемой жидкости:

а) измерение количества воздуха, б) измерение дозы ила (отстаивание 30 мин.), в) определение окисляемости для первой фазы процесса, г) определение аммиачного и нитратного азота для второй фазы процесса, д) определение загниваемости, е) определение относительной стойкости.

В настоящее время многие города С.-А. С. Штатов и Англии пользуются активным илом, напр. Мильвоки, Индианополис, Чикаго и др. в Англии: Шеффилд, Болтон, Ридинг, Уорчестер, Манчестер и др., в обоих странах существует сейчас свыше 40 действующих очистительных станций и около 50 опытных.

Аэротанки — это оригинальная конструкция выработанная американскими и английскими исследователями за последние 10—12 лет.

Аэрофильтры — усовершенствование обычных непрерывно действующих оросительных окислителей, явившиеся результатом московских опытов. В обыкновенные биологические фильтры производится искусственное вдувание воздуха; в то время когда в аэротанках воздух распределяется в жидкости, в аэрофиль-



трах жидкость распределяется в воздухе при расходе последнего примерно от 2—4 объемов на один объем жидкости.

Насколько аэрофильтры экономичнее остальных способов очистки указывает следующая сравнительная таблица, составленная инженером И. Г. Поварнинным.

## Глава XXVI. Стоимость постройки очистительных сооружений в Москве.

Таблица 70.

Сооружение на 12 000 м <sup>3</sup> в сутки для 125 000 жителей	Стоимость устр. в рублях	На 1 000 м <sup>3</sup> в сутки	На 1 жителя в рублях
Биологические оросит. окислители . . .	500 000	40 600	4,0
Аэротанки . . . . .	500 000	40 600	4,0
Аэрофильтры . . . . .	100 000	8 130	0,6
Поля фильтрации . . . . .	500 000	40 600	4,0

### Стоимость эксплуатации.

Таблица 71.

Способ очистки	Ежегодный расход в рублях	На 1 000 м <sup>3</sup> в рублях	На 1 жителя в рублях
Биологическая станция . . . . .	76 000	6 200	0,61
Аэротанки . . . . .	95 000	7 700	0,70
Аэрофильтры . . . . .	23 800	1 920	0,19
Поля фильтрации . . . . .	50 000	4 000	0,32

Капитализируя из 4% ежегодный расход и суммируя с затратами по устройству получаем:

Биологическая станция . . . . .	2 210 000 руб.
Аэротанки . . . . .	2 880 000 "
Поля фильтрации . . . . .	1 750 000 "
Аэрофильтры . . . . .	695 000 "

Цифры настолько убедительны, что не оставляют сомнений в том, что будущее принадлежит искусственной аэрации и притом очевидно аэрофильтрам москвичей. Они, надо полагать, произведут в очистке сточных вод такой же сдвиг, какой в очистке питьевой воды произвели американские скоростные фильтры, постепенно вытесняющие английские фильтры, требующие больших площадей и затрат. Естественные методы тут и там заменяются быстродействующими, искусственными, являющимися результатом многолетнего и совместного труда многих специалистов, нашедших, видимо верный путь в деле очистки сточных вод.

## Глава XXVII. Стоимость канализации по русским и заграничным данным.

### А. Стоимость городской канализации.

Приводим некоторые цифры стоимости как целых канализаций, так и отдельных частей их, но заранее должны оговориться, что они могут служить только в качестве ориентировочных для предварительных соображений, так как на эту стоимость влияет не только цена материалов, но и местные условия: качество грунта, глубина укладки труб, самотечная канализация или с перекачкой сточных вод, способ очистки их, длина загородного канала до места очистки сточных вод или их выпуска и т. д., словом такие факторы, которые учитываются в каждом отдельном случае.

а) Приводимая таблица, составленная быв. главным инженером московской канализации А. А. Семеновым, дает ценные указания стоимости канализации г. Москвы и ее отдельных частей, устроенной по раздельно-сплавной системе (см. табл. 72).

Стоимость эксплуатации, считая и ежегодные платежи по займам, обобщась Москве на 1 января 1913 г. в . . . . .	2 323 877 р.
Что составляет в год на человека . . . . .	3,23 к.
Или в год 100 ведер жидкости . . . . .	12,5 "
Доход за год составлял . . . . .	2 661 371 р.

#### Канализация г. Харькова.

Канализация г. Харькова, строящаяся в 1914 г., исчислена по проекту в сумме . . . . .	2 780 000 "
Ее эксплуатация в год . . . . .	91 170 "
Система канализации раздельная, расчетное число жителей . . . . .	600 000 чел.
Глубина заложения труб в среднем . . . . .	1 $\frac{1}{2}$ с.
" " коллекторов . . . . .	2,3—4,8 "

#### Канализация г. Пятигорска.

Очистка сточных вод — биологическая канализация г. Пятигорска по проекту проф. Н. К. Чицова, составленному в 1914 г., исчислена:

1. Сеть сточных каналов I и II очереди в . . . . .	1 075 000 р.
2. Очистная станция . . . . .	662 000 "
3. Сеть сточных каналов для ванн и дезинфекционных вод . . . . .	73 000 "
4. Технический надзор, непредв. расходы и пр. . . . .	181 000 "

---

Итого . . . . . 1 991 000 р.

Эксплуатация исчислена в год в сумме . . . . . 26 859 р.

Очистка—эммерские колодцы с биологической очисткой.



Таблица 72 соотношения расходов по канализации гор. Москвы (по 1914 г.)

(довоенные цены).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6*
№ по порядку	Наименование статей расходов	Район 1 очереди по отчетам на 1 января 1911 года в рублях	Район 2 очереди от границ города в рублях	Всего города в рублях	В % к общему расходу по г.р. 5 в круглых цифрах	На 1 жителя при расчетном населении в рублях	На 1 кв. саж. территории города (собств. сущн) в рублях	На 1 кв. саж. промышленных кварталов в рублях	На 1 кв. сточ. жид. при полном канализов. города и по графе 7	В % к общему расходу без земли, обоя и очистит. сооружений
1	Канализационная городская сеть.	3 022 645	10 988 000	14 010 645	24	Расчетное число жителей при- мерно 2 900 000 человек.	Лицевая сущн всего города по перевису 1912 г. в пределах городской черты (граница го- рода) 19 357 731 кв. саж.	Лицевая строительных кварта- лов для всего города, в преде- лах городской черты — 14 454 000 кв. саж.	Расчетное количество сточных вод 23 000 000 ведер в сутки.	60 10
2	Насосные станции . . . . .	614 182	1 945 000	2 559 182	4					
3	Загородный канал от города до места расположения очисти- тельных приспособлений . . . .	891 296	6 320 000	7 151 296	12					6
4	Приобретение земель для устрой- ства очистительных приспособо- ваний для сточных вод . . . . .	4 096 192	2 101 000	6 197 192	10					
5	Устройство очистительных при- способлений для сточных вод . .	1 911 779	10 412 000	12 323 779	21					
6	Устройство обводного парка для вывоза отбросов из канализи- рованных владений . . . . .	314 268	1 850 000	2 164 268	4					
7	Технический надзор . . . . .	1 267 336	4 096 950	5 364 286	9					8
8	Итого . . . . .	12 057 698	37 712 950	49 770 648	—					
	Реализация займа и уплата про- центов . . . . .	2 429 657	7 542 590	9 972 247	16					16
	Всего . . . . .	14 487 355	45 255 540	59 742 895	100	20,6	3,08	4,10	2,03	100
				круглым числом: 59 750 000						

Примечание. Графа 6\* дает соотношение стоимости без вывозки отбросов, без земли и для загородного канала в 2,5 версты (в Москве 15 в.), добавлена применительно к современным условиям, и в предположении лишь механической очистки (сита Риеша). Составитель справочника.

Мы не богаты статистическими данными по вопросам стоимости устройства канализаций, так как у нас канализированы лишь немногие города, например, Москва, Киев, Одесса, Ростов н/Дону, Харьков, Самара, Детское Село, Гатчина, Ялта, да отошедшие от нас Варшава и Рига. Ленинград приступил весной 1925 г. к постройке раздельной канализации и даст интересные цифры стоимости при очень трудных условиях работы в пльвуэне, при глубине укладки коллекторов до 7 м и сплошь с укреплением траншей шпунтом и с почти непрерывным водоотливом.

В противоположность нам за границей почти все города канализованы и имеют огромный цифровой материал стоимости, как целых сооружений, так и отдельных частей их.

б) В Германии при общесплавной системе для больших городов обозначались цифры стоимости всей канализации, распределенной на погонный метр длины сети от 30 до 100 немецких марок (в дов. время 1 марка = 47 к.) для 1928 г. 1 марка = 1 рублю.

Именно для г. Мюнхена — 97 мар. Для Франкфурта н/М. — 62 мар.

„	Кельна	— 71	„	„	Майнца	— 68	„
„	Гамбурга	— 69	„	„	Нюрнберга	— 33	„

Для средних и малых городов эти цифры меньше, но редко ниже 20 марок. Если атмосферные воды спускают с поверхности непосредственно в реку, то стоимость одной хозяйственной канализации будет 50—60% стоимости общесплавной.

В общем там принимается стоимость общесплавной канализации на каждого жителя (дов. цены):

для больших городов	в среднем	40 мар.
„ средних	„	30 „
„ малых	„	20 „

Эти данные хорошо совпадают с московскими, где при 2 900 000 жит. согласно приведенной выше таблице, стоимость на одного жителя оказалась в 20 руб. 60 коп. (дов. цена), т.-е. очень близкой к 40 мар. (дов. цена). Пятигорск с расчетным числом жителей в 130 000 дает 15 руб. на человека или 32 мар.

в) Стоимость общесплавной и хозяйственной сетей получим из сообщения Гердберга, который высчитал стоимость сети для гор. Норденрей в 420 000 мар. для общесплавной системы при длине сети в 14 км и 190 000 мар. для одной хозяйственной сети. Для города Пошпот при 20 км сети соответственно 470 000 мар. и 220 000 м, для одного города на Везере в 460 000 мар. и 280 000 м.

Общесплавная система без перекачки вод дешевле раздельной, т.-е. имеющей две сети — хозяйственную и ливневую вот, например, для гор. Бунцлау (15 000 жителей) первая посчитана в 608 000 м, а вторая 640 000 м. Если это справедливо для самотечной канализации, то перекачка вод меняет соотношение, так как даже при ливнеспусках приходится перекачивать часть ливневых вод, отчего станция обходится дорого и не используется круглый год. Сравнительный расчет указывает выгодность той или другой системы.



2) Единичные цены. Сообщаемые ниже данные дадут известные рамки и критерий для проверки составленных смет на единичные работы.

В Дрездене при глубине до подошвы канала в 4,0 м в благоприятном грунте для штампованных на месте работ бетонных коллекторов эллиптического сечения получилась стоимость при ширине  $B$  канала внизу.

Таблица 73.

$B$ . . . . .	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6 м
За 1 м . . . . .	130	140	152	167	187	210	235 мар.

В Вене при хорошем грунте также для набивного бетона оvoidального сечения получилась стоимость при разных высотах сечения.

Таблица 74.

Высота . . . . .	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80 м
Стоим. за 1 м . . .	27,70	32,90	38,45	44,40	50,75	57,45 мар.
С облицовкой . . .	35,0	40,95	47,60	53,05	59,87	65,70 "

Железо-бетонные круглые трубы в Штетине фр. борт парход стоили за 1 м.

Таблица 75.

Диам. . . . .	0,2	0,25	0,3	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60 м
Стоим. . . . .	2,0	2,7	3,5	4,3	5,0	5,5	6,5	7,5	8,5 мар.
Диам. . . . .	0,7	0,8	0,9	1,0	0,6	0,9	0,7	1,05	— м
Стоим. . . . .	11,0	13,0	15,5	18,0	12,5	—	15,5	—	— мар.

Круглые керамиковые трубы с укладкой и колодцами обогались в Ганновере.

Таблица 76.

Диаметр . . . . .	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60 м
За 1 м . . . . .	23,20	33,70	35,50	38,10	39,90	51,10	52,20	54,50 "

Единичные цены для круглых керамиковых труб с различной толщиной стенок установились в Германии до войны нижеследующие:

Таблица 77.

Диам. .	0,1	0,125	0,150	0,175	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40 м
Цена фр. завод.	0,83—1,5	1,15—1,8	1,35—2,25	1,75—2,7	2—3,3	2,7—4,5	4—6	5,75	6,39—9,5
Диам. .	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	1,0 м
Цена фр. завод.	3,35—12,5	10,65—16	13,35—20	16—24	18,5—27,5	22—32,5	26—36	32—40	60 м

Таблица 78 стоимости сети протяжения ее для русских и польских городов.

Название города	Система канализации	Материал для сети		Стоимости в рублях	Протяженные сети в пог. саж.	Имя составителя проекта
		Для плавного коллектора	Для второстепен. коллекторов			
Варшава . . . . .	Общеславянская	Кирпич	Керамик	8 500 000	180 260	Линдлей
Самара . . . . .		"	"	1 900 000	19 387	Линдлей
Рязань . . . . .		"	"	1 059 000	10 890	Линдлей
Москва . . . . .		"	"	1 747 200	130 000	А. Семенов и инженер
Ростов н/Д. . . . .	Неполная раздельная система	бетон	керамик и бетон	1 150 000	43 168	П. Ф. Горбачев Д. С. Черкес
Харьков . . . . .		кирпич	керамик	—	—	
Екатеринославль		ж. бетон	керамик и бетон	1 450 000	40 545	П. Ф. Горбачев
Казань . . . . .		кирпич	керамик	1 747 000	34 450	А. К. Енш
Саратов . . . . .		"	"	800 000	12 500	П. К.
Нахичевань . . . . .		"	"	736 000	19 010	П. Ф. Горбачев
Пермь . . . . .		"	"	820 000	17 900	А. П. Ширяев
Полтава . . . . .		"	бетон	630 000	15 750	К. Г. Грибоедов
Астрахань . . . . .		Сист. Шона	бетон	3 108 000	78 750	Н. К. Чижов
Пятигорск . . . . .		неполн. разд.	—	575 000	20 033	Н. К. Чижов
Ленинград . . . . .	раздельная	ж. бетон	{ керам. — хоз. — бетон — ливн. —	строится с 1925 г.	Н. К. Чижов	
Тула . . . . .	"	кирпич	керамик	строится с 1927 г.	Водоканал	
Мягск . . . . .	"	—	"			

Таблица 79 стоимости сети на жителя и гектар для русских и иностранных городов.

Название города	Система канализации	Стоимость канализ. сети и ее сооружений в рублях			
		На пог. метр прот. сети	На гектар канализ. площади	На жителя	
Берлин . . . . .	Общеславянская	36,66	30,00	—	
Висбаден . . . . .		28,00	31,00	5 330	
Гамбург . . . . .		43,00	22,00	3 080	
Дрезден . . . . .		42,00	31,00	4 207	
Кельн . . . . .		35,00	28,00	6 360	
Мюнхен . . . . .		54,00	35,00	6 683	
Париж . . . . .		40,00	29,00	—	
Бармен . . . . .		42,00	—	—	
Амстердам . . . . .		Сист. Лерпура	—	12,00	—
Радом . . . . .		Общесл.	46,00	—	—
Самара . . . . .	"	46,00	21,68	—	
Москва . . . . .	"	42,00	20,35	—	
Казань . . . . .	Неполн. раздельная	23,80	11,65	5 250	
Ростов н/Д. . . . .		24,56	—	—	
Екатеринославль		сплавная	35,80	—	—
Харьков . . . . .		система	25,90	—	—
Астрахань . . . . .	Неп. разд.	19,00	22,14	—	



**Трубы керамиковые и фасонные части к ним.**

(Цены 1928 г. оптовые в рублях франко—завод Павлов Посад).

Таблица 80

**а) Трубы канализационные глазурованные.**

Вн. диам. трубы		Вес одной трубы		Цены в рублях			Примечание
мм	дм.	кг	фн.	За пог. метр	За пог. саж.	За штуку	
100	4	11,47	28	1,82	3,88	1,29	1) Полная длина трубы = 0,711 м = 1 арш. 2) Трубы глазурованные для дренажа с дырочками на 15% дороже.
125	5	13,10	32	2,22	4,74	1,58	
150	6	18,35	45	2,75	5,87	1,96	
200	8	24,57	60	4,13	8,82	2,94	
250	10	35,22	86	5,50	11,73	3,91	
300	12	49,14	120	7,48	15,96	5,32	
400	16	59,95	146	11,54	24,63	8,21	
450	18	86,82	212	16,73	35,70	11,90	

Таблица 81.

**б) Фасонные части к ним**

(Цены в рублях за штуку).

Диаметр	мм	100	125	150	200	250	300	400	450
	д.	4	5	6	8	10	12	16	18
Колена . . . . .		1,94	2,37	2,93	4,41	5,87	7,98	12,32	17,85
Переходы и тройники с короткими отрезками . . . . .		2,58	3,16	3,91	5,88	7,82	10,64	16,42	23,80
Тройники с длинными отрезками, крестовины и рефлекторы . . . . .		3,88	4,74	5,87	8,82	11,73	15,96	24,63	35,70

Наконец стоимость содержания сети городской канализации выявилась в Берлине в 0,17 мар. на душу населения, для города Бреслау в 0,20 мар., для г. Касселя также 0,20 мар. на душу в год. Очень высоким оказывается расход г. Парижа, где пришлось на жителя по 1 мар. в 1899 г. при 2 600 000 жителей.

**Б. Стоимость канализационного оборудования домов.**

Для ориентировочного определения стоимости оборудования вновь строящихся домов можно пользоваться нижеприведенной таблицей. Для всех приборов считаны подводные и отводные трубы до стояков при нормальном расстоянии, а сами приборы в полном сборе, т.-е. с кранами водосливами, спусками, сифонами и ревизиями, итоги округлены. Цены

1928 г. Как организационные расходы, так и прибыль в случае производства работ подрядным способом не включены. Их следует принять по 10%, а всего 20% от приведенной в таблице себестоимости.

Таблица 82 себестоимости оборудования.

№№ по порядку	Наименование оборудования	Руб.	Коп.
1	Чугунная эмалированная ванна . . . . .	145	—
2	Железная угольная или дровяная колонка с душем и смесителем . . . . .	194	—
3	Газовая нагревательная колонка русской системы или автомат проф. Юнкера дающие 1 ведро в мин. воды в 35° Ц . . . . .	210	—
4	Змеевик в кухонной плите для нагревания воды . . . . .	18	—
5	Ватерклозет в полном сборе . . . . .	72	—
6	Раковина чугунная в кухне . . . . .	42	—
7	Умывальник фаянсовый . . . . .	65	—
8	Мойка для посуды . . . . .	81	—
9	Одночный писсуар . . . . .	37	—
10	Писсуар желоб длиной 800 мм . . . . .	18	—
11	Клепаный бак на 125 л на балках для нескольких умывальников . . . . .	45	—

Что касается домово́й сети труб, то последние расцениваются отдельно, с погонного метра труб каждого диаметра.

Таблица 83 стоимости уложенных внутри здания труб и в земле.

№№ по порядку	Наименование труб и размеры	Руб.	Коп.
1	Железных оц. труб внутри здания с укладкой и фасонными частями:		
	за пог. м диаметром $\frac{1}{2}$ " . . . . .	2	75
	" " " " $\frac{3}{4}$ " . . . . .	3	20
	" " " " 1" . . . . .	4	90
	" " " " $1\frac{1}{4}$ " . . . . .	5	80
	" " " " $1\frac{1}{2}$ " . . . . .	8	30
2	Железных черных труб для вентиляционной или газовой сети:		
	за пог. м диаметром $\frac{1}{2}$ " . . . . .	2	50
	" " " " $\frac{3}{4}$ " . . . . .	2	80
	" " " " 1" . . . . .	4	40
	" " " " $1\frac{1}{4}$ " . . . . .	5	10
	" " " " $1\frac{1}{2}$ " . . . . .	7	30
3	Чугунных канализационных труб внутри здания, легкого веса:		
	за пог. м диаметром 2" . . . . .	4	35
	" " " " 3" . . . . .	6	55
	" " " " 4" . . . . .	8	35
4	Чугунных труб тяжелого веса в земле для дворовой сети:		
	за пог. м диаметром 3" . . . . .	12	35
	" " " " 4" . . . . .	15	65
	" " " " 5" . . . . .	19	—
	" " " " 6" . . . . .	22	—



**Примечание.** Соединительной части жел. труб включены в погонаж в количестве 57% от стоимости самих труб, чугунные фасонные части и ревизии надо посчитать особо или прибавить на их стоимость и установку к итогу сметы на сеть чугунных труб около 25—30% от их стоимости по этой таблице для кирпичных зданий и от 100% для железобетонных перекрытий, имеющих балки и колонны и требующих подвески отводов.

Для приближенных быстрых подсчетов стоимости домового оборудования, канализационного и водопроводного, при современной схеме экономной планировки квартир в 2 и 3 комнаты с кухней, можно пользоваться нижеследующими данными.

1. Квартира имеет водопровод, ванну с колонкой, ватер-клозет, раковину и умывальник, все оборудование, включая все приборы и все три сети, с квартирой . . . . .	800 руб.
2. Тоже, включая дворовую сеть средней величины с квартиры . . . . .	1 000 "
3. Тоже, что в 1-м пункте, но без ванной, с квартиры . . . . .	500 "
4. Тоже, что в 1-м пункте, но без ванны и умывальника, с квартиры . . . . .	400 "

Рабочее Бюро Жилищно-Строительного Комитета (Москва) сообщает, что стоимость специальных работ муниципального строительства 1927 г. определилась на 1 куб. саж. постройки в следующих цифрах:

	Р. К.
1. а) отопление и вытяжная вентиляция . . . . .	20.55
б) водовод и в тоннелях и котельной . . . . .	5.84
2. а) водопровод и канализация внутри зданий (финтазы и раковины) . . . . .	5.48
б) то же с умывальниками . . . . .	6.80
в) дворовая канализация . . . . .	1.69
г) дворовый водопровод . . . . .	1.06
д) поливочный " . . . . .	— .04
е) оборудование как в п. „б“ с дровяной колонной . . . . .	16.23
ж) газопровод без сводов и счетчиков (плиты) . . . . .	6.04
з) то же и газовые колонки . . . . .	14.12
и) освещение . . . . .	3.50

В указанные пены не вошли стоимости здания котельной и тоннелей, стоимости же оборудования котельной и проч. включены. Для перехода на 1 куб. м постройки надо поделить указанные стоимости на 9,71.

**Новейшая русская литература по канализации.**

1. В. П. И в а н о в, проф. Одесского Политехникума. Канализация населенных мест. Одесса, 1926 г.
  2. О н ж е. Рабочее жилищное строительство. Планировка, водоснабжение и канализация, 1924 г.
  3. К а л л е н б е р г, О. Домовые водопровод, канализация и газовые установки. Гостехиздат. Москва, 1927 г.
  4. У а р р е н. Канализация отдельно стоящих владений. Гостехиздат. Москва, 1928 г.
  5. Н. Д. Д о б р о х о т о в. „Бетонные трубы“ Вестник инж., 1924 г.
  6. А. Н. Б у д н и к о в. Журнал Ленинградского Губоткомхоза „Вопросы Коммунального Хозяйства“. Апрель, 1925 г. „О применении бетонных труб для канализации“.
  7. О н ж е. Журналы: „Вопросы Коммунального Хозяйства“. Декабрь, 1925 г. „Урочное Положение и канализация“.
  8. О н ж е. Санитарная Техника № 3 за 1927 г. „Урочное Положение и канализация“.
  9. Д а н и л о в, П. А. Канализация и очистка сточных вод. Москва, 1926 г.
  10. Б у д н и к о в, А. Н. Канализация городов и очистка сточных вод. Гостехиздат. 1928 г.
  11. Б а х. Очистка сточных вод. Перевод с нем. под ред. проф. Н. К. Чижова. Гостехиздат. Москва, 1928 г.
- Труды XII, XIII и XIV Водопроводных и С. Т. Съездов 1925 и 1927 г. г.





	СТР.
3) Винокурение . . . . .	16
4) Крахмальное производство . . . . .	—
5) Писчебумажное " . . . . .	—
6) Шелкоткацкое и шелкокракисильное производство . . . . .	—
7) Шерстомойни . . . . .	17
8) Кожевниное производство . . . . .	—
9) Котельное хозяйство . . . . .	—
10) Охлаждение водой . . . . .	—
§ 7. Умягчение воды цеолитом, известково-содовым способом, комбинированный способ . . . . .	18
<b>Глава IV.</b> Очистка воды . . . . .	21
§ 8. Английские или медленные фильтры . . . . .	—
§ 9. Нормальные правила работы медленных фильтров . . . . .	23
§ 10. Отстаивание воды . . . . .	25
§ 11. Коагулирование воды . . . . .	26
а) Растворение глинозема, таблицы . . . . .	—
б) Количество . . . . .	27
в) Прибавка извести " к мягкой " воде, таблицы . . . . .	29
§ 12. Американские фильтры . . . . .	—
§ 13. Предварительные фильтры . . . . .	32
§ 14. Промывка песка . . . . .	33
<b>Глава V.</b> Дезинфекция воды . . . . .	—
§ 15. Озонирование . . . . .	—
А. Результаты озонирования и техника процесса . . . . .	—
Б. Анкетный лист . . . . .	35
В. Стоимость озонирования . . . . .	37
Г. Область применения озонирования . . . . .	—
§ 16. Хлорирование воды . . . . .	38
А. Хлоратор Орнштейна . . . . .	—
Б. Стоимость хлорирования . . . . .	40
§ 17. Обезжелезивание воды . . . . .	—
<b>Глава VI.</b> Выбор системы очистки воды . . . . .	41
§ 18. Ориентировочная таблица для выбора системы фильтрации . . . . .	—
§ 19. Стоимость очистки воды . . . . .	43
§ 20. Типовая инструкция врачам при лаборатории городского водопровода . . . . .	—
<b>Глава VII.</b> Расход воды . . . . .	46
§ 21. Пожарный расход воды . . . . .	—
§ 22. Наиболее выгодные диаметры труб . . . . .	—
§ 23. Промышленный расход воды . . . . .	50
§ 24. Расчет пожарных струй . . . . .	—
<b>Глава VIII.</b> Правила устройства спринклерных сооружений, ухода и надзора за ними . . . . .	51



	Стр.
Глава IX. Сбор воды с речных и озерных водоприемников . . .	55
Глава X. Определение дебета подземных вод . . . . .	60
§ 25. Определение количества грунтовых вод . . . . .	—
§ 26. Определение количества артезианских вод . . . . .	61
§ 27. Разведочное бурение при исследовании грунтовых вод .	63
а) Список принадлежностей для буровых работ . . . .	64
б) Буровой журнал . . . . .	65
Глава XI. Расчет водопроводных труб и сети . . . . .	—
§ 28. Формула для расчета потерь напора в водопроводных трубах и их сравнение при выборе (по В. Г. Лобачеву) .	—
а) Классификация формул . . . . .	66
б) Характеристика групп . . . . .	67
§ 29. Сравнительная таблица наиболее известных формул (двадцати четырех авторов) и область их применения .	68
Сравнительная таблица потерь напора, вычисленных по формулам 12-ти авторов для скоростей 0,5—1,0—1,5 м/сек и диаметров 0,05; 0,30 и 1,0 м . . . . .	76
§ 30. Расчет водопроводных труб и сетей с помощью таблиц .	77
Глава XII. Сортамент чугунных труб . . . . .	97
§ 31. Трубы с раструбными соединениями . . . . .	—
§ 32. Трубы с фланцевыми соединениями . . . . .	98
§ 33. Фасонные чугунные части . . . . .	99
§ 34. Формулы для определения размеров чугунных труб и фасонные части нормального сортамента . . . . .	112
§ 35. Нормальные технич. условия изготовления и приемки чугунных водопроводных труб и фасонных частей . .	113
Глава XIII. Автогенная сварка . . . . .	116
§ 36. Область применения, расход газов и стоимость . . . .	—
§ 37. Правила устройства, обслуживания и установки ацетиленовых аппаратов и хранения карбида кальция . .	118
Глава XIV. Водопроводные трубы из других материалов . . . .	121
§ 38. Веса и размеры железных труб с раструбами . . . .	—
§ 39. Бетонные и железобетонные трубы . . . . .	—
§ 40. Этернитовые трубы . . . . .	122
§ 41. Деревянные трубы . . . . .	123
Глава XV. Чистка водопроводных труб от налетов и ржавчины	128
Глава XVI. Водонапорные башни и резервуары . . . . .	130
§ 42. Плоскостонные баки и баки со сферическим дном . . .	131
§ 43. Баки системы Интце и их размеры . . . . .	132
§ 44. Оборудование водонапорной башни . . . . .	134
Таблица (№ 47) емкости резервуаров с плоским дном диаметром от 10 до 36 м . . . . .	135
Глава XVII. Домовые водопроводы . . . . .	136
§ 45. Московские практические нормы для диаметров труб домовой сети . . . . .	—

	СТР.
§ 46. Правила устройства домашней сети . . . . .	137
§ 47. Железные оцинкованные трубы . . . . .	139
§ 48. Свинцовые обыкновенные трубы и трубы с оловянной рубашкой внутри . . . . .	143
§ 49. Обработка и установка свинцовых труб . . . . .	145
§ 50. Цинковые трубы . . . . .	147
§ 51. Установки горячей воды в домах . . . . .	151
§ 52. Данные для расчета установки горячей воды в до- мах . . . . .	154
а) Схемы . . . . .	—
б) Сеть трубопроводов . . . . .	155
в) Количество горячей воды для разных надобностей . . . . .	—
г) Температура горячей воды . . . . .	157
д) Поверхность нагрева котлов . . . . .	158
е) Расчет расширителя и труб . . . . .	159
§ 53. Монтаж домашней сети водопровода . . . . .	166
§ 54. Образцы платежной ведомости, описи работ и табеля при водопроводно-канализационных работах . . . . .	170
§ 55. Правила устройства домашних водопроводов . . . . .	174
§ 56. Условия присоединения домашних водопроводов к город- скому водопроводу . . . . .	176
Глава XVIII. Водомеры . . . . .	178
§ 57. Системы и размеры водомеров . . . . .	—
а) Крыльчатые . . . . .	—
б) Дисковые . . . . .	—
в) Поршневые . . . . .	—
г) Водомеры Вольтмана . . . . .	181
§ 58. Выбор калибра скоростного водомера по допускаемой потере напора в сети с помощью диаграмм . . . . .	—
§ 59. Отсчет показаний водомеров различных систем: Сименса Гальске, Мейнке, Либерта и др. . . . .	185
Ведомость ремонта и осмотра водомеров . . . . .	189
Глава XIX. Двигатели и насосы насосных станций . . . . .	190
§ 60. Эксплуатационные расходы . . . . .	—
§ 61. Характеристика двигателей и насосов . . . . .	—
Группа I. Поршневые и скальчатые насосы . . . . .	191
" II. Горизонтальные паровые насосы с махови- ками и расширением пара . . . . .	—
" III. Горизонтальные насосы без маховика . . . . .	—
" IV. Вертикальные паровые насосы прямого дей- ствия без маховиков . . . . .	193
" V. Вертикальные насосы с маховиками и рас- ширением пара . . . . .	—
" VI. Насосы приводные . . . . .	—
" VII. " паровые для артезианских скважин . . . . .	—
" VIII. " " приводные " " " . . . . .	—



	СТР.
Таблица № 69 расхода пара турбинами де Лавалья . . .	194
” № 70 ” ” ” Парсонса . . .	—
” № 71 ” ” и угля одноцилиндровыми паровыми машинами . . . . .	—
” № 72 расхода пара и угля паровыми маши- нами с конденсацией . . . . .	195
” № 73 расхода пара стационарными локо- мобилями . . . . .	—
” № 74 расхода пара стационарными сдвоен- ными локомобилями и перегретым паром	—
” № 75 расхода антрацита газовсасывающими моторами . . . . .	196
” № 76 расхода моторами, работающими на светильном газе . . . . .	—
” № 77 расхода нефти Дизель-моторами . . . .	—
№.№ 78—81 размеров двигателей Дизеля от 16 до 800 сил. Одноцилиндровыми, двух, трех и четырехцилиндровыми . . . . .	—
§ 62. Площадь помещения насосных станций при разных типах оборудования . . . . .	198
Глава XX. Неисправная работа центробежных насосов и способы ее устранения . . . . .	—
Глава XXI. Турбонасосы . . . . .	200
Глава XXII. Электронасосы . . . . .	202
Таблицы размеров центробежных насосов . . . . .	205
Глава XXIII. Паровой насос Вортингтона . . . . .	211
§ 63. Описание насоса . . . . .	—
Таблица размеров и производительности насосов Вор- тингтона нормального типа . . . . .	213
Глава XXIV. Технические условия на поставку топлива для насос- ных станций . . . . .	230
§ 64. Технические условия на поставку дров . . . . .	—
§ 65. ” ” ” ” ” каменного угля . . . . .	232
а) Правила набора проб каменных углей и коксов для лабораторного испытания . . . . .	235
§ 66. Нефть и продукты перегонки . . . . .	236
Глава XXV. Ориентировочная таблица для выбора рода двига- телей и насосов . . . . .	238
Глава XXVI. Способы подъема воды для специальных случаев и для сельского водоснабжения . . . . .	239
§ 67. Подъем воды сжатым воздухом (эрлифты) . . . . .	—
§ 68. Гидравлический таран . . . . .	240
а) Таблица производительности таранов . . . . .	—
б) Расчет производительности гидравлического тарана . . . . .	241

	СТР.
Глава XXVII. Ветряные двигатели . . . . .	244
Таблицы мощности . . . . .	245
Глава XXVIII. Пельтон-моторы . . . . .	246
Таблица напоров и производительности . . . . .	248
"    размеров и веса . . . . .	250
Глава XXIX. Приложения . . . . .	251
Правила о порядке составления и утверждения смет на строительные работы . . . . .	—
Стоимость водопроводов . . . . .	257
Сдача водопроводных работ с подряда и содержание договора . . . . .	260
Организации Управления водопроводов . . . . .	265
Главное Управление Коммунального Хозяйства (ГУКХ— НКВД) . . . . .	266
Порядок утверждения проекта водопровода . . . . .	267
Типовая таблица (№ 104) для отчета по эксплуатации водопровода . . . . .	268
Таблица (№ 105) расхода воды при скоростях течения от 0,10 до 5,0 м для диаметров от 0,008 до 1,0 м . . . . .	271
Таблица (№ 106) пятых степеней чисел от 0,01 до 1,25 и от 1 до 125 . . . . .	272
Таблица (№ 107) для быстрого подсчета мощности насосов по поднятой воде . . . . .	273
Переводная таблица (№ 108) лошадиных сил в кило- ватты и обратно . . . . .	274
Таблица (№ 109) емкости цилиндрических баков с плоским дном . . . . .	275
Таблица (№ 110) весов квадр. метра листового железа . . . . .	—
Таблица (№ 111) " " " разных металлов . . . . .	276
Таблица (№ 112) значений скорости $V = \sqrt{2gh}$ . . . . .	—
Таблица (№ 113) перевода литров в сек. в м в мин., в куб. м в час и куб. м в сутки . . . . .	277
Таблица (№ 114) перевода ведер в литры и обратно . . . . .	278
Новейшая русская литература по водопроводу . . . . .	279
Список трестов, изготовляющих водопроводные при- наджности и трубы . . . . .	280

## Часть II. Канализация.

Глава I. Основные положения для составления проектов кана- лизации . . . . .	281
§ 1. Основные данные для составления проекта . . . . .	—
А. Статистические данные . . . . .	—
Б. Данные санитарного обследования . . . . .	282
В. Геологические данные . . . . .	—



	стр.
	стр.
	282
	284
	—
	—
§ 2.	—
А. Основные положения для составления проекта . . . . .	—
Б. Эскизный проект . . . . .	285
В. Строительный проект . . . . .	—
§ 3.	286
Расчетные данные для составления проекта . . . . .	286
Количество сточной воды, коэф. неравномерности, формулы, расчетные периоды, глубины, уклоны . . . . .	—
Глава II.	288
Изыскания и подготовительные работы . . . . .	288
§ 4.	—
Необходимые планы и наблюдения над уровнем грунтовых и речных вод . . . . .	—
§ 5.	290
Хозяйственные воды и экскременты — количество, наибольший и наименьший расходы . . . . .	290
§ 6.	292
Состав сточных вод . . . . .	292
§ 7.	293
Количество человеческих экскрементов . . . . .	293
§ 8.	—
Фабричные и заводские воды . . . . .	—
§ 9.	294
Расходы воды в банях: суточные колебания и часовые . . . . .	294
Глава III.	297
Атмосферные воды . . . . .	297
§ 10.	—
Количество вод . . . . .	—
§ 11.	299
Воды, спускаемые по ливневой сети: конденсационные и др. . . . .	299
§ 12.	300
Коэффициенты застройки . . . . .	300
§ 13.	302
Коэффициент замедления стока . . . . .	302
§ 14.	303
Степень наполнения ливневых каналов . . . . .	303
§ 15.	—
Пределы скорости протока ливневых вод . . . . .	—
§ 16.	304
Скорость и расход воды при разных степенях наполнения каналов . . . . .	304
Глава IV.	305
Канализационная сеть . . . . .	305
§ 17.	—
Общее расположение канализационной сети . . . . .	—
§ 18.	307
Глубина укладки каналов . . . . .	307
§ 19.	308
Наименьшая глубина заложения уличных магистралей . . . . .	308
§ 20.	310
Скорость течения вод в каналах и уклоны последних . . . . .	310
§ 21.	312
Рациональные сечения каналов . . . . .	312
Глава V.	313
Формула для расчета каналов и напорных коллекторов . . . . .	313
§ 22.	—
Оценка формул . . . . .	—
§ 23.	317
Выбор формулы для расчета сечений каналов ливневой сети . . . . .	317
§ 24.	318
Наименьшая и наибольшая скорости течения . . . . .	318
§ 25.	319
Наименьший уклон каналов . . . . .	319
§ 26.	320
Вентиляция сети . . . . .	320
§ 27.	321
Грунтовая и ключевая вода . . . . .	321
Глава VI.	322
Расчет сети . . . . .	322
§ 28.	—
Графический способ расчета сети . . . . .	—

	СТР.
§ 29. Логарифмически-графические таблицы для расчета сети . . . . .	325
§ 30. Расчет сечений с помощью диаграмм . . . . .	328
§ 31. Расчет труб канализац. с помощью числовых таблиц . . . . .	336
§ 32. Нахождение при любом уклоне расхода и скорости для круглого и оvoidального сечений по числовым таблицам, составленным для уклонов 1 : 100 . . . . .	346
Глава VII. Материалы для каналов . . . . .	352
§ 33. Толщина стенок, прочность и нагрузка . . . . .	—
§ 34. Кирпичные каналы . . . . .	354
§ 35. Каналы из тесаного камня . . . . .	355
§ 36. Каналы из бутовой плиты . . . . .	—
§ 37. Бетонные трубы и каналы: состав, толщина стенок, вес труб и колодцев, изготовление . . . . .	356
§ 38. Железобетонные трубы . . . . .	362
§ 39. Камнедробилки для приготовления щебня, идущего в бетон . . . . .	—
§ 40. Технические условия для испытания бетонных (железобетонных) труб и пробные нагрузки . . . . .	363
§ 41. Характеристика бетонных труб и каналов . . . . .	367
§ 42. Изолирующие средства . . . . .	368
§ 43. Керамиковые трубы, их соединение . . . . .	369
§ 44. Нормальный метрич. сортамент каменно-керамических канализационных труб и фасонных частей . . . . .	373
А. Таблицы . . . . .	—
В. Нормальные технические условия на изготовление и приемку каменно-керамических глазурированных канализационных труб и фасонных частей . . . . .	379
§ 45. Чугунные и железные трубы . . . . .	381
§ 46. Нормальный сортамент чугуных канализационных труб и фасонных частей: пояснение и таблицы . . . . .	383
§ 47. Асфальтовые трубы . . . . .	401
§ 48. Дренажные гончарные трубы . . . . .	402
§ 49. Свинцовые трубы . . . . .	—
§ 50. Цинковые трубы . . . . .	—
§ 50 <sup>1</sup> . Деревянные трубы . . . . .	403
Глава VIII. Колодцы и шахты канализационной сети . . . . .	—
§ 51. Смотровые колодцы . . . . .	404
§ 52. Дождеприемники . . . . .	405
§ 53. Промывочные колодцы . . . . .	406
§ 54. Узловые . . . . .	408
§ 55. Перепадные . . . . .	—
§ 56. Ламповые . . . . .	—
§ 57. Снеговые шахты . . . . .	409
§ 58. Домовые и контрольные колодцы . . . . .	—
§ 59. Входные шахты (парадные входы) . . . . .	410
Глава IX. Инструкция старшим производителям работ по постройке канализации . . . . .	—



	СТР.
Глава X. Механизация канализационных работ . . . . .	412
А) Рытье траншей машинами . . . . .	—
Б) Крепление траншей забиркой и шпунтом . . . . .	413
В) Механический водоотлив . . . . .	—
Г) Механическая засыпка . . . . .	414
Д) Трамбовочная машина . . . . .	—
Е) Вытаскивание свай . . . . .	—
Ж) Заводское изготовление труб . . . . .	—
З) Опускание труб . . . . .	415
Глава XI. Технические условия на работы по постройке канализации . . . . .	—
А. Земляные работы . . . . .	—
Б. Прокладка труб . . . . .	417
В. Установка колодцев . . . . .	420
Г. Крепление траншей . . . . .	421
Д. Основание под трубы . . . . .	—
Е. Водоотлив . . . . .	—
Ж. Бетонные части, набиваемые на месте работ. . . . .	—
З. Мостовые и тротуарные работы . . . . .	422
И. Приемка и обмер работ . . . . .	—
К. Крепление траншей забиркой и шпунтом: практические указания . . . . .	423
Л. Визирки (обноски) и пользование ими . . . . .	424
Глава XII. Технические условия на мостовые работы . . . . .	—
Глава XIII. Инструмент и приспособления, употребляемые при сооружении канализации и сроки их изнашивания . . . . .	428
Глава XIV. Правила устройства домовых канализаций (XII В. и С.-Г. Съезда 1922 г.) . . . . .	432
I. Номенклатура канализационных труб . . . . .	—
II. Устройство сети . . . . .	—
III. Приемники сточных вод . . . . .	440
IV. Планы и чертежи . . . . .	446
Глава XV. Материал канализационных труб домовой сети: чугунные, свинцовые трубы . . . . .	447
Глава XVI. Расчет дворовой канализации: формулы и таблицы . . . . .	450
Глава XVII. Монтаж и приемка домовой канализации . . . . .	454
§ 60. Обработка и уплотнение соединений и укрепление труб . . . . .	—
§ 61. Приемка готовой канализационной сети . . . . .	456
§ 62. Укрепление труб . . . . .	457
§ 63. Сточные воды, разрешенные к отводу . . . . .	458
Глава XVIII. Насосные канализационные станции . . . . .	459
Глава XIX. Очистка городских и промышленных сточных вод . . . . .	461
§ 64. Доклады на последнем XIV В. и С.-Г. Съезде 1927 г. и постановления Съезда . . . . .	—

	§ 65. Домовые и промышленные сточные воды, домовые стоки, скотобоен, больниц, промышленные воды, степень загрязнения . . . . .	463
	§ 66. Разжижение сточных вод . . . . .	464
Глава XX.	Способы очистки сточных вод . . . . .	465
	§ 67. Механическая очистка . . . . .	466
	А. Песколовки . . . . .	468
	Б. Бассейны и колодцы разные . . . . .	—
	В. Эмшерские колодцы . . . . .	—
	Г. Решетки и сита . . . . .	470
	§ 68. Химическая очистка: известь, сернокислый алюминий, ил . . . . .	472
	§ 69. Поля орошения . . . . .	475
	§ 70. Периодическая фильтрация . . . . .	476
	§ 71. Биологическая очистка . . . . .	—
Глава XXI.	Основные положения для проектирования, устройства и эксплуатации сооружений для биологической очистки . . . . .	478
	Раздел I. Поля орошения и поля фильтрации . . . . .	—
	А. Проектирование и устройство полей . . . . .	—
	Б. Эксплуатация полей орошения и полей фильтрации . . . . .	482
	Раздел II. Очистительные биологические станции . . . . .	483
	А. Проектирование и устройство . . . . .	484
	Б. Эксплуатация биологических станций . . . . .	490
	Раздел III. Контроль действия очистительных сооружений . . . . .	491
Глава XXII.	Положение о нормах чистоты сточных вод, допускаемых к спуску в водоемы с территорий городов, фабрик и населенных мест . . . . .	492
	Раздел I. Цель издания и территория действия норм . . . . .	—
	Раздел II. Общие нормы для сточных вод . . . . .	493
	Раздел III. Время действия норм, порядок их изменения или отступления от них . . . . .	494
	Раздел IV. Надзор за выполнением норм . . . . .	—
Глава XXIII.	Ил сточных вод . . . . .	495
Глава XXIV.	Активный ил . . . . .	496
Глава XXV.	Московские опыты с искусственной аэрацией сточных вод: аэротанки, аэрофильтры . . . . .	496
Глава XXVI.	Стоимость постройки очистительных сооружений в Москве . . . . .	501
Глава XXVII.	Стоимость канализации по русским и иностранным данным . . . . .	502
	А. Городская канализация . . . . .	—
	Б. Домовая канализация . . . . .	—
Приложение.	Графические таблицы I--IV.	



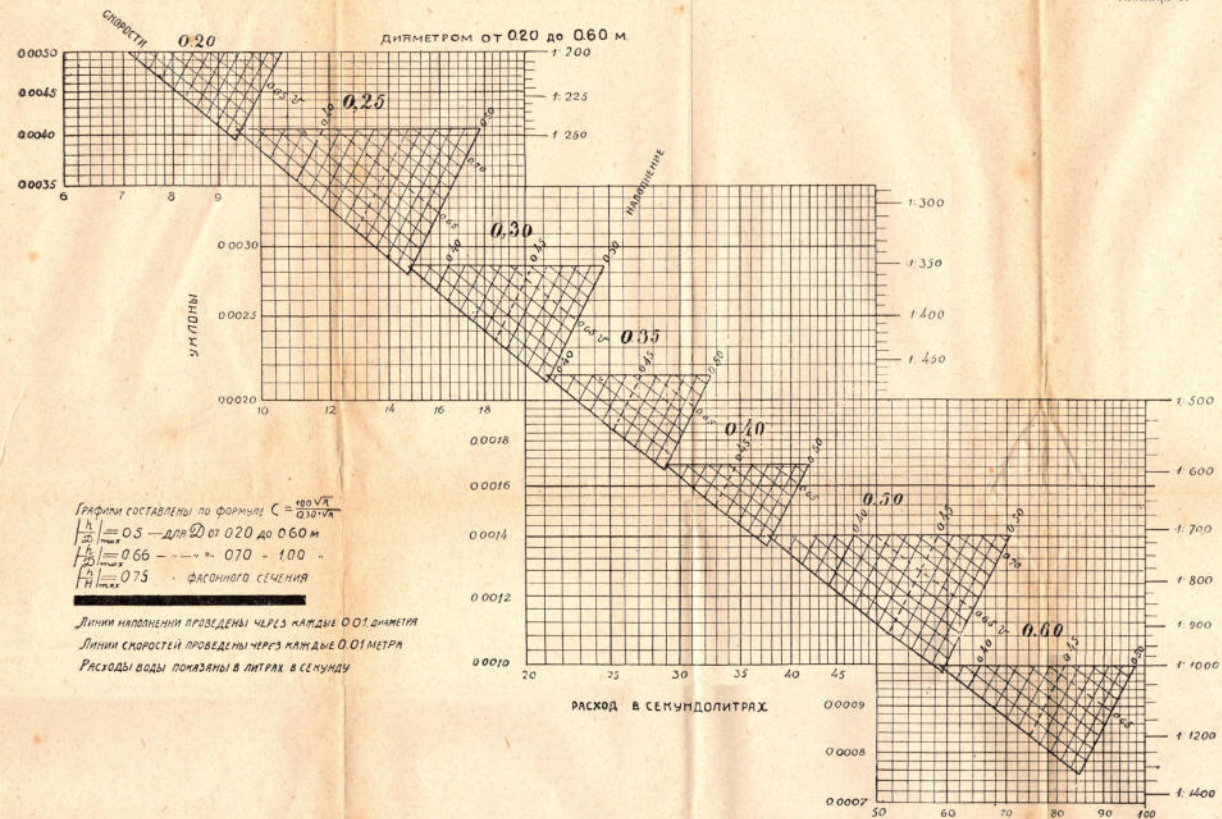


Таблица II.

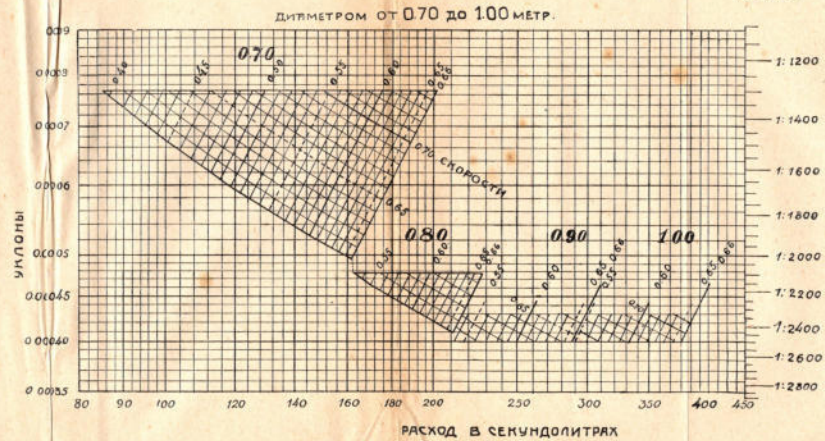


Таблица III.

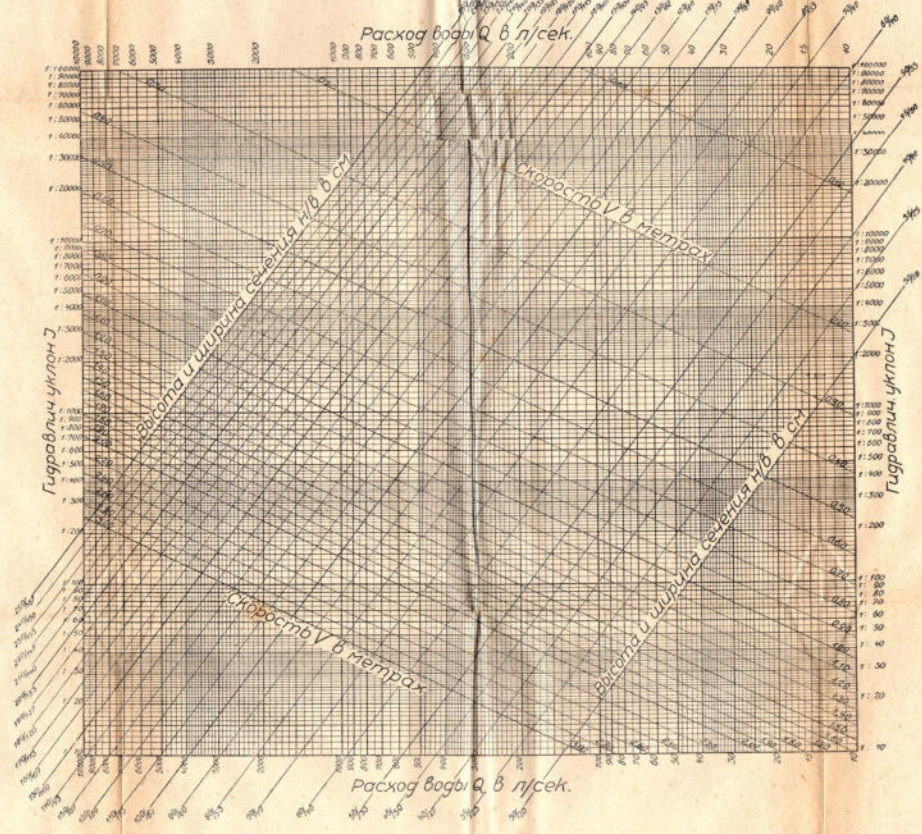
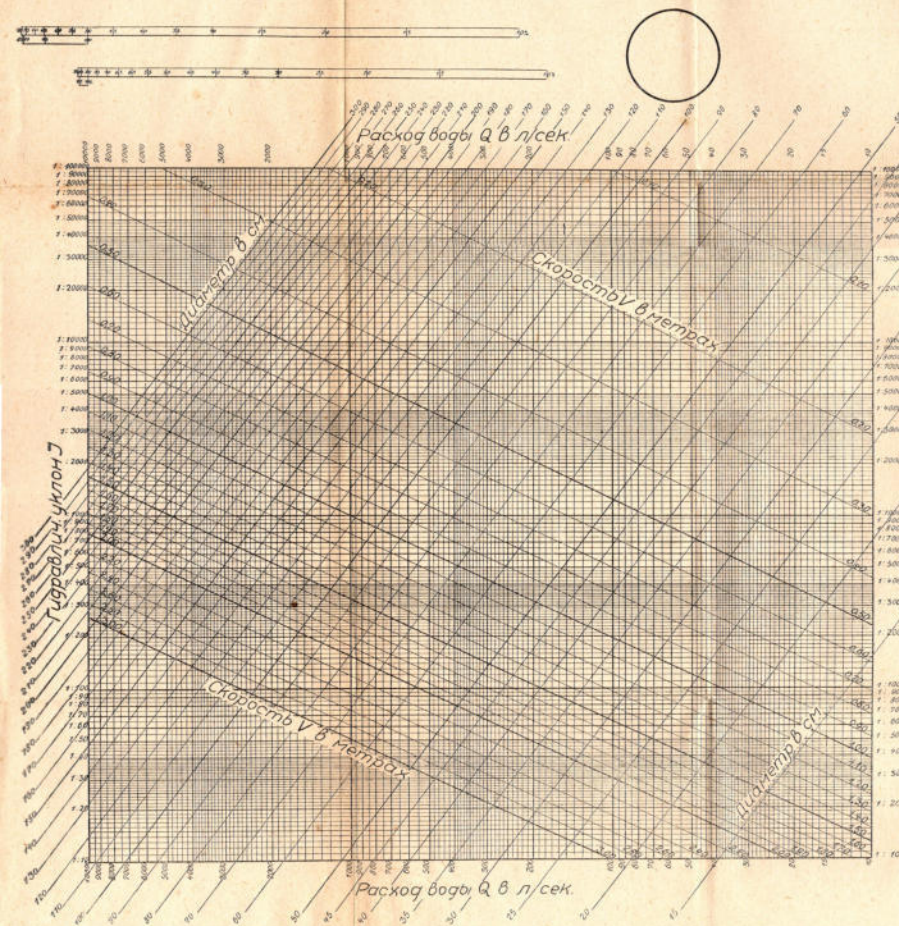
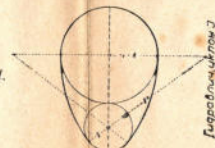
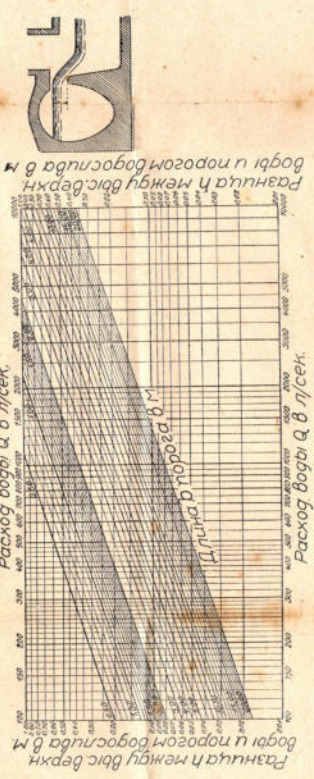


Таблица IV.





# Государственное Техническое Издательство.

Москва, Центр, Ильинка, Юшков пер., д. 4. Тел. 2-56-34.

---

---

- Ляхтин, Н. К.**, проф. и **Кашкаров, Н. А.**, проф. Железобетон. Ч. II Расчет элементов железобетонных конструкций. Осевое сжатие и растяжение. Изгиб. Внецентренное сжатие и растяжение. Скручивание. М. 1926 г. Изд. 2-е, дополн. 120 стр. 84 рис. Ц. 2 р. 30 к. Госуд. Учен. Сов. допущено в качестве пособия для ВТУЗ'ов.
- Их же.** Железобетон. Ч. III. Основания расчета железобетонных сооружений. Железобетонные плиты с перекрестной арматурой. Безбалочные покрытия. Неразрезные балки. Рамные конструкции. Основание расчета железобетонных сводов. Общие указания для определения действия внешних сил на плиты и балки. Своды цилиндрические и купольные. Резервуары, водонапорные башни и силоса. Дымовые трубы. Железобетонное судостроение. Примеры расчета. М. 1926 г. Изд. 2-е. 132 стр. 99 рис. Ц. 2 р. Госуд. Учен. Сов. допущено в качестве пособия для ВТУЗ'ов.
- Линк, Е.** Построение профиля плотин. Пособие для инженеров, техников и студентов. Пер. с нем. инж. М. Мосткова. Под ред. инж. В. Крыльникова. М. 1927 г. 40 стр. 33 рис. Ц. 65 к.
- Мостовский, Ан.**, инж. Пособие для практических занятий по динамике. Краткое изложение теории и применение ее к решению задач технического характера. М. 1926 г. 52 стр. 37 рис. Ц. 70 к.
- Овсянников, В. Ф.**, проф. Детальная разбивка дорожных закруглений. Пособие для техников и учащихся. М. 1925 г. 24 стр. 16 рис. Ц. 50 к.
- Орлов, М. М.**, проф. Лесная вспомогательная книжка для таксации и тех. расчетов. М. 1928 г. Изд. 6-е, перераб. и перечисл. на метрич. систему. 824 стр. 100 табл. Ц. 6 р. 50 к. в папке.
- Павлов, Б. П.**, инж. Основы строительной механики плоских систем. Статически определяемые системы. М. 1928 г. 96 стр. 70 рис. Ц. 1 р. 50 к. Госуд. Учен. Сов. допущено в качестве пособия для ВТУЗ'ов.
- Падлер, Г.**, инж. Расчеты по железобетону. Практическое руководство с 45 подробно разработ. примерами расчета, 41 табл. и 79 черт. Пер. с нем. инж. С. М. Сурис и С. Е. Фрид. М. 1927 г. 184 стр. Ц. 2 р. 85 к.
- Передерий, Г. П.**, проф. Курс железобетонных мостов. М. 1925 г. Изд. 3-е. 520 стр. 625 рис. Ц. 6 р. 50 к.
- Подольский, И. С.**, проф. Строительная механика. Часть I. Сопrotивление материалов. М. 1924 г. 1035 стр. 672 рис. Ц. 9 р.
- Его же.** Расчет железобетонных конструкций. Сборник примеров расчета и таблиц. М. 1928 г. 144 стр. 62 рис. Ц. 2 р. 20 к., в папке 2 р. 60 к.



- Потоцкий, М. И.**, инж. Сельское водоснабжение. Пособие для инженеров, техников, агрономов, студентов и врачей. М. 1925 г. Изд. 2-е. 40 стр. 19 рис. Ц. 65 к.
- Рашиш и Гельдель**, инж-ры. Таблицы по железобетону для определения плит и балок при любой нагрузке с учетом собственного веса. Пер. с нем. инж. Б. М. Михеева. М. 1928 г. 72 стр. 40 рис. Ц. 50 к.
- Ресле, К.** Железобетон. Пер. с нем., перераб. под ред. А. И. Дыховичного. М. 1927 г. 264 стр. 80 рис. Ц. 85 к.
- Стрелецкий, Н. С.**, проф. Разводные мосты. Основы проектировки и расчета. М. 1924 г. 312 стр. 201 рис. и атлас на 14 листах. Ц. 5 р. 50 к.
- Соколов, П. П.**, проф. Номография. Теория и практика построения график для быстрых технических расчетов. Пособие для инженеров, техников и студентов. М. 1925 г. 88 стр. 115 рис. и атлас. Ц. 1 р. 70 к.
- Технические условия на производство строительных работ.** Утверждено Президиумом Моск. Губернского Исполнительного Комитета 28 августа 1925 г. М. 1927 г. 144 стр. 57 рис. Ц. 1 р. 50 к. в папке.
- Федорович, О. М.**, проф. Каменные работы. М. 1923 г. 276 стр. 284 рис. Ц. 3 р. 40 к.
- Худяков, П. К.**, проф. Геометрический метод исследования упругой линии согнутой балки. Б. 1923 г. 130 стр. 70 рис. Ц. 1 р. 10 к.
- Его же.** Задачник по сопротивлению материалов. (Из практики русского строительства). М. 1925 г. 225 стр. 145 рис. Ц. 3 р.
- Его же.** Как рассчитывают на крепость части машин и сооружений. Курс сопротивления материалов без высшей математики, с решенными задачами из области машиностроения, инженерного дела и жилищно-строительной практики. Ч. I и II. М. 1927 г. Изд. 2-е. 408 стр. 256 рис. Ц. 5 р. 60 к.
- Его же.** Роль и значение техники в жизни культурных народов. М. 1925 г. 56 стр. Ц. 50 к.
- Четвериков, С. С.**, инж. Научная организация производства в практике оборудования завода в современных условиях. М. 1925 г. 52 стр. 44 рис. Ц. 50 к.
- Щекин, П. А.**, инж. Практическое иллюстрированное урочное положение. Пособие - справочник при составлении и проверке смет и исполнении работ по постройке камен., деревянных и смешанных зданий и ремонту их. М. 1925 г. 408 стр. 445 рис. Ц. 7 р. 50 к. в папке.
- Шваб, В.**, инж. Канализация, очистка зданий и устройство уборных. Пер. с нем. под ред. инж. А. Н. Будникова. М. 1927 г. 168 стр. 92 рис. Ц. 60 к.
- Эйгель, Е. Л.**, инж. п. с. Теория движения речных потоков Креутера и ее применение в технике. Пособие для инженеров, техников и студентов при проектировании гидротехнических сооружений. Под ред. проф. Ф. Е. Максименко. М. 1926 г. 76 стр. 36 рис. Ц. 1 р. 50 к.

- Цекометр. УРОЧНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ** для строительных работ в метрических и русских мерах (офиц. издание), в переплете. М. 1928 г. Изд. 2-е, исправл. XXIV+336 стр. Ц. 4 р. 50 к.
- Рошефор, Н. И. ИЛЛЮСТРИРОВАННОЕ УРОЧНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.** Пособие при составлении и проверке смет, проектировании и исполнении работ. Перечисленное на метрич. меры, с исправл., дополн. в обработке и под общей ред. проф. С. М. Герольского. Ч. I. М. 1928 г. Изд. 11-е. XX+324 стр. 534 рис. Ц. 5 р. 50 к. в папке, в кол. перепл. Ц. 5 р. 75 к.
- Его же. ИЛЛЮСТРИРОВАННОЕ УРОЧНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ** на общестроительные работы. Ч. II. М. 1928 г. 356 стр. 371 рис. Ц. 6 р. в папке.
- То же. Ч. III—ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ** к иллюстрированному урочному положению на специальные работы. Отопление, вентиляция, водопровод, канализация и электромонтаж. М. 1928 г. 368 стр. 349 рис. Ц. 6 р. 50 к. в папке.
- М. М. К. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ПЕРЕВОДА** русских мер в метрические и обратно. М. 1928 г. Изд. 9-е. 64 стр. Ц. 30 к.
- ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ВЗАИМНОГО ПЕРЕВОДА** цен русских и метрических мер. М. 1925 г. 64 стр. Ц. 40 к. Допущено Междувед. Метрич. Комиссией.
- О'Рурк, инж. ТАБЛИЦЫ УМНОЖЕНИЯ** (карманный справочник). Незаменимое пособие в отношении быстроты вычислений при технических, коммерческих и валютных расчетах. М. 1928 г. Изд. 11-е. 514 стр. Ц. 2 р. 50 к. папке.

**Техническая книга** (около 15.000 названий) доставляется ПОЧТОВОЙ ЭКСПЕДИЦИЕЙ при книжном магазине Гостехиздата № 2 быстро и аккуратно. При заказе свыше 5 руб. пересылка за счет Издательства. Обращаться по адресу: Москва, 9. Петровка, 15, тел. 7-67-05, 5-96-72. Каталог высылается по получении двух десятикопеечных марок.

## „ГОСТЕХИЗДАТ“

Правление:	Москва, Центр, Ильинка, Юшков пер., 4.	Тел. { 2-56-34. 4-32-90.
Редакция отд.:	„ „ „ „ „ „ „	5-02-92.
Торговый отдел:	„ „ „ „ „ „ „	5-72-12.
Бухгалтерия:	„ „ „ „ „ „ „	3-13-81.
Склад:	„ „ „ Покровка, 28.	4-91-28.

### КНИЖНЫЕ МАГАЗИНЫ:

#### Москва.

- Тверская, 25, тел. 5-58-47.  
Петровка, 10, тел. 1-95-34.  
Разгуляй, 38/2, тел. 1-95-51.  
Мясницкая, 1-6, тел. 4-39-09.  
Арбат, 6, тел. 5-44-69.

#### Ленинград.

- 25, пр. Володарского, 59 (уг. пр. 25 Октября), тел. 498-83.  
Центр, пр. 25 Октября, д. 24, тел. 169-37.

#### Харьков.

- Улица 1-го Мая, 8, тел. 1-01.

#### Киев.

- Ул. Воровского, 35, тел. 37-08.

#### Н.-Новгород.

- Ул. Свердлова, 19, тел. 22-14.

#### Свердловск.

- Улица Ив. Малышева, 58-а, тел. 14-38.



Цена 5 руб. 50 коп

Папка 35 коп.

## „ГОСТЕХИЗДАТ“

П У А В Л Е Н И Е:	Москва, Центр, Ильинка, Юшков пер., д. 4,	тел. 2-56-34, 4-32-90.
Редакционный отдел:	„ „ „ „ „ „ „ „	5-02-92.
Торговый отдел:	„ „ „ „ „ „ „ „	3-72-12.
Бухгалтерия:	„ „ „ „ „ „ „ „	3-13-31.
Склад:	„ „ Покровка, д. 28,	4-91-28.

### КНИЖНЫЕ МАГАЗИНЫ:

**МОСКВА.** Тверская, 25, тел. 5-58-47.  
Петровка, 10, тел. 1-95-34.  
Разгуляй, 38/2, тел. 1-95-51.  
Мясницкая, 1-6, тел. 4-39-09.  
Арбат, 6, тел. 5-44-69.

**ЛЕНИНГРАД.** 25, просп. Володарского, 58  
(ул. пр. 25 Октября), тел. 498-83.  
Центр, пр. 25 Октября, 24, тел. 169-37.

**ХАРЬКОВ.** Улица 1-го Мая, 8, тел. 1-01.

**КИЕВ.** Улица Ворожского, 35, тел. 37-08.

**Н.-НОВГОРОД.** Улица Свердлова, 19,  
тел. 22-14.

**СВЕРДЛОВСК.** Ул. Ив. Мамышева, 58-а,  
тел. 14-38.

### П о с т а в л е н и е Г о с т е х и з д а т а в о т д е л е н и я х Г И З ' а :

**ВОЛОГДА.** Площадь Свободы.  
**ВОРСЖ.** Пр. Революции, 1-й дом  
Совета.  
**ВЯТКА.** Ул. Ленина, 88.  
**ДНЕПРОПЕТРОВСК** (б. Екатеринослав)  
Пр. Карла Маркса, 57 и 151.  
**КРАСНОДАР.** Куйбиская, 35.  
**ЛЕНИНСК.** Советская, 41.  
**ОДЕССА.** Ул. Ласяля, 27.

**ОРЕЛ.** Ленинская, 26.  
**ПЕНЗА.** Интернациональная, 39/43.  
**РОСТОВ-на-ДОНУ.** Ул. Энгельса, 90.  
**САРАТОВ.** Ул. Республики, 30/4.  
**СИМФЕРОПОЛЬ.** Ул. Троцкого.  
**СМОЛЕНСК.** Б. Советская, 12.  
**СТАЛИНГРАД.** Московская, 15.  
**ТФИЛИС.** Пр. Руставели, 34.  
**ЯРОСЛАВЛЬ.** Ленин Социализма, 6