ПРОФ. Н. И. ФАЛЬКОВСКИЙ

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

1938

ГОССТРОЙИЗДАТ

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
20	21 сверху	накатом	канатом	Ред.
96	4 снизу	и резервуарного	и резервного	Тип.
368	10 сверху	$F = \overline{K\Delta t}$	$F = \frac{Q}{K\Delta t}$	
368	11 снизу	15—2	15—20	Ред.
369	22 сверху	900—000	900—1000	Тип.

Зак. № 687. Фальковский.

БРИГИНЖЕНЕР
ПРОФ. Н. И. ФАЛЬКОВСКИЙ

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

ВОДОПРОВОД
КАНАЛИЗАЦИЯ
ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ
ГАЗ

ПРИ УЧАСТИИ
ИНЖ. И. П. СВЕШНИКОВА

УТВЕРЖДЕНО ГУУЗ НКТП В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНИКА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВТУЗОВ

Проверено 1993
ДИИТ
БИБЛИОТЕКА
инв. № 10553

Цена 8 руб., пер. 1 р. 50 к.
С—52-5-2

1938

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА ЛЕНИНГРАД

Редактор инж. А. И. Казмин-Балашов.
Технический редактор В. С. Дахнов.
Рецензенты: доц. А. В. Кастальский.
инж. Б. С. Тикунов.

Книга является учебником для строительных втузов. В соответствии с программой в ней освещаются вопросы, касающиеся устройства, расчета и проектирования водопровода и канализации в жилых зданиях и производственных цехах. Специальные разделы посвящены устройству снабжения горячей водой и газом. В отличие от прежних изданий значительное место уделяется водопроводам и канализации производственных цехов. Приводятся необходимые сведения по проектированию, строительству и эксплоатации водопроводных и канализационных систем. Описывается устройство дворовой и внутриквартальной водопроводных и канализационных сетей, а также сообщаются необходимые сведения о поливочных водопроводах, об устройстве фонтанов. Вкратце освещаются вопросы внутренних водостоков и канализации мусора.

Развивающееся у нас строительство высоких зданий получило в книге отражение в описании устройства водоснабжения для небоскребов (с использованием американского опыта). При этом особенно подробно освещен вопрос, касающийся пневматических систем.

Книга рассчитана на студентов строительных втузов и может служить руководством для инженеров и техников санитарно-технической и строительной специальности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие.	6
Введение	
Краткий исторический обзор	7
Часть первая. Общие нормативы	
Глава 1. Нормы водопотребления и водоотведение.	15
Глава 2. Трубы и арматура.	18
Чугунные трубы и части водопроводной сети	—
Стальные трубы и части . .	21
Трубы из разных материалов .	25
Водопроводная арматура .	27
Трубы и части канализационной сети	35
Часть вторая. Водоснабжение	
Глава 3. Вводы . .	40
Присоединение к сети	—
Схема вводов . .	45
Уличные колодцы	46
Диаметры вводов	48
Глава 4. Внутренняя водопроводная сеть.	49
Внутренние сети цехов и зданий .	—
Дворовая и внутриквартальная сеть	51
Схемы внутренней сети . .	52
Запасные резервуары (баки)	59
Емкость запасного бака .	66
Глава 5. Расчет внутренней сети.	69
Одновременность действия и эквивалентность приборов	—
Предварительное определение диаметра труб	73
Расчетный расход воды . .	76
Определение потери напора	83
Глава 6. Подъем воды	87
Центробежные насосы	—
Насосные станции и их монтаж	94
Глава 7. Пневматическое водоснабжение	98
Теория пневматического водоснабжения	—
Сравнение водонапорного бака и гидропневматического котла	103
Конструктивные детали	104
Автоматическое водоснабжение	105
Глава 8. Противопожарные системы.	109
Противопожарное водоснабжение .	—
Спринклерное оборудование	116
Дренчерное оборудование	119
Глава 9. Особые виды водоснабжения.	121
Водоснабжение многоэтажных зданий .	—
Временные и поливочные водопроводы .	128

Стр.
Водоразборы 130
Фонтаны 132
Глава 10. Отпуск и учет воды 138
Отпуск воды . . . —
Скоростные водомеры 139
Объемные водомеры 143
Водомеры Вольтмана 146
Водомеры Вентури . . . 148
Водомеры для горячей воды 150

Часть третья. Канализация

Глава 11. Системы и схемы канализации 153
Сточные воды и системы канализации зданий —
Схема канализации цехов и зданий . 154
Глава 12. Канализационная сеть. 158
Внутренняя сеть . —
Каналы и колодцы 159
Вытяжные трубы . . . 162
Дворовая и внутриквартальная сеть 163
Глава 13. Основания расчета канализационной сети 165
Общие условия движения сточных вод . —
Уклон каналов и трубопроводов 166
Движение жидкости в стояках 170
Диаметры внутренней сети . 172
Глава 14. Вентиляция 175
Сифоны . . . . . —
Давление в канализационной сети 179
Глава 15. Санитарные приемники 181
Классификация приемников . —
Ватерклозетные чаши —
Промывные приборы 186
Уборные 191
Писсуары . 197
Умывальники 200
Ванны и нагревательные приборы 206
Души 213
Раковины и мойки 215
Жироуловители и бензиноотделители 217
Трапы и решетки 221
Медицинские санитарные приборы 222
Глава 16. Особые виды канализования. 226
Подъем сточной жидкости . . —
Канализование высоких зданий . . . 233
Канализование подтопляемых зданий 236
Водостоки зданий . 238
Канализация мусора 245

Часть четвертая. Проектирование. Строительство. Эксплоатация.

Глава 17. Проектирование 249
Основные материалы . . . —
Проектирование водопроводов 250
Проектирование канализации . 256
Глава 18. Примеры оборудования некоторых цехов и зданий. 270
Производственные цеха . —
Бани и бассейны 279
Прачечные 287
Гаражи . . 289
Лаборатории 291
Фабрики-кухни 293
Глава 19. Производство работ . . 295
Работы по цеховым и домовым вводам . . . . . —
Прокладка дворовой и внутриквартально-канализационной сети 301
Горизонтальное бурение 303

Стр.

Водоснабжение и канализация при передвижке зданий 305
Прокладка трубопровода внутри зданий —
Организация и производство работ 310
Инструменты и станки 312
Техника безопасности 318

Глава 20. Испытание сетей 321
Испытание водопроводной сети . —
Испытание канализационной сети . 322

Глава 21. Эксплоатация водопровода и канализации 327
Дефекты внутренней сети —
Борьба с шумом . . . 328
Воздушная пробка и вантузы 330
Гидравлический удар . . 332
Утечка воды и борьба с нею 333
Замерзание трубопроводов 336
Ремонт поврежденных труб 340
Особенности эксплоатации канализации 341

Инж. И. П. Свешников

Часть пятая. Снабжение горячей водой и газом

Глава 22. Приготовление горячей воды 345
Местные установки —
Котлы 349
Нагрев воды паром . . . 351
Нагрев воды другими способами . 358

Глава 23. Основы расчета систем горячего водоснабжения 362
Основные данные . . . —
Расчет нагревательных установок . 366
Расчет трубопроводов горячей воды 376

Глава 24. Газоснабжение зданий 387
Газ и уличная сеть —
Домовая сеть . . 389
Газовые приборы и горелки 391
Расчет газопроводов 394

Приложения I. Стоимость внутреннего оборудования 401
II — IV. Таблицы 407
V — Выдержки из правил 409
Литература и источники 413

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для современного промышленного и гражданского строительства весьма важно рациональное решение всего комплекса вопросов санитарно-технического оборудования: водоснабжения, канализации водостоков, мусоропроводов, подачи горячей воды, газопроводов. Между тем исчерпывающих материалов для решения этих вопросов нет. Многое в санитарной технике цехов и зданий нуждается в дальнейшей теоретической и практической разработке.

Еще в 1931 г. IV Всесоюзный съезд по вопросам водоснабжения и санитарной техники признал, что перестройка техники санитарно-технического оборудования зданий имеет актуальнейшее значение и наметил конкретные предложения. С тех пор сделано немало, но главным образом в расчетно-теоретической части. Что касается ряда практических вопросов (типы и стандарты приборов и приемников, арматуры и т. д.), то они пока находятся в стадии разработки различными организациями.

В таких условиях в учебнике возможно осветить только часть новейших материалов, да и то с оговорками, поскольку ко времени сдачи книги в набор материалы еще не были утверждены правительственными органами. Включив их в настоящую книгу, автор стремился по возможности показать общее направление развития санитарно-технического оборудования у нас и в передовых в технико-экономическом отношении капиталистических странах.

Учебные цели книги и ее объем не давали возможности осветить все вопросы с достаточной полнотой. Предполагается, что дополнительное освещение этих вопросов студенты смогут получить на лекциях и почерпнуть из специальной литературы.

Обязательный курс санитарно-технического оборудования зданий читается в высших технических учебных заведениях строительной специальности на факультете водоснабжения и канализации. В соответствии с нормальной программой этого факультета и написана настоящая книга. Она также может найти применение и на других факультетах и во втузах, где читается подобный курс.

Основной упор в книге сделан на вопросы водоснабжения и канализации цехов и зданий. В ней получили отражение и другие мелкие потребители воды — поливочные водопроводы, водоразборы, фонтаны. Применительно к программе освещаются водостоки, а также мусоропроводы зданий.

Современное водоснабжение зданий предусматривает подачу холодной и горячей воды. Ввиду того что в этой области имеется много общего с отоплением, в книге затронута лишь та часть вопросов, которая относится к водоснабжению зданий. Этот раздел и имеющий с ним тесную связь вопрос о газопроводах (стр. 345—400) составлен инж. И. П. Свешниковым с ориентировкой на соответствующие книги проф. Ф. И. Экмана с его любезного разрешения.

Проф. Н. Фальковский

ВВЕДЕНИЕ

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Водоснабжение и отведение воды из отдельных зданий при помощи трубопроводов осуществлялось еще в древнем Египте, Вавилоне, Ассирии, Греции, Риме. Эти устройства главным образом встречались в дворцах фараонов и царей, в храмах, а впоследствии и в некоторых других зданиях (бани и пр.), сбслуживавших господствующие классы указанных стран. В одном храме вблизи Мемфиса (построен около 2 500 лет до н. э.) обнаружен водопровод длиною около 400 *м* [1].

В храме Захуре обнаружены приемники для использования жертвенных и других сточных вод. Приемники выполнялись в виде каменных подносов в медной оправе, причем в центре их помещались на цепочке медные конические пробки. Сточная жидкость из приемников стекала в желоба и затем поступала в систему трубопроводов, размещенных под полом.

Трубы были изготовлены из кованой листовой меди толщиной в 1,4 *мм* и имели диаметр в 47 *мм*. Швы шириной в 26 *мм* выполнялись в накладку без спайки и ввиду их неплотности укладывались в желоба шириной в 200 *мм* с последующей заливкой гипсовым раствором [2].

Особый интерес представляет канализация дворца Саргона в Хорсабаде. Здесь приемники устроены заподлицо с полом из каменных плит размером 0,9×0,9×0,3 *м* с круглым отверстием в 0,6 *м* в центре. Сточная жидкость и твердые отбросы из колодца диаметром в 0,25 *м* и глубиной в 1,6 *м* попадали по крутому наклонному каналу длиной около 2,5 *м* в главный канал шириной понизу в 1,1 *м* и высотой 1,4 *м*.

Здесь же найдены и уборные. Круглое очко устроено в большом камне, лежащем на уровне пола. Нечистоты падали в колодец глубиной в 1,1 *м*, откуда по наклонному каналу сечением 0,16×0,29 *м* сползали в вымощенную яму, перекрытую куполом.

Ванные помещения в Ассирии имелись еще в XIV веке до н. э. (найдены в развалинах дворца в Ассуре). В раскопках более поздних сооружений они встречались неоднократно. Технические опыт и навыки в области водоснабжения и канализации Египта и Ассиро-Вавилонии были восприняты греками и персами.

В древней Греции уже около 1 500–1 000 лет до н. э., как показывают раскопки, имелись колодцы для водоснабжения и каналы для отведения атмосферных и хозяйственных вод. В Тиринфском „кремле" найдена ванная комната. Пол ее перекрыт плитой известняка 4×3×0,7 *м*, имеющей уклон к желобу. Желоб выполнен из обожженной глины в виде отдельных звеньев длиной по 0,7 *м* [3].

Остатки канализационной системы обнаружены в Микенах, на Крите и в ряде других мест.

В Афинах в VI веке до н. э. был сооружен тоннель с водопроводным каналом, подводившим воду к отдельным колодцам в городе.

С V—IV веков водопроводы, скрытые в земле (в целях военной безопасности), и каналы для спуска сточных вод устраиваются во многих городах Греции.

Вода подводилась к отдельным потребителям, например баням, гимназиям (физкультурные учреждения), где имелись мраморные умывальные корыта, ванны, уборные.

В древнем Риме после захватнических войн на награбленные средства строятся мощные водопроводы. Вначале они под греческим влиянием осуществлялись подземными. С усилением Рима и развитием техники увеличивается длина акведуков, снижается уклон

---

[1] Даннеман Ф., История естествознания, т. I, 1932.
[2] Strell, Die Abwasser in ihrer geschichtlichen Entwicklung, 1913.
[3] Cuhl u. Koner, Leben der Griechen und Römer, 1893, стр. 16.

каналов и повышается подъем воды в городе. При акведуках появляются иногда несколовки и отстойники; известны были и песчаные фильтры [1].

Водопроводное сооружение заканчивалось в городе большими распределительными резервуарами (кастелами), которые обеспечивали запас воды для колодцев и фонтанов для терм (горячих бань), купален и для частных владений. Для снабжения водой морского флота и терм устраиваются мощные запасные резервуары (писцины).

Вода из общественных резервуаров подводилась к частным фонтанам и бассейнам с изливом в течение круглых суток. С этой целью применялись гончарные и свинцовые трубы. На последних имелись соединения типа фитингов и запорные краны. Во времена Секста Юлия Фронтина (40—103 г. н. э.) в Риме имелось 9 водопроводов [2].

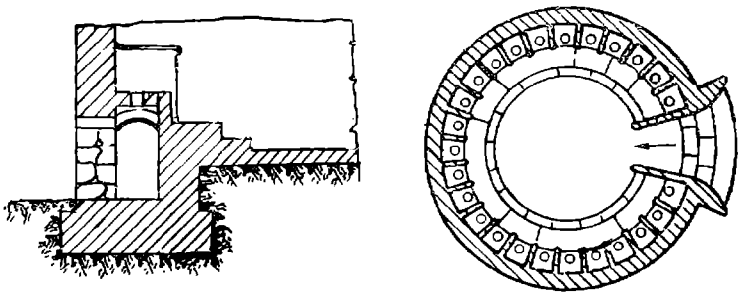


Рис. 1. Уборная Колизея.

Однако совершенно неверным является общепринятое понятие, что все население города было обильно снабжено водой. При Фронтине подача воды всеми водопроводами по официальному учету составляла 14 018 квинариев. Из этого количества вне города тратилось 28,7%, и в город поступало лишь 71,3%.

Из 9 955 квинариев воды, поступавшей в город, расходовалось: цезарем 17,1%, 95 общественными учреждениями — 24,1%, частными лицами — 38,7% и т. д., 591 бассейн получал лишь 13,4%. Таким образом фактически почти вся вода использовалась рабовладельцами.

При этом значительно большая часть воды тратилась без учета и даже без ведома кураторов водопровода. Были обнаружены проведенные самовольно домовые ответвления на виллы, в увеселительные залы и т. д.

Главный водосточный канал Рима („клоака максима") осуществлялся в течение десятков лет и был закончен в VI веке до н. э. Уличные водостоки, а иногда и спуск хозяйственно-бытовых стоков из зданий были осуществлены в ряде и других римских городов. Некоторое представление о типе общественной уборной можно иметь во уборным Колизея (рис. 1) на 25 очков

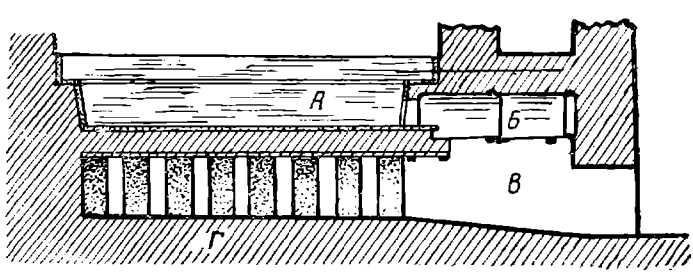


Рис. 2. Подогрев воды в Помпее.

Подогрев воды для бань осуществлялся в специальных печах. Одна из них в Помпее представлена на рис. 2. Здесь *А* — подогретая вода, *Б* — котел, *В* — топка, *Г* — дымоход.

В Византии водоснабжение и канализация осуществлялись по римскому типу. С IV века до нашей эры в строительстве водопроводов принимали участие сирийские инженеры; с I века до нашей эры переносится опыт Александрии, в частности широко строятся цистерны. В феодальный период централизованные водопроводы приходят в упадок. Мелкие цистерны, устраиваемые в домах, церквах, становятся распространенным видом водоснабжения. Когда они находятся вдалеке от здания, вода к ним подводится трубами. При необходимости подведения воды от источника, находящегося вне города, принимаются меры по маскированию трубопроводов (г. Петра) [3].

---

[1] Fabretti R., De aquis et aquaeductibus veteris Romae, 1788.

[2] Frontini J., De aquaeductu urbis Romae, edidit F. Krohn, 1922.

[3] Forchheimer P. u. Strzygowski J., Die Bysantinischen Wasserbehälter von Konstantinopel, 1893.

Условия феодализма ведут также к разрушению общественных и частных канализационных устройств (открытые лотки, каналы, трубы для спуска сточных вод), несмотря на то, что, начиная с времен Юстиниана (527—565 г. н. э.), неоднократно издаются указы о чистке их в интересах „здоровья государства и обороны".

В результате города постоянно ощущали недостаток в воде. Попытки восстановления в XII веке древних водопроводных сооружений были неудачны. Дело ограничилось частичным устройством запасных резервуаров и небольших водосборных линий.

Народы, населявшие в древности пределы СССР, любили горячие омовения. Так, еще Геродот (V век до н. э.) описывает, как парились скифы, бросая раскаленные докрасна камни в сосуды с водой, поставленные посреди наглухо закрытого войлочного шатра[1]. У византийца Приска Панийского, побывавшего у скифов, имеется описание большой бани богача Онигисия, построенной пленным греком.

Греческие колонии в Тавриде и вообще на берегах Черного моря служили проводниками античной, а впоследствии византийской культуры, и в частности техники водоснабжения. Это видно хотя бы на примере Пантикапея (Керчь), основанного около VII века до н. э., Херсонеса (около V века до н. э.) и др. Во дворах Херсонеса открыты десятки цистерн для дождевой воды емкостью до 10 *м*³ и более. Они вырубались в скалах или тщательно выкладывались камнем и покрывались весьма прочной красновато-серой цемянкой.

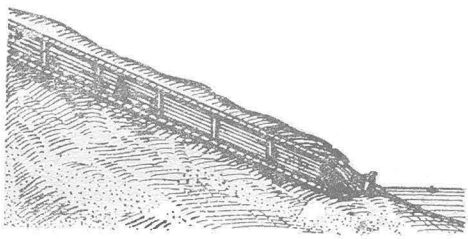


Рис. 3. Тайник к воде.

Впоследствии в разбогатевшем Херсонесе был устроен самотечный водопровод; он был разрушен князем Владимиром во время осады города (988 г.). Гончарные трубы водопровода в стыках заделывались прочным раствором. Длина водоводов составляла около 8 *км*. Кроме водопровода в Херсонесе работала также система водостоков.

Русские в IX—X веках не раз устраивали походы на Византию и Корсунь (Херсонес), жили в них и были знакомы с византийской водопроводной техникой. В XII веке новгородец Добрыня Ядрейкович (он же Антоний) описывает водопровод Софийского собора, палаты и бани византийского патриарха[2]. О том же говорит другой путешественник — Стефан Новгородец[3]. Однако характер русских городов, наличие поверхностных источников, достаточное количество грунтовых вод делало излишним, а часто и невозможным (города строились на высоких холмах) проведение воды самотеком по трубам.

В нашем климате в городах чаще приходилось бороться не с недостатком воды, а ее избытком, в частности с грязью на улицах. В результате в Новгороде Великом мостовые устраивались уже в начале XI века, в то время как первая мостовая в Западной Европе была устроена в 1184 г. (в Париже), а в Германии лишь в XIV веке.

Феодальный славянский город снабжался водой главным образом из ручьев, рек и рытых колодцев. В местах, не обеспеченных водой на случай осады, устраивались тайники к воде[4] (рис. 3). Колодцы иногда достигали большой глубины. Так, в г. Холме в 1270 г. был устроен „студенец" глубиною в 75 *м*.

Отметим, что в 1268 г. новгородцы во время войны с тевтонами затопили недоступную пещеру, в которой скрывались враги, пустив „порочной хитростью на ня воду", что указывает на знакомство новгородцев с подъемом воды.

Народы, населявшие территорию СССР, имели представление не только о загадочно-европейской, но и о восточной технике водоснабжения. В частности они использовали персидскую и китайскую технику.

В Грузии в 1202 г. был построен самотечный водопровод из глиняных труб с глиняными же колодцами.

В XIII—XIV веках в городах Золотой орды для целей водоснабжения устраивались плотины, самотечные водопроводы и каналы[5]. Во дворах имелись вырытые водоемы, в дома вода полавалась по глиняным и свинцовым трубам, в садах устраивались фонтаны. Для удаления нечистот имелись поглощающие колодцы. Раскопки в Поволжье обнаружили не только кирпичную баню, но даже калориферное отопление зданий. Найдены также остатки водопроводов времен Тамерлана в Самарканде.

В Московском Кремле около 1367 г. была проложена водосточная труба с Ивановской площади в Москва-реку. На Яузе, на Ходынке в это время работали водяные мельницы, как это видно из завещания Дмитрия Донского. В конце XIV века в Москве работают иностранцы, знавшие практически и водопроводное дело. Посольства, посе-

[1] Геродот, „История в девяти книгах". М. 1888 г., т. I, книга IV, 73.

[2] „Путешествие новгородского архиепископа Антония в Царьград в конце 12-го столетия" 1872, стр. 70.

[3] „Сказания русского народа", т. II, 1849, кн. VIII, стр. 51.

[4] Ласковский, Материалы к истории инженерного искусства в России.

[5] Баллод Ф., Приволжские Помпеи, 1923 г.

щавшие позже Западную Европу, в частности Италию (например митрополит Исидор 1436—1439 гг.), встречают там водопроводы, водоподъемные колеса, фонтаны и описывают их[1]. При постройке новых кремлевских стен (1485—1492 гг.) не только были построены тайники к воде, но, по летописи Крекшина, Петр Антон Фрязин „построил две отводные стрельницы или тайники и многие палаты и пути к оным с перемычки по подземелью, на основаниях каменных водныя течи, аки реки текущия через весь Кремль град осадного ради сидения". Вода этого самотечного водопровода бралась из колодца Арсенальной башни, где имелся мощный напорный родник, сохранившийся до 1894 г.[2].

Водоснабжение жилых домов в эту пору осуществлялось рытыми колодцами, прудами и подвозом (подносом) воды из реки.

В начале XVI века ведутся большие гидротехнические работы вокруг Кремля, затем в Пскове, Новгороде, Соловецком монастыре и других местах. Кроме того развивается солеварение с проведением рассола по трубам, хранением его в бассейнах и баках и подъемом журавлями. При этом попутно были разрешены вопросы техники централизованного водоснабжения.

В это время частые пожары опустошали русские города. Всякого рода запрещения сидеть с огнем по вечерам, топить печи легом и другие меры административного порядка не помогали, так как пожары зачастую служили средством классовой борьбы угнетенных. Положение ухудшалось недостатком воды. Появляются приказы иметь „на хоромах кади большие с водой и с веники" (1601 г.) под угрозой великой опалы и казни. Особенно важно было иметь воду в военное время; при защите Смоленска например на стены крепости взято было 100 кадей для воды.

Весьма остро потребность в воде ощущали крупные помещичьи хозяйства и мануфактуры. Самые большие из них принадлежали царю. Вода обходилась дорого. В 1626 г. на постройке дворца платили 3 алтына за привоз 4 бочек.

В царских мастерских работали сотни мастеров. На Сытном дворце изготовляли тысячи бочек напитков, солений и пр. На конюшне было около 150 лошадей. Все это требовало большого количества воды.

В 1631 г, когда была устроена на Кормовом дворце новая каменная поварня, в нее была проведена вода из Москва-реки посредством водоподъемной машины. Эту работу выполнили русские люди „каменных дел подмастерья Антон Константинов да Трефил Шарутин".

В 1633 г. „часового и водовзводного дела мастер Христофор Галовей провел воду по трубе самотеком из Москва-реки в колодец внизу Свибловой башни, а из башни тое воду повел на государев на Сытный и на Кормовой дворец в поварни"[3].

„Водяной взвод" приводился в движение лошадьми и поднимал воду в выложенный свинцом водонапорный бак в той же башне. Водовзводная машина по свидетельству иностранцев стоила несколько боченков золотом — сумма по тому времени колоссальная. Повидимому, это было устройство одного из типов, описанных Агриколой.

Из башни вода свинцовой трубой проводилась в регулирующий резервуар, бывший на водонапорной башне „водовзводной палатке" возле Старого денежного дворца. Отсюда вода разводилась свинцовыми трубами на Сытный, Кормовой, Хлебенный, а затем Конюшенный и Потешный дворцы и в „верховые" сады.

Как пишет современник, царь Михаил Федорович, „хитроструйными художествы взвел воду из Москва-реки на царский двор ради великого потребования". Этот водопровод неоднократно совершенствовался.

В Киеве в 1634—1664 гг. существовал водопровод для снабжения водой Николаевского конвента[4]. Водоснабжение крепости в Путивле в 1654 г. основывалось на водоеме, „в который вода скрытно накачивается колесами из реки" (Павел Алеппский). В Прилуках крепость имела „скрытый резервуар, куда подводилась вода из огромного озера и текущих рек". В баню г. Прилук вода подавалась из реки. Снаружи бани „имеется жолоб из длинного бревна, над которым стоит человек и накачивает воду из реки хитрым снарядом, для наполнения медного котла, где она нагревается". Как описывает тот же автор, в Сергиевой Лавре имелась „удивительная монастырская цистерна". „Это — очень глубокий колодец, при нем большое широкое колесо... Двое мужчин, войдя в него, переступают по его поперечным доскам, и оно быстро вертится. На колесе (намотаны) весьма толстые веревки, которыми вытягивается с одной стороны очень большая бочка, по наполнении ее водой заменяющая ведро. Другие двое людей опрокидывают ее в жолоб, идущий к кухне"[5]. Таким образом не только водоснабжение наших крепостей, но и зданий, потребляющих большое количество воды, во многих случаях было достаточно хорошо организовано и по своей технике вызывало интерес у иностранного путешественника.

Усиление самодержавия и дворянства в Западной Европе и России повело к широкому строительству дворцов, окруженных садами и парками. Водяные украшения—фонтаны

---

[1] Древняя российская вифлиофика", 1788—1791 гг.

[2] Бартенев С. П., Московский Кремль в старину и теперь", ч. I, 1912 г.

[3] Забелин И. В., Опыты изучения русских древностей и истории, 1873 г.

[4] Закревский Н., Описание Киева.

[5] Павел Алеппский, Путешествие Антиохийского патриарха Макария в Россию в половине XVII века.

каскады — получают в XVII—XVIII веках большое распространение. Изобретаются и конструируются самые разнообразные водоподъемники с использованием как силы людей и животных, так и ветра, водяной энергии. Появляются устройства для автоматического подъема воды с использованием для этого канатного подъема и штанговых насосов. Демур в 1732 г. патентует центробежный подъемник с вращающейся наклонной трубой. В 1782 г. Бертело описывает прототип современного ленточного водоподъемника — веревочный водоподъемник конструкции Вера[1].

Образцом служит замечательное водоснабжение водоподъемной машиной в Марли для Версальского дворца, построенное Раннекеном в 1682 г. по приказанию Людовика XIV[2]. Петр I строит в 1718 г. Лиговский канал для снабжения водой Летнего сада и дома в Петербурге, в котором он сам жил. В 1721 г. забили первые замечательные Петергофские фонтаны, впоследствии многократно переделывавшиеся. Для подъема воды в Летнем саду в 1717—1718 гг. была установлена „огневая машина" Дезагюлье. Фонтаны строятся как во дворцах, так и в домах богачей. Так, в 1719 г. по договору делается в доме Апраксина „на показанном месте фонтан самым добрым мастерством, как обыкновенно делается во Франции". В 1732—1744 гг. в Москве устраиваются фонтаны в Аннингофском и Головинском садах. В 1740—1741 гг. строится фонтан в Ревельском дворце, переделываются фонтаны в Петербургских садах. В 1773—1787 гг. построен водопровод для фонтанов и царской бани в Царскосельском саду. В садах устраиваются „водяные органы, колокольня, которая водой ходит", т. е. набор стеклянных колоколов, молоточки которых приводились в движение водою, и тому подобные устройства.

В то же время санитарное состояние русских городов, особенно крупных, было крайне неблагополучно. В XVII веке дело сводилось в лучшем случае к устройству деревянных или фашинных мостовых в Кремле и на главных улицах. Однако это не спасало от грязи. Сотни возов ее ежегодно свозили в качестве удобрения царских садов. Даже в XVIII веке центр Москвы представлял „непроходимые грязи и болота, наполненные сором, пометом и всякой нечистотой", несмотря на наличие частично каменных мостовых (они стали вводиться у нас с 1692 г.). Самый Кремль был в свою очередь далек от санитарного благоустройства. Документом 1727 г. оно характеризуется так: „от старого и домочного приказов всякой пометной и непогребной сор от нужников и от постою лошадей подвергает царскую казну не малое опасности, ибо от того является смрадный дух, а от того духу его императорского величества золотой и серебряной посуде можно ожидать опасной вреды, отчего бы не почернело... "В 1767 г. пишется: „от того Сената... усматривается всегдашняя нечистота и дурной запах."

В провинции конечно дело было еще хуже. Так, в центре крупнейшего города того времени, Ярославле, во Фроловском болоте тонули пьяные. В 1756 г. в болоте найдены „человеческие оглоданные ноги, а мужского или женского пола, того признать невозможно". От одного из заводов „всегда безмерный смрад происходит, и воздух так заражен, что близ оного дома живущим людям не токмо на двор и на улицу выходить, но и жить по близости весьма трудно".

Естественно, что при санитарии, сводившей свои работы „к охране царского серебра от почернения", в 1738 г. в г. Павловске от моровой язвы вымерла половина населения; в 1771 г. чума косила в одной Москве по 700—800 человек в день.

Промышленная революция XVIII века принесла резкое увеличение потребностей в воде и загрязнение водных бассейнов. Пользоваться реками в пределах городов для водоснабжения становится невозможным; приходится искать источники вне города.

„Первая потребность паровой машины и главная потребность почти всех отраслей производства крупной промышленности — это наличие сравнительно чистой воды. Между тем фабричный город превращает всякую чистую воду в вонючее болото. Таким образом, поскольку концентрация в городах является основным условием капиталистического производства, постольку же каждый отдельный капиталист постоянно стремится перенести свое производство из необходимо порождаемого капитализмом большого города в сферу сельского производства"[3]. Если для спуска загрязненных промышленных вод буржуазия вынуждена была все же строить каналы и трубопроводы, то санитарными устройствами вначале занимались лишь в целях удовлетворения собственных потребностей. Так как экономические условия жизни населения не давали возможности к предъявлению сколько-нибудь значительного спроса на рациональные санитарные приборы, то они создавались для удовлетворения отдельных требований дворян и буржуазии. В результате в разных странах независимо друг от друга появлялось множество разных конструкций, в той или другой части повторявших друг друга.

Уже в 1750 г. во Франции были известны гидравлические затворы. Изобретение первого клозета с промывкой воды относится к 1785 г.

Развитие промышленности в России также повело к загрязнению рек. В частности в Москве речка Неглинная, снабжавшая водой центр города, была сильно загрязнена. Но „как стекавшие в оную с улиц нечистоты делали воду к употреблению неудобною,

---

[1] Berthelot, La mecanique appliquée aux arts, P. 1782, стр. 117.
[2] Belidor M., Architecture hydraulique, 1739, т. II, стр. 195.
[3] Ф. Энгельс, „Анти-Дюринг", Соцэкгиз 1931 г., стр. 281.

то проводится здесь казенным иждивением водовод, который имеет свое начало за две версты от села Больших Мытищ" — так мотивировалась в 1787 г. постройка Мытищинского водопровода[1]. Он строился с 1779 г. и, будучи пущен в 1804 г., дал вместо ожидавшихся 4000 $м^3$ воды в сутки менее 500 $м^3$ и то не Мытищинской, а просачивавшейся через трещины кирпичного канала грунтовой воды. Десятки лет переустраивался этот водопровод; обслуживал же он в 1835 г. лишь пять водоразборных фонтанов.

В это время в крупнейших европейских городах достаточно широко ведется устройство водопроводных ответвлений для домов крупной буржуазии и знати. Вода в большинстве подается не ежедневно и даже не круглые сутки. Например в Лондоне, где имелось 11 частнокапиталистических водопроводных обществ, в 1820 г. воду можно было получать лишь 4 дня в неделю в течение 2—3 часов в день[2]; по воскресеньям вода вообще не доставлялась. Поэтому в зданиях имеются баки для воды, которые вместе с тем служат для учета отпущенной воды. Они изготовляются из дерева и внутри выкладываются листовым свинцом. Свинцовыми трубами вода подводится к отдельным местам потребления.

Резервуарная система водоснабжения зданий стала обычной и в России. Даже в случае круглосуточной подачи воды у нас устраивались запасные резервуары в домах для обеспечения водоснабжения во время ремонта уличной сети (Новочеркасск). Однако вода подавалась лишь в отдельные дома. Насколько большое значение придавалось водоснабжению, показывает пример Московского Большого театра. О наполнении его запасного бака водой ежедневно писался рапорт начальству.

Капиталистические водопроводные общества имели возможность неограниченно грабить население. В 1817 г. лондонские водопроводные кампании объединились. Установление ими монополии ознаменовалось повышением тарифа за воду на 25% и введением добавочной платы за применение высокого давления. Начинается многолетняя бесплодная борьба населения против хищнической эксплоатации. В 1818 г. жители прихода Мэрилебон внесли в парламент билль о разрешении им самим устроить водопровод, мотивируя это тем, что „приход очутился в полной зависимости от директоров обществ, имеющих возможность предъявлять к нему такие высокие требования, которые могут повести к обесценению собственности, к созданию обременительного налога и к установлению монополии, противоречащей всяким древним и основным законам королевства". Многочисленные жалобы подобного же рода оставались без последствий. В Английском парламенте водопроводные общества в 1850 г. располагали 150 депутатскими местами. „Водяные лорды" ухитрялись только путем парламентских махинаций, даже не увеличивая подачи воды и не улучшая ее качества, повышать ежегодно свои доходы более чем на 100 000 фунт. стерл. С 1872 по 1883 гг. плата за воду была повышена почти вдвое.

Но если в таком положении оказывалась буржуазия, то исключительно тяжелым оно было у населения рабочих кварталов и окраин. Здесь вообще не было ни водопровода, ни канализации, ни даже примитивных уборных. Об этом ярко свидетельствует Ф. Энгельс.

„В этой части города (Эдинбурга) нет ни канализации, ни отхожих мест, а потому вся грязь, все отбросы и экскременты по меньшей мере 50 000 человек каждую ночь выбрасываются в сточные канавы, вследствие этого как ни метут улицы, все же остается масса сухой грязи и страшная вонь. Воду можно достать только из общественных колодцев; трудность ее доставки способствует конечно накоплению всякой грязи".

В Манчестере ... „везде кучи мусора, грязи и отбросов, стоячие лужи вместо отводных канав ... Отхожие места здесь столь редки, что они наполняются за день или недоступны для большинства обитателей вследствие своей отдаленности. Как этим людям мыться, когда поблизости имеется только упомянутая грязная речка, а водопровод устроен лишь в „приличных" частях города"[3].

Но там, где и был водопровод, он являлся средством добавочной эксплоатации трудящихся.

Грабили население не только водопроводные общества, но и домовладельцы. При этом прибегали к разным тарифам: в процентах от квартирной платы, по размерам жилой площади, по размерам земельной ренты, в зависимости от налогов с домовладения, по числу членов семьи и т. д. Формы придумывались различные; но всегда прибыли и сверхприбыли тех и других выколачивались из трудящегося населения. В борьбе за „право" урвать в этом грабеже большую долю в свою пользу капиталистические хищники между прочим использовали идею учитывать отпускаемую воду. Соответственно этому за водомеры боролись те из капиталистов, кому они в данных конкретных условиях были выгодны.

С 1824 г. в Англии водомеры появляются в большом количестве. Принцип действия их был различный. Например в 1825 г. Самуэль Кросслей дал конструкцию, основанную

---

[1] „Историческое и топографическое описание городов Московской губернии" 1787 г., стр. 28.

[2] Гуго К., Новейшие течения в английском городском самоуправлении, 1895 г., стр. 168.

[3] Ф. Энгельс, Положение рабочего класса в Англии в 1844 г

на опрокидывающихся сосудах. Первый удачный тип принадлежал Вильяму Брунтону, который в 1828 г. запатентовал поршневый водомер. Поворотным пунктом в развитии водомерного дела является 1850 г., когда был выполнен турбинный реактивный водомер. В 1858 г. было поставлено производство водомеров. Особенно оно развилось после изобретения в 1870 г. скоростного водомера, сначала изготовлявшегося в виде многоструйного сухохода.

Характерно, что когда в английский парламент в 1884 г. был внесен билль о взимании платы за воду по водомеру, то он был воспринят водопроводными обществами как предложение, равносильное конфискации. Министр финансов лорд Р. Черчиль всполошился: „Сознают ли лорд-мэр и ольдермены, что они своим биллем проповедуют социалистическое учение, безумнее которого мне не пришлось слышать ни с одной ораторской трибуны в этой стране!".

Зимой 1894/1895 г. в Лондоне замерзли не только домовые ответвления, но частично и уличная сеть. Целыми месяцами вода подавалась лишь по 2 часа ежедневно, причем даже тогда, когда она доходила до потребителей, они оставались без воды, так как запасных резервуаров в домах в большинстве уже не было. Тем не менее плата за воду с населения взималась полностью.

В 1896 г. в парламент был внесен билль, чтобы Лондонское восточное водопроводное общество, обслуживающее часть города с наиболее высокими зданиями, подняло давление в сети (вместо имевшихся 12 *м*) до верхних этажей. Однако этот билль был провален. Даже этих нескольких фактов беззастенчивого грабежа населения, издевательства над санитарной техникой и над здравым смыслом достаточно для установления хищнического характера водоснабжения в капиталистических условиях. Между тем Англия всегда в прошлом представлялась как пример государства, где будто бы „правительство заботится о сохранении здоровья населения"

Такую же „заботу" можно видеть и на русских водопроводах. Построенный в 1865 г. Новочеркасский водопровод имел 5 ответвлений: в атаманский дом, театр, Мариинский институт, госпиталь и тюремный замок[1].

В Москве в 1878 г. было 207 домовых ответвлений, из них 91 (44%) — в казенные и промышленные здания. При этом 43% подаваемой в здания воды отпускалось бесплатно: в дворцы, в дом генерал-губернатора, в дом обер-полицмейстера и т. п. Население же города обслуживало около 1 200 конных водовозных бочек, около 400 ручных водовозных бочек и разнос в ведрах[2].

До империалистической войны в России насчитывалось 1 082 города с населением около 20 млн. человек, из которых имели водопроводы 192 города (17,7%). Ничтожная по длине сеть располагалась главным образом в центрах городов.

Только 15 городов имело канализацию. Число присоединенных к канализации домовладений редко превышало несколько процентов. Великая пролетарская Социалистическая революция коренным образом все это изменила. Существовавшие крупные дома получили водопровод и канализацию.

Новые жилища, клубы, фабрики-кухни, промышленные предприятия не только всегда оборудуются внутренними водопроводами, канализацией, но и снабжаются ваннами, душами и горячей водой.

В результате мы имели резкое улучшение водоснабжения и канализации цехов и зданий, а тем самым колоссально возросло потребление воды и улучшилось обслуживание культурных потребностей народа.

В 1937 г. число городских водопроводов достигло 416 с длиной сети 13 644 *км*; количество канализаций — 95 при длине сети 4 710 *км*. Коренным образом перестроены и во много раз расширены старые водопроводы и канализации. В промышленности лишь одним трестом Союзводстрой проложено 3 612 *км* водопроводной сети и 1 540 *км* канализационной.

На одних только железных дорогах у нас имеется 3 200 водопроводов.

Огромное количество водопроводов и канализаций строится в поселках, совхозах и колхозах, санаториях, домах отдыха и т. д. Реконструкция водопроводно-канализационного хозяйства особенно развернулась после июньского Пленума ЦК ВКП(б) 1931 г. В докладе тов. Л. М. Кагановича даны совершенно четкие установки в отношении санитарно-технического оборудования зданий.

„При устройстве домов необходимо учитывать новые потребности быта — общественные столовые, детские ясли, детские сады и площадки, устройство прачечных, если не в каждом доме, то для целой группы домов, а также постройку бань, ванн, душей".

„Если канализацию не проводят в одноэтажном доме, с этим еще можно мириться: но забывать или не учитывать устройство канализации при постройке 4-этажного дома нельзя".

Сталинский план реконструкции Москвы выдвинул совершенно небывалые задачи и в области санитарно-технического оборудования зданий.

---

[1] Белелюбский, Новочеркасский водопровод, 1867 г.

[2] И. Сытенко, Московское водоснабжение, 1879 г.

В течение ближайших десяти лет в Москве будет построено 2 500 крупных жилых домов, Дворец Советов, большой комплекс зданий Академии наук, Всесоюзного института экспериментальной медицины, несколько сот школ и сотни других крупнейших общественных сооружений.

В постановлении СНК СССР и ЦК ВКП(б) о генеральном плане реконструкции Москвы 1935 г. указано: „К постройке в Москве допускать жилые дома высотой не ниже шести этажей, а на широких магистралях и в пунктах города, требующих наиболее выразительного и парадного оформления (на набережных, площадях и широких улицах) более высокие дома — в 7—10—14 этажей".

„Для лучшего обслуживания населения города культурно-бытовыми учреждениями развернуть строительство сети школ, амбулаторий, столовых, детских садов, детских яслей, магазинов, физкультурных площадок и т. п.".

Аналогичная работа ведется и в других городах Советского Союза. Коренным образом меняется благоустройство вообще населенных мест. Все это выдвинуло исключительные задачи в области санитарно-технического оборудования зданий.

Водоснабжение и канализация многоэтажных жилых и общественных зданий, гигантских промышленных предприятий, крупных бань, душевых, плавательных бассейнов и т. д. — все это предъявляет новые требования к данной отрасли техники. Горячее водоснабжение, газ, мусороотводы стали обычны в наших зданиях. Внутренние водостоки, противопожарные устройства, спринклерная и дренчерная система, фонтаны вошли в социалистический быт.

Широко внедряются пневматическая, зональная и безрезервуарная система водоснабжения.

Создаются новые типы санитарно-технического оборудования, вырабатывается изящная арматура. Самое важное — вода стала достоянием всех трудящихся. Канализование цехов, жилых и прочих зданий повело к коренному оздоровлению населенных мест. На наших глазах осуществляется грандиозный план по переустройству санитарного состояния великой Советской страны, поставленный программой Всесоюзной коммунистической партией (большевиков) — „решительное проведение широких санитарных мероприятий в интересах трудящихся, как-то: а) оздоровление населенных мест, охрана почвы, воды и воздуха, б) организация мер, предупреждающих развитие и распространение заразных болезней".

Под гениальным руководством тов. Сталина реализовано прозорливое высказывание Энгельса „Только общество, способное гармонически приводить в движение свои производительные силы согласно единому общему плану в состоянии организовать их так, что будет возможно равномерно распределить крупное производство по всей стране... Только с соединением города и деревни в одно целое возможно устранить нынешнее отравление воздуха, воды и почвы, и только при этом жилые городские массы населения смогут добиться такого положения, что их отбросы вместо того, чтобы порождать между ними болезни, станут полезным материалом, содействуя успеху сельского хозяйства" („Анти-Дюринг", Соцэкгиз, 1931, стр. 282).

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ НОРМАТИВЫ

ГЛАВА I

НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Вода в зданиях тратится для различных целей, а именно: для питья и приготовления пищи, ванн и душей, для стирки белья, мытья полов, промывки уборных, отопления, для домашних животных; для благоустройства — поливки двора, улиц, огородов, фонтанов; для торговых и промышленных предприятий — гаражей, заводов искусственных минеральных вод, лабораторий, мастерских; для противопожарных целей и наконец в виде бесполезной утечки от неплотности закрытия кранов, клозетных бачков и при повреждении труб.

Количественно расход воды из городских и поселковых водопроводов на жителя весьма различен, он зависит от размеров потребностей по отдельным видам и способам их удовлетворения.

Так, потребление воды для питьевых и хозяйственных целей тесно связано со способом транспортирования ее населению, которое может осуществляться через уличные водоразборы, общие водоразборы в доме или путем разведения воды по квартирам.

Потребление зависит и от благоустройства здания, как-то: наличия канализации, ванн, душей; от бытовых и климатических условий и т. д.

В городах, не являющихся чисто промышленными, потребление воды жителями обычно составляет преобладающую часть расхода. Поэтому средний полезный расход воды на человека характеризует степень культурного благоустройства города и его населения.

Необычайный рост за последние годы культурных потребностей нашего народа, проведение уличной водопроводной и канализационной сети на окраины населенных пунктов, жилищное и общественное строительство со всем санитарно-техническим обслуживанием (ванны, души, горячее водоснабжение), благоустройство городов и поселков и т. д. вызвали быстрый рост водопотребления.

В то время как прирост потребления воды в заграничных городах в периоды „процветания" составлял 6—9% в год, в городах СССР ежегодный прирост составляет до 20—30% и более. Рост социалистической промышленности в свою очередь вызывает увеличение расхода воды в наших городах.

В соответствии с ОСТ ВСКХ 8393 (70) можно принять следующие нормы водопотребления:

1. Нормы на хозяйственно-питьевые нужды в жилых домах:

	В сутки на 1 жителя в *л*
В домах без канализации .	30— 50
канализованных, без ванн	60— 85
с ваннами	90—100
отапливаемыми газом	125
и центральным горячим водоснабжением	120—150
В домах особо благоустроенных до	400

2. Нормы для общежитий

В общежитиях без канализации	20
с канализацией	50
и душем	80

Примечание. В нормах предполагается, что основное питание проживающих в общежитиях происходит в столовой.

3. Нормы на санитарно-гигиенические нужды

	На 1 операцию *л*
На прием одной ванны	200—300
„ души на промпредприятиях, в школах и рабочих казармах	40— 60
На одно умывание	3— 5
смыв клозетной чаши	6— 8

4. Нормы для общественных зданий

	В сутки на 1 посетителя *л*
Учебные заведения при отсутствии столовой .	15
„ „ наличии	25
Собес, суд и т. п.	2
Театры, клубы, кино и т. п.	2
Амбулатории на одного больного . .	. 2— 5
Детские дома, ясли на одного ребенка (при условии получения горячей пищи и пребывания ребенка в течение целого дня)	75

5. Нормы хозяйственно-питьевого потребления воды в учреждениях и мелких предприятиях:

	В сутки на 1 рабочего или служащего *л*
Учреждения	15—25
Механические производства	15—25
Типография и литография . .	60
Кустарные паяльно-лудильные мастерские	10
Кондитерское производство	60

6. Нормы для учреждений и производственных нужд мелких предприятий

Наименование	Расчетная единица	На единицу в сутки/в час в *л*	
Механические прачечные	1 *кг* сухого белья	60	—
Ручные прачечные	1 прачка	500	
Хлебопекарни	100 *кг* хлеба	80	—
Постоялые дворы	1 пролетка	50	
	1 лошадь	60	—
Мыловарки	10 *кг* мыла	15	—
Клозеты общего пользования (клубы, театры, универмаги и т. п.)	1 место	350	
То же на вокзалах	1	650	—

Наименование	Расчетная единица	На единицу	
		в сутки	в час
		в *л*	
Гаражи с водопроводом	1 мотоцикл	25	—
»	1 легковой автомобиль (мытье за 1 раз)	500—600	—
	1 автобус (мытье за 1 раз)	1 500	—
	1 грузовик (мытье за 1 раз)	700—1000	—
Индивидуальные стоянки автомашин	1 автомобиль (мытье за 1 раз)	60	
Индивидуальные стоянки автомашин	Мотоцикл (мытье за 1 раз)	25	—
Парикмахерские	Место с умывальным прибором	75	—
Предприятия, изготовляющие минеральные воды	1 *л*	5	—
Фотография	Все предприятия во время работы	—	60
Производство фотопластинок	1 кран $d = 13$ *мм*	—	250
	1 » $d = 19$	—	370
Красильные заведения	1	—	250
Заведения по розливу вина	1	—	400
Столовые	1 обед	15—25	—
»	1 кран при раковине		120
»	1 » мойке	—	300
Буфеты	1	—	120
Чайные	1 при мойке	—	300
Кафе-кондитерские	1	—	300
Лаборатории научного и вузовского типа	1	— 40	—
Лаборатории промышленного типа	1	—	60
Аптеки	1	—	60
Водолечебница с душами Шарко и шотландскими	Кафедра	—	1 500
Кабинеты врачей	Время приема	—	30—40
Бани	Кран или душ	—	500—800
Душевые на предприятиях, в школах и рабочих казармах	Душ (одно пользование)	—	40—60
Душевые в школах	Душевая сетка	—	500
Больницы (без водолечения)	1 койка	150—200	—
Писсуары плиточные с постоянной смывкой	1 *м*	—	200
Ветеринарные лечебницы	Время приема	—	20—40
То же, только для крупных животных		—	80

7. Нормы на поливку в сутки на 1 $м^2$

Поливка улиц, дворов и газонов .	1,5 *л*
То же в столицах .	2—3 »

8. Вопрос о нормах водопотребления различными производствами и цехами является малоизученным. Фактический расход воды зависит не только от характера эксплоатации, но и от типа применяемого оборудования, методов ведения механических процессов, а также и от размера предприятия. Нередко колебания в водопотреблении у однородных по производству, но различных по мощности, оборудованию и пр. заводов составляют 30—70% и больше. На одном и том же заводе расход воды может колебаться по месяцам в пределах 40—50% и более.

Для суждения о масштабе расхода воды остановимся на некоторых данных проф. Н. А Кашкарова.

а) На заводах черной металлургии на 1 *т* чугуна (от домны до проката включительно) тратится воды в среднем 115—140 $м^3$, из которых 17—21 $м^3$ свежей. Из отдельных цехов отметим:

Тратится свежей воды в $м^3$/*час*:

Охлаждение печей на 1 $м^3$ полезного объема	0,05
Разливочные машины на 1 *т* чугуна	1,2
Гранулирование шлака » 1 » шлака	1,0
Блюминг-стан » 1 » проката	1,0—1,5
Стан Грея » 1 »	3,0
Универсальный стан » 1 »	8,0
Непрерывный тонколистовой стан на 1 *т* проката	20,0

Инв. № 105 38

Для уменьшения расхода воды у прокатных станов делают оборот ее, что уменьшает количество свежей воды в 5—10 раз, но требует удаления из отработанной воды окалины.

Электросталь на 1 *т* стали	. 11,0 *м*³ свежей воды
Ферросплавы 1	4,0

б) В цветной металлургии:

Обогатительная фабрика (медь, цинк) на 1 *т* руды	. 29—49 *м*³ свежей воды
Выплавка никеля на 1 *т* никеля .	373 „ „

в) В машиностроении и производстве металлических изделий на 1 *т* продукции (фитинги ковкого чугуна, болты и заклепки, посуда, стальное и чугунное литье) расход воды составляет 1—2 *м*³. Из других производств станкостроение — 5—7 *м*³, холодильные машины — 7 *м*³, насосы и компрессоры 6,5—10 *м*³. Трубы стальные: прокатный цех — 2,2 *м*³, волочильный цех — 43,5 *м*³ свежей воды на 1 *т* изделий.

г) В азотной группе химических заводов расход воды очень велик. Синтез аммиака по разным методам требует до 225—300 *м*³ свежей воды на 1 *т* аммиака.

Из остальных производств требуют на 1 *т* продукции: мышьяк 120 *м*³ воды, хромпик натровый 124 *м*³, метанол 46 *м*³, сероуглерод 45 *м*³, хлороформ 41 *м*³, феноловый завод 26 *м*³. По 10 *м*³ воды четыреххлористый углерод, фторнатр, сернокислый натр.

д) Искусственное волокно на 1 *т* продукции: вискозный шелк — 1 200 *м*³, вистра — 1 000 *м*³ свежей воды.

е) Производство печатной бумаги на 1 *т* ее — 360 *м*³ свежей воды. Производство целлюлозы 350—750 *м*³ воды.

ж) Спиртовая промышленность: на 1 *м*³ хлебного вина 5 *м*³ воды и на 1 *м*³ безводного алкоголя — 10 *м*³ воды.

з) Свеклосахарная промышленность: на 1 *т* свеклы — 8—12 *м*³ воды и на 1 *т* сахара 25—35 *м*³ воды.

и) Кожевенные заводы: на 1 *т* мездрового клея — 500 *м*³ воды, таниды — 450 *м*³, суррогата кожи — 350 *м*³, обработку шкур — 100 *м*³, обработку кожи (полувал) — 1 300 *м*³.

к) Суконные фабрики: на крашение 1 *т* шерсти — 45 *м*³; на промывку и крашение 100 *м* товара — 15—51 *м*³ воды.

ГЛАВА II

ТРУБЫ И АРМАТУРА

Чугунные трубы и части водопроводной сети

Водопроводные устройства располагаются внутри и снаружи зданий, поэтому для них применяются трубы из различных материалов. Для укладки труб в земле чаще всего употребляются чугунные трубы.

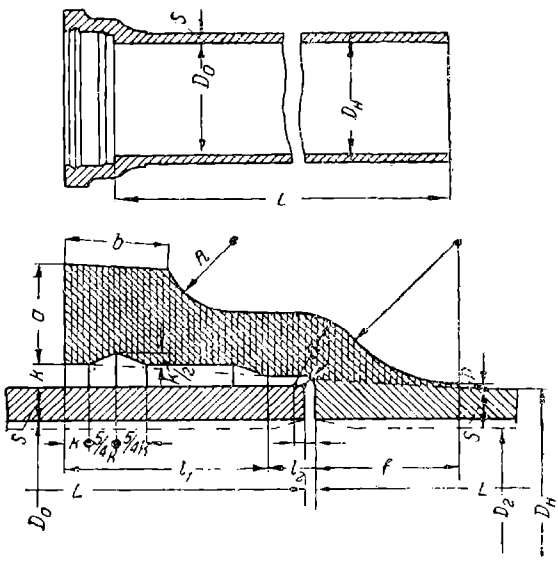


Рис. 4. Раструбное соединение.

Чугунные трубы изготовляются двух видов: раструбные и фланцевые. Последние вне зданий не применяются из-за ржавления болтов, соединяющих фланцы труб. В крайних случаях при необходимости применения фланцевых труб болты следует защищать от ржавления цементом и т. п. Чугунные трубы отливаются, начиная с внутреннего диаметра в 50 *мм*. Трубы этого диаметра обычно применяются для домовых водопроводов, но в цехах с противопожарными устройствами употребляются трубы диаметром в 100—150 *мм* и больше.

Строительная длина (L) рас-

трубных труб равна расстоянию от конца трубы до углубления раструба; у фланцевых она равна длине трубы, включая и размеры фланцев.

Основные сведения о чугунных трубах приведены в табл. 1 и 2 (рис. 4 и 5).

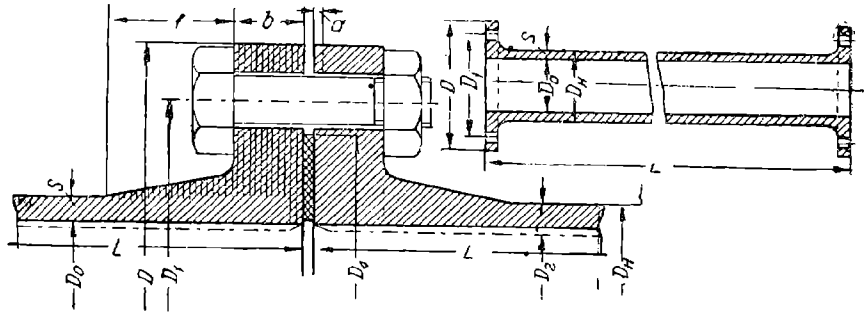


Рис. 5. Фланцевое соединение.

Таблица 1

Трубы раструбные
(4ВР ОСТ 2523)

Внутренний диаметр в *мм* D_0	Толщина стенок в *мм* s	Внешний диаметр в *мм* $D_н$	Глубина раструба $l_1 + l_2$	Строительная длина в *мм* L	Вес трубы (с раструбом) в *кг*
50	7,5	65	75	2 000	23,9
75	8,0	91	75	3 000	51,2
100	8,5	117	80	3 000	70,7
125	9,0	143	80	3 000	91,8
150	9,5	169	85	3 000	115
200	10,5	221	85	4 000	218
250	11,5	273	90	4 000	296
300	12,5	325	95	4 000	385
350	13,0	376	100	4 000	468
400	14,0	428	100	4 000	574

Таблица 2

Трубы фланцевые
(4ВФ ОСТ 2523)

Внутренний диаметр в *мм* D_0	Толщина стенок в *мм* s	Толщина фланца в *мм* b	Болты: число	Болты: диаметр в дюймах	Диаметр фланца в *мм* D	Диаметр круга по центрам болтов в *мм* D_1	Строительная длина в *мм* L	Вес трубы (с фланцами) в *кг*
50	7,5	20	4	5/8	165	125	2 000	25,0
75	8,0	22	4	5/8	200	160	3 000	53,8
100	8,5	22	8	5/8	220	180	3 000	72,1
125	9,0	24	8	5/8	250	210	3 000	94,5
150	9,5	24	8	3/4	285	240	3 000	118,0
200	10,5	26	8	3/4	340	295	3 000	172,0
250	11,5	28	12	3/4	395	350	3 000	232,0
300	12,5	28	12	3/4	445	400	3 000	298,0

Примечание. Фланцевые трубы диаметром свыше 300 *мм* не производятся.

Раструбные трубы соединяются между собой следующим образом: конец трубы вводится в соседний раструб доотказа. Потом цилиндрическая

часть раструба заполняется канатом с плотным его законопачиванием. Затем раструб заливается свинцом или заделывается цементом. В первом случае вокруг раструба устраивают из пластичной глины литник и через него льют расплавленный свинец до заполнения всего свободного пространства раструба. После остывания свинца его расчеканивают. При заделке раструбов свинцом применяется смоляной канат.

В последнее время стали широко практиковать заделку раструбов цементом. Сначала раструб заполняют белой прядью и набивают его затем смоченным цементом в соотношении по весу воды и цемента 1 : 10—1 : 13. По мере набивки раструба цементом производится чеканка.

Возможно частичное применение и смоляной пряди с тем, что рядом с цементом должна находиться белая прядь.

Для заделки стыков берется портланд-цемент высокого качества. Недостатки заделки: жесткость стыка, невозможность подчеканки, необходимость в условиях низких температур специальных добавок в цемент (хлористого кальция).

При заделке стыка асбоцементом применяется смесь 30% (по весу) асбеста и 70% портланд-цемента. Добавка воды составляет 10—12% от веса смеси. Стык получается менее жесткий, чем при цементном стыке. Конопатка и чеканка производятся, как и в цементном стыке.

Возможна также заделка стыка (после конопатки смоляным накатом) мягким алюминием. Алюминий берется из отходов, лома, старых электропроводов, но содержание чистого алюминия должно быть не менее 99%. Заделка производится сплетенным канатом, который затем зачеканивается. Стык получается мягкий, может выполняться в зимних условиях, допускает подчеканку, но пока алюминий — металл дефицитный даже в части отходов.

Сечение трубы должно быть правильным, круглым, без свищей и раковин, а толщина стенок везде одинаковой. Чугунные трубы асфальтируются, что предохраняет их от ржавчины и, делая поверхность гладкой, уменьшает потери на трение при движении воды.

Фланцевые трубы соединяются болтами. Для герметичности между фланцами зажимаются прокладки: для холодной воды резиновая, для горячей — из специального картона, асбеста. Фланцевое соединение является жестким.

Для соединения чугунных труб употребляются фасонные части (ОСТ 2523). Патрубок „фланец-раструб“ (ПФР) служит для соединения фланцевой арматуры или фасонных частей (тройники, крестовины) с гладким концом трубы. Патрубок „фланец-гладкий конец“ (ПФГ) — для соединения фланцевых частей с раструбным концом трубы. Двойной раструб (ДР) предназначается для соединения двух гладких концов труб. Соединение двух раструбных концов труб делается при помощи обрубка трубы („шомпол“). Муфты надвижные (МН) ОСТ 2523 употребляются при переломах труб. Надвинув такую муфту на место перелома и зачеканив раструб, можно просто исправить повреждение. Назначение остальных фасонных частей (тройник, крест, колено, отвод — ОСТ 2523) определяется их названием. Выпуски (ВФ и ВР) служат для спуска воды из трубопровода при его промывке или ремонте; располагаются они в наиболее низких местах. В водопроводах зданий можно обходиться без них.

Для упрощения работ при составлении деталировки сети и при заказах оборудования применяют условные обозначения фасонных частей.

По техническим условиям трубы подвергаются гидравлическому испытанию: при диаметре 50—300 *мм* пробным давлением в 25 *кг/см*², 350—500 *мм* — давлением в 20 *кг/см*², свыше 500 *мм* — 20 *кг/см*², фасонные части всех размеров — 20 *кг/см*².

Для внутренних и наружных диаметров труб и фасонных частей раструбов и для внутренних диаметров допускается отклонение в размерах

в пределах $\pm(2\ мм + 0{,}1\sqrt{d})$. Отклонения по весу допускаются для труб в $\pm 5\%$, для фасонных частей — $\pm 10\%$.

Стальные трубы и части

Стальные трубы с резьбой (газовые) широко применяются в зданиях для водоснабжения, проводки газа, а в некоторых случаях и для канализации. Они изготовляются в зависимости от оборудования завода сварными встык, сварными внакладку или бесшовными. Обычно трубы диаметром до 50 *мм* выпускаются сварными встык или бесшовными, а трубы диаметром свыше 50 *мм* — сварными внакладку или также бесшовными. Соединение отдельных звеньев труб делается на резьбе при помощи муфт или на фланцах. Трубы, выпускаемые нашими заводами, подразделяются на обыкновенные и усиленные. Первые испытываются на 16 *ат*; вторые, имеющие более толстые стенки, — на 25 *ат*. Длина сварных труб должна быть от 4 до 6 *м* и цельнотянутых — от 4 до 7 *м*.

Данные о ходовых диаметрах стальных газовых труб (ОСТ 5095,5096) приведены в табл. 3.

Таблица 3

Трубы стальные с резьбой (газовые трубы) обыкновенные и усиленные

Номин. размеры в дм.	Условные проходы в *мм*	Наружный диаметр в *мм*	Толщина стенок в *мм*		Резьба		Вес 1 *пог. м* в *кг*	
			трубы обыкновенные	трубы усиленные	диаметр в *мм*	число ниток на 1 дм.	обыкновен.	усилен.
3/8	10	17,0	2,25	2,75	16,663	19	0,82	0,97
1/2	13	21,25	2,75	3,25	20,956	14	1,25	1,44
3/4	19	26,75	2,75	3,50	26,442	14	1,63	2,01
1	25	33,5	3,25	4,00	33,250	11	2,42	2,91
1 1/4	32	42,25	3,25	4,00	41,912	11	3,13	3,77
1 1/2	38	48,0	3,50	4,25	47,805	11	3,84	4,58
2	50	60,0	3,50	4,50	59,616	11	4,88	6,16
2 1/2	65	75,5	3,75	4,50	75,187	11	6,64	7,88
3	75	88,5	4,00	4,75	87,887	11	8,34	9,81
4	100	114,0	4,00	5,00	113,034	11	10,85	13,44
5	125	140,0	4,50	5,50	138,435	11	15,04	18,24
6	150	165,0	4,50	5,50	163,836	11	17,81	21,63

В этих трубах диаметр резьбы, число ниток ее на дюйм являются точно установленными, как и наружный диаметр трубы. Толщина же стенок выполняется разная (обыкновенная и усиленная). Поэтому внутренний диаметр может быть различным и трубы определяются по номинальному размеру в дюймах или условному проходу в миллиметрах. Они однако не соответствуют действительному внутреннему диаметру. Так, при условном проходе в 13 *мм* фактический диаметр у обыкновенных труб будет 15,75 *мм*, а у труб усиленных — 14,75 *мм*. В результате площадь сечения газовых труб значительно больше, чем получается по условному проходу.

Для обыкновенных труб например получается: при проходе в 13 *мм* условная площадь сечения — 1,33 $см^2$, фактическая — 1,95 $см^2$, т. е. больше на 47%; при условном проходе в 25 *мм* — соответственно 4,9 и 5,7 $см^2$ (больше на 16%); при 32 *мм* — 8,0 и 10,0 $см^2$ (больше на 25%) и т. д. При трубах усиленных получаются иные соотношения.

Газовые трубы применяются в виде черных и оцинкованных. Недостатком черных труб является то, что они подвергаются ржавлению и осо-

бенно в земле. В некоторых грунтах свищи на таких трубах появляются уже после 5—7 лет работы. Вообще же в условиях обычных грунтов они редко выдерживают более 20—25 лет. Поэтому в случае необходимости укладки черных труб в земле их для предохранения от ржавчины покрывают цементным раствором, специальными лаками или же асфальтируют. Но в некоторых грунтах (например солончаковых) и эти меры не спасают.

Применение черных труб в зданиях также имеет неудобства. Окисление труб изнутри влечет загрязнение воды ржавчиной. Это отражается на вкусе воды и недопустимо во многих производствах. Ржавление особенно сильно сказывается при временном и особенно периодическом оставлении трубопроводов без воды. В зданиях, как правило, употребляются газовые оцинкованные (изнутри и снаружи) трубы. Оцинковка труб производится горячим и холодным способом. Второй способ дает менее надежное покрытие поверхности и потому нежелателен.

Вполне удобные в условиях зданий оцинкованные трубы непригодны для дворовой сети и вообще для прокладки в земле. В некоторых грунтах они проржавливают (вследствие явлений электролиза) даже быстрее, чем черные трубы. Только в сухих чистых песчаных грунтах оцинкованные трубы могут сохраняться достаточно долгое время.

По сравнению с чугунными трубами газовые имеют ряд преимуществ, в особенности в условиях внутреннего водоснабжения. Стальные трубы хороши тем, что они изготовляются мелких диаметров.

Вес стальных труб значительно меньше, чем чугунных. Например для трубы $D=50$ *мм* вес соответственно равен 4,88 *кг* и 11,68 *кг* на 1 *пог. м*.

Прочность стальных труб выше, чем чугунных, в частности первые не ломаются, лучше воспринимают гидравлические удары, при внешних ударах они не теряют своей герметичности, в худшем случае только деформируются. Соединение их, а также устройство ответвлений и закруглений выполняются легко и просто. Они имеют большую длину, а потому число соединений меньше, чем у чугунных труб. Меньший их вес удешевляет транспорт, облегчает производство работ и крепление трубопроводов. Проход через потолки и стены благодаря небольшому наружному диаметру также облегчается.

В последнее время в водоснабжении зданий, особенно при высоких давлениях, все более широкое распространение получают цельнотянутые трубы, не имеющие шва. Они получаются из целого куска металла, в котором различными способами (прежде сверлением, продавливанием, теперь — способом Маннесмана) внутри образуется первоначальное отверстие, причем стальная болванка протягивается или прокатывается, а отверстие при этом доводится до требуемого внутреннего диаметра. Трубы стальные бесшовные гладкие общего назначения выпускаются диаметрами от 6 до 400 *мм*, длиной до 7 *м*. Основные данные о них (ОСТ 5098) приведены в табл. 4.

Таблица 4

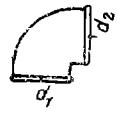
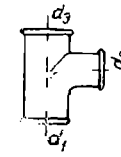
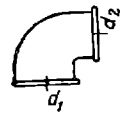
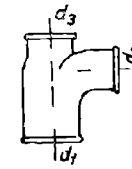
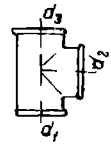
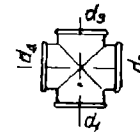
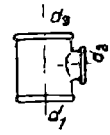
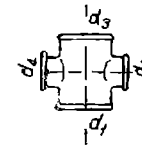
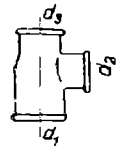
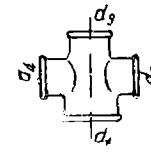
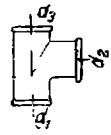
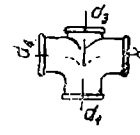
Трубы стальные бесшовные гладкие общего назначения (ОСТ 5098)

Наружный диаметр в *мм*	12	25	32	38	44,5	51	63,5	76	102	127	152
Толщина стенок в *мм*	1,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,75	4,0	4,5
Вес 1 *пог м* в *кг*	0,39	1,13	1,82	2,19	2,59	2,99	4,47	5,40	9,09	12,1	16,4

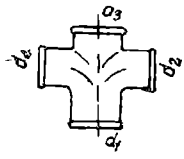
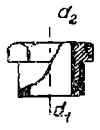
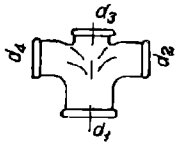
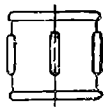
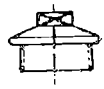
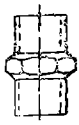
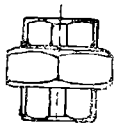
Для соединения стальных нарезных труб между собой в разных направлениях употребляются стальные или из ковкого чугуна соединительные части (фитинги). Так как для водоснабжения зданий применяются оцинкованные стальные трубы, то и фитинги, если они железные, должны быть оцинкованы.

Соединительные части (фитинги)
(Общесоюзный стандарт)
Сортамент от 1/4 до 4″

Таблица 5

Наименование соединит. частей и их условное обозначение в записях	Эскиз	Наименование соединит. частей и их условное обозначение в записях	Эскиз
Угольники прямые $d_1 = d_2$ Пример обозначения: *Угольник 2″ к. ч.*[1] *ОСТ 755*		Тройники с отводами переходные $d_1 = d_3 > d_2$ В записях указывать сперва больший размер ($d_1 = d_3$), затем меньший (d_2) Пример обозначения: *Тройник с отводом 1 × 1/2″ к. ч. ОСТ 761*	
Угольники переходные $d_1 > d_2$ Пример обозначения: *Угольник 1 1/2 × 1″ к. ч. ОСТ 756*		Тройники фасонные $d_1 > d_3 \geqslant d_2$ В записях указывать последовательно d_1, d_2, d_3 Пример обозначения: *Тройник фасонный 1 1/2 × 1/2 × 1 1/4″ к. ч. ОСТ 762*	
Тройники прямые $d_1 = d_2 = d_3$ Пример обозначения: *Тройник 2″ к. ч. ОСТ 757*		Кресты прямые $d_1 = d_2 = d_3 = d_4$ Пример обозначения: *Крест 2″ к. ч. ОСТ 763*	
Тройники переходные $d_1 = d_3 > d_2$ В записях указывать сперва больший размер ($d_1 = d_3$), затем меньший (d_2) Пример обозначения: *Тройник 3 × 1″ к. ч. ОСТ 758*		Кресты переходные $d_1 = d_3$; $d_2 = d_4$; $d_1 > d_2$ В записях указывать сперва больший размер ($d_1 = d_3$), затем меньший ($d_2 = d_4$) Пример обозначения: *Крест 3 × 2″ к. ч. ОСТ 764*	
Тройники с 2 переходами $d_1 > d_3 \geqslant d_2$ В записях указывать последовательно d_1, d_2, d_3 Пример обозначения: *Тройник 2 × 1 × 1 1/2″ к. ч. ОСТ 759*		Кресты с 2 переходами $d_1 > d_3 \geqslant d_2$; $d_4 = d_2$ В записях указывать последовательно d_1, d_2, d_3 Пример обозначения: *Крест с 2 переходами 2 × 1 × 1 1/2″ к. ч. ОСТ 765*	
Тройники с отводами прямые $d_1 = d_2 = d_3$ Пример обозначения: *Тройник с отводом 3/4″ к. ч. ОСТ 760*		Кресты с отводами прямые $d_1 = d_2 = d_3 = d_4$ Пример обозначения: *Крест с отводами 1/2″ к. ч. ОСТ 766*	

[1] к. ч. — ковкого чугуна.

Наименование соединит. частей и их условное обозначение в записях	Эскиз	Наименование соединит. частей и их условное обозначение в записях	Эскиз
Кресты с отводами переходные $d_1 = d_3$; $d_2 = d_4$; $d_1 > d_2$ В записях указывать сперва больший размер ($d_1 = d_3$), затем меньший ($d_2 = d_4$) Пример обозначения: *Крест с отводами 1 × 1/2″ к. ч. ОСТ 767*		Футорки Пример обозначения: *Футорка 3 × 2″ ч. ОСТ 773*	
Кресты фасонные $d_1 > d_3 \geqslant d_2$; $d_4 = d_2$ В записях указывать последовательно d_1, d_2, d_3 Пример обозначения: *Крест фасонный 1 1/2 × 3/4 × 1 1/4″ к.ч.ОСТ768*		Контргайки Пример обозначения: *Контргайка 2″ к. ч. ОСТ 774*	
Муфты прямые Пример обозначения: *Муфта 2″ к. ч. ОСТ 769*		Колпаки Пример обозначения: *Колпак 2″ к. ч. ОСТ 775*	
Муфты переходные $d_1 > d_2$ Пример обозначения: *Муфта 3 × 2″ к.ч.ОСТ 770*		Пробки Пример обозначения: *Пробка 2″ к. ч. ОСТ 776*	
Двойные ниппели Пример обозначения: *Ниппель двойной 2″ к. ч. ОСТ 771*		Фланцы Пример обозначения: *Фланец 2″ к. ч.*	
Гайки соединительные Пример обозначения: *Гайка соединительная 3″ к. ч. ОСТ 772*		Седелки В записях указывать размер соединяемых труб (d_1) и обводимой трубы (d_2) Пример обозначения: *Седелка 1 × 3/4″ к. ч. ОСТ 777*	

Трубы, идущие в одном направлении, соединяются муфтами, для чего на концах трубы делается нарезка длиной несколько больше половины длины муфты. В тех случаях, когда это соединение должно быть разъемным, на трубах нарезают длинную резьбу с таким расчетом, чтобы на ней поместились контргайки и муфта.

Повороты трубопроводов выполняются при помощи угольников прямых и переходных. Когда требуется сделать ответвления от трубопровода в стороны, применяются кресты и тройники, прямые, с отводными переходами и фасонные.

При изменении диаметра труб применяются переходные муфты и футорки.

При соединениях фасонных частей с внутренней резьбой впритык употребляются ниппели двойные или трубчатые (рис. 6).

Когда трубопровод нужно заглушить, то для этого служит пробка с наружным или потайным квадратом или колпаки с внутренней резьбой.

Для быстрого разъединения трубопроводов употребляются соединительные гайки, которые при завертывании притягивают друг к другу оба соединяемые

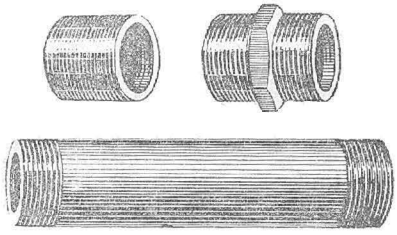


Рис. 6. Ниппели.

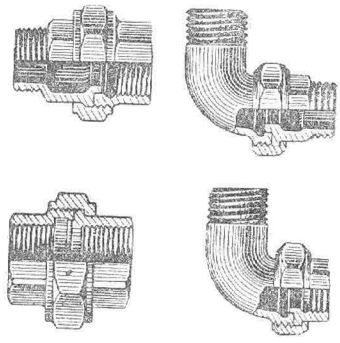


Рис. 7. Разъемные соединения.

конца труб. Аналогичные устройства могут применяться в комбинации с угольниками (рис. 7). Представление о фитингах из ковкого чугуна можно составить по ОСТ из табл. 5.

Фитинги железные и из ковкого чугуна разнообразны по своему виду. Для них имеется общесоюзный стандарт технических условий (ОСТ 753 и 3358).

Фитинги из ковкого чугуна выпускаются в соответствии с ОСТ 752—777 и железные ОСТ 3357—3368.

Трубы из разных материалов

Алюминиевые трубы у нас пока еще не применяются для целей водоснабжения но, надо полагать, со временем получат достаточно широкое распространение. Алюминиевые трубы сравнительно дешевы и имеют небольшой удельный вес, хорошо сопротивляются окислению, устойчивы при воздействии ряда органических кислот, углекислоты и пр. Вода, проводимая по алюминиевым трубам, не портится и не действует на них. Алюминий растворяется от действия щелочей, серной, азотной и соляной кислот; но в питьевой воде эти примеси находятся в столь ничтожном количестве, что вреда этим трубам они причинить не могут. Механические свойства алюминия также дают возможность использовать его для целей водоснабжения.

Расчетная толщина стенок невелика, и вследствие небольшого удельного веса (2,7 *г/см*^{3}) вес алюминиевых труб незначителен.

Медные трубы бывают цельнотянутые и прокатные мангесмановские. Они легко соединяются при помощи пайки, но, будучи нагретой до высокой температуры, медь становится хрупкой. Так как медь легко окисляется, давая ядовитые соединения, дорога по цене и является дефицитным металлом, применение ее для проводки питьевой воды нецелесообразно.

Латунные трубы менее окисляются и не разъедаются, но также высоки по цене. Изготовляются они диаметром (в свету) от 25 до 100 *мм* при толщине стенок

от 1 до 3 *мм*. Латунные трубы, как и медные, находят себе применение при установке водомеров Вентури, а также иногда умывальников, ванн (в гостиницах), при этом обычно употребляются в никелированном виде.

Можно применять для внутренней сети и цинковые трубы. Они изготовляются без шва, гигиеничны, прочны и относительно недороги.

Свинцовые трубы имеют широкое распространение в заграничной практике водоснабжения зданий. Трубы имеют следующие достоинства: они легко изгибаются, следуя за поверхностью стены без колен и отводов; имеют большую длину, беспрепятственно ремонтируются; наматываются и протягиваются подобно канату; устройство ответвлений в любом месте трубы осуществляется просто, без фасонных частей. В случае замораживания свинцовые трубы растягиваются в большинстве случаев без повреждений. Кислотные и щелочные воды на них не действуют, что для некоторых производств имеет несомненные преимущества.

Свинцовые трубы изготовляются с внутренним диаметром от 5 до 150 *мм* с различной толщиной стенок: для небольших диаметров от 2 до 8 *мм*, для больших — от 5 до 10 *мм*.

Выдерживаемое давление возрастает с увеличением толщины стенок и для труб ходовых размеров составляет около 4—6 *ат*, но может быть и более высоким. При добавке сурьмы (твердый свинец) давление возможно допускать вдвое большее.

К недостаткам свинцовых труб относятся: их способность провисать, повреждение при прорезе, сминание при ударе, выпучивание стенок от гидравлических ударов. В тех случаях, когда свинцовые трубы проходят в междуэтажных перекрытиях и вблизи пола, их нередко прогрызают крысы. Цена свинцовых труб высока и свинец является дефицитным металлом.

Однако основным недостатком этих труб является растворение свинца в мягкой воде (при жесткости менее 3° нем.). Этому особенно способствует наличие в воде воздуха и углекислоты. Так как свинец ядовит, то с гигиенической стороны применение его в питьевых водопроводах недопустимо.

Применяемая вулканизация свинцовых труб, т. е. обработка внутренней поверхности их серой или же лужение их, не дает достаточной надежности, так как внутренняя поверхность труб легко повреждается от механических воздействий, при спайке и т. д.

Гораздо лучше в этом отношении и в перспективе они могут найти у нас применение — свинцовые трубы с внутренней оловянной оболочкой толщиной в 0,5—1 *мм*. Достоинство этих труб — отсутствие какого-либо воздействия со стороны материала труб на качество воды. Недостатки — большая стоимость, сложность изготовления, возможность при неумелом соединении повреждения оловянного слоя.

Асбоцементные трубы изготовляются из раствора быстросхватывающегося портланд-цемента и асбеста при соотношении частей по весу около 85 и 15%. Состав массы тонкими слоями (около 0,15 *мм*) наносится на вращающийся барабан, пока не образуется требуемой толщины стенка трубы. Далее трубы выдерживаются на воздухе и в воде, пока не закончится схватывание цемента. Трубы делаются длиной в 3—4 *м* без раструбов и соединяются муфтами.

Асбоцементные (этернитовые) трубы нашли у нас широкое применение в наружном водоснабжении. Их достоинства — водонепроницаемость, кислото- и щелочеупорность, прочность, небольшой вес, легкость обработки, низкая теплопроводность, незначительная шероховатость внутренних стенок. Недостатки: хрупкость при ударе и наличие болтов в соединительных муфтах (Жибо). Вообще стыки труб — слабое место.

Достоинства асбоцементных труб так велики, что за границей они применяются для водоснабжения и канализации зданий. В этих целях они изготовляются диаметром в 50, 60, 80, 100 *мм* и более. Толщина стенок 4—6 *мм* и более; длина до 3 *м*, а при больших диаметрах — до 4 *м*. В последнее время трубы также выполняются с раструбом, который при малых диаметрах насаживается на цементе снаружи на конец трубы и обжимается, а при крупных диаметрах навертывается на резьбе. Прочность таких труб получается вполне достаточная.

Кроме этого асбоцементные трубы соединяются также чугунными муфтами на резьбе (подобно газовым трубам).

Для канализации изготовляются на моделях этернитовые фасонные части (тройники, крестовины, отводы) с раструбами. Ответвления на водопроводной сети делаются с помощью седелок или специальных чугунных фасонных частей [1].

Бакелитовые трубы изготовляются из бумаги, пропитанной бакелитом (синтетический продукт формальдегида и фенола). Трубы выдерживаются несколько часов под прессом. В результате по прочности они становятся близки к чугунным трубам, не боятся гидравлических ударов, водонепроницаемы, огнестойки, кислотоупорны, обладают низкой теплопроводностью, хорошо поддаются механической обработке. Соединяются газовыми муфтами на резьбе. Стоимость этих труб пока высока [2].

---

[1] „Слесарь-водопроводчик" № 6, 7, 1936.
[2] „Слесарь-водопроводчик" № 2, 1934.

Водопроводная арматура

Арматура имеет большое значение для правильной и надежной работы санитарно-технического оборудования зданий. Утечка воды, стоящая государству и отдельным водопотребителям больших средств, главным образом зависит от неудовлетворительного состояния арматуры. Ее конструкция отражается не только на величине сопротивлений движению воды и в общем на необходимом напоре, но и на расходе дефицитных цветных металлов. Характерно отметить, что за границей идут на ухудшение гидравлических условий работы арматуры за счет уменьшения ее веса на 30%. В тех же целях заменяют медь алюминием и сплавом его 7% магния, в частности в вентилях и водоразборных кранах. У нас в Союзе этим вопросом пока еще должным образом не занимаются.

Арматура, выпускаемая нашими заводами, тяжела по весу и имеет нередко большие габариты. Материалом корпуса (например кранов) служит цветное литье (бронза, латунь) или ковкий чугун. Детали (крышка, сальник, шпиндель, золотник и пр.) изготовляются из латуни или стали. Внешний вид арматуры в большинстве случаев непривлекателен.

В последнее время на это обращено большое внимание. Никелирование и особенно хромирование применяется не только в отношении умывальных кранов, смесителей, но и писсуарных и других кранов. Созданы новые модели для наших монументальных зданий, в частности для Дворца советов. Однако вопрос об улучшении внешнего вида арматуры далек еще от разрешения.

Наша арматура до сих пор не имеет гидравлических характеристик. Поэтому весьма важно изучение гидравлических свойств арматуры, установление зависимости расхода воды от давления, потери напора и т. д.

Основными характерными показателями арматуры являются быстрота, продолжительность и надежность ее действия, размер, вес и материал и потери напора.

Потери напора принято определять по формуле, предложенной Вейсбахом:

$$h = \xi \frac{v^2}{2g} = 0{,}051\,\xi v^2,$$

где h — потери напора в *м*;

ξ — коэфициент, характеризующий сопротивления;

v — скорость в *м/сек*;

g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 *м/сек*^{2}.

Выразим эту формулу применительно к расходу воды и диаметру.

Так как

$$v = Q : F = Q \frac{\pi d^2}{4} = \frac{4Q}{\pi d^2},$$

то

$$h = \frac{\xi}{2g}\left(\frac{4Q}{\pi d^2}\right)^2 = \frac{\xi \cdot 16 \cdot Q^2}{2g \cdot \pi^2 \cdot d^4}; \quad h = 0{,}0826\,\xi \frac{Q^2}{d^4},$$

или обратно

$$Q^2 = \frac{1}{0{,}0826} \frac{h}{\xi} d^4; \quad Q^2 = 12{,}1\, d^4 \frac{h}{\xi}.$$

Обозначая постоянную величину 12,1 d^4 через k, получим:

$$Q^2 = \frac{k}{\xi} \cdot h.$$

Таким образом, зная коэфициент сопротивления, мы можем определить потери напора при данном расходе и обратно — расход по известной потере напора.

Для ориентировки при расчетах приведем некоторые данные лабораторных испытаний относительно приборов, применяемых в водопроводных системах зданий.

Величина коэфициента сопротивления, как это будет видно ниже, зависит от диаметра прибора, его конструкции, степени открытия и от напора.

По своему назначению арматура бывает запорная, водоразборная, регулировочная, пожарная, поливочная, специальная и др. Специальная арматура будет рассмотрена в соответствующих главах, здесь же остановимся на первых трех основных типах.

Запорные приспособления применяются трех видов: пробочные краны, вентили или краны с винтовым затвором и задвижки.

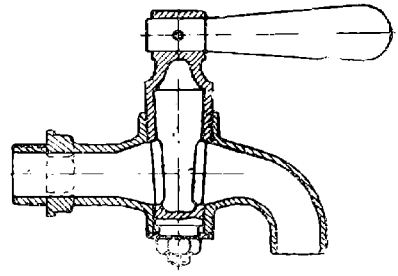


Рис. 8. Кран пробочный.

Пробочные краны весьма просты по устройству, но требуют тщательной притирки конической пробки. Она часто неодинаково снашивается с разных сторон, что вызывает необходимость сильной затяжки или пришлифовки. Для этого пробку крана вынимают, смазывают машинным маслом и, покрыв мелким наждачным порошком, притирают в гнезде крана до получения плотного прилегания. Большое неудобство пробочных кранов — быстрое (в долях секунды) запирание и открывание воды, в результате чего возможны гидравлические удары. При ударах давление повышается в 3—4 раза и более сравнительно с рабочим, что вредно отражается на прочности труб и их соединений. Поэтому пробочные краны применяются лишь в исключительных случаях (например в месте присоединения к уличной сети, где кранами пользуются весьма редко). Для нормальной работы допускаются они только при небольшом давлении в сети, не превышающем 1 *ат* (при разведении воды из бака — в банях и т. д.).

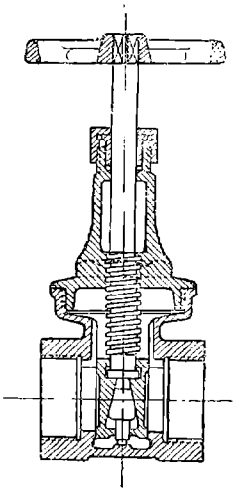


Рис. 9. Задвижка „Пита".

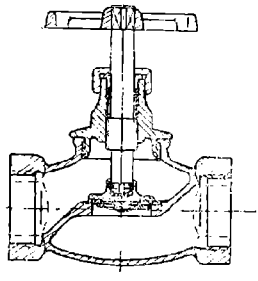


Рис. 10. Вентиль.

На рис. 8 представлен банный кран. Изготовляются они из бронзы, латуни или ковкого чугуна для условного прохода в 19—25 *мм*.

На трубах большого диаметра (100 *мм* и более) употребляются задвижки. Они дают плавное изменение проходного отверстия, благодаря чему устраняется возможность гидравлических ударов. Подъем и опускание запорных дисков происходят вследствие вращения маховика с заклиненным на нем шпинделем. На последнем имеется ленточная резьба, по которой ходит гайка, увлекающая за собой оба диска. Когда последние опустятся на место, то благодаря наличию внизу тела клиновидной формы шпиндель распирает диски в стороны и прижимает их к опорным гнездам корпуса.

В целях уменьшения потери напора целесообразно употреблять задвижки и при газовых трубах. Такие задвижки „Пита" (рис. 9) у нас изготовляются для условного прохода 19, 25, 32, 38 *мм*. Их монтажная длина всего лишь 34—44 *мм*, высота в закрытом положении 135—198 *мм*, в открытом — несколько больше.

Вентили в водоснабжении применяются чаще всего для газовых труб диаметром до 75 *мм*. При самых разнообразных конструктивных видо-

изменениях они всегда имеют золотник (с кожаной, резиновой или фибровой подкладкой), опускаемый на седло с помощью винтовой нарезки (рис. 10). Достоинством приспособления является постепенное изменение пропускного сечения; недостаток — в извилистом проходе воды, что увеличивает потери напора. Монтажная длина их больше, чем у задвижки „Пита".

Для уменьшения сопротивлений применяются вентили с прямым проходом „Косва" (рис. 11). Их монтажная длина меньше, чем у обычных вентилей.

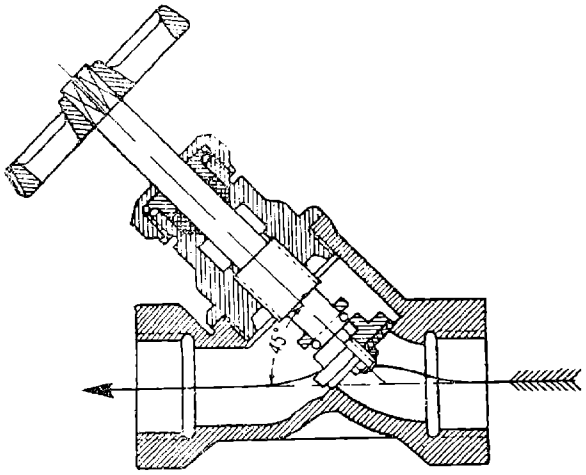


Рис. 11. Вентиль „Косва".

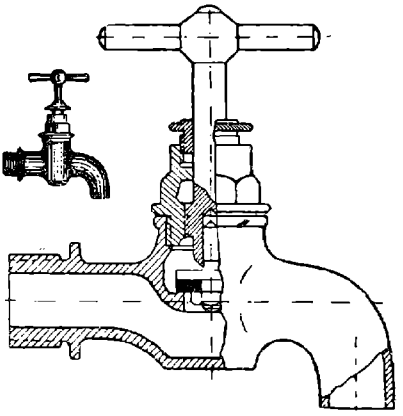


Рис. 12. Кран вентильный водопроводный.

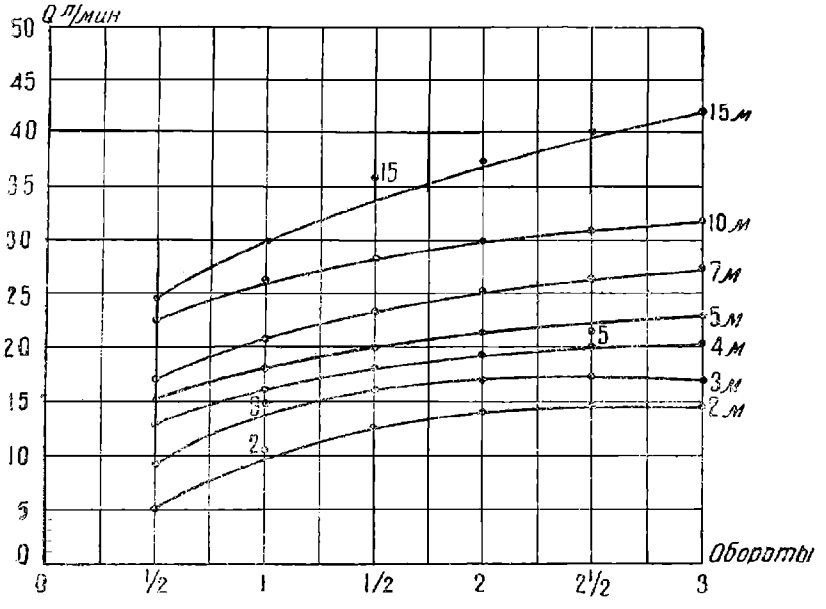


Рис. 13. Расход воды водоразборного крана.

Вентильные водоразборные краны (ОСТ 1477) изготовляются с условным диаметром 13, 19 и 25 *мм* (рис. 12); применяются в производственных помещениях, лабораториях, кухнях, а нередко и для умывания.

Эти краны должны давать возможно плавное течение воды без мертвых углов. Должна быть обеспечена легкая возможность выемки клапана и уплотнения сальника у шпинделя. Набивка сальника делается из бумажного промасленного шнура. Она не должна пропускать воды, но вместе с тем и не затруднять вращения шпинделя.

Расчет водопроводной сети тесно связан с работой крана, в частности с расходом воды при разных открытиях вентильного клапана и различных напорах.

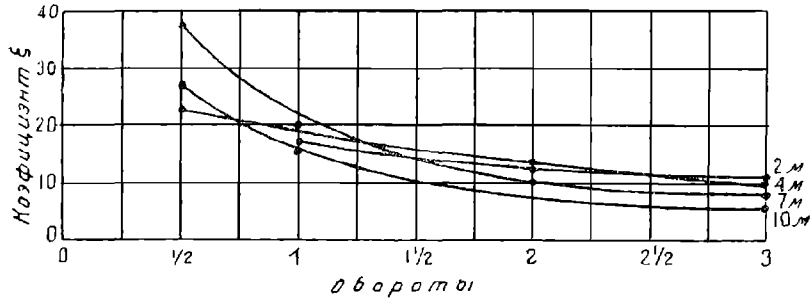


Рис. 14. Сопротивления в кране.

Эти данные весьма сильно разнятся у различных кранов вследствие их неаккуратного изготовления и плохого состояния внутренней поверхности. Степень открытия крана весьма неодинакова при одном и том же числе оборотов шпинделя.

Однако характер изменения величин имеет одну и ту же закономерность. Расход воды зависит от напора

$$Q = \mu \cdot F \sqrt{2gH},$$

где μ — коэфициент расхода — и от степени открытия клапана. Эти зависимости для 13-*мм* крана представлены на рис. 13.

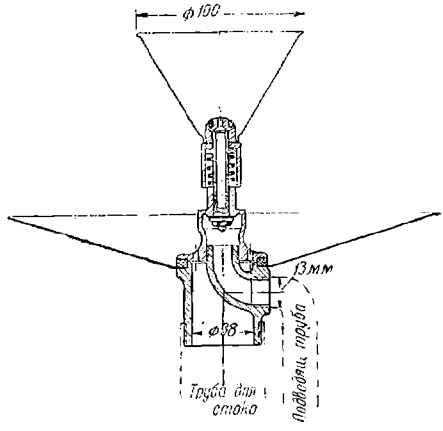


Рис. 15. Питьевой фонтанчик.

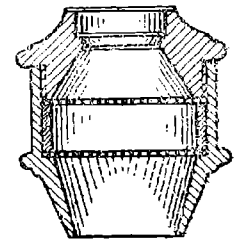


Рис. 16. Успокоитель струи.

Из рисунка видно, что при средних напорах подъем клапана свыше одного оборота незначительно увеличивает расход. Кран при напоре в 15 *м* может дать до 40 *л/мин* воды и при напоре в 2 *м* — до 14 *л/мин*.

Коэфициенты сопротивления того же крана представлены на рис. 14.

Наряду с такими кранами, имеющими малое сопротивление, применяются краны того же диаметра, но дающие 12 *л/мин* лишь при давлении в 20 *м*. При давлении же в 5—7 *м* расход из них не превышает 5—6 *л/мин*.

Водоразборные краны в 19 *мм* дают расход в 18 *л/мин* при 3—4 *м* напора и 1—2 оборотах. При открытии в несколько оборотов и давлении в 10—15 *м* из них можно получить до 60 *л/мин*. В этих кранах степень открытия оказывает весьма существенное влияние на расход.

В производственных предприятиях, в парках, на вокзалах и вообще там, где бывает большое скопление людей, для питьевых целей уста-

навливаются специальные питьевые фонтанчики. При нажиме на воронку открывается клапан и получается фонтанчик со струйкой сечением в 3 *мм*. Высоту струйки можно отрегулировать вентилем на подающей трубе. Сток воды из фонтанчика производится по трубе диаметром в 38 *мм* (рис. 15).

При значительном напоре (5—6 *ат*) применение обыкновенных разборных кранов представляет неудобства, так как вода разбрызгивается, слишком быстро наполняет сосуд, повышается шум в домовой сети.

Для понижения давления на кран надевается (лучше припаять) прибор, представленный на рис. 16. В нем сечение конически увеличивается почти в 4 раза, в цилиндрической части приспособления зажаты две пластинки с мелкими отверстиями. Вода, проходя через пластинки, теряет излишний напор и спокойно вытекает из крана.

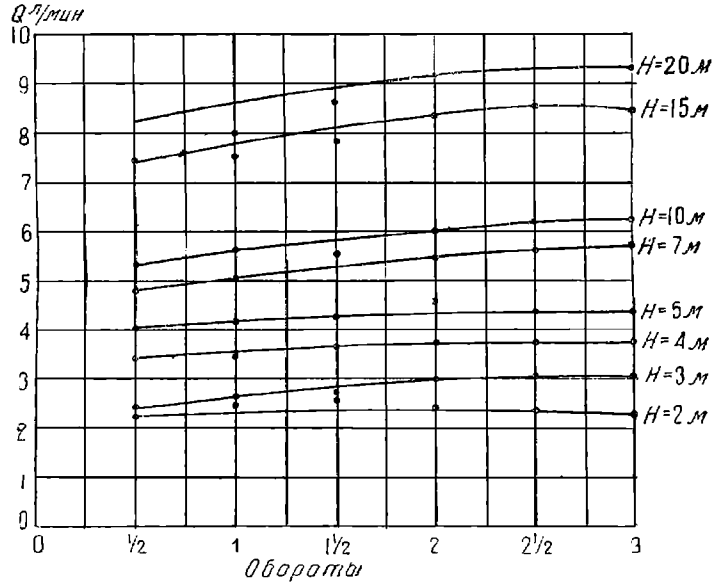


Рис. 17. Расход воды туалетного крана.

В качестве умывальных кранов нередко употребляются водоразборные 13-*мм* краны. Однако это нерационально, так как требуемый для умывания расход меньше, чем они дают, вследствие чего происходит бесполезная утечка.

Специальные умывальные (туалетные) краны имеют с одной стороны изливное отверстие в 5—6 *мм*, а с другой — сеточку примерно с 82 отверстиями диаметром по 0,75 *мм*. Краны этого типа интересны тем, что они дают весьма мало изменяющийся расход при разном открытии. Но весьма существенное влияние оказывает напор. Расходы воды сплошной струей и через сеточку довольно близки (последний ниже примерно на 1 *л/мин*). Кран дает 4 *л/мин* при напоре в 5 *м*; при напоре в 2 *м* — около 2 *л/мин* (рис. 17).

Изготовляемый теперь трестом Росат тип туалетного крана представлен на рис. 18. Выпускается также поворотный умывальный кран с одной только сеткой.

Душевые сетки обычно устанавливаются диаметром в 75, 100 *мм* (в квартирах) и 125 *мм* (в банях). В США применяются сетки диаметром 150—200 *мм*.

Расход через душевые сетки весьма сильно изменяется от их диаметров и напоров в сети труб. Даже сетки одного и того же диаметра

в зависимости от количества отверстий и диаметра их резко отличаются по своему расходу.

На рис. 19 можно видеть расход воды для двух сеток диаметром в 100 *мм*. В сетке № 1 число отверстий — 127, в сетке № 2 число отверстий — 91. Диаметр отверстий в обоих случаях равен 1 *мм*. Разбрызгивание воды из душевых сеток начиналось при давлении в 1 *м*, причем расход воды сразу составлял 15 и 10 *л/мин*, доходя при давлении в 10 *м*

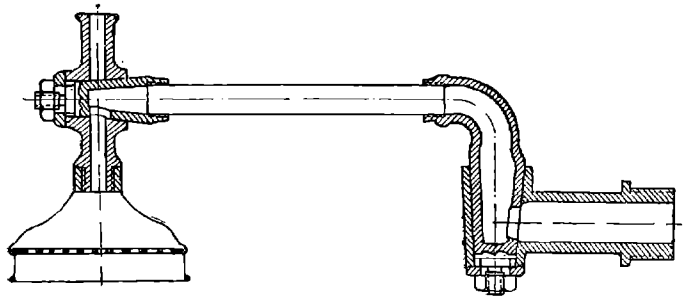


Рис. 18. Туалетный кран.

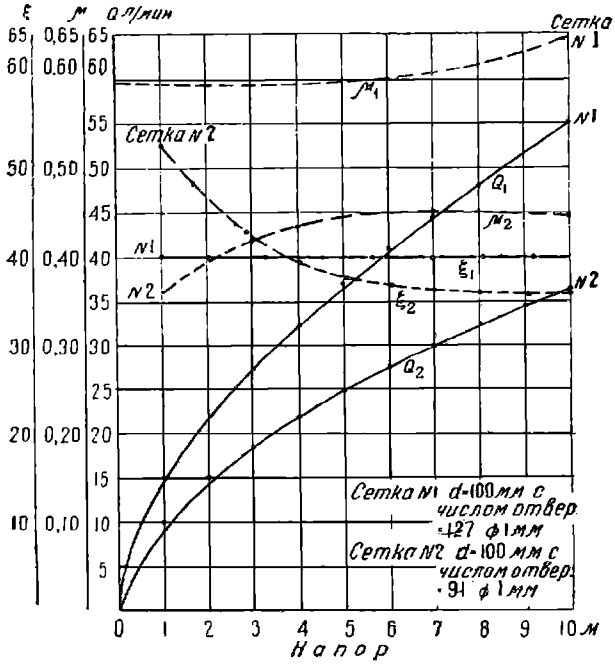


Рис. 19. Расход воды в душевых сетках.

до 55 и соответственно 37 *л/мин*. При этом коэфициент сопротивления у обеих сеток, как видно из рис. 19, определяется цифрой около 40; коэфициент расхода — около 0,6 и 0,44.

Как видно из рис. 19, расход воды в сетках значительно превышает требуемый по нормам; более близкие к ним цифры дает сетка № 2.

Испытание сеток диаметром 125 *мм* с числом отверстий в них 115 и 104 при диаметре их по 1,3 *мм* дало начало разбрызгивания при напоре в 1 *м* с расходом в 23 и 21 *л/мин*. При давлении в 7 *м* расход уже составлял 67 и 57 *л/мин*.

Из водоразборной арматуры заслуживают особого внимания шаровые клапаны, применяющиеся в ватерклозетных бачках. Практическое

применение имеют два типа — с горизонтальным перемещением клапана (рис. 20) и с вертикальным подъемом его. Оба они значительно отличаются по своим гидравлическим свойствам. Горизонтальный клапан уже при напоре в 1 *м* дает расход около 6 *л/мин*. Вертикальный же может дать такое количество воды лишь при давлении в 13—19 *м*; при давлении в 2 *м* этот клапан может дать около 1,5 *л/мин*. Таким образом вертикальный клапан пригоден только в местах с высоким напором. Коэфициент сопротивления этих кранов приблизительно в 25 раз больше, чем у первых ($\xi_1 = 25—20$ и $\xi_2 = 700—450$). Это находится в прямой зависимости от диаметров отверстий клапанов: у первого — 10 *мм*, у второго — 3 *мм*. Последний не обеспечивает нормальной работы уборных в общественных местах и в зданиях, где сеть имеет небольшой напор. Как видно из рис. 21, краны горизонтального типа наполняют бачки емкостью до 9 *л* при напоре в

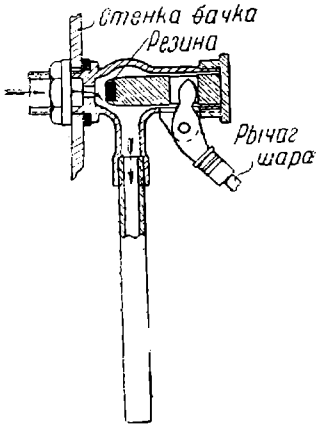


Рис. 20. Шаровой клапан.

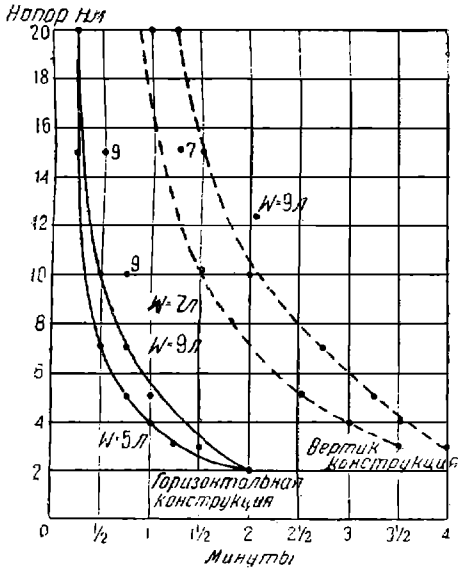


Рис. 21. Кривые продолжительности наполнения бачка.

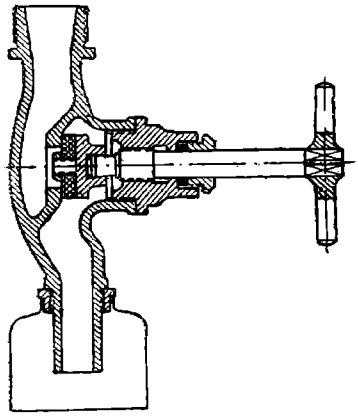


Рис. 22. Кран вентильный писсуарный.

2 *м* в течение 2 мин. Кранам вертикального типа при напоре в 3 *м* для этого требуется 4 мин., а при более высоком напоре в 3—4 раза меньше времени.

Кран вентильный писсуарный (рис. 22) предназначен для промывки писсуаров. Он сверху присоединяется резьбой непосредственно к водопроводной сети, а колпачок внизу надевается на шейку писсуара. В санитарном отношении эти краны весьма неблагополучны по месту расположения, так как они непосредственно соединяют водопровод с канализационным приемником.

В домовых устройствах нередко применяются обратные клапаны для пропуска воды только в одну сторону. Они устанавливаются только на горизонтальных или вертикальных линиях или на любых в зависимости от конструкции (рис. 23). По эксплоатационным соображениям горизонтальные типы считаются более удобными. Рабочий механизм клапана выполняется в виде наклонного диска, вращающегося на шарнире, или же в виде шарового и тарельчатого клапана.

Инв. № 10553

К недостаткам обратных клапанов относится их способность быстро закрываться при остановке работы водоподъемного механизма и т. п. Это вызывает гидравлические удары.

В водопроводных системах с высоким давлением в сети, когда она не разделена на отдельные зоны, давление воды, особенно в низкорасположенных зданиях, может иметь излишнюю величину, что доставляет неудобство при пользовании внутренним водопроводом. Такое же явление может встретиться и в отдельных многоэтажных зданиях.

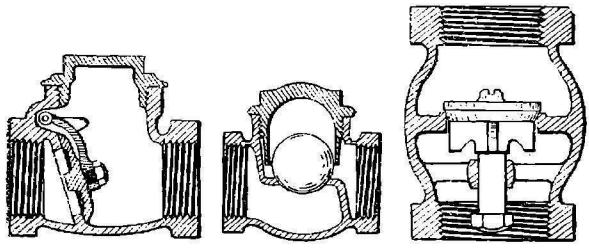


Рис. 23. Обратные клапаны.

В этом случае применяются регуляторы давления (редукционные вентили). Они уместны там, где напор в течение продолжительного времени превышает 5—6 *ат*, и могут изготовляться для любого редуцирования давления.

Новейшая конструкция редукционного клапана диаметром 13—38 *мм* представлена на рис. 24. Вода проходит справа налево. Клапан *А* открыт под действием пружины *Б*, нажимающей на диафрагму *В*. Уравновешивающий клапан *Г* имеет тот же диаметр, что и основной клапан. Поэтому на последний не действует давление воды перед ним, а лишь давление за ним. Когда оно возрастает, увеличивается усилие на клапан снизу; он сжимает пружину. При этом уменьшается сечение прохода, что влечет увеличение потери напора в клапане и снижает давление за клапаном. Регулируя нажатие пружины, возможно иметь за клапаном желаемое почти постоянное давление. Изменения его нормально не превышают 5—10% при разнообразных расходах воды и снижении давления с 8 до 4 *ат*.

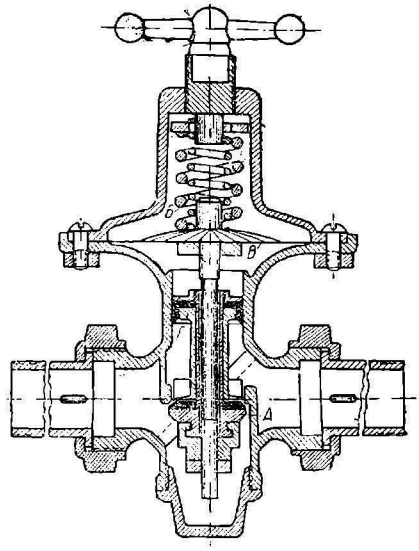


Рис. 24. Редукционный клапан.

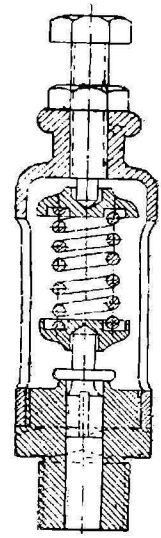


Рис. 25. Предохранительный клапан.

Редукционные клапаны могут ставиться за водомером для всей внутренней сети, а также для отдельных ее участков или частей стояков. За границей обыкновенно ставят небольшие редукционные вентили на ответвлениях перед приборами в тех случаях, когда давление превышает 7 *ат*.

Когда редукционный клапан установлен в ответственном месте сети, то на случай его ремонта устраивается обводная линия.

Для предупреждения повышения давления сверх допустимого рабочего применяются предохранительные клапаны. По своей конструкции они могут быть рычажные или пружинные (рис. 25). В последнем случае сжатие пружины регулируется верхним нажимным винтом.

Удаление воздуха из внутренней сети производится вантузами. О них будет сказано на стр. 331.

Трубы и части канализационной сети

Канализационные устройства располагаются, как и водопроводные, снаружи и внутри зданий. Это обстоятельство вызывает необходимость в применении труб из разных материалов.

Наиболее распространенными для наружных сетей являются каменно-керамические и для внутренних — чугунные трубы.

Каменно-керамические трубы преимущественное применение получили в наружной — уличной, во внутриквартальной, а также и дворовой сети. Они изготовляются машинным способом из кремнекислой глины, изнутри и снаружи покрываются глазурью и затем обжигаются. Керамические трубы выпускаются диаметром от 125 до 600 *мм*.

В условиях канализования большинства зданий наиболее ходовыми являются трубы диаметром в 125 и 150 *мм*. Основные размеры для них по ОСТ 69 следующие: толщина стенок 18 и 19 *мм*, толщина раструба 21 и 22 *мм*, длина цилиндрической части его снаружи — 85 *мм*, глубина его внутри — 70 *мм*. Для двух следующих диаметров 200 и 250 *мм* изменяется только толщина стенок — соответственно 22 и 25 *мм* и толщина раструба — 25 и 28 *мм*.

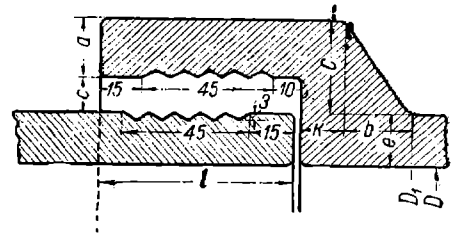


Рис. 26. Раструб керамической трубы.

Трубы должны быть хорошо обожжены и при постукивании издавать чистый звук. Трубы диаметром 125—150 *мм* должны выдерживать гидравлическое давление не ниже 4 *ат* и внешнюю нагрузку на 1 *пог. м* вместе с раструбами не ниже 2 000 *кг*.

Глазурь должна ровно покрывать всю поверхность труб кроме части, соприкасающейся с заделкой стыка, быть гладкой, без недоливов, наплывов, пузырей и трещин. Не допускается разрушение глазури и тела трубы от серной или соляной кислоты, а также от едкого натра и кали. Трубы должны впитывать не более 4% воды, а при кипячении в воде черепка трубы поглощать ее не более 9%.

При приемке труб по ОСТ 68 все они вместе с фасонными частями должны быть освидетельствованы по внешнему виду и размеру. Из признанных пригодными 0,1% всего количества подвергается испытанию в отношении механической прочности, водопоглощаемости и т. д. Если отобранная порция не удовлетворяет техническим условиям, то из подлежащих приемке изделий отбирают 1%. При неудовлетворительных результатах испытаний вся партия бракуется.

Основные размеры труб даны в табл. 6 (рис. 26).

Таблица 6

Каменно-керамические канализационные трубы (ОСТ 69)

Внутренний диаметр трубы в *мм* D	Толщина стенки трубы в *мм* l	Наружный диаметр трубы в *мм* D_1	Длина трубы (без раструба) в *мм* L	Длина раструба в *мм* l
125	18	161	800—1 000	70
150	19	188	800—1 000	70
200	22	244	800—1 000	70
250	25	300	800—1 000	70
300	26	356	800—1 000	70

Чугунные сливные (канализационные) трубы выполняются из мягкого чугуна (рис. 27) по ОСТ 4781—4783 с внутренним диаметром 50, 75, 100,

(125), (150) *мм* при строительной длине в 2000 *мм*. Размеры труб, помеченные в скобках, по возможности не применять.

Толщина стенок для 50- и 75-*мм* труб — 4 *мм*, для 100-*мм* — 4,5 *мм* и для остальных — 5 *мм*. Незначительная толщина объясняется тем, что эти трубы рассчитаны на проведение жидкости самотеком.

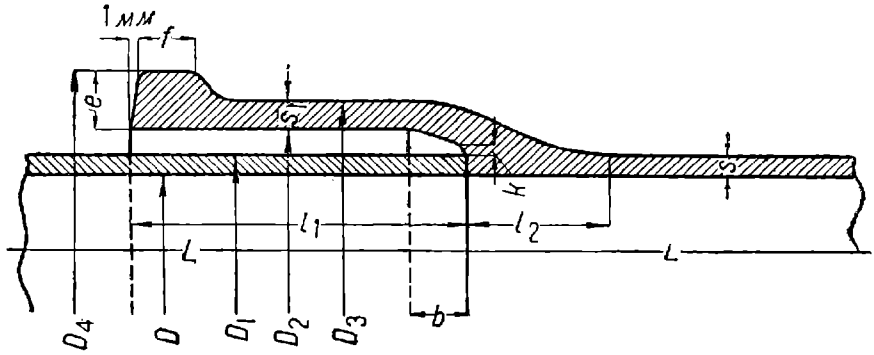


Рис. 27. Чугунная канализационная труба.

Кроме однораструбных чугунных труб выпускаются и двухраструбные $d = 50$ и 100 *мм*, благодаря наличию раструбов при рубке их получается меньше обрубков.

Основные размеры чугунных труб даны в табл. 7.

Таблица 7

Трубы чугунные сливные (канализационные) (труба ОСТ 4781)

Размеры трубы		Размер раструба в *мм*									Вес трубы в *кг*
D	D_1	l_1	b	D_2	S_1	D_3	e	f	D_4	k	
50	58	60	12	70	5	80	10	13	90	2	12,4
75	83	65	12	95	5	105	11	14	117	2	18,8
100	109	70	12	121	5,5	132	12	14	145	2	24,5
(125)	135	75	15	149	6	161	12	15	173	2	32,1
(150)	160	75	15	174	6	186	13	15	200	2	40,8

Трубы и чугунные фасонные части асфальтируют, предварительно нагрев до 100—150°. Их поверхность должна быть гладкая и блестящая, асфальтировка не должна отслаиваться, отскакивать при пробе молотком, не растворяться в воде. Допускается заварка раковин, трещин и других пороков поверхности с зачисткой места заварки, но при соблюдении прочности металла.

Фасонные части по ОСТ 4784—4799 предусмотрены следующие:

Колена в 90° и отводы в 110, 135 и 150° для всех диаметров.
Отступы 75 и 150 *мм*.
Переходы от 50 × 75 *мм* до 125 × 150 *мм*.
Тройники прямые.
Тройники косые 60 и 45°.
Кресты прямые при совпадающих осях отростков и осях отростков под углом 90°.
Патрубки диаметром 50, 75 и 100 *мм* с отростками для газовых труб.
Раструбы двойные (муфты строительные и муфты надвижные для всех диаметров).
Патрубки для соединения чугунных труб с гончарными диаметром 100, 125 и 150 *мм*.
Ревизии и заглушки для всех диаметров.

Соединение канализационных труб между собой должно обеспечивать водонепроницаемость стыков и одновременно их гибкость для случаев возможных просадок. В условиях прокладки внутри зданий требуется также воздухонепроницаемость стыков.

Стык каменно-керамических труб (в дворовой и внутриквартальной сети) изготовляется чаще всего из смоляной пряди и глины. Смоляная прядь служит для центрирования трубы в раструбе, для достижения герметичности и предохранения от проникновения глины внутрь трубы. Необходимо, чтобы сама прядь не проходила внутрь трубы, так как это способствует засорению этой последней при эксплоатации. В целях достижения герметичности раструб трубы и зарифленный конец соседней трубы смазываются жирной глиной, затем этот конец обматывается прядью в виде жгута и вводится до упора в раструб. Прядь уплотняют до половины глубины раструба железной конопаткой от руки без молотка. Остальная часть заполняется хорошо промешанной, густой пластичной глиной без примеси песка, а затем весь стык обмазывается с максимальной тщательностью толстым слоем этой же глиной.

Достоинством глиняного стыка является его эластичность, допускающая возможность легкого поворота трубы в раструбе, что важно при

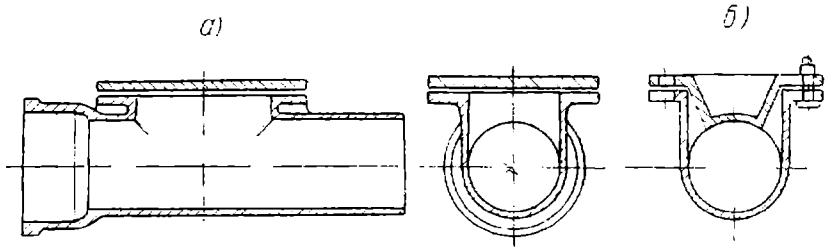


Рис. 28. Ревизин.

просадке труб и их ремонте. Стык достаточно водонепроницаем, если нет большого напора грунтовых вод. Он прост и дешев. Однако в сильно водянистых грунтах при большом давлении грунтовых вод такой стык дренирует воду. Если трубы проложены вблизи корней деревьев, корни легко проникают в глину, и сечение трубы может забиться ими. При неглубокой укладке труб глиняный стык доступен для дождевых червей, которые могут нарушить герметичность.

Цементный стык для канализационных труб изготовляется посредством раствора портландцемента в чистом виде или с добавкой песка. Последний ухудшает схватывание, но делает стык менее жестким. Раствор более тощий, чем 1:1, является малонадежным. Стык, заделанный по типу водопроводного, (стр. 20), считается лучшим.

Асфальтовый стык отличается от предыдущих тем, что раструб за прядью заливается асфальтом. Хороший результат получается при смеси асфальта с гудроном в соотношении 3(4):1. Достоинство стыка: водонепроницаемость, эластичность, возможность производства работ в зимнее время. Он не разрушается кислотами и щелочами и выдерживает температуру до 50°.

В особо ответственных случаях чугунные канализационные трубы заделываются смоляной прядью и заливаются свинцом, который слегка зачеканивается.

При неудовлетворительном выполнении или эксплоатации канализационная сеть подвергается частым засорениям. Наиболее часты засорения на поворотах отводных линий: в тройниках, вблизи задвижек, обратных клапанов, в местах с небольшим уклоном, внизу фановых стояков и т. п.

Поэтому вблизи всех этих мест внутри цехов и зданий устанавливается ревизия — специальный тройник с овальным фланцем на резиновой подкладке (рис. 28, *а*). Эта фасонная часть служит для контроля и прочистки трубопровода.

Для стояков более удобная конструкция представлена на рис. 28, *б*, в которой крышка выполнена по диаметру трубы, благодаря чему создаются условия для более правильного движения жидкости. В Англии в конструкции ревизии, аналогичной нашей, имеется тип с запорной скобой (рис. 29, *а*), который более удобен в ревизионных колодцах и других местах, где прикрепление фланца болтами неудобно. Вполне целесообразным является английский тип отвода и колена с ревизионным фланцем (рис. 29, *б*), дающий возможность обойтись без установки отдельной ревизии в этом месте.

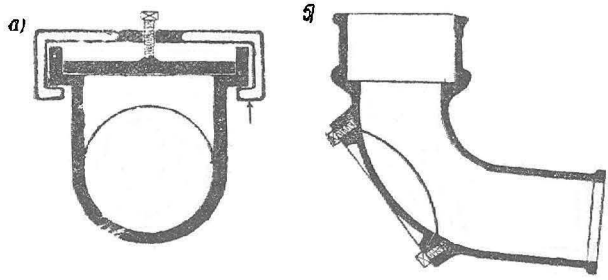


Рис. 29. Типы английских ревизий.

В новых конструкциях сифона он выполняется с ревизионным отверстием, благодаря чему экономится одна фасонная часть.

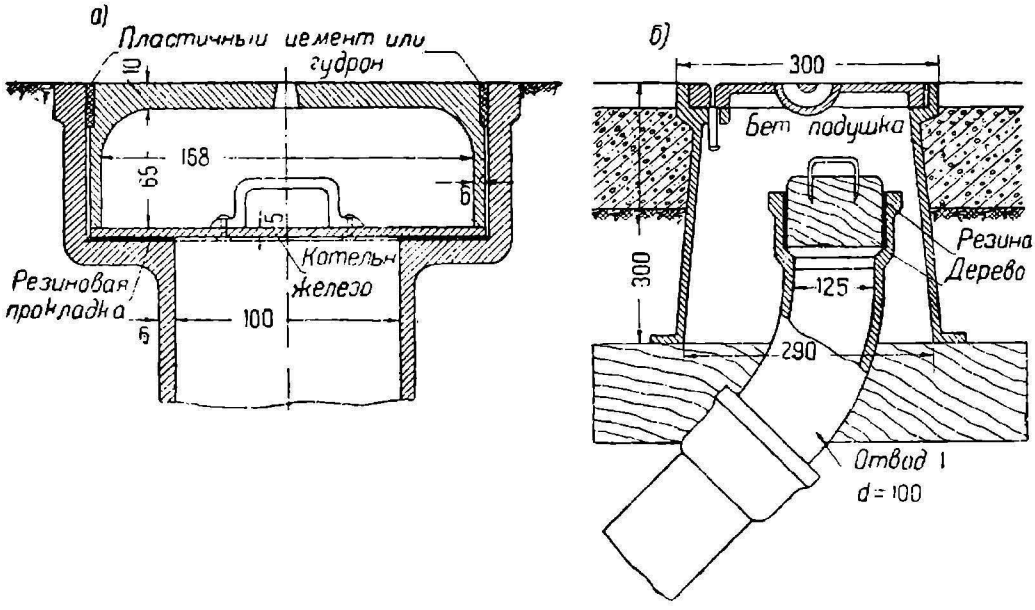


Рис. 30. Прочистки.

Когда труба идет под зданием, то для доступа к ревизии устраивают ревизионный колодец. Он делается круглым $d = 0{,}7$ *м* или квадратным $0{,}7 \times 0{,}7$ *м*. Глубина его обыкновенно невелика, поэтому стенки выполняются в $^1/_2$ кирпича или из бетона (набивного, кольцами) толщиной в 0,08 *м*. Так как крышки их не испытывают большой нагрузки, то вполне удобно выполнять их из дерева.

Наряду с ревизиями применяются прочистки при засорении труб. В зависимости от типа и размера трубы и расположения санитарных приемников прочистки имеют различный вид. При газовых трубах для

этой цели служат тройники и крестовины, свободные отростки которых заглушаются пробками. При чугунных фасонных частях для этого употребляются укороченные обрубкой тройники, затыкаемые пробкой.

Когда прочистки применяются вместо ревизии и ревизионного колодца, они закрываются специальной железной (на резиновой прокладке) или чугунной крышкой. Последняя выводится на уровне пола. Специальная заточка в ней, облегчающая открывание прочистки, заполняется гудроном или пластичным цементом (рис. 30, *а*). Такая прочистка безопасна в случае засорения и подтопления. Прочистки такого типа обыкновенно употребляются в производственных зданиях. В производственных условиях возможно также выполнение по рис. 30, *б*. Прочистка затыкается деревянной пробкой на резиновой прокладке. Вокруг люка делается бетонная подушка на 0,4 *м*. Состав бетона 1 : 4 : 6.

За границей (США, Англия) прочистки имеют настолько большое распространение, что существуют типы сифонов с прочистками.

Требования в отношении установки ревизий и прочисток весьма различны. Так, по правилам канализования 19 городов США на прямых участках прочистки должны быть на взаимном расстоянии в пределах от 8 до 30 *м*. Но это расстояние не должно браться механически: оно зависит от качества и степени разжижения сточных вод.

Ревизии на прямолинейных стояках устанавливаются в каждом этаже или в целях экономии через один этаж (около 6 *м*), но не реже. Обязательна постановка ревизий на стояках в подвале и первом этаже. Если в верхнем этаже имеются санитарные приемники, то постановка ревизий на стояках здесь также необходима. При особо длинной сборной отводной линии установку ревизий надо делать через 10 *м*. На выпускной трубе ревизию необходимо устанавливать у наружной стены здания, чтобы расстояние ее от наружного смотрового колодца было в пределах 5 *м*.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

ГЛАВА 3

ВВОДЫ

Присоединение к сети

Отдельные цехи, здания, домохозяйства получают воду от уличной сети через трубопроводы, которые называются цеховыми или домовыми вводами (ответвлениями). Каждый ввод начинается арматурой, присоединенной к уличной трубе, и заканчивается вентилем перед водомером, устанавливаемым в здании или в специальном колодце. При отсутствии водомера ввод заканчивается вентилем, отделяющим его от внутренней сети.

В огромном большинстве ввод в здание осуществляется одной трубой. В зданиях, значительных по величине или по условиям требующих бесперебойности водоснабжения, устраиваются запасные вводы. В таких случаях второй ввод стараются сделать от другой уличной магистрали. Если в здании имеется внутренний противопожарный водопровод с числом пожарных кранов более 5, то питание его должно также осуществляться двумя вводами.

Наконец в зданиях, имеющих самостоятельные сети (для отдельных зон, для отдельных секций и т. п.), может быть устроено несколько вводов.

Производственные цехи преимущественно требуют непрерывной подачи воды, поэтому наличие двух вводов в данном случае будет обязательным. Нередко требуется несколько вводов.

Вопросы о присоединении отдельных цехов к наружной сети должны решаться в плановом порядке еще до начала сооружения корпусов или зданий. Заблаговременное выполнение соответствующих вводов до постройки зданий дает возможность получать воду для строительных работ без всяких затруднений.

В большинстве случаев существующее водопроводное хозяйство населенных мест и промышленных предприятий отличается бессистемностью в обслуживании водопроводной сетью отдельных зданий.

В этих условиях устройство рационального присоединения домового ввода к уличной водопроводной трубе не так просто. Наблюдающееся разнообразие методов указанного присоединения обычно влечет за собою удорожание постройки. Поэтому желательно типизировать присоединения.

Однако это требование будет справедливо в отношении новых устройств. В эксплоатации же находятся десятки тысяч вводов с различными присоединениями. В общем последние осуществлялись, а частично

осуществляются и теперь следующими способами: 1) оставлением (при прокладке магистрали) против места ввода в здания тройников с заглушенными отростками, 2) сверлением существующей уличной трубы против ввода с постановкой в этом месте накладных свертных тройников, разнообразных свертных муфт, специальных кранов, накладных рожков, седелок с хомутиками и т. д., 3) сверлением трубы под напором сквозь заранее прикрепленную к ней седелку с пробочным краном, 4) ввертыванием крана или вентиля в имеющиеся у фасонных частей бобышки, 5) врубкой в существующую уличную трубу тройника.

Перечисленные способы присоединения кроме третьего требуют для выполнения работы выключения соответствующего участка сети и обычно опорожнения труб. Это требование нежелательно, так как влечет за собой прекращение водоснабжения потребителей, что имеет громадное неудобство в промышленных районах, в местах с повышенными противопожарными требованиями и т. п.

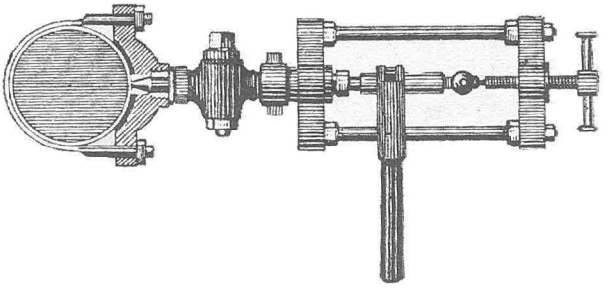


Рис. 31. Сверлильный прибор.

Присоединение под напором при помощи сверлильного прибора не представляет указанных неудобств и потому имеет значительные преимущества перед всеми другими способами. Прибор для производства этих работ представлен на рис. 31. На трубу надевается седелка с ввернутым в последнюю пробочным проходным краном. К последнему привинчивается (или прибалчивается) указанный прибор. Он состоит из сверла с трещоткой, проходящего через сальник. Сверло вводится сквозь отверстие в пробке крана до уличной трубы. После окончания сверления оно вытаскивается за кран, который тут же закрывается, и прибор снимается. Затем к крану присоединяют трубы и необходимые для ввода фасонные части. Диаметр сверла определяется отверстием в трубе крана и бывает небольшим (15—32 *мм*).

Сверление трубы рекомендуется делать сбоку, а не сверху. Последнее теоретически больше ослабляет прочность уличной трубы и вызывает более мелкое заложение домовой линии. Опасения, что сверление может вызвать повреждение трубы (перелом и т. п.) и будет создавать место, неблагоприятное в отношении утечки, неосновательны. В Москве и других городах имеются тысячи седелок, давно поставленных на сверленых отверстиях, и случаи переломов или повреждения уличных труб в этих местах почти неизвестны. Проверка показывает, что в практических условиях в отношении сопротивления на изгиб труба ослабляется незначительно (для средних диаметров на 1—3%); на разрыв несколько больше — до 7—10%.

В большинстве случаев нет необходимости делать отверстие в уличной трубе равным диаметру домовой ветки. Последний часто выбирается не по соображениям пропускной способности, но для достижения необходимой прочности (чугунные трубы берутся диаметром в 50 *мм* даже для небольших расходов воды). Местное сужение диаметра в известных пределах практически не сказывается на количестве и напоре воды, подаваемой в здания, и потому вполне возможно брать диаметр сверла равным 0,5—0,6 диаметра домового ответвления, сообразуясь при этом с проходным отверстием крана. Приведем для сравнения устройство присоединений из американского опыта строительства. При небольших

расходах воды эти ответвления осуществляются простым ввертыванием медного крана в стенку уличной магистрали.

Кран соединяется железной трубой домового ответвления с помощью куска свинцовой изогнутой трубы — „гусиной шеи" длиною около 450 *мм*.

Непосредственное ввертывание крана в трубу рекомендуется для вводов диаметром не более 19 *мм* и при сравнительно невысоком напоре в трубе.

В тех случаях, когда нужно иметь отверстие диаметром больше 19 *мм*, сверлят несколько отверстий по 19 *мм* на расстоянии в 250 *мм* друг от друга.

Способ постановки крана виден на рис. 32, где изображен прибор Смита. Прибор прикрепляется за ушки к трубе в нем находятся сверло с метчиком *А* и медный кран *Б*. Сверло устанавливается в нужном месте трубы и при помощи трещотки просверливается отверстие, в котором затем метчиком нарезается резьба. После этого сверло приподымается до наивысшего положения и посредством полуоборота барашка *В* кран *Б* вместе с поддерживающим его приспособлением *Г* перемещается под сверло.

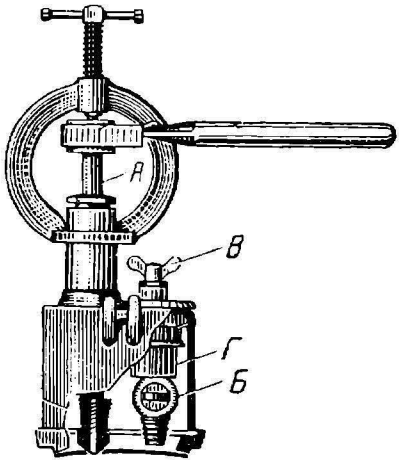


Рис. 32. Прибор для присоединения крана под напором.

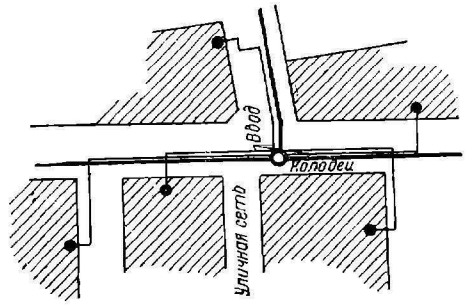


Рис. 33. Узел сети с присоединениями.

Оставление при прокладке линии тройников с заглушенными отростками против вероятных мест будущих присоединений не является рациональным. Прежде всего нет гарантии, что впоследствии эти тройники будут использованы. Зарывание в землю фланцевой заглушки является причиной утечки в сети благодаря проржавливанию болтов. Применение же заглушек-раструбов не дает рационального присоединения и кроме того требует опорожнения сети, что удорожает стоимость ввода.

В старых, теперь еще эксплоатируемых водопроводных сетях иногда при прокладке труб вместо тройников устанавливали специальные раструбные патрубки с бобышками, в которые были ввернуты медные пробки. Присоединение впоследствии делалось постановкой вместо них кранов или вентилей.

В тех случаях, когда по соседству от места вводов находится уличный колодец, может оказаться выгодным его использование.

Недостатком этого способа может быть большая длина домовых водопроводов (пожарные краны на сети расположены редко, в лучшем случае через 100 *м*), что удорожает стоимость подводки воды. Кроме того вводы приходится (рис. 33) прокладывать вдоль уличных труб; происходит загромождение улицы подземными сетями; вследствие удлинения домовых линий увеличиваются утечка воды и число повреждений.

Врезку тройника при устройстве ответвления можно считать допустимой в случаях, когда иного способа присоединения нет, как например

при присоединении вводов диаметром в 100 *мм* и более. При производстве этих работ не только приходится прекращать водоснабжение части территории, но и возможно загрязнение сети. Поэтому гораздо целесообразнее перейти на присоединение вводов под напором. Этим способом имеется

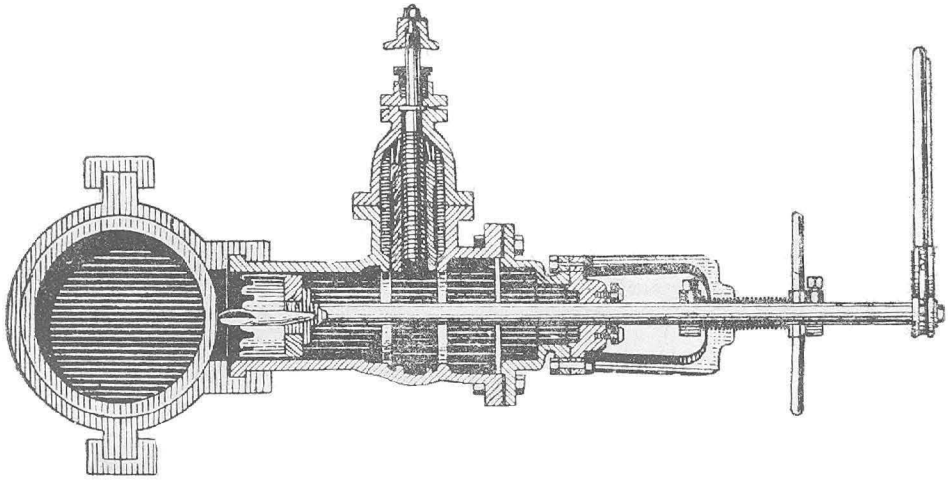


Рис. 34. Присоединение трубы большого диаметра.

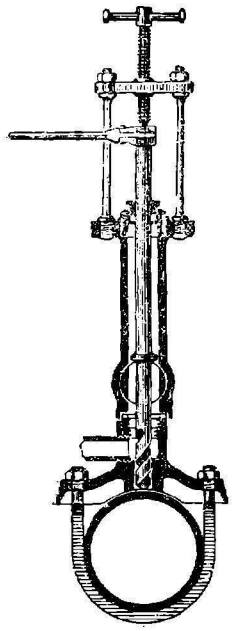


Рис. 35. Сверление трубы.

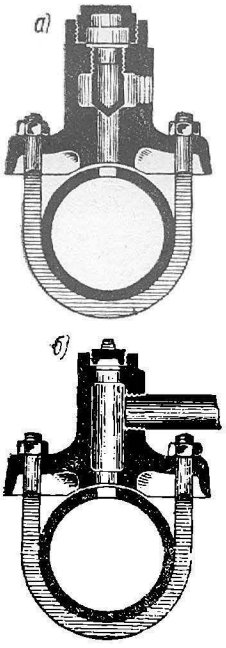


Рис. 36. Седелки.

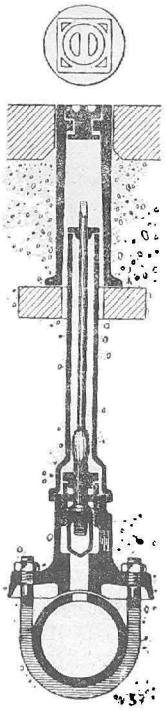


Рис. 37. Шахта над краном.

возможность присоединения труб диаметром до 800 *мм* и больше. На рис. 34 изображена установка прибора для этой цели. На трубу ставится разъемная муфта с задвижкой специальной формы. К задвижке присоединяется прибор. Когда последняя будет по окончании работ закрыта, прибор снимается.

Недостатком обычного способа сверления трубы под напором является то, что металлические стружки попадают внутрь трубы. Этого нет при употреблении того же способа в несколько измененном виде (рис. 35). Усовершенствование заключается в наличии боковой трубки, через которую стружка при сверлении трубы будет выноситься водой.

В тех случаях, когда присоединение зарывается непосредственно в землю без устройства колодца, седелка после надлежащего открытия пробки закрывается сверху колпачком. В случае необходимости выключить воду в домовой ветке приходится разрывать это место, открывать колпачок и завертывать пробку (рис. 36 или же выключать уличную магистраль. Иногда делают все присоединение без запора (рис. 36, *б*), но тогда приходится при ремонте домового ответвления выключать уличную трубу. Конечно такой тип устройства может допускаться только в местах, где разрытие улиц не вызывает неудобств в уличном движении.

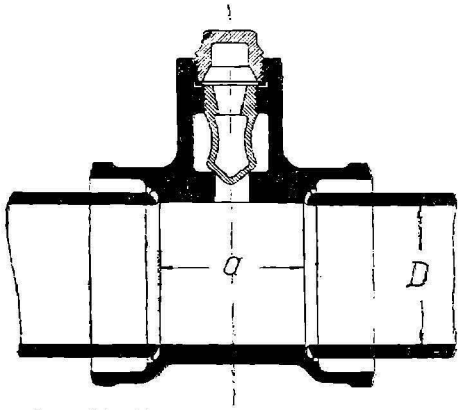
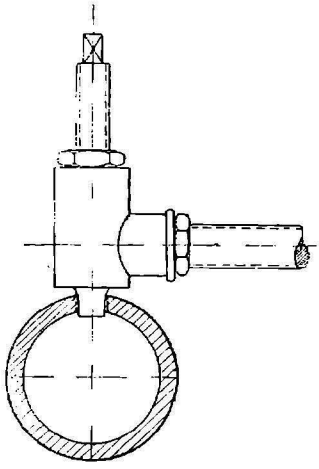
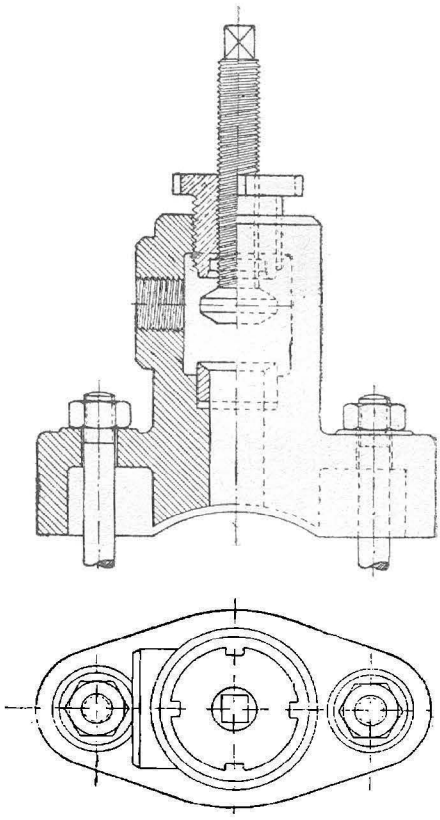


Рис. 38. Муфтовые присоединения.


Рис. 39. Ферол.


Рис. 40. Пятигорский кран.

Более целесообразное устройство, дающее возможность запирать воду без разрытия улицы, изображено на рис. 37 Здесь в верхней часть хомута привертывается сальник для запорной штанги. Последняя помещается в шахточке, которая выводится в лючок. Его следует устанавливать на кирпичи, камень, дерево и т. д.

Наряду с указанным типом присоединения за границей иногда употребляется специальная муфта (рис. 38). Ее строительная длина *a* равна диаметру трубы *D*. Само присоединение имеет вид, аналогичный указанному ранее.

Типизация присоединения к сети у нас осуществляется лишь в последнее время. В эксплоатируемых же старых водопроводах приходится сталкиваться с самыми разнообразными устройствами. Остановимся на наиболее распространенных.

Употреблявшийся в Одессе „ферол" (рис. 39) для своего присоединения также требовал выключения уличной трубы, частично вызывая ее опорожнение, хотя и помещается вверху трубы. Последнее облегчает постановку соединения в водянистых и плывучих грунтах, уменьшает глубину заложения домового ответвления и потому дает экономию на земляных работах, но зато в ряде случаев может вызвать необходимость соответствующего более глубокого заложения уличной трубы. Вообще при данном способе соединения глубина заложения уличных и домовых труб будет неодинакова.

К крану пятигорского городского водопровода (рис. 40), близкому по типу к „феролу", но устроенному в виде седелки, имеется возможность при некотором конструктивном изменении присоединять два и более домовых водопровода. Необходимость остановки водоснабжения при производстве работ является недостатком в применении этого типа крана. В ряде городов (Куйбышев, Казань и пр.) нашли применение в разных конструктивных видоизменениях свертные тройники, муфты и пр.

Схемы вводов

Схемы расположения отдельных деталей вводов в здания довольно разнообразны. Остановимся на наиболее распространенных в городских водопроводах, знакомство с которыми необходимо, так как эксплоатация их будет проводиться в течение еще многих лет (рис. 41).

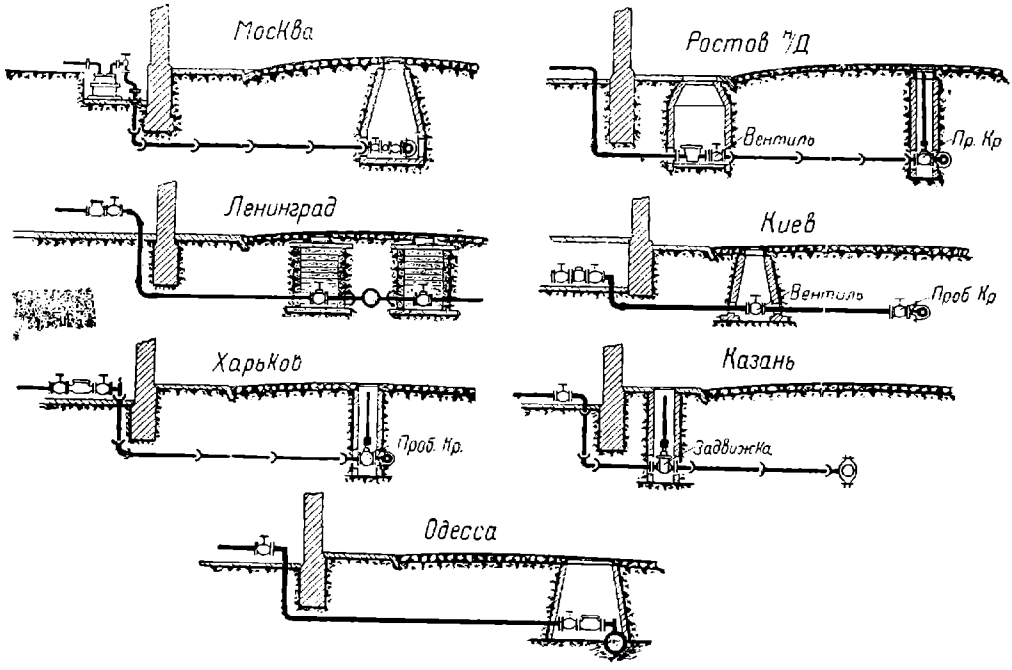


Рис. 41. Схемы присоединений вводов.

В Москве фасонные части и арматура домового ответвления помещаются в колодце на уличной трубе. Присоединение состоит из 50-*мм* крана, тройника и вентиля, причем кран присоединяется к седелке или бобышке. Достоинства приспособления — возможность устройства других водопроводов в том же колодце, легкость контролирования каждой ветки в отдельности, соединение всей арматуры в одном месте. Недостаток — сравнительная громоздкость присоединения, вследствие чего требуются большие размеры колодца, и дороговизна всего устройства. Водомеры помещаются всегда в домовладении (в подвале, кухне, специальном колодце и т. п.).

Одесский тип отличается от упомянутого тем, что в уличном колодце на магистрали помещается не только вся арматура, но и водомер. Колодец устраивается для каждого отдельного домового ответвления.

В Харькове употребляется устройство, близкое к московскому: запорный кран находится у седелки на трубе. Над ним вместо колодца устраивается шахта, дающая возможность запирания с поверхности земли. Водомер находится в доме.

Все перечисленные типы и подобные им позволяют выключать домовую ветку у самой уличной трубы без остановки водоснабжения улицы. В этом отношении хуже устройства в Симферополе и Казани. Запорные приспособления в них находятся на расстоянии от уличной трубы, и потому в случае повреждения домовой ветки до вентиля (или задвижки) приходится для ремонта выключать и уличную магистраль. Это вызывает указанные выше неудобства, в особенности же при существующем на предприятиях и в городах редком расположении задвижек на сети.

В Киеве избежали этого, поставив кран у седелки на трубе. Однако закрыть его возможно лишь с раскопкой улицы, что представляет значительный недостаток. Он усугубляется тем, что на домовой ветке вблизи домовладения поставлен колодец, в котором помещается только один вентиль. Перенос колодца на уличную трубу сделал бы все устройство более удобным. При этом возможно обойтись без вентиля; но крышку люка пришлось бы сделать более тяжелой, учитывая грузовое движение.

В Симферополе и Ростове-на-Дону устройство колодцев на тротуарах оправдывается помещаемыми в них водомерами. Однако такая постановка последних вообще не может быть признана рациональной.

Такое разнообразие схем вводов в здания не оправдывается действительной необходимостью и местными особенностями. Необходима типизация этих устройств для однородных городов и промпредприятий.

Выбор типа устройства в каждом отдельном предприятии должен сообразоваться с климатическими условиями, глубиной укладки, возможностью беспрепятственно производить работы в случае необходимости разрытия и т. п. Необходимо иметь доступ к арматуре в месте присоединения и располагать водомер в здании, а не в наружном колодце, что затрудняет эксплоатацию, особенно в зимних условиях.

Наиболее рационально схемы вводов осуществляются московским водопроводом и могут рассматриваться как типовые.

Уличные колодцы

Колодцы на ответвлениях в местах их присоединения к уличной трубе применяются не во всех городах и предприятиях; в некоторых случаях вместо них над запорными приспособлениями устраиваются шахты (трубы) с вращающейся штангой внутри и небольшим чугунным люком сверху. При климатических условиях большинства республик СССР последний способ оказывается неудобным; под снегом найти лючок шахты трудно. Весьма нередки случаи открывания лючков, хищения штанг и засорения грязью и льдом всей трубы. Достоинство такого устройства — его дешевизна.

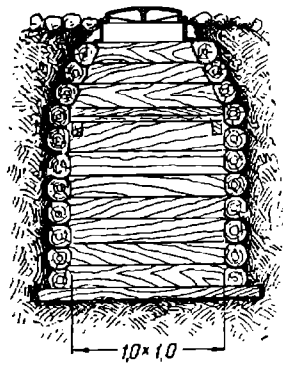


Рис. 42. Деревянный колодец.

Обычно материалом для колодцев служат кирпич, бетон, иногда дерево. Основным недостатком деревянных колодцев является короткий срок их службы, в особенности в песчаных грунтах. Они требуют частого ремонта и через 10—15 лет их приходится заменять. Если это может быть экономически выгодно и не представляет больших неудобств в мелких городках, то в благоустроенных городах с усовершенствованными мостовыми и оживленным движением по улицам эксплоатация деревянных колодцев оказывается и дорога и хлопотлива, поэтому применять их в городах не рекомендуется.

В небольших городах, поселках, лагерях и на предприятиях деревянные колодцы еще долго будут находить себе применение. Как показывает опыт, наибольшему гниению подвергается верх колодца. В правильно эксплоатируемых водопроводах состояние всех колодцев ежегодно проверяется. Однако, несмотря на это, провалы мостовой улиц вследствие гнилости колодца нередки. Поэтому из деревянных колодцев наилучшим следует признать шатровый (рис. 42), так как при нем провал верха наименее

возможен. Его недостаток — различная длина венцов шатра, несколько усложняющая и удорожающая работу.

В грунтах, насыщенных водой, деревянные колодцы сохраняются сравнительно хорошо. Однако нужно иметь в виду, что иногда после прокладки водопроводной линии уровень грунтовых вод понижается.

Независимо от материала колодца в водянистых грунтах приходится считаться с возможностью заполнения колодцев грунтовой водой и нередко заплыванием их грязью; поэтому все колодцы в таких случаях следует делать с дном. Учитывая недолговечность деревянных колодцев, лучше делать их стенки из бревен, а не из пластин, хотя это и дороже.

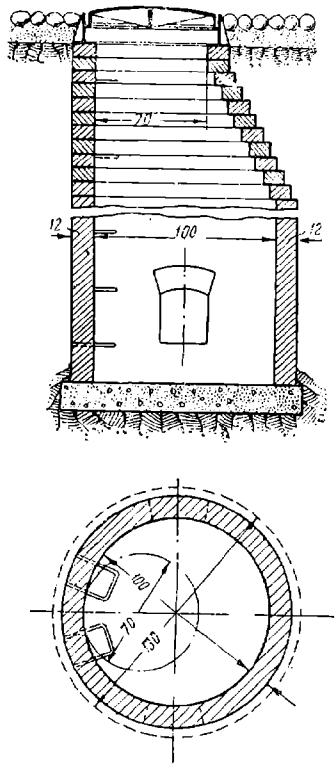


Рис. 43. Кирпичный колодец.

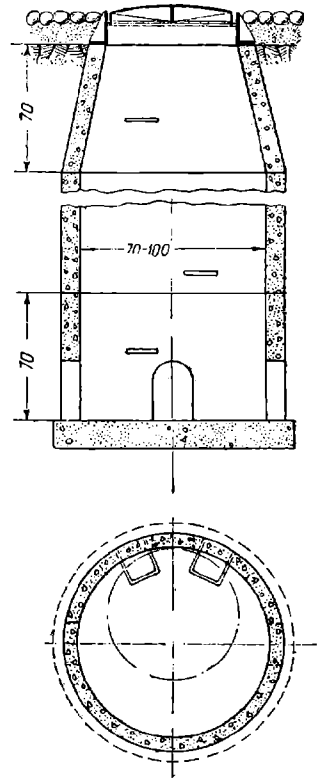


Рис. 44. Бетонный колодец.

Внутренний размер деревянных колодцев при ответвлениях к зданиям зависит от типа присоединения, но вообще достаточен 1×1 *м*.

Приведенный на рис. 43 тип дает представление об устройстве кирпичных колодцев для цеховых и домовых водопроводов. При кладке стен круглых и овальных колодцев наиболее подходит лекальный кирпич, однако можно применять и обыкновенный. Диаметр колодцев недопустимо делать меньше 1 *м*, но и больший при обычных условиях будет излишним. Коническая форма колодцев дает удобный спуск, хорошее освещение колодца, возможность легкого выхода газов, минимальный расход материала. Для спуска внутрь колодца устраивают скобы, устанавливаемые через 0,3 *м*.

Бетонные колодцы (рис. 44) изготовляются как из набивного бетона на месте, так и из колец. Последний способ имеет большие преимущества: кольца вырабатываются заранее и на месте производится только сборка их, благодаря чему разрытие улицы бывает непродолжительно. При стандартном типе колодцев возможно массовое и заблаговременное изготовление колец; это удешевляет их стоимость.

Некоторым недостатком колодцев из колец является необходимость осторожного опускания нижнего кольца во избежание повреждения водопроводной трубы, если колодец устраивается над существующей трубой.

Сравнительно с кирпичными колодцами стенки бетонных тоньше. В зависимости от диаметра вполне достаточна толщина 0,08—0,10 *м*. Верх колодцев и здесь целесообразнее делать конический. В колодцах из колец это достигается введением верхнего конического кольца. При набивном бетоне это тоже затруднений не представляет.

На рис. 45 приведены три вида шахт над запорными приспособлениями старых домовых водопроводов. Шахты делаются из дерева, керамических труб, кирпича и т. п.

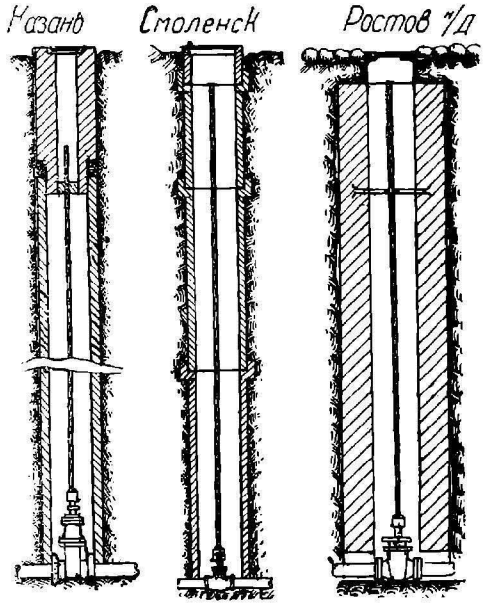


Рис. 45. Типы шахт.

Диаметр вводов

Диаметр труб цеховых и домовых вводов зависит от давления в наружной сети, высоты здания, скорости движения воды, длины трубы, ее материала, числа вентилей, поворотов, сужений или расширений сечения и т. п.

Давление в сети чаще всего составляет от 2 до 4, иногда до 6 *ат*. Количество поворотов и других сопротивлений может быть определено по

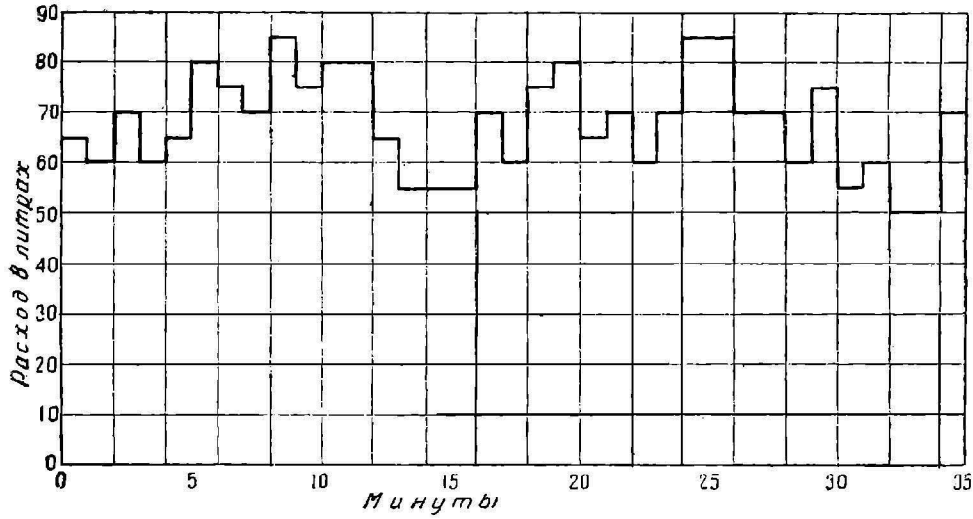


Рис. 46. График расхода воды в доме.

эскизу схемы ответвлений. Поэтому имеется возможность рассчитать получающуюся потерю давления и необходимый диаметр труб.

Для этого нужно знать максимальный секундный расход воды по трубе. Наблюдение над минутными расходами в часы наибольшего водопотребления

показало, что даже в крупных жилых зданиях эти колебания достаточно значительны. На рис. 46 представлен график минутных расходов по данным Водгео для здания с суточным потреблением в 99,4 $м^3$ при часовом расходе 4,1 $м^3$. Минутный коэфициент неравномерности расхода воды в данном случае составил 1,23. В небольших зданиях он выше.

Максимальные минутные и секундные расходы в цехах зависят от режима работы водоснабжения, характера водопотребителей и могут достигать значительных величин. При одновременном окончании смены во всех цехах, находящихся в одном здании, и наличии большого количества умывальных кранов и душей нередко решающую роль играют расход в конце смены и одновременная работа душей. Существующими нормами предусматривается, чтобы в течение получаса были пропущены все рабочие, пользующиеся душем.

Для уменьшения коэфициента неравномерности иногда предусматривается ступенчатая работа цехов, т. е. окончание смен в разное время. Отставание лишь на полчаса делает расход воды на бытовые нужды значительно более равномерным.

Наличие двигателей и установок, требующих охлаждения водой, а также производств, работающих на ней, наличие внутренних противопожарных и особенно спринклерных устройств — все это резко увеличивает расчетный секундный расход.

В настоящее время нередко вводы в цехи имеют диаметр 125—150 *мм* и более. Домовые вводы при пожарном расходе требуют труб в 100—125 *мм*, хотя в большинстве еще для жилых зданий достаточны меньшие диаметры. Ходовыми при отсутствии пожарного расхода являются вводы в 50 *мм*.

В малых зданиях и этот диаметр является излишним. Если к тому же грунт в данном месте не действует разъедающе на железные трубы, то они с успехом могут быть применены на вводах (в совхозах, лагерях и т. п.). Но все же диаметр их не следует выбирать менее 25 *мм*.

Вводы в предприятия, крупные здания, цеха обязательно рассчитывают по максимальному расходу воды.

Если здание имеет два ввода, диаметр каждого из них должен обеспечить пропуск полного расчетного расхода воды.

ГЛАВА 4

ВНУТРЕННЯЯ ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ

Внутренние сети цехов и зданий

В противоположность водоснабжению жилых зданий, где вопрос о внутренней сети решается просто, в зависимости от уличной сети, водоснабжение цехов является тем фактором, который определяет систему водоснабжения всего предприятия в целом. Здесь учитывается расход и напор воды для производственных целей, необходимое качество ее (охлаждение машин, питание котлов, производственные надобности в жесткой или умягченной воде), потребность в хозяйственной горячей, хозяйственно-питьевой (холодной), а также специальной (охлажденной) воде. На основе всего этого решается комплекс вопросов наружного водоснабжения: выбор источника, число сетей, их трассировка и т. д.

Основными системами водоснабжения в цехах и зданиях являются: 1) единый хозяйственно-производственный водопровод и 2) раздельный. Последний может быть в такой комбинации: а) производственно-технический и б) хозяйственно-противопожарный (питьевой) или а) производственно-противопожарный и б) хозяйственно-питьевой водопровод.

Но в зависимости от характера производства, климата, степени санитарного благоустройства и других местных условий количество внутренних сетей может быть больше.

В цехах и зданиях могут иметься следующие водопроводные сети: 1) производственная сеть, 2) сеть умягченной воды, 3) сеть высокого давления (для гидравлических приводов и пр.), 4) горячее водоснабжение (для моечных и других машин) и 5) сеть оборотной воды.

Кроме того может быть противопожарная и отдельно спринклерная сеть. Наконец имеются канализационная сеть и внутренние водостоки.

Естественно, что разнообразие внутренних водопроводов должно обосновываться санитарно-техническими и производственно-экономическими данными.

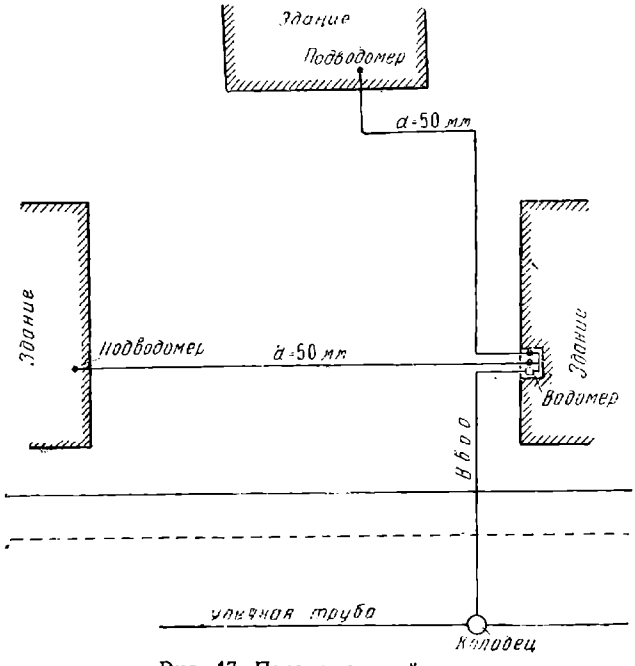


Рис. 47. План дворовой сети.

Непродуманное загромождение цеха внутренними водопроводами с водой разного качества ведет к удорожанию и неудобствам в эксплоатации, поэтому необходимо стремиться к уменьшению количества водопроводных сетей в цехе.

На общем решении вопроса мало отражаются специальные системы водоснабжения, например сеть высокого давления, обслуживающая гидравлические прессы, гидравлические приводы. Сеть умягченной воды чаще всего имеет небольшое протяжение, так как питает обыкновенно паровые котлы и машины от водоумягчительной установки, находящейся по соседству. Лишь в некоторых производствах эта сеть имеет разветвленный характер.

Специальная питьевая сеть охлажденной (до 6—8°) воды употребляется иногда в горячих цехах крупных металлургических заводов, если летом вода в общей хозяйственно-питьевой сети имеет высокую температуру.

Горячее водоснабжение для производственных целей основывается на централизованном нагреве и разведении горячей воды по трубам. В случае крупных душевых, пользующихся той же водой, она должна удовлетворять необходимым санитарным требованиям. Если этого сделать нельзя или душевые, находящиеся в отдалении, потребляют небольшое количество горячей воды, для них устраивается особый водонагреватель.

Решающее значение имеет вопрос противопожарного водоснабжения. В зависимости от соотношения расходов воды оно может обеспечиваться либо производственно-технической системой либо хозяйственно-питьевой. В общем распространена комбинированная сеть производственно-противопожарная или хозяйственно-противопожарная.

Кроме водопроводных сетей в цехах имеются паропроводы, газопроводы, воздухопроводы, трубопроводы для разных жидкостей. Для отличия они окрашиваются в разные цвета. То же самое рекомендуется делать и с водопроводными сетями.

В жилых и общественных зданиях возможны сети следующих видов: 1) питьевая, 2) хозяйственная, 3) противопожарная, 4) горячая, 5) охлажденная, 6) канализационная, 7) водосточная (за границей в высоких зданиях последняя нередко пропускается внутри здания).

Пользование в жилых и общественных зданиях водой неудовлетворительного качества хотя бы для промывки уборных, мытья полов и т. д. в санитарно-гигиеническом отношении недопустимо. Это ведет к повышению заболеваний. Все же иногда при недостатке питьевой воды, при наличии двух сетей с водой разного качества, например в приморских городах, встречается использование морской воды для противопожарных целей, промывки уборных и некоторых других хозяйственных целей.

Дворовая и внутриквартальная сеть

В тех случаях, когда на территории промышленных предприятий или домоуправлений находится несколько зданий, снабжаемых водой, водопроводные трубы, идущие (за водомером) по территории, образуют дворовую (заводскую) сеть.

Для экономии труб дворовую сеть стремятся укладывать по кратчайшему направлению. На дворах промышленных предприятий, имеющих

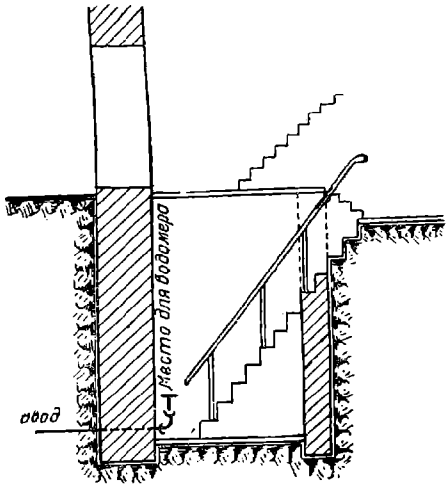


Рис. 48. Установка водомера в лестничной клетке.

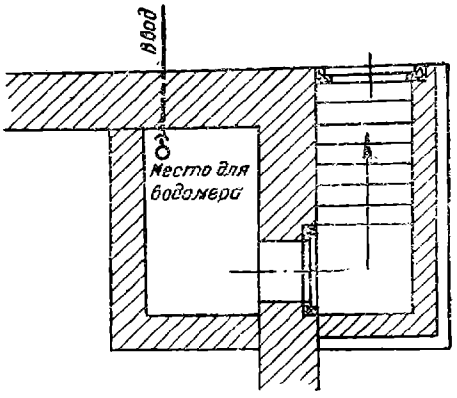


Рис. 49. Установка водомера под зданием (план).

различные другие подземные и надземные прокладки, следует водопроводные линии трассировать по возможности параллельно стенам основных зданий и пересекать проезды перпендикулярно (рис. 47).

В заводских поселках, военных городках, в реконструируемых городах в настоящее время широко применяется новая внутриквартальная планировка, при которой нет отдельных домовладений и дворов. Соответственно этому водопродводная сеть прокладывается внутри кварталов. Исчезает разница между уличной и дворовой сетью. Их место занимает общая внутриквартальная сеть. В ней имеют место разводящие трубопроводы и вводы в здания. Каждый из последних должен по возможности обслуживать отдельное здание и иметь свой водомер. Он ставится или в специальном колодце или лучше в доступном подвале, теплой лестничной клетке и т. п. Установка в лестничной клетке представлена на рис. 48.

Если в здании подвала нет, можно устроить специальное помещение под зданием со входом снаружи (рис. 49) или даже вне здания отдельный колодец с будкой над ним и лестницей.

Перед водомером обязательно ставится вентиль для возможности отделения ввода и снятия водомера в случае его неисправности. Вентиль

ставится также и за водомером. Тип присоединения водомера к сети зависит от его системы. На рис. 50 дано присоединение водомера Фраже. На рис. 51 показана схема Госпроектстроя установки скоростного водомера „Космос" или водомера Вольтмана в промышленных предприятиях.

Требования к укладке дворовой, а тем более внутриквартальной сети не отличаются от аналогичных требований к укладке вообще водопроводных труб в земле. Весьма нередко выдвигается вопрос о прокладке их в одной траншее с канализационными трубами. Хотя такое устройство за границей допускается, однако оно практически редко осуществимо вследствие различного технического характера обеих сетей. В частности стоящие на канализационной сети смотровые колодцы сильно затрудняют проведение по той же трассе водопроводных труб. Пропуск же последних через канализационные колодцы без специальных мер недопустим: во время засорения колодцы могут наполняться сточной жидкостью и водопроводные трубы окажутся в ней.

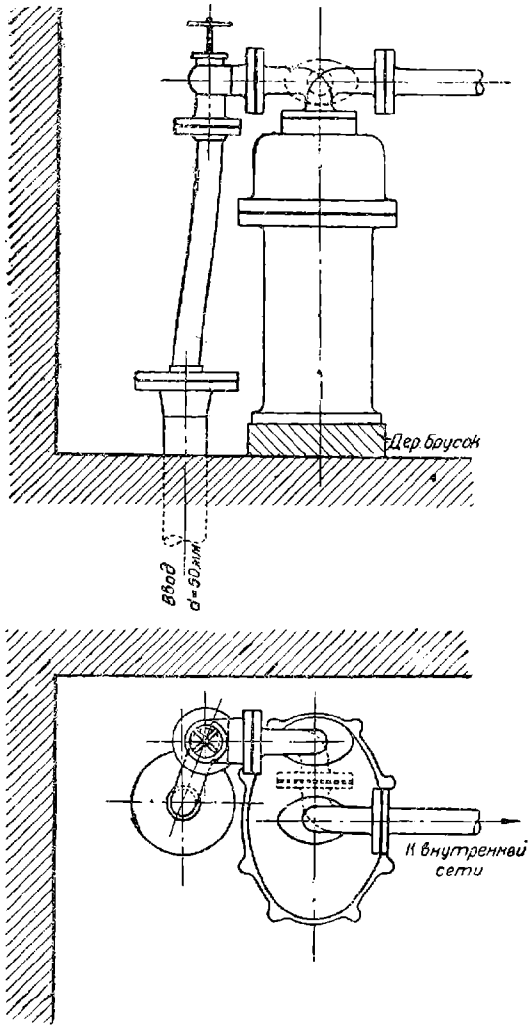


Рис. 50. Установка водомера Фраже.

Если речь идет о специальной технической водопроводной сети, то такая совместная прокладка в некоторых случаях может быть допустима (при небольшом диаметре водопроводных трубопроводов, малой длине их, редко расположенных канализационных колодцах и пр.)

При этом канализационная линия должна лежать ниже водопроводной и быть уложена ранее ее.

Схемы внутренней сети

Внутренние сети различаются между собой как по геометрическим признакам, так и по принципам действия. По геометрическим признакам сеть может быть вертикальная и горизонтальная с нижней и верхней разводкой, тупиковая и кольцевая. При этом в зависимости от числа вводов система может быть с одним, двумя или более вводами.

Какова бы сеть ни была, должно быть соблюдено основное требование — надежного и бесперебойного водоснабжения здания. Даже в случае ремонта любой части внутренней сети остальная должна работать нормально. Необходимо, чтобы внутренний водопровод не создавал каких-либо неудобств для пользующихся зданиями и не нарушал бы архитектурного вида помещения.

При устройстве внутренней сети трубы проводятся в двух плоскостях: горизонтальной и вертикальной, т. е. параллельно осям здания (рис. 52). Наклонная проводка труб, как правило, не применяется.

По своему назначению и размеру внутренняя сеть имеет: основную магистраль (тупиковую или кольцевую), магистральную сеть и разводящую или подводящую сеть, обслуживающую отдельные приборы или группы их. Вполне четкого деления между ними провести однако невозможно, так как в небольших зданиях максимальный диаметр внутренней водопроводной сети иногда не превышает 25—38 *мм*, в современных же

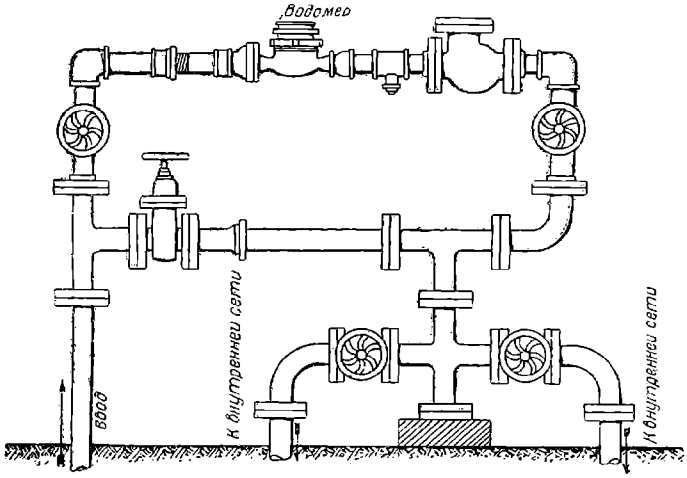


Рис. 51. Установка скоростного водомера.

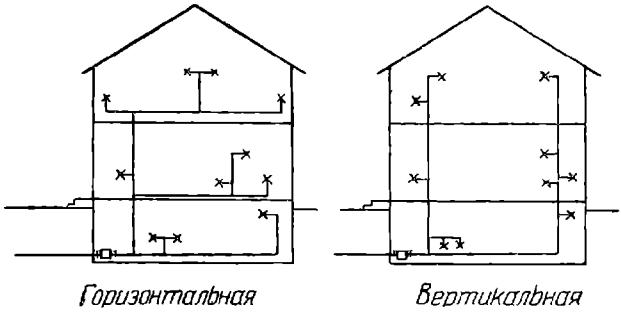


Рис. 52. Горизонтальная и вертикальная схемы внутренней сети.

многоэтажных домах и крупных цехах во внутренней сети применяются трубы диаметром в 150—200 *мм* и более.

При горизонтальной разводке большая часть магистральной сети расположена горизонтально. Если она обслуживает здание в 2—3 этажа, то основная магистраль, соединяющая отдельные этажи, вертикальна. Подводящая сеть также вертикальна.

При вертикальной сети большая часть трубопроводов вертикальна. Основная магистраль и подводящие трубы расположены горизонтально.

Горизонтальная сеть имеет место в невысоких промышленных зданиях, в которых санитарные приборы и установки, потребляющие воду, разбросаны в разных направлениях и в плане в разных этажах не совпадают. Иногда здесь уместны этажные магистрали, на которых стоят отростки к пожарным кранам и другим приборам.

Горизонтальная разводка в равной мере возможна в невысоких зданиях лечебного типа, плавательных бассейнах, клубах и вообще широко распланированных зданиях с разнородными помещениями в различных этажах.

Эта же сеть иногда находит применение в небольших жилых домах. При рациональном расположении комнат санитарные приборы в жилых зданиях помещаются близко друг от друга, а во многоэтажных — все группы приборов лежат одна над другой, поэтому вертикальная сеть будет иметь преимущества в данном случае. Горизонтальную проводку труб в условиях жилых помещений сложнее осуществить, чем вертикальную. В горизонтальных трубах труднее удаляется возможный осадок, так как они для этого требуют известного уклона. Все это привело к тому, что обычно

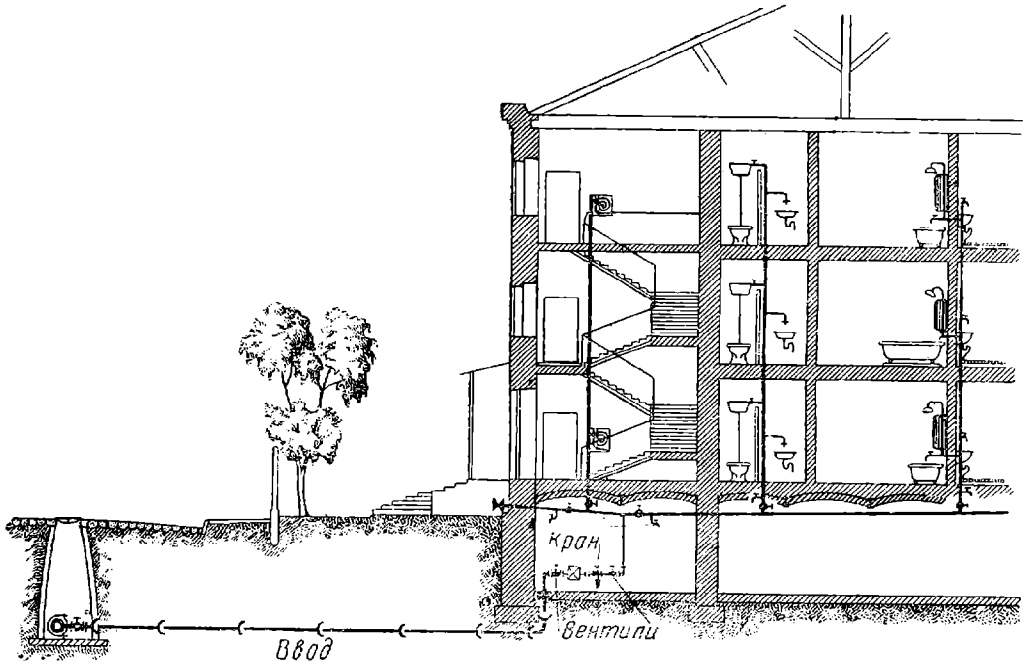


Рис. 53. Схема домового водопровода с непосредственным питанием от наружной сети

внутренняя разводящая сеть выполняется в виде вертикальной; горизонтальной же устраивается одна только магистральная линия, подводящая воду к стоякам (вертикальным трубопроводам).

Внутренняя магистраль в большинстве случаев прокладывается по низу здания (в подвале или первом этаже). К ней примыкают стояки, из которых каждый обслуживает однородные санитарные приборы или одинаковые группы различных приборов, стоящие друг над другом в разных этажах. От стояков ответвляются короткие подводящие трубы к отдельным кранам и приборам (рис. 53).

Внутренняя магистральная сеть может быть тупиковой и кольцевой. Последняя применяется в случаях особых требований по обеспечению надежности действия водопровода (в противопожарных водопроводах, в цехах, гидропатических учреждениях). Для повышения обеспеченности магистральная внутренняя сеть может питаться двумя (рис. 54) или более вводами (рис. 55).

По принципу действия система водоснабжения устанавливается в зависимости от величины свободного напора в наружной сети у ввода и от высоты самого здания. Прежде всего применяется указанная выше система

непосредственного питания из наружной сети. Она имеет место во всех случаях, когда напор в последней достаточен для подачи воды к наиболее удаленным от ввода и наиболее высокорасположенным приборам.

Давление в наружной сети вследствие изменения потери напора в ней сильно колеблется. В часы наибольшего расхода воды, в особенности при недостаточной пропускной способности уличной сети и в пунктах, удаленных от насосной станции (или водонапорной башни), колебание давления нередко составляет 15—25 *м*. В результате даже тогда, когда да-

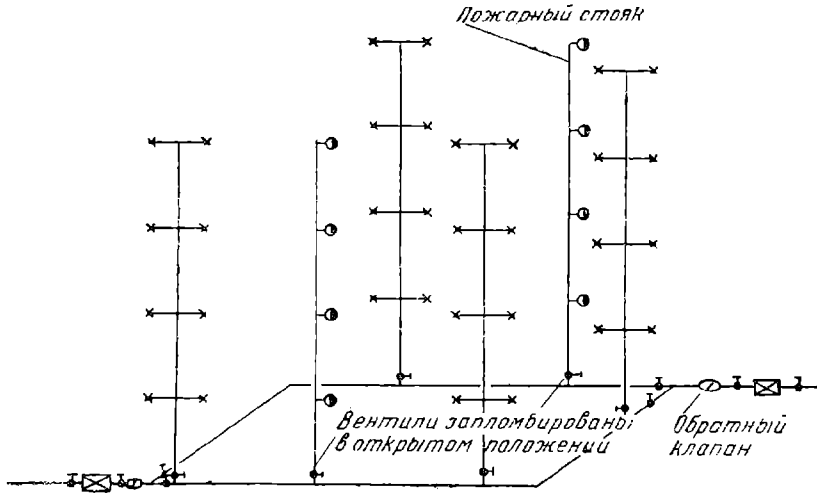


Рис. 54. Схема кольцевой сети с двумя вводами.

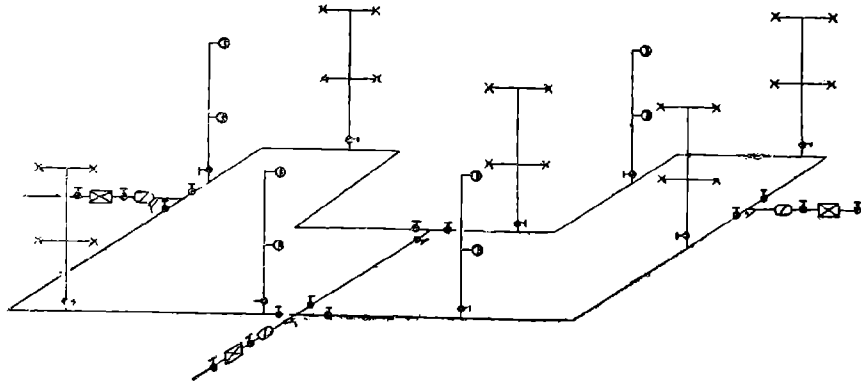


Рис. 55. Схема кольцевой сети с тремя вводами.

вление ночью в наружной сети равно 2,5—4 *ат*, оно снижается утром порой до 1,0—1,5 *ат*. Поэтому внутренняя сеть с непосредственным питанием от наружной сети в большинстве имеет место в зданиях высотой до 3—4 этажей.

В тех случаях, когда верхние этажи не обеспечиваются подачей воды с необходимым напором в некоторые часы суток, целесообразно устраивать высокорасположенные (на чердаке, на башне) запасные резервуары. Последние заполняются из наружной сети в часы достаточного давления и питают внутреннюю сеть в остальную часть суток, в часы недостаточного напора. Такая система может быть названа резервуарной, безнасосной.

При строительстве зданий в местах с высокими отметками и слабо развитой наружной сетью нередко давление в последней вообще не обес-

печивает нормальное снабжение водой верхних этажей. В этих случаях в здании устанавливается насос для повышения давления во внутренней сети. Чаще всего насос подает воду в резервуар (бак), расположенный выше самых высоких кранов (например на чердаке). При наполнении бака, питающего водой здание, насос останавливается и снова включается, когда уровень в резервуаре снизится до минимально допустимого.

В этой так называемой насосной резервуарной системе насос работает ограниченное время, поэтому резервуары должны иметь значительную емкость. Наличие запасных резервуаров вызывает ряд неудобств. Поэтому в последнее время все шире начинает применяться безрезервуарная насосная система водоснабжения. В ней насос работает круглые сутки или вообще в течение всего времени, когда давление в наружной сети недостаточно для обеспечения водой верхних этажей. Естественно, что подача воды насосом должна соответствовать потреблению ее в каждый данный момент.

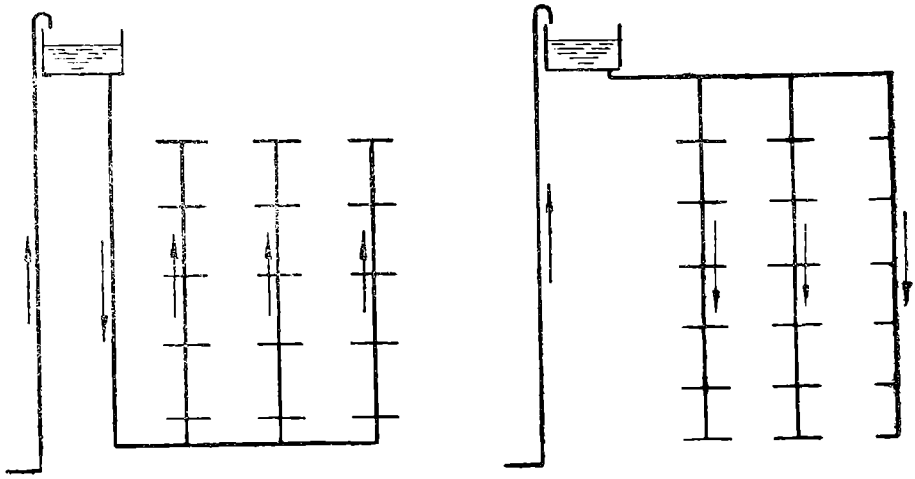


Рис. 56. Верхняя и нижняя разводка.

В ряде случаев давление в наружной сети вполне достаточно для снабжения водой нижних этажей и не обеспечивает лишь 2—3 верхних этажей. Здесь может быть целесообразным устройство двухзонной системы водоснабжения. При этом нижняя зона получает воду непосредственно из наружной сети, а верхняя зона питается от резервуара (или реже непосредственно от насоса). В отдельных высоких зданиях может найти применение многозонная система водоснабжения.

Вместо запасного резервуара во внутреннем водоснабжении нередко устраивается гидропневматический котел. Он чаще всего располагается в нижней части здания, но иногда при бескомпрессорной системе устанавливается и наверху.

При устройстве запасного бака конструктивное выполнение схем может быть весьма различным. Прежде всего приходится делать особый трубопровод, по которому вода подается в бак, и уже от последнего идет сеть, подводящая воду к приборам.

Магистральная разводящая труба от запасного резервуара может итти по чердаку или под потолком верхнего этажа (что бывает редко). И тогда разводка называется верхней. В больших зданиях разводящая труба идет понизу (в подвале, в канале, под полом, в первом этаже); такую разводку называют нижней (рис. 56).

Устройства с верхней разводкой имеют преимущества:

1. Сеть обходится дешевле, длина стояка и общая длина труб получаются меньше, чем в первом случае.

2. Потери напора меньше. Обычно в верхних этажах напор бывает невелик. При нижней разводке он будет меньше, чем при верхней, так как вода, пока дойдет по верхних этажей, должна пройти длинный путь по общему стояку, разводящей линии и отдельным стоякам. При верхней же разводке путь от бака до мест разбора в верхних этажах невелик, и потому потеря напора незначительна.

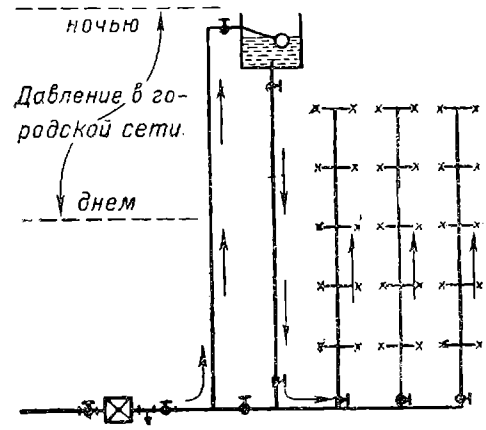


Рис. 57. Схема сети с нижней разводкой.

Неудобство верхней разводки заключается в том, что ее приходится, как было указано, вести обычно по чердаку. В местности с холодным климатом ночью, когда разбора воды нет, несмотря на утепление, возможно замерзание труб.

Если же делать систему в достаточной степени надежной и обогревать магистральную разводящую трубу, используя для этого отопление, то это окажется дороже, чем устройство с нижней разводкой. Кроме того эксплоатация устройства с разводкой, идущей по чердаку, вызывает ряд неудобств (заливание потолков при повреждении труб, сложность обслуживаня и т. п.).

При практическом выполнении внутреннего водопровода с баком необходимо учитывать возможность работы внутренней сети помимо него. Это

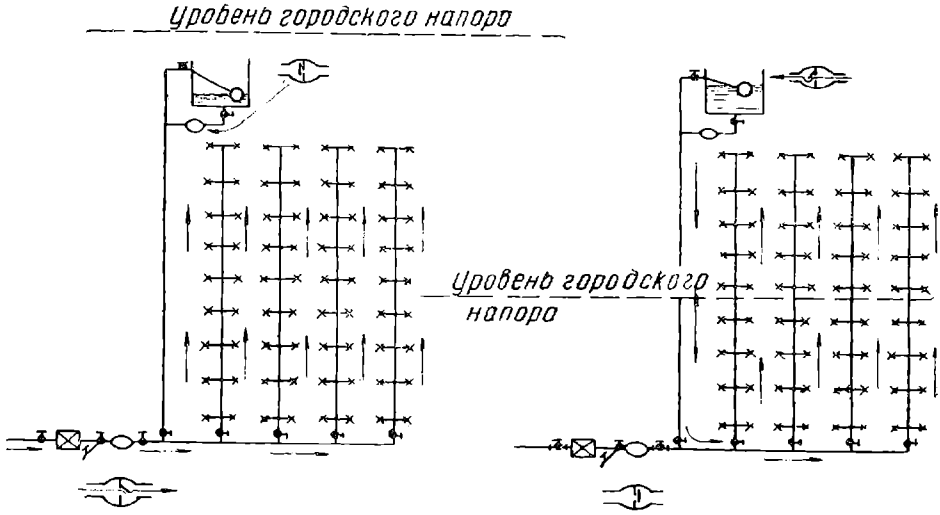


Рис. 58. Схема сети с обратными клапанами.

может иметь место при ремонте, окраске бака и т. п. Рациональная схема устройства представлена на рис. 57. Здесь между подводящим и отводящим от бака стояками имеется соединение с вентилем, который в нормальных условиях закрыт. Поэтому вода идет через бак. Если в нем или в указанных стояках есть неисправности, последние выключаются предусмотренными для этой цели вентилями. Открывается разделяющий вентиль, и вода идет прямо в сеть. При этом по условиям напора днем вода будет только в нижних этажах, а ночью дойдет и до верхнего. Недостатком указанной

схемы является наличие двух стояков у запасного бака. В этом отношении более экономна схема по рис. 58. Она основана на применении обратных клапанов. Когда давление в уличной сети выше уровня бака, оно открывает обратный клапан у водомера, и по стояку через шаровой клапан запасного бака вода подается в него. При этом обратный клапан под баком закрыт.

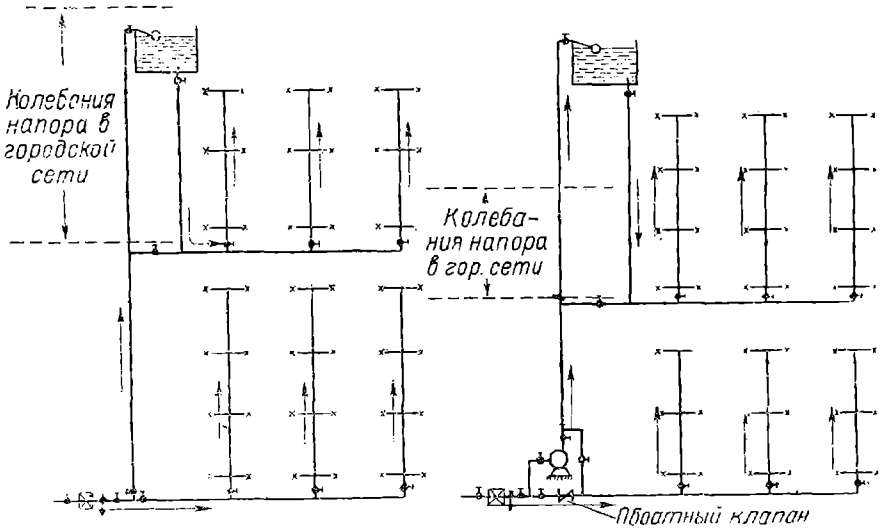


Рис. 59. Схема двухзонной сети с нижней разводкой.

Когда напор во внешней сети падает ниже уровня воды в баке, обратный клапан у водомера закрывается, внутренняя сеть отделяется от уличной; под давлением воды открывается обратный клапан под баком, и домовая сеть питается из него.

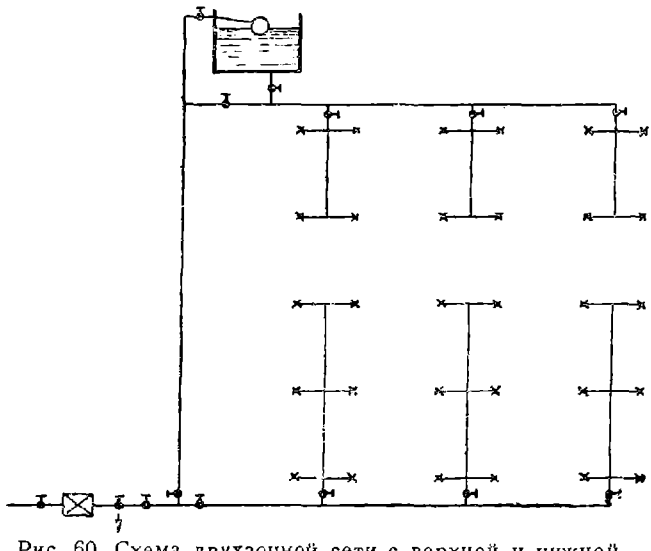


Рис. 60. Схема двухзонной сети с верхней и нижней разводкой.

При конструктивном выполнении схемы с верхней разводкой полезно предусмотреть возможность работы ее помимо бака. В этом случае соединение подающей трубы с сетью должно быть сделано ниже максимального пьезометрического уровня в наружной сети.

Давление в наружной сети может снизиться (во время аварий и т. п.), поэтому в рассмотренных случаях, и особенно при верхней разводке, рекомендуется иметь установку запасного насоса. Такое решение гарантирует подачу воды в моменты недостаточного давления в сети.

В зданиях, имеющих значительную высоту и большой расход воды, может оказаться целесообразным устройство отдельных разводок для нижних и верхних этажей. При этом нижняя часть здания, расположенная

в пределах городского напора, питается водой непосредственно из уличной сети. Для верхней же разводки устраивается (рис. 59) бак, иногда с запасным насосом (если напор ночью не доходит до бака), или же с обязательной установкой для подкачки воды (если давление всегда недостаточно).

Естественно, что в рассмотренном случае устройство отдельной разводки для верхних этажей потребует бака меньшей емкости, чем для всего здания; но зато получается более длинная домовая сеть.

Такая двухзонная внутренняя сеть может быть полностью осуществлена с нижней разводкой или с верхней и нижней разводкой (рис. 60). Достаточно целесообразной является двухзонная кольцевая система по схеме, указанной на рис. 61. Здесь стояки, разделенные вентилями, обслуживают обе зоны. Когда запасной бак почти пуст, пускают центробежный насос. При этом его всасывающая и нагнетательные линии между собой отделены обратным клапаном. Во время работы насоса нижняя зона находится под его давлением, а верхняя, как и всегда, питается через бак. После наполне-

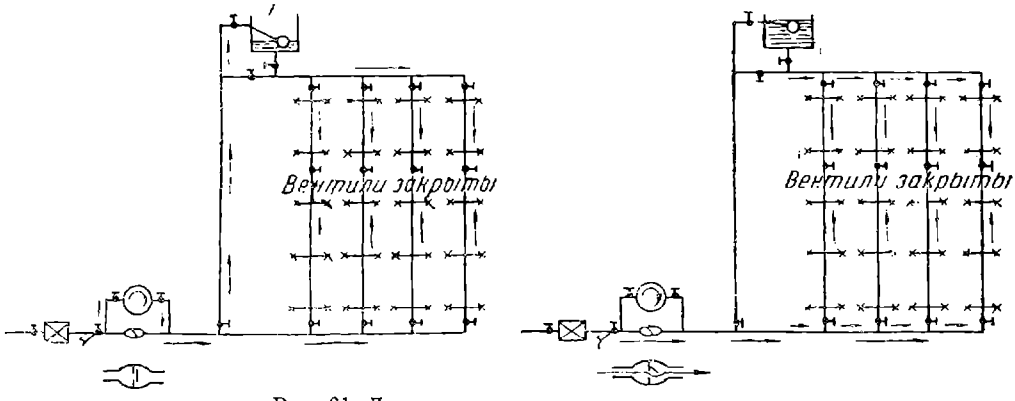


Рис. 61. Двухзонная кольцевая система.

ния последнего насос останавливается. С этого момента давление перед обратным клапаном становится больше, чем за ним; он открывается, и вода из городской сети питает нижнюю зону. Конечно напор в уличной сети должен быть выше разделительных вентилей.

В случае ремонта бака он выключается, разделительные вентили открываются, и вся сеть переходит на питание из уличной магистрали от насоса через нижнюю зону.

Запасные резервуары (баки)

Запасные резервуары имеют широкое распространение. Они применяются как в холодном, так и в горячем водоснабжении и служат для создания запаса и напора воды. Резервуары выполняются в двух типах — безнапорные открытые и напорные герметически закрытые. Последние в холодном водоснабжении применяются в виде гидропневматических котлов, а в горячем — в виде бойлеров, находящихся под давлением наружного водопровода. Напорные резервуары будут рассмотрены в соответствующих специальных главах; здесь же мы разберем общие для всех систем безнапорные резервуары или баки.

Безнапорные резервуары для создания напора в обслуживаемой сети помещаются выше наиболее высоко расположенных водоразборных приборов. Баки могут помещаться в здании, на чердаке и выше крыши на 5—6 *м* на открытой (в теплом климате) или закрытой водонапорной башне. В зданиях с самостоятельным источником водоснабжения или же во многоэтажных, не обеспеченных необходимой максимальной подачей воды от

наружной сети (например для спринклерной сети) устраиваются резервуары в подвалах или иногда снаружи, в земле.

Запасные баки выполняются из стали, бетона, железобетона и дерева. Последние у нас применяются во временных водоснабжениях и в сельских местностях. Между тем дерево уместно и в городах, особенно же для бань, прачечных и вообще нежилых зданий, хотя в США деревянные баки устраиваются даже для крупных жилых зданий, в частности для противопожарных водоснабжений при постановке выше крыши в открытом виде.

Деревянные баки по сравнению с металлическими имеют следующие преимущества: они дешевы, легко могут быть изготовлены из местного материала в большей части Советского союза и наконец представляют более надежную защиту воды от замерзания. К числу недостатков их относятся: возможность гниения и покрывание со временем внутренних стенок слизью, от которой вода иногда протухает, причем развиваются микроорганизмы; возможность утечки воды; эти недостатки однако при хорошей эксплоатации в значительной части устраняются. Прослужить

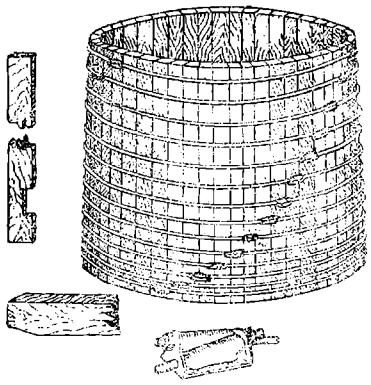


Рис. 62. Деревянный бак.

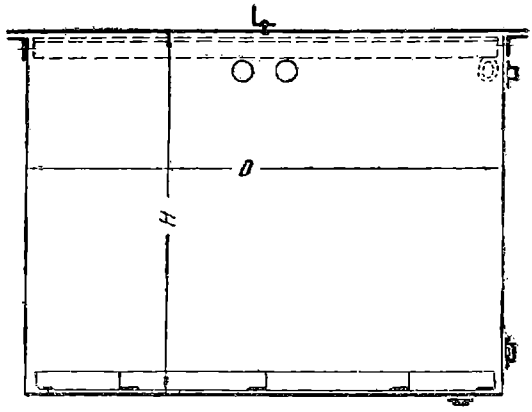


Рис. 63. Металлический бак.

деревянные баки могут 10—20 лет и более в зависимости от материала и ухода за ними. Наиболее целесообразно применение дуба; могут быть использованы также вяз, ольха, сосна и ель; практически чаще всего баки изготовляются из сосны.

Деревянные баки внутри здания по указанным выше причинам устраиваются иногда с водонепроницаемой одеждой из цинка или оцинкованного железа. Это хорошо для небольших баков и клозетных бачков. Но в запасных баках значительной емкости такая мера может ухудшить санитарное состояние их: при малейшем повреждении металлической одежды вода пройдет под нее, и в таком случае промывка деревянных стенок окажется весьма затруднительной.

Толщина стенок прямоугольных деревянных баков при емкости до 1 $м^3$ берется 3,5—5 *см*, при емкости 1—2 $м^3$ — соответственно 5—6,5 *см*. Но более целесообразно устройство цилиндрических баков, особенно при значительной емкости их. В США деревянные баки стандартизованы: они изготовляются емкостью до 380 $м^3$ и более; но в водоснабжении зданий применяются до 150 $м^3$; свыше делаются стальные.

Деревянные баки имеют незначительное уширение книзу и делаются из клепок, стянутых обручами. Концы обручей соединяются хомутами (рис. 62), которые не должны лежать в одной вертикальной плоскости бака.

Вид стального цилиндрического бака, применяемого у нас для емкости от 3,1 до 30,4 $м^3$, представлен на рис. 63. Основные данные по металлическим бакам приведены в табл. 8.

Таблица 8

Диаметр D	Высота H	Рабочая емкость	Вес	Диаметр D	Высота H	Рабочая емкость	Вес
в *м*	в *м*	в $м^3$	в *т*	в *м*	в *м*	в $м^3$	в *т*
2,0	1,2	3,1	0,56	2,75	1,95	10,4	1,22
2,0	1,7	4,7	0,67	2,75	2,2	11,9	1,30
2,25	1,7	6,0	0,82	3,0	2,2	14,1	1,43
2,5	1,45	6,2	0,85	3,5	1,95	16,8	1,75
2,5	1,7	7,4	0,92	4,0	2,2	25,0	2,28
3,0	1,7	9,6	1,21	4,4	2,2	30,4	2,63
2,5	2,2	9,8	1,10				

Рабочая высота менее указанной в таблице на 0,2 *м*. Толщина стенок бака 4 *мм*, толщина днища 5—6 *мм*.

Установка запасного бака имеет ряд достоинств. Благодаря ему здание оказывается надежно обеспеченным водой. Зимой вода в баке согревается и потому становится более приятной для употребления; вместе

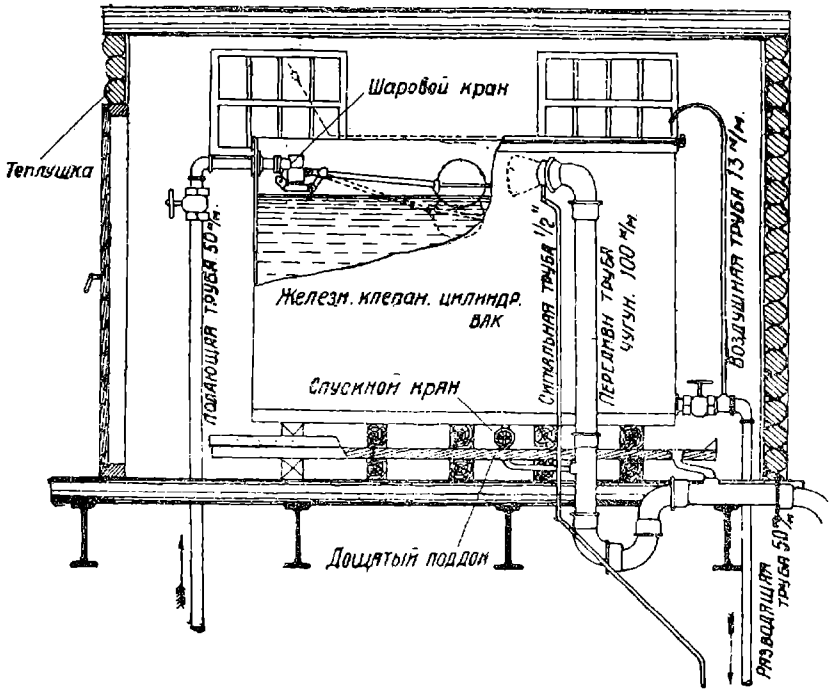


Рис. 64. Бак в теплушке.

с тем уменьшается потение труб. Давление во внутренней сети мало изменяется, что создает удобную эксплоатацию и понижает величину утечки воды.

Недостатки запасных баков однако значительно выше их достоинств. Наличие бака ухудшает санитарное качество воды, так как последняя застаивается, летом нагревается. При недостаточно частой и тщательной промывке в баке отлагаются осадки, способствующие загниванию воды. Бак и его трубы требуют утепления. Все это вместе с увеличением потребного количества труб удорожает стоимость домового водопровода.

Однако в ряде вышеуказанных случаев устройство баков неизбежно.

Баки должны находиться в помещениях, вполне гарантирующих воду в них и в трубах от замерзания и попадания в них посторонних предметов. С этой целью необходимо, чтобы бак закрывался крышкой. Последняя однако не должна закрываться герметически; наоборот, она должна давать свободный доступ воздуху в бак. Нередко по этой причине на ней устраивается специальная вентиляционная труба. Освежая воду, она дает возможность быстрого наполнения и опорожнения бака и предохраняет от опасности образования вакуума. В тех случаях, когда баки устанавливаются на чердаках, необходимо устраивать для них теплушку. Она по своим размерам должна быть достаточна для производства возможных ремонтов и окраски бака. Представление об устройстве теплушки дает рис. 64. Все трубы у бака должны быть утеплены.

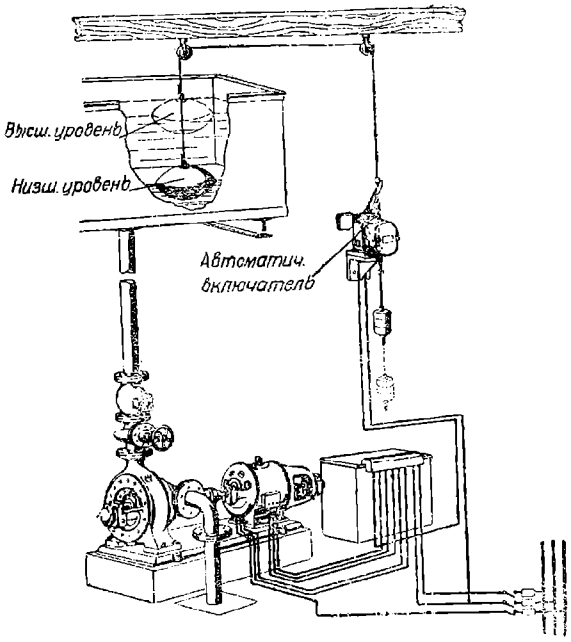


Рис. 65. Бак с автоматическим пуском насоса.

Так как бак потеет, может дать течь и т. п., то для предохранения потолочных перекрытий от воды и сырости под баком должен находиться металлический поддон с приподнятыми краями и трапом для спуска накопляющейся воды. Может быть допущен и деревянный поддон; тогда с верхней стороны он одевается листовым свинцом или вследствие дефицитности последнего оцинкованным железом. Бак ставится не непосредственно на поддон, а на брусочки для лучшей вентиляции и просушки его дна.

Подающая труба подводится к верхней части бака и заканчивается шаровым клапаном. Иногда в целях предохранения от замерзания она вводится со дна и проходит сквозь воду. Это однако не всегда бывает удобно, в частности усложняет ремонт. Разводящая труба отходит снизу, но должна быть выведена выше дна бака на 0,10—0,15 *м*, чтобы не происходило взмучивания осадков. Поэтому нередко разводящую трубу берут сбоку бака выше его дна. Иногда подающая труба служит вместе с тем и разводящей; при этом все же приходится соблюдать только что указанные требования. Во избежание переполнения бака устраивается переливная труба на высшем допустимом уровне воды (он должен быть ниже края бака приблизительно на 0,1 *м*). В случае порчи шарового клапана излишняя подаваемая вода будет стекать по переливной трубе. Диаметр этой трубы должен быть не менее двойного диаметра подводящей трубы, так как слив воды будет происходить под незаметным напором, приток же — под значительно большим. По мере опускания холостой трубы от бака ее диаметр может уменьшаться до диаметра подводящей трубы, потому что в нижней части сливного стояка вода будет уже течь под напором.

Переливная труба отводит излишнюю воду наружу или в канализационную систему. Поэтому необходимо принять меры против проникновения в бак по трубе болезнетворных бактерий и холодного воздуха.

С этой целью применяется гидравлический затвор (сифон), представляющий собой изгиб трубы в виде буквы U или S. В нем остается вода, преграждающая проход воздуха к баку. Переливную трубу из гигиени-

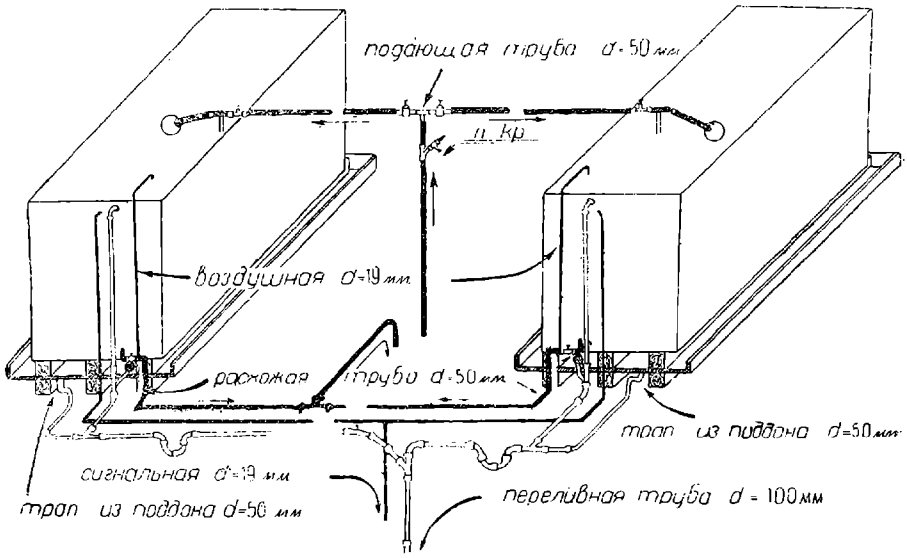


Рис. 66. Трубопроводы двух баков.

ческих соображений не выводят непосредственно в канализационную сеть Выпуск из этой трубы оканчивается над канализационным прибором, так

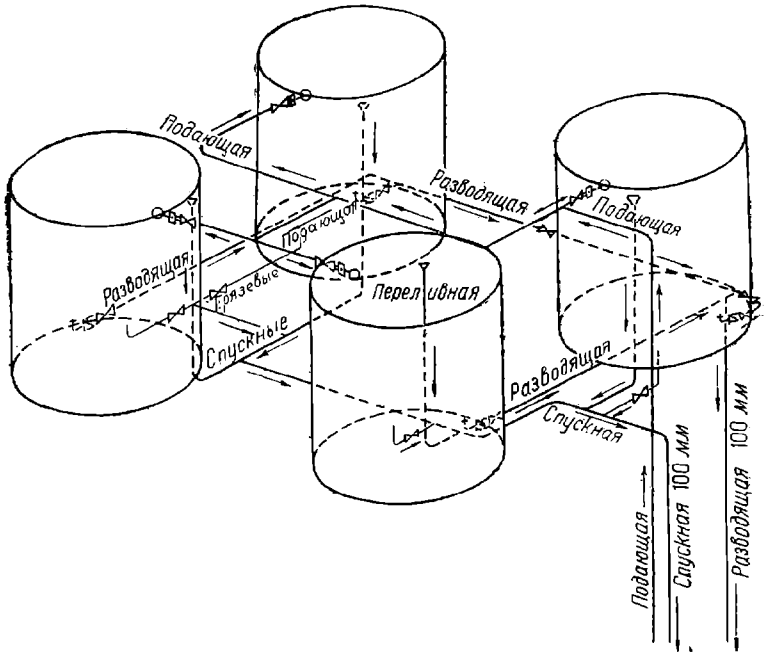


Рис. 67. Трубопроводы четырех баков.

что непосредственного соединения между водопроводной и канализационной системами не имеется.

Так как на дне бака образуются осадки, то его приходится периодически промывать. Для этого воду спускают по промывной трубе, устраи-

ваемой в нижней точке дна бака. Промывная труба имеет вентиль, а дальше присоединяется к холостой трубе.

Так как перелив воды повышает утечку ее, то под наивысшим уровнем воды несколько ниже переполнительной трубы делается сигнальная труба диаметром 13—19 *мм*. Она выводится над раковиной в котельной, помещении монтера и т. п. При водоснабжении крупных зданий целесообразно устраивать электрическую сигнализацию, при которой плавающий на поверхности воды поплавок (рис. 65) при достижении известного уровня замыкает ток и дает звуковой или световой сигнал или же автоматически включает и выключает электронасос.

Труба, подающая воду в бак, не должна на всем протяжении от водомера до бака иметь ответвлений. На случай ремонта и окраски бака необходимо иметь соединение между подводящей и разводящей трубами с тем, чтобы воду под напором уличной сети труб можно было пустить

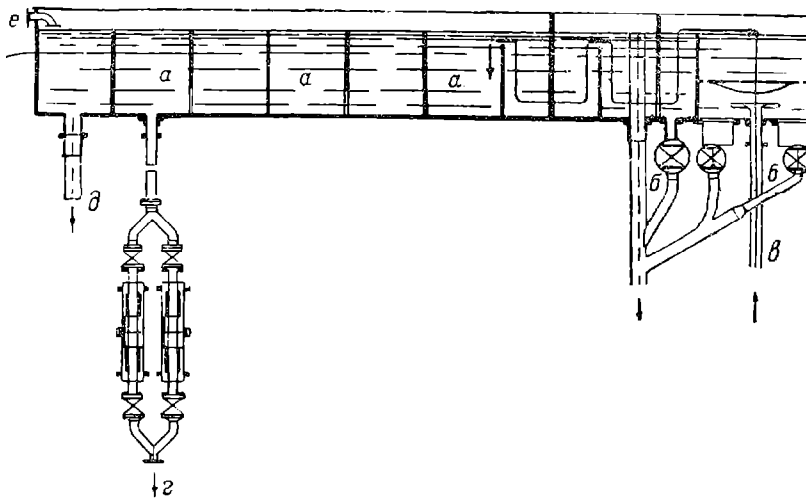


Рис. 68. Резервуар для гидравлических прессов.

в домовую сеть помимо бака. Соединение это должно быть сделано в легко доступном месте — в подвале или в первом этаже. В случае резких колебаний температуры стояки, присоединяемые к баку, устраиваются с расширителями.

Примером выполненных баков могут служить изображенные на рис. 66. Они обслуживают здание центрального телеграфа в Москве. Всего там установлено 3 группы таких баков, по 2 бака в каждой. Размеры бака: ширина 1,25 *м*, длина 2,8 *м*, высота 2,2 *м* (полезная 2 *м*). Полезная емкость бака — 6,5 $м^3$. Дно бака поднято над уровнем пола на 0,8 *м* для устройства поддона, спуска и пр. Подающие линии к группе баков и разводящие от них выполнены из труб диаметром по 50 *мм*. Разводящие трубы спускаются в подвал, где в трех местах присоединяются к кольцу диаметром в 63 *мм*. Поддон выполнен из 25-*мм* досок и покрыт листовым свинцом. Емкость всех шести баков составляет 40% среднего суточного расхода.

На рис. 67 дана безмасштабная схема трубопроводов при напорных баках, установленных на 14-м этаже жилого дома. Баков всех 4, емкость каждого 30 $м^3$. Подающая, спускная и разводящая трубы имеют диаметр по 100 *мм*. Вода в баки нагнетается насосом. Емкость баков составляет 46% среднего суточного расхода воды или 23% от максимального.

На рис. 68 дана схема большого резервуара для гидравлических прессов с отделениями *а*, служащими в качестве отстойника. В последних

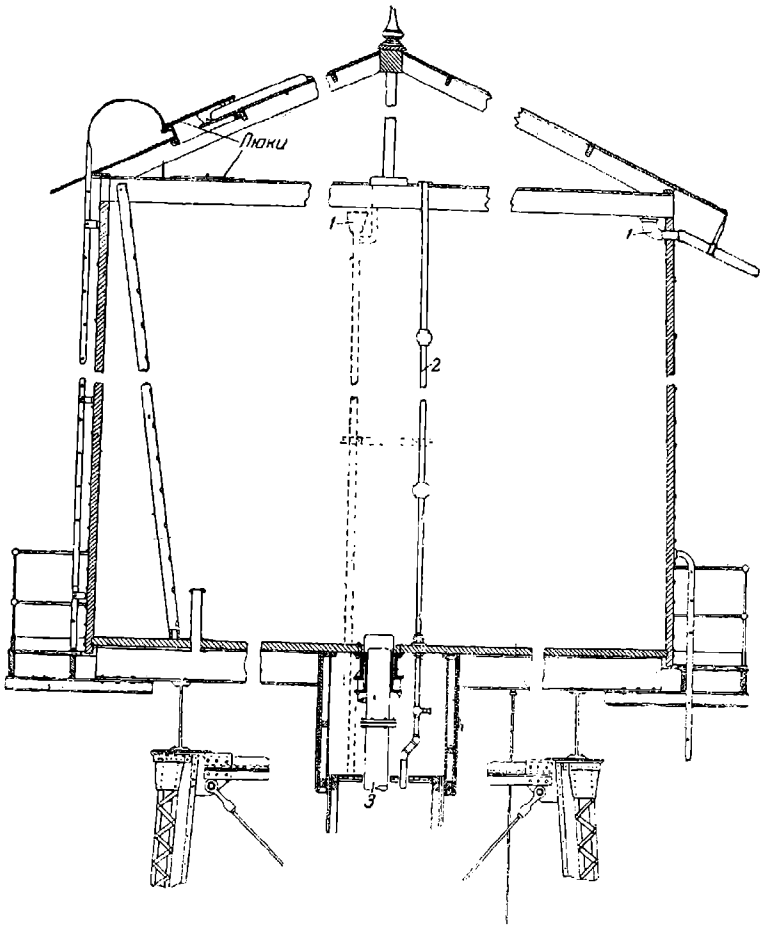


Рис. 69. Неутепленный деревянный бак.

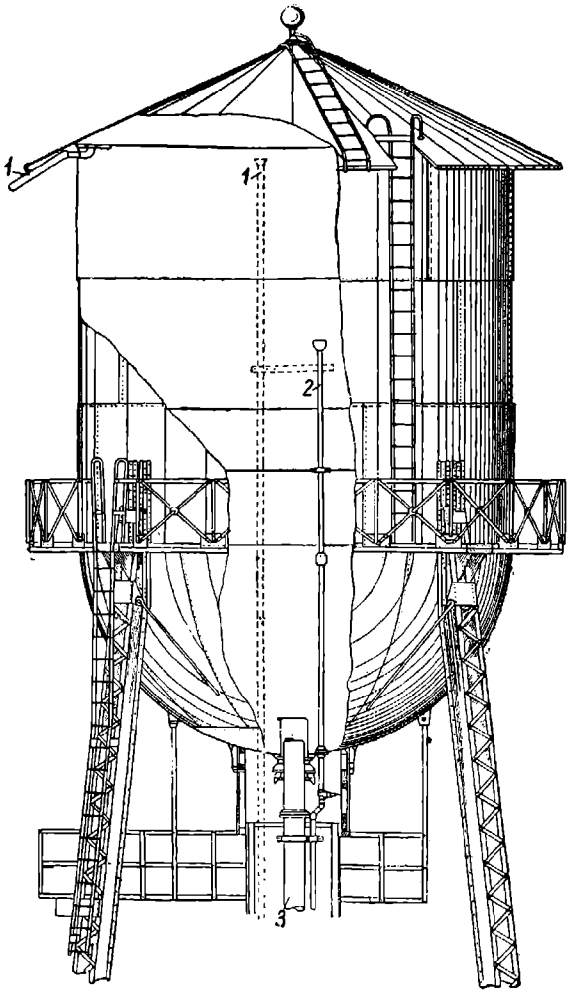


Рис. 70. Неутепленный металлический бак.

предусмотрены трубопроводы: *б* — для спуска осадков, *в* — от прессов, *г* — к прессам, *д* — для испытательной установки, *е* — для свежей воды.

На рис. 69 представлен деревянный неутепленный бак, стоящий над зданием (США). В крыше бака имеются люки для осмотра и внутри — лестница. Избыточная вода, как видно из рисунка, выпускается наружу или по переполнительной трубе — указанной пунктиром — в канализацию.

Рис. 70 представляет стальной бак без утепления над крышей здания. Здесь, как и на рис. 69, трубы *1* — переполнительные, труба *2* — нагревательная, *3* — напорно-разводящая. Для прохода внутрь имеется люк на крыше; для спуска грязи — люк внизу.

В обоих последних случаях трубы от замерзания защищены футляром.

Емкость запасного бака

Емкость запасного бака зависит не только от полного суточного расхода воды в здании или на участке, но и от характера этого расхода по часам, продолжительности работы насоса в течение суток (т. е. его часовой подачи) и даже от характера распределения его работы.

Этот вопрос, не имеющий особого значения при небольшом расходе воды, в случае значительного потребления ее становится достаточно важным. Постановка резервуара большой емкости не только отражается на стоимости устройства, но нередко вызывает затруднения чисто строительного характера. Поэтому порой приходится прибегать к определению наименьшей емкости бака, которую возможно допустить при данных условиях.

Емкость резервуара определяется по ступенчатому или интегральному графику водопотребления. Колебание расхода воды по часам зависит от того, канализован ли дом и как велик в нем расход воды. На рис. 71, *а, б, в, г, д, е* даны графики часового расхода воды в зданиях с различным водопотреблением: от 3, 5, 8, 14 *м*^{3}*/сутки* до 100 *м*^{3} и более в сутки.

С увеличением расхода воды уменьшается часовой коэфициент неравномерности расхода воды, как это графически представлено на рис. 71. Продолжительность водопотребления в небольших зданиях около 19 часов в сутки. Затем она повышается до 21 часа, и в крупных зданиях (в особенности с канализацией) вода расходуется круглые сутки.

Часовой коэфициент неравности в большинстве зданий составляет 2,0—1,7. В небольших зданиях он повышается до 2,4—3,5; однако, если отнести его к среднему часовому расходу воды за фактическое число часов потребления, то последние значения неравномерности снижаются до 1,9—2,8.

Чем продолжительнее будет работа насоса, тем меньше будут его часовая подача и мощность. Однако последняя в домовых водопроводах вообще невелика, и вопрос приходится решать, главным образом учитывая рабочий день обслуживающего персонала. Попутно отметим, что, увеличивая продолжительность работы насоса, мы не всегда уменьшаем требуемую емкость бака. Такое уменьшение имеет место лишь до известного предела, после которого с удлинением продолжительности работы насоса требуемая емкость бака возрастает.

Если взять продолжительность работы насоса, например 7 час. (часовая подача насоса $100:7=14{,}28\%$), то емкость бака определится в зависимости от того, в какие часы насос будет работать.

Пусть потребление воды по часам в процентах от суточного расхода выражают ступенчатым графиком (рис. 72).

В случае работы от 22 до 5 час. потребуется емкость бака — 100%.

Если же взять эту работу от 6 до 13 час., то емкость будет определяться как разница между поданным и потребленным за это время количеством воды, т. е. 48%.

Подходя таким образом, мы можем определить требуемую емкость запасного бака при выбранных продолжительности работы насоса и времени последней. Можно также разрешить вопрос и о наивыгоднейшей (с точки зрения емкости резервуара) продолжительности работы насоса.

При практическом выполнении бака его емкость надо делать больше, чем это требуется по расчету, учитывая всякого рода непредвиденные случаи, невозможность иметь запас до края бака выше переполнительной трубы и отвод воды выше дна бака.

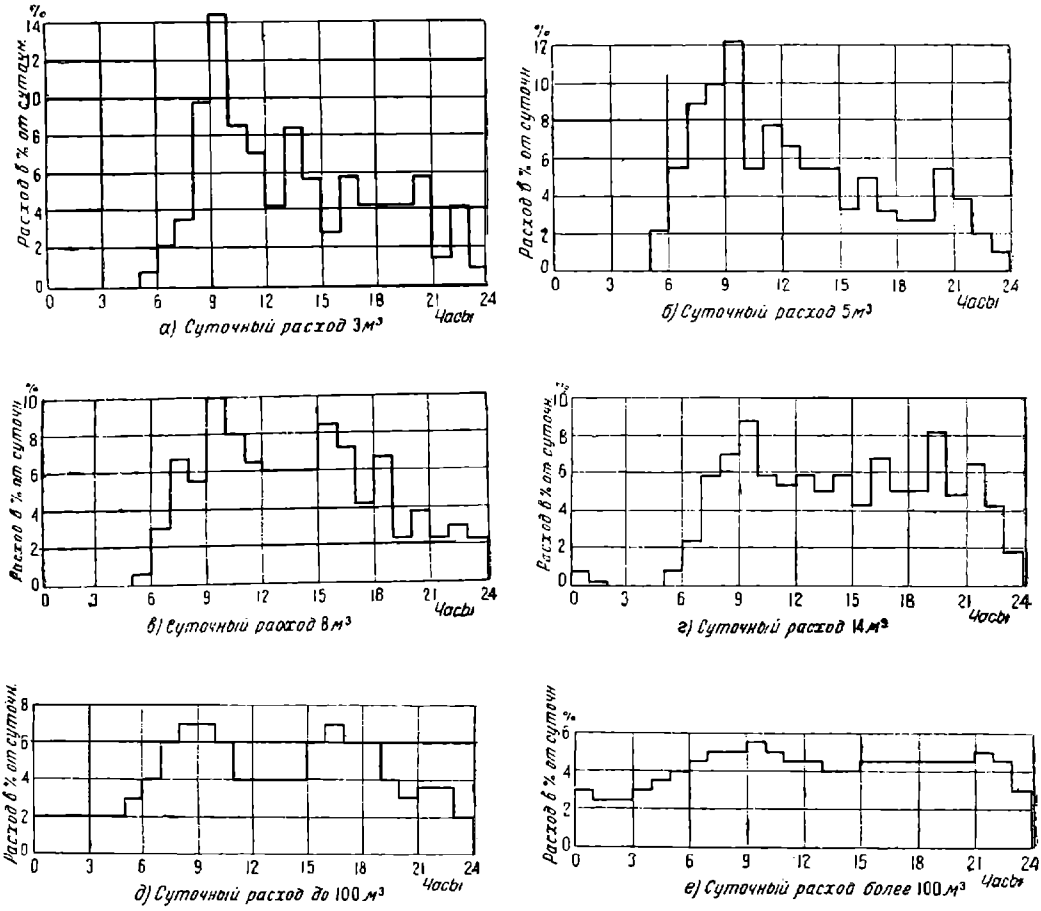


Рис. 71. Графики расхода воды в зданиях.

Для разрешения вопросов о емкости бака более удобно пользоваться интегральным графиком, построенным по расходу воды с начала суток (рис. 73).

График работы насоса выражается наклонной прямой (при постоянной подаче), а емкость резервуара определяется как сумма наибольших ординат между графиком водопотребления и графиком подачи, лежащих по обе стороны последнего. Значит, при 24-часовой работе насоса (график *А-А*) требуемая емкость резервуара будет $h_1 + h_2 = 37{,}8\%$. При 7-часовой работе от 7 до 11 час. и от 15 до 18 час. (график *а-б-в-г-д*) емкость резервуара будет $H = 19\%$.

Если характер расхода воды по часам в здании неизвестен, необходимо выбирать график по аналогии с другими зданиями. Емкость баков

бывает весьма различна в зависимости от коэфициента неравномерности расхода воды, выбора насосов и других местных условий. Она может быть

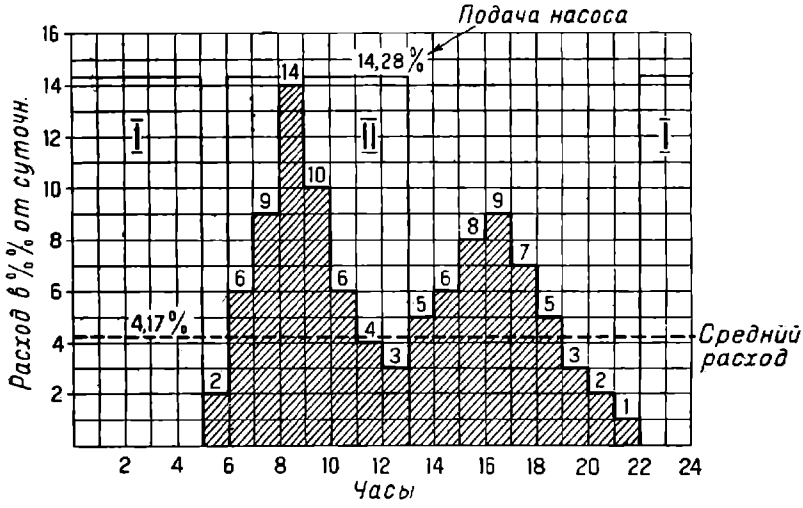


Рис. 72. График часовых расходов воды.

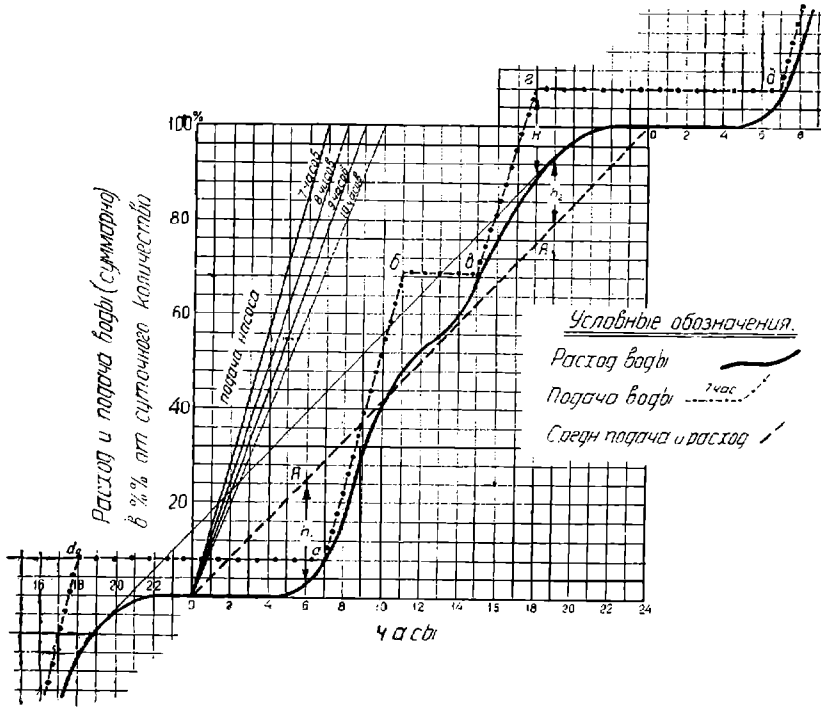


Рис. 73. Интегральный график.

в процентах от суточного расхода в пределах от 2—3% (для крупных зданий) до 50% и больше для малых водопотребителей.

Возможно и вообще обходиться без баков при соответствующем подборе насосов и диаметров сети.

ГЛАВА 5

РАСЧЕТ ВНУТРЕННЕЙ СЕТИ

Одновременность действия и эквивалентность приборов

Расчет внутренней водопроводной сети заключается в определении диаметров труб ее и в установлении напора, который обеспечит нормальную работу любых приборов и кранов, стоящих на сети, в то время, когда это понадобится. Для определения всего требуемого напора необходимо бывает узнать величину потери его при движении воды от наружной сети до наиболее удаленного и самого высокого места потребления воды. Это связано с установлением секундного расхода воды в различных пунктах внутренней сети.

Зная расход воды в разных приборах при различных давлениях, легко установить расчетный расход в ответвлениях, обслуживающих отдельные приборы. Если же брать любое сечение сети, то здесь не известно, какие приборы будут работать, в какой комбинации, с каким расходом каждый, сколько времени и т. д. Очевидно, что может быть бесчисленное множество комбинаций, причем, каковы бы они ни были, сеть должна обеспечить нормальную работу приборов. Если бы в какой-то момент прекратилась например подача воды в нагревательную колонку во время ее работы, то колонка будет сожжена.

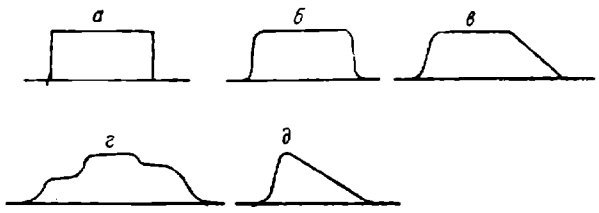


Рис. 74. Диаграмма расходов воды из приборов.

Поэтому для расчета внутренней сети необходимо знать: сколько и при каких условиях расходует воды любой типовой прибор, стоящий на сети, как ведут они себя при одновременной работе, что происходит при одновременной работе разнотипных приборов и групп их, сколько приборов, стоящих на сети, сразу может работать фактически, в какой комбинации и т. д.

Характер истечения и расход воды из приборов могут быть весьма различны. На рис. 74 графически представлены различные виды расхода воды из приборов. При мгновенном открывании и запирании и строго постоянном напоре и открытии крана диаграмма расхода будет иметь вид, изображенный на рис. 74,*а*. Этот случай наблюдается лишь в лабораторной обстановке и не допускается на практике во избежание гидравлического удара. Практически же расход характеризуется диаграммой *б*. Он может иметь место например в душевой установке. Диаграмма *в* соответствует различному времени открывания и запирания кранов при постоянном расходе. Диаграмма этого типа характерна для наполнения промывных бачков с шаровым клапаном. Водоразборные, умывальные краны, души и другие приборы, работающие во время одного пользования с разными расходами, дают диаграмму *г*.

Промывные ватерклозетные краны, имеющие почти мгновенный максимальный расход, будут близки к диаграмме *д*.

Расход воды в трубах внутренней сети определяется не только характером и числом стоящих на ней приборов, но и тем количеством их, которое работает одновременно. Последнее, выраженное в процентах от общего, называется процентом одновременности действия приборов.

Процент одновременности зависит: 1) от типа прибора и продолжительности его действия, 2) от частоты его действия. Последняя зависит: а) от количества лиц, пользующихся данными приборами, и б) режима

пользования. Характер и размер здания, где установлены приборы, а также производственные и бытовые условия, климат и т. д., в свою очередь отражаются на проценте одновременности. Он будет различным для совершенно одинаковых приборов, но находящихся в разных условиях.

Клозетный бачок работает с различной частотой в производственных помещениях, в индивидуальных квартирах, в общежитиях, в учебных заведениях, театрах, больницах.

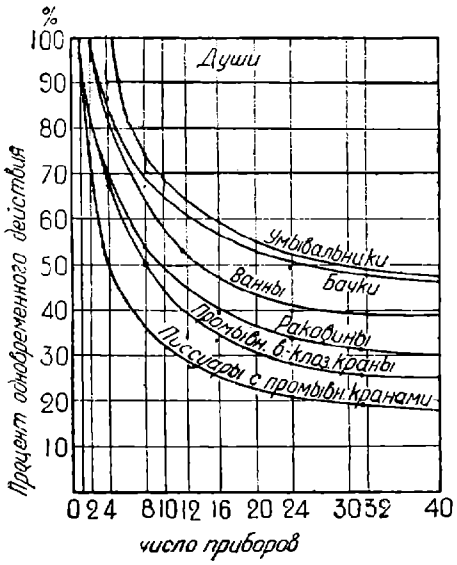


Рис. 75. График одновременности действия приборов.

Наиболее тяжелые условия работы имеют место в театрах, в учебных заведениях, где уборные загружены в течение коротких перемен. Имеет вообще большое значение продолжительность интенсивной работы приборов или период интенсивности. Чем он длиннее, чем более загружены приборы, тем тяжелее условия работы сети. Однако загрузка всех мест еще не значит, что все они работают одновременно. Если даже допустить, что все унитазы заняты, то бачки все же могут работать в разное время. Это зависит от того, каковы продолжительность наполнения бачка и промежуток времени между последовательными спусками воды.

Ванны различно эксплоатируются в жилых зданиях, больницах и гидропатических заведениях.

Аналогичная картина получается и с другими санитарными приборами.

Поэтому вообще можно написать

$$n_0 = \frac{k}{100} \cdot n,$$

где n_0 — число одновременно действующих однотипных приборов;

n — общее количество их;

k — процент одновременности.

Этот процент не только различен для разных приборов, но он, как ранее указывалось, неодинаков для однотипных приборов, уменьшаясь с увеличением количества последних. Примерный характер изменения процента одновременности в зависимости от числа приборов представлен на рис. 75. Графики построены на основе американских данных, и для нас в данном случае интересны не абсолютные цифры, а лишь общий вид этих кривых, действительный и для советских условий.

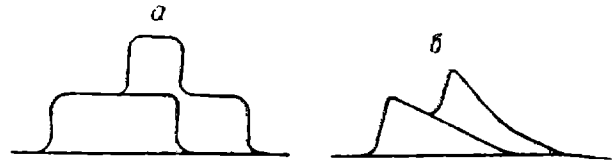


Рис. 76. Диаграмма расходов воды из приборов при совпадении действия.

На графике можно видеть, что только души имеют 100% одновременности действия; у всех остальных приборов процент снижается с увеличением их числа.

Установление количества одновременно действующих приборов не дает еще однако представления о максимальном фактическом расходе воды каждым из них. Вероятность полного совпадения начала и конца действия приборов весьма ничтожна. Еще менее вероятность совпадения максимальь-

ных секундных расходов, в особенности при кратковременности этих максимумов. Даже в однотипных приборах момент пикового расхода не всегда совпадает. Поэтому можно говорить лишь о частичном совпадении действия однородных приборов. Приборы с продолжительным действием и постоянным или почти постоянным расходом даже при частичном совпадении дают максимальный расход, равный сумме отдельных максимальных расходов (рис. 76, *а*). Для приборов с кратковременным максимумом совпадение максимальных расходов мало вероятно, и сложение их дало бы преувеличенную цифру (рис. 76, *б*).

Поэтому после установления количества одновременно действующих одинаковых приборов необходимо ввести поправку на частичность совпадения цикла их работы.

Таким образом секундный расход воды Q будет выражаться:

$$Q = \frac{c}{100} \cdot n_0 \cdot q_{max},$$

где q_{max} — максимальный секундный расход в данном приборе;

n_0 — число одновременно действующих приборов;

c — процент снижения. Этот процент различен для приборов с разным характером истечения воды и тем меньше, чем короче продолжительность максимального расхода и чем больше количество одновременно действующих приборов. На основе американских данных это снижение можно графически представить в виде кривых (рис. 77) для приборов с разным характером расхода воды.

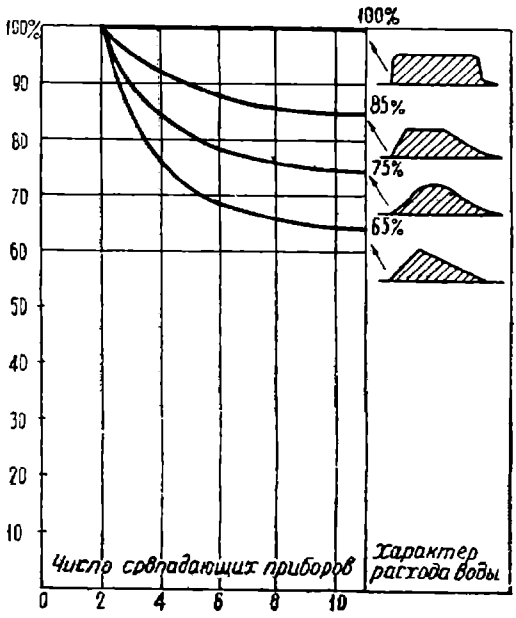


Рис. 77. График работы частично совпадающих приборов.

Таким образом максимальный расчетный расход воды из однотипных приборов в зависимости от общего количества их может быть выражен формулой:

$$Q = \frac{k}{100} \cdot \frac{c}{100} \cdot n \cdot q_{max}.$$

На сети имеются самые разнообразные комбинации различных приборов. Одновременность начала и конца их действия не совпадает, а тем более не совпадают максимальные расходы.

В одноквартирном доме с кухонным краном, клозетом и умывальником при большом количестве живущих вполне возможно одновременное действие всех приборов. Но если в нем имеется еще ванна, то полное совпадение мало вероятно: ванна обыкновенно работает вечером, а раковина преимущественно утром.

Еще менее вероятно совпадение максимальных расходов воды из разных приборов в большом здании. Поэтому для установления расчетного секундного расчета необходимо ввести поправочный коэфициент в виде процента одновременности действия разных приборов, который мы обозначим через p.

Тогда расчетный максимальный расход воды выразится общей формулой:

$$Q = \frac{p}{100} \sum \frac{k}{100} \cdot \frac{c}{100} \cdot n \cdot q_{max}.$$

Для данного количества приборов и определенных местных условий можно вынести k и c за знак суммы.
Тогда

$$Q = \frac{p}{100} \cdot \frac{k}{100} \cdot \frac{c}{100} \sum n \cdot q_{max}.$$

Назовем произведение трех указанных величин общим коэфициентом одновременности действия D:

$$D = \frac{p}{100} \cdot \frac{k}{100} \cdot \frac{c}{100},$$

тогда $Q = D \sum n \cdot q_{max}$.

Таким образом для определения максимального расчетного расхода необходимо знать: 1) количество приборов разного типа, расположенных за рассчитываемым сечением трубопровода, 2) максимально возможный расход в приборах каждого типа в данных условиях и 3) общий коэфициент одновременности.

Количество приборов легко определяется по чертежу или расчетной схеме внутренней сети.

Расчетный расход устанавливается с учетом возможного максимального расхода, но исходя из количества воды, обеспечивающего удовлетворение нормальных потребностей. О последних можно конечно говорить только условно. Например 13-*мм* водоразборный кран, обслуживающий производственные помещения, лаборатории, кухни, может считаться работающим вполне удовлетворительно, если он будет наполнять ведро приблизительно в 1 мин. Это соответствует расходу 12 *л/мин*.

Ватерклозетный бачок имеет емкость 8—10 *л*. При пользовании им изливается воды 6—7 *л*. Для санитарного состояния уборных необходимо обеспечить хорошую промывку чаш, т. е. надежное и быстрое наполнение бачка. Минимальное время между двумя пользованиями уборной составляет около 3 мин. Если обеспечить подачу воды в бачок около 6 *л/мин*, то это дает наполнение его приблизительно за одну минуту, следовательно действие его будет вполне надежно.

Для пользования душем требуется около 5 мин. при расходе воды около 40—60 *л*. Это дает расход 8—12 *л/мин*. Душевые сетки на производстве в специальных душевых работают одновременно. Поэтому нельзя без особой надобности увеличивать расход в них. Норма принимает 8 *л/мин*, хотя сетки, имеющиеся на рынке, могут дать значительно больший расход.

В качестве умывальных кранов часто употребляют 13-*мм* водоразборные. Проверка расхода при пользовании показывает, что кран приоткрывается примерно на полоборота. При этом изливается воды около 4 *л/мин*. Этот же расход дают и туалетные краны. Поэтому норма принимается в 4 *л/мин*.

Стоящие у ванн краны в 19 *мм* могут дать значительный расход. Часто он лимитируется недостаточной теплопроизводительностью водонагревателей (газовой колонки). Если принять, что для наполнения ванны требуется 180 *л* воды и обеспечить его в 10 мин., то это ставит условием расход в 18 *л/мин*. Эта цифра принимается в качестве нормы. Для бань и гидропатических заведений она мала. Там норму приходится устанавливать в 50—70 *л/мин* и больше, исходя из фактической емкости ванны и необходимой продолжительности наполнения ее.

Для обмывки писсуара обеспечивается непрерывная струя в 2 *л/мин*.

Для удобства расчета принимаем расход 12 *л/мин* 13-*мм* водоразборного крана за эквивалент, к которому приводим все остальные расчетные расходы (табл. 9).

Нельзя однако механически пользоваться этими цифрами в случае несоответствия местных условий и арматуры указанным расчетам. Для ориен-

Таблица 9

Наименование приборов и приемников	*л/мин*		Эквивалент
Водоразборный кран	12 или	0,2	1,0
Ванна	18	0,3	1,5
Мойка или стиральное корыто	12	0,2	1,0
Душ	8	0,13	0,7
Клозетный бачок	6	0,1	0,5
Умывальник	4	0,07	0,33
Писсуар	2	0,3	0,17
Питьевой фонтанчик	2	0,03	0,17
Дворовый разборный кран	24	0,4	2,0

тировки приведем некоторые результаты испытаний над ходовыми приборами для нормальных расходов:

Таблица 10

Типы прибора	Расход в *л/мин*	Открытие		Напор в *м*	Размер в *мм*
		оборотов	подъем в *мм*		
Водоразборный кран	12	2	4,5	1,8—2,6	13
„ „	4	0,5	1	1	13
То же другой конструкции	12	2	2	5,5—16,0	13
Водоразборный кран	18	2	3,75	1,8	19
То же другой конструкции	18	2	3	3,0	19
Туалетный кран	4	1	2	5	—
Шаровой клапан горизонтальный	6	—	—	0,8—1,2	—
То же — вертикальный	6	—	—	13,0—19,0	
Душевая сетка	18	—	—	1	100
	21—24	—	—	1	125

Предварительное определение диаметра труб

Простота и быстрота в определении диаметра труб внутренней сети имеет большое значение. Для этого существуют различные таблицы, указывающие диаметр в зависимости от числа приборов. Однако условия применения их ограничены, и цифровыми данными можно пользоваться лишь с учетом в каждом отдельном случае конкретной обстановки.

Таблицы должны давать размеры трубопроводов, обеспечивающие надежную работу внутренней сети, но не преувеличенные во избежание излишней затраты металла и средств.

Когда здание невелико по размеру, имеет небольшую высоту, напор же в данном месте в уличной сети вполне достаточен, диаметры труб могут быть установлены на основании практических норм в зависимости от того, сколько на трубе находится мест потребления воды, а именно:

Таблица 11

Число мест	до 3	до 10	до 20	до 40	до 60	до 80
Диаметр трубы в *мм*	13	20	25	30	40	50

Местом разбора воды считают каждый кран и санитарный прибор (клозет, умывальник и т. д.). Ванна принимается за 2 места, и подводящая

к ней труба должна иметь диаметр не менее 20 *мм*. Если в ванной комнате имеется умывальник, то он не учитывается; в равной мере не принимаются во внимание умывальник и писсуар, находящиеся в общем помещении с ватерклозетом.

В табл. 11 число мест расхода воды ограничено 80. Если в квартире имеется раковина, ватерклозет и ванна с умывальником, то данные, приводимые в таблице, достаточны только для 20-квартирного дома при условии, что напор в наружной сети значительно больше высоты здания.

Таблица непригодна для душевых, цехов и тому подобных мест, где расход воды и одновременность действия приборов велики даже в случае, если число мест расхода воды менее 80. Тем более она не годится для зданий со значительным количеством приборов.

При числе мест расхода воды на данной трубе, равном как раз 10, 20, 40 и т. д., диаметр труб, находящихся в неблагоприятных условиях в отношении давления из наружной сети, следует брать соседний больший.

Горизонтальная разводящая линия не делается диаметром меньше 25 *мм*. При подборе диаметров труб следует помнить то обстоятельство, что большие скорости движения воды усиливают потение труб и являются одной из причин шума в сети.

В домовых трубах скорость воды допускается большая, чем в уличных, а именно: обычно в пределах 1—1,5 *м/сек*; в трубах же наиболее мелких диаметров (19 и 13 *мм*) до 2—3 *м/сек*, поскольку они работают лишь в течение короткого времени. В США допускается скорость до 5 *м/сек*.

Старые нормы не учитывают расхода воды в приборах и условий напора. Поэтому теперь, в особенности для крупных цехов и зданий, пользуются нормами, основанными на эквивалентности приборов и одновременности их действия.

При определении диаметров труб, основанном на эквиваленте площади сечения труб и приблизительно на одинаковых скоростях движения воды, можно пользоваться данными табл. 12.

Таблица дает возможность установить ориентировочные диаметры труб при числе имеющихся кранов и различном проценте действующих. Как видно, старые нормы близко подходят по предлагаемой таблице к 30—20% одновременного действия приборов.

Таблица 12

% одновременного действия кранов	Диаметр трубы в *мм*								
	13	19	25	32	38	50	63	75	100
100	1	2	4	7	10	17	25	35	60
80	1	2	5	9	12	21	31	44	75
60	1	3	6	11	16	28	41	58	100
50	2	4	8	14	20	34	50	70	120
40	2	5	10	17	25	42	62	87	150
30	3	7	13	23	33	57	83	116	200
25	4	8	16	28	40	68	100	140	240
20	5	10	20	35	50	85	125	175	300
15	6	14	26	46	66	114	166	232	400
10	10	20	40	70	100	170	259	350	600

Нередко подсчет диаметров труб ведут в предположении одновременного действия одной трети приборов; это соответствует 33% или следующей нагрузке труб кранами.

Таблица 13

Диаметр в *мм*	13	19	25	32	38	50	63	75	100
Кранов до	3	6	12	20	30	50	75	100	180

Диаметры труб, обслуживающих писсуары, умывальники, ванны и пр., определяются таким же образом, но с учетом коэфициента эквивалентности соответствующих приборов. Поэтому количество туалетных кранов будет втрое больше, чем водоразборных кранов; число ванн — в $1^1/_2$ раза меньше и т. д.

Нередко эквиваленты могут быть больше приведенных (например в банях, гидропатических заведениях). В этом случае количество приборов соответственно уменьшится.

При тех же 33% одновременно действующих ванн максимальное количество их, которое возможно нагрузить на трубы, будет следующее:

Таблица 14

Диаметр в *мм*	19	25	32	38	50	63	75	100
Ванн до . .	3	6	12	20	30	40	60	100

Приведенные таблицы исчислены при скорости движения воды в трубе около 1,5—1,75 *м/сек*, что для наиболее ходовых в домовой сети диаметров соответствует потере напора 0,1—0,5 *м* на 1 *пог. м* труб. Значит, все эти данные применимы лишь при допустимости значительной потери (до 6—10 *м* и более) давления во внутренней сети.

Если потери могут быть допущены незначительными по величине (например когда вся сеть питается от бака, расположенного на чердаке, или когда свободный напор в наружной сети невелик), указанными таблицами нельзя пользоваться даже для ориентировочных подсчетов. Нагрузку труб приборами приходится уменьшать в 2—3 раза.

Например если при одновременном действии 33% кранов возможную нагрузку труб санитарными приборами взять в соответствии с табл. 15, то при этом потери напора на 1 *пог. м* труб будут около 0,01—0,03. При таких условиях конечно потерю напора в разводящей сети можно свести до 2—3 *м* и даже меньше. Однако нужно взвесить, насколько это экономически выгодно, и не дешевле и не надежнее ли будет сделать подкачку насосом.

Таблица 15

Диаметр в *мм*	13	19	25	32	38	50	63	75
Кранов .	1	2	4	7	10	16	24	33
Ванн	—	1	2	4	6	10	14	20

Таблицы дают возможность приблизительно установить диаметр труб при соответствующих условиях напора и расхода воды. В неответственных случаях при избыточном свободном напоре этими прикидками можно ограничиться. Вообще же необходимо произвести гидравлический расчет внутренней сети. Таким образом приблизительное определение диаметров внутренней сети является предварительным этапом ее расчета.

Диаметры отростков, подводящих воду к приборам от стояков, могут быть приняты из табл. 16.

Таблица 16

Приборы и приемники	Диаметр в *мм*	Скорость в *л/сек*	Потеря напора на 1 *м* (округло)
Кухонный кран . .	13	1,6	0,6
Мойка или стиральное корыто	13	1,6	0,6
Ванна	19	1,1	0,2
Душ	13	1,1	0,3
Клозетный бачок	10	1,3	0,3
Умывальник	10	0,9	0,1
Писсуар . .	10	0,4	0,1
Питьевой фонтанчик	10	0,4	0,1

При допускаемом уменьшении диаметра отростков к бачку, умывальнику и писсуару до 10 *мм* (вместо употребляющегося теперь 13 *мм*) потеря напора и скорость движения воды не выходят из обычно употребляющихся пределов.

Лишь в тех случаях, когда располагаемый свободный напор ничтожен, может оказаться необходимым применение веток в 13 *мм* для клозетных бачков как расположенных выше, чем умывальники и писсуары.

Расчетный расход воды

Расчетный расход воды выражается через общий коэфициент одновременности действия приборов, расход которых в свою очередь можно выразить в единых эквивалентных единицах. Однако в каждом конкретном случае нередко бывает затруднительно установить коэфициент одновременности, тем более что он зависит не только от характера здания, но и от числа приборов. Вопрос решается путем определения суточного расхода воды.

В жилом доме суточный расход воды $Q_{сут}$ определяется из норм в литрах на одного жителя $q_{сут}$ и числа их n:

$$Q_{сут} = q_{сут} \cdot n. \tag{1}$$

Если число жителей неизвестно, то его определяют по полезной жилой площади здания F и норме ее на одного человека f:

$$n = \frac{F}{f}, \tag{2}$$

при этом следует ввести коэфициент переуплотнения дома $s = 1{,}2—1{,}5$ и более. Точнее эта задача разрешается анализом характера квартир и их предполагаемого населения; в общем:

$$n_{расч} = n \cdot s. \tag{3}$$

Средний минутный расход воды в доме будет:

$$Q_{мин} = \frac{q_{сут} \cdot n \cdot s}{24 \cdot 60} \ л/мин; \tag{4}$$

средний секундный расход воды составит:

$$Q_{сек} = \frac{q_{сут} \cdot n \cdot s}{24 \cdot 60 \cdot 60} \ л/сек. \tag{5}$$

Для определения расчетных расходов следует учесть коэфициенты неравномерности. В частности расчетный секундный расход будет:

$$Q_{сек.\ расч} = \frac{q_{сут} \cdot n \cdot s \cdot K_c}{24 \cdot 60 \cdot 60}\ л/сек, \qquad (6)$$

где K_c — расчетный секундный коэфициент неравномерности.

Величина последнего зависит от общего расхода воды, числа приборов, числа жителей, нормы расхода на человека и других местных условий.

Для определения коэфициента неравномерности, как и вообще для расчета внутренних водопроводов, в некоторых случаях используется теория вероятностей. При этом имеют целью установить расчетную величину максимального расхода, который может иметь место в практических условиях работы внутреннего водопровода на основе вероятного коэфициента неравномерности. Величина последнего определяется на основе суточного расхода в данном жилом здании.

В США задаются количеством одновременно действующих приборов из общего количества имеющихся и на основе теории вероятности устанавливают, через какие промежутки времени возможно частичное совпадение действия взятой части приборов. В большинстве случаев считают возможным такое совпадение один раз в год. Пиковый расход, имеющий место раз в 10 лет, вызывает необходимость применения труб большего диаметра; расход, происходящий раз в месяц, в некоторых случаях ведет к уменьшенным диаметрам. Таким образом, анализируя расчетный допустимый период для пикового расхода, фактически устанавливают максимальный расчетный расход. Его в свою очередь можно свести к соответствующему коэфициенту неравномерности. Вкратце осветим этот новейший американский метод.

Пусть например имеется 30 одинаковых приборов, работающих в определенных условиях (продолжительность однократного действия, средний интервал между двумя соседними пользованиями каждым прибором и т. д.). Определяют время между двумя последовательными действиями, например 4, 5 и 6 приборов. Если окажется, что этот период составляет соответственно 8 месяцев, 2 года и 9 лет. то проектировщик выбирает одновременно действующими в зависимости от местных условий 4 или 5 приборов, откуда получается расчетный расход для определения диаметра трубопровода и потери напора в нем.

Не вдаваясь в подробности теории, приведем формулу для определения вероятной продолжительности периода P между двумя соседними частичными совпадениями действия r одинаковых приборов из общего количества последних n:

$$P = \frac{\left(\frac{b}{a}\right)^{r-1}}{\frac{e}{b} \cdot C_r^n}, \qquad (7)$$

где b — средний интервал между двумя соседними пользованиями приборами данного типа в течение времени их интенсивной работы;

a — продолжительность одного действия прибора;

отношение $\frac{b}{a}$ характеризует степень незагруженности данного прибора по времени;

e — продолжительность интенсивной работы приборов в сутки;

отношение $\frac{e}{b}$ характеризует количество пользований данным прибором за сутки в течение периода его интенсивной работы;

C_r^n — число комбинаций n приборов, взятых r одновременно.

Обозначая $\frac{b}{a} = 0$ и $\frac{e}{b} = D$, получим:

$$P = \frac{O^{r-1}}{D \cdot C_r^n}; \qquad (8)$$

как видно, P весьма быстро возрастает с увеличением O. Поэтому правильный выбор b и a имеет большое значение, что впрочем относится, хотя и в меньшей степени, и к e.

Так как $\lg P = \lg O^{r-1} - \lg D - \lg C_r^n$,
то P легко находится при помощи таблиц, где заранее подсчитаны соответствующие величины для различных практических возможных комбинаций и местных условий. Не приводя таблиц, дадим пример расчета.

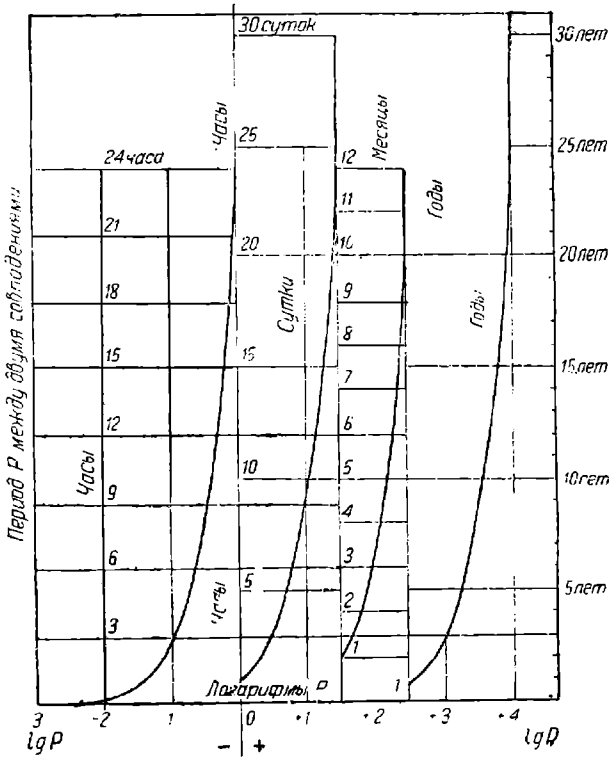


Рис. 78. Продолжительность периода между частичными совпадениями.

Имеются 12 одинаковых приборов, из которых одновременно частично могут действовать 4. Продолжительность одного действия 8 сек. Средний промежуток между последовательными действиями каждого отдельного прибора 12 мин. Период интенсивной работы — 3 часа в сутки.

Таким образом будет $n = 12$, $r = 4$, $a = 8$ сек., $b = 12$ мин. $e = 3$ часа.

Подставляя эти значения в формулу (7), получим после необходимых подсчетов $P = 97$ дней. Если для того же примера определить этот период для 5 частично совпадающих приборов, то получим 5 485 дней, или 15 лет.

Насколько быстро возрастает вероятный период между частичными совпадениями действия приборов с увеличением $\lg P$, видно из рис. 78.

В общем P возрастает: 1) с увеличением выбираемого количества одновременно действующих приборов (r) при заданном их общем количестве (n); 2) с увеличением общего числа приборов при сохранении процента одновременности действия их.

P уменьшается: 1) с увеличением продолжительности действия отдельных приборов (a) при неизменности остальных величин; 2) с увеличением числа приборов (n) при неизменности остальных условий; 3) с удлинением суточного числа часов интенсивной работы приборов (e).

Применение теории вероятностей для расчета водопроводов целесообразно там, где здания оборудуются одинаковыми приборами или при расчетах могут быть приведены к одинаковым эквивалентам, причем условия их работы должны быть приблизительно одинаковы. Это главным образом имеет место в жилых домах, гостиницах, клубах, больницах и отчасти в промышленных предприятиях, где основной расход воды идет для хозяйственно-питьевых целей.

Поэтому теория вероятностей нашла прежде всего применение

к расчету водопроводов жилых зданий. Такая работа выполнена инж. С. А. Курсиным [1] на основе изучения 1 750 диаграмм расхода воды в жилых домах. При этом было принято, что период интенсивной работы приборов составляет 1—2 часа. Средняя продолжительность работы прибора 2 мин. Приборы при двухчасовом периоде интенсивности работают в среднем 1,2 раза. В квартире с 5 жителями работа приборов на 1 человека в сутки принята: для раковины — 2 раза, душа — 1 раз, бачка — 4 раза и умывальника — 3 раза, а всего 10 раз.

В результате выведена зависимость между общим суточным расходом воды в доме и секундным коэфициентом неравномерности. Она имет вид:

$$K_c = \frac{30}{\sqrt{Q_{сут}}}, \tag{9}$$

где K_c — секундный коэфициент неравномерности;

$Q_{сут}$ — суточный расход воды в здании или любой части его, обслуживаемой водопроводом, в $м^3$.

Эта формула вследствие своей простоты и правильности даваемых ею результатов нашла широкое применение при расчете водопроводов жилых зданий.

Для расчета необходимо каждый раз по суточной норме воды на жителя и числу людей определить расчетный суточный расход. По ней далее подсчитывается средний секундный расход. На основе формулы определяется расчетный секундный коэфициент неравномерности. Перемножением среднего секундного расхода на этот коэфициент устанавливается расчетный секундный расход воды.

Для облегчения и ускорения этого обычно применяющегося метода расчета учтем, что средний секундный расход воды в литрах равен:

$$Q_{сек} = \frac{Q_{сут} \cdot 1\,000}{24 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{Q_{сут}}{24 \cdot 3{,}6}.$$

Расчетный секундный расход выразится:

$$Q_{расч.\ сек} = \frac{30}{\sqrt{Q_{сут}}} \cdot \frac{Q_{сут}}{24 \cdot 3{,}6}$$

или

$$Q_{расч.\ сек} = 0{,}35\sqrt{Q_{сут}}, \tag{10}$$

где расчетный секундный расход выражен в литрах, а суточный в куб. метрах. Последнюю формулу можно считать основной для расчета диаметров трубопроводов жилых зданий. Вычисленные по этой формуле расчетные расходы приведены в табл. 17.

Институт Водгео на основе наблюдений за расходом воды в жилых зданиях вывел для расчетного секундного расхода следующую эмпирическую формулу в зависимости от суммарного эквивалента приборов K:

$$Q_{расч.\ сек} = 0{,}35\sqrt[3]{K} - \frac{0{,}15}{K^2}. \tag{11}$$

Для удобства пользования формулой значения ее основных величин указаны в табл. 18.

Расчетный расход является исходной величиной, от которой зависит правильность определения диаметра труб. Поэтому кроме указанных выше предлагаются различные эмпирические формулы для определения этого расхода в зданиях разного вида. Так, в Германии для жилых зданий предложено принимать зависимость между расчетным расходом и числом экви-

[1] „Водоснабжение и санитарная техника" № 2, 1936 г.

Таблица 17

Суточные и расчетные секундные расходы воды в жилых зданиях

Суточный в $м^3$	Расчетный в *л/сек*	Суточный в $м^3$	Расчетный в *л/сек*	Суточный в $м^3$	Расчетный в *л/сек*
0,5	0,25	40	2,22	84	3,21
1	0,35	41	2,25	85	3,23
1,5	0,42	42	2,28	86	3,25
2	0,49	43	2,31	87	3,27
2,5	0,55	44	2,34	88	3,29
3	0,61	45	2,37	89	3,31
3,5	0,66	46	2,39	90	3,33
4	0,70	47	2,41	91	3,35
4,5	0,74	48	2,43	92	3,37
5	0,78	49	2,45	93	3,39
6	0,85	50	2,48	94	3,41
7	0,92	51	2,51	95	3,42
8	0,99	52	2,54	96	3,44
9	1,05	53	2,57	97	3,45
10	1,11	54	2,60	98	3,47
11	1,16	55	2,62	99	3,48
12	1,21	56	2,64	100	3,50
13	1,26	57	2,66	110	3,67
14	1,31	58	2,68	120	3,83
15	1,36	59	2,70	130	3,99
16	1,40	60	2,72	140	4,14
17	1,44	61	2,74	150	4,28
18	1,48	62	2,76	160	4,42
19	1,52	63	2,78	170	4,56
20	1,56	64	2,80	180	4,70
21	1,60	65	2,82	190	4,82
22	1,64	66	2,84	200	4,95
23	1,68	67	2,86	220	5,19
24	1,72	68	2,88	240	5,41
25	1,75	69	2,90	260	5,64
26	1,78	70	2,92	280	5,85
27	1,81	71	2,95	300	6,06
28	1,85	72	2,97	325	6,30
29	1,89	73	2,99	350	6,55
30	1,92	74	3,01	375	6,75
31	1,95	75	3,03	400	7,00
32	1,98	76	3,05	450	7,43
33	2,01	77	3,07	500	7,82
34	2,04	78	3,09	550	8,20
35	2,07	79	3,11	600	8,55
36	2,10	80	3,13	650	8,90
37	2,13	81	3,15	700	9,25
38	2,16	82	3,17	750	9,55
39	2,19	83	3,19	800	9,89

Таблица 18

K	$Q_{л/сек}$	K	$Q_{л/сек}$	K	$Q_{л/сек}$	K	$Q_{л/сек}$
1	0,2	15	0,86	100	1,625	500	2,78
2	0,4	20	0,95	120	1,725	600	2,955
3	0,49	30	1,09	160	1,905	700	3,111
4	0,55	40	1,195	200	2,05	800	3,25
5	0,59	50	1,29	250	2,21	900	3 37
8	0,70	60	1,37	300	2,345	1 000	3,50
10	0,75	80	1,51	400	2,580		

валентных мест согласно кривой, по которой расчетный расход увеличивается в 4 раза, когда число водоразборных эквивалентов возрастает в 10 раз. За эквивалент взято 0,375 *л/сек*. Эта кривая может быть выражена уравнением:

$$Q_{расч.\ сек} = 0{,}375 \quad 0{,}4^{\lg z}, \qquad (12)$$

где z — число эквивалентных единиц.

Для уяснения разницы, получаемой от применения различных формул, приведем рис. 79, где кроме процентов одновременности по формулам инж. Курсина и Водгео нанесены проценты одновременности по германским и американским данным, последние для промывных кранов. Американские цифры выше других, так как относятся лишь к одному виду приборов.

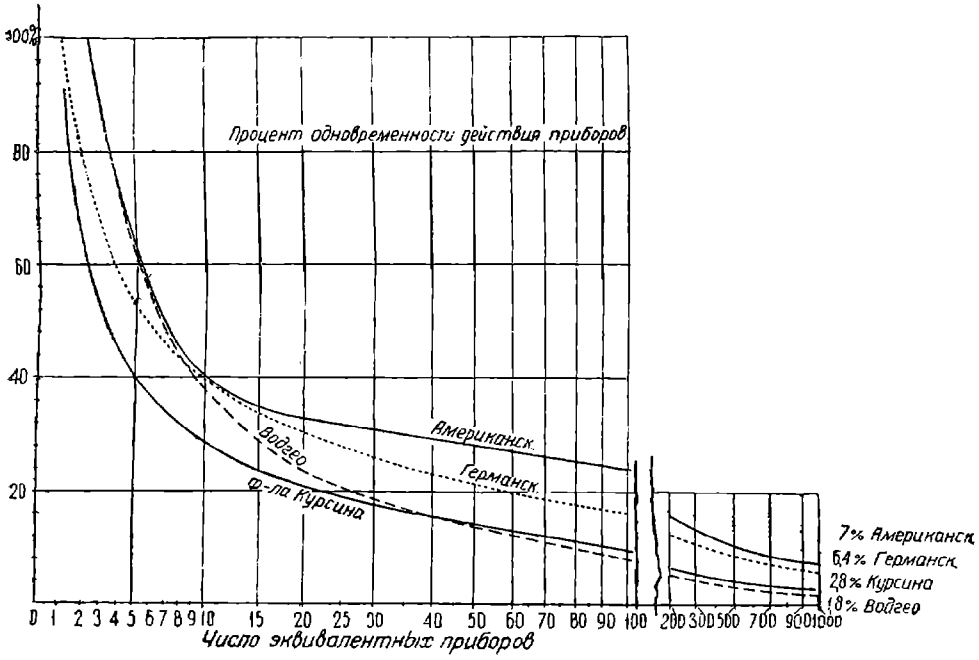


Рис. 79

Характер кривых совершенно одинаков; величины же, даваемые ими для различного числа эквивалентов, не совпадают. Из советских формул формула Водгео справедлива для жилых зданий со средним числом эквивалентных приборов. Формула инж. Курсина в этом отношении имеет более широкое применение.

Выбор расчетной формулы во многом зависит от местных условий и характера жилого здания.

Всякие формулы имеют ограниченное применение, и каждую из них можно привести к процентам одновременности действия приборов. Этот метод применим в самых разнообразных случаях.

В промышленных цехах и в крупных жилых или общественных зданиях хозяйственно-питьевое водоснабжение обычно комбинируется с внутренним противопожарным.

Расчетный хозяйственно-питьевой расход в этих объектах представляет сравнительно незначительную величину. Противопожарный расход нередко превосходит его. Так, расчетный пожарный расход в 2 струи по 2,5 *л/сек* соответствует суточному хозяйственному расходу в 432 $м^3$; пожарный расход в 2 струи по 5 *л/сек* соответствует 864 $м^3$*/сутки*.

В еще большей степени сказанное относится к водопроводам, имеющим спринклерные установки, так как расчетный расход в последних принимается в 50 *л/сек.*

Самый расчет ведется как на случай максимального хозяйственно-питьевого (а при единой внутренней сети — и производственного) расхода, так и на суммарный расход вместе с противопожарным.

Санитарно-технические бытовые приборы в производственных условиях отличаются высоким процентом одновременности, в особенности для душевых сеток и умывальников. Наличие 100 душевых сеток (весьма нередкое явление в предприятиях) требует расхода воды до 11 *л/сек.* В данном случае решающее значение имеет правильное установление процента одновременности действия приборов. При расчете водопровода на пожар по проекту „Общесоюзных противопожарных норм" расход воды для душевых устройств в промышленных предприятиях принимается в 25%

Расчетный расход производственной воды зависит от характера и размера предприятия. Определение его производится совместно с технологами на основе условий работы различных производственных точек. Суммирование расходов в одновременно действующих точках и будет давать искомый расчетный расход для сети.

Возможны следующие виды производственного расхода: 1) равномерный расход в течение нескольких часов (охлаждение печей, станов и двигателей, подача проточной воды в ванны, баки и пр.); 2) равномерный расход, продолжительность которого исчисляется минутами (наполнение водой чанов, левиафанов, баков и пр., обмывка или обработка струей воды изделий, смыв песка, окалины и т. п., поливка пола); 3) расход воды краткой продолжительности в отдельных точках. Первые два вида расходов могут быть легко определены и просуммированы. Третий вид обычно решающего значения не имеет. Он может быть подсчитан по характеру и размеру установленных на предприятии приборов и проценту одновременности действия.

Таким образом расчетный расход воды в хозяйственно-производственной сети определяется как сумма всех максимальных расходов одновременно действующих приборов и производственных точек.

При расчете на пожар к этой цифре прибавляется противопожарный расход; в этом расчетном случае душевые расходы учитываются в количестве 25% (по проекту противопожарных норм, издаваемых Комитетом по делам строительства).

Примеры:

Определить расчетный хозяйственный расход воды в магистральной трубе жилого восьмиэтажного дома с полезной жилой площадью в каждом этаже по 320 $м^2$ при норме воды на одного жителя 175 *л/сутки.*

Примем норму жилой площади на 1 человека 9 $м^2$, коэфициент переуплотнения — 1,5. Тогда расчетное число жителей в доме:

$$\frac{320 \cdot 1{,}5 \cdot 8}{9} = 426 \text{ человек.}$$

Суточный расход воды: $175 \cdot 426 = 74\,550$ *л.*

Интерполируя по таблице 17, получим расчетный расход 3,02 *л/сек.* При норме 150 *л* на человека расчетный расход был бы 2,80 *л/сек,* при 125 *л* соответственно 2,58 *л/сек.*

Подсчитаем тот же расход по формуле Водгео при условии, что каждая квартира имеет ванну, умывальник, раковину и клозетную чашу. В каждом этаже 10 квартир.

Число эквивалентных приборов в каждой квартире будет:

ванна . .	1,5
умывальник	0,33
раковина	1,0
клозет	0,5
Итого	3,33

Во всем доме будем иметь эквивалентных единиц:

$$K = 3{,}33 \cdot 10 \cdot 8 = 266;$$

получим расчетный расход:

$$q = 0{,}35\ \sqrt[3]{266} - \frac{0{,}15}{266^2};$$

$$q = 0{,}35\ \sqrt[3]{266} - \frac{0{,}15}{70\,756} = 0{,}35 \cdot 6 \cdot 43 - 0{,}000002;$$

$$q = 2{,}25\ л/сек.$$

Из приведенного видно, что второй член в формуле Водгео при большом количестве приборов имеет незначительную величину. Даже при $K = 10$ он составляет лишь 0,0015.

Если в данном случае в каждом этаже будет по 8 квартир, то $K = 3{,}33 \cdot 8 \cdot 8 = 213$. Расчетный расход получится 2,09 *л/сек*.

Определение потери напора

Потеря напора во внутренней водопроводной сети складывается из потери в водомере, в трубопроводах (в разводящей магистрали, стояках и в отростках к приборам), из местных сопротивлений в фитингах и арматуре.

Величина сопротивления в трубопроводе выражается формулой:

$$h = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma, \qquad (1)$$

где λ — коэфициент сопротивления движения воды;

L — длина трубопровода;

d — его внутренний диаметр;

v — секундная скорость движения воды;

g — ускорение силы тяжести;

γ — удельный вес воды.

Величина коэфициента λ зависит от скорости, диаметра трубы, ее шероховатости и имеет сложное выражение. За границей широко применяются для расчета трубопроводов внутренней сети формулы Ланга и Прандтля.

По первой

$$\lambda = 0{,}02 \div \frac{0{,}0018}{\sqrt{vd}}.$$

В формуле Прандтля:

$$\lambda = \frac{1}{\left(2 \lg \frac{r}{k} + 1{,}74\right)^2},$$

где r — радиус трубы;

k — средняя высота неровностей в трубе.

Указанные и другие формулы для потери напора, если обозначить коэфициент сопротивления через n, могут быть приведены к общему виду:

$$h = n \frac{v^2}{d} L. \qquad (2)$$

Потеря напора на единицу длины трубопровода при этом равна:

$$i = n \frac{v^2}{d}. \qquad (3)$$

Те же формулы могут быть выражены в зависимости от секундного расхода воды. В общем виде при коэфициенте сопротивления m будет:

$$i = m \frac{Q^2}{d^5}. \qquad (4)$$

Из этой формулы можно установить, что потеря напора прямо пропорциональна второй степени расхода воды Q и обратно пропорциональна пятой степени диаметра d. При увеличении расхода в два раза потеря напора возрастет в четыре раза, а если диаметр уменьшится вдвое, то потеря напора возрастет в 32 раза.

Приведем и другие формулы, наиболее пригодные для расчетов сети из газовых труб с муфтовыми соединениями:

Браббе:

$$i = 0{,}0004468 \frac{1}{v^{0{,}219} \cdot d^{0{,}298}} \cdot \frac{v^2}{d},$$

или

$$i = 0{,}0007243 \frac{1}{v^{0{,}219} \cdot d^{0{,}298}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}.$$

Биль:

$$i = 0{,}005249 + \frac{0{,}0001284}{v^{0{,}5} \cdot d^{0{,}5}} \cdot \frac{v^2}{d},$$

или

$$i = 0{,}0008504 + \frac{0{,}0002079}{v^{0{,}5} \cdot d^{0{,}5}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}.$$

Формула Биля находит применение и в горячем водоснабжении, в газоснабжении, но, понятно, при других коэфициентах.

За последние годы нашла широкое применение формула Маннинга. Она имеет вид:

$$i = 6{,}35 \frac{n^2 v^2}{d^{0{,}333} d}, \quad \text{или} \quad i = 10{,}293 \frac{n^2}{\sqrt[3]{d}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

Для условий внутренней водопроводной сети коэфициент n может иметь значение 0,009—0,012. Условия его применения следующие:

0,009 — новые газовые трубы, не бывшие в эксплоатации;

0,010 — газовые трубы в водопроводах, где нельзя ожидать загрязнений, а также новые, не бывшие в эксплоатации чугунные трубы;

0,011 — бывшие в эксплоатации газовые трубы;

0,012 — инкрустированные газовые трубы, а также бывшие в эксплоатации чугунные трубы.

Фактическая потеря напора в газовых трубах зависит также и от качества монтажных работ.

Практически расчет внутренней сети у нас сейчас ведется с разными коэфициентами.Спринклернуют сеть иногда рассчитывают с коэфициентом, близким к $n = 0{,}00085$ и 0,010.

Для расчетов хозяйственной и противопожарной сети проектные конторы обычно пользуются коэфициентом $n = 0{,}012$, по которому составлено большинство выпущенных таблиц. Но при этом получаются преувеличенные значения потерь напора, вследствие чего местные сопротивления принято не учитывать. Это допущение фактически снижает учитываемые потери напора в трубах соответственно $n \approx 0{,}0105$, однако методически такой прием не всегда приемлем, так как величина местных сопротивлений может колебаться в значительных пределах и не должна игнорироваться при расчетах. Некоторое увеличение потерь напора при $n = 0{,}012$ получается еще и потому, что фактически диаметры выпускаемых газовых труб больше номинальных.

Не воспроизводя таблиц к расчету трубопроводов (с коэфициентом $n = 0{,}012$), изданных ранее в ряде руководств и отдельной брошюрой,

Таблица 19

Потеря напора в *см* на 1 *пог. м* труб по формуле Маннинга при $n = 0{,}011$ и скорость движения воды в *м/сек* при разных расходах для труб $d = 13 - 32$ *мм*

Расход		13 *мм*		19 *мм*		25 *мм*		32 *мм*	
л/сек	*л/мин*	*i см/м*	*v*	*i*	*v*	*i*	*v*	*i*	*v*
0,025	1,5	0,9	0,2	0,1	0,1				
0,050	3,0	3,6	0,4	0,6	0,2	0,1	0,1		
0,075	4,5	8,0	0,6	1,1	0,3	0,2	0,15		
0,10	6,0	14,2	0,8	1,9	0,35	0,4	0,2	0,1	0,1
0,12	7,2	20,5	0,9	2,7	0,4	0,6	0,24	0,14	0,14
0,14	8,4	27,8	1,1	3,7	0,5	0,9	0,3	0,2	0,16
0,16	9,6	36,4	1,2	4,9	0,55	1,1	0,33	0,25	0,18
0,18	10,8	46,0	1,4	6,1	0,6	1,4	0,36	0,3	0,20
0,20	12	56,8	1,5	7,5	0,7	1,7	0,4	0,4	0,25
0,25	15	89	1,9	11,8	0,9	2,7	0,5	0,6	0,30
0,30	18	128	2,3	17	1,1	3,9	0,6	0,9	0,35
0,35	21	174	2,6	23	1,2	5,3	0,7	1,2	0,40
0,40	24	227	3,0	30	1,4	7,0	0,8	1,6	0,43
0,45	27	288	3,4	38	1,6	8,8	0,9	2,0	0,46
0,50	30	356	3,8	47	1,8	10,8	1,0	2,5	0,5
0,55	33			57	1,9	13,2	1,1	3,0	0,6
0,60	36			68	2,1	15,6	1,2	3,5	0,7
0,65	39			80	2,3	17,4	1,3	4,2	0,75
0,70	42			92	2,5	21,3	1,4	4,8	0,8
0,80	48			120	2,8	27,8	1,6	6,3	0,9
0,90	54			152	3,2	36,3	1,8	8,0	1,0
1.0	60			188	3,5	43,5	2,0	9,9	1,2
1,1	66			228	3,9	53	2,2	13,0	1,3
1,2	72					63	2,4	14,2	1,4
1,3	78					74	2,6	16,7	1,5
1,4	84					85	2,8	19,4	1,6
1,5	90					97	3,1	22,3	1,75
1,6	96					111	3,3	25,4	1,9
1,7	102					126	3,5	28,6	2,0
1,8	108							32,0	2,1
2,0	120							39,5	2,3
2,2	132							48	2,6
2,5	150							62	2,9

Таблица 20

Потеря напора в *см* на 1 *пог. м* труб по формуле Маннинга при $n = 0{,}011$ и скорость движения воды в *м/сек* при разных расходах для труб $d = 38-100$ *мм*

Расход		38 *мм*		50 *мм*		63 *мм*		75 *мм*		100 *мм*	
л/сек	*л/мин*	*i*	*v*	*i*	*v*		*v*	*i*	*v*	*i*	*v*
0,2	12	0,2	0,2	0,04	0,1						
0,4	24	0,7	0,3	0,2	0,2	0,04	0,1				
0,6	36	1,5	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2	0,03	0,1		
0,8	48	2,6	0,7	0,7	0,4	0,2	0,25	0,06	0,15		
1,0	60	4,1	0,8	1,1	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2	0,02	0,1
1,2	72	5,9	1,0	1,5	0,6	0,4	0,35	0,14	0,25	0,03	0,14
1,4	84	8,0	1,2	2,1	0,7	0,5	0,4	0,2	0,3	0,04	0,17
1,6	96	10,4	1,3	2,7	0,8	0,7	0,5	0,25	0,33	0,06	0,19
1,8	108	13,2	1,5	3,5	0,9	0,9	0,55	0,3	0,36	0,07	0,22
2,0	120	16,4	1,7	4,3	1,0	1,1	0,6	0,4	0,4	0,09	0,24
2,2	132	19,6	1,8	5,2	1,1	1,3	0,65	0,45	0,45	0,1	0,26
2,4	144	23,5	2,0	6,2	1,2	1,5	0,7	0,5	0,5	0,13	0,28
2,6	156	27,5	2,2	7,3	1,3	1,8	0,8	0,6	0,53	0,15	0,31
2,8	168	31,9	2,3	8,5	1,4	2,1	0,85	0,7	0,56	0,18	0,34
3,0	180	36,6	2,5	9,7	1,5	2,4	0,9	0,8	0,6	0,2	0,36
3,2	192	41,6	2,7	11,0	1,6	2,7	0,95	1,0	0,65	0,23	0,38
3,4	204	47,0	2,8	12,5	1,7	3,1	1,0	1,1	0,7	0,26	0,4
3,6	216	52,6	3,0	14,0	1,8	3,5	1,1	1,2	0,74	0,3	0,43
3,8	228	58,7	3,2	15,6	1,9	3,9	1,15	1,4	0,78	0,33	0,46
4,0	240	65	3,4	17,3	2,0	4,3	1,2	1,5	0,83	0,37	0,5
4,5	270			22	2,3	5,4	1,4	1,9	0,9	0,46	0,55
5,0	300			27	2,5	6,7	1,5	2,3	1,0	0,57	0,6
5,5	330			33	2,8	8,1	1,7	2,8	1,1	0,69	0,65
6,0	360			39	3,1	9,7	1,8	3,9	1,2	0,82	0,7
6,5	390			46	3,3	11,4	2,0	4,0	1,3	0,97	0,8
7,0	420			53	3,6	13,1	2,1	4,6	1,4	1,1	0,85
7,5	450					15,0	2,3	5,3	1,5	1,3	0,9
8,0	480					17,1	2,4	6,0	1,6	1,5	0,95
8,5	510					19,4	2,6	6,8	1,7	1,7	1,0
9,0	540					21,7	2,7	7,6	1,8	1,9	1,1
9,5	570					24,1	2,9	8,5	1,9	2,1	1,15
10,0	600					26,7	3,0	9,4	2,0	2,3	1,2
11,0	660					31,5	3,3	11,4	2,2	2,8	1,3

выше приводим таблицы к расчету сети по формуле Маннинга с $n = 0{,}011$ В этом случае формула, отражающая средние условия работы трубопровода:

$$i = \frac{0{,}000768}{\sqrt[3]{d}} \cdot \frac{v^2}{d} \quad \text{или} \quad i = \frac{0{,}001246}{\sqrt[3]{d}} \cdot \frac{Q^2}{d^5}.$$

В таблицах расход дан в *л/сек* и *л/мин*; потеря напора выражена в *см/пог. м*, или, что то же, в метрах на 100 *пог. м* длины труб[1]. Жирными линиями выделены скорости больше 1 *м/сек* и до 3 *м/сек*.

Если по местным условиям приходится учитывать иное состояние стенок труб, то легко получить потерю напора, введя соответствующий коэфициент n, а именно соотношение потери напора таково:

$n = 0{,}011$	100%	$n = 0{,}010$.	. 82,5%
$n = 0{,}012$.	119%	$n = 0{,}0085$	. 60%

Пример.

Рассчитать стояк, питающий водой санитарные узлы, расположенные друг над другом, типизированных квартир девятиэтажного жилого дома. Высота этажа 4 *м*. Средняя населенность квартиры 6 человек. Расчетный расход воды 150 *л/сутки* на 1 человека.

Расход воды в каждом этаже будет $150 \cdot 6 = 900$ *л/сутки*. Каждое сечение стояка пропускает расход для всех верхних этажей. Расчетный расход по предыдущему определяем (интерполируя) по табл. 17. Из таблицы 19 получаем значения диаметров, потерь напора и скорости движения воды. Местные сопротивления примем в 15% от потерь напора по длине трубопровода. Результат расчета занесен в табл. 21.

Таблица 21

Этаж	Суточный расход воды в $м^3$	Расчетный расход в *л/сек*	Диаметр трубы в *мм*	Длина участка в *м*	Потеря напора на 1 *пог. м* в *см*	Полная потеря напора (по длине + местное сопротивление) $I = i \cdot l \cdot 1{,}15$ *см*	Скорость *м/сек*
9	0,9	0,33	19	4	21,0	96,6	1,2
8	1,8	0,46	25	4	9,2	42,3	0,9
7	2,7	0,57	25	4	14,2	65,3	1,1
6	3,6	0,67	25	4	19,0	87,4	1,3
5	4,5	0,74	25	4	23,9	109,9	1,5
4	5,4	0,82	32	4	6,6	30,4	0,9
3	6,3	0,87	32	4	7,5	34,5	1,0
2	7,2	0,93	32	4	8,6	39,6	1,1
1	8,1	1,00	32	4	9,9	45,5	1,2
					Всего	551,5 *см*	

Если величина потерь напора в 5,5 *м* недопустима, придется увеличивать диаметры труб и прежде всего в шестом и пятом этажах. И, наоборот, при значительном свободном напоре в наружной сети возможно уменьшить трубопроводы и прежде всего для данного примера в восьмом и четвертом этажах.

ГЛАВА 6

ПОДЪЕМ ВОДЫ

Центробежные насосы

При водоснабжении зданий в большинстве случаев употребляются центробежные насосы. Они дешевле поршневых, занимают мало места, почти бесшумны в работе, не требуют особого ухода, потребляют немного смазки, вследствие большого числа оборотов удобно соединяются с элек-

[1] Составлены на основе „Таблиц для расчета трубопроводов малых диаметров" 1932 г. В. Г Лобачева и Н. Н. Абрамова.

тромотором как при помощи ременной передачи, так и непосредственно на одном валу. Они могут быть легко соединены и с любым другим двигателем.

Их достоинством является равномерная без гидравлических ударов подача воды. Так как центробежный насос не может развить давления больше известного расчетного, на которое он сконструирован, то им возможно в течение некоторого времени безопасно работать при закрытой задвижке (не подавая воды). При поршневом насосе закрытие задвижки влечет повышение давления и повреждение насоса.

Об устройстве центробежного насоса дает представление рис. 80. Вода поступает по всасывающей трубе к всасывающему патрубку насоса. Как бы ни был расположен патрубок, вода от него идет к центру рабочего колеса, имеющему ряд изогнутых лопаток. Вследствие вращения колеса с большим числом оборотов (1 000—3 000 в минуту) вода отбрасывается со значительной скоростью к стенкам корпуса, которые образуют расширяющуюся спиралеобразную улитку, где происходит преобразование скоростной энергии воды в давление. Вода выбрасывается в нагнетательную трубу, и одновременно такое же количество ее подсасывается к рабочему колесу.

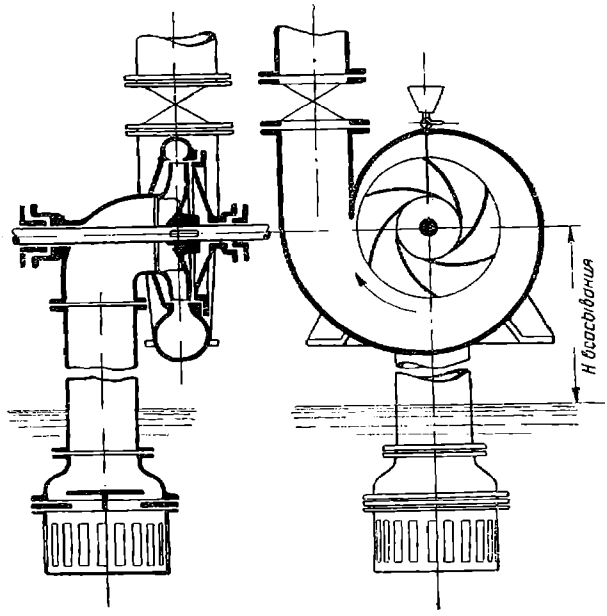


Рис. 80. Центрсбежный насос.

К. п. д. в небольших насосах составляет около 0,6; в более мощных насосах хорошей конструкции — в пределах 0,6 — 0,82 и даже более.

Теоретически пределом всасывания насоса является столб воды высотой в 10,33 *м*, но практически высота всасывания меньше; она зависит от гидравлических потерь во всасывающей линии до насоса, от неплотности сальников, выделения воздуха из воды и т. п. Практически высота всасывания даже при хорошем монтаже для поршневых насосов не превышает 7—8 *м*, а для центробежных 6—7 *м*, но фактически ее берут не более 4,5—5 *м* соответственно заводским данным, по которым высота всасывания снижается иногда даже до 2,5—3 *м*. Высота всасывания уменьшается по мере понижения барометрического давления, так например, при высоте над уровнем моря в 100 *м* высота водяного столба будет равна 10,20 *м*, при высоте в 500 *м* — 9,70 *м*, при 1 000 *м* — высота водяного столба 9,00 *м*.

Вакуумметрическая высота всасывания центробежного насоса уменьшается также с повышением температуры воды, как это видно из рис. 81, где нанесена теоретическая высота всасывания и действительная. Последняя имеет лишь относительное значение, так как для насосов различного качества она может несколько смещаться вверх. В общем при температуре воды около 60—68° насос уже не может всасывать воды, а при 70° для того, чтобы он подавал воду, необходимо, чтобы она подводилась к нему

под давлением в 0,5—1,5 *м*. При более высокой температуре высота подпора увеличится до 2,5 *м*. Конечно все эти данные относятся к воде. Если бы подавалась бы жидкость с удельным весом, отличным от единицы, то соответственно изменилась бы высота всасывания.

При отсутствии заводских данных для предварительных соображенийо вакуумметрической высоте всасывания центробежного насоса можно воспользоваться формулой Всесоюзного института гидромашиностроения (ВИГМ):

$$H = A - 0{,}000012 \cdot n\sqrt[3]{n \cdot Q^2},$$

где A — барометрическое давление воздуха в данном месте в 1 *м* вод. ст;
n — число об/мин;
Q — производительность насоса в *л/сек*.

Если работа центробежного насоса заключается в отсасывании воды (например при откачке из подвалов, траншей), то нельзя допускать, чтобы вода изливалась свободно через нагнетательный штуцер. При этом в насос может пройти воздух, и всасывающий столб оборвется. Во избежание подобного прекращения работы насоса необходимо, чтобы он был хотя бы под давлением в 1 *м* вод. ст., т. е. в таких случаях нужно или помещать насос ниже уровня земли или же на нагнетательный штуцер наставлять кусок трубы.

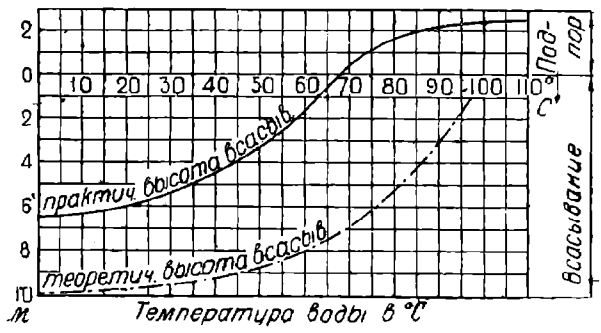


Рис. 81. Высота всасывания при разных температурах.

Всасывающую линию насоса следует делать совершенно герметичной и возможно минимальной длины. Последнее уменьшит потери на трение в трубах при движении воды и больше обеспечит от проникновения в них воздуха (через неплотности). Скорость воды во всасывающей трубе при подпоре не должна быть более 2 *м/сек*, а вообще до 1 *м/сек*. Количество колен, вентилей должно быть возможно меньше, так как каждая фасонная часть и арматура на сети оказывают сопротивление движению воды.

Манометрическая высота нагнетания слагается из геометрической высоты подъема от оси насоса до наивысшего уровня воды в резервуаре и суммы всех потерь на напорной линии.

Выбор насоса производится по заводским каталогам на основании данных о количестве воды, которое он должен подавать, и о полной высоте ее подъема. В тех же каталогах указываются число оборотов насоса, его мощность и к. п. д. На практике нередко приходится отступать от заводских цифр, которые даются для наиболее высокого к. п. д. Поэтому необходимо знать, какова зависимость между этими величинами.

Если обозначить производительность насоса в *л/сек* через Q, манометрическую высоту подъема в *м* через H, а к. п. д. насоса через η, то требуемая для подачи этого количества воды мощность на валу насоса в *л. с.* будет:

$$N = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta}.$$

Подаваемое насосом количество воды пропорционально ее скорости в рабочем колесе, т. е. числу оборотов:

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{n_1}{n}; \quad Q_1 = Q\,\frac{n_1}{n}.$$

Манометрический напор пропорционален второй степени скорости или числу оборотов:

$$\frac{H_1}{H}=\frac{n_1^2}{n^2};\quad H_1=H\frac{n_1^2}{n}.$$

Требуемая мощность, зависящая от обеих этих величин, изменится в соответствии с ними. Таким образом если бы к. п. д. был постоянным, то мощность изменялась бы пропорционально третьей степени числа оборотов:

$$\frac{N_1}{N}=\frac{Q_1\cdot H_1}{Q\cdot H};\quad \frac{N_1}{N}=\frac{Q\cdot H\cdot n_1\cdot n_1^2}{Q\cdot H\cdot n\cdot n^2};\quad \frac{N_1}{N}=\frac{n_1^3}{n^3}.$$

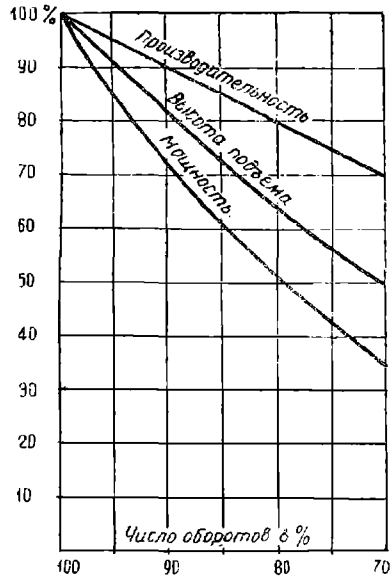


Рис. 82. Изменение работы насоса с уменьшением числа оборотов.

Характер изменения производительности, высоты подъема и мощности с уменьшением числа оборотов насосов производительностью 0,3—11,2 *л/сек* представлен на рис. 82.

При постоянном числе оборотов насосу часто приходится подавать

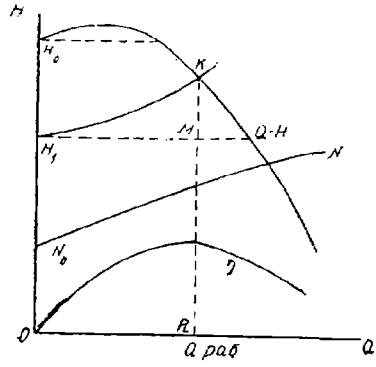


Рис. 83. Характеристика центробежного насоса.

разное количество воды, что изменяет сопротивления и манометрический напор. Зависимость между подачей и напором, а также изменение к. п. д. и потребляемой мощности представляются графически на характеристике насоса (рис. 83).

Из характеристики следует, что при закрытой задвижке насос развивает полный напор, который с открытием ее (с возрастанием расхода) сначала немного увеличивается, а затем падает. Мощность N_0 относится к работе при закрытой задвижке; с увеличением подачи воды она возрастает. Центробежный насос пускается при закрытой задвижке, потому что в это время загрузка двигателя получается наименьшая. Кривая к. п. д. показывает, при каком расходе и напоре работа насоса наиболее экономична. Насос подбирают таким образом, чтобы наибольший к. п. д. имел место при нормальных условиях его работы. Отклонение в обе стороны от $Q_{раб}$ ухудшает к. п. д. При хорошей конструкции насоса это место на кривой $Q—H$ должно находиться на ее склоне. Часть кривой выше H_0 характеризует неустойчивую работу насоса: при одном напоре возможны две совершенно различные подачи.

Пусть нам необходимо подать воду на высоту H_1. Потеря напора в трубопроводе составляет:

$$l=c\frac{lQ^5}{d^5}+c_1\sum\xi Q^2,$$

где l — длина трубопровода;
c — коэфициент сопротивления его;
ξ — коэфициент местных сопротивлений.
Манометрический напор у насоса при данном трубопроводе равен:

$$H_м = H_1 + cQ^2.$$

Второй член этого уравнения характеризует изменение потери напора в трубопроводе в зависимости от расхода. Графически эти сопротивления выразятся в виде параболы H_1K, которая называется характеристикой трубопровода. Манометрический напор KR равен MR, т. е. статическому напору плюс KM, потери напора в трубопроводе при данном расходе $Q_{раб}$.

Для увеличения высоты нагнетания насосов при постоянном числе оборотов иногда применяется последовательная работа или же ставится

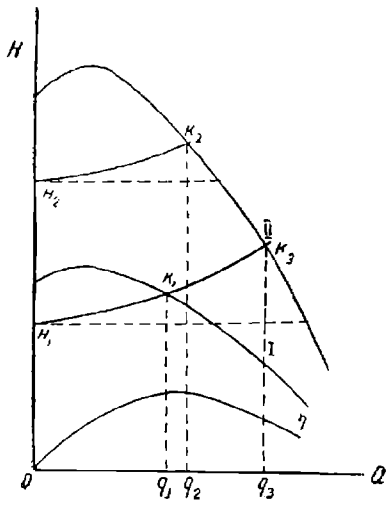


Рис. 84. Последовательная работа насоса.

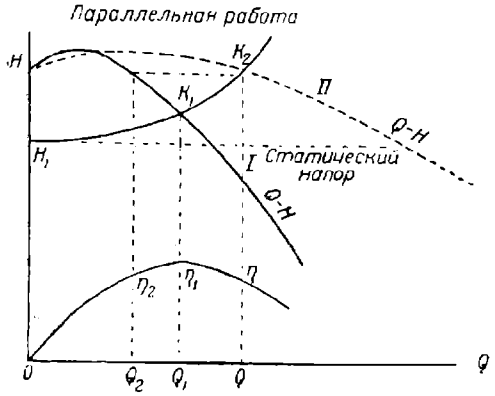


Рис. 85. Параллельная работа насоса.

многоступенчатый насос. В этом случае (рис. 84) напор возрастает пропорционально числу последовательно включенных насосов (колес):

$$H_2 = 2H_1.$$

Если работать последовательно включенными насосами на одинарную высоту подъема H_1, то подача возрастет при значительном снижении к. п. д. Особенно велико будет снижение к. п. д. за счет регулирования подачи задвижкой. Поэтому такая работа весьма невыгодна. При параллельной работе подача обоих насосов складывается, т. е. при том же напоре характеристика II параллельно работающих насосов должна давать вдвое больший расход (рис. 85), чем каждого насоса I. Кривая давления пересекает кривую I в точке k_1 при наивысшем к. п. д., а кривую параллельно работающих насосов II в точке k_2. Но последняя соответствует у каждого отдельного насоса $Q_2 < Q_1$ и $\eta_2 < \eta_1$. Т. е. полный расход при параллельной работе

$$Q = 2Q_2 < 2Q_1.$$

Для грубых подсчетов можно принять, что общая подача $Q = 2 \cdot 0{,}9\ Q_1$.

Если насос имеет плохую характеристику (с перегибом в области нормальной подачи воды), то при параллельной работе на одной всасывающей трубе два насоса могут дать воды меньше, чем один.

Примером центробежного насоса, применяемого в водоснабжении зданий, может служить консольный одноколесный насос завода им. Калинина (рис. 86). Он изготовляется с напорным патрубком от 65 до 125 *мм*. Корпус насоса прикреплен болтами к опорному кронштейну, благодаря чему напорный патрубок может быть поставлен в любом направлении в вертикальной плоскости. Это создает большое удобство при монтаже.

Техническая характеристика насосов приведена в табл. 22.

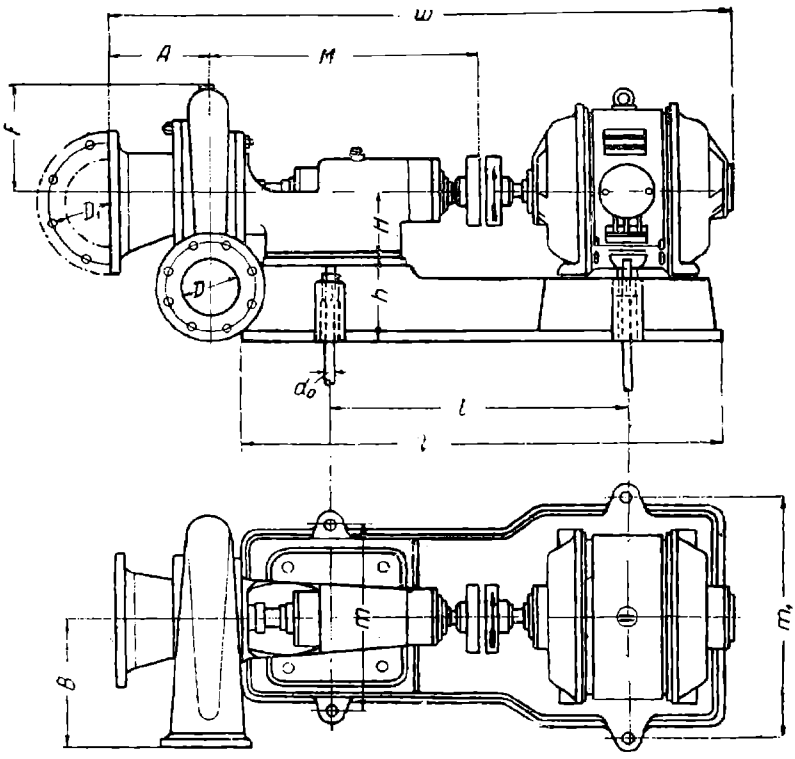


Рис. 86. Центробежный насос завода им. Калинина.

Таблица 22

Марка насоса	*n* об/мин	*Q* *л/сек*	*H* *м* вод. ст.	η к. п. д.	*N* *л. с.*	Вакуум. высота всасывания в *мм* вод. ст.	
						максим.	рекоменд.
2 1/2 НК	2 900	15	35	0,71	11	5	4
		12	23	0,69	5,5		
3 НК	2 900	22	52	0,77	20	3,5	3
		18	33	0,75	10,5		
3 НКв	2 975	25	85	0,71	40	3,5	2
		20	54	0,69	21		
5 НК	1 450	50	18	0,80	17	5	4,5

Две цифры у одного насоса характеризуют границы, которые можно получить при нормальном рабочем колесе и уменьшенном его диаметре при предельной обрезке, что делается на заводе. Соответствующие характеристики представлены на рис. 87, где сплошные линии относятся к нормальному колесу, пунктирные — к обрезанному рабочему колесу. Нормальные условия работы насоса ограничены зигзагообразными линиями.

При составлении рабочих чертежей и монтаже агрегата необходимо знать габаритные размеры насоса. Главные из них, относящиеся к насосу марки НК, даны в табл. 23.

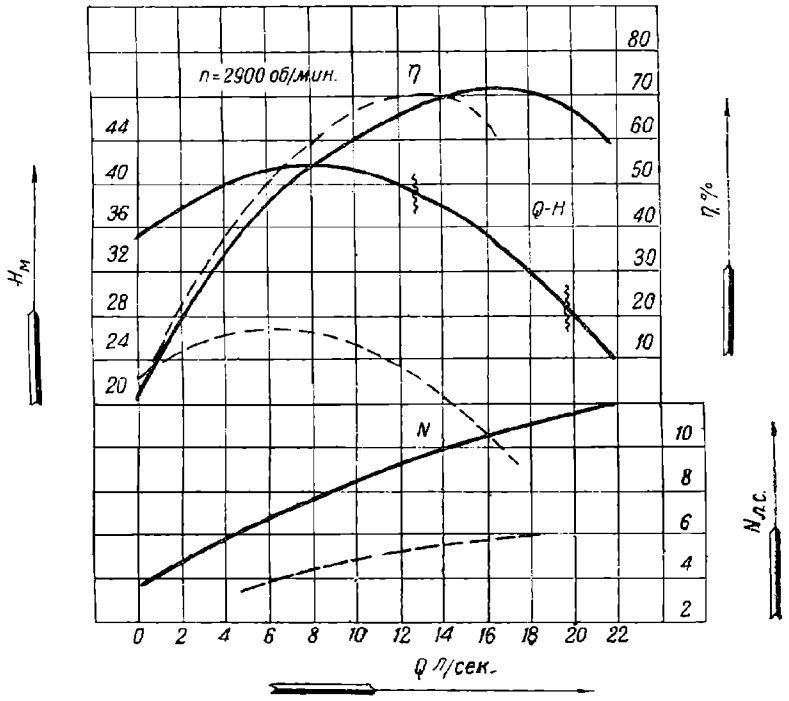


Рис. 87. Характеристика насоса завода им. Калинина.

Благодаря высокому числу оборотов указанные одноколесные насосы развивают высокий напор. Если он недостаточен, применяют многоколесные насосы (2—6 колес). Они изготовляются с разным числом оборотов, для ременной передачи и для непосредственного соединения с электромотором.

Таблица 23

Габаритные размеры одноколесных насосов марки НК (размеры в *мм*)

Марка насоса	D	D_1	A	B	F	H	h	d_0	M	l	L	W	m	m_1	Вес насоса в *кг*
2 1/2 НК	65	76	165	188	140	160	112	24	612	625	885	1 215	424	424	90
3 НК	76	100	163	222	160	160	180	27	612	815	1 310	1 622	430	620	100
3 НКв	76	100	163	222	200	160	—	—	621	—	—	—	—	—	125
5 НК	125	200	221	300	250	160	185	24	627	680	1 095	1 406	430	550	130

При выборе типа насоса нужно пользоваться заводскими данными, в частности характеристикой насоса. Особое внимание должно обращаться на рекомендуемую заводом манометрическую высоту всасывания, которая нередко составляет лишь 2—3 *м*.

При пользовании центробежными насосами нужно иметь в виду, что если насос забирает воду под давлением (например из городской водопроводной сети), то высота его подъема должна быть равна разности между полным требуемым давлением и давлением перед насосом. Соответственно этому затрачивается и энергия на его работу. Например если вода в доме подается на высоту 20 *м*, а нам нужно повысить давление до 35 *м*, то значит, высота подъема насоса должна быть 15 *м*, хотя бы насос и стоял в нижнем этаже здания. Но конечно рабочее давление, которое должен выдержать насос, равно 3,5 *ат*.

Если давление у насоса больше 12 *м* или же нагнетательный трубопровод имеет большую длину, следует на последнем непосредственно за штуцером ставить обратный клапан во избежание повреждения насоса от гидравлических ударов, которые могут возникнуть при внезапных остановках, повреждениях и т. п.

За обратным клапаном ставится запорный вентиль, служащий для регулирования подаваемого количества воды.

Для заливания насоса перед пуском в ход служит специальная воронка с краном. Если обратный клапан сделан с обходом, то заливание можно произвести от напорной линии или устраивается особая трубка.

Насосные станции и их монтаж

Исключительное разнообразие зданий и сооружений, в которых осуществляется подкачка воды, отражается на характере и типе насосных установок. Очень часто установка представляет собою небольшой электронасос, пускаемый в ход на короткое время. Но иногда она представляет целую насосную станцию с 3, 4 и более агрегатами.

Устанавливать насосы желательно в нижнем этаже, что дает большую надежность в работе насоса (при низком давлении в наружной сети), влечет централизацию основных водопроводных устройств (запорные приспособления, водомер, насос) и дает возможность обслуживать их в одном месте.

Чаще всего наиболее подходящим местом для установки насосов являются подвалы, если они светлые и снабжены искусственным освещением. Помещение должно быть сухое и иметь вентиляционные устройства. Температуру следует поддерживать в пределах 16—24°. В специальных сооружениях при автоматическом действии станции температура не может быть ниже 2—3° во избежание замерзания. При отсутствии подвала насосы могут быть установлены в первом этаже. В зонном водоснабжении место насоса выбирается в зависимости от общей схемы и может быть отведено в более высоких этажах.

В большинстве случаев насос соединяется с электромотором непосредственно на одном валу эластичной муфтой (рис. 88), но для насосов, обслуживающих только хозяйственно-питьевые потребности (без противопожарных), допустимо также и соединение посредством ременной передачи. Расстояние в последнем случае определяется диаметрами шкивов. Оно должно быть не менее: для моторов мощностью до 5 *л. с.* — 2 *м*, до 10 *л. с.* — 2,5 *м*, до 15 *л. с.* — 3,0 *м*.

Установка электромотора и центробежного насоса производится на каменном фундаменте.

Во избежание несчастных случаев ременная передача по обеим сторонам ограждается поручнями с двумя продольными прутьями, причем все это ограждение обтягивается проволочной сеткой. В равной мере при электронасосе на одном валу над соединительной муфтой делают предохранительный чехол из листового железа, который прочно (однако с возможностью съемки) прикрепляется к фундаменту. Для установки центробежного насоса в фундаменте заранее оставляют гнезда, в которые впоследствии закладываются фундаментные болты. Конечно для разбивки

гнезд необходимо знать соответствующие расстояния. Их можно взять или непосредственно с насоса или, если его нет, — по заводским габаритным данным.

Насос должен снабжаться задвижками (вентилями) на подводящей и напорной линиях. Кроме того на напорной линии ставится обратный клапан. Если насос повышает напор наружной водопроводной сети, то устраивается еще обводная линия (рис. 89), которая питает внутреннюю сеть помимо насоса. Это имеет место, когда напор в наружной сети достаточен для подачи воды в верхние этажи или же во время ремонта насоса. На обводной линии кроме вентиля ставится обратный клапан, препятствующий вытеканию воды из домовой сети, когда напор в ней выше давления в городской сети.

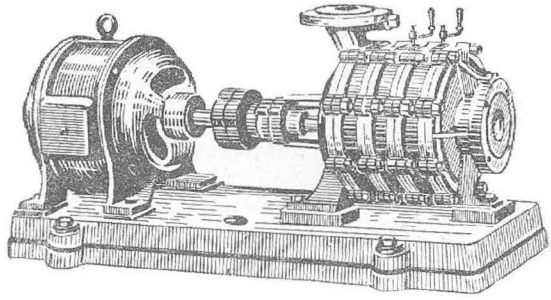


Рис. 88. Электронасос.

Здесь диаметр подающей и нагнетательной линий — 50 *мм*. Насос поднимает давление на 11 *м* при 2100 об/мин. Запирая вентиль у всасывающего штуцера, подают воду прямово внутреннюю сеть.

На рис. 90 приведен пример установки приводного центробежного насоса на одной из наших фабрик. Нормально фабрика питается водой через водомер, а задвижка 150 *мм* перед насосом запломбирована. В случае пожара эта задвижка открывается, за водомером задвижка закрывается и насос пускается в действие. Задвижки следовало бы поставить дальше от водомера.

Соответственно местным условиям и схеме водопроводной сети установка центробежных насосов делается различно. Если например давление

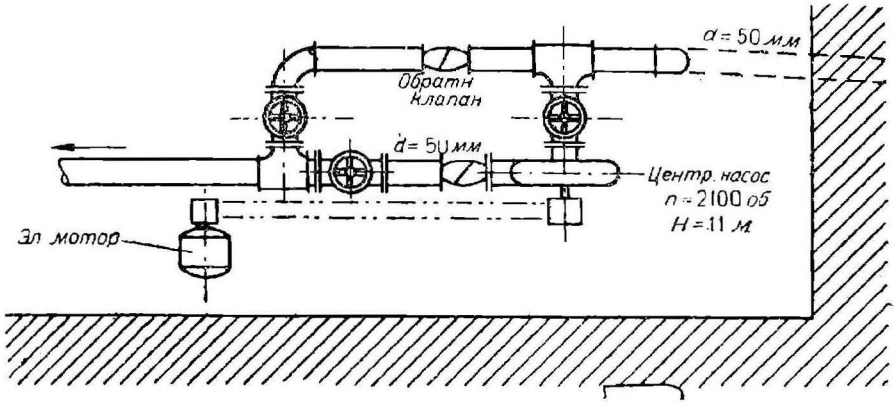


Рис. 89. Установка насоса для повышения напора.

приходится повышать ненадолго, причем большую часть суток домовый водопровод работает от городского напора, возможно применять схему (рис. 91), где насос и обратный клапан стоят параллельно. Последний автоматически закрывается давлением насоса при его работе.

На рис. 92 представлена схема установки с двумя насосами: из них один работающий, другой запасный.

При более сложной системе водоснабжения, как например двухзонной, с общими стояками (разделенными вентилями), уместна схема, изображенная на рис. 93. Здесь нижняя зона питается из наружной сети, а верхняя — из бака. При работе насоса напор повышается и в нижней зоне.

Когда сети обеих зон независимы, устраивается специальный стояк (рис. 94), нормально закрытый запломбированным вентилем. Он открывается, если требуется соединить обе зоны, например при работе насоса помимо бака и т. д.

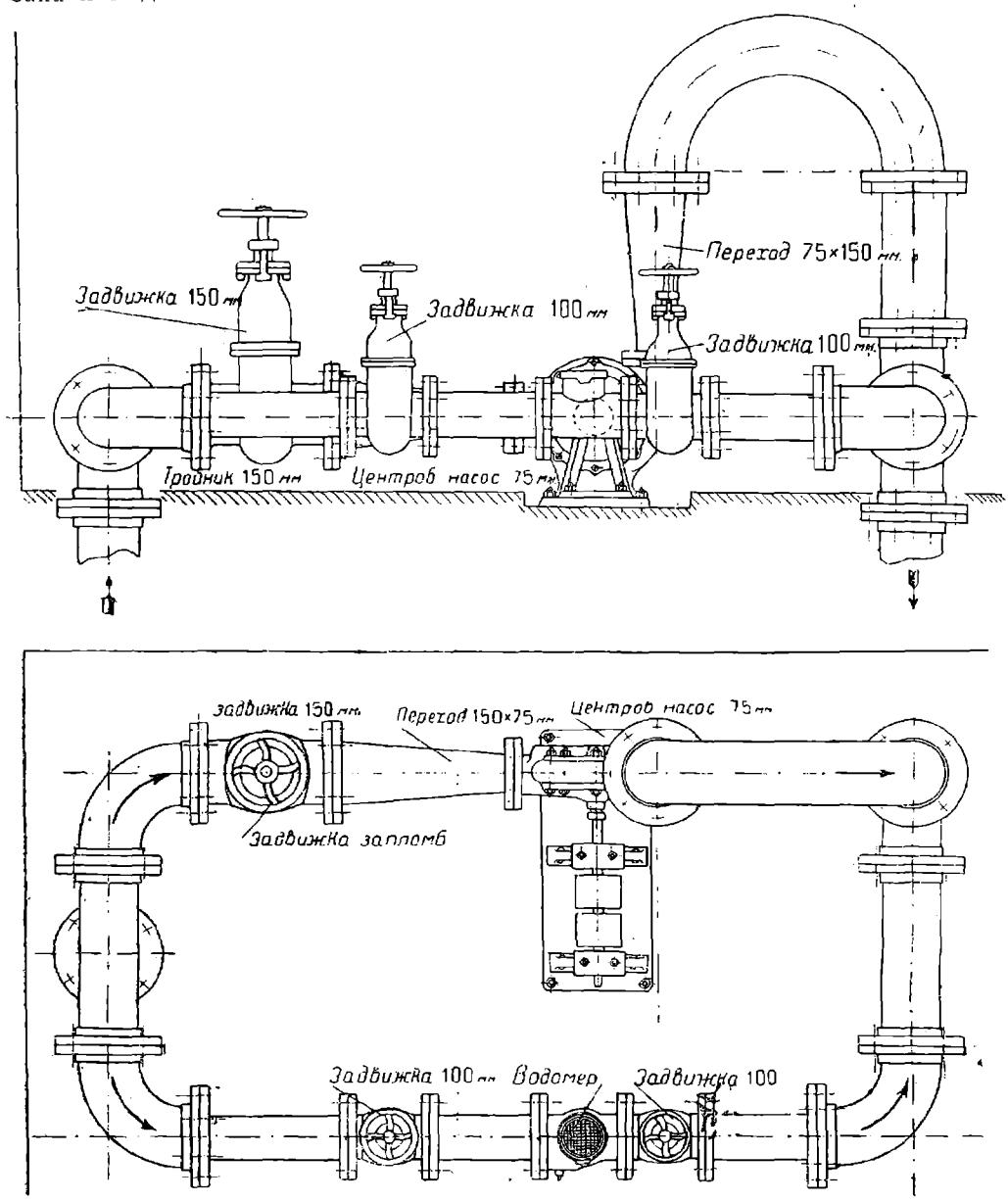


Рис. 90. Установка центробежного насоса.

При наличии нескольких насосов монтаж насосной станции и ее трубопроводов значительно усложняется. Весьма нередко применяется комбинация из двух хозяйственно-питьевых (рабочего и резервуарного) и одного противопожарного насоса.

При этом всасывающие трубы идут по полу или в канале ниже пола. Нагнетательные трубы могут итти таким же образом или подыматься выше

насоса. В последнем случае необходимо, чтобы они не мешали обслуживанию агрегатов.

Если водоснабжение предназначено для противопожарных целей или обслуживает большие и ответственные здания, то кроме рабочего насоса необходимо иметь запасный такой же мощности.

При питании электроэнергией от кольца, присоединенного к двум электростанциям, к электромоторам подводят два самостоятельных фидера от него. При наличии тока лишь от одной электростанции необходимо

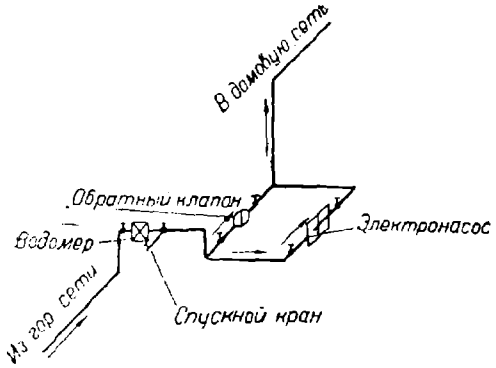


Рис. 91. Схема с одним насосом.

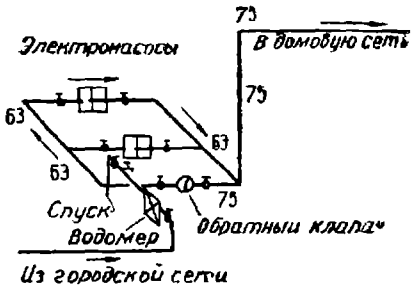


Рис. 92. Схема с двумя насосами.

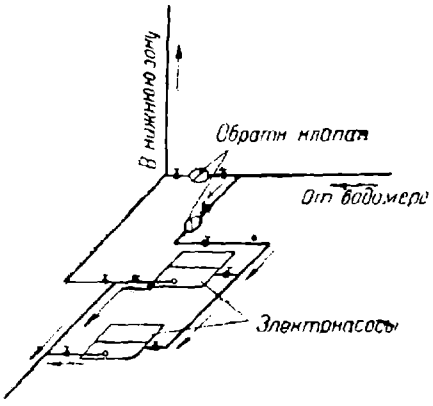


Рис. 93. Схема насосов для верхней зоны.

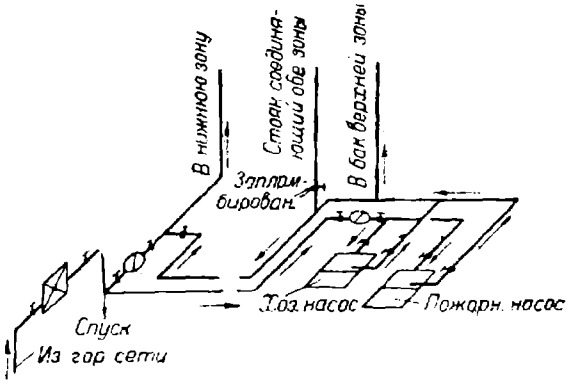


Рис. 94. Схема насосов при двухзонном водоснабжении.

иметь насос, который должен работать от двигателя внутреннего сгорания или двигателя с другим постоянным источником энергии. При этом включение насоса в действие должно происходить не позже чем через 5 мин. после сигнала о пожаре. Соединение пожарного насоса с двигателем при помощи ременной передачи не допускается как не гарантирующее необходимой надежности.

При учете к. п. д. двигателя $\eta_д$, ременной передачи $\eta_п$, насоса $\eta_н$ и коэфициента k на случай возможных перегрузок мощность двигателя выразится формулой:

$$N = \frac{QH}{\eta_н \eta_д \eta_п} \cdot k \text{ л. с.}$$

К. п. д. электромотора можно принять для предварительных расчетов в условиях водоснабжения зданий равным в среднем 0,8, двигателей внутреннего сгорания — 0,75, ременной передачи — 0,95. Коэфициент перегрузки — 1,2 — 1,1.

Мотор мощностью менее 1 *л. с.* ставить вообще не следует. Если требуемая мощность насоса получается менее 1 *л. с.*, то мощность мотора рекомендуется брать на 100% и больше; при насосе от 1 до 2 *л. с.* — на 75% и больше; при 2—5 *л. с.* — на 50% и больше. При больших мощностях моторов необходимо руководствоваться точным расчетом.

Насосные станции зданий при наличии самостоятельной скважины и небольшом расходе воды иногда осуществляются при помощи элеваторного электронасоса; при значительном расходе — посредством эрлифта, штангового и вертикального центробежного электронасоса. Часто такие насосные установки комбинируются с пневматической системой создания напора.

ГЛАВА 7

ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Теория пневматического водоснабжения

При значительной высоте здания и больших расходах воды устройство напорных резервуаров в верхней части здания вызывает ряд существенных неудобств. В настоящее время поэтому нередко применяется пневматическая система водоснабжения.

Пневматическая система создания напора бывает с переменным и постоянным давлением. Первая имеет широкое применение, так как дает возможность обойтись одним резервуаром, проста в эксплоатации и занимает мало места. Принцип действия заключается в следующем (рис. 95).

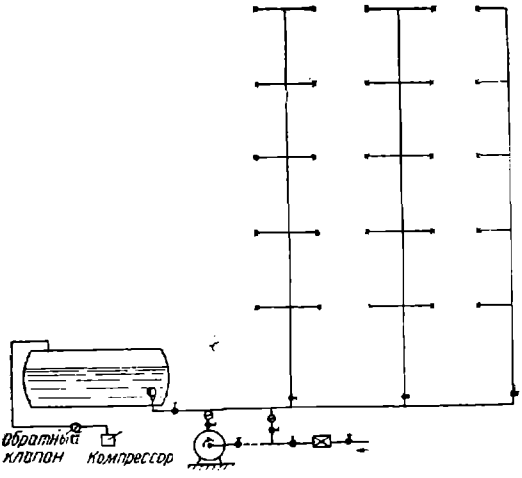


Рис. 95. Схема пневматического водоснабжения.

Герметически закрытый котел, рассчитанный на определенное давление, содержит воду и сжатый воздух. В нижней части котел соединен с домовой сетью. Под давлением воздуха вода поднимается в ней на соответствующую высоту и вытекает при открывании кранов. Когда уровень воды в гидропневматическом котле упадет до минимально допустимого, включается в работу насос, имеющий подачу больше максимального расхода. Вода в котле будет накапливаться. Как только уровень ее достигнет верхнего предела, насос выключается, и сеть питается из котла.

Во избежание попадания в сеть воздуха на разводящей трубе имеется клапан, закрывающий выходное отверстие раньше, чем воздух до него дойдет. Внизу котла поэтому всегда остается некоторый мертвый объем воды. Он зависит от конструкции клапана и котла и не должен быть большим.

Система может быть выполнена с двумя котлами—воздушным и водяным, соединенными между собой в верхней части трубкой, однако это принципа действия не изменяет. Возможна также параллельная установка гидропневматических котлов. Такой тип находит применение при необходимости уменьшить размеры котлов и повысить надежность работы водоснабжения в целом (в случае выбытия одного агрегата).

Со временем количество воздуха в котле уменьшается благодаря утечке его через неплотности и поглощению водой. Поэтому через 5—10 дней приходится пополнять его до нормального рабочего давления. В этих целях при котле имеется компрессор (ручной или приводной).

Неудобствами рассмотренной системы является переменное давление, а также возможная аэрация воды. Если в последней имеется железо, то создается опасность его выпадения.

Система с постоянным давлением, имеющая целью устранить первое неудобство, обязательно состоит из двух котлов — воздушного и водяного (рис. 96). Давление в первом заметно больше рабочего. Поэтому воздух до впуска в водяной котел проходит через редукционный клапан, где его давление снижается до требуемого, а затем уже выдавливает воду из второго котла. Когда уровень ее упадет до низшего допустимого, включается насос. При этом отработанный воздух выбрасывается наружу или же в целях экономии энергии забирается компрессором и нагнетается в воздушный котел. Эта система (при наличии компрессора, пускаемого в ход при каждом

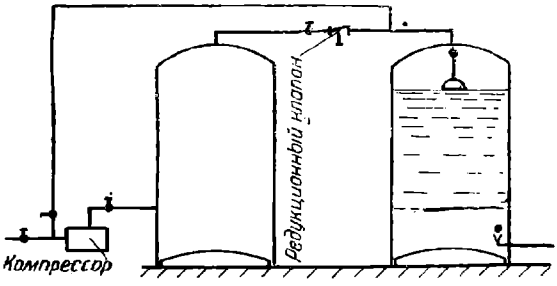


Рис. 96. Система с постоянным давлением.

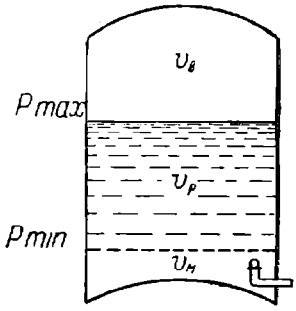


Рис. 97. Схема работы котла.

цикле) более сложна и потому редко применяется. Она может быть использована в некоторых специальных случаях, где рабочее давление воздуха (воды) невелико, а приток его в помещение полезен.

Иногда находит применение бескомпрессорная пневматическая система. Она может быть одно- и двухрезервуарная. При системе с одним резервуаром атмосферный воздух, его предварительно наполняющий, при подаче воды насосом сжимается до давления, создаваемого насосом. Когда насос остановится, котел может питать разводящую сеть до тех пор, пока давление в нем не упадет до минимального допустимого. Затем насос опять включается. Так как количество воздуха со временем уменьшается, то объем воды, отдаваемый при каждом цикле, сокращается. Поэтому систему бывает необходимо перезарядить. Спускается вся вода, котел наполняется атмосферным воздухом, и работа начинается сначала. Такую систему назовем бескомпрессорной без предварительного сжатия.

При проектировании пневматического водоснабжения необходимо бывает определить размеры котла и давления в нем. Наиболее важным является рабочий объем воды $V_р$, так как он питает разводящую сеть. Поэтому весь расчет и будем вести, исходя из него. Работает же любая пневматическая система вследствие расширения воздуха, находящегося под давлением. По закону Бойля-Мариотта:

$$P \cdot V = \text{const.}$$

Если обозначим максимальное абсолютное давление (в *ата*) в нашем случае через P_{max}, а минимальное через P_{min}, причем обозначим полный

объем котла через V, мертвый объем через $V_м$, минимальный объем воздуха через $V_в$, то получим (рис. 97):

$$V = V_в + V_р + V_м. \tag{1}$$

Для низшего и высшего положения уровня воды можем написать:

$$P_{max} \cdot V_в = P_{min}(V_в + V_р),$$

откуда

$$(P_{max} - P_{min}) \cdot V_в = P_{min} \cdot V_р$$

или

$$V_в = \frac{P_{min}}{P_{max} - P_{min}} \cdot V_р. \tag{2}$$

Мертвый объем выражается в процентах от рабочего. Пусть он составляет $m\%$:

$$V_м = V_р \cdot \frac{m}{100}, \tag{3}$$

тогда, подставляя значения мертвого объема и объема воздуха в формулу (1) для полного объема котла, получим:

$$V = \frac{P_{min}}{P_{max} - P_{min}} \cdot V_р + V_р + \frac{m}{100} \cdot V_р.$$

Приведем первые два числа к общему знаменателю:

$$V = \frac{P_{max}}{P_{max} - P_{min}} \cdot V_р + \frac{m}{100} \cdot V_р$$

или

$$V = \frac{1}{1 - \frac{P_{min}}{P_{max}}} \cdot V_р + \frac{m}{100} \cdot V_р.$$

Обозначим отношение

$$\frac{P_{min}}{P_{max}} = \alpha, \tag{4}$$

тогда

$$V = \frac{1}{1 - \alpha} \cdot V_р + \frac{m}{100} \cdot V_р,$$

или

$$V = \left(\frac{1}{1 - \alpha} + \frac{m}{100}\right) \cdot V_р. \tag{5}$$

По этой формуле определяется объем котла. Здесь коэфициент α выбирается проектировщиком, а m зависит от конструкции котла, его диаметра или расположения, типа днища, типа клапана и пр. Для предварительных соображений принимается $m = 10-30\%$, а затем оно проверяется по чертежу. Вынеся клапан ниже котла в специальный карман, возможно уменьшить мертвый объем почти до нуля.

Для выяснения влияния α на конструкцию и работу пневматического водоснабжения посмотрим, как отражается оно на манометрическом (избыточном) давлении. Выразим последнее в метрах водяного столба и обозначим через p. Тогда из уравнения (4):

$$\frac{p_{min} + 10}{p_{max} + 10} = \alpha; \tag{6}$$

$$p_{min} + 10 = \alpha \cdot p_{max} + \alpha \cdot 10;$$

$$p_{max} = \frac{p_{min} + 10 - \alpha \cdot 10}{\alpha};$$

$$p_{max} = \frac{1}{\alpha} \cdot p_{min} + \frac{1 - \alpha}{\alpha} \cdot 10. \tag{7}$$

Из уравнения (2) следует, что

$$\frac{V_в}{V_р} = \frac{P_{min}}{P_{max} - P_{min}} = \frac{\frac{P_{min}}{P_{max}}}{1 - \frac{P_{min}}{P_{max}}},$$

или

$$\frac{V_в}{V_р} = \frac{\alpha}{1-\alpha}. \tag{8}$$

Обозначим соотношение

$$\frac{V_в}{V_р} = \varepsilon, \tag{9}$$

тогда

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{1-\alpha},$$

а

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{1-\alpha}{\alpha},$$

т. е. уравнение (7) можно написать:

$$p_{max} = \frac{1}{\alpha} \cdot p_{min} + \frac{1}{\varepsilon} \cdot 10. \tag{10}$$

Значение вышеприведенных коэфициентов дано в табл. 24.

Таблица 24

α	$\frac{1}{\alpha}$	$\frac{1}{1-\alpha}$	ε	$\frac{1}{\varepsilon}$	α	$\frac{1}{\alpha}$	$\frac{1}{1-\alpha}$	ε	$\frac{1}{\varepsilon}$
0	∞	1,0	0	∞	0,6	1,67	2,5	1,5	0,67
0,1	10,0	1,11	0,11	9,0	0,7	1,43	3,33	2,33	0,43
0,2	5,0	1,25	0,25	4,0	0,8	1,25	5,0	4,00	0,25
0,3	3,33	1,43	0,43	2,33	0,9	1,11	10,0	9,0	0,11
0,4	2,50	1,67	0,67	1,5	1,0	1,0	∞	∞	0
0,5	2,0	2,0	1,0	1,0					

Эти величины графически изображены на рис. 98. Как видно из кривых, с увеличением α сверх 0,8 весьма быстро возрастают объем воздуха и полный объем котла. В крупных пневматических установках в целях уменьшения их размеров берут $\alpha = 0{,}5$—$0{,}6$. Но это при минимальном избыточном давлении в 10—20 *м* вод. ст. повышает максимальное давление в 2—3 и более раз. Такие резкие колебания давления ухудшают условия эксплоатации, требуют специальных центробежных насосов с резко падающей характеристикой, подбор которых затруднителен, существенно повышают требуемую мощность насоса и мотора, снижают их к. п. д.

Графически уравнение (10) дано на рис. 99. Как видно, уменьшение α влечет за собой весьма значительное возрастание максимального избыточного давления. График дает возможность определить максимальное избыточное давление при заданном минимальном давлении и выбранном α. На графике рис. 100 дано максимальное избыточное давление при разных минимальных давлениях (через 10 *м* вод. ст.) и разных α.

Для установления характера изменения полного объема котла пренебрежем мертвым пространством. Тогда из формулы (5):

$$V = \frac{1}{1-\alpha} V_р,$$

а

$$V_в = \varepsilon \cdot V_р.$$

Если принять

$$V_р = 1,$$

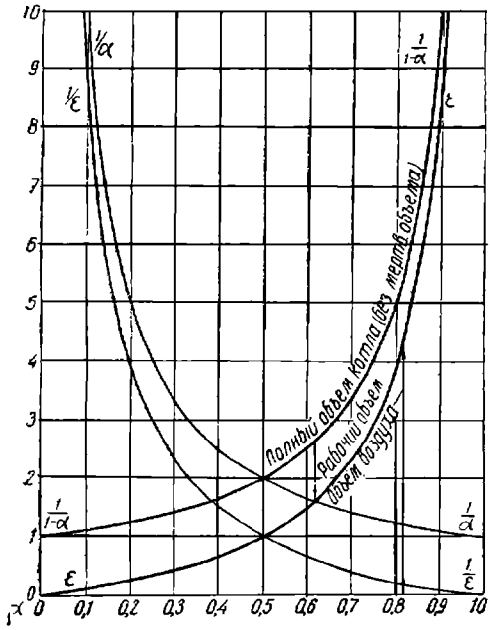


Рис. 98. Зависимость между основными величинами.

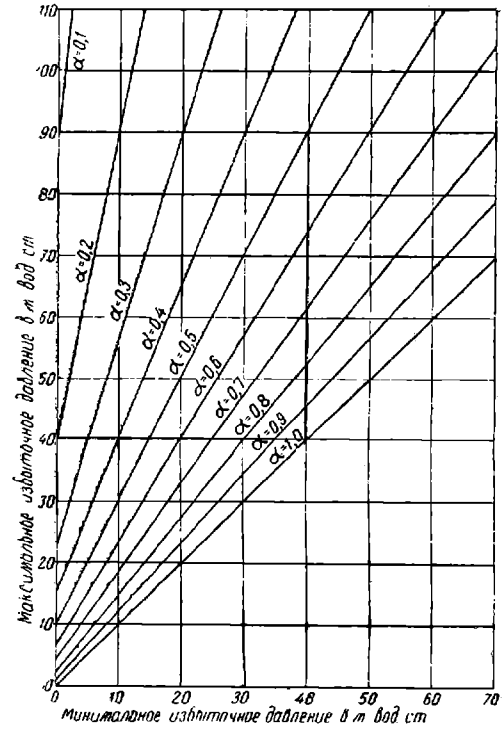


Рис. 99. Изменение избыточного давления.

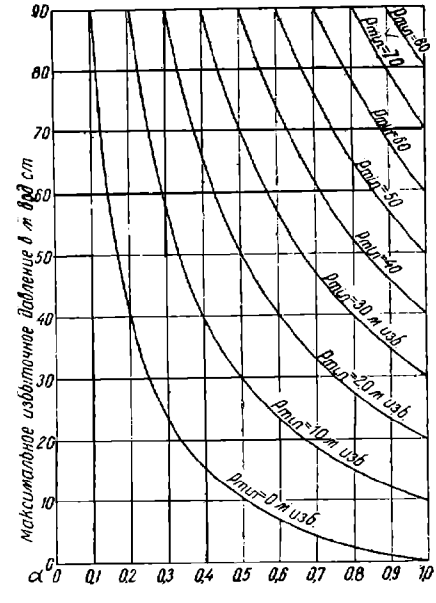


Рис. 100. Максимальное давление при разном минимальном.

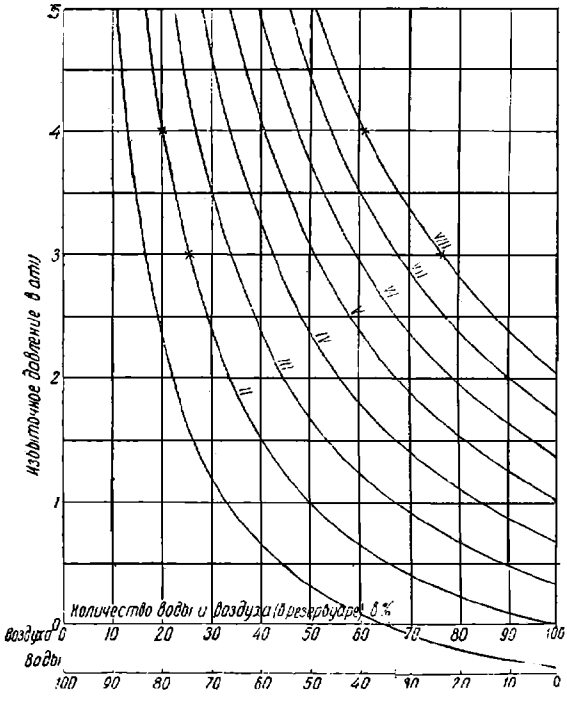


Рис. 101. Количество воды и воздуха в котле.

то

$$V = \frac{1}{1-\alpha},$$

$$V_в = \varepsilon.$$

Поэтому по рис. 98 можно определить также объем воздуха и объем котла (при разных α) в рабочих объемах воды, считая последний равным 1.

Характер изменения давления и расхода воды в пневматическом котле в зависимости от процентного соотношения в нем воды и воздуха при разном предварительном сжатии (давление в котле без воды) приведен на графике (рис. 101). Кривая *I* дана для случая, когда котел на 33% заполнен предварительно водой. Кривая *II* характеризует бескомпрессорную систему без предварительного сжатия. Остальные кривые даны для разных предварительных сжатий (до 2 *ат*). Кривые с небольшим предварительным сжатием (а тем более без него) показывают при объеме воды более 40—50% резкое изменение давления с небольшим изменением объема воды. Поэтому конструкции с большим противопожарным объемом воды (низким ε) нецелесообразны.

Сравнение напорного бака и гидропневматического котла

Разберем условия работы насоса *I* на напорный бак и насоса *II* на гидропневматический котел для одного и того же здания (рис. 102). При работе на бак статический напор меняется незначительно — от H_1 до H_2.

Манометрический напор равен статическому напору плюс сумма потерь на трение в трубах и местные сопротивления и будет колебаться между:

$$H_м = H_ст + \sum h_1$$

и

$$H_м = H_2 + \sum h_2.$$

В общем выражении:

$$H_м = H_{ст} + \frac{0{,}083}{d^4}\left(\lambda\frac{l}{d} + \sum\zeta\right)Q^2.$$

Второй член является характеристикой трубопровода и графически выражается параболой $H_1 I$. Построив ее для общих уровней воды в баке, получим, что насос работает по характеристике $Q-H$, обозначенной *I*, между точками *1—2*. Напор и подача $Q_1 - Q_2$ у него меняются незначительно; к. п. д. также имеет наибольшую величину.

При работе насоса на гидропневматический котел имеют место резкие колебания давления от H_1 до H_3 (считаем $H_1 = p_{min}$). Соответственно этому насос *II* должен иметь значительно больший напор, чем в первом случае, и круто падающую характеристику. Он будет работать по *II* характеристике $Q-H$, между точками *1—3*. При этом значительно меняется подача $Q_1 - Q_3$, снижается к. п. д. Требуемая мощность больше, чем в первом случае, и кроме того сильно изменяется в течение одного цикла работы. Это снижает к. п. д. двигателя.

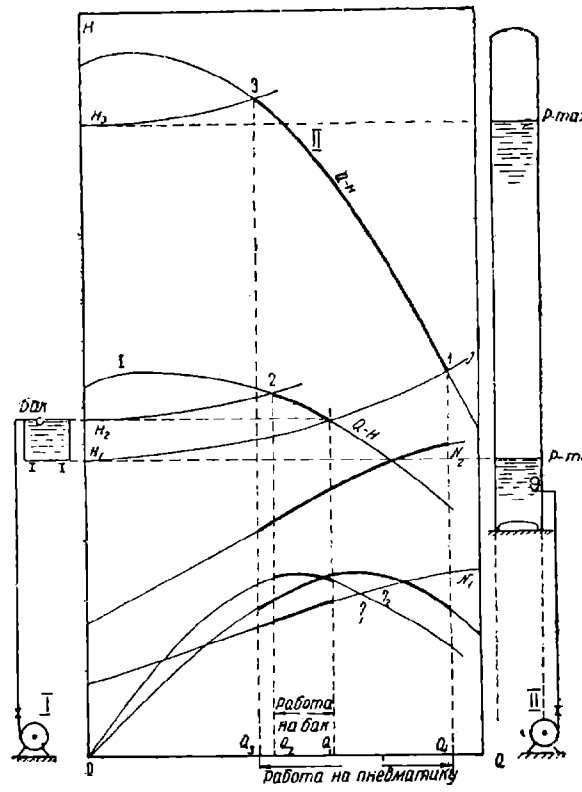


Рис. 102. Сравнение бака и пневматической системы.

Таким образом пневматическая система имеет следующие относительные недостатки:

1) требует насоса с большим напором, круто падающей характеристикой и в общем большой мощности;

2) требует двигателей большой мощности;
3) вызывает снижение к. п. д. у насоса и у двигателя;
4) влечет неравномерную подачу воды насосом и увеличение скорости движения ее
5) создает колебание давления в разводящей сети;
6) создает излишние давления в сети.

Эти недостатки уменьшаются в том случае, когда котел стоит на уровне напорного бака. Благодаря незначительному минимальному давлению в котле максимальное давление будет также относительно невелико. Это ведет к уменьшению требуемой мощности насоса и двигателя. Характеристика насоса может быть менее крутой.

Наиболее ощутимыми недостатками продолжают оставаться неравномерная подача насоса во время рабочего цикла и снижение к. п. д. насоса и двигателя.

Конструктивные детали

Пневматическое водоснабжение применяется как в случае наличия центрального водопровода, так и при отдельном источнике (рытом или трубчатом колодце и пр.). Оно целесообразно даже в небольших зданиях (сельская больница, школа и т. п.) и может основываться на механическом и ручном насосе. Гидропневматический котел чаще всего помещается в подвале (рис. 103), но его можно расположить и в земле, ниже глубины промерзания.

В последнем случае котел располагается горизонтально, так как это дает возможность обойтись почти нормальной глубиной заложения. При

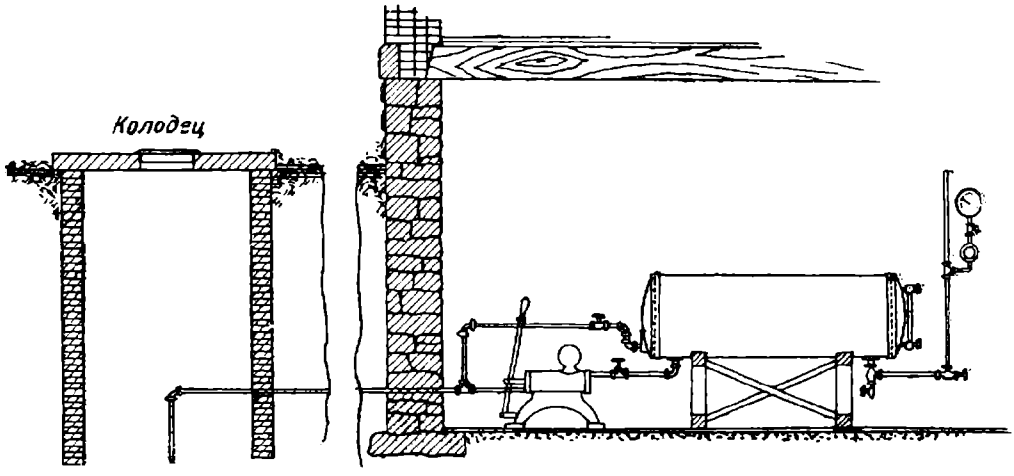


Рис. 103. Пневматическая система в небольшом здании.

неблагоприятных грунтах, естественно, необходимо принять меры против ржавления котла. От дворовой сети могут быть даны ответвления в другие здания, а также поставлен небольшой пожарный кран; система может быть выполнена с нагнетанием воздуха насосом или бескомпрессорная.

Таблица 25

Вертикальные			Горизонтальные		
диаметр в *мм*	длина в *мм*	емкость в *л*	диаметр в *мм*	длина в *мм*	емкость в *л*
400	900	120	900	3 000	2 000
400	1 200	160	1 050	3 000	2 700
500	1 500	310	1 200	3 000	3 500
600	1 500	450	1 200	7 200	8 500
750	1 800	830	1 500	6 300	11 300
900	1 800	1 200	1 800	7 200	19 000

Конструктивное выполнение гидропневматических котлов зависит от их емкости. Небольшие установки выполняются вертикальными, более крупные — горизонтальными. Практически наиболее удобные размеры котлов, принятые в США, приведены в табл. 25.

В условиях водоснабжения строящихся у нас зданий в большинстве случаев уместны горизонтальные котлы. Приводим график (рис. 104) изменения объема воды в котле в процентах от объема всего котла. По оси абсцисс указано изменение объема котла; по оси ординат дана высота уровня воды в котле, считая от низшей точки. Высота эта выражена в процентах от диаметра котла.

При высоте уровня воды в 13,5% от диаметра объем ее составляет 8% от полной емкости. Далее возрастание объема почти пропорционально повышению уровня. С 19,8% диаметра объем возрастает даже быстрее, чем повышение уровня. Если необходимо иметь мертвый объем не более 8% от полного, следует, чтобы для диаметра 0,9—1,8 *м* высота клапана была соответственно менее — 120—240 *мм*. Это возможно сделать лишь в случае приварки для него специального углубления. Обыкновенно мертвый объем составляет около 20% и более от объема котла.

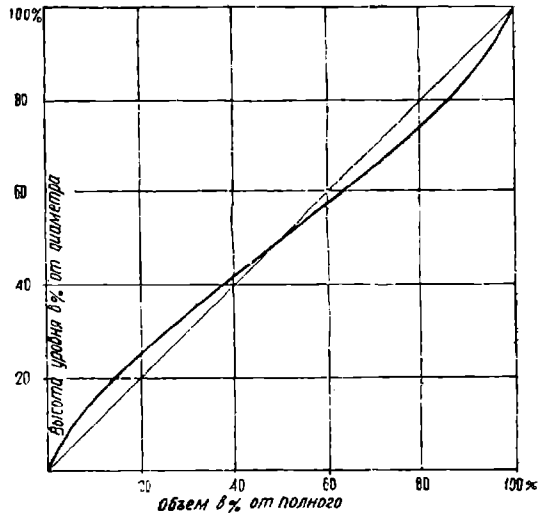


Рис. 104. График изменения объема воды в котле.

Высота мертвого объема зависит от типа и размеров клапана. В небольших пневматических установках чаще всего применяются шаровые клапаны из дерева, покрытого резиной. Удельный вес такого клапана меньше 1,0; поэтому он всплывает при высоком уровне воды. При понижении его шар засасывается раньше, чем вода опустится до седла. Во избежание застревания шара необходимо, чтобы угол его посадки был меньше 90°. Это требует, чтобы его диаметр $d_ш$ был равен:

$$d_ш = (1{,}2—1{,}6)\,d,$$

где d — диаметр седла (трубы).

Сигнализация должна быть установлена так, чтобы не допускать закрывания клапана, так как оно вызывает гидравлические удары в сети.

Необходимо иметь доступ к клапану для его смены.

Котлы могут изготовляться клепаные и сварные. Последние требуют меньше металла. При котле должны иметься водомерное стекло и манометр.

Схема при бескомпрессорном водоснабжении представлена на рис. 105. Здесь гидропневматическая система обслуживает верхнюю зону в 2—3 этажа с незначительным расходом воды. Размещение котлов выше соответствующей зоны дает возможность обойтись без предварительного сжатия воздуха (сжимается лишь атмосферный воздух в объеме самого котла) и использовать весь имеющийся запас воды.

Автоматическое водоснабжение

Водоснабжение зданий в большинстве случаев отличается сравнительно небольшими размерами всего устройства. При таких условиях необходи-

мость повседневного пуска насоса, регулирования его подачи и остановки представляет немало затруднений и значительно удорожает пользование водой. Понятно поэтому, что автоматическое регулирование в домовых водопроводах получило за границей широкое распространение при массовом производстве необходимого оборудования.

Такое устройство применяется как при наличии возвышенного бака в здании, так и при пневматическом резервуаре. В первом случае обычно применяется система электрических контактов, включающихся и выключающихся от поплавка в баке. При этом электронасос пускается или останавливается.

Это устройство требует электрической проводки от бака к насосу, что в случае источника, находящегося на расстоянии, удорожает все водоснабжение и понижает его надежность.

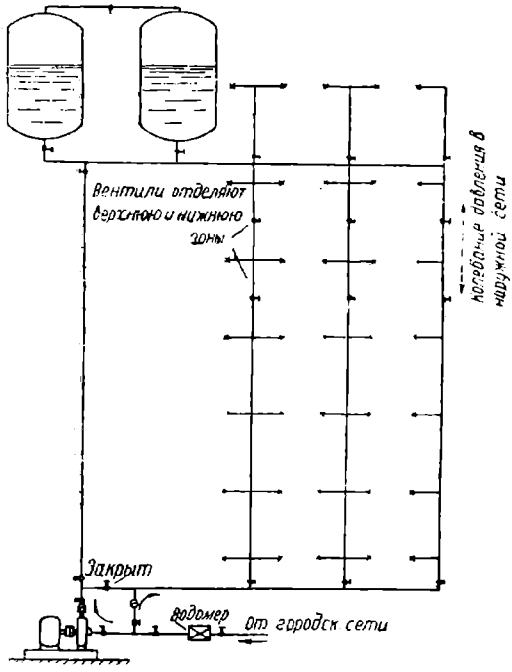


Рис. 105. Бескомпрессорная система.

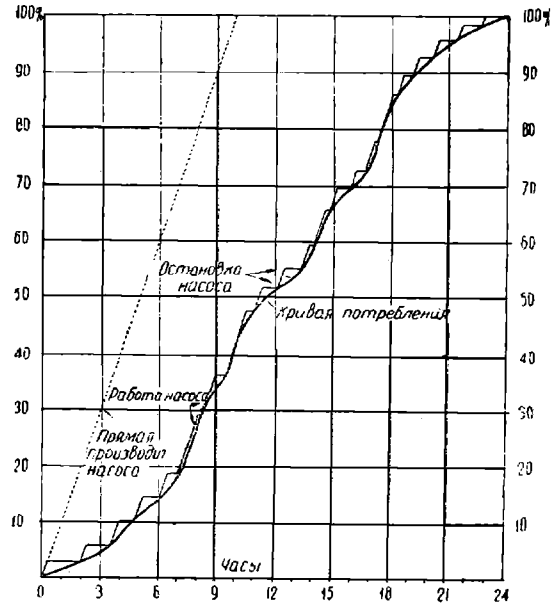


Рис. 106. График работы автоматической системы.

В тех случаях однако, когда бак уже имеется и все оборудование водоснабжения находится в одном здании, переоборудование на поплавковое выключение может оказаться наиболее экономичным. Характер устройства виден на рис. 65.

При достижении водой в баке верхнего уровня поплавок занимает высшее положение; груз на тросе опускается и выключает ток у мотора при помощи специального выключателя. Когда уровень в баке опустится, происходит обратный процесс.

В целях возможного уменьшения емкости водонапорного устройства в настоящее время автоматическое водоснабжение все чаще комбинируется с гидропневматическими котлами.

Это дает возможность иметь емкость котла весьма незначительной (около 0,5—1,0% от суточного расхода) и вообще делает систему водоснабжения весьма удобной в эксплоатации. Так как однако автоматика полностью основана на электрическом токе, то в случае прекращения подачи его водоснабжение останавливается. Но это имеет место вообще при электронасосах и в некоторых случаях лишь выдвигает вопрос о необходимости резервного двигателя.

Пуск и остановка насоса при напорном баке зависят от его емкости, которая делается достаточно большой — 10—15% от суточного расхода и больше в зависимости от местных условий. Поэтому здесь продолжительность непрерывной работы насоса исчисляется десятками минут и даже часами.

При пневматическом автоматическом водоснабжении стремятся свести емкость котла до минимума.

Емкость гидропневматического котла зависит от его рабочего объема. Последний определяется размерами водопотребления в здании и в первую очередь максимальным часовым расходом, производительностью насоса и продолжительностью его работы и остановок.

Характер работы насоса представлен на рис. 106, где взят произвольный интегральный график водопотребления. Производительность насоса применительно к нему составляет 10% суточного расхода в час. Рабочая емкость котла (для ясности чертежа) — 3% от суточного расхода. График работы насоса имеет ступенчатый вид, причем количество остановок возрастет, если рабочая емкость котла будет взята меньше.

Система получается наиболее выгодной, если число циклов (работа и остановка) насоса не превышает 3—4 в час. Но в США нередко делают и 2 цикла в час. Максимальное допустимое количество таких циклов — 6 в час (в Германии). Значит, нормальный промежуток между рабочими циклами может быть 20—15 мин. и не менее 10 мин.

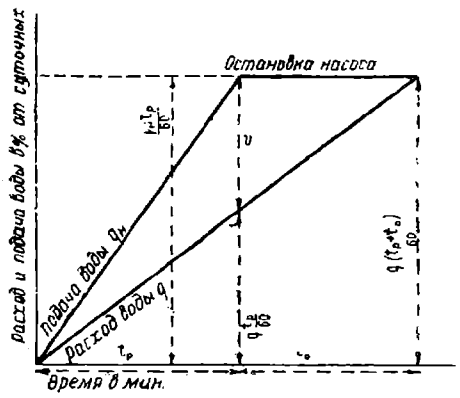


Рис. 107.

Рассмотрим, какова зависимость между рабочей емкостью котла V и числом остановок (циклов) наноса в час n [1]. Продолжительность одного цикла в минутах:

$$T = \frac{60}{n} \text{ мин. и } T = t_р + t_0 \text{ мин.},$$

где $t_р$ — продолжительность работы насоса, а t_0 — его остановки в минутах. Будем считать, что водопотребление во время одного цикла постоянно и равно q% от суточного расхода в час. Подача насоса в автоматическом водоснабжении должна быть не меньше максимального расхода воды. Обозначим часовую подачу через $q_н$ в процентах от суточного расхода. Значит,

$$\frac{q}{q_н} = x \leqslant 1.$$

Работа установки представлена на рис. 107; предполагаем, что насос начинает работать при пустом резервуаре. В течение рабочего цикла будет израсходовано воды $\frac{q}{n}$. Вместе с тем расход равен

$$q\,\frac{t_р + t_0}{60},$$

т. е.

$$\frac{q}{n} = q\,\frac{t_р + t_0}{60}.$$

Подача насоса за $t_р$ минут равна $\frac{q_н \cdot t_р}{60}$; но она вместе с тем равна расходу воды в течение цикла:

$$\frac{q_н \cdot t_р}{60} = \frac{q}{n} = q\,\frac{t_р + t_0}{60},$$

[1] Инж. Б. С. Тикунов и др., Автоматические насосные станции, 1934 г.

откуда

$$t_p = \frac{60\,q}{n \cdot q_н}.$$

Объем котла V равен наибольшей разнице ординат между подачей и потреблением. Так как потребление за это время равно $\frac{q \cdot t_p}{60}$, то

$$V = \frac{q_н \cdot t_p}{60} - \frac{q \cdot t_p}{60} = \frac{t_p}{60}(q_н - q). \quad (1)$$

Подставляя вместо t_p его значение, выведенное выше, получим:

$$V = \frac{60\,q}{n \cdot q_н \cdot 60}(q_н - q) = \frac{q}{n \cdot q_н}\left(q_н - q\right). \quad (2)$$

Вынося из скобок $q_н$, получим:

$$V = \frac{q_н}{n} \cdot \frac{q}{q_н}\left(1 - \frac{q}{q_н}\right),$$

т. е.

$$V = \frac{q_н}{n} \cdot x\,(1 - x); \quad (3)$$

$$V = \frac{q_н}{n} \cdot x - \frac{q_н}{n} x^2. \quad (4)$$

Таким образом объем котла зависит от производительности насоса, числа циклов и переменного соотношения водопотребления и подачи насоса. Объем будет максимальным, когда его первая производная по x будет равна нулю:

$$\frac{dV}{dx} = \frac{p_н}{n} - 2x\frac{q_н}{n} = 0,$$

$$1 - 2x = 0, \quad x = \frac{1}{2}. \quad (5)$$

Подставляя это значение x в уравнение (3), получим:

$$V = \frac{q_н}{n} \cdot \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{2}\right);$$

$$V = \frac{q_н}{4n}. \quad (6)$$

Таким образом емкость котла в процентах от суточного расхода равняется часовой производительности насоса (в процентах от суточного расхода), деленной на учетверенное число рабочих циклов в час.

Пример. Часовая производительность насоса равна 10% от суточного расхода; число рабочих циклов — 4 в час. Емкость котла:

$$V = \frac{10}{4 \cdot 4} = 0{,}62\%.$$

Уравнение (6) действительно, когда $\frac{q}{q_н} = \frac{1}{2}$, т. е. $q = \frac{1}{2} q_н$. При иных соотношениях количество рабочих циклов будет уменьшаться.

Аналогичным образом можно определить объем котла при наличии двух насосов, из которых в зависимости от уровня воды в котле включаются или оба насоса или один из них. Этот объем равен:

$$V = \frac{q_н \cdot \varepsilon}{2n},$$

где ε — коэфициент уменьшения производительности насосов при параллельной работе

Развитие электрификации дает возможность применения автоматического водоснабжения даже в изолированно расположенных зданиях (больницах, домах отдыха, санаториях и т. п.). Здесь возможна резервуарная система, но еще более уместна пневматическая.

В пневматической системе включение и выключение тока производятся при помощи регулятора давления. В нем имеется поршенек, который передвигается от давления воздуха пневматического котла. Эти перемещения передаются электрическому выключателю. Если водоснабжение рассчитано на одновременную работу двух насосов, то мотор каждого из них имеет свой выключатель, действующий от своего же регулятора давления. Оба последние так отрегулированы, что каждый из них включается и выключается при установленном для него уровне воды (давлении в котле).

В США автоматические установки изготовляются для подачи от 4 до 1500 *л/мин* (0 06—25 *л/сек*).

На рис. 108 изображена установка при электроприводном поршневом насосе.

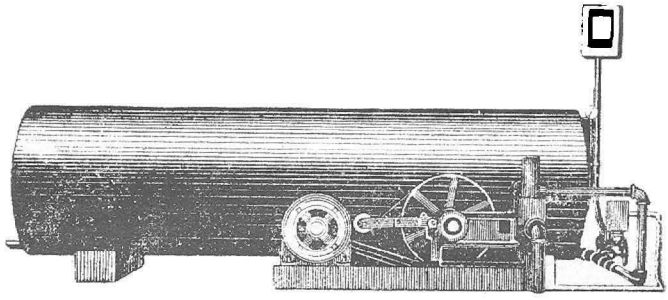


Рис. 108. Горизонтальная пневматическая установка.

Здесь резервуар имеет рабочую емкость 830 *л*. Установка рассчитана на подачу 50 *л/мин*. Рабочее давление колеблется между 13 и 27 *м*. Мощность мотора 5 *л. с.*

Для иллюстрации приведем некоторые данные о мелких автоматических заграничных установках (табл. 26).

Таблица 26

Подача в *л/мин*	Высота (в *м*) верхнего крана над уровнем всасывания	Напор в *м*		Требуемая мощность в *л. с.*	Давление предварительного сжатия в *ат*
		при включении	при выключении		
20	9	11	17	0,25	1
20	22	24	34	0,5	2
20	35	37	51	0,7	3
50	10	12	18	0,4	1
50	25	27	36	0,8	2

ГЛАВА 8

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ СИСТЕМЫ

Противопожарное водоснабжение

В промышленных предприятиях, театрах, общественных зданиях, складах государственной важности, жилых зданиях высотой в 6 и более этажей водоснабжение должно предусматривать не только хозяйственно-питьевые или производственные нужды, но и цели тушения пожара. Последнее достигается наружной сетью, а также внутренними противопожарными устройствами (пожарные краны, спринклеры, дренчеры).

Внешняя противопожарная сеть рассчитывается на максимальный хозяйственный и производственный расход (кроме расхода на душевые устройства, который принимается в 25% расчетного) и пожарный расход, зависящий от разряда предприятия. В последнем случае он складывается из расхода в двух соседних с пожаром гидрантах и расхода во внутренней сети, а именно при водопроводе высокого давления (табл. 27).

Таблица 27

Площадь территории предприятия в *га*	Разряд	Пожарный расход в *л/сек*		
		из наружных гидрантов	из внутренних пожарных кранов	Всего
До 10	IV	10	5	15
11— 20	III	20	5	25
21— 50	II	30	6	36
51—100	I	40	6	46

Производительность каждой струи наружной водопроводной сети считается в 5 *л/сек*. При этом принимается, что подача воды происходит по непрорезиненным пожарным рукавам диаметром в 63 *мм*, длиной 100 *м* при наконечнике ствола в 19 *мм*.

Пожарные гидранты на наружной сети устанавливаются вблизи зданий на перекрестках, а также на взаимном расстоянии 80—100 *м* и имеют диаметр 75 или 125 *мм*. Производительность струй внутренней сети принимается в 2,5—3 *л/сек*.

Конструкция противопожарной сети внутри промпредприятий и особо ответственных зданий (многоэтажные жилые, театры, крупнейшие гостиницы, дворцы культуры и т. п.) должна быть кольцевой. Для надежности и бесперебойности питания она присоединяется к наружной сети двумя или более вводами. Присоединения желательно иметь к разным уличным трубам; если это невозможно, то между обоими присоединениями необходима постановка задвижки с тем, чтобы противопожарная сеть, даже во время ремонта наружной водопроводной трубы, была обеспечена водой. В равной мере и внутренняя противопожарная сеть должна иметь разделительные задвижки (вентили) в целях выключения отдельных частей сети. Эти запорные приспособления должны быть запломбированными в открытом положении. Количество задвижек устанавливается из расчета, чтобы в случае повреждения на сети в одном этаже при выключении выбывало не более 5 пожарных кранов.

Весьма важно знать, где находятся вводы в здание с тем, чтобы в случае нужды их можно было быстро выключить. Во время пожара такая необходимость может возникнуть при повреждении внутренней сети при оставлении в здании открытыми пожарных кранов и т. п.; в этих случаях вследствие вытекания воды может упасть давление в наружной сети и тем самым ухудшить условия тушения пожара.

Внутри цехов и зданий противопожарная сеть может выполняться отдельной или же общей с хозяйственно-питьевой или с хозяйственно-производственной. Расчет сети в первом случае ведется на максимальный хозяйственный и пожарный расход; во втором — сеть рассчитывается на пожарный расход при требуемом давлении и максимальный хозяйственно-производственный расход кроме душей, которые учитываются в количестве 25%.

Внутренняя противопожарная сеть может питаться от наружной сети и от специальных водонапорных баков, иногда расположенных над обслуживаемым зданием.

Если бак обслуживает наружную и внутреннюю сеть производственного здания, то запас воды должен обеспечивать не менее чем 10-минутный полный расход воды через наружные и внутренние пожарные краны и максимальный хозяйственно-производственный расход (кроме душей, для которых, как указано, берется 25% расчетного расхода).

Если бак обслуживает только внутреннюю сеть, то емкость рассчи-

тывается для регулирования хозяйственно-производственного расхода и и на 30-минутное действие внутренних пожарных кранов[1].

Если бак или пневматическое оборудование обслуживает внутренние противопожарные краны и спринклеры, и запас воды делается лишь на 15-минутный общий расход воды в 15 *л/сек*, то это составит на 13,5 *м*³.

Общеустановленных противопожарных норм для разных отраслей народного хозяйства до сих пор нет. Поэтому при решении вопросов о противопожарном водоснабжении в основу следует брать официальные установки и нормативные данные, действующие в момент проектных работ.

Расход воды внутренней сети в обычное время и во время пожара сильно отличается друг от друга. Поэтому для вводов нужно так подбирать водомер, чтобы он мог правильно учитывать минимальный и максимальный расходы как в обычное время, так и во время пожара.

В целях повышения противопожарной безопасности внутренняя водопроводная сеть должна иметь выпущенный наружу отросток с полугайкой. В случае неисправности системы повышения давления внутри здания к полугайке присоединяется рукав привозного пожарного насоса, и вода может быть подана из наружной сети во внутреннюю по указанному отростку.

Пожарные краны на внутренней сети располагаются таким образом, чтобы при минимальном числе их и кратчайшей длине труб можно было полить все помещение одной или двумя струями (в зависимости от огнеопасности).

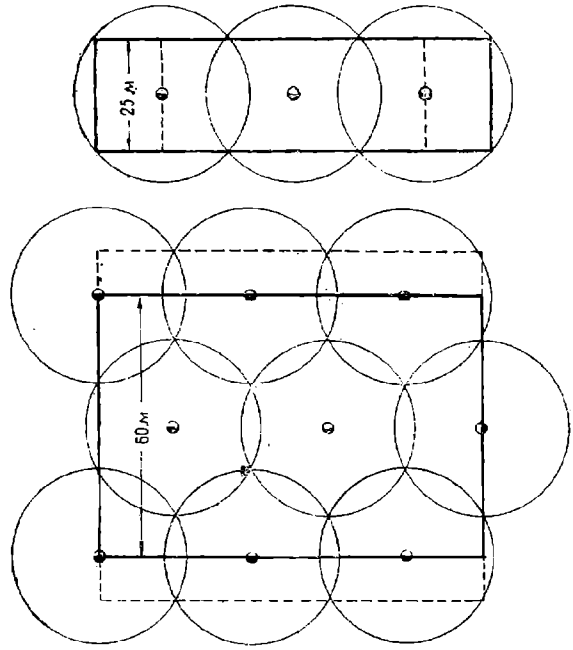


Рис. 109.

В зависимости от размера цеха краны могут располагаться на колоннах или же на стенах. При расчетной дальности струи в 10 *м* и длине рукава в 10 *м* радиус действия каждого крана — 20 *м*. Это определяет взаимное расположение кранов.

При ширине обслуживаемого цеха в 25 — 35 *м* возможно обойтись пожарными кранами в один ряд по середине помещения (рис. 109). Расстояние между кранами будет около 30 — 20 *м*. При более широких цехах приходится краны располагать в 2 ряда и больше. При этом невыгодно помещать их по стенам, так как в этом случае кран работает лишь в одну сторону.

При рациональном размещении пожарных кранов каждый из них может обслужить площадь: при центральном расположении кранов и ширине помещения в 25 *м* до 750 *м*², при 30 *м* — 700 *м*². При расположении в 3 ряда и ширине помещения в 40 *м* — 460 *м*², при 50 *м* — 750 *м*², при 60 *м* — 585 *м*², при 67,5 *м* — 563 *м*². Если возможно расположить краны в шахматном порядке в 3 ряда не по стенам, то для помещения шири-

[1] „Проект общесоюзных противопожарных норм строительного проектирования промышленных предприятий", изд. Комитета по строительству, 1938 г.

ной 60—70 *м* можно получить на кран около 770 *м*². Это говорит о том, что расположение кранов должно проектироваться с определенным расчетом.

В зависимости от ширины и длины помещения и расположения пожарных кранов каждый из них может обслужить от 450 до 780 *м*² площади пола.

В зданиях они устанавливаются главным образом в лестничных клетках, проходах и у входов в отдельные помещения. Пожарные краны должны иметь быстро соединяющуюся стандартную полугайку (рис. 110). При каждом кране должен находиться пеньковый рукав (шланг) с брандспойтом. Длина рукава — 10 *м*, в крайнем случае по согласовании с органами пожарной охраны допускается длина 15—20 *м*. При этом должны быть обеспечены необходимые требования в отношении напора. Давление у наивысших пожарных кранов должно обеспечивать высоту струи расчетной мощности, на 2 *м* превышающую высоту обслуживаемого этажного перекрытия при рукаве диаметром в 50 *мм*. Во всяком случае это давление не должно быть менее 7 *м*. В театрах и кино, помещающихся в отдельных зданиях, высота струи рассчитывается с превышением конька крыши на 2 *м*.

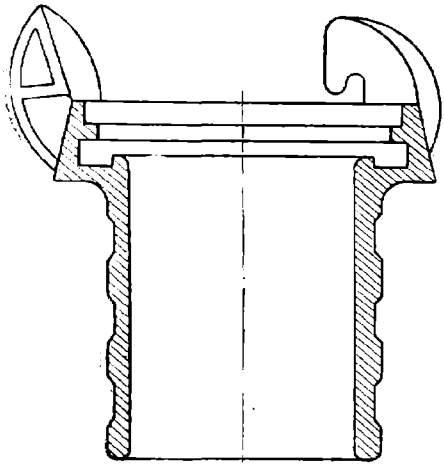


Рис. 110. Пожарная полугайка.

Мощность струи берется для жилых зданий высотой 8 этажей включительно — 2,5 *л/сек*; для зданий в 9 этажей и выше, а также для общественных зданий первостепенного значения (театров, клубов, больших кино и т. д.) расход струи принимается в 5 *л/сек*. Внутренние противопожарные устройства рассчитываются на одновременное действие двух пожарных струй. При их действии наружная сеть должна обеспечивать подачу полного расчетного количества воды при давлении, достаточном для тушения пожара.

Высота цехов нередко составляет 10—25 *м* и более. Для обеспечения их требуемыми пожарными струями напор наружной сети должен быть около 25—65 *м* и более. При таком высоком давлении противопожарная сеть выполняется отдельной, и в этом случае возможно применение пневматической системы.

В наиболее ответственных местах (кино, театры) рекомендуется применять краны диаметром 63 *мм*. Рукава и трубы к кранам должны иметь диаметр, соответствующий пожарным кранам.

Пожарные краны располагаются на высоте 1,25—1,50 *м* над уровнем пола. Они должны быть готовы к действию в любое время. Поэтому ящики, в которых хранятся рукава и брандспойт, должны иметь дверцу со стеклом. Тип установки пожарных кранов представлен на рис. 111.

Расчет внутреннего противопожарного водопровода заключается в определении потерь напора в трубопроводах, гибком рукаве и установлении требуемого напора у наконечника брандспойта (ствола) для получения струи необходимой высоты и расхода. Потеря напора в рукавах выражается формулами обычного вида в зависимости от расхода и диаметра или от скорости и диаметра, но с разными коэфициентами сопротивления.

К первому виду относится формула проф. Ясюковича, где потеря напора выражается:

$$i = m\frac{Q^{1,9}}{d^{5,25}},$$

Здесь Q — в *л/мин*, d — в *мм*, коэфициент $m = 5\,000$ — для пеньковых и $m = 3\,000$ — для прорезиненных рукавов.

Ко второму виду относится формула Фримана:

$$i = n\frac{v^2}{d}.$$

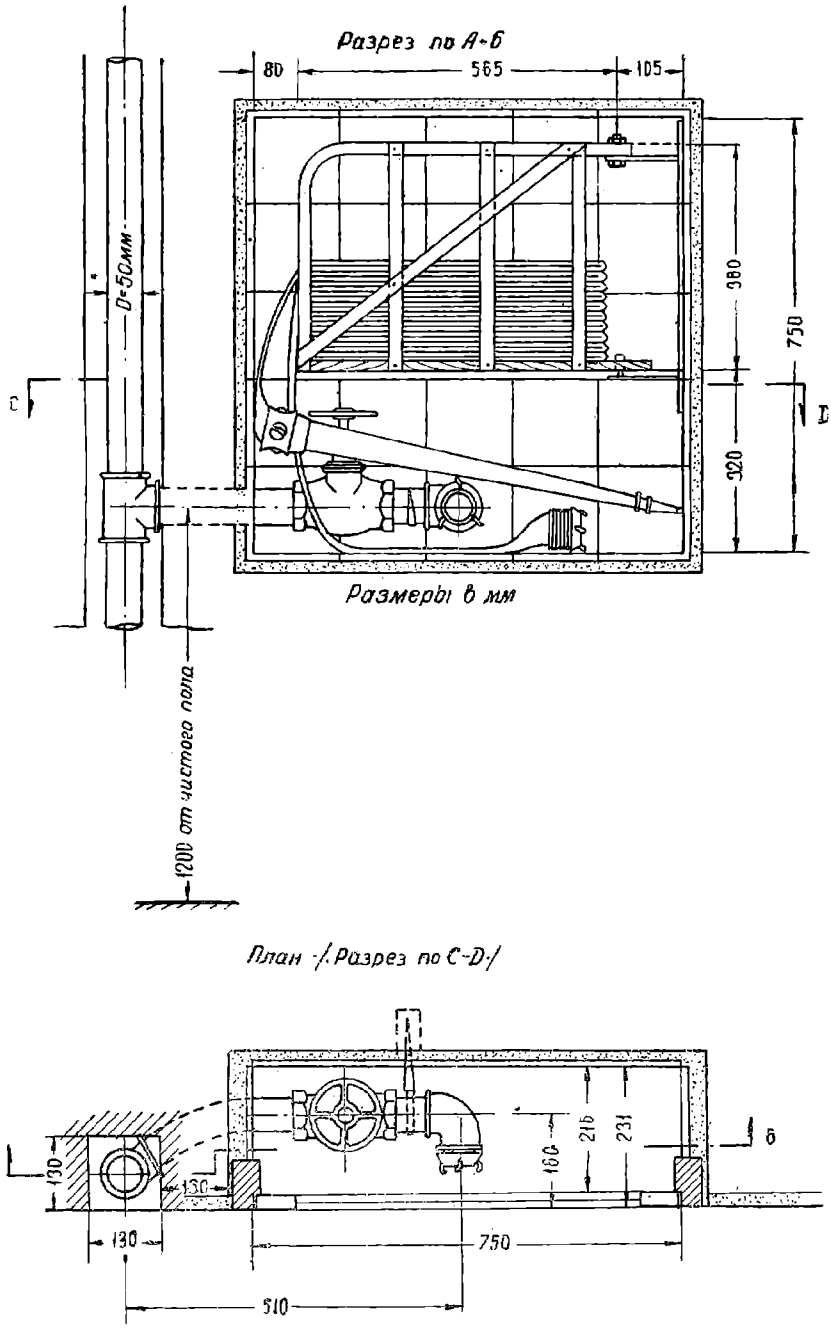


Рис. 111. Установка пожарного крана.

Здесь v — скорость в *м/сек*, n — коэфициент, значения которого 0,0021 для пеньковых рукавов; $n = 0{,}0016$ для шероховатых прорезиненных и $n = 0{,}0009$ для резиновых рукавов.

Проф. В. Г. Лобачевым эти формулы приведены к виду:

$$H = \frac{Q^2}{B},$$

где

$$B = \frac{K}{l}.$$

H — потеря напора на данной длине; B — характеристика рукава; K — коэфициент сопротивления.

В табл. 28 дана величина коэфициента K для употребляющихся у нас рукавов (применительно к метрическому сортаменту) в *л/сек*^{2} для расхода, выраженного в *л/сек*.

Таблица 28

Диаметр в *мм*	Рукава		
	пеньковые	прорезиненные	резиновые
	K	K	K
38	20	33	50
50	80	133	200
63	340	567	850

При пеньковом рукаве

$$d = 50 \text{ мм}, \; l = 10 \text{ м},$$
$$Q = 2{,}5 \text{ л/сек};$$

пользуясь таблицей и формулами для B и H, получим:

$$B = \frac{80}{10} = 8; \quad H = \frac{2{,}5^2}{8} = 0{,}78 \text{ м},$$

При тех же условиях

$$Q = 5 \text{ л/сек}.$$
$$H = \frac{5^2}{8} = 3{,}12 \text{ м}.$$

Напор H, требуемый у наконечника для создания определенной струи высотой h, подсчитывается по формуле Люгера:

$$h = \frac{H}{1 + kH} = \frac{1}{\frac{1}{H} + k},$$

где k — коэфициент, зависящий от диаметра наконечника $k = \frac{0{,}00025}{d + (10d)^3}$, где d — диаметр мундштука в *м*.

Расход воды из ствола в зависимости от напора перед наконечником его можно определить из формулы:

$$Q = \mu \frac{\pi d^2}{4} \cdot \sqrt{2gH}.$$

Эта формула может быть преобразована и будет имееть вид:

$$\frac{1}{H}=\frac{B}{Q^2},$$

где B — постоянный для данного наконечника коэфициент, зависящий от его диаметра и представляющий характеристику наконечника. Подставляя это значение H в формулу Люгера, получим ее в следующем виде[1]:

$$h=\frac{1}{\frac{B}{Q^2}+k}.$$

Значение k для ходовых диаметров наконечника, а также величина B при коэфициенте $\mu=1$ и расходе, выраженном в *л/сек*, даны в табл. 29.

Таблица 29

Диаметр наконечника в *мм*	10	13	16	19
k	0,0228	0,0165	0,0144	0,0097
B	0,121	0,0346	0,793	1,577

Для получения определенной струи из данного наконечника требуется постоянный напор. Расходы воды для внутренней сети ходовых наконечников могут быть обеспечены при наличии следующих напоров H (табл. 30).

Таблица 30

Расход в *л/сек*	Диаметр наконечника в *мм*					
	13		16		19	
	H	$1/H$	H	$1/H$	H	$1/H$
2,5	18,0	0,0556	7,9	0,1266	4,0	0,2500
3,0	26,0	0,0384	11,7	0,0855	5,7	0,1754
5,0	—	—	31,5	0,0318	15,9	0,0629

Высота вертикальной струи легко может быть подсчитана по данным величинам $\frac{1}{H}$ и k.

При тушении пожара струя имеет наклон около 70—75°, вследствие чего высота ее снижается и составляет около 0,8 от вертикальной высоты. Практически приходится определять требуемый напор перед наконечником по заданной высоте струи. Формулу Люгера для этого можно написать:

$$H=\frac{1}{\frac{1}{h}-k}.$$

[1] Лобачев В. Г., Расчет пожарных струй, Справочник инженера-проектировщика Металлстройпроекта, т. VI, 1933 г.

Проф. Лобачевым на основании существующих формул составлены таблицы для наиболее часто встречающихся случаев определения напора у начала рукава. Диаметр рукава принят в 50 *мм*.

Таблица 31

Расход в *л/сек*	Диаметр мундштука	Высота струи	Напор	Расход в *л/сек*	Диаметр мундштука	Высота струи	Напор
5	3/4″	13,5	$T^1 + 18{,}2$	3	5/8″	10	$T + 12{,}2$
	7/8″	8	$T + 11{,}3$		3/4″	6	$T + 6{,}5$
3,75	5/8″	15	$T + 19{,}3$	2,5	1/2″	14	$T + 20{,}5$
	3/4″	9	$T + 10{,}3$		5/8″	7	$T + 8{,}6$

Спринклерное оборудование

Наилучшим средством обеспечения здания в противопожарном отношении является оборудование его спринклерами. Они уместны в предприятиях, театрах, клубах, кино, музеях, гостиницах, универсальных

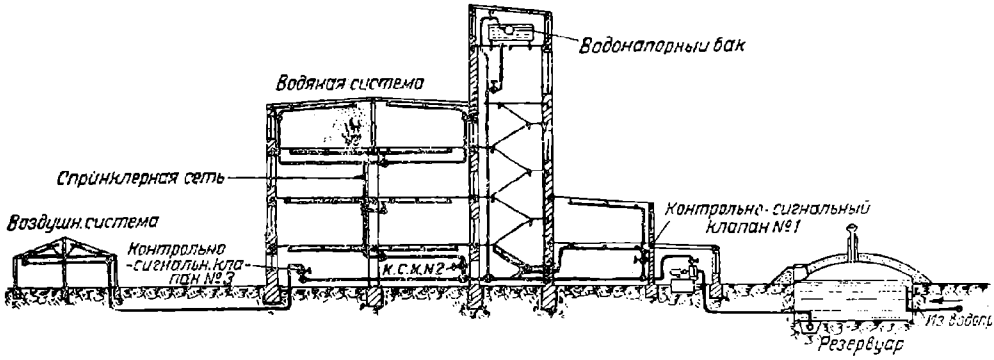


Рис. 112. Схема спринклерной системы.

магазинах, на складах и т. п. По американским данным исправное действие спринклерных устройств во время пожара составляет до 96%. При этом случаи неисправного действия в большинстве случаев зависели не от них самих, но от недостаточности ухода, выключения воды из сети и тому подобных причин.

Спринклерная система (рис. 112) состоит из водопитателей (ответвление от наружного водопровода, запасные резервуары, насос, напорный бак), сети труб с разбрызгивателями воды (спринклерами), контрольно-сигнальных клапанов и других специальных приборов. Принцип действия заключается в том, что при возникновении огня от повышения температуры нарушается замок спринклера, вода изливается на очаг огня и гасит его (рис. 113).

Трубопроводы спринклерной сети в помещениях, где нет опасности замерзания, бывают наполнены водой (водяная система); в противном же случае — сжатым воздухом (воздушная система). В первом случае излив воды начинается сейчас же после открывания клапана спринклера; во втором — сначала выходит воздух, затем, когда давление в сети упадет, открывается контрольно-сигнальный клапан, стоящий в теплом помещении, и впускает воду в спринклерную сеть. Возможна также комбинация обеих

[1] T — высота крана плюс потери во внутренней сети.

систем и наполнение тех же труб водой или воздухом в зависимости от времени года.

Спринклеры по своему устройству бывают различных типов и конструкций. Но наиболее широкое применение имеет спринклер системы Гриннеля. В нем между бронзовым штуцером и таким же кольцом зажата металлическая диафрагма с отверстием диаметром 12,7 *мм*. Последнее закрывается стеклянным клапаном. Он удерживается в закрытом положении специальным устройством (замком) из пластинок, спаянных между собой легкоплавким металлом [1].

Замки спринклеров Гриннеля расплавляются при температуре 72—93° и выше. Они выбираются в зависимости от температуры помещения, которое будет обслуживаться. Весьма важным является время между началом пожара и расплавлением замка. Оно зависит от типа спринклера, температуры плавления (или повреждения при других конструкциях)

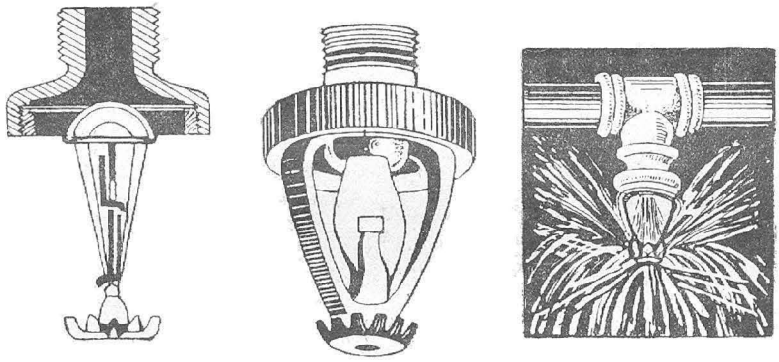


Рис. 113. Спринклер.

замка, расстояния от источника огня до спринклера, их взаимного расположения, расстояния спринклера от перекрытия, типа последнего, быстроты нагревания и т. д. В общем это время составляет 1—2 мин. и более.

При расплавлении замка спринклер открывается; вода изливается из отверстия диафрагмы, ударяется в розетку и разбрызгивается. Розетка ставится или вниз (в водяной системе) или обязательно вверх (в воздушной системе).

Расход воды и площадь орошения зависят от напора воды у головки спринклера:

$$Q = \mu \cdot F \cdot \sqrt{2gH}.$$

В данном случае $\mu = 0{,}7$ (по данным треста „Спринклер"), $F = 1{,}36$ *см*^{2}. Если выразить расход воды в *л/сек*, а напор в *м*, то получим округленно:

$$Q\ л/сек = 0{,}4\sqrt{H}.$$

Отсюда расход из спринклера при разных давлениях равен:

Таблица 32

Давление в *м*	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25
Расход в *л/сек* .	0,69	0,80	0,89	0,97	1,05	1,12	1,2	1,26	1,54	1,78	2,0
„ „ *л/мин* .	41	48	53	58	63	67	72	76	92	107	120

[1] В качестве легкоплавкого припоя применяется например сплав Вуда. Он состоит из висмута (4 части), свинца (2 части), олова (1 часть) и кадмия (1 часть) и плавится при температуре около 74°. Отдельные из этих металлов плавятся при температуре 232—327°. поэтому при изменении указанных соотношений (разъедание и т. п.) температура плавления может быть и выше.

При нормальном давлении 0,6—1,0 *ат* спринклер орошает площадь пола радиусом 3—5 *м*, а перекрытия — менее 1 *м*. Расстояние между спринклерами принимается, исходя из условий их работы и огнеопасности помещения. В обыкновенных условиях обслуживаемая спринклером площадь пола принимается в 9 $м^2$; в помещениях более опасных (театры, общественные здания, деревообделочные предприятия) — 6 $м^2$. В помещениях особо важных и опасных — 3 $м^2$. Соответственно этому расстояния между спринклерами обычно берутся в 3 или 2,4 *м*, а в некоторых особых случаях — 1,7 *м*.

Диаметры спринклерной сети в зависимости от имеющегося давления и расположения спринклеров относительно питательной трубы определяются согласно правилам по числу питаемых спринклеров (табл. 33).

Таблица 33

Диаметр трубы в *мм*	Количество питаемых спринклеров
19	1
25	3 — 2
32	5 — 3
38	9 — 5
51	18 — 10
63	28 — 20
76	46 — 36
89	78 — 56
102	115 — 80
114	125 — 100
127	150 — 140
152	Более 150

Примечание. Левые цифры относятся к случаю, если с каждой или с одной только стороны питательной трубы в ряду не более 4 спринклеров; правые — соответственно для 5—6 спринклеров.

Принятые из табл. 33 диаметры полезно проверить гидравлическим расчетом, исходя из заданного максимального количества одновременно действующих спринклеров. Общее количество их однако не превышает 40—50 шт., так как расчетный расход воды во всем спринклерном оборудовании принимается в 50 *л/сек*.

В зависимости от различного характера помещений, а также для удобства эксплоатации (выключения во время ремонта, отыскания произвольно вскрывавшегося спринклера) спринклерная сеть разбивается на отдельные секции. Максимальное количество спринклеров в секции водяной системы составляет 1 200 и в воздушной 750. Каждая секция имеет задвижку и контрольно-сигнальный клапан. Его назначение — подавать воду во время пожара в спринклерную сеть и сигнализировать о вскрытии спринклера.

Сеть от водопитателей до контрольно-сигнальных клапанов называется магистральной; основные трубопроводы от клапана составляют спринклерную сеть; трубы, несущие на себе спринклеры, представляют распределительную сеть.

Для возможности спуска воды из сети она должна иметь уклон к контрольно-сигнальному клапану. Это совершенно необходимо в воздушной системе. Уклон делается 0,01, а для труб диаметром в 63 *мм* и выше допускается 0,005. В местах, где осуществить правильный уклон не представляется возможным, следует делать спускные краны.

В качестве источника питания (водопитателя) спринклерной системы может быть использован наружный водопровод, если он обеспечивает подачу 50 *л/сек* при требуемом напоре. Нередко водопроводы этому условию не удовлетворяют. Поэтому для первоначального обеспечения водой спринклерной сети устраивается водонапорный бак (автоматический водопитатель), по емкости рассчитанный на 30 мин. действия небольшой части спринклеров. При пневматической системе емкость может быть снижена до 20 мин., а в некоторых случаях даже до 10-минутного запаса.

За это время должен быть пущен в ход насос производительностью в 50 *л/сек*. При емкости котла с запасом воды менее чем на 20 мин. требуется автоматический пуск насоса. Последний питается из запас-

ного резервуара, рассчитанного на питание системы в течение одного часа.

Создаваемое напорным баком давление должно быть не менее 0,6 *ат* у самого верхнего и отдаленного спринклера во время действия системы.

При проектировании спринклерной системы необходимо руководствоваться имеющимися специальными правилами и литературой [1].

Дренчерное оборудование

Система дренчеров, или открытых разбрызгивателей, служит для защиты частей здания путем образования водяных завес или же путем одновременного орошения части или всего горящего помещения значительным количеством воды.

Дренчеры применяются как в промышленных зданиях, так и в театрах, клубах и т. п. Особенно важно их устройство в театральных помещениях в целях изоляции сцены от зрительного зала.

Дренчер представляет устройство, аналогичное спринклеру, но с открытым отверстием. Для разбрызгивания воды имеется розетка или отражательная пластинка под углом в зависимости от требуемого направления разбрызгивания.

Диаметр отверстия дренчера нормально равен 8 *мм*, но в наиболее ответственных случаях применяются 10 и 12,7 *мм*. Расход воды в *л/сек* при напоре в *м* вод. ст. будет равен:

$$\text{для } d = 8 \text{ мм} \qquad Q = 0{,}16\sqrt{H}$$
$$\text{„ } d = 10 \text{ „} \qquad Q = 0{,}25\sqrt{H}$$
$$\text{„ } d = 12 \text{ „} \qquad Q = 0{,}40\sqrt{H}$$

Это при нормальном напоре дает секундный расход:

Таблица 34

Давление в *м*		3	4	5	6	7	8	9	10
Дренчер 8 *мм*	Расход *л/сек*	0,28	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50
	л/мин	17	19	21	23	25	27	29	30
Дренчер 10 *мм*	*л/сек*	0,43	0,50	0,56	0,61	0,66	0,70	0,75	0,79
	л/мин	26	30	33	36	39	42	45	47

Расход в дренчерах в 12,7 *мм* таков же, как и спринклеров того же диаметра.

В некоторых случаях (при больших давлениях) могут быть допущены дренчеры с диаметром отверстия в 6 *мм*. Расход такого дренчера будет равен:

$$Q = 0{,}09\sqrt{H}.$$

Минимальное давление у дренчера, находящегося в наихудших условиях работы, принимается в 3 *м* для 8-*мм* и в 3,5 *м* — для 10-*мм* спринклеров.

---

[1] Инж. Лужецкий Н. М., Современная конструкция спринклерного оборудования, НКВД, 1929 г.; инж. Лужецкий Н. М. и Столяров С. А., Уход за спринклерным оборудованием, НКВД, 1930 г.; проф. Сурин А. А., Спринклерные оборудования, 1927 г. Правила устройства спринклерных оборудований, НКВД, 1930 г.

Дренчерная система устраивается неавтоматическая и автоматическая. В первом случае вода в дренчерную сеть пускается открыванием задвижки на магистральной трубе или присоединением пожарного насоса. Схема дренчерной сети над колосниками сцены и для водяного занавеса представлена на рис. 114. Здесь 100-*мм* кольцо труб с продольной трубой в 75 *мм* питается двумя стояками по 100 *мм*. На них имеются задвижки, открываемые вручную. Вода может быть подана по любому стояку. Можно воду подать из колодца, расположенного вне здания, по специальной трубе. Пожарный насос присоединяется к трубопроводу в колодце или же устраивается специальный отросток с задвижкой и обратным клапаном у стояков.

При проектировании дренчерная система должна быть гидравлически рассчитана. Но на основании практических данных диаметр трубопроводов можно установить по числу дренчеров.

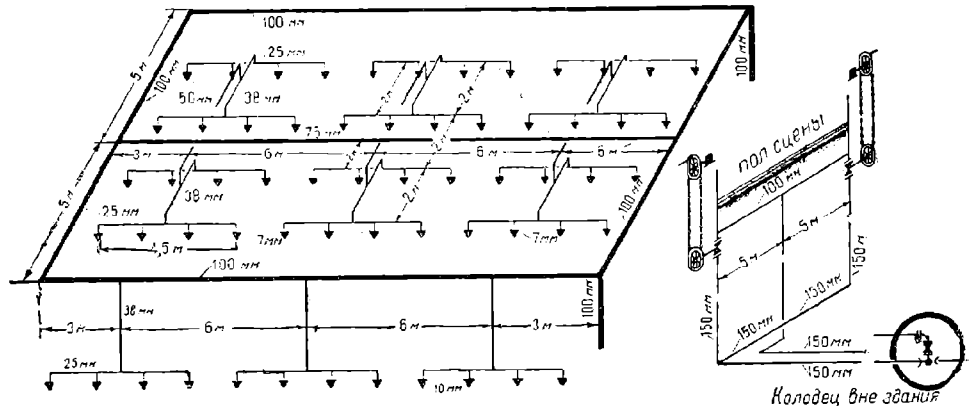


Рис. 114. Схема дренчерной сети над сценой.

Диаметры трубы в дренчерной системе должны быть не менее нижеследующих:

Таблица 35

Число дренчеров до	2	4	6	10	20	36	55	72	100	101 и более
Диаметр труб в *мм*	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152

Основные трубы в дренчерной системе должны иметь диаметр не менее 100 *мм*.

На случай повреждения подводящей трубы или запорных приспособлений в дренчерной системе устраиваются краны, через которые можно, присоединив пожарный рукав, подавать воду в сеть. При этом, если в системе имеется до 55 дренчеров, рукав должен быть диаметром не менее 50 *мм*, при большем количестве следует предусматривать присоединение двух таких рукавов.

Дренчерная сеть должна иметь выпуск для воды.

Дренчерные головки располагаются друг от друга на расстоянии не более 2,5 *м*. При этом на одной горизонтальной распределительной трубе помещают не более 12 дренчеров, а от вертикальной питательной трубы — не более 6 в каждую сторону.

Задвижки дренчерной системы располагаются в доступных местах, причем должны над собой иметь спускные краны не менее 20 *мм* в диа-

метре, которые запираются только при пуске в ход всей системы (при открывании задвижки).

В неавтоматической системе при пуске воды она изливается сразу через большое количество дренчеров, в том числе и там, где нет огня. Это ведет к бесполезному расходу воды, что ухудшает общие условия пожаротушения.

В ряде случаев бывает целесообразно разделить сеть на отдельные секции, питаемые от отдельных трубопроводов со своими задвижками.

Того же эффекта можно достичь при автоматической системе. В ней каждая группа дренчеров (не более 8) имеет автоматически вскрывающийся клапан (контроль). Поэтому вода будет изливаться лишь через те дренчеры, у которых откроется контроль.

В дренчерной автоматической системе на одном контроле устанавливается не более 8 разбрызгивателей. Контроли располагаются друг от друга на расстоянии не более 3,7 *м*, а обслуживаемая ими площадь должна быть не более 11 *м*. В наиболее же опасных в пожарном отношении помещениях (мукомольные мельницы) один контроль должен обслуживать 9 *м*. Однако если каждый контроль имеет менее 8 дренчеров, то обслуживаемая им площадь соответственно уменьшается.

Расстояние дренчеров от стен в зависимости от конструкции балок должно быть не более 0,4—1,0 *м*. Что касается диаметров трубопроводов при автоматических дренчерах, то для одного дренчера труба делается диаметром в 13 *мм*, а для двух дренчеров и более — 19 *мм*.

Диаметры питательных труб для контролей согласно „Правилам устройства дренчерных сооружений" определяются по числу этих контролей, а именно:

количество контролей	1	3—4	5—6	8
диаметр трубы в *мм*	25	32	38	51

В двух средних столбцах большие цифры относятся к случаю, когда питательная труба с каждой или с одной стороны имеет в ряду не более 4 контролей; меньшие цифры — к случаю нахождения в ряду соответственно 5 или 6 контролей.

ГЛАВА 9.

ОСОБЫЕ ВИДЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Водоснабжение многоэтажных зданий

Строительство Дворца советов, как и многие другие строительства крупных сооружений, поставили вопрос о методах водоснабжения грандиозных зданий. По постановлению СНК СССР и ЦК ВКП (б) „О реконструкции Москвы" в столице строится большое количество зданий высотой в 10—12 этажей. Ряд таких и более высоких зданий в разных городах уже построен: в Москве — Дом сотрудников НКВД, Дом правительства, гостиница „Москва" и др., в Харькове — Дом промышленности, в Минске — Дом правительства и т. п. Существует ряд проектов зданий высотой до 16—24 этажей.

В связи с этим вопрос водоснабжения многоэтажных зданий является вполне реальной задачей, разрешение которой стоит перед нами в настоящее время.

Если нередко является технически целесообразным и экономически выгодным не поднимать давления в уличной водопроводной сети из-за 5—6-этажных зданий, расположенных на высоких отметках, а использовать для водоснабжения их запасные резервуары с насосами для подкачки, то

водоснабжение зданий в 10 этажей и более вообще приходится основывать на повышении городского напора внутри здания при помощи специальных установок.

Ввиду большого давления во внутренней сети многоэтажных зданий водоснабжение их устраивают зонального типа. При этом давление в каждой зоне делается приблизительно одинаковым.

Высота отдельных зон в значительной мере зависит от того, какое давление возможно допустить во внутренней сети с точки зрения экономической и эксплоатационной.

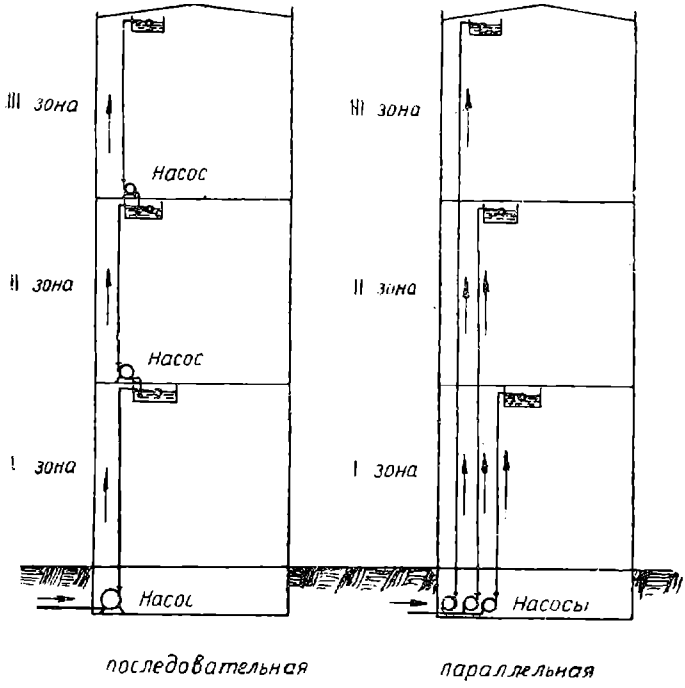


Рис. 115. Схемы многозонного водоснабжения.

Повышение числа этажей в зоне ведет к увеличению скоростей движения воды и возрастанию опасности гидравлических ударов, увеличению утечки в водоразборных приборах, особенно в шаровых клапанах, бесполезной растрате энергии и к неудобствам для населения в пользовании водой.

По этим соображениям желательно иметь давление во внутренней сети не более 4—5, в крайнем случае 6 *ат*. Такое давление соответствует высоте 10—12 этажей. Однако фактически обслуживаемое число этажей зависит также и от установок, создающих напор. Если сеть питается из водонапорного бака, то нормальное давление в ней определяется его расположением. Но напор может также создаваться непосредственно насосом и гидропневматическим котлом.

Высота зон например в Германии (где зданий с десятками этажей нет) составляет 8—9 этажей; в США — 10—12 этажей, иногда 16 этажей (7 зон в 112-этажном небоскребе) и даже в 23 этажа.

Высота зон должна выбираться каждый раз с учетом местных условий. Решающими из них являются: общая высота здания, способ создания напора, применение редукционных клапанов. Последние в США ставятся даже при напорах в сети до 5 *ат*.

Система водоснабжения в целом определяется характером расположения подающих воду насосов и способов питания ими запасных баков. Запасной резервуар ставится для каждой зоны. Насосы для зданий с несколькими зонами приходится устанавливать по числу зон. При этом в нижнем этаже (рис. 115) может быть установлен насос, подающий все требуемое количество воды в резервуар *I* зоны. Отсюда второй насос поднимает воду (кроме потребляемой в *I* зоне) в резервуар *II* зоны. Третий насос будет работать на бак *III* зоны и т. д. Эта система требует наличия резервуаров различной емкости и насосов разной производительности, но приблизительно одинакового рабочего давления. Так как вода передается последовательно от одного насоса и зоны к другим, то этот способ можно назвать

последовательным. Основным его недостатком является то, что повреждение какой-либо части в этой цепи может вызвать прекращение водоснабжения всех вышележащих зон. Расположение насосов в различных этажах здания вызывает в нем шум от их работы, возможность загрязнения и значительно усложняет и удорожает уход и эксплоатацию. Все насосы имеют различную подачу и размер, что требует наличия разнообразных запасных частей и вообще затрудняет ремонт. Значительное повышение расхода воды в верхней зоне может вызвать необходимость переустройства всей системы.

В этом отношении лучше система с параллельной установкой насосов, из которых каждый обслуживает одну зону. В данном случае производительность насосов будет почти одинакова, емкость баков тоже, но напор, создаваемый насосами, будет различен. Значит, можно иметь одинаковые насосы с различным числом ступеней в них. Недостатком этой системы является необходимость иметь часть насосов и нагнетательных труб для высокого давления, несколько больший расход труб. Достоинство — удобное обслуживание насосов, сосредоточенных в одном месте, — в нижнем этаже, и самое главное — надежность водоснабжения здания при полной независимости водоснабжения отдельных зон.

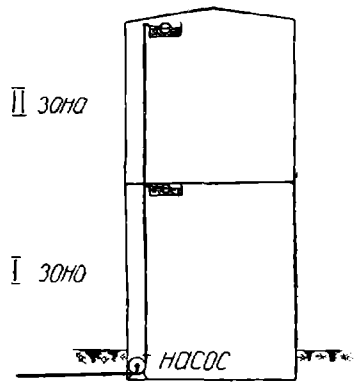


Рис. 116. Схема с одним насосом.

Расход энергии в обоих случаях почти одинаковый и практически в параллельной системе несколько меньший.

В менее высоких зданиях может оказаться целесообразной установка одного насоса, подающего все требуемое количество воды с напором верхней зоны. При этом для нижней зоны излишний напор гасится при помощи запасного бака (рис. 116) или редукционных кранов.

Если городской напор достаточно велик, то нижнюю зону проводят непосредственно от городской сети. Так, на рис. 117 представлена схема водоснабжения 22-этажного дома в США, причем первые 12 этажей получают воду из сети; для 10 верхних этажей имеется в первом этаже насос с пневматическим резервуаром. Бак нижней зоны может питаться и от насоса. В тех местах нижней зоны, где приходится брать воду от верхней зоны, помещены редукционные краны.

В качестве примера параллельной системы рассмотрим водоснабжение 69-этажного здания. Оно разделено на 3 зоны по 23 этажа. Каждая зона имеет свой напорный бак и два насоса (рис. 118). В целях особой надежности поставлен седьмой насос, по своему напору могущий обслуживать любую зону.

Он рассчитан на подачу половины максимального расхода.

Характерные данные: расход воды в здании — 533 $м^3/сутки$; расчетный расход — 11,2 $м^3/мин$; емкость баков — 164 $м^3$; мощность насосов — 563 *л. с.*; магистрали — 150—200 *мм*; скорость воды в них 1,8—2,9 *м/сек*.

Заслуживает внимания большая величина расчетных максимальных расходов. Минутный коэфициент неравномерности принят равным 30. В среднем расчетный минутный расход составляет около 1,9% от полного суточного расхода.

Емкость напорных баков определена из расчета 15-минутного запаса по максимальному расходу и составляет 29—31% от полного суточного водопотребления.

Между наружной сетью и насосами в зданиях с большим и равномерным расходом воды ставится бак, называемый всасывающим. Емкость

его невелика (38 $м^3$), так как наружная сеть обеспечивает подачу максимального расчетного расхода.

Система всюду выполнена с верхней разводкой, в нижних зонах она закольцована. В первой зоне трубы имеют диаметр 150—100 *мм*, трубы из бака — 200 *мм*. При напоре от бака в 3 *м* потери в кольце составляют лишь 0,6 *м*. Стояки сделаны диаметром 63—38 *мм*. Скорость в них 2—1 *м/сек*, потеря напора в стояке 8,5 *м*. Несколько меньшего диаметра трубы в других зонах.

Система представляет одно целое с горячим водоснабжением (пунктирная схема). Каждая зона имеет свои водонагреватели, которые питаются из

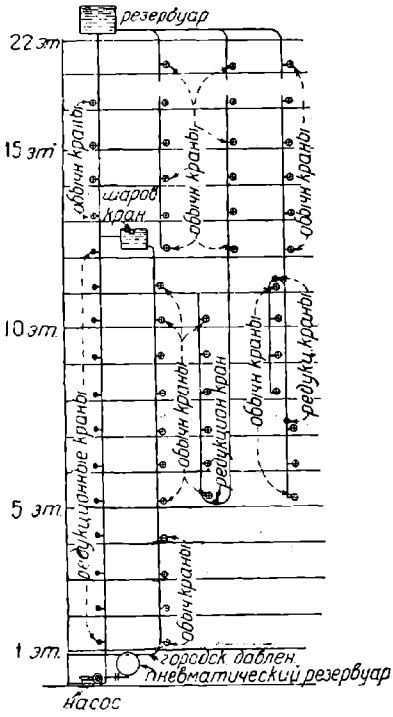


Рис. 117. Схема водоснабжения 22-этажного здания.

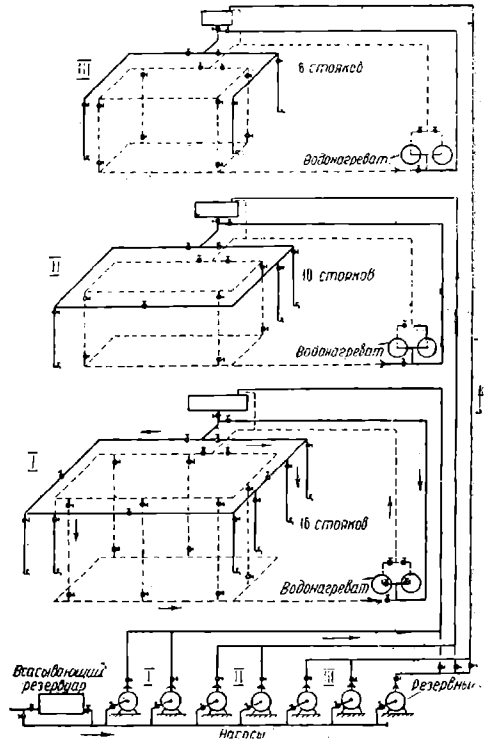


Рис. 118. Схема водоснабжения 69-этажного здания.

того же бака, что и сеть холодной воды. Этим достигается одинаковое давление в обеих сетях.

Во избежание повышения давления в горячем водоснабжении от наивысшей точки сети его отводится открытая труба к запасному баку.

Так как высота зоны составляет около 70 *м*, то для уменьшения давления в каждой зоне 12 нижних этажей снабжены редукционными клапанами.

Стояки для горячей воды имеют тот же диаметр, что и для холодной. Только в 5 нижних этажах они уменьшаются на 13 *мм*. Нижнее кольцо и возвратная труба к подогревателю сделаны диаметром в 50 *мм* в целях уменьшения потери на трение.

Так как в многоэтажных зданиях с несколькими зонами в средних этажах приходится помещать баки, разводящие трубы и т. д., то в США устраивают особые служебные помещения, в которых сосредоточивают все необходимые горизонтальные трубопроводы.

Применение пневматической системы в многоэтажных зданиях ограничивается создаваемым ею максимальным давлением в сети, которое может быть допущено в пределах, не причиняющих неудобств населению (при условии, что редукционные вентили на сети не применяются).

Пневматическая система рассчитывается по минимальному избыточному давлению. Вообще

$$p_{min} = H + I + k,$$

где H — высота от низшего уровня воды в котле до наивысшего крана в *м*;
I — соответственные H потери напора в *м*;
k — свободный напор над краном в *м* (рис. 119).

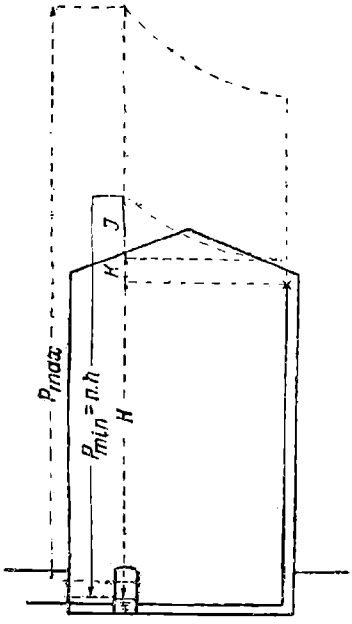


Рис. 119.

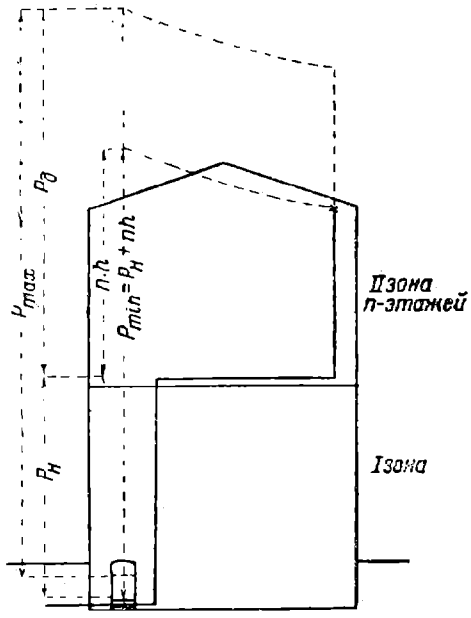


Рис. 120.

Если весь необходимый напор разделить на число этажей здания n, то получим средний приведенный напор h на один этаж, что можно представить формулой:

$$\frac{H + I + k}{n} = h$$

или

$$H + I + k = h \cdot n.$$

Значит

$$p_{min} = n \cdot h.$$

Минимальное избыточное давление в гидропневматическом котле определяется из соотношения:

$$\frac{p_{min} + 10}{p_{max} + 10} = \alpha;$$

$$p_{min} + 10 = \alpha\, p_{max} + \alpha \cdot 10;$$

$$p_{min} = \alpha\,(p_{max} + 10) - 10, \qquad (1)$$

т. е.:

$$n \cdot h = \alpha\,(p_{max} + 10) - 10;$$

$$n = \frac{\alpha \cdot p_{max} - 10\,(1 - \alpha)}{h}. \qquad (2)$$

По этой формуле, задаваясь α и принимая p_{max} и h, возможно определить максимальное число этажей, обслуживаемых пневматической однозонной системой. При этом макси-

мальное давление в котле соответствует расчетному (для обслуживания внутренней разводящей сети).

Для предварительных подсчетов в зависимости от средней высоты этажей, допущенных в сети потерь напора и свободного напора у верхних кранов, можно принять средний приведенный напор (примерно) $h = 5—6$ *м*.

Наиболее подходящими являются значения $\alpha = 0{,}5—0{,}7$. При этих условиях ориентировочно можно считать, что 1) увеличение α на 0,1 повышает допущенное число этажей на один этаж; 2) повышение допустимого максимального давления на 10 *м* вод. ст. увеличивает число этажей на один этаж; 3) при допуске максимального давления в 60 *м* вод. ст. ввиду редкости и краткосрочности его в пневматической системе $\alpha = 0{,}7$ однозонное пневматическое водоснабжение может обслужить 7—8 этажей.

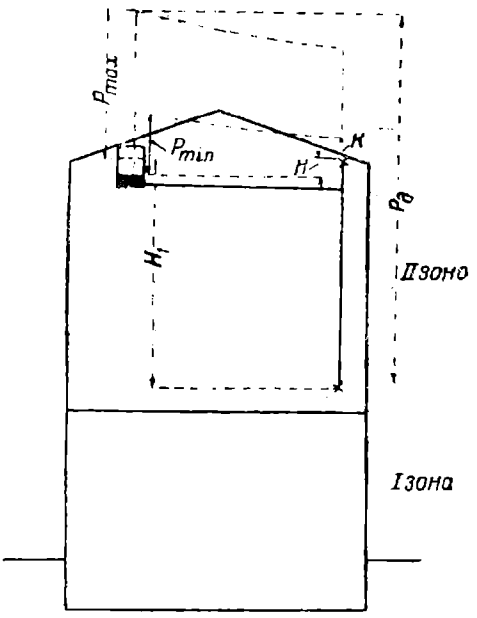


Рис. 121.

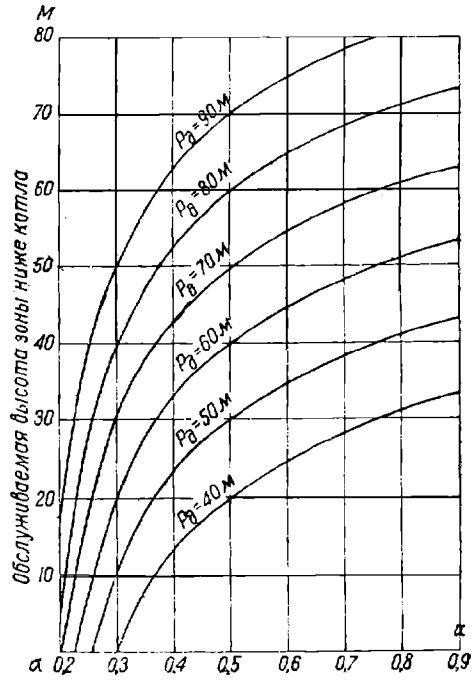


Рис. 122. График высоты зоны.

При обслуживании верхней зоны гидропневматическим котлом, поставленным внизу здания, минимальное давление складывается из давления в наружной сети $p_н$ и расчетного давления в сети верхней зоны (рис. 120).

$$p_{min} = p_н + nh.$$

Поэтому формула (1) будет иметь следующий вид:

$$p_н + nh = \alpha\,(p_{max} + 10) - 10. \qquad (3)$$

В данном случае однако p_{max} больше максимального допустимого давления $p_Д$ в сети верхней зоны на $p_н$, т. е.

$$p_{max} = p_Д + p_н.$$

Подставляя это выражение в формулу (3), получим:

$$p_н + n \cdot h = \alpha\,(p_Д + p_н + 10) - 10;$$
$$nh = \alpha\,(p_Д + p_н - 10) + 10 - p_н.$$

Опуская преобразования, напишем:

$$n = \frac{1}{h}\,[\alpha \cdot p_Д - (p_н + 10)\,(1 - \alpha)]. \qquad (4)$$

Из формулы (4) вытекает, что количество обслуживаемых пневматическим водоснабжением этажей возрастает с увеличением допускаемого во внутренней сети давления и

коэфициента α и уменьшается с возрастанием давления в наружной сети и приведенного напора h.

Пневматическая система не способна работать, если $n = 0$. Для этого должно быть:

$$(p_н + 10)(1 - \alpha) = \alpha \cdot p_Д;$$

$$p_н = \frac{\alpha}{1 - \alpha} p_Д - 10;$$

$$p_н = \varepsilon \cdot p_Д - 10. \qquad (5)$$

Постановка гидропневматического котла в нижней части здания сильно сужает применение пневматической системы. Особенно неблагополучно становится положение, когда она применяется для водоснабжения верхней зоны при значительной высоте нижней зоны (или наружного давления) и при недопустимо высоком давлении в сети верхней зоны.

Если котел поставить в нижнем этаже обслуживаемой им верхней зоны, то условия работы его будут аналогичны случаю без наружного давления.

Во многих случаях целесообразна установка котла в верхнем этаже обслуживаемой зоны. При этом минимальное давление будет определяться (рис. 121) (при прежних обозначениях):

$$p_{\min} = H + I + k.$$

В этом случае H может быть равно нулю, и в целом $p_{\min}$ будет составлять около 4—6 *м*, редко до 10 *м*.

У нижнего крана давление будет равно $p_Д$, причем

$$p_Д = p_{\max} + H,$$

где H — высота до высшего прибора II зоны от пневматической установки. Отсюда:

$$p_{\max} = p_Д - H_1.$$

Общая формула (1) будет иметь вид:

$$p_{\min} = \alpha (p_Д - H_1 + 10) - 10,$$

или

$$H_1 = p_Д + 10 - \frac{p_{\min} + 10}{\alpha}. \qquad (6)$$

Обслуживаемая пневматикой высота здания в данном случае возрастает с увеличением $p_Д$ и α, (с уменьшением $p_{\min}$. Принимая $p_{\min} = 5$, представим формулу (6) графически (рис. 122).

Как видим, с увеличением α от 0,6 до 0,7 обслуживаемая высота здания возрастет лишь на 3,5 *м*, при дальнейшем увеличении α от 0,7 до 0,8 — на 2,7 *м* и т. д. Но это вызывает существенное увеличение гидропневматического котла. Если остановиться на $\alpha = 0{,}5$—$0{,}6$, то при допустимом давлении в сети до 50—60 *м* можно обслуживать зону в 30—45 *м* высотой, т. е. в 9—12 этажей. Таким образом верхнее положение котла имеет ряд значительных преимуществ перед нижним положением. К этому нужно прибавить более спокойную, с лучшим к. п. д. работу насоса и электромотора.

Размещение гидропневматических котлов выше обслуживаемой сети дает возможность широкого использования бескомпрессорной системы. Минимальное рабочее давление в этом случае вполне достаточно в 2—3 *м*, а коэфициент α можно выбрать в пределах 0,3—0,4.

Бескомпрессорную систему следует применять для невысоких зон (2—3 этажа) с незначительным расходом воды. Вполне возможно обойтись без предварительного сжатия воздуха (сжатия атмосферного воздуха лишь в объеме самого котла). При этом максимальное давление в сети не будет превышать 40—50 *м* даже при $\alpha = 0{,}3$ и 30—40 *м* при $\alpha = 0{,}4$.

Емкость котла составит в зависимости от выбранных расчетных данных 1,5—2,2 рабочих объема, таким образом установка не превышает по размерам в разбираемых условиях компрессорных систем. Кроме того может быть рационально использован весь мертвый объем воды. Однако при уменьшении количества воздуха в котле и снижении уровня воды

ниже минимального возможно образование вакуума. Поэтому целесообразно применение пневмобака для автоматического пополнения воздуха при излишнем понижении уровня воды в котле.

Таким образом при водоснабжении многоэтажных зданий гидропневматическую систему в большинстве случаев целесообразно размещать вверху обслуживаемой зоны. Здания многоэтажного типа расходуют значительное количество воды, что нередко приводит к необходимости иметь установку из двух котлов для каждой зоны. В таких случаях может быть уместно расположение воздушных котлов отдельных зон внизу вместе с насосами. Если давление в зонах одинаковое, то можно иметь общий компрессор на все установки для подкачки воздуха. В целом такая система дает возможность централизации управления водоснабжением и особенно удобна при ее автоматизации.

Временные и поливочные водопроводы

Водоснабжению строительных площадок у нас часто не уделяют должного внимания Если предприятие строится в городе, то иногда ограничиваются устройством ответвления и постановкой водомера (в сторожке, колодце). Далее же прокладываются газовые трубы по поверхности земли или на небольшой глубине; встречается укладка на каких-либо стояках, по заборам и т. п. Так как иногда постройка затягивается до морозов, то трубопроводы замерзают. Кроме того такие водопроводы не обеспечивают пожарной безопасности строительства, на котором бывает больше огнеопасного материала, чем в законченном здании.

Поэтому необходимо водопровод устраивать до начала общестроительных работ и подходить к таким водопроводам как к постоянным в отношении глубины их заложения. Если перед началом постройки известно будущее расположение трубопроводов, то нередко оказывается более рациональным укладывать трубы сразу на нормальной глубине. При этом водомер устанавливается или на своем окончательном месте или по пути к нему (с тем чтобы возможно было впоследствии использовать уложенные трубы).

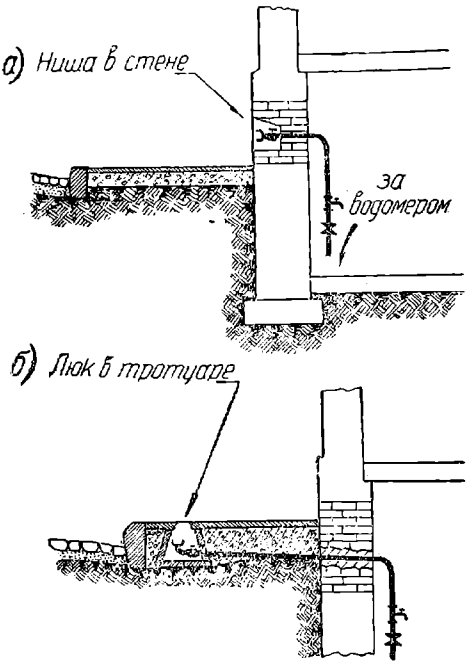


Рис. 123. Поливочный кран.

Если водопровод устраивается по типу временного летнего, то он может выполняться из газовых труб, укладываемых на виду по местам, где нет движения. При пересечении проездов трубы должны защищаться от повреждения. Прокладка труб должна вестись с соблюдением уклона для обеспечения полного спуска воды.

Вообще временные водопроводы, работающие только в летнее время (для летних писсуаров, водоразборных кранов), выполняются по тому же типу, что и поливочные водопроводы (для садов и бульваров).

Поливочные и вообще сезонные водопроводы следует укладывать на мелкой глубине. Это не только удешевляет стоимость их, но и дает возможность пускать их в работу, как только оттает верхний слой земли.

Для этой цели вполне достаточна глубина 0,30—0,60 *м*, причем она определяется размерами применяющихся поливочных лючков и необходимым уклоном труб. Наблюдающееся иногда стремление в целях „надежности“ укладывать трубы глубже (на 1,0—1,5 *м*) не оправдывается действительной необходимостью и не достигает цели. Дело в том, что весной промерзание грунта бывает особенно значительным, и потому в нужный момент пользование поливочными устройствами окажется невозможным.

Осенью же эксплоатация их прекращается раньше, чем промерзнет верхний слой земли.

Поливочные водопроводы различаются по своему виду и устройству, начиная от простого отростка для поливки улицы, выпущенного от домового водопровода, и до сложной сети, обслуживающей целые парки.

Если поливочный водопровод для улицы берется от водопровода (за водомером) каждого отдельного дома, то он устанавливается обычно согласно рис. 123, *а*. Естественно, что трубы должны укладываться с учетом возможности спуска из них воды. Но самое устройство лучше сделать по схеме (123, *б*) как менее доставляющей неудобства прохожим.

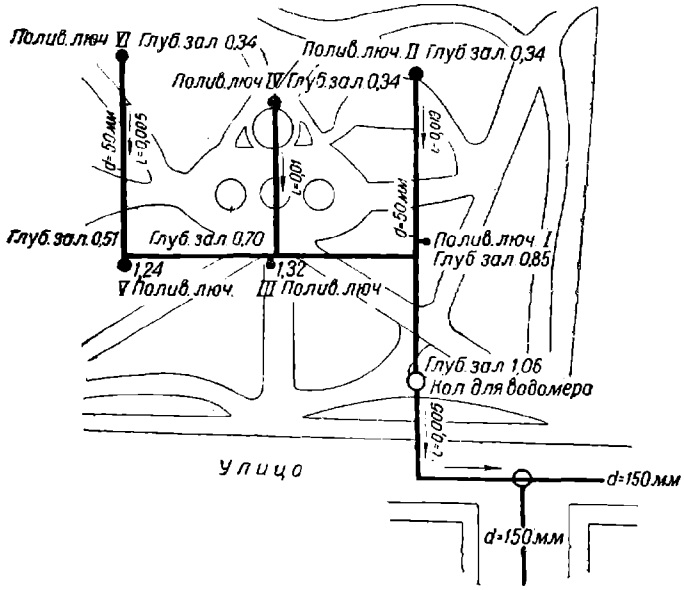


Рис. 124. Поливочный водопровод сквера.

При устройстве указанных типов затраченная на поливку вода оплачивается каждым домовладением, входя в общий расход по водомеру. Неудобство такого устройства, в особенности при больших размерах домовладения, заключается в необходимости протягивать по улице длинные рукава.

Последнее возможно избежать, если с края тротуара поместить через известные расстояния (около 40—50 *м*) поливочные лючки. В этом случае приходится вдоль тротуара прокладывать сравнительно длинные поливочные линии, что в зависимости от местных условий может повлечь иногда увеличенный расход труб, но зато дает удобное обслуживание поливки. При усовершенствованных мостовых, широких улицах, в особенности наличии на них древонасаждений и вообще зелени, этот тип весьма целесообразен. По характеру устройства он не отличается от поливочных водопроводов бульваров и скверов.

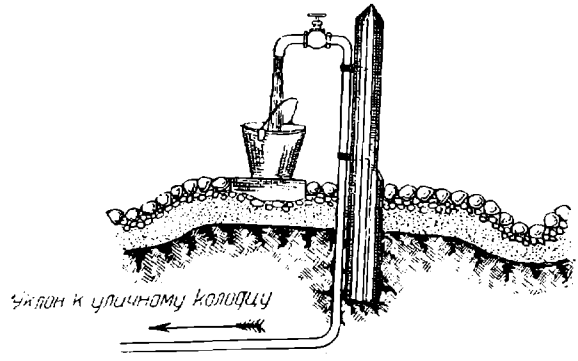


Рис. 125. Водоразборный кран.

Основное требование, предъявляемое к поливочным водопроводам, — возможность беспрепятственного спуска из них воды на зимнее время. С этой целью вся поливочная сеть должна укладываться строго по уклону, причем необходимо, чтобы выпуск воды из всех труб возможно было осуществить с наименьшей затратой труда и времени с помощью малоквалифицированных рабочих.

Наиболее желательно, чтобы вся сеть имела уклон к одному месту. Тогда для выпуска из нее воды потребуется вынуть здесь вентиль или отнять фланец, открыв предварительно в верхних точках сети краны для впуска воздуха. Самое лучшее, если спуск воды производится в том самом колодце, где находится водомер, который на зиму должен быть удален. Однако спроектировать поливочную сеть таким образом удается далеко не всегда, что зависит от рельефа местности.

В тех случаях, когда уклон идет не к водомерному колодцу, а от него, во избежание излишнего заглубления приходится уклон труб делать соответственно поверхности земли. При этом спускные колодчики устраиваются в низких пунктах сети.

Для удобного спуска воды уклон труб достаточно делать для диаметра до 50 *мм* — 0,005—0,01, для диаметров 63 *мм* и более — 0,002—0,005.

Примером поливочного водопровода для небольшого сквера может служить представленный на рис. 124. Водомер для поливочного водопровода устанавливается в специальном неглубоком колодце или же в колодце на уличной сети.

Водопроводы для уличных писсуаров, промываемых только в теплое время, устраиваются по тому же типу, что и поливочные. Водомер устанавливается в колодчике у писсуара и на зиму конечно снимается.

К временному типу устройств относятся также летние водоразборные краны. Устанавливать их возможно у любого столба. При этом у нас нередко довольствуются газовой трубой $D = 19$—25 *мм* (рис. 125), уложенной с уклоном ниже глубины прогревания земли.

Водоразборы

Наиболее правильным и санитарно-гигиеническим способом снабжения населения водой является распределение ее при помощи домовой разводки по цехам и квартирам до места потребления. Однако доставшееся нам наследство в виде огромных городских окраин, застроенных мелкими деревянными зданиями и не снабженных водой, вынуждает наряду с домовыми водопроводами прибегать к применению всякого рода водоразборов, из которых население берет воду ведрами.

Недостатки этого способа весьма велики. Вода даже хорошего качества, побывав и постояв в ведрах или кадках, может потерять свои санитарно-гигиенические свойства. Носка воды ведрами конечно не может способствовать росту потребления ее соответственно культурным надобностям трудящегося населения. Наконец водоразборы, из которых воду отпускает платный работник, и экономически невыгодны.

В тех случаях, когда не представляется возможным снабдить водой часть зданий в домовладении, полезно для нее выпустить водоразборный кран из дома, имеющего водопровод. Здесь наружу выходят маховичок запорного вентиля и изливная труба, поэтому воду можно получать непосредственно снаружи. Конечно при таком устройстве должен быть полностью обеспечен во избежание замерзания слив воды, оставшейся после запирания вентиля в трубе. Поэтому труба должна иметь уклон кнаружи, и все устройство необходимо основательно утеплить, так как иначе оно может вызвать замерзание даже трубы, находящейся в здании.

Такие водоразборы имеют тот недостаток, что мокрая стена легко промерзает, а в помещении появляется сырость. Кроме того необходимы мощение земли и хорошее отведение воды; иначе вблизи этого места неизбежна грязь, а зимой намерзший лед. Улучшает положение устройство здесь водостока.

Отдельные незамерзающие водоразборные краны имеют ряд преимуществ по сравнению с указанными, но стоят значительно дороже.

Часто употребляющийся тип водоразборной колонки представлен на рис. 126. При поднятии ручки (с грузом) колонки идущий вниз стержень открывает запорный клапан, и вода из подводящей трубы устремляется вверх к изливному отверстию. При опускании ручки клапан запирается, но выше него остается столб воды, который легко может

замерзнуть. Во избежание этого в колодце ставится бачок, в который сливается оставшаяся в стояке вода. Чтобы она не накапливалась выше клапана, имеется эжектор, который действует при каждом открывании клапана и всасывает воду из бачка. Для правильного действия эжектора требуется давление в сети около 1 *ат*.

Водоразборная незамерзающая колонка устраивается и без колодца (рис. 127). Это достигается тем, что резервуар для остающейся воды делается в корпусе колонки внизу в виде кольцевого цилиндра. Вода из него высасывается помощью эжектора *А*. Под ним находится клапан *Б*. При нажиме на рукоятку поднимается труба *В* и открывает клапан *Б*. Вода из водопро-

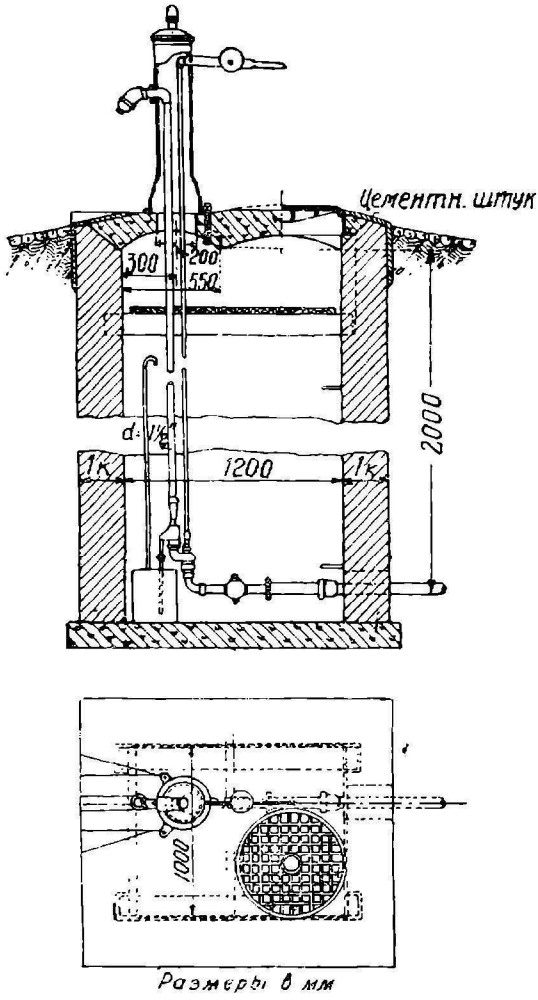


Рис. 126. Водоразборная колонка.

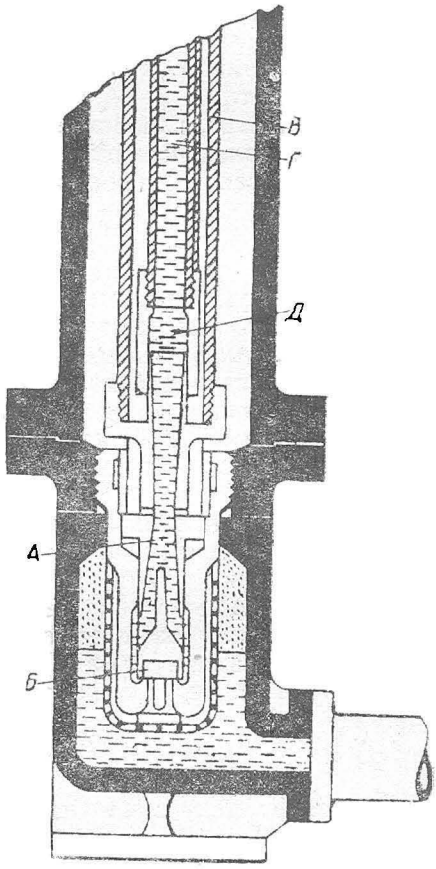


Рис. 127. Водоразборная незамерзающая колонка.

водной сети проходит в эжектор *А*, затем по трубе *Г* наружу. При перемещении эжектора *А* он скользит во втулке *Д*. Конструкции колонки бывают различны, но тип их в основном тот же.

Такая колонка хорошо работает в исправном состоянии. Если однако эжектор не отсасывает остающейся воды, то она заполняет все кольцевое пространство, причем колонка легко замерзает и разрывается.

Неудобство всех колонок заключается в намерзании вокруг них льда.

Местом частых повреждений является фланец, соединяющий колонку с подводящей трубой (проржавление болтов, выпирание резины).

В городах для отпуска воды населению часто устраивают водоразборные будки как нежилые, так и с жильем для обслуживающего лица. Стоимость их достаточно велика, а именно — ориентировочно (так как она зависит от местных условий, материала, размеров) около 2 500—5 000 руб.

Если учесть еще содержание обслуживающего персонала, то во многих случаях оказывается, что все эти расходы превышают доходы, получаемые в виде платы за воду. Водоразборные будки оправдывают себя лишь в случаях большого разбора воды и главным образом когда отпуск в ручную посуду соединяется с бочечным водоразбором.

Во всех случаях должен вестись учет расходуемой воды.

Водомер помещается в уличном колодце, в котором присоединяется ответвление для водоразбора.

Иногда может оказаться желательным применение автоматических колонок, отпускающих определенное количество воды после опускания установленной монеты или марки. Эти колонки у нас появились недавно и постепенно завоевывают все большее распространение.

Вполне удовлетворительного типа автоматической разборной колонки до сих пор нет.

В тех местах, где бывает скопление народа (на вокзалах, бульварах, фабриках, школах, казармах и т. п.) и где применение общих питьевых кружек является негигиеничным, устраивают водоразборы в виде питьевых фонтанчиков.

Фонтаны

Фонтаны, устраиваемые в городах, парках культуры и отдыха и т. д., являются не только украшением, но и служат для освежения и увлажнения воздуха, имеют значение для ПВО. При этом отработанная вода может быть использована для поливки или орошения, таким образом эксплоатация фонтанов получается недорогой.

При устройстве фонтанов могут преследоваться разные цели: дать фонтан возможно большой высоты при одной сплошной струе или иметь невысокий фонтан, но широкий. Может быть фонтан одноструйный и образованный многими струями, вертикальными и наклонными. Но в общем каждый фонтан состоит из отдельных струй.

Внешний вид струи, высота ее, расход воды зависят от давления перед насадком и от типа последнего. Давление создается специальными резервуарами или же общей водопроводной сетью. В последнем случае напор может изменяться в течение суток. При истечении воды в атмосферу напор H превращается в скоростную энергию и преодолевает сопротивления:

$$H = \frac{v^2}{2g} + \xi \frac{v^2}{2g} = (1 + \xi) \frac{v^2}{2g}, \tag{1}$$

где ξ — коэфициент сопротивления, откуда

$$v = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi}} \sqrt{2gH}. \tag{2}$$

Обозначая

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \xi}} = \varphi,$$

где φ — коэфициент скорости, имеем:

$$v = \varphi \sqrt{2gH}. \tag{3}$$

Коэфициент же сопротивления может быть выражен через φ:

$$\xi = \frac{1}{\varphi^2} - 1.$$

Расход воды в фонтане определяется средней скоростью истечения воды, умноженной на площадь сечения в месте сжатия струи. Эта площадь:

$$\omega = \alpha F,$$

где F — площадь отверстия насадка;

α — коэфициент сжатия струи.

Расход воды будет равен:

$$Q = \omega v = \alpha F \varphi \sqrt{2gH} = \mu F \sqrt{2gH},$$

где коэфициент расхода $\mu = \alpha \varphi$.

Высота подъема воды в фонтане создается скоростной энергией вытекающей воды $\frac{v^2}{2g}$, которая из уравнения (3) равна:

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{H}{1+\zeta} = \varphi^2 H.$$

Для наиболее характерных типов насадок приведем известные данные из гидравлики.

Таблица 36

Тип насадки	φ		μ	$h = \varphi^2 H$
Тонкая стенка	0,97	0,063	0,62	0,941 H
Цилиндрическая насадка Вентури	0,82	0,490	0,82	0,672 H
Конически сходящаяся насадка 13°	0,96	0,079	0,95	0,927 H
Коноидальная насадка	0,97	0,063	0,97	0,941 H
Конически расходящаяся насадка	0,45	4,0	0,45	0,2 H

Анализ данных таблицы показывает, что наибольшую высоту фонтана можно получить при отверстии в тонкой стенке и коноидальной насадке. Близкую к ним высоту дает и конически сходящаяся насадка. Значительно хуже в этом отношении цилиндрическая насадка Вентури, и низкая струя получается при конически расходящейся насадке.

Зато совершенно иной эффект получается в отношении расхода воды. Наименьший расход дает конически расходящаяся насадка; затем идет отверстие в тонкой стенке, насадка Вентури, конически сходящаяся насадка и наконец коноидальная насадка.

Как видно, отверстие в тонкой стенке дает наибольшую высоту фонтана и наименьший (за исключением конической расходящейся насадки) расход. Однако при таком отверстии практически часто затруднительно дать нужное направление струе. Поэтому возможно применять насадки, приближающиеся к тонкой стенке.

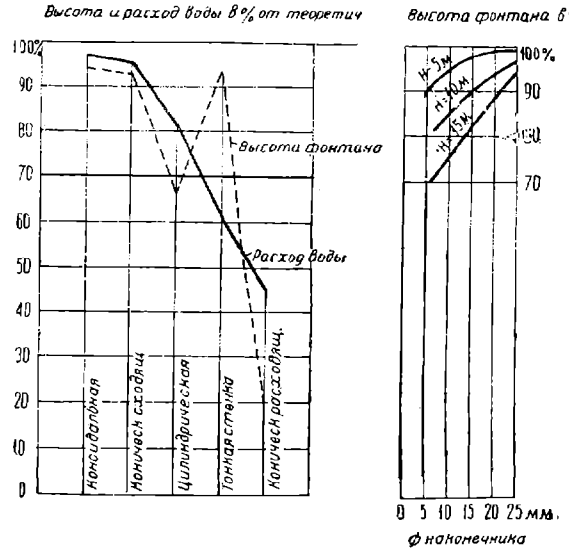


Рис. 128. Высота фонтанов.

Наконечники (мундштуки) для сплошных фонтанных струй чаще всего делаются конически сходящиеся с цилиндрической частью на конце. Длина последней равна 1,5—2 диаметрам.

С увеличением угла конусности коэфициент скорости возрастает. Коэфициент расхода имеет наибольшую величину при угле в 13°. Чаще всего фонтанные наконечники делаются с углом около 10° и менее.

Высота фонтана возрастает с увеличением напора, отставая однако от последнего. Зависит она и от диаметра отверстия насадки.

При протекании струи через наконечник отдельные струйки испытывают различное трение. Оно имеет наибольшую величину по периметру вследствие трения о металлическую стенку и уменьшается к центру. Благодаря этому вводится добавочное трение отдельных кольцевых струй о соседние, и в результате они движутся с разной скоростью. В воздухе центральная струя, имеющая наибольшую скорость, оттесняет в стороны соседние струи, которые движутся с меньшими скоростями. Происходит расширение всей фонтанной струи. С подъемом воды оно усиливается благодаря общему уменьшению скорости. Это в свою очередь увеличивает сопротивление движению. Наконец падающие вниз капли и струи также задерживают подъем воды. Поэтому при легком наклоне высота фонтана получается больше, чем при вертикальном его расположении.

Как установил Вейсбах, всякое отклонение поперечного сечения струи фонтана от круглой формы увеличивает вредные сопротивления и неблагоприятно отражается на его гидравлических свойствах.

Для получения при данном напоре максимальной высоты фонтана необходимо правильно сконструировать форму наконечника, иметь гладкие стенки и возможно больший диаметр его. На рис. 128 представлено, как возрастает соотношение между высотой фонтана и напором с увеличением диаметра струи. Видно также, что относительная высота фонтана уменьшается с увеличением напора (последний взят 5, 10 и 15 *м*).

В общем для сплошной вертикальной струи высота ее подъема в зависимости от давления перед выходным отверстием H выражается по Люгеру формулой:

$$h = \frac{H}{1 + kH} \quad \text{или} \quad h = \frac{1}{1/H + k},$$

причем k для насадок от 10 *мм* диаметром выражается в зависимости от внутреннего диаметра насадки (*мм*) эмпирической формулой:

$$k = \frac{0{,}025}{d + (0{,}1\ d)^3}.$$

Максимальная высота струи получится при давлении $H = \infty$, тогда $h_{max} = \frac{1}{k}$ и для ходовых диаметров насадок мы получим:

Таблица 37

Насадок d *мм*	10	13	16	19	22	25	32
h_{max} *м* высоты струи	44	61	81	104	130	162	259

Значит, высота подъема возрастает с увеличением диаметра насадки.

Необходимое давление в метрах перед насадкой для получения фонтана высотой 10—40 *м* приведено в табл. 38.

По внешнему виду фонтаны отличаются большим разнообразием. Это зависит от различного типа и диаметра наконечников, а также от разного сочетания и направления их. Часто фонтаны комбинируются с каскадами, переливами и почти всегда художественно оформляются в своей архитектурной части.

Фонтаны из большой сплошной струи часто сочетаются с более мелкими струями. Пример такого наконечника представлен на рис. 129. Здесь в глухом верхнем фланце тройника высверлен наискось ряд небольших отверстий. Вода подводится по боковому отростку.

Фонтаны требуют большого количества воды, поэтому они нередко устраиваются с мундштуками, подсасывающими воду из бассейна или поднимающими ее своей струей. Последний тип представлен на рис. 130. Здесь вода выбрасывается коническим наконечником в 40 *мм*. Вокруг него имеется труба диаметром в 130 *мм* с тремя рядами отверстий по 10 *мм*. По ним подходит вода, которая затем фонтанной струей с давлением в 6 *ат* подбрасывается кверху. Наружный патрубок на резьбе и служит для регулирования притока воды.

На рис. 131 представлен наконечник с под-

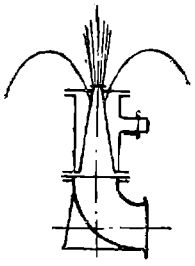


Рис. 129. Наконечник фонтана.

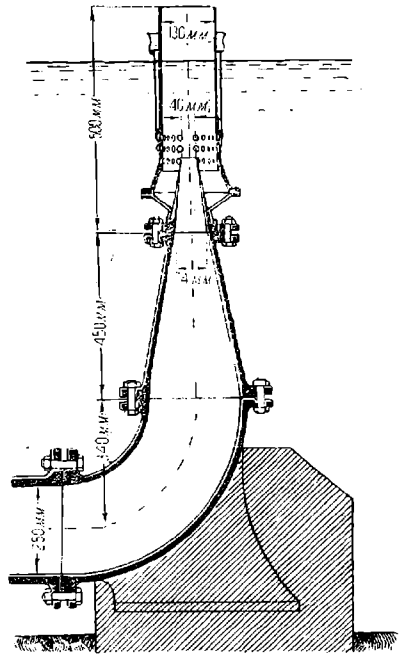


Рис. 130. Наконечник с подсасыванием воды.

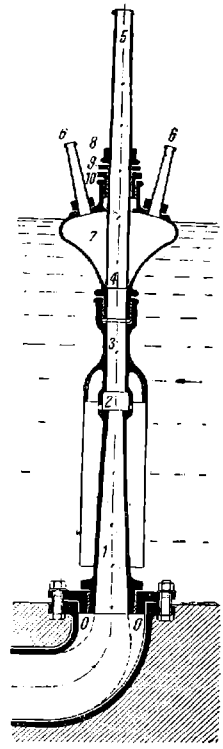


Рис. 131. Наконечник для нескольких струй.

Таблица 38

Насадка в *мм*	*k*	10 *м*	15 *м*	20 *м*	25 *м*	30 *м*	35 *м*	40 *м*
10	0,0227	12,9	22,7	35,7	57,9	93,7	170,0	435,0
11	0,0203	12,5	21,5	33,7	50,9	77,0	121,0	213,0
12	0,0183	12,2	20,6	31,7	46,1	66,6	97,8	149,0
13	0,0165	12,0	20,0	29,9	42,6	59,7	83,0	118,0
14	0,0150	11,8	19,4	28,6	40,0	54,4	73,9	100,0
15	0,0136	11,6	18,8	27,5	37,9	50,6	66,8	87,9
16	0,01245	11,4	18,4	26,6	36,3	47,9	62,1	79,6
17	0,0114	1,3	18,1	25,9	35,0	45,6	58,3	73,5
18	0,0105	11,2	17,8	25,3	33,9	43,8	55,3	68,9
19	0,00965	11,1	17,5	24,8	33,0	42,2	52,9	65,1
20	0,00893	11,0	17,3	24,3	32,2	41,0	50,9	62,2
21	0,00825	10,9	17,1	24,0	31,5	39,8	49,1	59,7
22	0,00764	10,8	16,9	23,6	30,9	38,9	47,8	57,6
23	0,00710	10,8	16,9	23,3	30,4	38,1	46,6	55,9
24	0,00661	10,7	16,7	23,0	30,0	37,4	45,6	54,4
25	0,00616	10,7	16,5	22,8	29,6	36,8	44,6	53,1
26	0,00574	10,6	16,4	22,6	29,2	36,2	43,8	51,9
27	0,00535	10,6	16,3	22,4	28,8	35,7	43,1	50,9
28	0,00500	10,5	16,2	22,2	28,5	35,3	42,4	50,0
29	0,00469	10,5	16,1	22,0	28,3	34,9	41,8	49,2
30	0,00439	11,5	16,1	21,9	28,1	34,6	41,3	48,6

сасыванием воды через отверстия из озера. Наружный кожух с колоколом сделан для обеспечения равномерного подведения воды. Она при данном положении выбрасывается по мундштуку. Если его, вращая гайкой *8*, приподнять в седле *4*, то вода также попадает в грушу *7* и в мундштуки *6*. Фонтан будет многоструйным. Если подъем трубки *5* будет небольшим, то через наконечники *6* и грушу *7* будет подсасываться воздух. В результате струя в насадке *5* будет молочного цвета, т. е. наконечник дает возможность разнообразить вид фонтана.

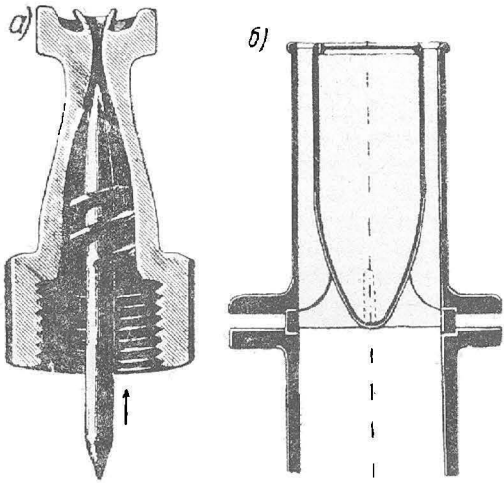
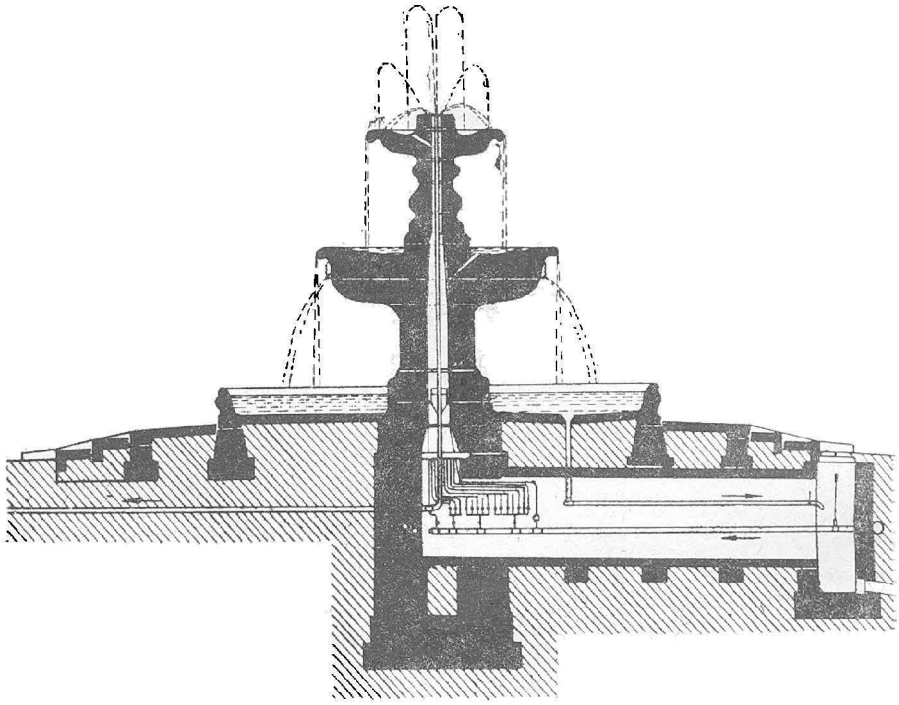


Рис. 132. Фонтанные насадки.

Гораздо чаще применяется устройство с эжектором. В этом случае напорная вода засасывает воду из бассейна и тем повышает мощность фонтана. Эжектор покрыт предохранительной сеткой во избежание засорения. Гидравлический коэфициент полезного действия такого прибора около 30%, т. е. произведение поданного из водопровода расхода воды на ее давление в 3,3 раза больше, чем произведение поднятой фонтаном воды на его высоту. Эжекторы эти за границей выполняются для часового расхода воды от 1 до 10 $м^3$ при диаметре подводящей трубы от 10 до 30 *мм*.

Для увлажнения или охлаждения воздуха (что имеет большое значение в жарком климате) употребляются фонтаны, распыливающие воду мельчайшими частицами. Внешне они достаточно эффектны,


Рис. 133. Разрез фонтана.

представляя широкий сноп брызг. Достигается это соплом Кертинга (рис. 132, *а*), в котором находится стержень со спиралью.

Струя, проходя через мундштук, получает вращательное движение, и потому вода при выходе разбрызгивается во все стороны.

Эта насадка устраивается с выходным отверстием от 0,5 до 50 *мм* для расхода воды от 0,015 до 62,66 $м^3/час$. Также целесообразно использование в фонтанах Сегнерова колеса.

Для получения мощных струй требуется большое количество воды. В целях уменьшения расхода ее устраивают иногда фонтаны из пустотелых струй. Для этого применяется широкая цилиндрическая насадка с внутренним металлическим сердечником (рис. 132, *б*).

При выполнении фонтана в виде многочисленных струй, бьющих от периферии бассейна к центру, насадки ввертываются под углом около 45°—60° в кольцевую трубу. При тонких струйках возможно ограничиться сверлением в ней отверстий; однако это может не обеспечить внешнего красивого вида. Чтобы все струйки были одинаковы, необходимо иметь диаметр питающей трубы достаточно большим или питание ее сделать в разных местах окружности.

Для удобной эксплоатации каждая группа фонтанных наконечников должна иметь свой вентиль. Управление необходимо сосредоточить в одном месте (рис. 133) и наконец следует предусмотреть устройства по переливу и сливу воды.

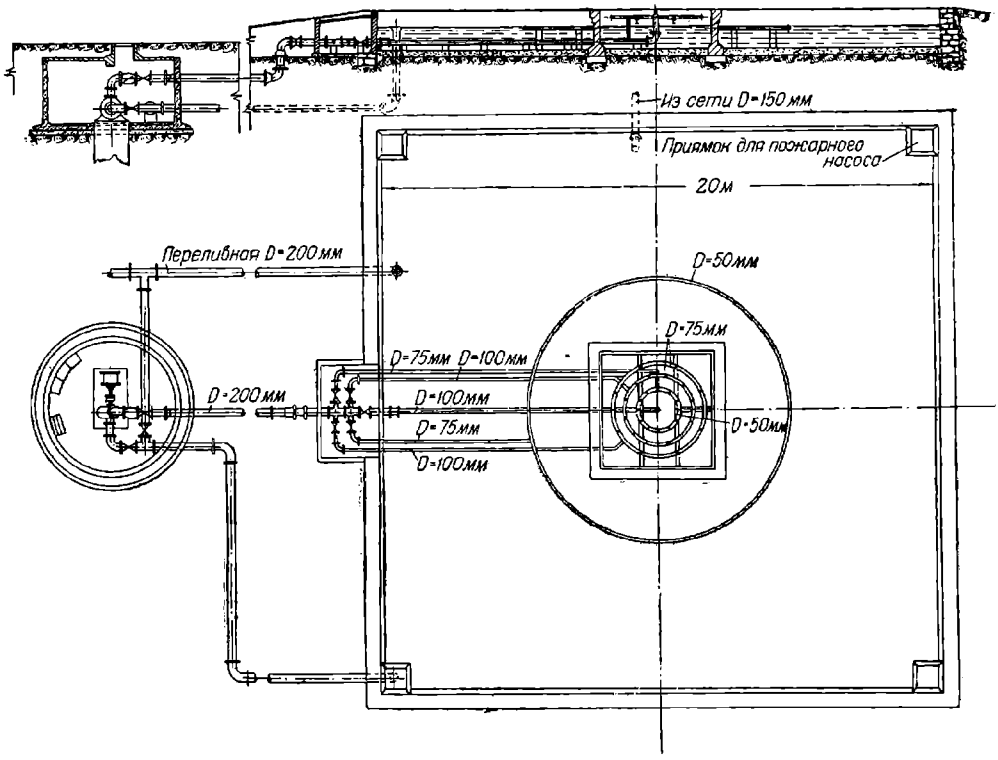


Рис. 134. Проект фонтана.

Для увеличения высоты струй и экономии воды в больших фонтанах применяется оборот воды при помощи насосной установки. Примером может служить запроектированный Центроспецстройпроектом фонтан для Всесоюзной сельскохозяйственной выставки (рис. 134).

Бассейн фонтана размерами 20×20 *м* имеет глубину 1,5 *м*. Для оборота воды в шахте диаметром в 5 *м* устанавливается электронасос 32 *л/сек* при напоре воды в 22 *м*.

Фонтан состоит из центральной насадки для вертикальной струи $d = 25$ *мм* при высоте 16 *м* и расположенных по окружности 12 струй по 4 *мм* в 6 *м*, 12 струй по 7 *мм* в 5,5 *м*, 8 струй по 10 *мм* в 7,5 *м* и 36 струй по 4 *мм* высотой в 2,2 *м*.

Для пуска и выключения струй имеется камера задвижек. Переполнительная труба сделана диаметром в 200 *мм*. К ней присоединяется спускная труба.

ГЛАВА 10

ОТПУСК И УЧЕТ ВОДЫ

Отпуск воды

Не касаясь тарифа на воду вообще, отметим, что оплата потребляемой воды тесно связана со способами ее отпуска или учета.

В зависимости от мощности водоснабжения и других местных условий вода может отпускаться в ограниченных или практически неограниченных пределах. Ограниченный отпуск воды может быть непрерывным или временным.

Для отпуска воды в ограниченном количестве в течение круглых суток применяются калиброванные краны и диафрагмы, отверстие которых при каждом давлении способно пропустить известное количество воды. Этот способ имеет значительные недостатки. Прежде всего он страдает неточностью, так как с изменением давления изменяется и расход воды. Однако это изменение не только не способствует правильной работе домового водоснабжения, но, наоборот, его ухудшает. В часы наибольшего потребления воды в городе напор в городской сети падает, и пропускаемое в дом калиброванным краном или диафрагмой количество воды уменьшается. Это ведет к тому, что при открытых кранах в нижних этажах вода к верхним не подается. При засорении небольших пропускных регулирующих отверстий подача воды сокращается или прекращается. Этот способ можно применять лишь в случаях крайности (катастрофическая утечка воды в домах, острый недостаток воды в городе), причем тогда желательно сочетать применение калиброванных приборов с запасным резервуаром, который будет наполняться в часы слабого потребления воды. Определение расхода воды в случае сети без бака производится по теоретической подаче при среднем давлении и при приблизительно устанавливаемой продолжительности разбора воды. Употребление таких приборов целесообразно в фонтанах при одновременном установлении продолжительности действия последних. Нужно учитывать, что потеря давления при проходе через ограничивающие отверстия значительна. Мерные краны иногда употребляются за границей при отпуске воды как двигательной силы. В этих случаях учитывается давление в уличной сети, и плата взимается не по количеству воды, а в соответствии с напором поступающей воды.

Другой способ ограниченного отпуска воды заключается в наполнении раз (или более) в сутки резервуара определенной емкости, из которого питается внутренняя сеть. Этот метод кроме недостатков, вызываемых колебанием суточного расхода по временам года и дням, требует еще наличия значительного резервуара с соответствующим оборудованием, что удорожает и усложняет устройство водопровода. Возникают все отрицательные стороны водоснабжения с баком (нагревание, замерзание, застаивание воды и др.). Отпуск воды, вычисляемый ориентировочно по числу потребителей или по количеству кранов, не может быть признан рациональным.

Указанные способы отпуска воды представляют много неудобств и так усложняют эксплоатацию водопровода, что к ним теперь прибегают редко.

Гораздо целесообразнее при современном уровне техники вести учет расходования воды по водомерам, которые сами по себе не ограничивают расхода воды, но последний может быть регламентирован надлежащими постановлениями и практически ограничен установленными нормами. Так как в одном домовладении нередко имеются самые разнообразные потребители воды (трудящееся население, прачечные, различного рода промзаведения и т. д.), целесообразно применять для учета их водопотребления внутренние водомеры (подводомеры).

Скоростные водомеры

Введение водомеров во всех цехах, домах и местах потребления воды (поливочные водопроводы, водоразборы, писсуары и пр.) заставляет потребителей более бережно относиться к расходу ее и более внимательно следить за исправным состоянием водопроводного оборудования, а потому сказывается значительно на сокращении утечки.

Водомеры изготовляются различных систем; но наиболее подходящими для водопроводов средних зданий являются скоростные водомеры.

Последние основаны на общеизвестном законе, что количество воды, протекающей по трубопроводу, пропорционально скорости ее.

Протекающая через водомер вода вращает крыльчатое колесо или ось с лопастями, причем скорость вращения прямо пропорциональна скорости протекания воды, т. е. пропорциональна и объему (количеству) последней.

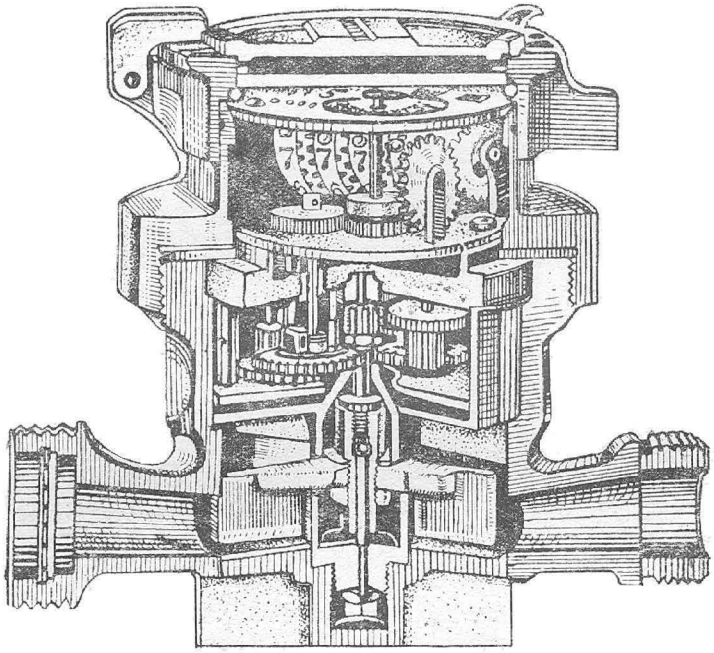


Рис. 135. Одноструйный водомер.

Вертушка соединяется при помощи ряда передаточных зубчатых колес со счетным механизмом, который отмечает количество пропущенной воды. При производстве водомеров устанавливается коэфициент пропорциональности между числом оборотов вертушки и протекшим объемом воды. Однако при изменении этого соотношения по каким-либо причинам число оборотов не будет соответствовать расходу воды, и потому показания счетчика будут неправильны.

Скоростные водомеры делятся по способу подведения воды к вертушке на одноструйные (рис. 135) и многоструйные (рис. 136).

Многоструйные водомеры подводят воду к лопаткам по ряду тангенциальных отверстий в водомерной коробке, благодаря чему вода на все лопатки попадает одновременно под одним и тем же углом. Вследствие этого давление на ось со всех сторон получается одинаковое, и последняя изнашивается равномерно.

У одноструйных водомеров вода ударяет только в одну сторону крыльчатого колеса. Благодаря этому давление на ось получается одно-

стороннее, опорные части изнашиваются неправильно. Так как давление на отдельные лопатки в одноструйном водомере больше, то увеличивается и возможность их повреждения.

У одноструйных водомеров вода подводится и отводится на одном уровне, проходит по кратчайшему пути без острых углов и мертвых мест. Это уменьшает потерю напора и предохраняет от осадков.

Вода в многоструйных водомерах подводится в нижней части коробки и отводится в верхней. Тем самым крыльчатое колесо приподнимается, и давление на пяту уменьшается, т. е. уменьшается и трение. Значит, чувствительность водомера должна повышаться. Но при проходе воды через направляющие отверстия потеря напора больше, чем в одноструйном водомере, таким образом этот фактор играет роль противоположную первому.

При выборе системы водомера вопрос решается не тем, как подводится вода — одной струей или раздельными струями, — но конструкцией водомера, качеством примененных в нем материалов и местными условиями.

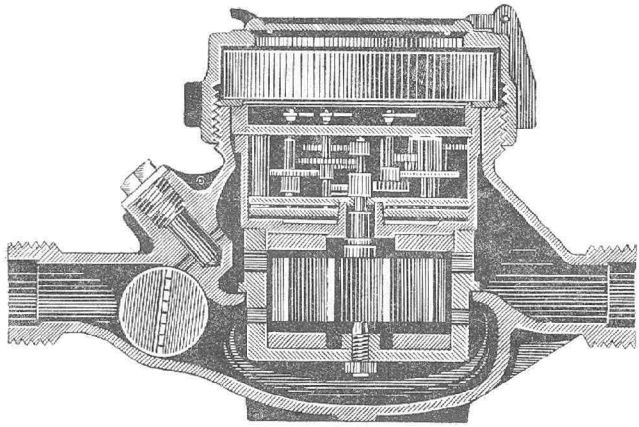


Рис. 136. Многоструйный водомер.

Особенно важное значение имеют способность соприкасающихся с водой частей противостоять окислению и разъеданию, а также изнашивание трущихся деталей. Неудачный сплав, примененный при изготовлении отдельных частей, сочетание частей, изготовленных из разных металлов или сплавов, наличие в водомере осадков и т. п. ведут к возникновению в нем гальванических токов и вызывают коррозию металлов.

Этот процесс при неблагоприятных факторах идет настолько быстро, что уже через 3—4 года механизм водомера может притти в полную негодность. Между тем при правильном выборе материала и надлежащем уходе водомер может проработать 10—15 лет и более, требуя лишь небольшого ремонта и периодической проверки.

Весьма важно, чтобы отдельные детали подвергались меньшему износу. Из них особое значение имеет устройство опор и подпятников осей. Количество передаточных осей должно быть возможно меньше, причем максимальное число их должно взаимно заменяться для водомеров разного калибра. Вертушка изготовляется из легкого материала, по удельному весу приближающегося к воде (например, из целлулоида).

В частности в многоструйном водомере коробка должна быть из материала, не подвергающегося разъеданию, в противном случае правильность движения воды (а значит и показаний водомера) нарушается.

Одноструйные и многоструйные водомеры в свою очередь могут выполняться в виде мокроходов и сухоходов. У первых счетный механизм вместе с циферблатом находится в воде; у вторых он помещается в сухом пространстве. Соответственно этому у мокроходов счетчик и передаточный механизм выполняются как одно целое; у сухоходов они разделяются металлическим диском. В последнем имеется сальник, сквозь который проходит соединительный конус. Вследствие этого конструкция сухохода сложнее, чем мокрохода.

Стекло мокрохода делается толстым (по этому внешнему признаку мокроход легко отличить от сухохода).

Конструктивные особенности обоих типов ведут к следующим преимуществам мокроходов:

1. Мокроходы, как более простые по конструкции, имеющие меньше деталей, стоят дешевле сухоходов той же системы и завода. При большом количестве водомеров разница в первоначальной стоимости может оказаться значительной.

2. Упрощение механизма и уменьшение количества частей удешевляют ремонт и эксплоатацию мокроходов. При этом для ремонта их требуются рабочие, менее квалифицированные, чем для сухоходов, что может иногда иметь немаловажное значение.

3. Отсутствие сальника и передаточного конуса кроме других преимуществ уменьшает потери на трение механизма. Результатом этого являются большая чувствительность мокроходов и высший предел точности учета, которые к тому же долее сохраняются, вызывают более широкую область их применения.

Опыт показал, что сухоходы нуждаются в ремонте чаще, чем мокроходы, причем ремонт первых значительно сложнее, а стоимость эксплоатации не менее чем в 4 раза превышает такую же для мокроходов.

Однако это справедливо лишь в тех случаях, когда мокроходы работают в подходящих для них условиях.

Недостаток мокроходов заключается в том, что при выделяющихся осадках цифры на циферблате со временем теряют четкость и чтение показаний делается затруднительным.

Если это происходит слишком быстро, эксплоатация мокроходов может оказаться нецелесообразной и дороже, чем сухоходов. Однако нередко это зависит от того, что состояние водопровода, его сети, степень очистки воды недостаточно удовлетворительны.

Успешное применение мокроходов является фактором, говорящим о качестве воды и всего водоснабжения. Поэтому мокроходы кроме прочих достоинств могут служить своеобразным измерителем и этой стороны.

Применение мокроходов при воде загрязненной, железистой, жесткой и вообще выделяющей много осадков нецелесообразно и неэкономично.

Калибр (размер) водомера определяется по так называемому характерному расходу, т. е. по тому количеству воды, которое он пропускает при потере напора в 10 *м* вод. ст. Нередко калибр определяют по диаметру входного отверстия; однако оно может быть различным при том же характерном расходе.

Во внутренних водопроводах обычно применяются водомеры с характерным расходом от 2 до 20 $м^3/час$.

Это соответствует диаметру входного отверстия от 10 до 40 *мм*.

Весьма важно для характеристики водомера знать предел его чувствительности, т. е. такой часовой расход воды, при котором механизм водомера приходит в действие.

Таблица 39

Характерный расход в $м^3/час$	Калибр в *мм*	Предел точности в *л/час*		Характеристика
		новых	бывших в употребл.	
2	10	85	100	0,63
3	15	100	150	0,95
5	20	130	250	1,58
7	25	180	350	2,21
10	30	200	500	3,16
20	40	400	1 000	6,32

Еще более существенной величиной является граница точности, т. е. такой наименьший расход, при котором водомер начинает показывать с допустимой ошибкой $\pm 2\%$. Конечно чем меньше величина чувствительности и предела точности, тем водомер учитывает правильнее. Для ориентировки в табл. 39 они приведены (для наших водомеров-сухоходов „Космос").

Предел точности изготовляемых у нас водомеров составляет: для новых 4,2—2,0% от характерного расхода, а для бывших в употреблении — 5%. При выборе калибра водомера нужно, чтобы наименьший часовой расход был выше указанных цифр. В лучших современных заграничных водомерах предел точности равен лишь 1,7—0,75% характерного расхода, а чувствительность — 0,75—0,25% его.

Потеря напора в водомере имеет существенное значение при расчете внутренней водопроводной сети. Между расходом воды и сопротивлением в водомере существует зависимость:

$$Q = c\sqrt{h},$$

где Q — расход воды в $м^3/час$;

h — потеря напора в $м$ вод. ст.;

c — постоянная для данного водомера величина, которую назовем характеристикой водомера.

Таким образом характеристика водомера имеет величину:

$$c = \frac{Q}{\sqrt{h}}.$$

Так как характерный расход водомера имеет место при потере напора в 10 $м$, то характеристика будет равна:

$$c = \frac{Q_{хар}}{\sqrt{10}} = 0{,}316\ Q_{хар}.$$

При $h = 1$ $м$ $c = Q$, таким образом характеристика — это расход воды при 1 $м$ потери напора.

При характерном расходе (т. е. при потере напора в 10 $м$) водомеры практически никогда не работают.

Нормально потеря напора в водомере допускается не более 2,5 $м$. При этом максимальный часовой расход получится из следующего расхода:

$$Q_{\max} : Q_{хар} = \sqrt{2{,}5} : \sqrt{10};$$

$$Q_{\max} = 0{,}5\ Q_{хар},$$

т. е. максимальный допустимый расход воды в скоростном водомере равен половине характерного расхода.

При длительной ежедневной работе водомера его суточная нагрузка при 10-часовой эксплоатации должна быть не более двойного характерного расхода:

$$Q_{сут} = 2\ \ Q_{хар},$$

откуда нормальный часовой расход равен:

$$Q_{час} = 0{,}2\ Q_{хар}.$$

Соответствующая потеря напора $h = 0{,}4$ $м$. При 20-часовой работе водомера можно принять $Q_{сут} = 4\ Q_{хар}$. Таким образом потеря напора в скоростном водомере в условиях допустимой эксплоатации составляет 0,4—2,5 $м$. При других расходах она может быть легко подсчитана по

характеристике:

$$h = \left(\frac{Q}{c}\right)^2$$

Потери напора для ходовых водомеров представлены на рис. 137. В случае применения заграничных скоростных водомеров более крупного калибра можно руководствоваться следующими данными:

Таблица 40

Калибр в *мм*	50	65	80	100	125	150
Характерный расход в $м^3/час$.	30	40	50	70	130	150
Характеристика	9,5	12,6	15,8	22,1	41,1	47,4

При выборе калибра водомера надо исходить не из диаметра ввода, но из суточного и часового расхода воды в здании, а также предела чувствительности и точности. Преувеличенный калибр водомера ведет к недоучету расхода воды.

В общем выбор калибра водомера производится на основании следующих соображений:

1. Максимальный часовой расход воды должен быть не более 0,5 $Q_{хар}$ водомера.

2. Суточный расход воды при 10-часовой работе равен $2Q_{хар}$, а при 24-часовой работе — 4 $Q_{хар}$.

3. Минимальный часовой расход должен быть более предела точности.

Пример. Здание расходует за 24 часа 60 $м^3$ воды. По графику водопотребления максимальный часовой расход равен 8 $м^3$, а минимальный — 1,5 $м^3$.

Нужно взять водомер в 40 *мм* с характерным расходом 20 $м^3/час$, у него $0{,}5Q_{хар} = 10$ $м^3$, $4Q_{хар} = 80$ $м^3$ и предел точности 0,4 $м^3/час$, что соответствует требующимся условиям.

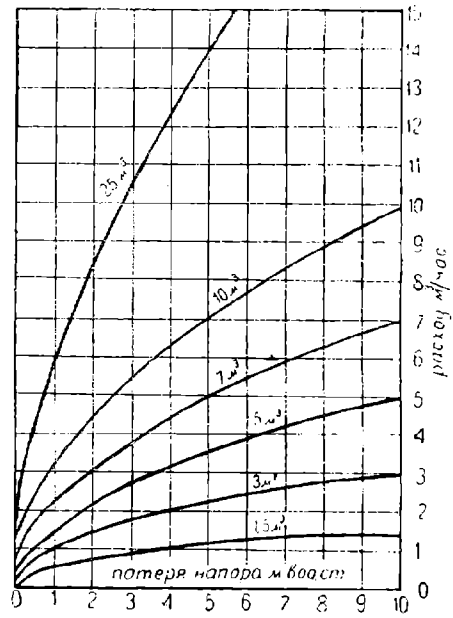


Рис. 137. Потеря напора в водомере.

Объемные водомеры

В нашей промышленности и в ряде городов еще употребляются объемные водомеры. Они называются так потому, что учитываемая вода протекает через мерное пространство определенной емкости, причем объем ее легко определяется по числу заполнений этого пространства.

Наибольшее распространение из них имеют водомеры Фраже и Кеннеди.

Водомеры Фраже (рис. 138) имеют два цилиндра. Поршни последних передвигают штоки, на концах которых находятся водораспределительные золотники. Вода через входное отверстие и решетку попадает в водораспределительную коробку и направляется поочередно или сверху или снизу поршня в цилиндры (на рисунке каналы в разрез не попадают). Одновременно вода по другую сторону поршней выталкивается через ту же коробку и выходное отверстие. Передний от циферблата шток при каждом опускании собачкой поворачивает храповое колесо, которое вращает передаточный механизм к счетчику; последний учитывает каждый раз объем 4 цилиндров.

Данные о водомерах Фраже представлены в табл. 41 (стр. 144). Характерным

расходом этих водомеров считается количество воды, пропускаемое при давлении 3 *ат* (30 *м* вод. ст.).

В таблице приведены данные о максимально допустимом расходе в сутки, выработанные практикой московского водопровода.

Пропускная способность водомеров Фраже при потере давления в 10 *м* вод. ст. меньше, чем у скоростных и дисковых водомеров, в 1 25—2,0 раза. Потеря напора при одном и том же расходе у водомеров Фраже в среднем в 2—2,5 раза больше, чем у скоростных и дисковых.

Приведенные приблизительные цифры о расходе воды, требуемом для начала движения водомеров Фраже, говорят об их исключительной чувствительности.

Допустимой погрешностью в показаниях для водомера Фраже считается $\pm 3\%$; однако низший предел точности у них значительно хуже, чем у скоростных водомеров, и составляет 10—12% характерно о расхода.

Таблица 41

Калибр в *мм*	Расход воды в *м³/час*		Максимально-допустимый расход		Начало движения в *л/час*	Предел точности $\pm 3\%$ *л/час*	Характеристика в *м³/час*
	при давлении 30 *м* вод. ст.	при давлении 10 *м* вод. ст.	*м³/сутки*	*л/сек*			
10	2,5	1,4	2,5	0,55	2	250	0,46
15	3,8	2,2	6,1	0,84	3	380	0,70
20	4,6	2,5	12,3	1,02	3	460	0,84
30	11,0	6,3	36,9	2,44	4	1 100	2,0
40	18,0	10,0	61,5	4,00	6	1 800	3,3
60	43,0	23,0	123,0	6,57	8	4 300	7,9
80	73,0	42,0	184,0	11,15	12	7 300	13,4
100	100,0	58,0	307,0	15,55	15	10 000	18,2

Недостатком водомеров Фраже является их большой вес: для $d = 10$ *мм* — 27,5 *кг*, а для $d = 100 — 1\,000$ *кг*, и в общем в 10—20 раз больше, чем у скоростных. Объем соответственно громоздок. Первоначальная стоимость и стоимость ремонта также в среднем раз в 10 дороже.

Вследствие большого количества трущихся частей водомеры Фраже, особенно при наличии песка и плохой сборке, сильно изнашиваются и начинают пропускать воду. Ремонт их из-за необходимости пришабрирования, пришлифовки сложен и требует высококвалифицированной рабочей силы. Достать запасные части затруднительно.

Большим недостатком водомеров Фраже является еще то, что они нередко без определенных причин останавливаются, и подача воды прекращается. Это делает затруднительным применение их в производстве, на железных дорогах и т. п.

Водомеры Фраже при работе стучат; вследствие большой наружной поверхности они представляют зимой источник сырости. При замораживании водомера разрывается его корпус или крышка, поэтому восстановление водомера стоит дорого, а в некоторых случаях бывает невозможно.

Все вышеуказанное делает применение водомеров Фраже в большинстве случаев практически нецелесообразным. В ближайшем будущем они вообще выйдут из массового употребления.

Водомер Кеннеди имеет один цилиндр, в котором движется поршень, оканчивающийся вверху зубчатой рейкой. Она вращает шестерню, передающую движение к водораспределительному устройству и счетному механизму. На той же оси находится противовес, который поочередно опускается на концы рычага, соединенного с водораспределительным краном, и переключает последний.

Недостатки водомера — громоздкость, огромный вес, большая потеря напора, стук при работе, большая стоимость, дорогая эксплоатация и др. Однако точность и чувствительность этих водомеров весьма высоки.

Дисковые водомеры представляют собой тип объемных водомеров, которые в некоторых случаях до сих пор успешно конкурируют со скоростными, а иногда даже имеют перед последними известные преимущества.

Самой существенной частью этого водомера является диск, вращающийся в рабочей камере. Последняя имеет верхнюю и нижнюю стенки конусообразные или же одна из них делается плоской. Боковые стенки камеры образованы шарообразной поверхностью. При двухконусной камере

диск бывает плоским. Если же верхняя или нижняя стенки ее плоские, диск принимает конусообразную форму. Соответственно последней дисковые водомеры имеют два типа. Примером первого может служить водомер, представленный на рис. 139.

Камера соединена с входным и выходным отверстиями. Диск, плотно прилегающий к верхней и нижней стенкам, находится со входной стороны

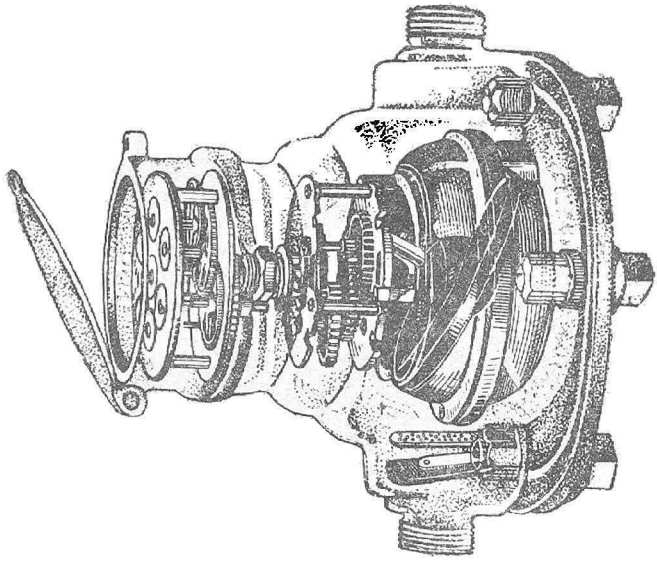


Рис. 139. Дисковой водомер.

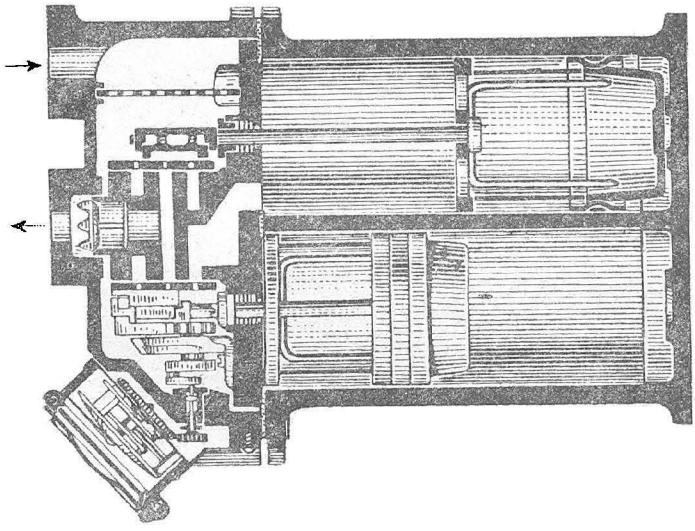


Рис. 138. Водомер Фраже.

под давлением большим, чем с противоположной. Вследствие этого он, вращаясь вокруг своей оси, катится по коническим поверхностям камеры. Входное и выходное пространства камеры разделяются радиальной перегородкой, помещающейся в узком прорезе диска.

При вращении диска его ось описывает коническую поверхность и, захватывая горизонтальный палец вертикальной оси первой шестерни, приводит в движение передаточный механизм. Таким образом учитывается

число заполнений камеры протекшей водой, т. е. и ее количество (за один оборот диска подается количество воды, равное объему камеры).

Чувствительность водомера тем выше, чем меньше вес его диска, чем меньше диаметр опорного шара и чем больше диаметр диска.

Характерные и допустимые расходы дисковых водомеров таковы же, как и у крыльчатых. По чувствительности и пределу точности дисковые водомеры значительно лучше последних.

Водомеры Вольтмана

В цехах со значительным расходом воды, а также в противопожарных водопроводах, где расход воды может быть большой, а потеря напора допускается незначительная, применяются водомеры Вольтмана (рис. 140).

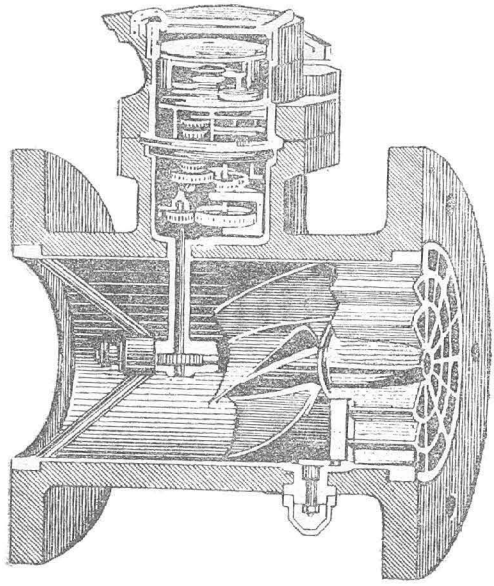


Рис. 140. Водомер Вольтмана.

Водомер Вольтмана относится к скоростным водомерам, иначе говоря, расход воды в нем определяется по скорости ее протекания. Ось спиральной вертушки водомера совпадает с осью цилиндрического короткого патрубка — корпуса водомера, т. е. с направлением движения жидкости.

Число оборотов вертушки n прямо пропорционально скорости движения воды v *м/сек* и обратно пропорционально шагу лопастей вертушки l *м*, т. е.

$$n = k \cdot \frac{v}{l},$$

где k — коэфициент потери на трение в механизме, и скорость

$$v = \frac{Q}{F},$$

где Q — расход в *м³/сек*;
F — площадь сечения водомера в *м²*.

Подставляя эти значения в предыдущее уравнение, получим:

$$\frac{Q}{n} = \frac{F \cdot l}{k}$$

Таким образом соотношение между протекшим расходом и числом оборотов вертушки, постоянное для данного водомера, определяется его сечением, шагом вертушки и коэфициентом трения, который устанавливается опытным путем.

В водомерах Вольтмана, как и во всех водомерах, часть напора учитываемой жидкости (воды) затрачивается на преодоление трения механизма. В частности эта потеря обусловливается тем, что для получения правильных показаний счетчика необходимо иметь известную скорость вращения вертушки. При меньшей скорости движения жидкости показания водомера неправильны или же он совсем не учитывает ее расхода.

Поэтому весьма важно, чтобы все вращающиеся части водомера были возможно точнее обработаны и пригнаны для максимального уменьшения трения. Вес движущихся частей должен быть минимальным. В лучших водомерах по этой причине для воды с температурой до 30° вертушки

изготовляются из эластичного и прочного целлулоида небольшого удельного веса.

Металлическая ось вертушки делается полой, благодаря чему удельный вес всей вертушки приближается к удельному весу воды. Вертушка, плавая в воде, оказывает небольшое давление на подшипники, вследствие чего значительно уменьшается трение и повышается чувствительность водомера. Естественно поэтому, что водомеры Вольтмана с металлическими вертушками не являются лучшими. Весьма важно, чтобы самые подшипники (по устройству и материалы) способствовали возможному уменьшению трения во время работы.

Водомер Вольтмана имеет ряд достоинств, обеспечивающих ему широкое распространение: свободное сечение водомера почти равно сечению трубы; движение воды прямолинейно, вследствие чего потеря напора ничтожна даже для больших расходов. Благодаря нестесненному протеканию воды и большим прозорам между корпусом водомера и лопастями вертушки водомер не боится засорения и повреждения при наличии в вод сравнительно крупных взвешенных веществ. Конструкция водомера делает излишней предохранительную сетку. Выбор водомера Вольтмана соответственно местным условиям чрезвычайно прост и никаких затруднений не представляет. Водомеры Вольтмана отсчитывают показания как при прямом, так и при обратном протекании воды, благодаря чему эксплоатация их представляет большие удобства. Их можно устанавливать как горизонтально, так и вертикально.

Потеря напора в водомере Вольтмана при нормальной работе менее 1 *м* и лишь при кратковременной нагрузке она может доходить до 1,5 *м*.

Характерные данные о водомерах Вольтмана отечественного изготовления представлены в табл. 42.

Таблица 42

Диаметры в *мм*	Характерный расход (при потере напора в 10 *м*) в *м*³/*час*	Допустимая нагрузка				Граница точности в *м*³/*час*	Характеристика в *м*³/*час*
		постоянная в *м*³/*час*	при 10-час. работе в сутки в *м*³/*час*	временная в			
				*м*³/*час*	*л*/*сек*		
50	70	13	16	35	10	1,2	22
80	250	45	55	105	30	2,5	79
100	440	75	87	180	50	4,5	139
150	1 000	160	190	380	105	6,5	316
200	1 700	265	325	640	180	10,5	538
250	2 600	410	500	1 000	280	20	820
300	4 000	625	750	1 500	420	35	1 260

Недостатком водомеров Вольтмана является их сравнительно неблагоприятная граница точности. Последняя зависит как от материала вертушки, так и от положения водомера. При протекании воды снизу вверх давление на опору уменьшается и потому предел точности водомера улучшается. Для водомеров, бывших в употреблении, граница точности вдвое больше приведенных цифр.

На правильность показаний водомеров Вольтмана имеет большое влияние направление течения воды в нем.

Вода должна подводиться к вертушке без каких-либо вихревых движений, по прямой линии, параллельной оси вертушки. Поэтому водомеры, не имеющие струевыпрямителя, требуют при установке наличия перед ними прямого участка трубопровода по длине не менее удесятеренного диаметра или в крайнем случае 1 *м*. За водомером также необходимо

иметь прямой участок длиной 1,5—0,5 *м* без колен, тройников и задвижек.

Когда колебания учитываемого расхода велики, применяются комбинации двух водомеров разных калибров и чувствительности. При этом более чувствительный водомер учитывает небольшие расходы, лежащие ниже предела точности основного водомера. Это достигается при помощи переключающего клапана, который в зависимости от протекающего расхода закрывает или открывает проход воды к одному из водомеров.

В зависимости от способа подведения воды к водомерам различают последовательные и параллельные комбинации.

Весьма важной частью, отражающейся на точности показаний комбинированного водомера и потере в нем напора, является переключающий клапан. Он употребляется в трех видах: как простой нагруженный, гидравлически разгруженный и механически разгруженный.

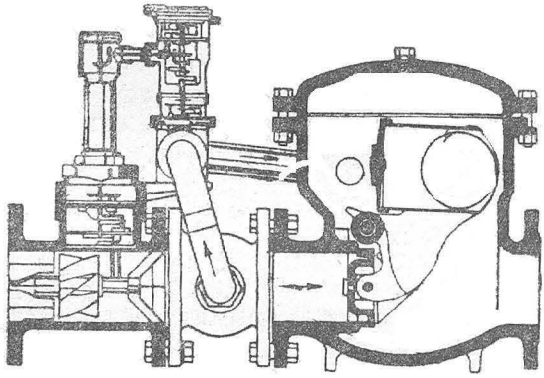


Рис. 141. Комбинированный водомер.

Выбор типа комбинации (последовательный или параллельный) и конструкции переключающего клапана определяется характером изменения расхода воды и допустимой потерей напора.

Примером последовательно-комбинированного водомера с механически уравновешенным клапаном может служить представленный на рис. 141 [1].

Водомеры Вентури

Водомеры с движущимися частями при воде плохого качества быстро выходят из строя. Поэтому в ряде производств применяются водомеры Вентури.

Распространение водомеров Вентури зависит от тех преимуществ, которые они представляют: большая пропускная способность, прямой проток жидкости, незначительная потеря давления, отсутствие вращающихся, подверженных легкому излому и скорому износу частей, открытое сечение, дающее возможность беспрепятственному проходу даже крупных посторонних частей, надежность действия даже при высоких давлениях, учет мгновенных расходов и т. д. О принципе действия водомеров Вентури дает представление рис. 142.

По уравнению Бернулли общий запас энергии — потенциальной и кинетической — в каждом килограмме совершенной жидкости при установившемся движении постоянен, т. е. постоянна сумма гидростатического и гидродинамического давления.

Так как при уменьшении сечения трубы скорость движения жидкости возрастает, то соответственно увеличивается ее динамическое давление,

[1] Более подробно см. книгу автора „Водомеры".

так как

$$h_{дин} = \frac{v^2}{2g}.$$

Поэтому гидростатическое давление ($h_{стат}$) уменьшается.

При увеличении площади сечения трубы происходит обратное явление.

Величину уменьшения статического давления в узком сечении (горле) водомера сравнительно с таким же при входе в водомер легко измерить диференциальным ртутным манометром. При отсутствии расхода (движения) воды ртуть в обоих коленах манометра будет стоять на одном уровне. С возрастанием расхода будет увеличиваться и разница давлений H.

Во время прохода жидкости по водомеру Вентури часть напора тратится на вредные сопротивления (на рисунке потеря давления указана на манометре *II*). Расход выражается формулой:

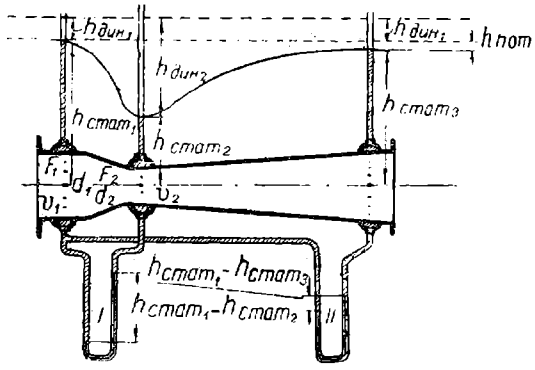


Рис. 142. Схема работы водомера Вентури.

$$Q = \mu \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2}} \cdot F_2 \cdot \sqrt{2gH},$$

где H — разница давлений во входном и наиболее суженном сечении (в горле водомера) в *м* вод. ст;

F_1 и F_2 — соответственно площади их;

μ — коэфициент, зависящий от свойств, формы и размеров конуса (или соответствующего насадка), диаметра трубы и вязкости жидкости.

В водомере Вентури имеется возможность широко менять максимальную нагрузку при определенной максимальной разнице давлений. Эта способность приноравливания водомера Вентури к изменяющейся эксплоатационной нагрузке является его главным преимуществом, особенно при учете других достоинств этого водомера.

Выбор разницы давления при желательной максимальной нагрузке производится, исходя из:

а) типа присоединенного к водомеру Вентури регистрирующего или суммирующего аппарата;

б) требуемой области учета;

в) допустимой потери напора.

Обычно наиболее подходящими являются аппараты, рассчитанные на разницу давлений в 6 *м* вод. ст., имея в виду соответствующую практическим целям область учета.

Последняя находится в зависимости от разницы давлений, причем величины, которых можно достигнуть, характеризуются следующим: при разнице давлений от 1,0; 2,0; 3,0; 6,0 *м* вод. ст. область учета около 1 : 5; 1 : 7; 1 : 9; 1 : 12,5.

Здесь даны средние значения, причем для больших диаметров они несколько выше, а для меньших ниже У лучших заводов эти цифры выше.

Наибольшая достижимая область учета в хороших конструкциях при разнице давления в 6 *м* составляет 1 : 15. Потеря напора в водомере составляет:

для труб 40— 80 *мм* около 18% разности давлений
„ „ 100—400 „ „ 14—12% „ „
„ „ выше 400 „ „ 12—10% „ „

Водомеры Вентури являются весьма удобными в эксплоатации и вполне точными. Их недостатком является небольшая область учета, ограничивающая их применение. По сравнению с водомерами Вольтмана она в 5 раз меньше. Недостатком водомеров Вентури является также их большая длина (для небольших калибров приблизительно в 10 раз, а для крупных в 5 раз больше диаметра трубы).

Данные о наиболее ходовых калибрах чугунных водомеров представлены в нижеследующей таблице.

Таблица 43

Калибр в *мм*	Максимальный расход в $м^3/час$	Диаметр труб в *мм*	Вес в *кг*	Калибр в *мм*	Максимальный расход в $м^3/час$	Диаметр труб в *мм*	Вес в *кг*
50	40	50—100	25	150	350	150—300	110
70	80	70—150	35	200	600	200—400	180
100	150	100—200	65	250	1 000	250—500	245
125	250	125—300	90	300	1 500	300—600	370

Максимальные расходы различны у водомеров одного и того же калибра, но разных заводов. Поэтому подходить к выбору водомера Вентури приходится крайне осмотрительно. Длина водомера также сильно разнится.

Водомеры для горячей воды

Водомеры для горячей воды отличаются от рассмотренных главным образом материалами, из которых они изготовлены. Большее распространение имеют типы скоростной и Вольтмана. В промышленных предприятиях иногда можно встретить поршневые водомеры Кеннеди. При хорошем качестве воды допустимо применение дисковых водомеров.

Водомеры изготовляются для давления до 20 *ат* и более, для температур от 30 до 90°, а также от 90 до 120° и выше.

Водомеры для горячей воды имеют те же данные, что и аналогичные водомеры для холодной воды: расход, пропускная способность и потеря напора.

Заметно отличается (в худшую сторону) при горячей воде граница точности. Это зависит от применения здесь вместо эбонита и целлулоида (для вертушек) никеля, меди, графитной массы и разного рода специальных сплавов, из-за чего вес крыльчатого колеса в воде значительно увеличивается.

Для одноструйных водомеров сухоходов пределы точности лучших водомеров таковы:

Таблица 44

Калибр в *мм*	13	20	25	30	40
Холодная вода в *л/час*	35	45	70	100	150
Горячая вода в *л/час*	45	60	90	150	250

Таким образом для горячей воды предел точности при 2% хуже на 27—67%.

Допустимый суточный расход горячей воды через водомер равен часовому характерному расходу (при потере 10 *м* вод. ст. давления). Если горячее водоснабжение работает не весь год, то у водомеров допустимую суточную нагрузку можно повысить вдвое.

Максимальный допустимый часовой расход составляет около 35% от характерного расхода, нормальный — около 20%.

В условиях практической работы погрешность водомеров нередко сильно отличается от такой же на испытательной станции. При этом водомер, учитывающий на станции в пределах $\pm 2\%$, показывает с большой ошибкой в котельной. Это в значительной степени зависит от неподходящих условий выбора и работы водомера. Например, если скоростный водомер учитывает воду, подаваемую инжектором, то ошибка составляет до $+60\%$ и выше, так как через него пропускается вода с возможным неконденсированным парам. Скорость вращения вертушки водомера будет больше, и он показывает преувеличенный расход.

Имеет значение правильность установки и содержание водомера. Наличие осадков, накипи в механизме водомера не может способствовать надлежащей его работе и точности показаний. Присутствие в воде ряда примесей нередко вызывает закипание осей вертушки и подпятников. Совершенно недопустимым нужно признать подачу через водомер каких-либо других жидкостей, например средств против образования накипи. Они вызывают отложения на механизме и могут разъедать отдельные детали и т. д. Чрезвычайно важным обстоятельством является равномерная подача воды; при установке водомеров на нагнетательных трубопроводах питательных насосов следует устанавливать воздушные колпаки для устранения толчков и гидравлических ударов. Желательно по возможности так регулировать работу насоса, чтобы подача была сравнительно равномерной и соответствовала нормальной нагрузке водомера.

При питательной воде, загрязненной различного рода взвешенными примесями, следует иметь перед водомером грязевик с сеткой.

В крупных установках в большинстве случаев приходится употреблять водомеры 50—150 *мм*. Скоростные водомеры такого диаметра имеют низкую чувствительность и недостаточную границу точности, поэтому практически их следует подбирать близкими к нормальным расходам.

Малая чувствительность скоростных водомеров, неудовлетворительный низший предел точности при $\pm 2\%$ (примерно вдвое худший, чем для холодной воды), а также ряд других условий, указанных выше, ограничивают применение этих водомеров. Поэтому при испытании котельных установок они не допускаются.

Для этой цели, а также при наличии колебаний давления гидравлических толчков следует применять объемные водомеры.

Для этого могут быть использованы водомеры Кеннеди, так как их погрешность составляет $\pm 1\%$.

Их пропускная способность приводится в табл. 45.

Таблица 45

Калибр в *мм*	Пропускная способность в $м^3/час$	
	нормальная	максимальная
38	3,6	4,8
50	7,0	10,0
75	15,0	20,0
100	25,0	30,0

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

КАНАЛИЗАЦИЯ

ГЛАВА 11

СИСТЕМЫ И СХЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

Сточные воды и системы канализации зданий

Канализация служит для удаления загрязненных вод из промышленных, жилых и других зданий. Она состоит из системы приемников сточных вод, наклонных и вертикальных трубопроводов, отводящих эти воды в сборные трубы (дворовую или подвальную сеть). Затем сточные воды по цеховой или домовой соединительной линии стекают во внутриквартальную или уличную трубу, откуда системой уличных коллекторов и каналов (иногда с применением насосов) подаются на очистные сооружения. Здесь сточные воды осветляются, обезвреживаются и спускаются в водный бассейн.

Сточные воды, спускаемые из цеха или предприятия, могут быть подразделены на производственные, фекально-хозяйственные и поверхностные (атмосферные, от поливки улиц и т. п.).

Состав промышленных сточных вод зависит от характера производства. Иногда их загрязненность незначительна (например от охлаждения двигателей), чаще же они содержат в себе смазочные масла, нефть, кислоты или щелочи, разнообразные соли.

Хозяйственные сточные воды более постоянны по своему характеру и составу. К ним относятся кухонные, умывальные, ванные, прачечные, банные и т. п. Они несут в своем составе жир, мыло, мелкие отбросы пищи, волосы и т. п. Температура их доходит до 40°, а при несоблюдении правил пользования устройством и выше.

Фекальные воды (клозетные и писсуарные) несут в себе человеческие твердые и жидкие экскременты вместе с бумагой, обрывками тканей и самыми разнообразными предметами, которые население спускает через клозетные чаши, невзирая на недопустимость этого и пользуясь тем, что у приемников этого типа нет задерживающих устройств (сеток и т. п.). Температура фекальных вод приближается к температуре водопроводной воды в домовой сети, т. е. обычно составляет около 5—20°.

Поверхностные воды образуются от дождевых стоков с крыш, дворов, уличных мостовых и т. п., а также от искусственного и естественного таяния снега. Эти воды бывают сравнительно чистыми (с крыш), несут с собой помет, пыль, уличный мусор (с мостовых), а при плохом состоянии последних несут и много песка. Температура этих вод в зависимости от времени года и климата колеблется примерно от 0 до 30°. К этому типу приближаются воды от смывки и поливки улиц, фонтанов и от тушения пожаров.

В то время как расход сточных вод из цехов и зданий колеблется по отдельным суткам и часам в сравнительно ограниченных пределах, атмосферных вод иногда совсем не бывает (в засуху, в морозы); иногда же огромные количества их образуются и требуют стока в течение короткого промежутка времени, исчисляемого минутами (ливни). Значит, канализование поверхностных вод требует сооружений большой пропускной способности, которые значительную часть времени будут мало использованы.

В промышленных предприятиях нередко спускается большое количество производственных вод, не требующих специальной очистки. С другой стороны, современные цеха занимают площадь целыми гектарами (до 20—30 *га* и более). Для отведения собирающихся с их крыш атмосферных вод, а также чистых производственных вод устраивается особая водосточная система. Таким образом предприятие в целом и отдельные цеха имеют не одну, а две (или более) системы канализации.

Разрешение вопроса по устройству внутренней канализации должно быть тесно увязано вообще с системой канализования всего данного населенного пункта или предприятия.

Схема канализации цехов и зданий

На рис. 143 изображены канализационные устройства небольшого здания. Спускаемые в санитарные приборы сточные воды попадают в наклонную отводную трубу, которая присоединяется к вертикальному стояку *1*. Последний, опустившись до надлежащей глубины, в свою очередь присоединяется к выпускной трубе *2*, по которой жидкость самотеком попадает в наружный смотровой колодец *3*. Затем она стекает по уложенным с уклоном трубам дворовой сети через контрольный колодец (*к. к.*) и наконец поступает в городской колодец (*г. к.*), откуда уже попадает в уличную канализационную трубу.

В плане трубопроводы, по которым течет сточная жидкость до уличной трубы, почти всегда представляют ломаную линию, причем на каждом углу и в тех пунктах, где присоединяются выпуски из зданий, устраиваются колодцы.

Таким образом при канализовании отдельных цехов, зданий или участков различаются следующие части устройства:

1) внутренняя сеть, которая находится внутри цеха или здания;

2) выпускная линия из цеха или здания до ближайшего смотрового колодца;

3) дворовая сеть, находящаяся на участке вне здания;

4) соединительная линия от контрольного колодца до уличной трубы;

5) смотровые колодцы, служащие для наблюдения за работой отдельных выпусков (или мест дворовой сети);

6) контрольный колодец, располагаемый на нижнем конце дворовой сети и служащий для контроля со стороны работников городской канализации за работой канализационной сети всего предприятия или участка;

7) городской колодец или городской тройник (*г. к.*), где сеть данного предприятия или участка присоединяется к городской канализационной трубе.

Назначение смотровых колодцев — не только давать возможность наблюдения за течением сточной жидкости, но главным образом служить для прочистки труб в случае их засорения. Контрольный колодец устраивается во дворе или на тротуаре, т. е. в месте, всегда доступном для работников городской канализации. Идущая от него соединительная линия, как и вся уличная сеть, выполняется и эксплоатируется городским канализационным хозяйством. Дворовая же сеть устраивается предприятием или домовым трестом и ремонтируется ими.

В промышленных предприятиях с самостоятельной канализацией провести четкую грань между уличной и дворовой сетью не представляется

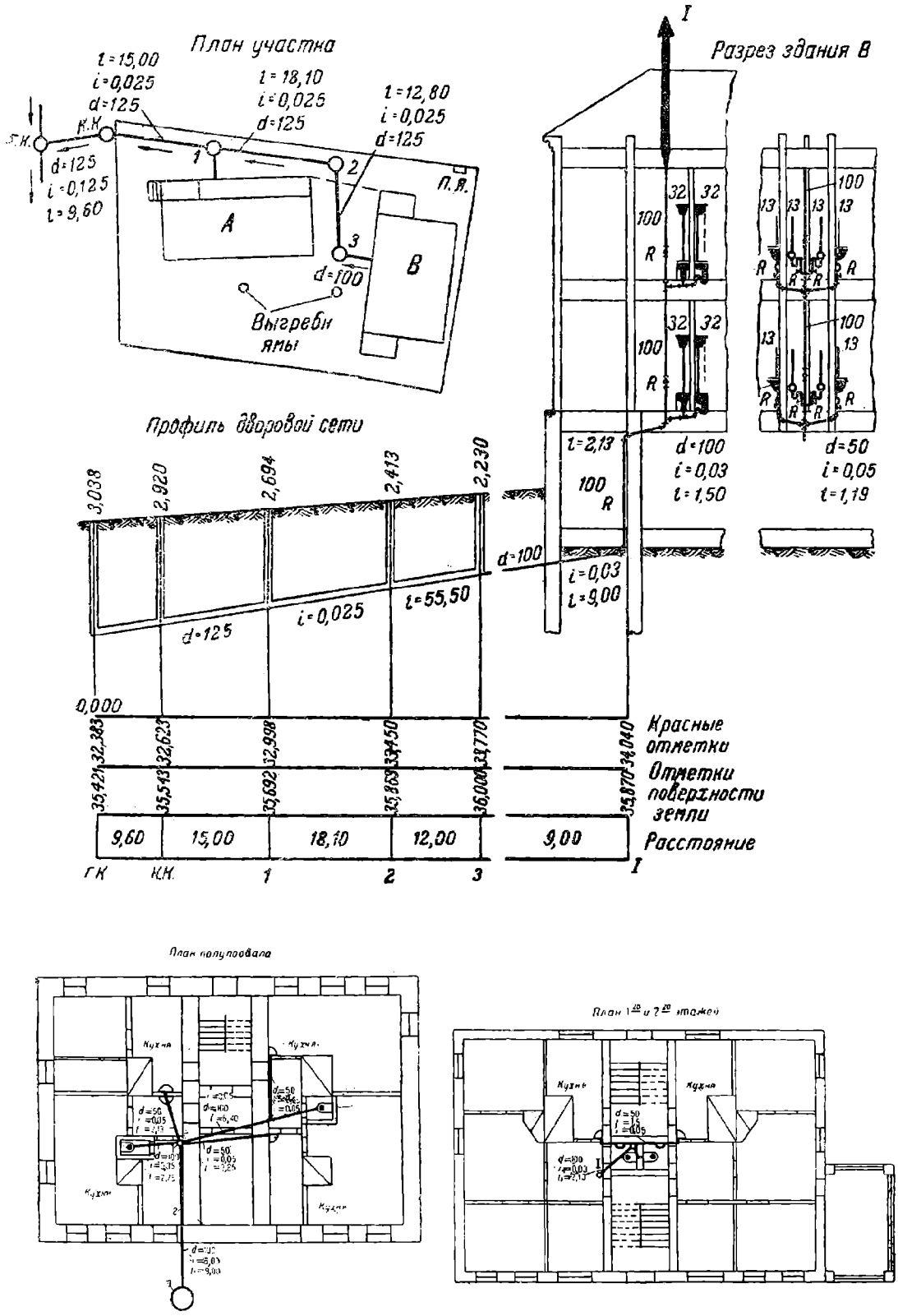
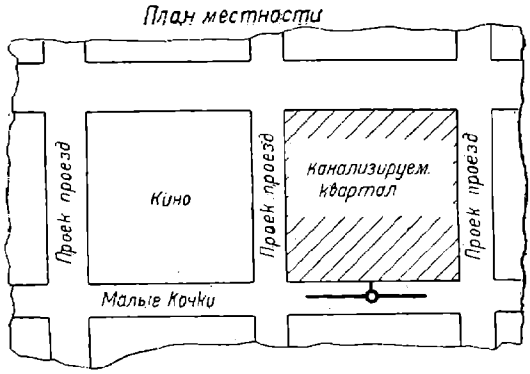


Рис. 143. Канализация здания.

возможным. Поэтому здесь специальные контрольные колодцы не устраиваются, и выпускные линии присоединяются непосредственно к колодцам наружной сети.



На плане участка (рис. 143) указаны канализуемые здания, расположение колодцев и трассировка линии от зданий до уличной сети.

На профиле даны расстояния между колодцами, диаметр и уклоны труб, отметки поверхности земли („черные отметки"),

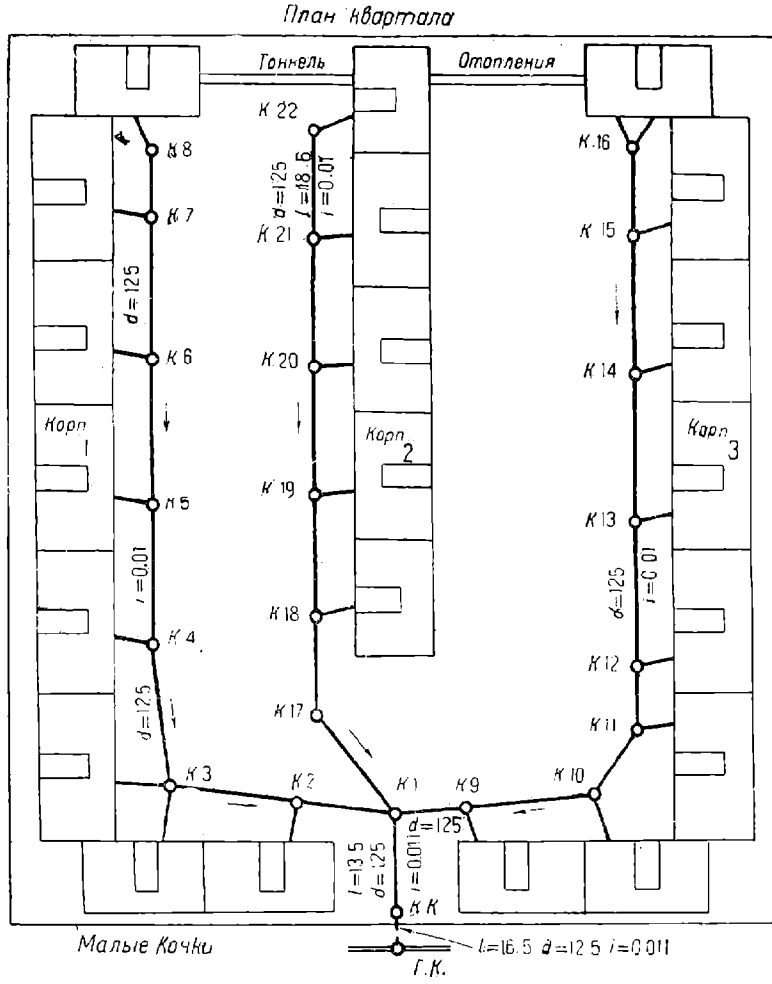


Рис. 144. Канализация квартала.

отметки дна проектируемых каналов („красные отметки") и глубина до низа трубы по оси каждого колодца.

Разрез здания производится через стояки по направлению выпускных и отводных труб. На планах и разрезах даны диаметры, длины и уклоны трубопроводов.

Производственные воды от моечных машин, чанов, красильных барок и т. п. нередко спускаются в лотки (закрытые или открытые). Схема канализования цеха от этого по существу не изменяется, так как лотки соединяются с отводными трубами. Если спускаемые воды отличаются сильной кислотностью или щелочностью или содержат окалину, песок, в систему вводятся для их устранения дополнительные устройства. В тех случаях, когда требуется канализовать расположенные вдали от общей канализационной сети здания (санатории, дома отдыха, больницы), приходится устраивать отдельные очистные сооружения.

При решении вопросов канализования групп зданий (квартала) объем работ увеличивается. При этом дворовая сеть превращается во внутриквартальную сеть, имеющую иногда большую протяженность и большие диаметры труб. Примером может служить план канализования квартала во вновь застроенном районе Москвы (рис. 144).

Из рисунка можно легко установить слабое место запроектированной сети: это наличие от колодца *k1* до городского колодца *гк* одного присоединения с городской сетью.

В случае засорения сети в ее нижней части, в месте перед контрольным колодцем, выбывает из строя вся квартальная сеть. Поэтому желательно присоединять внутриквартальную сеть к уличной в двух или более местах.

Встречаются случаи, когда уличная сеть частично (или полностью) прокладывается внутри кварталов. В результате теряется различие между дворовой, внутриквартальной и уличной сетью. В зависимости от расположения и расстояния зданий от канализационной линии возможны следующие случаи присоединения выпусков из здания:

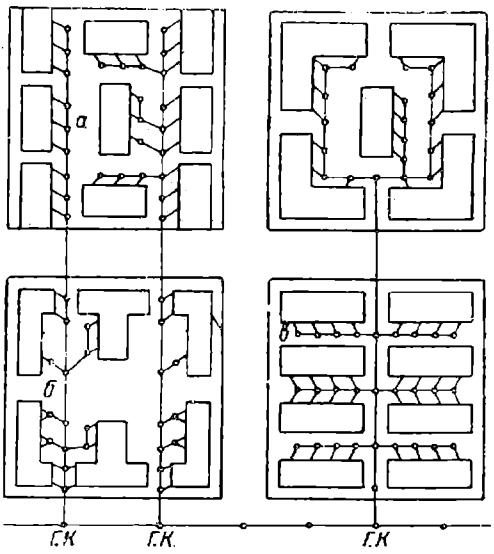


Рис. 145. Квартальная сеть.

1) выпуск присоединяется непосредственно к колодцу внутриквартальной канализационной сети (рис. 145, *а*);

2) 2-3 выпуска присоединяются к одному смотровому колодцу, затем самостоятельной линией к наружной канализационной сети, при этом здание будет иметь свои смотровые колодцы, между собой не соединенные (рис. 145, *б*);

3) смотровые колодцы для выпусков из здания соединены между собой короткой сетью, которую назовем выпускной сетью здания или группы зданий (рис. 145, *в*);

4) различные способы комбинируются соответственно местным условиям.

Выбор того или иного решения определяется местными условиями и экономическим эффектом, а также необходимостью создания наилучших условий по эксплоатации как канализации отдельного здания, так и кварталов в целом.

ГЛАВА 12

КАНАЛИЗАЦИОННАЯ СЕТЬ

Внутренняя сеть

Внутренняя канализационная сеть состоит из трубопроводов и каналов (в промышленных зданиях), находящихся внутри цеха или здания. Их назначение — отвести сточные воды кратчайшим путем от приемников до смотровых колодцев (или тройников, их заменяющих). К этой же сети относятся все трубопроводы внутри цеха или здания, обеспечивающие правильную вентиляцию сети.

Трубопроводы внутри цехов зданий по их направлению и назначению можно разделить на:

1) стояки, т. е. вертикальные трубопроводы, которые начинаются с верхнего этажа и заканчиваются под полом нижнего этажа или подвала. Они служат для спуска сточной жидкости от горизонтальных отводных трубопроводов или отдельных приемников и вентилируют нижележащие трубопроводы и приемники;

2) вытяжные трубы, представляющие собою верхние части стояков (выше присоединения наиболее высоко расположенного приемника); они заканчиваются над крышей здания;

3) отводные линии от приемников к стоякам;

4) воздушные или вентиляционные трубы, предназначенные для вентиляции сифонов отдельных приемников или группы их.

В зданиях в несколько этажей, в частности в жилых, стояки имеют весьма большое значение. В промышленных предприятиях и особенно в одноэтажных цехах большой площади решающее значение приобретают отводные линии.

Из стояков сточная жидкость по выпускной трубе (выпуску) направляется в наружный канализационный (смотровый) колодец. В некоторых случаях выпуск объединяет два или более стояков; такой прием в частности распространен в американской практике санитарно-технического строительства. Трубы, расположенные ниже пола (в подвальном помещении), можно назвать сборными магистральными. Трубы, проводящие сточную жидкость от клозетных чаш, называют фановыми. Название сохраняется и в том случае, если к этим же трубам кроме клозетных чаш присоединены стоки от других приемников. Наконец между водопроводной и канализационной системами с соблюдением воздушного разрыва находятся переливные трубы для отвода излишков воды из приемников, баков и т. д.

Так как канализационная сеть прокладывается внутри помещения и непосредственно через приемники соединяет его снаружной сетью, то санитарные требования к ней особенно высоки. В частности она должна обладать полной герметичностью всех канализационных трубопроводов и приборов, гарантирующих помещения от просачивания в них жидкости или газов из канализации. Канализационные трубопроводы не должны проходить непосредственно через помещения, предназначенные для общественного пользования (залы, больничные палаты и т. п.), а в квартирах через комнаты, входящие в счет жилой площади (столовую, спальню и др.). Нежелательно проведение труб, в особенности фановых, по помещениям, не предназначенным для уборных или кухонь. Постановка канализационных стояков в жилых помещениях вообще допускается лишь в самых исключительных случаях. При неизбежном пересечении цехов, жилых и общественных помещений канализационными трубами желательно располагать их таким образом, чтобы не портился внешний вид помещения и гарантировалось его санитарное состояние даже в случаях засорения труб.

Внутренняя сеть выполняется из чугунных или газовых оцинкованных труб. Вследствие ржавления применение черных газовых труб не допу-

скается. Длина трубопроводов делается минимальной. Если проводка стояков при правильной планировке цеха или здания обыкновенно не вызывает особых затруднений и требует в худшем случае некоторых изгибов, то отводные линии при разбросанности приемников и небольшом числе стояков имеют большую длину и встречают препятствие в виде балок, стен и т. п.

Отводные трубы прокладываются по стенам выше пола, в пространстве междуэтажных перекрытий и ниже последних. Допустимая длина и уклон линии определяются диаметром трубы, высотой перекрытия или возможным расположением ее ниже последнего. Делать длинные отводные линии нежелательно, так как они усложняют эксплоатацию; а вместе с тем при высоте этажа в 3,5—4 *м* устройство добавочного стояка в ряде случаев оказывается более выгодным. По ОСТ ВСКХ 8427/73 наибольшая допускаемая в междуэтажном пространстве длина отводных труб для $d = 100$ *мм* — 7,5 *м* и для диаметра до 75 *мм* — 10 *м*. В подвалах они могут иметь большую длину.

В цехах при большом количестве приборов допускаются линии значительного протяжения. При длине более 12 *м* на конце их должен устраиваться добавочный вентиляционный стояк диаметром, равным диаметру отводной трубы во избежание высасывания гидравлических затворов из приборов при спуске жидкости.

Общим правилом для всей сети является то, что трубы не могут спускать сточную жидкость в трубы меньшего диаметра, так как это могло бы вызвать переполнение последних и переливание жидкости через приемники.

Уклоны труб внутренней сети должны обеспечивать хорошую промывку трубопроводов.

Минимальный уклон для отводных труб от приемников до стояков рекомендуется: для 50 *мм*—0,035, для 100 *мм*—0,025, в крайнем случае допускается соответственно 0,025 и 0,012. Лучше делать уклон больше, в особенности для труб небольшого диаметра и при сильно загрязненной жидкости.

Для сокращения длины трубопроводов санитарные приборы следует располагать группами ближе друг к другу и по этажам одни над другими.

Во избежание проникновения газов из канализационной сети внутрь помещения все приемники должны быть отделены от сети гидравлическими затворами.

Все трубопроводы внутри зданий укрепляются не реже чем через 2 *м* хомутами, скобами, крюками или столбиками (в подвалах) с тем, чтобы никакие перемещения труб (провисание, сдвиги, просадка) не имели места.

Если трубы изгибаются, пересекаются и т. п., то устраивают отверстия (ревизии) для их осмотра и прочистки. Эти отверстия герметически закрываются фланцем на резиновой прокладке.

Для лучшего стока жидкости пересечение труб делается фасонными частями, гарантирующими встречу потоков под острым углом.

Каналы и колодцы

При канализации цехов сточная жидкость протекает как по открытым или закрытым лоткам, так и по каналам и трубопроводам. Жидкость движется в них самотеком и заполняет лишь часть их сечения.

В соответствии со своим назначением употребляются каналы: бетонные, железобетонные, кирпичные и деревянные; трубы чугунные, каменно-керамические, железобетонные, асбоцементные и деревянные. Ведутся опыты использования для сточных вод диабазовых и других труб.

Бетонные лотки выполняются в полу промышленных зданий по соседству с мойками, чанами и барками, из которых спускаются сточные воды. Размеры лотков определяются по количеству сточной жидкости, гидравли-

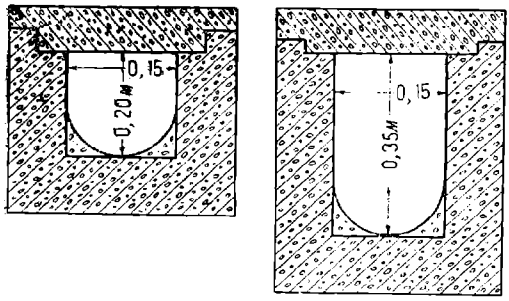


Рис. 146. Лотки.

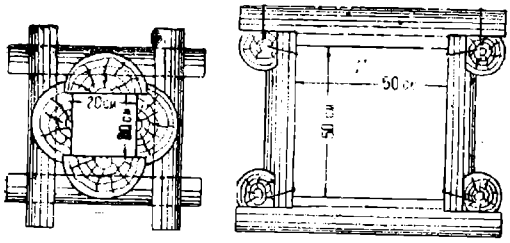


Рис. 147. Деревянные каналы.

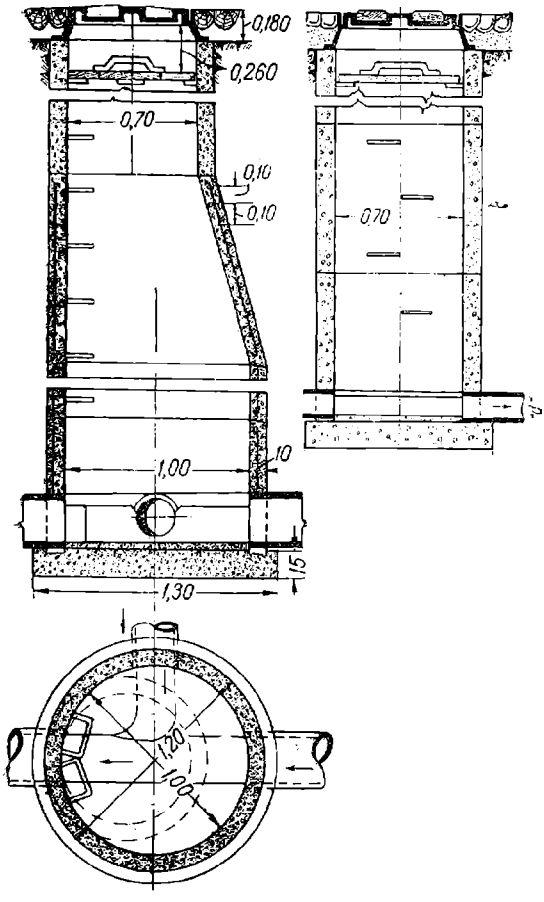


Рис. 148. Колодец из колец.

ческому радиусу сечения и уклону, которые могут быть сделаны любыми. Нормально однако каждый лоток делается одинаковой ширины; сечение же его изменяется за счет высоты. Низ лотка выполняется полукруглого сечения. Сверху лоток перекрывается бетонными плитами (рис. 146); размеры деталей лотков видны на рисунках. Лотки могут перекрываться также рифленым железом или ввиду его дефицитности—деревом. Когда лотки собирают в цеху стоки с пола, то они покрываются чугунной решеткой. Под решетку кладется угловое железо, прочно заделываемое в стенки. Для водонепроницаемости лотки нередко покрывают слоем цементной штукатурки с церезитом.

Недостатками деревянных каналов являются гниение их и водопроницаемость. Однако применение дерева может быть вполне рационально в случае вод щелочных, кислотных, разъедающе действующих на другие материалы. Примерами деревянных каналов могут служить представленные на рис. 147.

Наиболее употребительные в канализации каменно-керамические трубы применяются в дворовой и наружной сети.

На дворовой сети и на присоединениях ее к уличным коллекторам ставятся смотровые колодцы.

Колодцы чаще всего выполняются из железобетонных или бетонных колец, набивного бетона и кирпича. Примером колодцев из колец могут служить представленные на рис. 148. Как видно, в колодцах жидкость течет по открытому лотку того же диаметра, что и труба. Это дает возможность наблюдать за работой отдельных участков сети и при необходимости прочищать их. Для спуска в колодцы устраиваются скобы чугунные или железные.

Сверху колодцы закрываются чугунными крышками на таких же

люках. На рисунке крышки изображены с четырьмя деревянными шашками, которые пропитываются раствором, предохраняющим их от гниения. Нередко вместо шашек крышки заделывают асфальтом. Верх крышки должен следовать мостовой, не выступая над ней и не создавая опасности заливания колодца поверхностными водами. Под наружной крышкой в местности, не заливаемой водой, колодец имеет вторую крышку из полукотельного железа или деревянную осмоленную (что делается чаще). Она помещается ниже верха люка не более чем на 0,4 *м*, чтобы ее возможно было удобно открыть сверху.

Кирпичные колодцы лучше делать из лекального кирпича, который имеет две стороны, образованные по окружности, и две — по радиусу. Чаще выполняют колодцы из обыкновенного кирпича. Диаметр смотрового колодца понизу вообще должен быть не менее 1 *м*; если же в нем сходятся

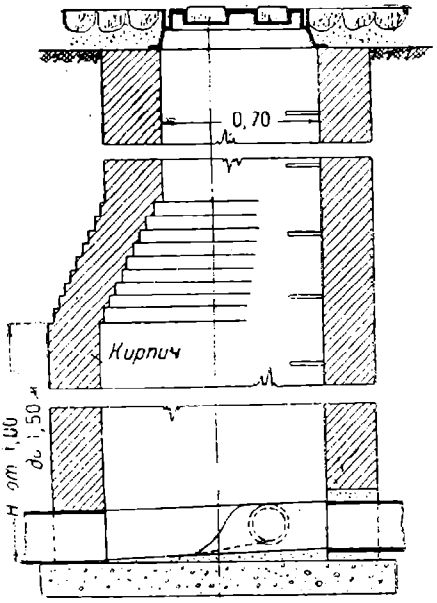


Рис. 149. Кирпичный колодец.

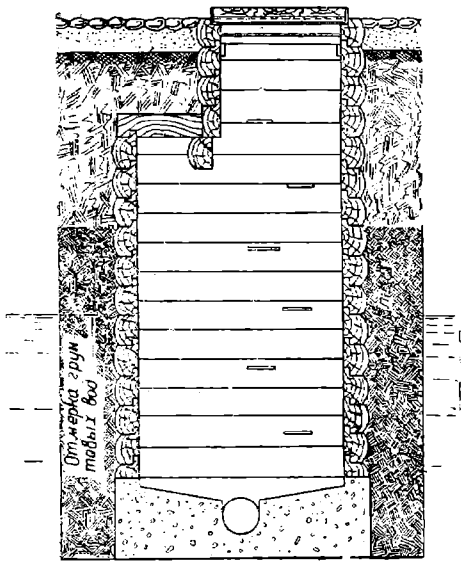


Рис. 150. Деревянный колодец.

три или более линий или же диаметр главной равен 200—250 *мм* и более, то размеры колодцев берутся большими. Тип такого колодца дан на рис. 149.

Кирпичные колодцы выкладываются на месте, что требует больше времени, чем сборка из заранее заготовленных колец. Кирпичные колодцы требуют также больше транспорта и вообще стоят дороже, чем бетонные. Кроме того нередко лекальный кирпич, наиболее подходящий для этих колодцев, бывает трудно достать. Кирпич вообще должен быть высокого качества. Поэтому в последнее время в этой области кирпич вытесняется бетоном и железобетоном.

Деревянные смотровые колодцы имеют ряд недостатков. В сухих песчаных грунтах они быстро сгнивают (через 5—7 лет), в водянистых пропускают в себя грунтовую воду и тем вызывают излишнее наполнение сети. Однако при благоприятных обстоятельствах и наличии лесного материала они могут быть использованы преимущественно в качестве временных на каменно-керамических или бетонных линиях и в качестве постоянных на деревянных каналах. Нижняя часть колодца при керамической сети делается из бетона (рис. 150). При наличии грунтовых вод колодец обкладывается глиной на 0,5 *м* выше уровня их.

При устройстве колодцев наиболее важными являются—правильная в них профилировка лотка, минимальная шероховатость его стенок, плавность поворотов и слияния отдельных ответвлений. Поэтому подведение боковых лотков к главному и изменение направления делаются по касательным возможно большего радиуса.

Вытяжные трубы

Каждый стояк (в частности фановый) цеха или здания должен заканчиваться вытяжной трубой или к ней просоединяться. Соединение нескольких вытяжных труб в одну допускается лишь в исключительных случаях, когда иное решение менее целесообразно. Внутри зданий вытяжные трубы — чугунные. Но могут быть в целях экономии металла допущены трубы асбоцементные, бетонные или керамические при условии полной непроницаемости для воды и газов. В пределах чердачного помещения и выше крыши вытяжные трубы могут выполняться из парсового железа (1,5 *мм*), из оцинкованного или черного кровельного железа, окрашенного с обеих сторон.

Стыки труб необходимо заделывать герметично. Не допускается выводить вытяжные трубы в дымовые (от печей) и вентиляционные каналы.

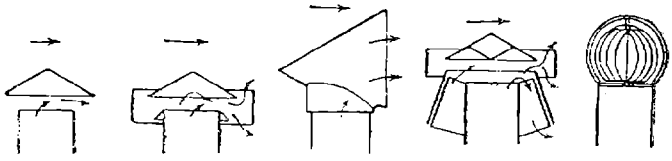


Рис. 151. Дефлекторы.

Вытяжная труба должна подниматься выше крыши в месте пересечения с последней не менее чем на 0,7 *м*. Расположение ее должно быть таково, чтобы канализационные газы не могли проникать в соседние помещения.

Расстояние вытяжной трубы от соседних окон, дверей и т. п. по горизонтали должно быть не менее 3,5—4 *м*. При меньшем расстоянии она должна быть поднята выше соседнего здания на 1 *м*.

Через каждые 2 *м* вытяжные трубы должны укрепляться скобами или хомутами; направления труб должны быть по возможности без каких-либо искривлений.

Диаметр вытяжной трубы должен быть в местностях с теплым климатом или при расположении в утепленном помещении не меньше диаметра соответствующего стояка.

В местности с холодным климатом, учитывая возможность образования инея внутри трубы (на чердаках, в неотапливаемых помещениях) вытяжная труба выполняется диаметром на 50 *мм* больше, чем стояк. В США иногда устраивают утепление вытяжной трубы с помощью теплоизоляционных материалов или создают вокруг нее воздушную прослойку в 25 *мм*. Устройства по утеплению обходятся дорого и не дают существенных преимуществ.

При объединении вытяжных труб в одну (что нежелательно) площадь поперечного сечения общей трубы должна быть не менее площади наибольшей, увеличенной на половину суммы площадей всех остальных труб, примыкающих к общей трубе.

Для защиты вытяжной трубы от атмосферных осадков, а также для предохранения ее от попадания посторонних предметов применяются дефлекторы („флюгарки") — специальные колпаки, устраиваемые над трубой. Применяются весьма разнообразные типы дефлекторов (рис. 151). Вращающиеся по ветру конструкции должны быть отвергнуты; при обмерзании, заедании или порче их (что случается очень часто) они ухудшают работу вытяжных стояков. Сложные типы также нецелесообразны.

Дворовая и внутриквартальная сеть

Дворовая сеть — это система каналов и колодцев, находящихся вне цеха или здания, собирающая жидкость от всех выпусков (при общесплавной системе и от дождеприемников) и проводящая ее к контрольному колодцу на улице или в уличный коллектор. В промышленном предприятии, имеющем свою самостоятельную канализационную систему, понятие „дворовая сеть" сближается с „уличной сетью".

Глубина заложения дворовой сети должна быть более глубины промерзания грунта в данном месте.

Глубина промерзания зависит от климата. В условиях средней полосы СССР она составляет 1,5—1,7 *м*. Вместе с тем на нее существенно влияет и характер грунта. Однако укладывать трубы на необходимую глубину часто не представляется возможным вследствие относительно мелкого заложения уличной трубы, большой длины дворовой сети или же обратного от улицы уклона самого двора. В этом случае приходится верхнюю часть дворовой сети укладывать в пределах глубины промерзания грунта, утепляя ее опилками, соломой, кострой, очесами, шлаком и т. п. При выборе утепляющего материала необходимо считаться с его долговечностью. Минимальная глубина допускается в 0,7 *м*, но в суровом климате она конечно должна быть больше. В теплом климате класть трубы мельче нежелательно во избежание возможного повреждения их перемещающимися сверху тяжестями.

Укладка сборных канализационных труб вне здания представляет следующие преимущества: возможность применения керамических и других неметаллических труб, лучшие санитарные условия для здания в случае засорения, ремонта и т. п. Недостатки ее: высокая стоимость устройства вследствие необходимости земляных работ и смотровых колодцев, усложнение эксплоатации в зимнее время.

Основные требования к дворовой сети — правильность укладки при соблюдении допустимых уклонов, герметичность, обеспечивающая грунт от загрязнения сточными водами и трубопроводы от проникновения в них грунтовых вод, надежность эксплоатации и удобство обслуживания в случае засорения или повреждения.

При канализовании зданий в США часто главную внутреннюю канализационную трубу прокладывают по подвалу. Этот способ во многих случаях имеет преимущества и может иметь широкое распространение в канализации цехов и некоторых больших зданий.

Диаметры труб для дворовой сети или главной линии по правилам II Всесоюзного съезда водоснабжения и сантехники для зданий средней величины должны быть: при раздельной системе канализации 125 *мм*, при общесплавной системе канализации 150 и 200 *мм*.

По правилам канализования владений г. Москвы диаметр труб дворовой сети должен быть 150 *мм*.

Для строящихся в настоящее время крупных гражданских и в особенности промышленных зданий, а тем более для группы их эти диаметры оказываются нередко недостаточными. Тогда дворовую сеть приходится рассчитывать.

Уклоны труб согласно постановлению II (XIV) Всесоюзного водопроводного и санитарно-технического съезда должны быть следующие (табл. 45а).

Уклон должен быть не более 0,10, в крайнем случае — 0,15. При большем уклоне необходимо проверить получающуюся скорость, которая не должна быть более 4,0—4,5 *м/сек*.

Таблица 45а.

Диаметр в *мм*	Необходимый уклон	Минимальный допустимый уклон
125	0,015	0,010
150	0,012	0,008
200	0,010	0,006
250	0,008	0,005
300	0,006	0,004

По московским правилам нормальный уклон должен быть для 125 *мм*—0,02 и для 150 *мм*—0,015.

Дворовая сеть прокладывается в местах легко и всегда доступных, не заливаемых и не застраиваемых. Если же последнее неизбежно, то приходится перестраивать сеть, вводить добавочные ревизионные колодцы, перекладывать трубы.

Направление трубопроводов делается по возможности прямым и коротким во избежание излишнего заглубления и связанного с этим удорожания устройства. Вместе с тем желательно, чтобы основные трубопроводы шли параллельно стенам здания. Однако слишком близкое расположение (ближе 2 *м*), в особенности при мелком фундаменте, недопустимо, так как при разрытии траншеи, несмотря даже на обязательно производящееся крепление ее, соседний с ней грунт ослабевает и сдвигается. Просадка грунта влечет осадку фундамента, образование трещин в кладке здания, а иногда может быть даже и более серьезное повреждение его. Поэтому может оказаться целесообразным засыпать канаву, оставив в ней крепление боков. Самые трубы в таком случае делаются чугунные. Особенно нежелательно прокладывать трубы близко от грунтовых колодцев, ледников, погребов и тому подобных мест, важных с санитарной точки зрения. Но если это неизбежно, трубы кладутся чугунные В равной мере не следует пересекать бывших выгребных ям. Находящиеся в них нечистоты содержат вещества, разъедающие материал трубы, что может отразиться на ее прочности и кроме того в таких местах получаются просадка труб и их повреждение.

Расстояние дворовой линии от здания при обычных условиях делается не более 3—4 *м* с тем, чтобы не удлинять расстояние между ближайшей к стене ревизией на выпускной трубе и смотровым колодцем.

На всех поворотах дворовой линии, а также на пересечении труб, на переломах уклонов их делаются смотровые колодцы. Всякого рода ревизионные отверстия с крышкой и особенно ревизии, засыпаемые грунтом, недопустимы, так как хотя они удешевляют стоимость первоначального устройства, но значительно усложняют и удорожают эксплоатацию и ухудшают санитарное состояние канализации.

В случае необходимости удешевления стоимости работ допускают устройство вместо колодцев тройников на соединениях выпусков из зданий с главной линией. Однако при этом требуется, чтобы последняя на данном участке была прямой, чтобы тройник находился между колодцами в расстоянии от одного из них не более 20 *м*. Расстояние выпускного колодца от стояка в здании должно быть для удобства прочистки не более 7 *м* (по американским нормам не более 10 *м*).

Расстояние между колодцами на прямых линиях делается не более 50 *м*. Все эти требования имеют своей целью обеспечить возможность удобной прочистки трубопроводов в случае их засорения в каком-либо участке.

Внутриквартальная сеть в зависимости от размеров и своего положения может приближаться или к дворовой или уличной сети; в некоторых случаях она носит ярко выраженный характер — внутриквартальный. Естественно, что требования к ней по местным условиям могут быть совершенно различны. В верхних частях сети квартала она ничем по существу не выделяется от обыкновенной — дворовой. Устройство на ней колодцев для выпусков из зданий не представляет затруднений даже при работающей линии. Наоборот, в нижней части внутриквартальной сети непосредственное присоединение к ней многочисленных выпусков является более сложным делом. Здесь может оказаться уместным устройство выпускной сети у здания, которая присоединяется затем в 1—2 колодцах к внутриквартальной сети.

Когда расстояния от здания до внутриквартальной сети значительны (10—15 *м* и более) или же когда здание расположено перпендикулярно

к наружной канализационной линий, вдоль него устраивают выпускную сеть. Вообще же вопрос о присоединениях здания решается каждый раз на основе учета местных условий.

Внутриквартальная сеть в зависимости от ее пропускной способности укладывается в одних случаях без расчета, в других же обязательно после предварительных гидравлических расчетов. Уклоны внутриквартальной сети, а также и другие аналогичные требования принимаются в соответствии с правилами и нормами уличной сети.

ГЛАВА 13

ОСНОВАНИЯ РАСЧЕТА КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

Общие условия движения сточных вод

Движение сточных вод по трубопроводам сильно отличается от протекания чистой жидкости и не может быть рассматриваемо под углом зрения только одних законов гидравлики. Сточная жидкость кроме воды содержит жидкие и твердые вещества: жир, мыло, бумагу, песок, металлические стружки, окалину, корье, шерсть и т. д.

Из этой смеси легко выпадают осадки, образуются жировые отложения; засорение может вызвать полное закупоривание труб.

Чем меньше диаметр трубы, тем легче возможность ее засорения застрявшими твердыми предметами. С другой стороны, чем больше ее диаметр, тем меньше при данном количестве сточных вод скорость течения. При $V = 0{,}35 - 0{,}25$ *м/сек* из жидкости происходит выпадение песка и других примесей. Особенно это опасно в канализационной сети для промышленных вод.

Весьма важно соотношение между количеством твердых примесей и воды в сточной жидкости. Конечно чем относительно меньше будет твердых веществ, тем лучшие условия будут для течения, тем меньше будет опасность засорения труб. Необходимо учесть, что расход сточных вод в цехе или здании весьма неравномерен. В цехах расход зависит от производственной нагрузки и особенно возрастает во время перерыва на обед, а также в конце смен. В жилых зданиях он увеличивается в утренние часы, а также вечером (принятие ванны и пр.). В некоторые моменты трубы работают почти полным сечением, в другие — расход жидкости уменьшается до полного его прекращения.

Равномерная загрузка канализационной системы и благоприятные условия движения жидкости зависят от режима работы цеха в течение суток (жалательна круглосуточная), от крупности жилого здания, от количества в нем санитарных приборов. Разновременный спуск малых порций жидкости, в особенности при слабом разжижении твердых веществ, является фактором неблагоприятным, так же при этом трубы легко засоряются осадками. Наоборот, большой расход сильно разжиженной жидкости способствует промыванию загрязненных труб.

Указанные условия различны не только для разных городов, местностей, характера производства, быта и климата, но даже для двух соседних и по виду почти одинаковых зданий. Таким образом установление общих зависимостей и норм для канализации зданий весьма затруднительно и может быть сделано лишь с большими оговорками.

Условия движения сточной жидкости в большой степени зависят от характера трубопроводов, числа и радиуса поворотов, величины уклона.

В стояке все сечение в той или другой мере принимает участие в работе. Характер движения сточных вод в стояке зависит от его высоты, от угла, под которым жидкость попадает в стояк, от скорости ее входа и от количества самой жидкости.

Если в стояк изливается при малой скорости небольшое количество жидкости, то при этом в нем могут образоваться осадки.

При большом расходе жидкости она падает в стояке, соприкасаясь со стенками трубы. Движение ее здесь весьма сложно и каждый раз различно.

Скорость падения жидкости, если не принимать во внимание сопротивления воздуха и трения стенок трубы, выражается, как известно, формулой:

$$v = \sqrt{2gh} = 4{,}42\sqrt{h}\ м/сек.$$

Эта теоретическая скорость достигает большой величины. Например при высоте падения в 10 *м* она составляет уже 14 *м/сек*. Понятно, что при этом жидкость, падая, увлекает за собой находящийся в стояке выше нее воздух и, как поршень, толкает вниз воздух, встречающийся ей при падении.

Нередко вода падает в стояке не сплошной массой, но отдельными порциями через очень короткие промежутки времени. В этом случае вниз движется смесь сточной жидкости и воздуха, который в свою очередь во время падения может сжиматься или расширяться в зависимости от того, замедляется или ускоряется нижняя часть жидкости относительно верхней. Процесс соответственно усложняется, если одновременно происходит спуск из приемников в разных этажах, а также от сжатия столба воздуха в нижней части стояка, от сопротивления падению, от наличия на стояке изгибов и т. п.

На самом деле скорость падения жидкости возрастает менее быстро, чем это следует из вышеуказанной формулы, так как сопротивления движению увеличиваются пропорционально квадрату возрастания скорости. Если скорость возрастает в 5 раз, то сопротивления увеличатся в 25 раз.

Переход жидкости от вертикального падения к наклонному стоку происходит также различно. При небольших расходах спускаемой жидкости здесь образуются осадки. Нередко в этом месте возникает удар жидкости, и создавшаяся скорость падения может стать равной нулю. В таком случае дальнейшее движение происходит вследствие наличия уклона труб.

Уклон каналов и трубопроводов

Чтобы канализация не засорялась, сточная жидкость должна двигаться со скоростью, при которой не только не происходило бы выпадение, но даже смывались случайно образовавшиеся осадки. Такая скорость самоочищения зависит от характера осадков, особенно промышленных, различна для разных диаметров труб и для небольших труб достаточно велика.

По английским данным эта скорость для домовой канализации требовалась некогда около 1,4 *м/сек*; она была выведена из условий колебания расхода для половинного наполнения сечения труб.

По C. Thomson минимум скорости для небольших диаметров считается 0,9 *м/сек*. Рекомендуемые в Англии уклоны дают следующие скорости: для трубы 100 *мм* — 0,97 *м/сек*; для 125 *мм* — 1,02 *м/сек*: для 150 *мм* — 1,01 *м/сек*, т. е. в среднем около 1 *м/сек*. Такие скорости действительны при расходе воды на человека около 160 *л* и более. При меньших расходах воды скорость считается: для 100 *мм* — 1,12 *м/сек*; 125 *мм* — 1,13 *м/сек*; 150 *мм* — 1,09 *м/сек* или в среднем около 1,1 *м/сек*.

При наших небольших расходах воды самоочищающую скорость для труб 100—150 *мм* следует принимать выше, и ориентировочно можно считать ее примерно в следующих пределах:

Для расхода в сутки в *л/чел* . . .	20	40	60	80	100	120	150
Скорость в *м/сек*	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7

Для труб более 200—250 *мм* самоочищающую скорость можно принимать около 0,8 *м/сек*; для 300—450 *мм* — 0,7 *м/сек* и для 500 *мм* и более — 0,6 *м/сек*. В последнее время некоторые организации в качестве наименьшей расчетной скорости для наружной канализационной сети допускают 0,6 *м/сек*, тем самым признавая ее достаточной для сомоочищения.

Скорость v движения жидкости в каналах подчиняется законам гидравлики и определяется по формуле Шези:

$$v = c\sqrt{R \cdot i},$$

где $R = \frac{F}{p}$ — гидравлический радиус, представляющий отношение площади поперечного сечения канала, занятой водой к смоченному периметру сечения;

i — гидравлический уклон поверхности жидкости в канале, который при небольших диаметрах может считаться равным уклону канала;

c — коэфициент сопротивления, зависящий от трения жидкости о стенки, выражаемый различно разными экспериментаторами.

Таким образом достигнуть требуемой скорости можно увеличением гидравлического радиуса и уклона канала.

Гидравлический радиус при круглой трубе и полном ее наполнении будет равен четверти диаметра трубы, а именно:

$$R = \frac{F}{p} = \frac{\pi d^2}{4} : \pi d = \frac{d}{4}.$$

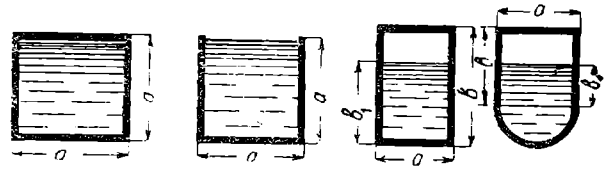


Рис. 152.

Ту же величину он имеет и при половинном наполнении трубы, а именно:

$$R = \frac{F}{p} = \frac{\pi d^2}{4 \cdot 2} : \frac{\pi d}{2} = \frac{d}{4}.$$

Но между половинным и полным наполнением круглого сечения гидравлический радиус больше, так как площадь сечения здесь возрастает больше, чем смачиваемый периметр. Максимум гидравлического радиуса имеет место при степени наполнения около 0,81 диаметра, т. е. это соответствует и наибольшей скорости движения жидкости. При наполнении меньше половины гидравлический радиус уменьшается, следовательно уменьшается и скорость движения жидкости.

Увеличение гидравлического радиуса возможно в весьма ограниченных пределах. Значит достижение необходимой скорости движения жидкости приходится преимущественно основывать на увеличении уклона канала, тем более что благодаря колебанию расхода в некоторые моменты при незначительном расходе гидравлический радиус бывает очень невелик. На рис. 152 изображены сечения каналов.

При некруглом сечении канала подсчет величины гидравлического радиуса также не представляет сложности. Рассмотрим этот вопрос для обычных сечений в условиях промышленных зданий.

При квадратном сечении со стороной a и полном наполнении:

$$F = a^2, \quad p = 4a, \quad R = \frac{F}{p} = \frac{a}{4}.$$

Если жидкость заполняет квадратное, открытое сверху сечение, то:

$$F = a^2, \quad p = 3a, \quad R = \frac{a}{3}.$$

Возьмем любое прямоугольное сечение шириной a, высотой b: при полном заполнении

$$R = \frac{a \cdot b}{2(a + b)}.$$

Если сечение заполнено только на высоту b_1, то:

$$R = \frac{a \cdot b}{a + 2b_1}.$$

При сечении полукругло-прямоугольном:

$$R = \frac{\frac{\pi a^2}{8} + a \cdot b}{\frac{\pi a}{2} + 2b_1}.$$

Подобным же образом можно подсчитать гидравлический радиус и для более сложных сечений: овоидального, лоткового и др.

По заданной скорости и выбранному наполнению каждый раз можно подсчитать требуемый уклон, если знать коэфициент c. Он по так называемой старой формуле Куттера выражается следующим образом:

$$c = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}.$$

Величина m называется коэфициентом сопротивления или шероховатости и по тому же Куттеру равна: 0,25 для керамических и бетонных труб, бывших в употреблении водопроводных труб, дощатых каналов; 0,30—0,35 — для гладких кирпичных каналов.

При $m = 0{,}25$ для половинного (или полного) наполнения старая формула Куттера имеет вид:

$$v = \frac{0{,}5\sqrt{d}}{0{,}5 + \sqrt{d}} \sqrt{d\,i},$$

где d — диаметр трубы.

Таблица 46

Расход жидкости в канализационных трубах в *л/мин* при половинном наполнении

Уклон	*м/сек* *л/мин*	Диаметр в *мм*										
		25	30	35	40	50	60	70	80	100	125	150
0,01	*v*	0,19	0,22	0,25	0,29	0,35	0,40	0,46	0,51	0,61	0,73	0,85
	Q	2,8	4,6	7,2	10,8	20,6	30,8	53	72	143	270	450
0,02	*v*	0,27	0,32	0,36	0,40	0,49	0,57	0,65	0,72	0,87	1,04	1,21
	Q	3,9	6,8	10,3	15	28,9	46,7	75	108	204	385	640
0,03	*v*	0,33	0,39	0,44	0,49	0,60	0,70	0,80	0,89	1,06	1,27	1,47
	Q	4,8	8,2	12,7	18,3	34	57,3	82	134	249	470	780
0,04	*v*	0,38	0,45	0,51	0,57	0,69	0,81	0,92	1,02	1,22	1,46	1,69
	Q	5,6	9,7	14,7	21,4	40,6	66,1	106	153	286	540	895
0,05	*v*	0,42	0,50	0,57	0,64	0,77	0,90	1,03	1,15	1,37	1,64	1,90
	Q	6,2	10,6	16,4	24,0	45,4	73,7	119	173	322	607	1 007
0,06	*v*	0,47	0,55	0,62	0,70	0,85	0,99	1,13	1,25	1,50	1,79	2,08
	Q	6,9	11,6	17,8	26,2	50,0	81,2	130	188	352	662	1 102
0,07	*v*	0,50	0,59	0,67	0,76	0,92	1,07	1,22	1,35	1,62	1,94	2,24
	Q	7,3	12,5	19,3	28,1	54,2	87,5	140	204	380	717	1 193
0,08	*v*	0,54	0,63	0,72	0,81	0,98	1,15	1,30	1,45	1,73	2,07	2,40
	Q	7,9	13,3	20,7	30,4	57,8	94	150	218	406	765	1 270
0,09	*v*	0,57	0,67	0,76	0,86	1,04	1,21	1,38	1,53	1,83	2,19	2,54
	Q	8,41	14,2	21,9	32,2	61,2	99	159	230	430	810	1 345
0,10	*v*	0,60	0,71	0,81	0,90	1,09	1,28	1,45	1,62	1,94	2,32	2,68
	Q	8,8	15,0	23,3	33,7	64,1	105	167	245	455	860	1 420
0,15	*v*	0,74	0,86	0,99	1,11	1,34	1,57	1,78	1,98	2,37	2,84	3,28
	Q	10,9	18,2	28,5	41,6	79	129	205	299	580	1 050	1 740
0,20	*v*	0,85	1,00	1,14	1,28	1,55	1,81	2,06	2,29	2,74	3,28	3,79
	Q	12,5	21,2	32,9	48,0	91	148	238	345	642	1 215	2 010
0,25	*v*	0,95	1,12	1,28	1,43	1,73	2,02	2,30	2,57	3,07	3,66	4,24
	Q	14,0	23,7	36,9	53,7	102	165	266	388	720	1 355	2 245

Расход жидкости и скорость течения ее при различных уклонах и разных диаметрах круглых труб и при полном их наполнении, подсчитанные по указанной формуле, приведены в табл. 46. В ней скорость дана в *м/сек*, а расход — в *л/мин*.

Нередко нужно бывает знать расход жидкости Q и скорость v ее движения при любой степени наполнения трубы. Для этой цели можно пользоваться графиком, представленным на рис. 153. На нем изображены средние кривые, характеризующие изменения расхода и скорости жидкости в зависимости от изменения степени наполнения от 0 до 1,0. Последняя соответствует полному заполнению и равна диаметру. Расход и скорость приняты также за 1 (относительная величина их откладывается по оси абсцисс). Как видно из графика, скорость движения жидкости имеет максимум при степени наполнения около 0,81 диаметра. Наибольший расход жидкости может протечь по трубе при степени заполнения около 0,9 диаметра.

При половинном наполнении относительная скорость $v = 1$, т. е. одинакова с такой же при полном наполнении, а относительный расход равен соответственно $Q = 0{,}5$ расхода при заполненной трубе. Таким образом можно делать определения для любого заполнения.

Нередко у нас рассчитывают канализационную сеть также по формуле Маннинга (с коэфициентом шероховатости $n = 0{,}013$), представленной в следующем виде:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot i^{1/2},$$

или, если подставить значение n, то получим:

$$v = 77 R^{2/3} \cdot i^{1/2}.$$

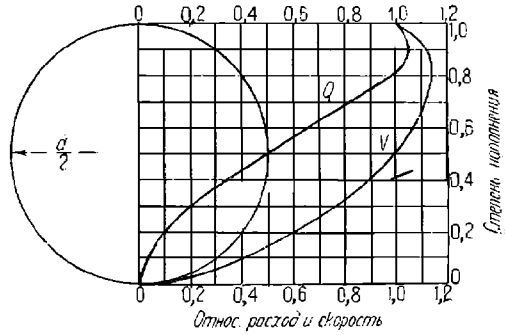


Рис. 153.

Из условий более удобной прокладки отводных линий в междуэтажных перекрытиях, а также во избежание излишнего заглубления в землю дворовой канализационной сети большой уклон нежелателен. С другой стороны, слишком малый уклон отразится на засорении трубопроводов.

В качестве минимальных допустимых уклонов принимаются следующие:

Таблица 47

Диаметр в *мм*	50	75	100	125	150	200	250	300
Уклон	0,025	0,015	0,012	0,010	0,008	0,006	0,005	0,004
Скорость в *м/сек*	0,55	0,58	0,66	0,73	0,76	0,82	0,88	0,91

Приведенные в таблице скорости при полном наполнении показывают, что для мелких диаметров получающаяся скорость невелика. Поэтому не следует допускать уменьшение во внутренней и дворовой сети минимальных уклонов. В частности московскими правилами рекомендуются уклоны: для 50 *мм* — 0,035, для 75 *мм* — 0,025, 100 *мм* — 0,020, 125 *мм* — 0,015. Степень разжижения сточной жидкости и условия эксплоатации устройств имеют также большое значение. За границей, например в Англии и США, даже при большой норме водопотребления на жителя уклоны принимаются равными нашим. В Англии при меньшей норме водопотребления мини-

мальный уклон для каждого диаметра трубы считается равным единице, деленной на 10 диаметров, выраженных в дюймах, т. е. для 100 *мм* — 1 : 40 или 0,025.

Движение жидкости в стояках

Условия движения сточной жидкости в стояках изменяются при разном заполнении сечения трубы (т. е. различном количестве спускаемой жидкости), разной скорости, угле входа жидкости в стояк и т. д. Спуск жидкости в разных местах, высота стояка, степень вентиляции его изменяют характер падения. В канализационных стояках представляет известную опасность статический напор (выбрасывание жидкости через приемники). Статический напор может возникнуть только тогда, когда стояк наполнится до известной высоты. При незасоренном сечении это возможно разве лишь в том месте, где жидкость будет иметь наименьшую скорость, т. е. как раз у входа в стояк (при падении жидкости скорость увеличивается). Скорость же в месте впуска в стояк зависит от скорости в отводной трубе и угла узловой фасонной части, а именно от вертикальной слагающей этой скорости.

Следовательно пропускная способность фасонной части практически определяет пропускную способность стояка.

Пределом пропускной способности является то наибольшее количество жидкости, которое может пройти сквозь фитинг без подъема уровня ее в отводной трубе. Изучение этой пропускной способности производится спуском воды из бака в течение определенного времени в тройник или крестовину с одной стороны или с обеих одновременно, что влияет на величину пропускаемого количества. Одновременный спуск на разных уровнях повышает пропускную способность стояка. Теоретическим пределом является такой случай, когда жидкость, впускаемая во многих местах, заполняет весь стояк и течет вниз с максимальной, возможной в стояке данного диаметра скоростью. В условиях практического выполнения стояков такая пропускная способность не может быть достигнута. Как показали опыты в США и наши, пропускная способность стояка (при спуске воды) выражается формулой:

$$Q_{max} = kd^2.$$

Если d выразить в *см*, то по нашим опытам $k = 7{,}3$ *л/мин* для прямых тройников и $k = 13{,}3$ *л/мин* для косых 45° тройников, т. е.

$$Q_{max} = 7{,}3\, d^2 \text{ } л/мин;$$

$$Q_{max} = 13{,}3\, d^2 \text{ } л/мин.$$

При расчете стояков необходимо учитывать возможность отложения осадков на стенках трубы и спуск сточной жидкости со всякого рода засорителями. Поэтому приведенные цифры должны быть уменьшены в соответствии с качеством жидкости.

Кроме впускной фасонной части статическое давление может возникнуть и в месте соединения стояка со сборной отводной трубой. Во избежание этого в США рекомендуют сборную трубу и соединительную фасонную часть для стояка делать диаметром на 25 *мм* больше, чем у стояка.

При незначительных расходах жидкость стекает по стенкам трубы мелкими струйками. Если жидкость не покрывает всей внутренней поверхности, то при обмывании стенок она опускается по спирали. Это объясняется различными сопротивлениями движению от неровности стенок и т. п. Когда расход жидкости увеличивается (заполнение сечения составляет примерно 20—30%), сопротивление воздуха возрастает настолько, что поперек сечения образуются водяные диафрагмы, которые задерживают на короткие моменты движение верхних струек воды, превращаются как бы в водяной поршень. Это еще более увеличивает сопроти-

вление воздуха; он прорывает диафрагму, — вода отбрасывается к стенкам, частью падает в виде брызг. Затем опять возникает такой же поршень и т. д. Число таких циклов увеличивается по мере возрастания расхода жидкости. Указанным характером движения отчасти объясняются происходящие колебания давления (и уровня воды в сифонах) при спуске по стояку.

Этот характер движения жидкости преимущественно по стенкам трубы сближает работу стояков при частичном и при полном заполнении сечения. Сопротивление движению в обоих случаях возрастает пропорционально второй степени скорости. Так как скорость возрастает медленнее, чем сопротивление движению, то в результате при определенных условиях (диаметр, шероховатость трубы) скорость вообще не может превзойти некоторой величины.

Практическое изучение падения жидкости в стояках, когда она полностью покрывает внутренние стенки, показало: 1) предельная скорость движения жидкости достигается при сравнительно коротком падении; 2) максимум скорости в стояке возрастает с увеличением количества спускаемой жидкости; 3) чем меньше расход жидкости, тем короче высота, при которой достигается максимальная скорость; 4) если в двух стояках спускается количество жидкости, пропорциональное площади поперечных сечений, то максимум скорости меньше и скорее достигается в стояке с меньшим диаметром; 5) при спуске одинакового количества жидкости по двум стоякам максимум скорости больше и достигается на большей длине падения у стояка с меньшим диаметром.

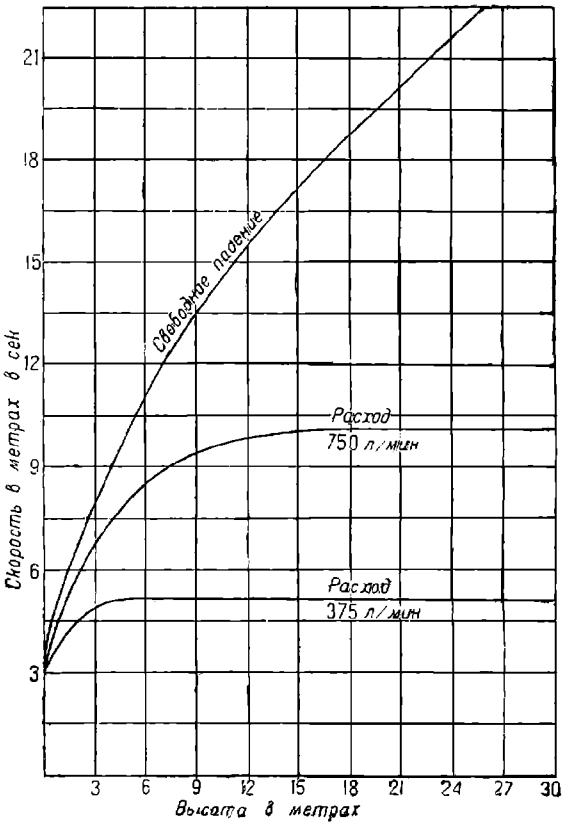


Рис. 154. Скорость падения жидкости в стояке.

Если жидкость покрывает стенки стояка только частично, то практически максимальная скорость незначительна, не зависит от диаметра стояка и достигается при коротком падении.

Если стояк целиком заполнен жидкостью, причем течение ее происходит под собственным напором, то максимальная скорость и высота падения, при которой эта скорость достигается, увеличиваются с увеличением диаметра стояка. Пределом такого заполнения практически является расход около 340 *л/мин* для 50-*мм* стояка и 760 *л/мин* — для стояка диаметром, в 75 *мм*, так как при этих расходах сечение труб уже заполняется периодически на короткой длине стояка и максимальная скорость близка к такой же при целиком заполненном стояке.

Эти положения частично характеризуются для 75-*мм* стояка (рис. 154). При расходе в 750 *л/мин* максимальная скорость движения жидкости составляет около 10 *м/сек* и достигается при высоте падения около 15 *м*, а при расходе в 375 *л/мин* — соответственно 5 *м/сек* при высоте падения 4 *м*.

Вывод из указанного: ограничение высоты стояка из опасений чрезвычайно большой скорости падения неосновательно.

В случае необходимости уменьшения скорости падения этого можно достичь введением в стояк специальных фасонных частей, перепадов.

Диаметры внутренней сети.

Минимальный диаметр отводных труб от отдельных приемников зависит от условий спуска сточной жидкости: ее количества и качества, от продолжительности спуска или секундного расхода. Эти отростки должны отводить все количество жидкости, которое подводится к приемникам, за то же время (кухонная раковина, душевой трап, писсуар, питьевой фонтанчик), или же опорожнять приемники в определенное время (ванна, ватерклозет). Нередко они должны удовлетворять и тому и другому условию: умывальник используется в виде таза; раковина служит для слива сразу большого количества воды после стирки.

Отводимые жидкости из писсуара, питьевого фонтанчика и умывальника или кухонной раковины отличаются друг от друга по своему санитарному характеру (запах, гниение) и образующимся осадкам.

Расчет внутренней водопроводной сети и эквиваленты истечения из различных кранов основаны на средних величинах. Канализация же должна обеспечить отведение максимального количества жидкости, которое может поступить в данный приемник.

Так, туалетный кран (с сеткой) может дать при разных напорах и степени открытия до 9 *л/мин*, но нормально изливает около 4 *л/мин*.

Кухонный водоразборный кран 13 *мм* для разных конструкций — до 30—40 *л/мин* и в условиях практического пользования — до 20 *л/мин*, но нормально изливает около 12 *л/мин*.

Разборный кран в 19 *мм*, употребляющийся для ванн, — до 60 *л/мин* и в условиях практического пользования — до 40 *л/мин*. Для двух кранов это составит до 80 *л/мин*.

Душевая сетка в 125 *мм* — до 60 *л/мин*. Для обычно применяющейся у нас 100-*мм* сетки можно считать до 40 *л/мин* и при небольшом давлении — до 20 *л/мин*.

Из ватерклозетного бачка спускается не менее 6 *л*, что считается нормальным; но для некоторых применяющихся у нас типов („Революционер") — до 10 *л*. Продолжительность смыва составляет —5 сек., в течение которых он неравномерен. Поэтому максимальный расход составляет около 2 *л/сек*, или 120 *л/мин*.

В соответствии с этим, а также с условиями обычного у нас напора во внутренней водопроводной сети принята следующая величина эквивалентности, в которой за единицу взят максимальный спуск в 20 *л/мин*:

Раковина или душ	1
Ванна	2—4
Стиральное корыто или мойка	2
Ватерклозет	6
Умывальник или писсуар	0,5
Питьевой фонтанчик	0,25

Эквивалент у ванны берется: меньший в обычных жилых зданиях и больший — в местах общего пользования, где должно быть обеспечено скорое опорожнение ванны. Если расход воды в душе или умывальнике выше указанных цифр, эквивалент соответственно увеличивается. В частности эквивалент душа может быть равен 2, а для больших сеток —3.

Подсчитанные по указанным расходам отводные трубы от отдельных приборов, кроме фановой, имеют небольшой диаметр (32—38 *мм*). Так как наименьший диаметр чугунных труб 50 *мм*, то это определяет выбор их. С другой стороны, итти на меньшие диаметры (даже в случае при-

менения газовых труб) в большинстве случаев нецелесообразно: в трубах всегда образуются отложения жира, солей и т. п. Это уменьшает сечение и ухудшает движение жидкости. Заниматься же частыми прочистками труб дорого и антисанитарно. Минимальные уклоны отводных линий от отдельно стоящих приборов при соответствующих диаметрах труб должны быть не менее нижеследующих (приняты ОСТ ВСКХ 8427/173 в качестве временных норм):

Таблица 48

Приборы	Диаметры	Уклоны
Питьевой фонтанчик	32	0,01
Умывальник	50	0,01
Душ или раковина	50	0,03
Мойка или стиральное корыто	50	0,04
Ванна в квартире	50	0,05
„ „ больнице или в общежитии	50	0,04
Унитазы	100	0,012
Писсуары	50	0,02

Если есть возможность, желательно фановую отводящую линию делать с уклоном 0,02—0,03 и больше. Диаметр ее, как и фановых стояков, у нас делается обязательно в 100 *мм*. Опыты, проведенные нами, и практика США показывают, что здесь возможно применение труб в 75 *мм* при высоком разжижении сточной жидкости и культурном обращении с приемником (не спускать в него тряпок, крупных предметов и т. п.). Это дает экономию в чугуне в 33%.

Пока этот вопрос у нас практически не проверен.

Минимальный диаметр отводных веток, обслуживающих ряд приемников, зависит как от расхода воды в последних, так и от процента одновременности действия их.

В качестве предварительных временных норм одновременности действия канализационных приборов можно принять следующие, выраженные в процентах:

Таблица 49

Приборы	Производственные помещение	Жилые здания	Общежития	Школы	Клубы	Больницы	Фабрики-кухни
Раковины	По потребности	20	20	50	10	20	20
Умывальные краны	60	30	60	30	20	10	20
Души	100	30	80	100	100	50	100
Ванны	—	15	30	—	—	80	—
Мойки (на кран)	—	—	20	20	20	80	30
Клозетные чаши	6	3	6	6	3	3	3

Примечание. В больницах специального назначения (водолечебницы и т. п.) процент одновременности действия приборов устанавливается по особым требованиям.

На основе вышеприведенных данных и расчетного стока жидкости возможно каждый раз определить диаметр и уклон отводных веток с достаточной точностью. Однако такие расчеты целесообразны лишь в случае большого числа приборов, особенно крупных размеров здания и т. п. В ряде случаев вполне достаточно иметь хотя бы приблизительные данные о требуемых диаметрах и уклонах отводных труб.

Применительно к приведенным выше условиям работы можно принять следующие примерные нормы для определения минимальных диаметров и

уклонов отводных линий в зависимости от общего эквивалента стоящих на них приборов и среднего процента одновременности действия их (табл. 50).

Таблица 50

Эквивалент приборов	Диаметры труб при уклонах			
	0,01	0,02	0,03	0,04
1— 3	50	50	50	50
4— 5	63	63	50	50
6— 20	100	100	75	75
21— 40	100	100	100	100
41— 80	125	125	100	100
81—100	150	125	125	125

Таблица подсчитана на пропуск максимального расхода жидкости, который больше обычных в эксплоатации средних расходов (для наших приборов данной эквивалентности) в 2—3 раза. Поэтому расход жидкости для высшего эквивалента каждой строки отнесен к полному заполнению сечения трубы. Однако если в здании есть возможность проложить трубы с большим уклоном, не следует останавливаться на этих минимальных величинах: больший уклон и диаметр, естественно, гарантируют лучшие условия эксплоатации. Когда на отводной трубе имеются повороты или течет особенно загрязненная жидкость, выбирать небольшие диаметры следует лишь в случае крайности. В равной мере для душей, умывальников, когда коэфициент одновременности действия их близок к 100%, нельзя механически пользоваться таблицей, так как она относится лишь к средним коэфициентам одновременности.

Диаметр стояков делается в зависимости от диаметра тех отводных линий, которые спускают в стояк сточную жидкость, и должен быть не менее самого большого диаметра этих линий.

Для ватерклозетов, как указывалось, диаметр труб принимается не менее 100 *мм*.

Количество сточных вод и условия спуска их в производственной канализации отличаются исключительным разнообразием. Основными видами кроме хозяйственно-фекальных вод являются:

1. Стоки от охлаждения деталей, станков, агрегатов, двигателей, печей. Они имеют различную температуру в зависимости от характера охлаждаемого агрегата, причем температура колеблется также в зависимости от нагрузки его и режима водоснабжения. При условии постоянства температуры отходящей воды количество ее можно считать пропорциональным нагрузке или производительности агрегата. Канализация должна рассчитываться по максимальной нагрузке и максимальному расходу воды на измеритель (при небольшом температурном перепаде ее). Расход происходит длительное время и при выбранных условиях имеет постоянную величину.

2. Стоки отработанных вод, спускаемые в течение короткого времени из ванн, моек, чанов и т. п., после завершения определенного цикла работы. Их расход зависит от объема сточных вод, связанного с емкостью или производительностью данного агрегата и продолжительностью спуска. То или другое задается технологами данного производства или же может быть взято по аналогии с подобными же установками.

3. Стоки от обмывки машин (например в гаражах), смыва окалины и т. п., образующиеся от действия струи поливочного крана, пожарного брандспойта и т. д. Расход их определяется по количеству одновременно действующих струй и размеру последних.

4. Стоки от лабораторных и других приемников (моек, раковин и пр.), хотя и аналогичны хозяйственным, но условия работы их зависят от характера производства. Расход воды в данном случае определяется по размеру обслуживаемых водопроводных кранов и приборов и условиям их действия.

5. Стоки атмосферных вод, собираемых с крыш и в больших цехах, пропускаемые по внутренней водосточной системе, независимой или объединенной с производственной канализацией. Расход подсчитывается по площади проекции крыши и количеству выпадающих осадков по методу предельных интенсивностей.

Определение диаметров основных канализационных труб или сечения каналов в цеху производится по максимальному расходу сточной жидкости. Уклон берется по скорости движения ее, но по возможности не менее 0,01.

Выпуска из цеха делаются того же диаметра, что и трубопроводы, подводящие к ним сточную жидкость.

Канализация многоэтажных зданий башенного типа рассчитывается по максимальному расходу, причем в зданиях, где основная часть приемников отводит сточную жидкость от санитарных приборов, возможно применение их эквивалентов.

ГЛАВА 14

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Сифоны

В канализационной сети — наружной и внутренней — из сточной жидкости могут выделяться зловонные и горючие газы. Они могут также проникать и собираться в сети труб из грунта, из поврежденных по соседству труб газовой сети и пр. Кроме антисанитарных свойств газов (запах, вредность для здоровья), некоторые из них в присутствии огня взрываются, что служит причиной многих несчастных случаев. Поэтому при устройстве канализации необходимо предусматривать защитные мероприятия от проникновения из нее в здание указанных газов или воздуха и удалять их из сети.

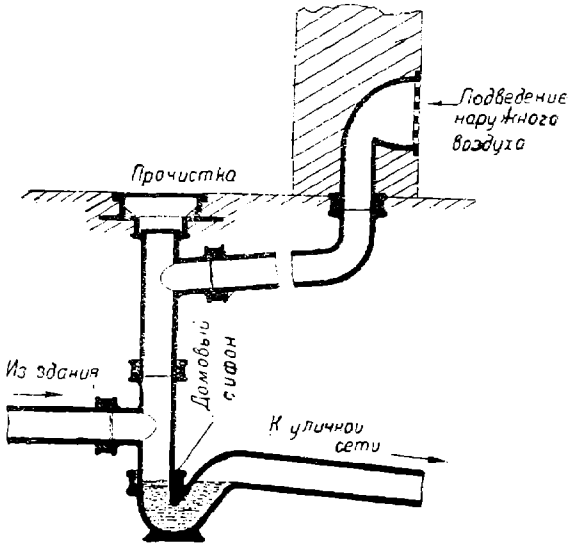


Рис. 155. Домовый сифон.

Таким мероприятием является прежде всего система вентиляции канализационной сети.

В практике имеют применение два типа ее: раздельная вентиляция внутренней и наружной канализационной сети и общая вентиляция этих обеих сетей. Первый тип нашел применение в Англии, в некоторых штатах США и местами в некоторых других странах. Принцип этой системы состоит в устройстве домового сифона, отделяющего внутреннюю сеть от наружной. Воздух во внутреннюю сеть подводится специальной трубой с решеткой (рис. 155). Такое устройство повышает опасность засорения внутренней канализации, требует специальных вентиляционных устройств также для наружной сети, не давая каких-либо преимуществ.

Поэтому в последнее время эта система перестает применяться даже в Англии, где разделение канализационного хозяйства на внутреннюю — частнособственническую и наружную — городскую создавало условия для сохранения домовых сифонов.

В советских условиях с технической и санитарной точек зрения получила распространение вторая система вентиляции — общая для наружной и внутренней сети. Вентиляция происходит через специальную приточную тумбу на тротуаре, городской колодец, дворовую сеть и стояки (рис. 156). Так как в последних воздух нагревается и поднимается кверху, то все время по этой цепи идут смена воздуха и вентиляция всех попутных колодцев.

При теплом климате без снежного покрова на улицах тумбы не ставятся, а для притока свежего воздуха применяются дырчатые крышки колодцев.

Для защиты помещений от проникновения в них воздуха и газов из канализационной сети через санитарные приемники непосредственно под последними (или в некоторых только случаях за группой их) ставится гидравлический затвор (сифон).

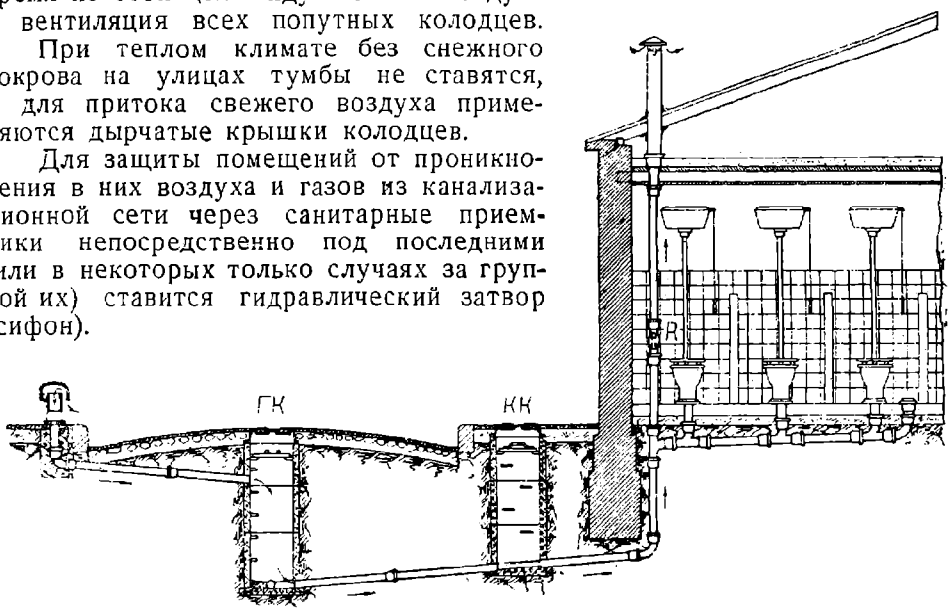


Рис. 156. Вентиляция сети.

Водяные затворы наиболее часто применяющихся у нас типов имеют вид буквы S или U. В зависимости от направления выводного конца сифона они называются прямыми, горизонтальными или косыми. Соответственно назначению сифонов их устройство должно быть таково, чтобы гидравлический затвор не нарушался ни при каких обстоятельствах. Для этого необходимо, чтобы столб воды в сифоне всегда закрывал целиком проходное сечение.

Опорожнение сифона возможно: 1) вследствие высасывания его благодаря создавшемуся разрежению в канализационной трубе, 2) при протекании через сифон жидкости с большой скоростью, которая, создав разрежение за гидравлическим затвором, увлекает воду из него, 3) при высыхании воды вследствие длительного бездействия приемника, 4) из-за повышения давления в канализационной трубе сверх атмосферного, вследствие чего вода из сифона выбрасывается в приемник. Не все эти случаи равно опасны; одним из главных требований, которое предъявляется к сифону, — сопротивляемость высасыванию, выбрасыванию или самосифонированию воды из затвора. Нередко к этой сопротивляемости сводят весь вопрос о сифонах; между тем это условие не единственное.

Не менее важным требованием является свободный, без механической помощи, пропуск сифоном спускаемой жидкости. В сифоне не должно образовываться осадков. Он должен самоочищаться. Внутренняя поверхность его должна быть гладкой и самосмываться при протекании жидкости. Отсюда вытекает необходимое условие, чтобы сифон не имел трещин,

раковин, отдулин, а также каких-либо внутренних выступов, способных задерживать примесь, находящейся в сточной воде.

В сифоне не должно быть невидимых и недоступных стенок, повреждение которых может повлечь проход канализационных газов в помещении.

В сифоне со стороны стока не допускается каких-либо набивок, соединений, пробок, создающих возможность легкого ослабления и прохода газов или сточной жидкости в помещение. Вместе с тем в сифоне должен быть доступ для прочистки его при засорении.

Для достижения большей устойчивости гидравлического затвора в сифоне обычно стараются увеличивать высоту слоя воды в нем. Однако наряду с этим возможно применение следующих мероприятий: 1) увеличение объема жидкости в сифоне, 2) создание более извилистого пути для движения воды в сифоне, 3) введение механизмов, препятствующих обратному течению воды, 4) создание вихревого движения воды при проходе через сифон.

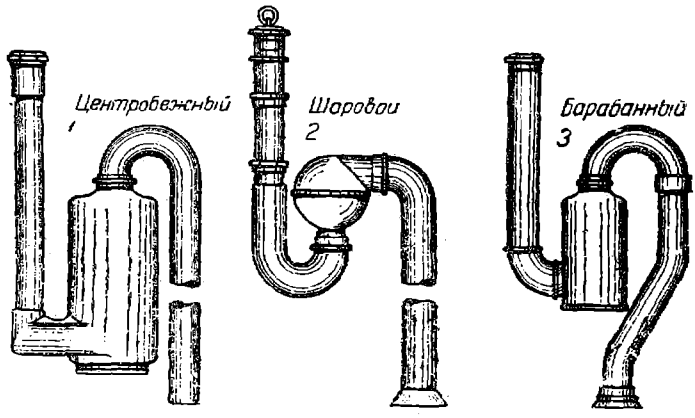


Рис. 157. Сифоны.

Все это улучшает сопротивление срыву гидравлического затвора. Однако за исключением последнего возрастает возможность засорения сифона. Поэтому увеличение высоты водяного затвора целесообразно лишь в известных пределах. Высота запирающего слоя воды должна быть не менее 100 *мм*; исключение представляют ватерклозеты; для них она допускается не менее 60 *мм*.

Увеличение объема воды в сифоне не дает существенного повышения устойчивости гидравлического затвора, зато уменьшает скорость движения воды, что способствует образованию осадков. Достоинство этого типа сифонов (барабанных и шаровых, рис. 157) заключается в том, что в нем гидравлический сифон успешно сохраняется при продолжительном бездействии прибора. Вообще в таких случаях скорость испарения воды из сифона зависит от температуры, влажности воздуха, скорости движения его, поверхности воды и пр. Ввиду сильного различия приведенных факторов и неизученности этого вопроса вообще точных данных о величине испарения в затворах не имеется. По американским данным практически считают, что за десятидневку столб воды в невентилируемом сифоне уменьшается примерно на 12,5 *мм*, в вентилируемом — на 25 *мм*; барабанные сифоны с небольшой поверхностью воды сохраняют затвор иногда до 6—12 месяцев. Вообще барабанные сифоны пригодны там, где сточные воды чисты или мало выделяют осадков.

Сифоны с удлиненным извилистым проходом путем введения перегородок (рис. 158,*1*) нежелательны и рядом канализационных правил запрещены. Хотя этот тип увеличивает сопротивление срыву гидравлического затвора, однако он увеличивает и опасность застревания твердых предметов. Кроме того в скрытых внутри перегородках возможно наличие или образование отверстий, трещин, дающих возможность проникновения канализационных газов в помещение. Принцип действия этих сифонов заключается в том, что в случае прорыва главного (верхнего) сифона оставшееся

количество воды бывает достаточно для образования сифона у низа перегородки.

Весьма интересна и надежна заграничная конструкция сифона, соединенного с ревизией (рис. 158,2). В этом случае высасывание водяного затвора невозможно благодаря хорошей его вентиляции непосредственно от стояка. Но в случае прорыва сифона гидравлический затвор образуется в нижней части прибора. При засорении сифона открывается верхнее ревизионное отверстие и грязь спускается через поднимающийся нижний клапан. Конечно он должен запираться вполне плотно.

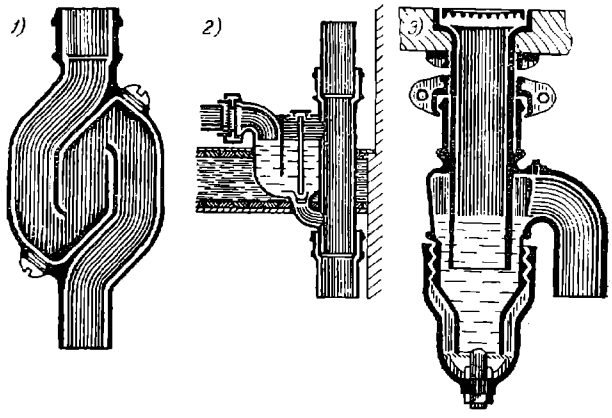


Рис. 158. Типы сифонов.

Недостатки сифона — сравнительная сложность и высокая стоимость.

В последнее время в зданиях общественного типа получают распространение фляжечные сифоны (рис. 158,*3*) с отвинчивающейся снизу крышкой. Такое устройство дает возможность хорошо прочищать сифон при его засорении. Самый сифон присоединяется к выпускной (из прибора) трубе также на резьбе.

Сифоны изготовляются с таким же диаметром, что и трубы, но не менее 38 *мм*. Диаметр сифона почти не оказывает влияния на стойкость гидравлического затвора, конечно при условии, что диаметр достаточно велик, чтобы пренебречь трением о стенки, задерживающим движение воды. Этому условию удовлетворяет минимальный диаметр — около 25 *мм*.

Увеличение глубины затвора не отражается на величине колебания уровня воды в нем. Опыты, проделанные над 50-*мм* U-образными сифонами, показывают, что расход воды по стояку оказывает сильное влияние на колебание уровня воды в сифоне. Величина же колебания на затворах высотой от 12 до 75 *см* при одних и тех же расходах в стояке примерно одинакова.

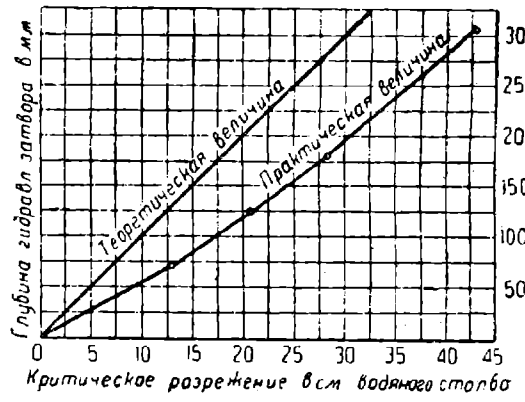


Рис. 159. Критическое разрежение в сифоне.

Что касается стойкости гидравлического затвора в отношении срыва его, то она в пределах практической высоты затвора прямо пропорциональна ей. Характер явления представлен на рис. 159. Как видно, для срыва затвора требуется разрежение в трубе, большее высоты гидравлического затвора на 50—70%. Например для срыва сифона в 50 *мм* требуется разрежение в 9 *см*.

Нередко вследствие испарения воды сифон бывает не вполне заполнен. Стойкость такого незаполненного сифона зависит от того, достаточен ли объем воды для заполнения низа сифона и противоположной давлению

вертикальной части его. Если достаточен, то стойкость сифона не уменьшается.

Сифоны с движущимися частями (клапаном, шаром) нередко бывают хороши по идее, но ненадежны в работе, так как при засорении отказывают в работе. Действие например шарового клапана основано на том, что при понижении уровня воды плавающий шар опускается и запирает отверстие; на практике это происходит не всегда.

Американские центробежные сифоны, в которых жидкость получает вихревое движение, надежны в эксплоатации, устойчивы против высасывания, не засоряются, но часто бывают громоздки и неудобны в размещении.

Самая опасность высасывания затвора в местах частого пользования санитарными приемниками не должна преувеличиваться; даже в редком случае прорыва при первом пользовании затвор будет восстановлен. Конечно над каждым приемником (ванна, раковина, умывальники и т. д.) должен находиться водопроводный кран для освежения и пополнения гидравлического затвора. Выбрасывание воды в приемник неопасно, потому что она опять стечет в сифон.

Сифоны в трапах в отношении гидравлического затвора должны удовлетворять указанным выше условиям. В частности не следует в трапах иметь клапанов, шаров и вообще движущихся частей. Необходимо иметь доступ к сифону для его осмотра и прочистки, с этой целью крышка трапа делается съемной.

Давление в канализационной сети

Движущаяся с большой скоростью в стояке жидкость представляет моментами нечто вроде поршня, который сжимает воздух, находящийся под ним, и разрежает выше находящийся столб воздуха. Эти давления передаются по сточным трубам к гидравлическим затворам санитарных приемников и могут вызвать выбрасывание воды из сифонов в приемники или высасывание ее.

При коротком стояке и объем воздуха в нем и скорость падения жидкости невелики. Поэтому возникающие давления и разрежения при открытой вытяжной трубе ничтожны — около 3 *мм* вод. ст. и меньше.

Для труб, у которых длина велика сравнительно с диаметром, указанное явление происходит в более резкой форме. О величине давления в сети можно судить по изменению уровня воды в сифоне. Хотя практически полного тождества между величиной давления воздуха и условиями колебания воды из сифона нет, но для нас важнее колебание уровня воды, чем действительная величина давления в трубах; поэтому первое обыкновенно используется для характеристики второго.

Для установления зависимости между величиной давления и количеством спускаемой жидкости Иллинойский университет проделал ряд опытов над стояками высотой 12,6 *м*. В результате для невентилируемых сифонов было выведено следующее соотношение:

$$P = K\sqrt{Q^5},$$

где P — давление в гидравлическом затворе;

Q — расход жидкости по стояку;

K — коэфициент, зависящий от расположения трубопроводов и единиц измерения P и Q.

Для вентилируемых сифонов зависимость такова:

$$P = KQ^n,$$

где n — постоянная, зависящая от типа и диаметра вентиляция.

Наиболее интенсивное давление и разрежение имеют место в самом низу и в верху стояка. Чем отложе переход от стояка к отводной трубе,

тем меньше величина давления, и наоборот. Практический вывод для нас — делать указанный переход отводами большого радиуса.

Высота стояка сказывается на величине давлений, возникающих при спуске жидкости. Опытное изучение этого вопроса на стояке диаметром в 100 *мм* и высотой 13,5 *м* дало результаты, графически представленные на рис. 160. Из него следует, что при увеличении высоты падения жидкости с 6 до 12 *м*, т. е. вдвое, давление в невентилируемых сифонах возрастает примерно в 4—6 раз. Представленные 3 серии опытов дали довольно близкие результаты.

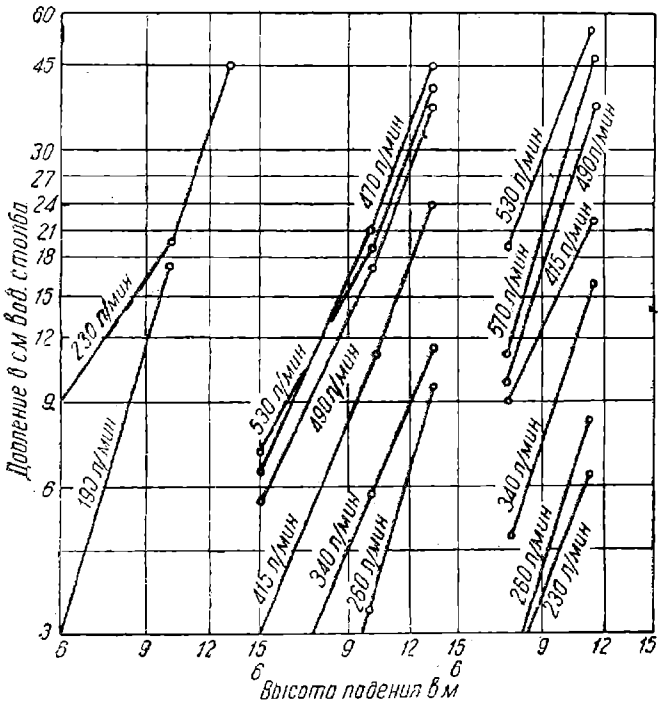


Рис. 160. Давление в стояке.

Установлена следующая зависимость между давлением и высотой падения жидкости:

$$P = K\sqrt{H^5},$$

где K — коэффициент, зависящий от диаметра и устройства стояка, а также от измерений, в которых выражено P и H.

Для того чтобы устранить опасность срыва гидравлических затворов вследствие изменения давления в стояке, а также вследствие самосифонирования жидкости, во всех странах употребляется вентиляция канализационной сети и вентиляция отдельных сифонов при спуске из приборов.

Последняя осуществлялась повсеместно в виде газовой трубы, подводимой к высшему пункту сифона со стороны стояка. Наблюдения показали, что отверстие вентиляционной трубы быстро забивается и перестает работать (поэтому данный тип вентиляция как нерациональный запрещен в ряде городов США). Так как ухудшения работы канализационной системы от этого не замечалось, то вентиляция сифонов II Всесоюзным водопроводным и санитарно-техническим съездом была признана необязательной „при наличии водяных затворов с высотой замыкающего слоя воды для ватерклозетов не менее 60 *мм* и для прочих приемников не менее 100 *мм*". Практически ее вообще перестали делать в целях экономии труб, а затем она была запрещена. Срыв сифона вообще имеет место лишь при сравнительно больших одновременных расходах жидкости, что практически бывает весьма редко; далеко не каждое, даже сильное, разрежение в трубах может вызвать полное опорожнение сифона. Наконец если допустить даже возможность такого прорыва гидравлического затвора, то первое пользование санитарным прибором повлечет заполнение сифона водой. Даже в США, где вопросу вентиляции уделяют исключительное значение, вентиляция сифонов не требуется, когда не более 8 одиночных приборов с эквивалентом до единицы каждый присоединены к стояку в 75 *мм* или соответственно 12 приборов — к стояку в 100 *мм* или более. Падение

воды до наинизшего невентилируемого прибора должно быть не более 15 *м*.

Строительство у нас многоэтажных зданий (13—14 и более этажей) должно поставить на очередь совершенно нами не изученный вопрос о вентиляции сифонов.

ГЛАВА 15

САНИТАРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

Классификация приемников

Общепринятой классификации санитарных приборов до сих пор не существует. Однако по своему назначению они могут быть разделены на ряд резко различных групп:

1. Наиболее опасны в санитарном отношении приемники человеческих испражений — ватерклозеты и писсуары. Их характерной особенностью является, что тело пользующегося не должно иметь непосредственного соприкосновения с прибором. Вода имеется в каждом приборе и служит для немедленного и непосредственного удаления появившихся экскрементов. Спуск воды зависит от действия пользующегося или производится автоматически, независимо от его воли.

2. Приемники, служащие для гигиенических целей в виде умывания или купания тела. Тело пользующегося соприкасается с прибором. Вода заполняет или может заполнять прибор. Все (или отдельные) части тела омываются водой, причем вполне возможно попадание ее внутрь организма. Сюда относятся умывальники, биде, ванны, купальные бассейны, трапы.

3. Приборы, служащие для обмывания сырых продуктов питания или кухонной и столовой посуды (мойки). Вода подается к ним и может находиться в них. Сюда отчасти можно отнести стиральные корыта.

4. Производственные приемники. Сюда относятся воронки у двигателей и печей, отводящие охлаждающую воду, приемные решетки и трапы у машин, куда стекают отработанные воды, раковины в лабораториях и т. д.

5. Приемники, отводящие после использования сточные воды хозяйственного назначения: кухонные и другие раковины, трапы. Они должны быть обеспечены подведенной к ним водой. Непосредственного соприкосновения с приемниками пользующийся не имеет. Спуск жидкости происходит по мере ее поступления независимо от желания пользующегося.

6. Приемники госпитальные (медицинские).

7. Приемники атмосферных и поверхностных вод.

Условия работы всех этих приемников весьма различны, и конечно предъявляемые к ним требования сильно разнятся.

Неважно, какого санитарного качества вода будет промывать клозеты и писсуары, но необходимо, чтобы ее было вполне достаточно. Применение здесь здоровой питьевой воды определяется экономической нецелесообразностью иметь две различные сети для хозяйственного водопровода.

Наоборот, безусловно требуется, чтобы для 2-й и 3-й групп вода была безупречной в санитарном отношении.

В некоторых частях отдельные группы сближаются между собой. Но наиболее важными в санитарном отношении, наиболее опасными при антисанитарном содержании являются ватерклозеты и писсуары, и потому главное внимание должно быть уделено им и вообще оборудованию уборных.

Ватерклозетные чаши

Ватерклозеты имеют первостепенное значение. Без них немыслимо существование современного благоустроенного жилища, общественного или промышленного здания. Правильное устройство ватерклозетов крайне

важно потому, что они принимают наиболее опасные с санитарной точки зрения нечистоты — фекали, а с другой стороны, здесь мы имеем самое тесное соприкосновение водопровода и канализации, что при неудачной конструкции прибора может вызвать загрязнение водопроводной системы.

Ватерклозет состоит из чаши, промывного устройства и соединяющей их смывной трубы. Все это присоединено сверху к водопроводной трубе, а внизу — к фановой трубе.

Клозетные чаши изготовляются из фаянса, штэйнгута (глины, после обжига не поглощающей воды). В старых зданиях встречаются иногда чаши из эмалированного чугуна. Этот материал негигиеничен, так как эмаль легко повреждается, и тогда происходит ржавление чугуна. Прилипающие к нему нечистоты смываются с трудом; начинают разлагаться, и зловоние от таких чаш — явление обычное.

По конструкции имеются десятки различных видов клозетных чаш. Нередко они отличаются друг от друга весьма незначительно, например направлением выходного отростка. Такое разнообразие не оправдывается никакими серьезными соображениями. За границей произведена стандартизация клозетных чаш; у нас она также должна быть осуществлена в ближайшем будущем.

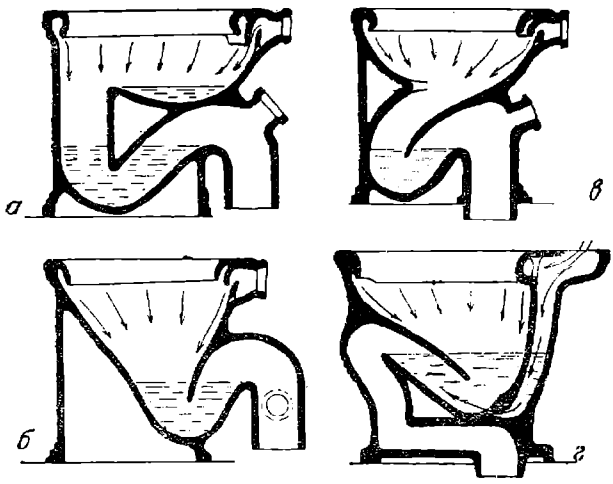


Рис. 161. Клозетные чаши.

Применяемый тип должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечивать санитарно-гигиенические условия эксплоатации, хорошо промываться и не задерживать нечистот и загрязненной воды, не пропускать в помещение газов из канализационной сети.

2. Не создавать неудобств для пользующегося — загрязнения, брызг.

3. Иметь незначительные размеры и прочую конструкцию, обеспечивающую удобное присоединение к фановой трубе, в частности выпуск из чаши внутри периметра ее основания нежелателен, так как затрудняет заделку соединения и служит причиной течи.

4. Требовать для промывки минимальное количество воды.

5. Иметь опрятный вид и не создавать шума при смыве.

Множество пока еще применяющихся на практике клозетных чаш может быть разделено на четыре основные типа: тарелочные, воронкообразные, экономические и отсасывающие.

Тарелочная клозетная чаша представлена на рис. 161, *а*. Форма чаши предусматривает сохранение слоя воды толщиной 25—40 *мм* в „тарелке", в которую должны падать нечистоты во избежание прилипания их к стенкам. Тарелочный клозет имеет в своей нижней части гидравлический затвор.

Этот тип клозета у нас имеет до сих пор почти монопольное распространение: он проник в Россию задолго до революции из Англии, как „заграничный" тип, что считалось синонимом „наилучший". Английские капиталисты весьма охотно его доставляли, хотя в самой Англии он давно уже признан нерациональным и фактически вышел из употребления. Основной недостаток тарелочных клозетных чаш заключается в неудовле-

творительности их промывки. Промывная вода своей живой силой должна смыть воду на тарелке вместе с нечистотами, перебросить их через верхний край тарелки и протолкнуть через сифон, т. е. вода должна быть приведена в движение в двух местах. Гидравлически это ввиду изломанного пути и наличия резких поворотов сопряжено с большими потерями, т. е. требуется большой напор или расход воды. С санитарной стороны конструкция тоже малоудовлетворительна. Нечистоты, смываемые с тарелки, разбрызгиваются о переднюю стенку чаши (иногда выбрызгиваются даже наружу) и загрязняют ее. Вследствие больших сопротивлений нечистоты нередко не промываются сквозь сифон, а в нем плавают. Отсюда засорение сифона и антисанитарное состояние уборной. В острых и мертвых углах под тарелкой нечистоты остаются и разлагаются. Кроме того близость зеркала воды от пользующегося клозетом вызывает образование брызг, причем толщина слоя воды не спасает чашу от загрязнения.

Теоретическими основами конструирования клозетных чаш с точки зрения условий смыва загрязнений и сокращения необходимого расхода воды у нас до сих пор не занимались. Между тем профилирование канала для отведения жидкости, форма и объем сифона, характер распределения смывной воды по поверхности чаши имеют существенное значение.

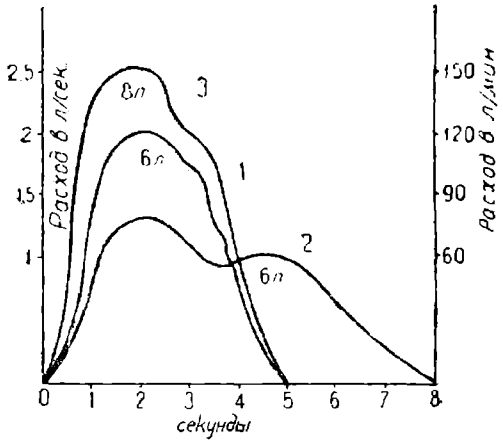


Рис. 162.

Чем короче и плавнее путь для жидкости, чем меньше при этом в сифоне изменений поперечного сечения, чем больше создаваемая скорость движения жидкости, тем лучше эффект. Между тем в клозетных тарелочных чашах даже „хорошей" конструкции сифон в разных сечениях имеет не только различную форму, но и площадь. Это увеличивает сопротивления. Особенно вредно наличие резких изменений, углов, мертвых пространств, сильных расширений. Наиболее неблагоприятно отражается на засорениях расширение нижней части сифона. Благодаря уменьшению скорости движения воды здесь происходят отложения на стенках, скопляются нечистоты, бумага. В результате они нередко застревают в выходном суженном сечении. Значительно лучше сифон, имеющий вид плавно изогнутого рукава. В этом случае, даже при диаметре выпускного отверстия в 70 *мм*, опасность засорений сильно снижается.

Конструкция чаши существенно отражается на расходе воды для промывки. В среднем на одну промывку должно тратиться около 6 *л* и даже при некоторых благоприятных условиях 2—3 *л*. Однако нередко расходуется 8—9 *л*. Этот вопрос имеет большое значение, так как промывная вода составляет до 20—30% и выше от общего расхода по канализации. Между тем смыв нечистот зависит не столько от суммарного количества израсходованной воды, сколько от величины максимального секундного расхода.

Характер изменения промывного расхода по времени представлен на рис. 162. Для смыва одних и тех же загрязнений в различных чашах требуется различный максимальный расход. Он тем выше, чем хуже в гидравлическом отношении конструкция чаши и чем тяжелее и крупнее смываемые предметы.

При плохой конструкции чаши требуется не менее 1,5 *л/сек* для того, чтобы смыть нечистоты с тарелки; а вообще для достаточно удовлетворительной полной промывки требуется расход около 2 *л/сек*.

Сама продолжительность смыва с тарелки и промыва из чаши зависит как от конструкции, так и от секундного максимального расхода воды.

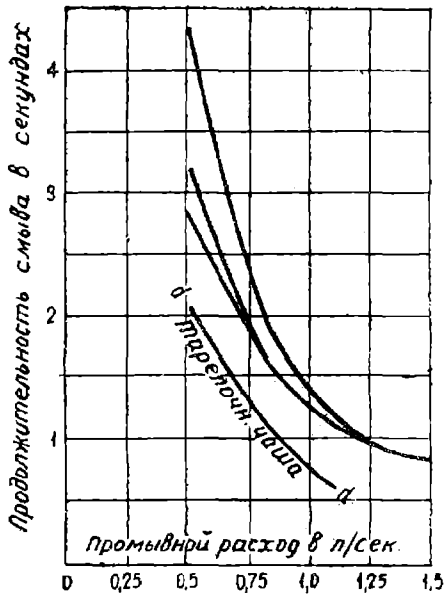


Рис. 163.

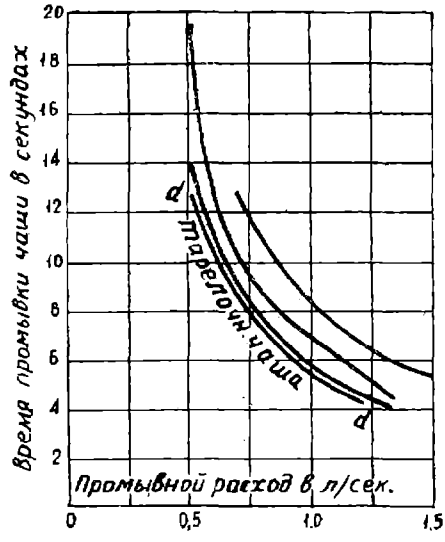


Рис. 164.

Кривые рис. 163 показывают продолжительность смыва с тарелки. Как видно, время для хороших конструкций колеблется между 3,5—0,75 сек. Время полной промывки составляет 14—5 сек. (рис. 164). Низшие кривые *d—d* относятся к тарелочной чаше. Суммарный расход воды зависит не столько от интенсивности промывки, сколько от конструкции чаши и промывного устройства.

Эффект действия чаши зависит от предсифонного пространства. Чем поперечное сечение его больше, тем меньше будет при данном количестве воды создаваемый подпор и хуже промывка, и наоборот.

Емкость сифона для разных чаш равна 1,1—3,0 *л*. При емкости сифона в 2,5—3 *л* после промывки малым количеством воды, как показывают исследования, остаются загрязнения. Сифоны же емкостью в 1,1 *л* промываются дочиста уже при расходе 4 *л* воды.

Высота гидравлического затвора устраивается не менее 50 *мм* во избежение срыва его.

В санитарном отношении весьма важна также полная обмывка всей внутренней поверхности чаши. Она зависит от количества промываемой воды, ее давления и конструкции водораспределительной части чаши.

В большинстве для хорошей работы расход воды должен быть не менее 1,5 *л/сек*, и сечение распределительного ободка, отверстия в нем по пропускной способности должны соответствовать расходу. Их взаимное расположение и соотношение площади отверстий также имеют большое значение. При промывке от бачков и от промывных кранов клозетные чаши имеют различные водораспределительные каналы и отверстия. Их сечение должно сообразоваться с таким же у смывной трубы.

Многочисленным указанным требованиям клозетная тарелочная чаша не удовлетворяет. Однако при рациональной конструкции она может работать вполне удовлетворительно в отношении расхода воды, эффекта промывки и отсутствия засорений. Решающей является конструкция всех деталей, а не диаметр выпускного отверстия.

Воронкообразные чаши (рис. 161, *б*) имеют воду в одном месте, т. е. водяная чаша и гидравлический затвор представляют одно целое. Этот тип клозета имеет широкое применение в Англии и США.

Во избежание загрязнения стенок чаши воронкообразные клозеты должны иметь широкую водяную поверхность с тем, чтобы нечистоты падали прямо в воду и всецело покрывались ею. В этих же целях наиболее подверженная загрязнению задняя стенка делается или со слабым наклоном, или вертикальная, или даже с уклоном не внутрь чаши, а наружу.

Достоинствами воронкообразного клозета являются: благоприятные условия промывки (движение промывной воды вниз, меньше сопротивления), лучшие санитарные качества прибора — чистота стенок, видимость зеркала воды, уменьшение возможности запаха. Поэтому эти чаши уместны там, где вследствие небрежности пользующихся трудно рассчитывать на аккуратный спуск воды. Недостаток — возможность брызг при пользовании, ослабляемая, правда, при рациональной конструкции чаши.

Не каждый однако тип воронкообразного клозета удовлетворяет указанным требованиям; в частности у нас применяются чаши с неправильной формой смывного канала, острым углом поворота, выпуском в центре основания.

Промежуточным между двумя вышеуказанными типами является козырьковый клозет (рис. 161, *в*), в котором специально выступающий козырек прикрывает сверху зеркало воды в сифоне и тем предохраняет от брызг. Достоинством этой чаши является требуемое небольшое количество воды для промывки, вследствие чего подобный тип часто называется экономическим. Недостатком является возможность загрязнения стенок чаши. В этом типе выпуск следует вынести за периметр основания.

Самым хорошим с санитарной точки зрения и все более распространяющимся за границей типом является сифонирующий клозет (рис. 161, *г*). По существу всякая клозетная чаша с резким поворотом выпускной трубы при отсутствии вентиляции может рассматриваться как сифонирующая. Промывка основана на самосифонировании гидравлического затвора, причем побудителем его является приток воды из бачка. В частности, если уровень воды в чаше ниже перелива сифона, то при спуске из бачка вода сначала наполняет сифон, после чего происходит высасывание загрязненной воды с нечистотами. Притекающая в дальнейшем свежая вода в основной своей массе поступает позже и остается в чаше. Так как кроме того нечистоты падают прямо в воду, то данный тип является достаточно гигиеничным.

Количество спускаемой из бачка воды должно быть отрегулировано таким образом, чтобы его было достаточно для побуждения к сифонированию гидравлического затвора и последующего его наполнения, но не более; иначе вода из чаши начнет переливаться в сифон, и в этом случае возможно вторичное опорожнение сифона. Такое регулирование практически сложности не представляет.

Подведение воды к сифону производится или целиком вверху клозетной чаши или дополнительно специальным струенаправляющим каналом вниз сифона или же между первым и вторым сифоном. В первом случае гидравлический затвор высасывается благодаря переливу воды; в обоих остальных вводимой струей воды перемещается воздух в сифоне и высасывает благодаря создающемуся разрежению воду. Первый способ проще и по эффекту не хуже других. Последний способ нехорош тем, что смывная труба, присоединяясь за гидравлическим затвором, подвержена воздействиям канализационных газов. Естественно, что в клозетах этой системы вентиляция сифонов недопустима.

Высасывающие клозеты отличаются бесшумным действием. Они особенно применимы в благоустроенных зданиях и, наоборот, не должны

применяться там, где возможно использование клозетных чаш для иных хозяйственных целей (например слива помоев, что, кстати сказать, вообще недопустимо). Последнее может повлечь срыв гидравлического затвора и проникновение канализационных газов в помещение. При нормальном смыве этого опасаться не приходится, хотя прорыв сифона на короткий срок и имеет место (когда загрязненная вода уже высосана, а чистая еще не успела заполнить затвор), однако в этот момент идет вытягивание воздуха из клозетной чаши, и затвор сейчас же заполняется водой.

Достоинством самосифонирующих чаш является возможность их действия от низкорасположенных бачков. Недостаток — повышенный расход воды.

Имеет значение не только профиль канала клозетной чаши, но и размеры ее, внешний вид, укрепление и т. д. Например для детских домов, школ выпускаются специальные детские клозетные чаши. Весьма рациональна конструкция чаши в виде кронштейна, вделываемого в стену: она занимает мало места и позволяет легче содержать в чистоте пол уборной.

Промывные приборы

Непосредственное соединение хозяйственно-питьевой водопроводной сети с канализационной не допускается. С этой целью устраивают промывные приборы, которые питаются водопроводной водой и обслуживают канализационные приемники. Естественно, что их конструкция должна обеспечивать невозможность попадания загрязнений в водопроводные трубы.

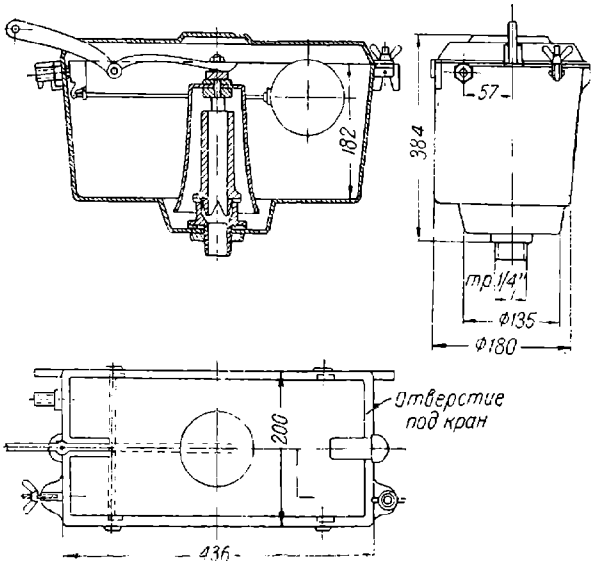


Рис. 165. Бачок с колпаком.

Прибором, гарантирующим от такого соединения, является клозетный промывной бачок, имеющий у нас повсеместное распространение. Бачки изготовляются из чугуна, но могут быть из асбоцемента, пластичных масс, фаянса и других водонепроницаемых материалов. Емкость бачка делается на одну промывку, но не менее 8 *л*.

В зависимости от типа клозетной чаши бачки располагаются высоко или низко над ней. Для высоко расположенного бачка емкость принимается не менее 8 *л*, причем его шаровой клапан регулируется так, что за время одного спуска изливается воды не менее 6 *л*. Это обеспечивает максимальный секундный расход около 2 *л/сек*, если все устройство гарантирует продолжительность спуска воды не более 5 сек.

Нормальная высота расположения бачка в зависимости от типа клозетной чаши делается не менее 1,8 *м* над полом. Диаметр смывной трубы не менее 32 *мм*.

Емкость низкорасположенного бачка обратно пропорциональна высоте его над клозетной чашей и может достигать 20—30 *л* на одну промывку. Диаметр смывной трубы в этом случае должен быть не менее 38 *мм*.

Промывной бачок устраивается так, что промывка происходит независимо от продолжительности действия на позывную ручку или кнопку.

Промывные бачки имеют множество видоизменений, но в основном они бывают следующих типов: бачки с колпаком („Комета", „Эврика"), с сифоном („Тритон"), с шаром („Метеор"), с клапаном и т. д.

Действие различных типов бачков достаточно однородно. Для примера возьмем бачок с колпаком (рис. 165) и с сифоном (рис. 166); по существу они отличаются друг от друга лишь конструктивными видоизменениями.

Проект ОСТ промывного бачка по рис. 165 для унитазов разработан Академией коммунального хозяйства при СНК РСФСР. Корпус бачка чугунный, кругом эмалированный. Емкость — 10 *л*, вес — 18 *кг*.

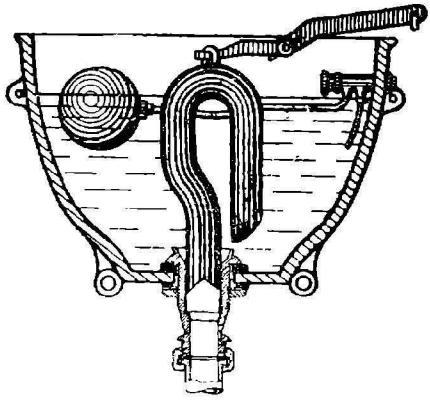


Рис. 166. Бачок с сифоном.

Работа этих типов бачков протекает так: когда тянут за цепь или стержень у бачка, рычаг приподнимает сифон или колпак. Вода из бачка устремляется в открывающиеся внизу отверстия. Из сифона или колпака водой начинает увлекаться воздух. Получается разрежение, благодаря которому вода из бака начинает вытекать уже по сифону или через колпак. Так как в это время усилие от руки на цепь прекращается, то сифон или колпак опускается на свое место. Отверстия внизу закрываются. Благодаря установившемуся движению вода из бачка сифонирует по указанным устройствам в смывную трубу. Действие прибора продолжается, пока из бачка не вытечет вся вода, стоящая выше нижнего отверстия сифона или колпака.

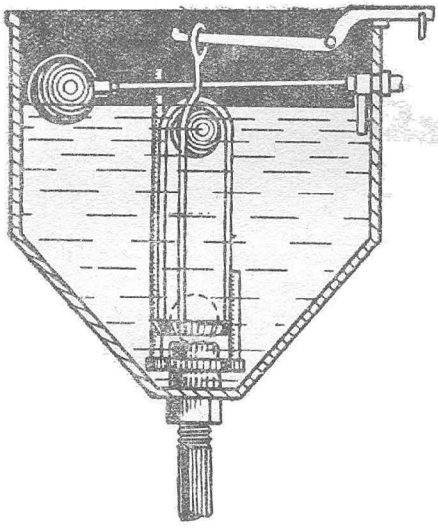


Рис. 167. Бачок „Метеор".

На рис. 167 изображен бачок с шаром („Метеор"); принцип действия этого прибора весьма прост. При подъеме шара вода выливается и промывает унитаз. Так как при этом все струи в бачке направлены к воронке, то шар притягивается сюда же, а при окончании излива плотно присасывается к воронке.

После опорожнения воды из бачка автоматически открывается шаровой клапан и вода заполнит бак. Когда шар дойдет до верхнего предельного уровня, клапан запирается, и прибор опять готов к действию. Краны делаются с горизонтальным или с вертикальным перемещением клапана, в действие они приводятся при помощи плавающих пустотелых шаров.

Недостатками применяющихся у нас типов высокорасположенных бачков являются сильный и далеко слышный шум при пользовании ими и затруднительность доступа к ним, усложняющая тем самым эксплоатацию.

Шум получается от удара воды при втекании в клозетную чашу, от входа воздуха в пустой бачок, от вытекания воды из шарового клапана при наполнении бачка. Для уменьшения первой причины понижают бачок над чашей; облегчить вход воздуха можно просто — либо в крышке делаются отверстия, либо она неплотно прикрывается. Шум от наполнения бачка

уменьшается регулированием притока воды в него, устройством деревянного кожуха для бачка или еще лучше, выполнением его из асбоцемента, фаянса и т. п. Иногда спускают трубку от шарового крана для уменьшения шума почти до дна бачка. Но при опорожнении водопроводной трубы может быть всасывание в нее воды из бачка, что недопустимо. В новых устройствах все более широкое распространение находят бесшумные, низко расположенные бачки (рис. 168).



Рис. 168. Чаша с низко расположенным бачком.

Устройство такого американского бачка из пластической массы представлено на рис. 169.

Действие его, как и вообще шаровых бачков, основано на собственной тяжести воды. При повороте рычага *А* полый резиновый шар *Б* отделяется от своего седла, всплывает к *В* и открывает изливное отверстие смывной трубы, в которую устремляется вода. Когда уровень воды опустится до *В*, шар начинает падать, садиться на седло и затем присасывается к нему.

В это время шар *Г* поплавкового клапана *Д* опускается, открывает последний, и бачок наполняется по трубочке *d*. Во избежание шума от истечения она опущена ниже постоянного уровня воды в бачке. Пока клапан открыт, струйка воды течет по трубочке *а*, попадает в трубу *б* и, пройдя сквозь смывочную трубу, попадает в раковину, что указывает на происходящее наполнение бачка водой и способствует подсасыванию запорного шара. Труба *б* является переполнительной.

Клозетные приборы с пониженным бачком у нас изготовляет Кировская фабрика (б. Песоченская).

Бачки у нас в большинстве случаев изготовляют из чугуна, поплавки — из меди. Между тем вполне можно применять недефицитные материалы для колпаков и самих бачков — керамику или стекло, для плавающих пустотелых шаров (поплавков) —

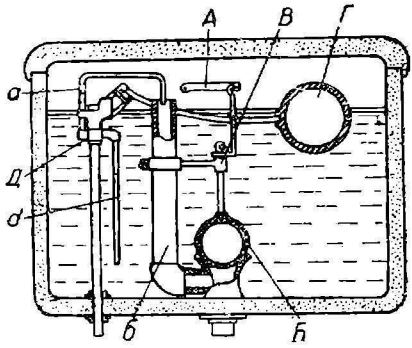


Рис. 169. Бачок из пластмассы.

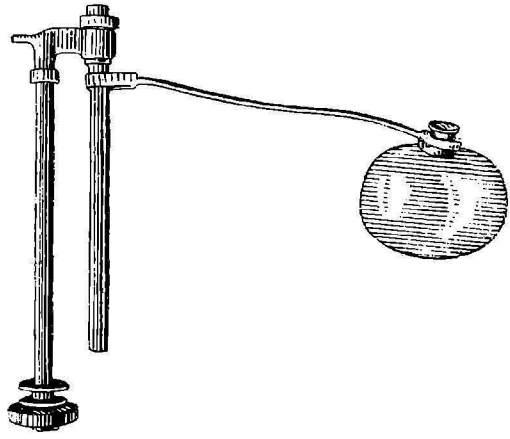


Рис. 170. Стеклянный поплавок.

стекло. Поплавок из стекла кроме экономии меди имеет то преимущество, что на него не действует соленая вода. Это важно в случае промывки уборных морской водой. Стеклянные поплавки за границей с успехом употребляются много лет (рис. 170).

Промывные бачки кроме санитарно-гигиенической надежности их действия обладают большими гидравлическими достоинствами. Быстро

опорожняясь, они вместе с тем наполняются в течение 1—2 мин., что почти совершенно не отражается на давлении во внутренней разводящей сети.

Следует отметить, что, несмотря на большое распространение бачков, гидравлика их конструкции не разработана.

В последнее время за границей получили широкое применение промывные краны. Они весьма упрощают и удешевляют устройство ватерклозета, делают вид его более опрятным, уменьшают (до 40 %) расход воды на промывку, сокращают стоимость ремонта.

Современные промывные краны выполняются с клапанами и диафрагмами. Кран „Аква" (рис. 171) применяется для давления в водопроводной сети от 0,4 до 12 *ат*. Это делает его пригодным как в случае домового ответвления, работающего от городского напора, так и при запасном баке. Чем меньше давление, тем больше должен быть диаметр промывного крана, а именно: при нормальной клозетной чаше с центральной промывкой и давлении перед краном от 12 до 2 *ат*, от 2 до 0,8 *ат* и от 0,7 до 0,4 *ат*

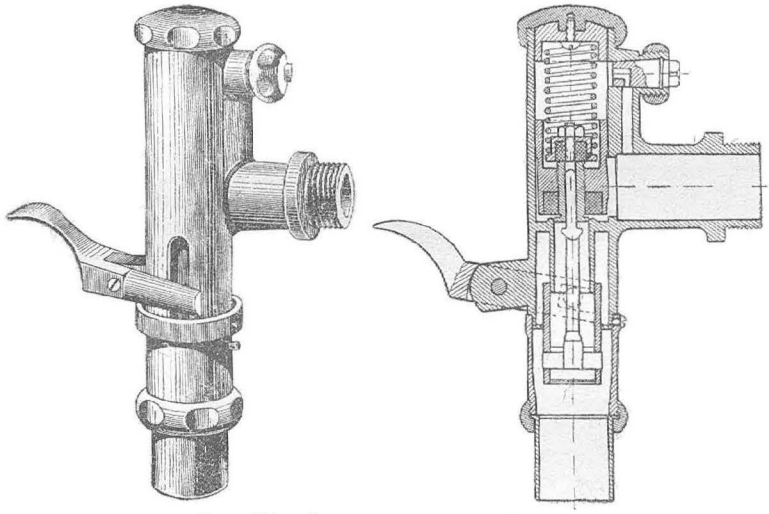


Рис. 171. Промывной кран „Аква".

диаметр последнего берется соответственно 19,25 и 32 *мм*. При этом подводящее ответвление делается такого же диаметра, а стояк устраивается на 6 *мм* больше для уменьшения потери напора в нем. Таким образом трубопроводы к промывным кранам делаются большего диаметра, чем для ватерклозетов с промывными бачками.

Это зависит от того, что действие промывного крана продолжается короткое время, причем он должен дать значительное количество воды.

В целях предохранения от возможности засасывания нечистот из канализации в водопроводную сеть в нижней части корпус крана имеет прорези, соединяющие внутреннее пространство с атмосферой.

Примером диафрагмового промывного крана может служить представленный на рис. 172.

В нем имеются две камеры, разделенные резиновой диафрагмой *1*. Нижняя камера и диафрагма все время находятся под давлением водопровода (присоединение *2, 3*). При воздействии на ручку *4* стержень *5* поднимает стержень *6* небольшого грибовидного клапана. Это открывает отверстие *7*. Вода вытекает из верхней камеры в вертикальную трубу, а оттуда в клозетную чашу. Благодаря получающемуся понижению давления в верхней камере диафрагма подымается давлением водопроводной сети, и открывается главное отверстие. Движение воды указано стрелками. В то же время по канальцу *8* вода проникает в верхнюю камеру, нажимает диа-

фрагму *1* вниз и прекращает приток воды к прибору. Количество спускаемой за раз воды регулируется подниманием или опусканием стержня *9*.

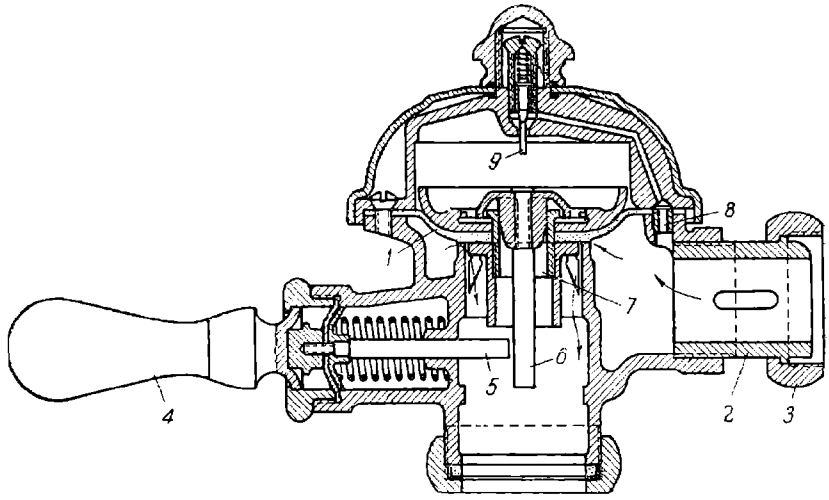


Рис. 172. Диафрагмовый кран.

Недостатком промывного крана является то, что он загружает внутреннюю сеть большими расходами воды. Величина последнего для одного крана составляет в зависимости от давления 1—2 *л/сек*. Применение кранов вызывает необходимость увеличения диаметров внутренней сети, создает разрежения в верхней части стояков при недостаточном свободном напоре и т. п. Поэтому тщательный гидравлический расчет сети в этих случаях особенно необходим.

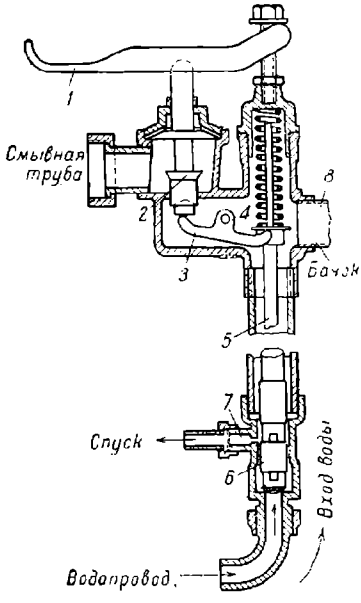


Рис. 173. Кран для пневматического бачка.

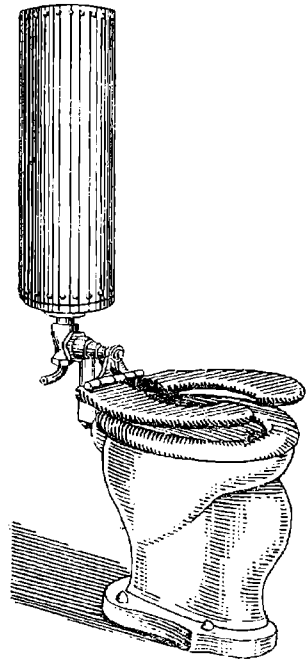


Рис. 174. Чаша с пневматическим бачком.

Когда ватерклозет находится в помещении с температурой ниже 0°, целесообразно применение пневматического промывного бачка, который наполняется водой при пользовании клозетом (нажиме на сидение) и опорожняется немедленно по прекращении его.

Кран для пневматического смывного бачка представлен на рис. 173. Сидение соединяется с рычагом *1*. При опускании сидения рычаг *1* при

помощи клапана *2* закрывает доступ воды в смывную трубу. Рычажок *3—4* сжимает пружину, поднимает тягу *5* и клапан *6*. При этом открывается доступ воде из водопровода и запирается спускное отверстие *7*. Вода поднимается по крану вверх, входит через трубу *8* в пневматический бачок и сжимает в нем воздух. Когда сидение клозета поднимается, клапан *6* закрывает доступ воды из водопровода, клапан *2* открывает смывную трубу, и вода из бачка начнет поступать в нее. Вода, оставшаяся в вертикальной трубке крана, сойдет через открывшееся спускное отверстие *7*.

Пневматические промывные баки однако применяются и в помещении. Они могут быть высоко- и низкорасположенные. Внешний вид чаши с низкорасположенным пневматическим бачком представлен на рис. 174.

Уборные

Уборные в цехах располагаются таким образом, чтобы расстояние до них из любого пункта цеха было не более 150 *м*.

В общественных уборных наиболее рациональным типом является устройство группы индивидуальных приемников соответственно числу пользующихся. Количество клозетных чаш (очков) устанавливается в зависимости от типа помещения, но не менее следующего:

Таблица 51.

Наименование помещений	Максимальное количество пользующихся на одну клозетную чашу	Наименование помещений	Максимальное количество пользующихся на одну клозетную чашу
Цеха . . .	20 рабочих	Больницы (стационары)	15 больных мужчин
Жилые помещения	10 жильцов	„ „	10 „ женщин
Общежития	15 „	Ванны . . .	35 посетителей
Школы	20—15 учеников	Фабрика-кухня .	80
		Клубы, театры .	100

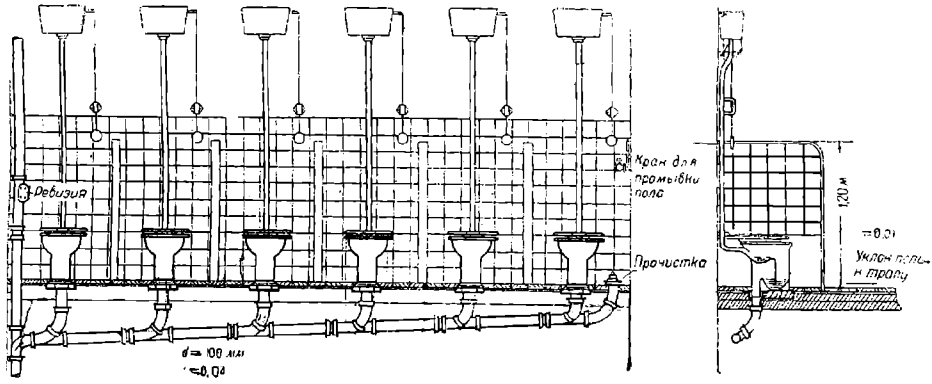


Рис. 175. Уборная на 6 мест.

На рис. 175 представлен проект уборной для школы ФЗС на шесть мест (Моспроект).

Помещение на высоту 1,2 *м* облицовано метлахскими плитками. Лучше сделать облицовку на 2,4 *м* с тем, чтобы бачок был в ее пределах. В противном случае брызги от него во время эксплоатации образуют на стене грязь. Пол уборной вообще должен быть водонепроницаемым и иметь уклон не менее 0,01 к трапу. Для промывки его должен находиться водо-

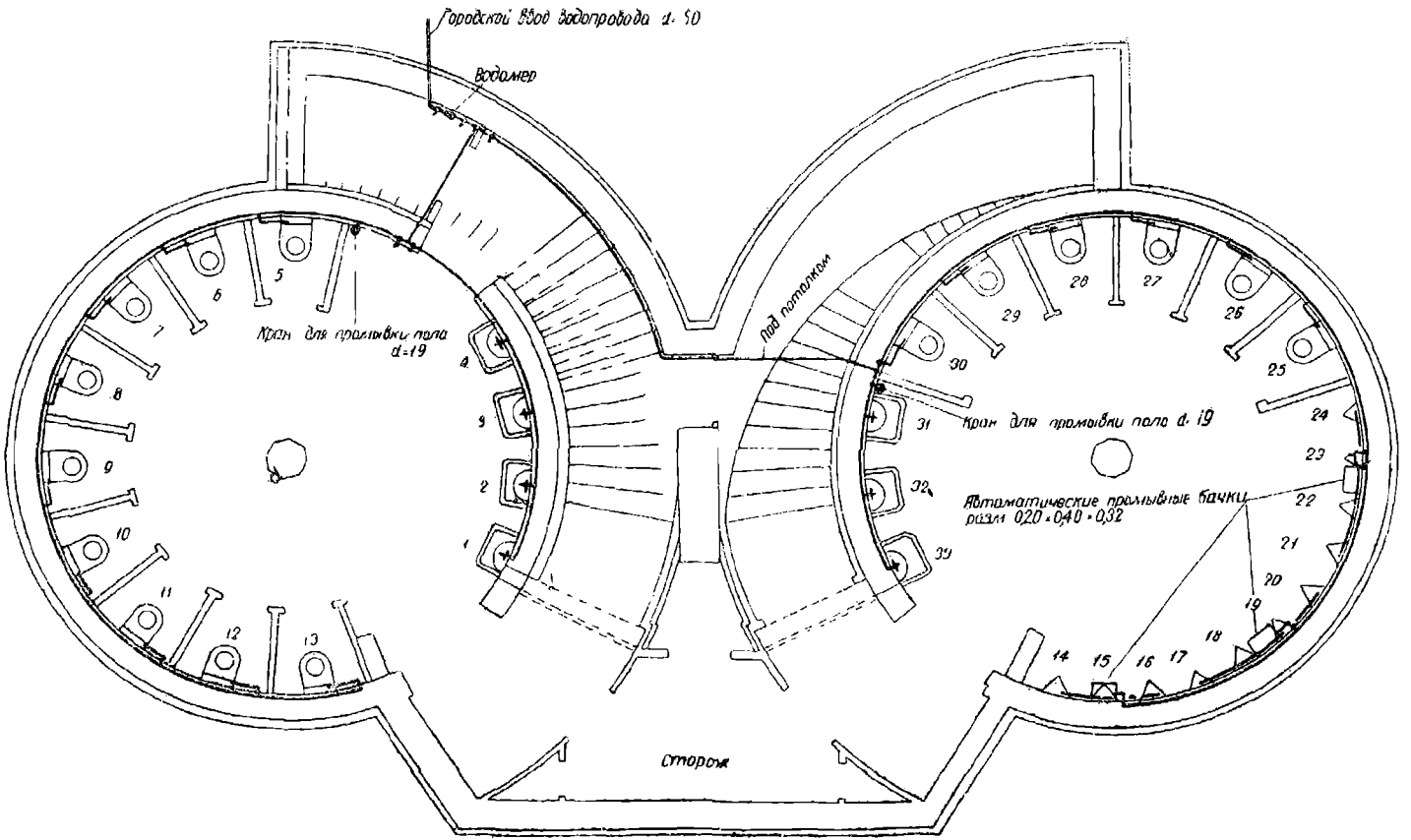


Рис. 176. Водопровод общественной уборной.

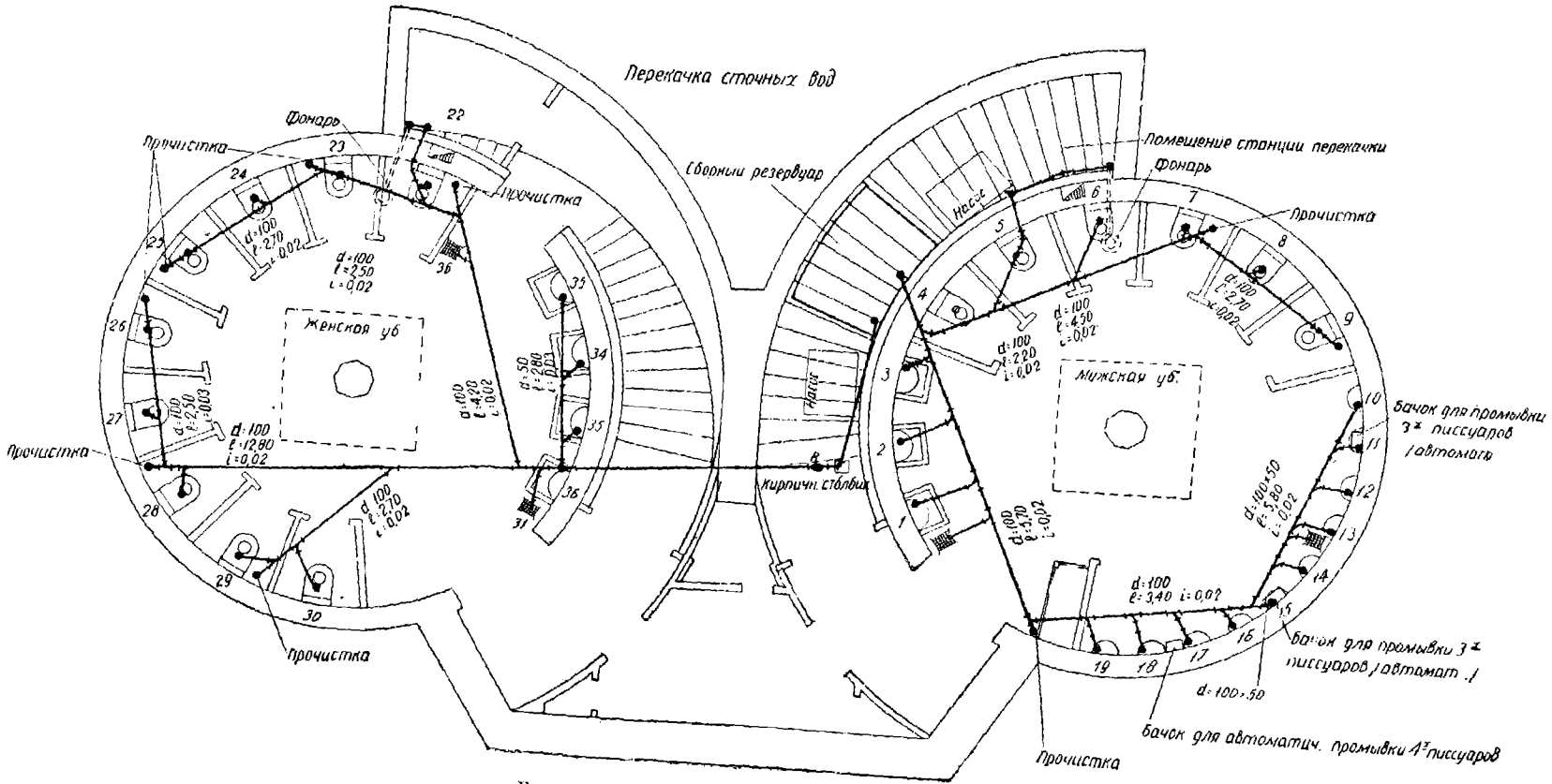


Рис. 177. Канализация общественной уборной.

проводный кран с рукавом и брандспойтом. На случай засорения отводной линии, которая выполнена $d = 100$ *мм*, $i = 0{,}04$, имеется прочистка $d = 75$ *мм*, выведенная над полом. На стояке поставлена ревизия (она ставится выше клозетной чаши). Расстояние между осями приемников взято 0,85 *м*. Места разделены плиточными перегородками и открыты; в глубину на каждое отведено 0,9 *м*.

Примером более сложного устройства может служить подземная уборная, выполненная отделом проектирования Моссовета (рис. 176 и 177). В женской уборной 9 очков и 4 умывальника; в мужской — 6 очков, 11 писсуаров и 3 умывальника. Нечистоты спускаются в резервуар, откуда перекачиваются насосом в наружную канализационную сеть. Вентиляция осуществляется через фонарный столб.

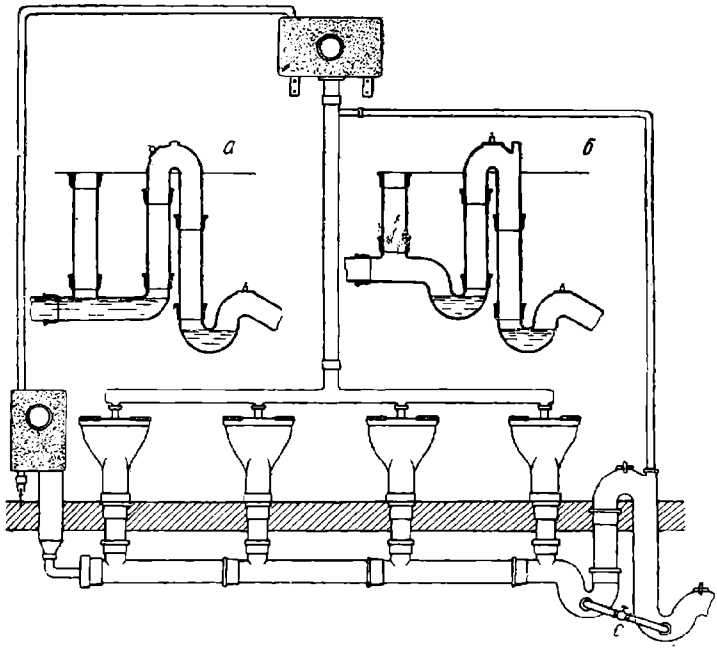


Рис. 178. Трубчатый клозет.

Недавно еще существовали (в школах, казармах) чугунные трубчатые ватерклозеты, в которых каждое очко представляло одно целое с патрубком диаметром 250—300 *мм*. Патрубки соединялись в одну трубку, которая заканчивалась общим сифоном. Нечистоты падали в жидкость, и последняя время от времени промывалась автоматически или от позывной цепочки действующего бачка. Как бы часто ни делалась промывка, все же нечистоты остаются некоторое время в трубе. Материал клозетов — чугун — в свою очередь неудовлетворителен по санитарным соображениям. Если же учесть, что в эти клозеты спускали всякий мусор и помои, то такие устройства являлись первопричиной засорения сети.

В усовершенствованном виде такой тип клозетов находит еще широкое применение за границей (рис. 178). Диаметр горизонтальной сборной трубы выполняется в 100—150 *мм*, патрубки от клозетных чаш имеют диаметр 100 *мм*. При периодической промывке загрязненная жидкость автоматически высасывается, и на ее место поступает свежая вода. При этом должен удаляться и весь загрязненный воздух из сборной трубы и клозетных патрубков. Для этой цели применяется двойной сифон. Правильность конструкции в этом типе имеет решающее значение; в частности схема *а* неудовлетворительна, так как при ней сточная жидкость из сборной трубы полностью высасываться не будет. Для полной вентиляции трубы необходимо, чтобы гидравлический затвор первого сифона (схема *б*) лежал ниже лотка сборной трубы. Между обоими сифонами находится трубка с краном *с* для спуска в случае надобности воды из верхнего. Сифоны имеют ревизионные отверстия. Для прочистки сборной трубы можно использовать отверстия клозетных чаш.

Промывка такого группового клозета производится от общего бачка при помощи позывной ручки в любое время; но лучше, если клозет промывается автоматически, через определенные промежутки времени, регулируемые размером струи, наполняющей промывной бак в определенное время (благодаря включенным в систему электрическим часам).

Использование электрических часов сложно и дорого. Более дешевым способом являются автоматы, регулирующие смыв в зависимости от объема фекалей. Такие установки работают на принципе поплавка (рис. 179). Прибор соединен со сборной трубой. Он регулируется таким образом, что когда уровень жидкости в ней подымается на величину, соответствующую определенному количеству фекалей, то поплавок, поднявшись, передвигает рычажок и открывает водопроводный кран.

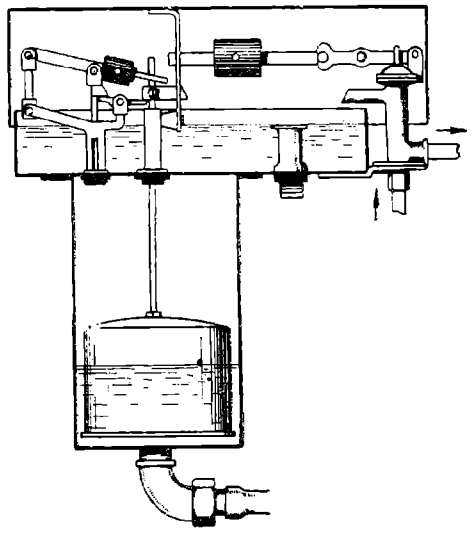


Рис. 179. Автомат для смыва.

Смывная и распределительная трубы делаются диаметром в 38—50 *мм* в зависимости от числа мест. Расход воды на промывку составляет около 25 *л* на одно место, соответственно чему должна быть рассчитана емкость бачка.

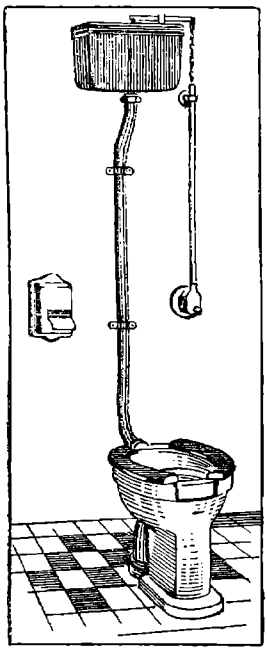


Рис. 180.

Клозеты подобного типа могут найти у нас применение там, где нет уверенности, что пользующиеся уборной сами будут спускать аккуратно воду.

Необходимой принадлежностью каждой клозетной чаши, будь то в цеховой или квартирной уборной, является деревянное сидение. Оно представляет наиболее антисанитарную часть клозета. Дерево впитывает в себя мочу и служит постоянным источником зловония. Удаление с него нечистот и содержание его в чистоте сложно. Поэтому в последнее время применяют дерево на сиденья в виде дуг в местах опоры тела. Это значительно облегчает содержание чаши в санитарном состоянии. Иногда дерево заделывается на одном уровне с бортом чаши. Так как наиболее загрязненными частями в сидении являются передняя и задняя, то они также выполняются из двух соединенных между собою половинок с промежутками в этих местах (рис. 180) или же с прорезом только спереди. Целесообразны по тем же причинам сидения, представленные на рис. 181. В индивидуальных квартирах у нас не устраивают писсуаров. Их заменяют те же клозетные чаши. Поэтому здесь необходимо, чтобы сидения всегда были подняты. В этих целях они делаются с противовесами.

Нередко сиденья выполняются из клееной фанеры. В качестве примера может служить изображенное на рис. 182. Как видно из детали сидения, оно опирается на край чаши посредством резиновых кнопок. Это смягчает удар по чаше при падении сидения и предохраняет ее от повреждений.

В лучших устройствах сидения окрашивают эмалевой белой краской. В местах массового скопления публики, где трудно добиться аккуратного пользования уборной, более рационально употребление клозетных чаш

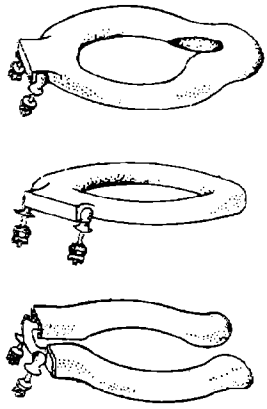


Рис. 181. Сидения.

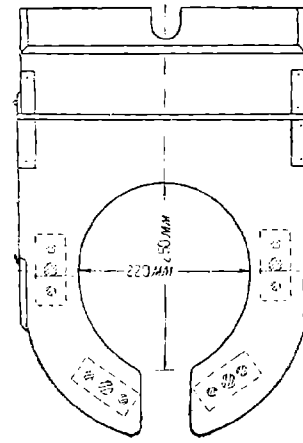


Рис. 182. Сидение из фанеры.

так называемого „турецкого" типа („Генуя" — рис. 183, *а*); их размер (для чугунных чаш) снаружи 820 × 610 *мм*; средняя глубина чаши — 140 *мм*; вес 41 *кг*. Примером фаянсовой чащи может служить представленная на рис. 183, *б*.

Клозетная чаша этого типа легко может быть выполнена и бетонной. Однако с санитарной стороны бетон является менее желательным.

Установка ватерклозетов в неотапливаемых помещениях, например дворовых клозетах, возможна лишь при условии принятия необходимых мер против замерзания воды в бачке и сифоне. Последний поэтому делается отдельно от клозетной чаши и располагается ниже глубины промерзания в специаль-

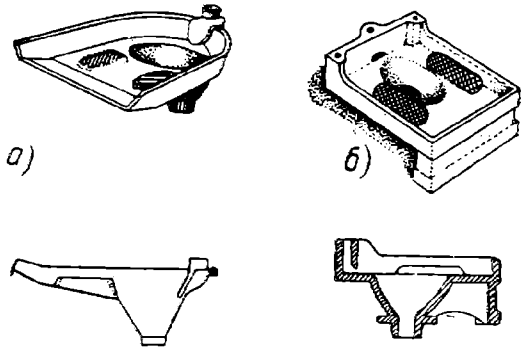


Рис. 183. Чаши „Генуя".

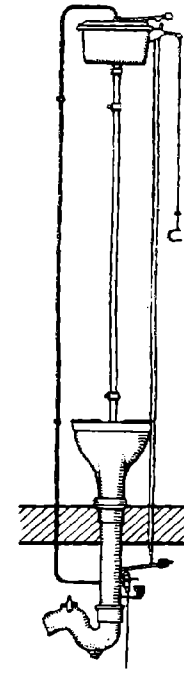


Рис 184. Незамерзающий клозет.

ном колодце. Вода в бачок пускается только на период пользования и спускается немедленно по прекращении его.

Пример такого устройства представлен на рис. 184. При дергании за ручку цепь, соединенная посредством рычага с ней, открывает водопро-

водный кран, расположенный в незамерзаемом месте. Вода под напором подается по трубе в бачок. Когда уровень ее дойдет до верха сифона, автоматически происходит смыв. Промывная вода при истечении запирает водопроводный кран.

Лучше с санитарной точки зрения устройство, где открывание водопроводного крана происходит от опускающегося сидения. В этом случае больше уверенности, что ватерклозет каждый раз при пользовании будет промываться.

При устройстве уборных и вообще санитарно-технических узлов особое внимание должно уделяться интерьеру помещений.

Писсуары

В уборных общего пользования (цехов, театров, общественных зданий) должны быть установлены писсуары (приемники мочи). В женских уборных писсуары не ставятся.

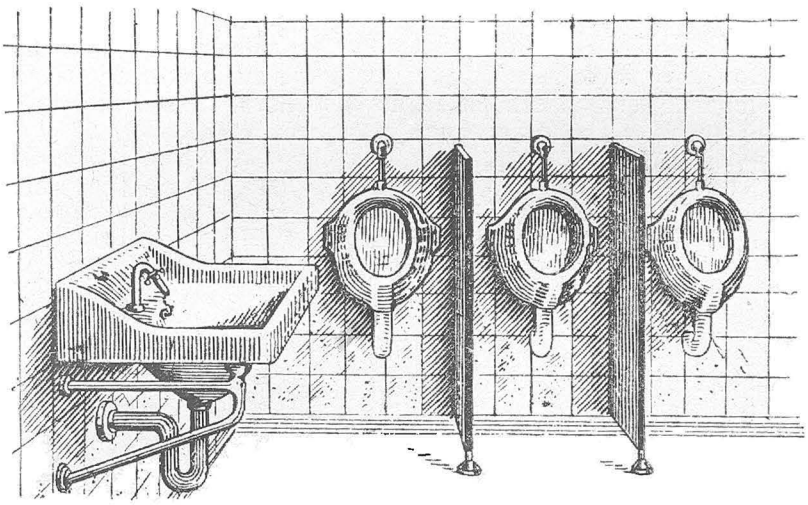


Рис. 185. Писсуары настенные.

В отношении материала писсуары должны удовлетворять тем же требованиям, что и клозетные чаши. Материал должен быть белого цвета, не впитывающий в себя мочи, не подвергающийся ее химическому воздействию, легко обмываемый водой, достаточно механически прочный для противодействия внешним воздействиям.

Наилучшим материалом для писсуаров является фаянс; однако находят применение также писсуары из глазурованных керамических плиток. Плитки хороши только тогда, когда швы между ними очень тонки, и связывающий состав удовлетворяет вышеприведенным требованиям. Чугунные писсуары, сохранившиеся в старых зданиях, неудовлетворительны, так как эмаль легко повреждается чугун ржавеет, и тогда удалить издаваемый им аммиачный запах разлагающейся мочи становится невозможно. Поэтому в настоящее время установка чугунных писсуаров не допускается.

Высота от пола до борта писсуара делается 0,65 *м*. В школах, детсадах и прочих детских учреждениях эта высота уменьшается в зависимости от возраста детей.

Писсуары устраиваются одиночные и групповые. Первые в свою очередь делятся на настенные (рис. 185) и пьедестальные. Настенные бывают плоские и угловые, кошелем и с носком. Размеры чугунных одиночных писсуаров от 265 × 200 *мм* до 455 × 395 *мм*. Размеры фаян-

совых: от 330 × 240 *мм* до 470 × 395 *мм* в зависимости от их типа (английский, рижский, русский).

Все эти писсуары в себе не имеют сифона; но в США применяется настенный тип с гидравлическим затвором и с промывным писсуарным краном (рис. 186). Там же нашел широкое распространение пьедестальный тип, в одинаковой мере имеющий сифон и промывной кран.

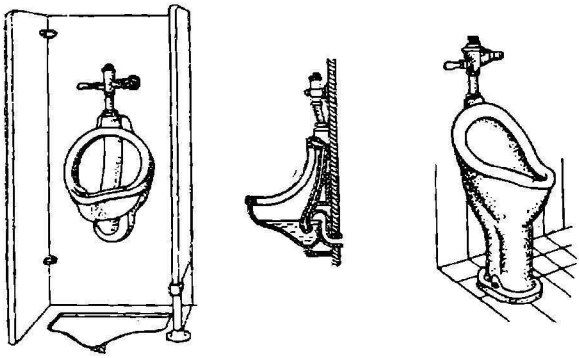


Рис. 186. Промывные писсуары.

Простейшим типом группового писсуара является писсуарный ж е л о б (корыто). Он выполняется чугунным эмалированным с выпуском с правого или левого конца при длине от 420 до 1220 *мм* и ширине от 200 до 310 *мм*. Даже при хорошем смыве этот писсуар является антисанитарным вследствие своего материала. Практически же смыв бывает обыкновенно плохим. Особенно неудовлетворительно устройство с выпуском из желоба в открытый лоток, в конце которого находится трап.

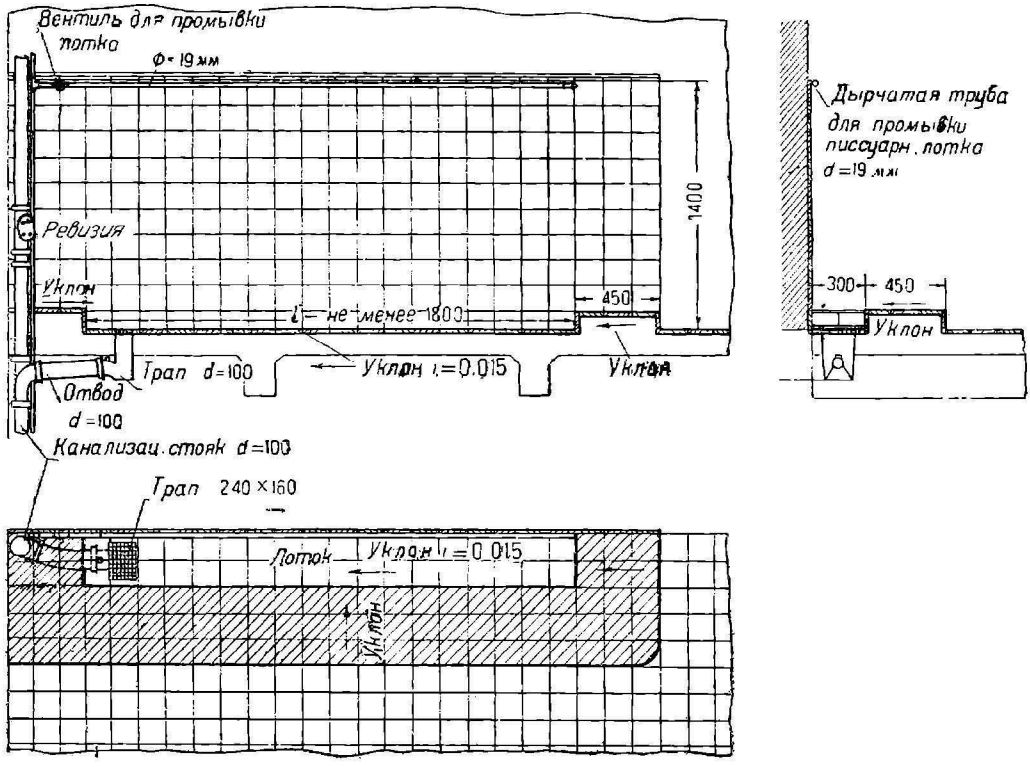


Рис. 187. Плиточный писсуар.

При правильном выполнении и хорошем смыве может оказаться лучше более дорогой л о т к о в ы й плиточный писсуар (рис. 187). Его устройство допускается только в общественных уборных. Важно дать заметный уклон лотку (0,015—0,03) для скорейшего стока жидкости. Уклон должен быть придан и площадке вокруг лотка по направлению к последнему. Стенки

выполняются из плиток на 1,3—1,5 *м* выше пола. Плиточные швы должны быть минимальными (не шире 1—2 *мм*), смыв достаточный и непрерывный. Однако, очень часто и это не избавляет от грязи и запаха.

Безусловно много лучше с санитарной стороны являются фаянсовые стоячие писсуары (рис. 188), широко распространенные в Англии и США. Изготовляются они на одно место и затем собираются в секции в требуемом количестве.

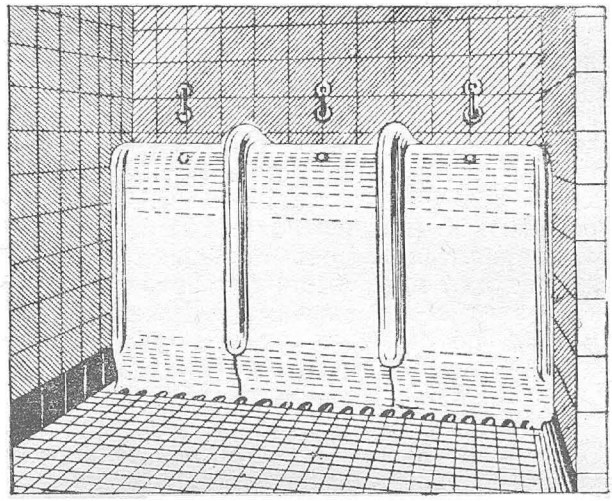


Рис. 188. Стоячий писсуар

Наиболее подходящими в наших условиях и недорогими являются одиночные фаянсовые писсуары, собранные в группы. Под каждым писсуаром делается свой сифон. Это однако при отсутствии промывки не дает каких-либо преимуществ, стоит же относительно дороже. При автоматической и частой промывке вполне может быть допущен тип Моспроекта (рис. 189) с общим сифоном. Слабое место его — неравномерность промывки.

Как бы однако ни решался вопрос о конструкции группового писсуара, основное значение все же имеет промывка. На нее должно быть обращено в первую очередь внимание.

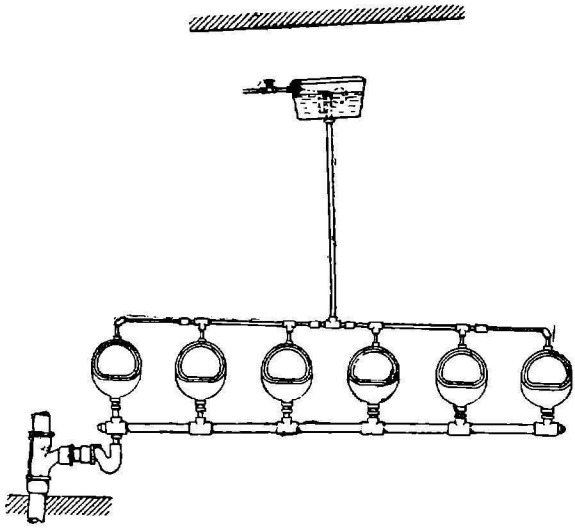


Рис. 189. Писсуар с общим сифоном.

Для промывки одиночных писсуаров на шейку каждого из них ставится специальный кран с колпаком. Предполагается, что после пользования писсуаром будет пущена струя, которая обмоет всю внутреннюю поверхность его и освежит воду в сифоне. В общественных уборных во все время действия уборной вода должна обмывать писсуар небольшой, но достаточной струей.

Основная причина запаха от писсуаров заключается в отложениях из мочи разлагающихся солей и белковых веществ при одновременном испарении мочи. Поэтому для устранения запаха необходимо, чтобы все места и вся площадь, на которую моча может попасть, дочиста омывались водой немедленно после загрязнения, не давая образоваться каким-либо осадкам. В этом отношении наилучшим средством является упомянутая выше индивидуальная промывка после каждого пользования, а в общественных писсуарах—непрерывная во все время возможного пользования. Первая требует понимания и привычки

населения обмывать после себя писсуар так же, как это делается в отношении ватерклозета; вторая вызывает большой расход воды.

Независимо от способа промывки она должна предупреждать образование запаха, так как последующее удаление его почти невозможно. Если усиленная вентиляция может ослабить запах, то применением всякого рода веществ и эссенций, „перебивающих" запах, не достигается никакого санитарного эффекта.

Наиболее неприятным по своему зловонию являются групповые писсауры, в частности желобчатые, половые, лотковые. Не лучше устройство и группы индивидуальных писсуаров с выпуском в лоток. Оно становится совершенно нетерпимым при неудовлетворительной промывке. Пол в тех местах, куда падают хотя бы брызги мочи, также должен промываться. Всякого рода тазы с опилками в этом месте не улучшают положения, так как опилки меняются редко, а кроме того и само железо ржавеет и от мочи быстро становится источником запаха.

В этих целях даже при индивидуальных писсуарах под ними должен иметься небольшой лоток с трапом.

Поверхность групповых писсуаров обмывается тремя способами:

1) продольной дырчатой трубой $d = 13 — 19$ *мм*;

2) переливом воды из распределительного желоба;

3) специальными насадками, дающими плоскую веерную струю.

Отверстия дырчатой оцинкованной трубы выполняются диаметром около 1 *мм* и располагаются примерно под углом 45° (к стене писсуара). Отверстия следует делать достаточно часто, не реже чем через 10 *см*. Это даст расход на 1 *пог. м* (при напоре 3—15 *м*) около 2—5 *л/мин*. Размер отверстий в целях более равномерного истечения воды полезно несколько увеличить по мере удаления от подводящей трубы.

Смыв при помощи насадок с веерной струей может дать относительно лучшие санитарные условия. Но для хорошего разбрызгивания требуется правильность конструкции щели, которая вместе с тем требовала бы небольшого расхода воды.

Наиболее санитарными писсуарами являются пьедестальные (стоячие) писсуары, имеющие в себе гидравлический затвор и промываемые при каждом пользовании от бачка или промывного крана. Хотя они относительно дороги, но в нашем современном строительстве грандиозных общественных зданий на это стоит затратить некоторые излишние средства, чтобы добиться полного санитарного эффекта.

Умывальники

К санитарным приборам, служащим для гигиены тела, относятся умывальники, ванны, души и биде.

Умывальники применяются индивидуальные и групповые. Первые рассчитаны на одновременное умывание только одного человека и потому применяются в отдельных квартирах, небольших уборных общего пользования, учреждениях, лабораториях и т. п. Групповые умывальники дают возможность пользоваться одновременно ряду лиц (3—6) и находят применение в общежитиях, предприятиях, казармах и т. д.

В последнее время за границей получили распространение групповые умывальники с отдельными чашами на каждого одновременно пользующегося.

Индивидуальные умывальники изготовляются из самых разнообразных материалов в зависимости от их назначения: эмалированного чугуна, фаянса, мрамора и т. д. Наблюдается также значительное различие формы их (в виде стола со спинкой и без спинки, с опрокидывающейся чашей, на ножке, на кронштейнах, без них и др.).

Чугунные эмалированные умывальники менее желательны, чем фаянсовые, не только в лабораториях, где возможно попадание в умывальники

разнообразных кислот, но и в домашних условиях. Даже всякого рода пасты для чистки зубов, содержащие кислотные вещества, вызывают потемнение эмали и придают умывальнику неопрятный вид. Уместны чугунные умывальники благодаря своей прочности там, где можно ожидать грубого обращения с ними.

Применение цветных мраморных умывальников мало целесообразно по причине их высокой стоимости. Возможно применение фаянсовой чаши в комбинации с мраморным столом или пьедесталом, но это не дает никаких преимуществ по сравнению с простым фаянсовым умывальником. Кроме того достичь полной водонепроницаемости двух материалов бывает трудно; преимущество же следует отдать умывальникам без швов.

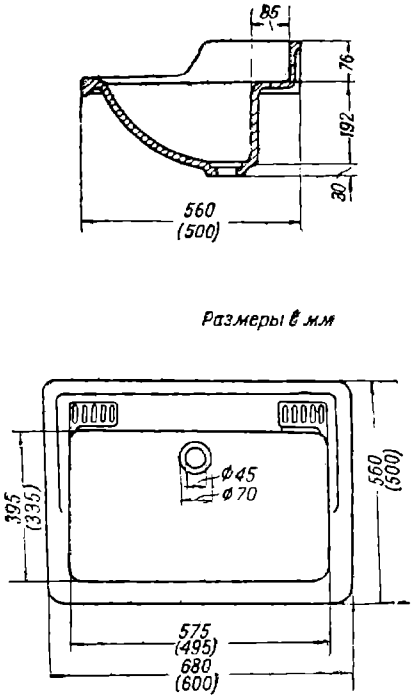


Рис. 190. Умывальник без перелива.

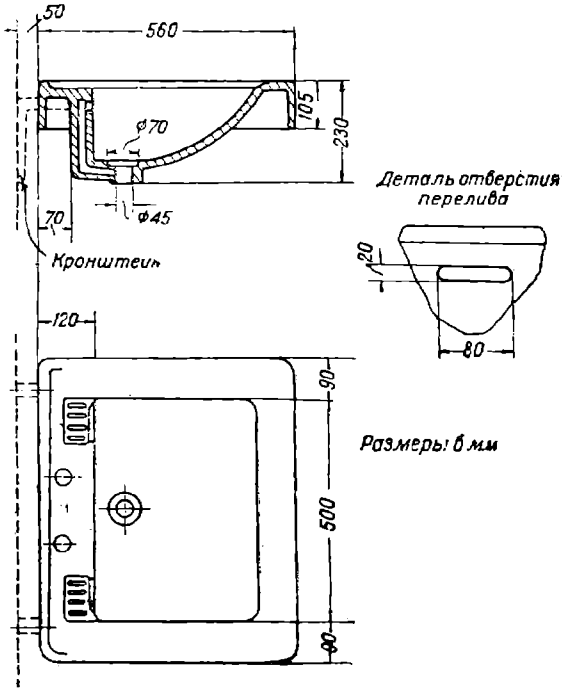


Рис. 191. Умывальник с переливом.

В конструкции жестко укрепленного умывальника должно иметься выпускное отверстие, при помощи сифона присоединяемое к отводной трубе. Во избежание попадания в сифон и сеть мочалок, тряпок и других предметов в выпускном патрубке умывальника должна быть плотно заделана решетка с круглыми отверстиями диаметром не более 6 *мм* или медная крестовина.

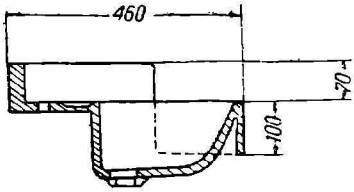
Ввиду возможного засорения выпускного отверстия или закрывания его пробкой при умывании из чаши умывальник должен иметь перелив, гарантирующий от переполнения и слива воды на пол.

По разработанному Академией коммунального хозяйства (АКХ) при СНК РСФСР проекту ОСТ санитарно-технических приборов у нас должны изготовляться фаянсовые умывальники с верхним бортом без перелива (рис. 190), с опущенным бортом и с переливом в виде отверстия (рис. 191) и угловые фаянсовые рукомойники (рис. 192).

Размеры фаянсовых умывальных столов, применяющихся у нас, можно видеть на рисунках.

Меньшие умывальники применяются лишь в качестве рукомойников (в конторах, лабораториях и т. п.). За границей иногда умывальники

устраиваются с особой чашей для полоскания рта. Длина такого умывальника доходит до 1 000 *мм*. Емкость чаши имеет значение не только при пользовании умывальников, но и при спуске воды из наполненной чаши. Эта емкость составляет примерно от 3 до 10 *л* (в больших умывальниках).



Размеры в мм

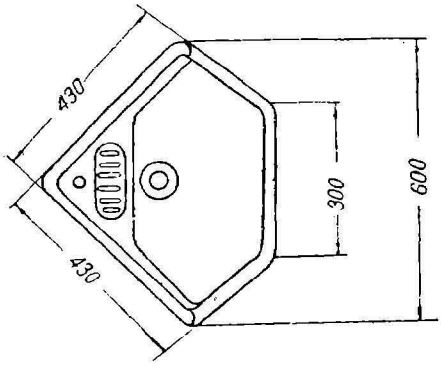


Рис. 192. Угловой рукомойник.

В Англии указанные типы с закрытыми переливами не без основания считаются недостаточно санитарными, так как переливы невозможно очищать, и в них образуются различные осадки. Наиболее рациональными конструкциями с видимым переливом признаются две: с трубчатой пробкой и перегораживающей стенкой (рис. 193). В первом случае при переполнении вода сливается через открытый верх трубы. Низ последней служит пробкой. Вся труба помещается в выемке тела умывальника и легко может перемещаться.

Во втором случае перелив происходит через перегородку и пустотелую пробку.

Этот тип однако не спасает от переполнения, если засорится сетка. Поэтому применяющийся у нас тип (подобный английскому), несмотря на свои санитарные недостатки, имеет также достоинства в виде простоты устройства и надежности действия, тем более что умывание при закрытой пробке и наполненной чаше у нас практикуется редко. Правда, недостатком наших умывальников является медленный слив воды даже при пользовании ими в качестве таза. Благодаря этому ни сифон, ни трубы должным образом не промываются. В них накопляются грязь, мыло, развиваются бактерии. Поэтому полезно промывать умывальник почаще при заполненной чаше и вообще делать сетку с более крупными отверстиями. В отношении промывки наиболее желательными являются умывальники, обеспечивающие при спуске воды заполнение спускного сечения.

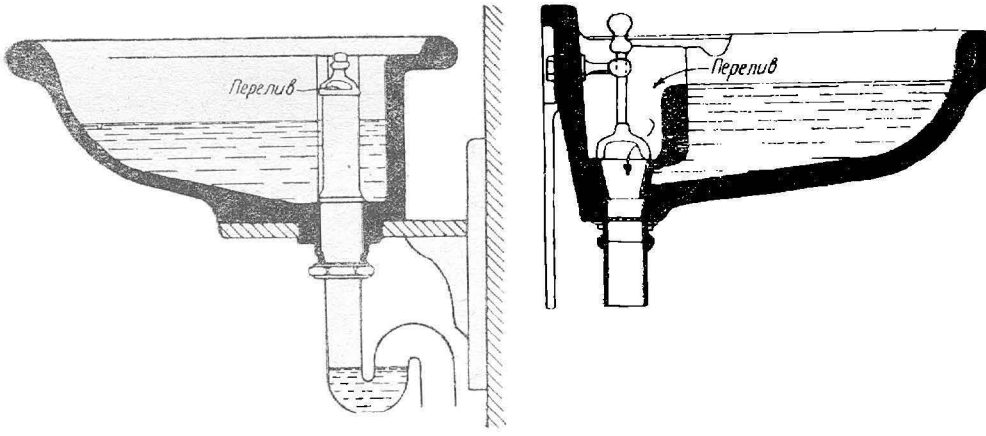


Рис. 193. Типы английских умывальников.

В современных конструкциях теперь нередко открывание спуска происходит посредством нажимного рычажного устройства (рис. 194).

Монтаж умывальников производится в зависимости от их типа или привертыванием их на шурупах при помощи деревянных пробок к стенке, или на кронштейнах, или же на специальных ножках, пьедестале, стойке и т. д. Высота до верхней кромки чаши умывальника от пола принимнется для взрослых 0,8 *м*, в щколах для младших групп 0,7 *м*, в детских садах 0,6 *м*, в детских яслях 0,4 *м*.

При установке нескольких умывальников расстояние между осями их делается 1,4 *м*; от угловой стены до оси крана оно должно быть 0,7 *м*.

В целях экономии цветных металлов в современных заграничных умывальниках не только ручки, но и самые краны изготовляются из фаянса.

При большом количестве умывальников расход воды может составить значительную величину. На умывание рук идет около 1 мин. На умывание рук и лица требуются 1—2 мин., при обнажении тела — около 3 мин. На все умывание в среднем тратится около 4—8 *л* воды. Это количество в отдельных случаях — при тщательном мытье зубов, головы, шеи, верхней части туловища и т. д. — может быть значительно больше (в особенности при употреблении не туалетного, а водоразборного крана). Затрата воды на умывание зависит не только от привычки, времени года, места расположения умывальника (в уборных общего пользования, учреждениях, театрах воды расходуется гораздо меньше), но в конечном итоге от продолжительности умывания и типа крана.

За границей имеют широкое распространение вертикальные краны для умывальников и применяются в тех случаях, когда вода подводится к чаше умывальника снизу [1].

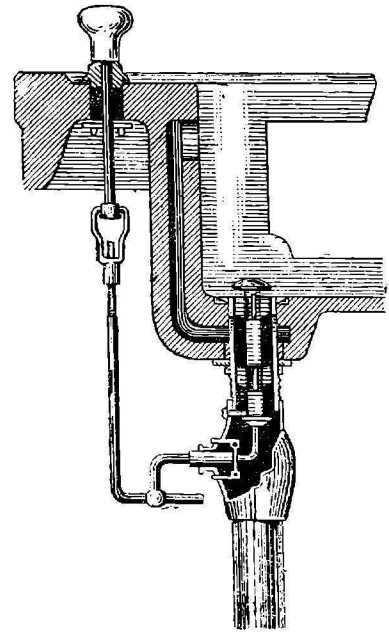


Рис. 194. Приспособление для спуска воды.

Количество индивидуальных умывальников, устанавливаемых в уборных общего пользования, невелико; они здесь служат только для умываняи рук. Ориентировочно можно считать достаточной установку одного умывальника на 4—6 унитазов.

В производственных и складочных помещениях число умывальных кранов определяется по количеству рабочих в наиболее многочисленной смене, исходя из расчета не менее одного крана на 10 человек, одновременно кончающих работу.

В клубах, театрах один умывальник делается на 100 человек.

Минимальное количество умывальных кранов для разного рода помещений приводится в табл. 52.

Групповые умывальники устанавливаются в учебных заведениях, на предприятиях, вокзалах и т. д.

Простейший тип их — желобчатый или корытообразный умывальник. Они делаются железные оцинкованные или чугунные эмалированные. Основные размеры желоба: ширина 370—400 *мм*, глубина 145—200 *мм*, длина желоба около 500—600 *мм* на каждое место. Число кранов 2 или 3.

Корытообразный умывальник имеет широкое распространение на наших фабриках и заводах, причем в одном месте ставится 3—6 и более трехместных желобов.

[1] Н. И. Фальковский, Канализование зданий, 1934, стр. 100.

Таблица 52

Наименование помещений	Минимальное количество умывальных кранов	Наименование помещений	Минимальное количество умывальных кранов
Уборные общего пользования . .	1 на 4—6 унитазов	Общие умывальные, больницы . .	1 на 18 чел.
Предприятия	1 на 10 чел.	Клубы, театры . .	1 100
Школы . .	1 15	Жилые помещения .	1 15
Общежития .	1 17	Фабрики-кухни .	1 80
Учреждения .	1 40		

Пример конструктивного выполнения группового умывальника (Моспроект) дан на рис. 195.

Ввиду характера спускаемой от умывальников воды (мыльная, без запаха, достаточно чистая) можно допустить соединения нескольких однокрановых умывальников при одном общем сифоне (рис. 196).

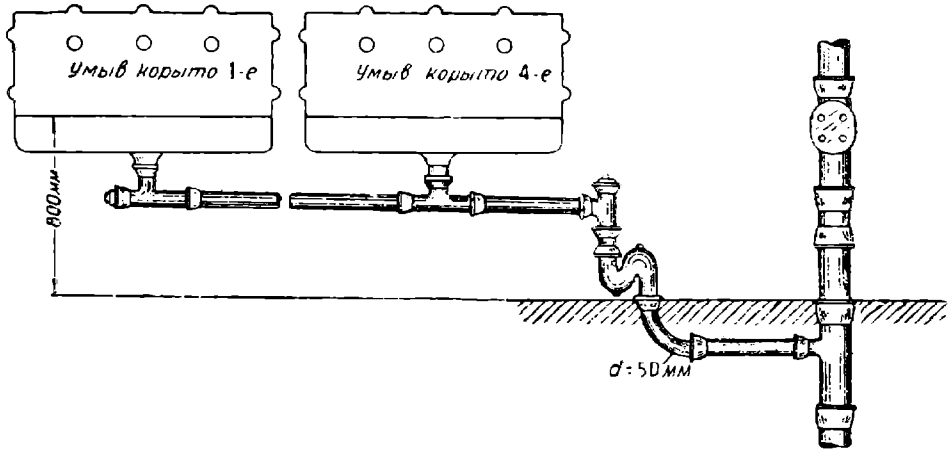


Рис. 195. Групповые умывальники.

Наряду с указанными встречаются различного рода комбинации индивидуальных умывальных чаш с корытами, причем последние могут опрокидываться вокруг горизонтальной оси для слива воды. Такая конструкция дает лучшее обмывание поверхности чаши, чем при наличии изливного отверстия в последней, и устраняет надобность в переливе. Применение умывальников подобного типа оправдывается в общежитиях, казармах и вообще там, где имеют место основательное умывание и сильное разбрызгивание воды. Такие умывальники в целях прочности выполняются из металла (эмалированного чугуна).

Там, где дело ограничивается преимущественно умыванием рук, могут быть использованы находящие широкое применение за границей умывальники на полых стойках (рис. 197). Вообще при выборе типа умывальника преимущества будут на стороне того, у которого обеспечивается удобное умывание при постоянно текущей струе воды, так как это лучше отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, чем разные типы с наполнением водой чаш и умыванием из последних (распространено за границей).

С этой точки зрения желательным типом является круглый умывальник с дождиком (рис 198) или отдельными кранами. Такие умывальники могут изготовляться из любого водонепроницаемого материала. Внешний диаметр умывальника делается 0,8 и 1,35 *м*, что соответствует окружности в 2,5

и 4,25 *м*, последний предназначается для одновременного пользования 10 человек.

Достоинство умывальника: он занимает меньшую площадь, чем прямоугольный, при том же числе моющихся; недостаток — худшее использование площади помещения.

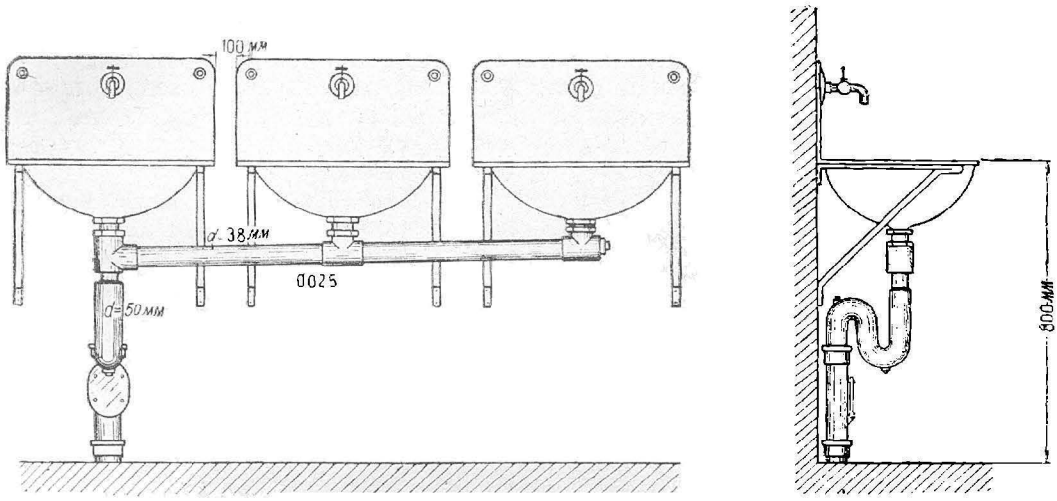


Рис. 196. Умывальники с общим сифоном.

Расход воды дождиком уместен только там, где продолжительность действия умывальника невелика и все места бывают заняты (на производстве). В противном случае следует устраивать краны для отдельных мест. Диаметр отводной канализационной трубы зависит от общего расхода воды и может доходить до 75—100 *мм*.

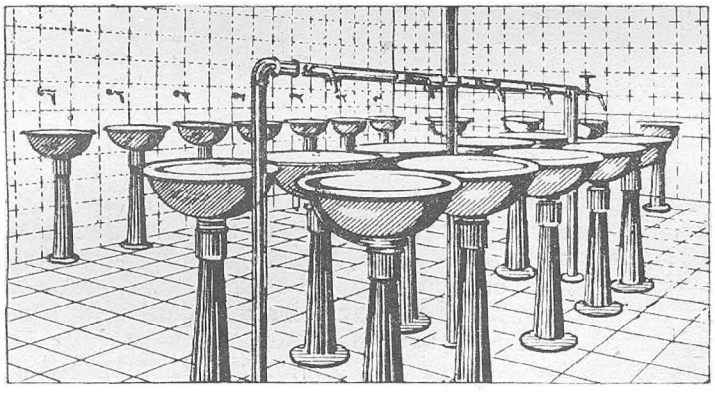


Рис. 197. Умывальное помещение.

Стремление к усовершенствованию умывальников отражается на выпуске приборов самых разнообразных конструкций. На рис. 199 представлены типы современных приборов; они отличаются изяществом отделки и зачастую совмещают в одном приборе подвод как горячей, так и холодной воды.

При устройстве умывальных помещений особое внимание обращается на возможность соблюдения чистоты в них, рациональную и красивую форму умывальников, удобство пользования всеми приборами и т. д. Арма-

тура, сифон здесь часто хромируются. В стенах располагаются устройства для хранения предметов санитарного оборудования (мыльницы, подстаканники и т. п.). Довольно изящная арматура изготовляется мебельно-арматурной фабрикой Интуриста (Ленинград).

По своему назначению приближаются к умывальникам мойки для ног. Они могут найти применение в душевых, банях и различного рода производствах. В качестве примера приведем мойку для ног, устроенную для рабочих строительства Дворца Советов (рис. 200). Она рассчитана на пропуск 6 человек одновременно. Для сидения предусмотрены 3 железобетонные пустотелые скамьи, отделанные метлахскими плитками, покрытые линолеумом. Ноги ставятся на деревянный валик.

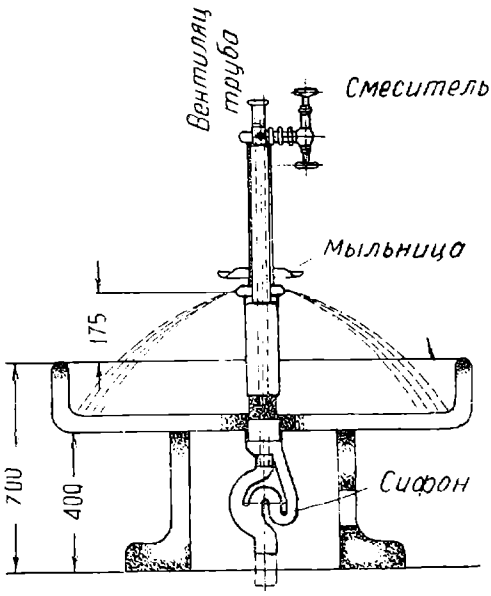


Рис. 198. Умывальник с дождиком.

Горячая и холодная вода смешиваются в общем смесителе „Дуплекс" и подводятся к 6 туалетным кранам. Сточные воды по лотку с уклоном 0,01 стекают в 100-*мм* трап.

Ванны и нагревательные приборы

Широкие мероприятия советского правительства по улучшению культурно-бытовых условий жизни трудящихся масс вместе с развертыванием сети лечебно-профилактических учреждений повели к быстрому распространению у нас ванн, польза и значение которых очевидны. Вместе с тем однако ванны имеют некоторые недостатки, как-то:

1) умывание происходит во все более загрязняющейся воде;

2) ванна требует около 250—350 *л* воды;

3) она занимает значительное место;

4) она стоит дороже других приборов и требует больше ухода;

5) ванное помещение даже при рациональном устройстве нередко при недопустимо небрежной эксплоатации его превращается в склад угля, дров, грязного белья.

Чаще всего одной ванной пользуется много лиц. Поэтому устройство ванны должно в высокой степени обеспечивать легкое содержание ее в санитарном состоянии. Ванны не должны иметь острых углов. Они должны изготовляться из материалов, не впитывающих в себя воду и допускающих удобное обмывание (фаянс, эмалированный чугун и оцинкованное железо). Вместе с тем до настоящего времени местами еще сохранились деревянные ванны, и находят большое применение ванны из различного камня.

Деревянные ванны дешевы, плохо проводят тепло, но подвержены гниению и рассыханию, трудно поддерживаются в санитарном состоянии, и потому массовое применение их, в особенности в местах общественного пользования, нежелательно, а в некоторых странах они запрещены. Не допускаются деревянные ванны, обитые металлом, как и железные крашеные ванны, медные и т. п., поддержание которых в чистоте затруднительно. У нас деревянные ванны требуется окрашивать белой эмалевой или светлой масляной краской.

Каменные ванны вследствие большой теплоемкости требуют много тепла для первоначального нагревания. Ео избежание водопоглощения они

покрываются метлахскими и другими глазурованными плитками, при тонких швах, заделанных водонепроницаемой массой. В целях лучшего санитарного обслуживания цвет ванны вообще должен быть белый или очень

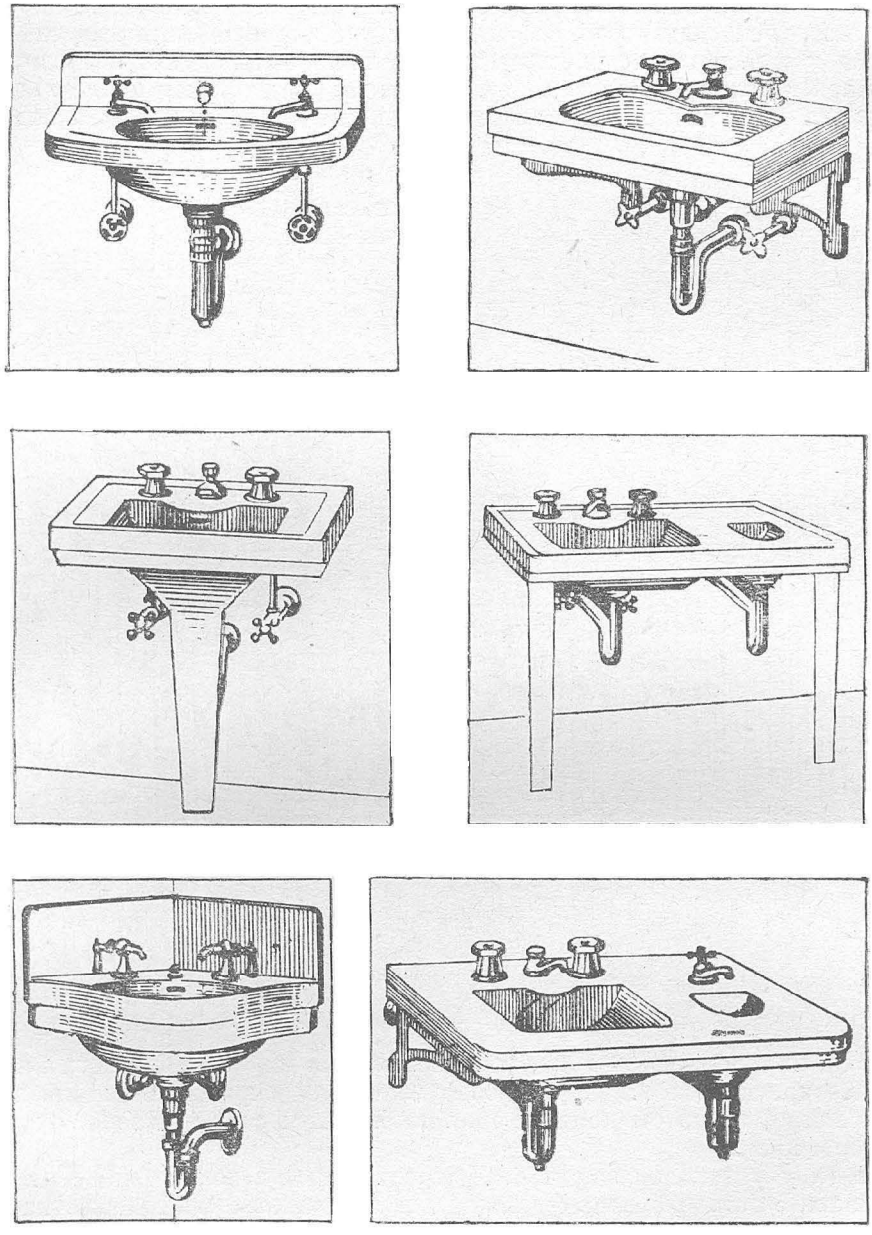


Рис. 199. Типы современных умывальников.

светлый. Однако содержать каменные ванны в порядке трудно благодаря наличию острых углов, где скопляется грязь, и швов, непроницаемость которых легко расстраивается.

Фаянсовые ванны вполне подходят с санитарной стороны, но имеют большой вес, поглощают много тепла и стоят дорого.

Цинковые и железные оцинкованные ванны хотя дешевы, легки, но не гарантируют санитарного содержания их; они допускаются только в виде исключения.

Чаще всего применяются чугунные ванны. Они должны быть обязательно эмалированы внутри, так как никакая покраска не достигает цели. Из трех видов употребляющейся эмалировки (металлическая, стеклянная и фарфоровая) предпочтение должно быть отдано последней как благодаря опалово-белому цвету, хорошему виду, так и более надежной стойкости. Вообще хорошая эмаль не должна от температурных воздейст-

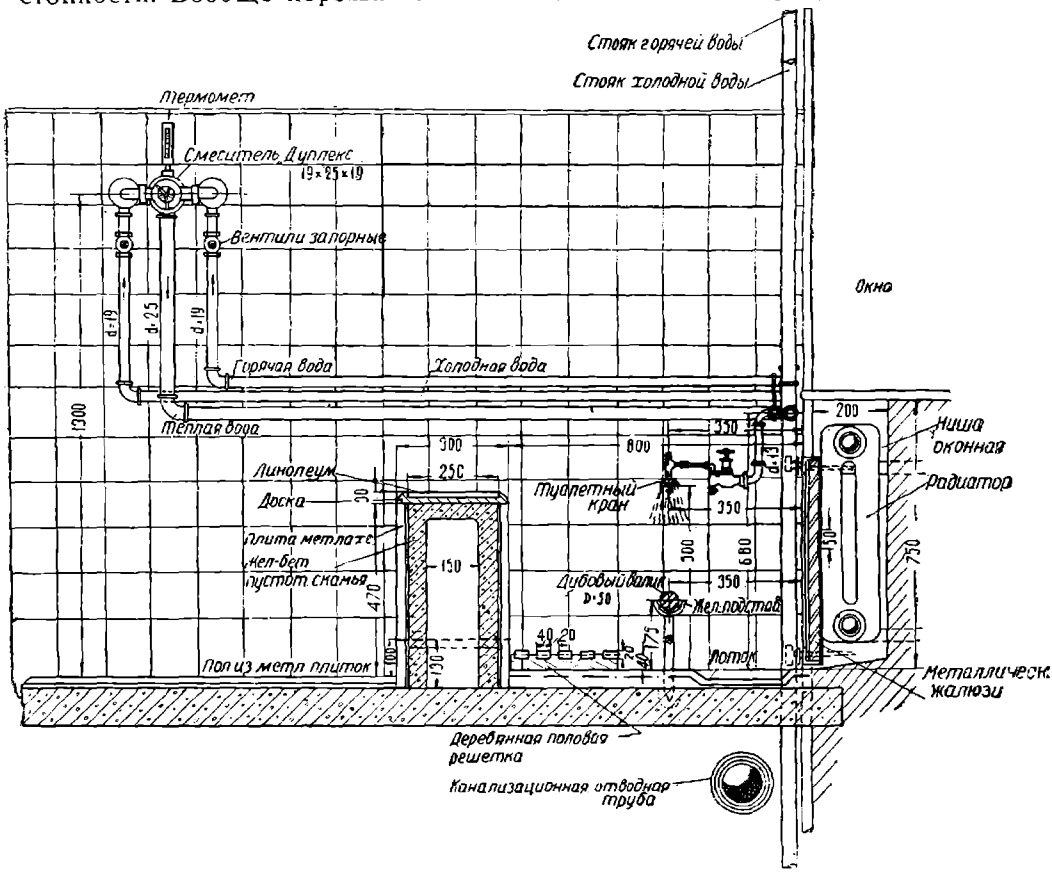


Рис. 200. Мойка для ног.

вий воды отставать от чугуна, растрескиваться или шелушиться; но эмаль хрупка и трескается от удара. Снаружи ванна окрашивается или покрывается лаком, при этом нередко цвет выбирается соответственно окружающей обстановке.

По типу установки ванны бывают вделанные в пол, стоящие на нем и на ножках. Установка ванны должна давать возможность содержания в чистоте помещения. Поэтому оставление узких щелей, затрудняющих удаление грязи, не должно допускаться. В этом отношении ванны встроенные, заделанные в стену (до трех сторон) или в пол, представляют большие удобства. Ванна на постаменте или на ножках должна иметь (что не всегда к сожалению делается) место вокруг с тем, чтобы можно было удалить образующуюся сырость и грязь. Если ванна примыкает к стене, то последняя на высоту около 1,5 *м* над ванной должна быть отделана водонепроницаемым слоем (из плиток). В крайнем случае возможно покрытие стены лаковыми красками.

Бока ванны делают обычно или параллельными или суживающимися к ногам. Внизу длина и ширина в некоторых типах бывают меньше, чем вверху.

В настоящее время разработаны проекты ОСТ санитарно-технических приемников (АКХ и постоянной Всесоюзной строительной выставкой). К их числу относятся и чугунные эмалированные ванны. Они выполняются с прямыми бортами (рис. 201) длиной 1750 и 1830 *мм* и весом 135 и 175 *кг*. Основные размеры их указаны на рисунке.

Весьма рациональными в санитарно-гигиеническом отношении являются ванны с цельноотлитой панелью. Они бывают с передней и угловой (двухсторонней) панелью. Такие ванны, будучи вделаны своими другими сторонами в стены, весьма облегчают содержание в чистоте помещения (рис. 202).

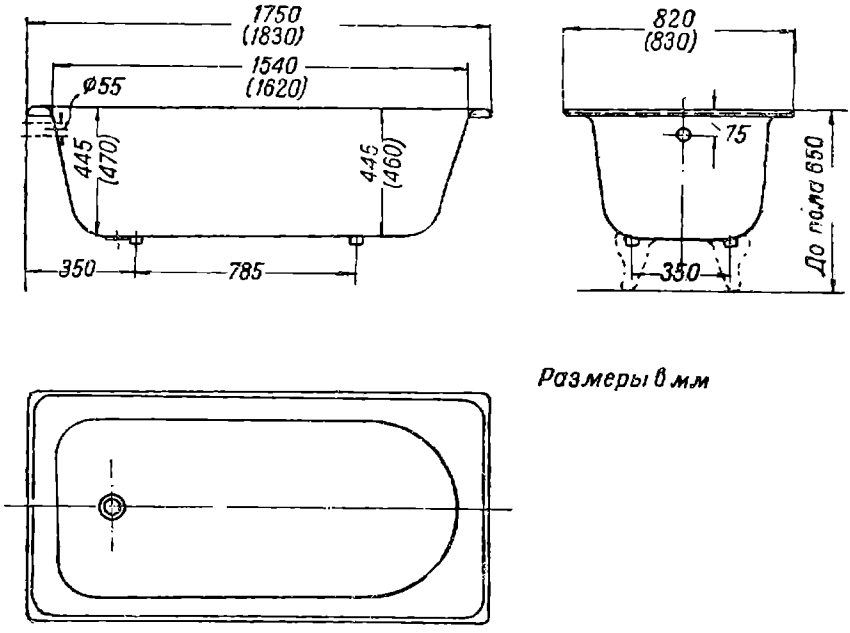


Рис. 201. Ванна с прямыми бортами.

Размер труб и кранов, подводящих к ванне воду, должен сообразоваться с емкостью ванны, допустимой продолжительностью ее наполнения, способом подачи воды (через смеситель или двумя отдельными кранами), давлением в горячей и холодной сети.

Нормальным краном для ванны можно признать $d = 19$ *мм*. Его подача при давлении в 3—4 *м* составляет 18 *л/мин*, а при 10—15 *м* — до 60 *л/мин*.

Если давление в сети весьма велико (в нижних этажах), можно допустить краны $d = 13$ *мм*. В равной мере этот диаметр применяется для газовых колонок. С другой стороны, при низком давлении может найти применение кран $d = 25$ *мм*, и в случае необходимости особенно быстрого наполнения (гидропатические учреждения, минеральные ванны и т. п.) даже $d = 32$—38 *мм*.

Во всех стационарных ваннах, где недопустимо заливание помещения водой, должен иметься перелив на случай забытых открытыми кранов или от вытеснения воды телом купающегося. Более опасно последнее, так как время погружения в ванну весьма коротко; поэтому ванна должна иметь выше перелива достаточную запасную высоту для емкости не менее 75 *л*.

Перелив в большинстве ванн устраивается в виде отдельной трубы (рис. 203). Ее диаметр должен быть не менее 32 *мм*. Присоединяться к

сливу она должна конечно выше гидравлического затвора. В некоторых заграничных типах встречается перелив и в теле ванны. С санитарной точки

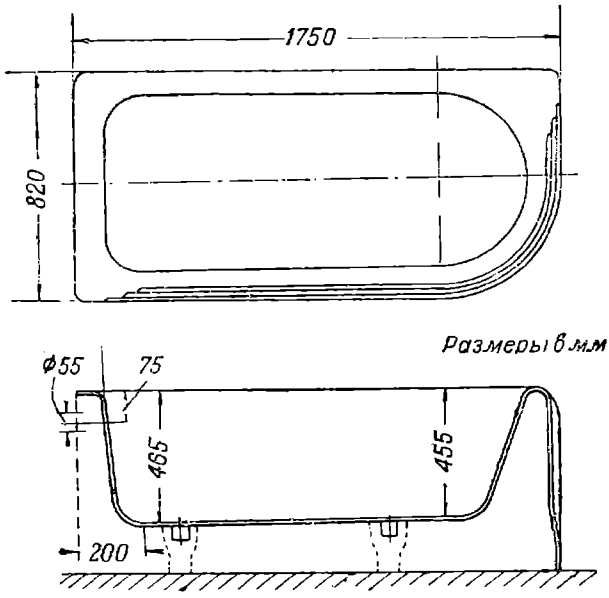


Рис. 202. Ванна с цельноотлитой панелью.

зрения перелив ванны должен удовлетворять в большей степени всем таким же требованиям, что и в умывальниках. В частности желательна полная доступность и хорошая промываемость перелива.

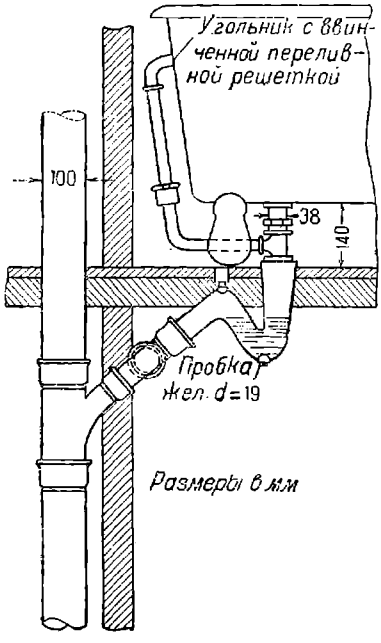


Рис. 203. Устройство перелива воды.

Слив из ванны делается $d = 38$ *мм*. Так как спуск воды всегда происходит при наполненной ванне, затем тратится значительное количество воды на содержание ванны в чистоте, то здесь отводные трубы находятся относительно в лучшем санитарном состоянии, чем от других приборов. Полезно ванны присоединять таким образом, чтобы спускаемая из них вода промывала другие более загрязненные трубы и в частности фановые. При этом должна быть обеспечена невозможность обратного проникания сточных вод в ванну.

Распространяющееся в домах централизованное горячее водоснабжение, состоящее в том, что к ванне в централизованном порядке наряду с холодной подводится и горячая вода, выдвигает этот вопрос в число первоочередных. Однако в настоящее время преимущественно применяются нагревательные колонки для ванн. Нагрев воды в них производится или твердым топливом или светильным газом. Нагревательная цилиндрическая колонка выполняется из листовой красной меди (толщиной 0,85—0,90 *мм*). Устраивается она двух типов: с топкой в самой колонке или с отдельной чугунной топкой ниже колонки (рис. 204). Последний тип лучше, так как

обеспечивает более полное сгорание и более равномерный нагрев колонки, представляет меньше опасности в отношении пережога ее. Продукты сгорания проходят по центрально расположенной медной трубе диаметром 100 *мм*. В заграничных колонках она нередко делается волнистой, что дает возможность ей лучше переносить температурные изменения и повышает поверхность нагрева. Сверху труба присоединяется к железной вытяжной трубе, входящей в дымоход. На последней имеется железная заслонка, которая служит для регулирования тяги. Наружный диаметр колонки выполняется в 300 и 350 *мм*, причем в целях экономии цветных металлов внешний кожух можно выполнить из оцинкованного железа. Вода находится в кольцевом цилиндре емкостью соответственно около 90 и 125 *л*. Холодная вода подводится внизу колонки; горячая выходит из самой верхней точки ее. В самом низу колонки имеется пробка для спуска воды. Внутренняя поверхность, заполненная водой, лудится. Однако оцинковка железа обходится дешевле и является при достаточной толщине слоя цинка более надежной. Нагревание воды в колонке ведется не более чем до 65—70° с тем, чтобы в колонке не происходило образование пара. В противном случае обнаженные от воды места могут распаяться или быть пережжены.

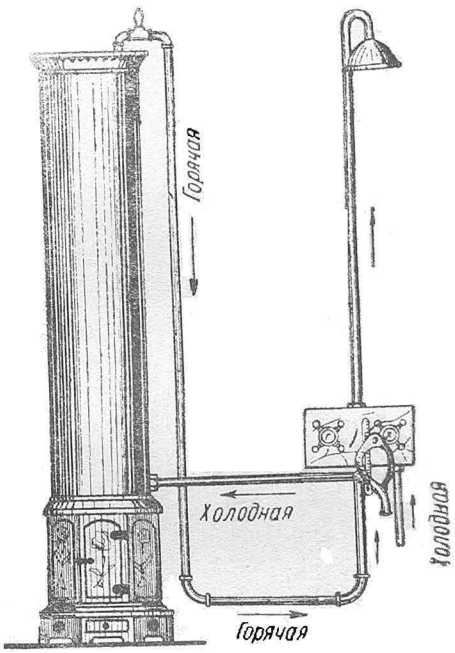


Рис. 204. Колонна для ванн.

Не следует применять сорта топлива, содержащие серу, так как получающийся при сжигании их сернистый ангидрид разъедает медь. Топочная часть колонки имеет внутри собственно топку, промежуток между которой и наружными стенками колонки замазывается глиной, иногда с кирпичным щебнем. Топка внизу имеет колосниковую решетку и зольник.

Колонка в случае деревянного пола в противопожарных целях устанавливается на кирпичном фундаменте, причем перед топкой прибивается железный лист. При деревянной, даже оштукатуренной стене вблизи топливника прикрепляют железный лист, под который кладут слой войлока, пропитанный глиной.

Будучи выполненной из тонких листов, колонка легко может получить повреждения от давления как большего, так и меньшего атмосферного. В первом случае может быть смята дымогарная труба, а во втором — наружный цилиндр. Во избежание этого колонка никогда не должна находиться непосредственно под давлением водопроводной сети, и кроме того в самом высоком месте колонки или трубопровода устанавливается воздушный клапан, который открывается внутрь под давлением атмосферы и впускает воздух в колонку, если в ней возникает разрежение.

На рис. 205 представлен общий вид смесителя „Нептун".

Смесители холодной и горячей воды бывают двух- и трехпроходные с изливным краном и душем.

Назначение отдельных труб вместе с направлением движения воды ясно из рисунка. Вода из водопровода подается по правой трубе к крану „холодная" и сообщается с трубой, на нижнем конце которой находится изливной кран над ванной, а на верхнем — душ. В зависимости от поворота изливного крана вода потечет в ванну (если кран открыт, видна над-

пись „ванна“) или (если закрыт, надпись „душ“) — в душ. Для получения горячей воды нужно открыть только левый кран с надписью „горячая“ При этом вода из водопровода устремляется через открытый левый кран в левую трубу и попадает в низ колонки. Вытесненная из последней горячая вода подается к центральной трубе снизу и здесь опять выливается в ванну или непосредственно или через душ. Для получения теплой воды открывают и холодный и горячий кран. При этом оба указанные цикла совмещаются. В зависимости от степени открытия кранов будет и температура вытекающей воды. Для регулирования ее на смесителе находится термометр.

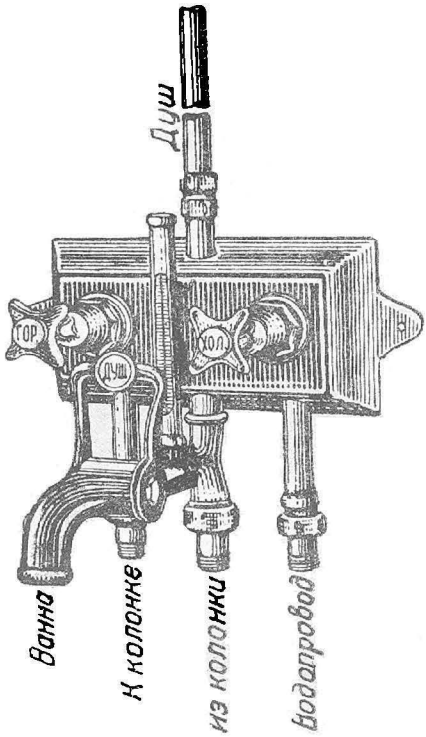


Рис. 205. Смеситель.

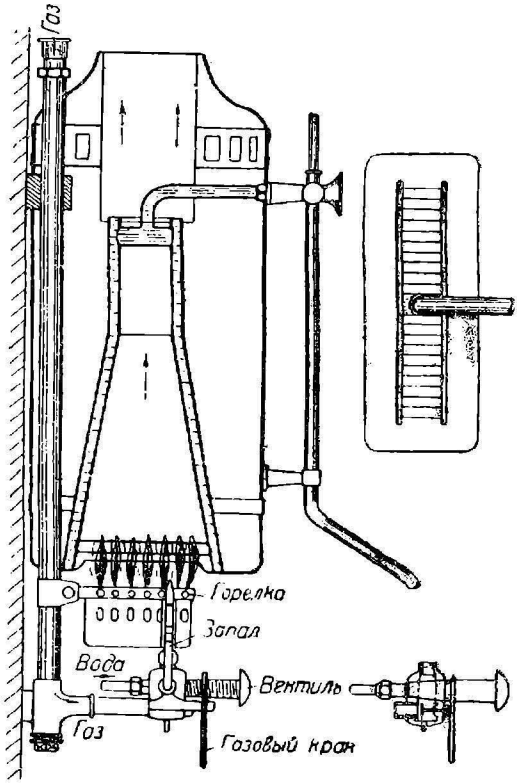


Рис. 206. Газовая колонка.

Цилиндрические колонки могут быть установлены в любом месте, они просты по устройству и в эксплоатации, занимают мало места, поэтому применение их бывает целесообразно в самых разнообразных случаях, когда требуется горячая вода.

Газовые колонки основаны на том принципе, что вода непрерывной струей протекает с большей или меньшей скоростью или по змеевику или узкому кольцевому пространству, обогреваемому газовой горелкой, сама нагревается до требуемой температуры и затем изливается в ванну или душ.

Наиболее распространенной колонкой первого типа (медный змеевик диаметром 19 *мм*) является колонка „Комега“, второго, с водяной коробкой, — „Юнкерс“ (рис. 206).

При пользовании колонкой нужно прежде всего пустить воду. Пройдя водяное пространство, она подходит к распределительному крану и изливается или прямо в ванну или через душ. Затем зажигают запальный кран, который не открывается до пуска воды, и пускают газ в горелку. Послед-

ний воспламеняется и обогревает протекающую воду. Выключение производят в обратной последовательности. Воду запирают не сейчас же после выключения газа, а после охлаждения колонки. Нагрев воды в газовых колонках допускается не выше 40°. Количество нагреваемой воды в зависимости от ее первоначальной температуры, давления газа и типа колонки составляет около 6—8 *л/мин*.

В настоящее время имеется ряд электрических нагревателей воды.

Вопрос о водонагревателях более детально рассматривается в главе о горячем водоснабжении.

Души

В производствах пыльных, создающих неблагоприятные санитарные условия для работающих (бойни, химические заводы), при высокой температуре (у печей и котлов) или наконец там, где особенно важна чистота тела рабочих (пищевое производство), умывальники не могут удовлетво-

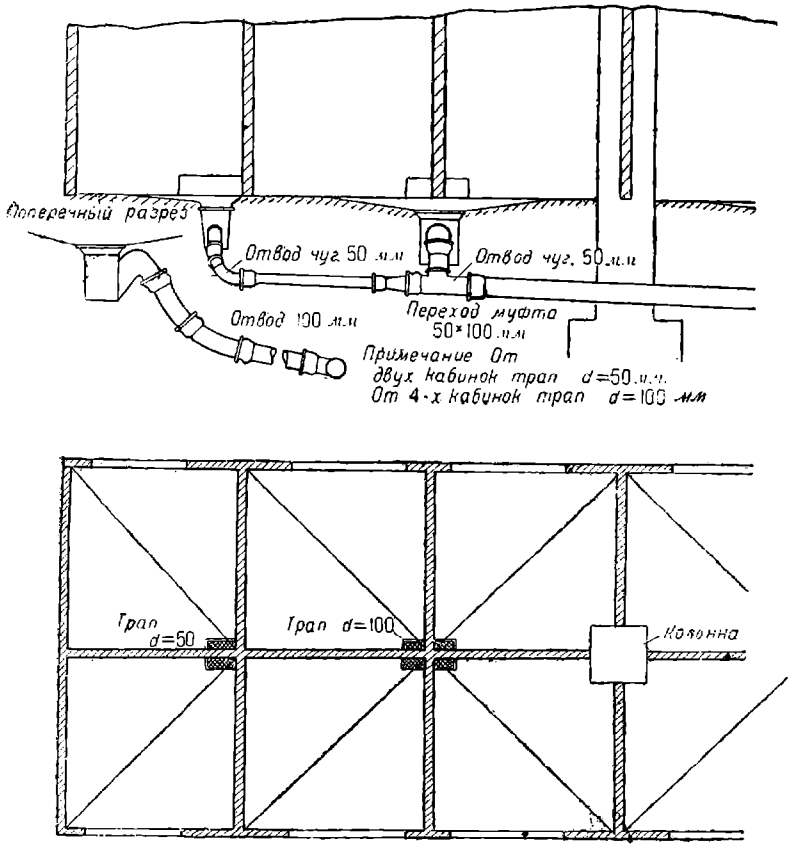


Рис. 207. Канализация душевой.

рить предъявляемым санитарным требованиям. В таких производствах должны устраиваться души. Последние вообще представляют прекрасное средство не только для обмывания, но и для укрепления физического состояния здоровья. Поэтому они получили широчайшее распространение в общежитиях, клубах, физкультурных площадках, в быту и т. д. В Москве например имеется студенческое общежитие, где одновременно работает около 300 душей.

Такое широкое использование душей объясняется рядом и других достоинств: дешевой установкой, небольшим расходом воды (в сравнении с ванной), немедленной готовностью к действию, постоянством и непрерывностью действия (нет периода наполнения и опорожнения), гигиеническими преимуществами благодаря обмывания тела все время чистой водой.

Изливание воды производится преимущественно посредством душевых сеток, но иногда употребляются и разбрызгиватели. Нормально сетка ставится диаметром в 100 *мм*; однако в банях, гидропатических учреждениях и т. д. имеют место и 125-*мм* сетки. В США применяются сетки в 150 и даже 200 *мм*.

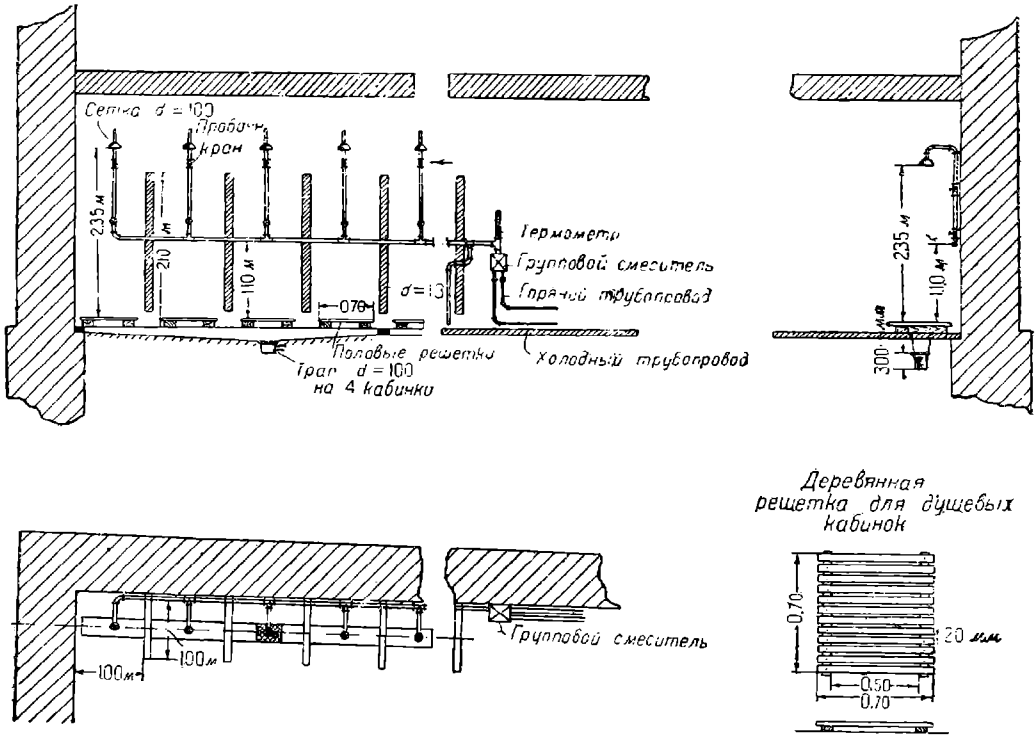


Рис. 208. Душевая.

При расчете водопроводной сети здания расход воды на душ согласно существующим нормам принимается в 8 *л/мин*; в условиях пыльных и грязных производств эта норма иногда повышается до 11 *л/мин*. Канализационная сеть от душевых устройств должна обеспечить отвод максимального возможного количества сточных вод и во всяком случае не менее 20 *л/мин* от каждой душевой сетки.

Потребное число душей на производстве устанавливается в зависимости от числа обслуживаемых ими рабочих, пропуска последних через душевые не более чем в продолжение 30 мин. и длительности приемки душа каждым от 4 до 6 и более минут, что связано с характером производства. Это дает норму в среднем 5 человек на один душ. Тип установки с отдельными кабинками представлен на рис. 207. Он рассчитан на 12 душей.

Ширина кабинки в душевой выполняется примерно в 0,9—1,0 *м*, глубина 1,0—1,1 *м* (рис. 208, 209). Высота простенков 2,0—2,1 *м* над полом, высота душевой сетки около 2,3 *м* в зависимости от типа и расположения деревянной решетки на полу. Последняя делается для того,

чтобы ноги не скользили по полу и не ощущался холод от него. При значительном числе душей бывает уместно употребление групповых смесителей. Это сокращает расход металла, повышает пропускную способность душей и удешевляет как устройство, так и эксплоатацию оборудования. Температура воды регулируется и несколько меняется, смотря по климату, погоде и времени года; но в средней полосе достаточно подходящей бывает около 30—35°.

На рис. 209 приводится пример устройства душа при индивидуальном смесителе, например в котельной, прачечной и т. п. Если применяются смесительные краны, регулирующие температуру вытекающей воды, то они по своей конструкции должны обеспечивать пуск холодной воды раньше, чем горячей, а запирание холодной позже, чем горячей воды с тем, чтобы пользующийся не мог обвариться. Вся система подведения воды к душам должна обеспечивать невозможность перетекания воды одной температуры в сеть с другой температурой. Если конструкция применяемого смесителя от этого не гарантирует, то на трубах для предохранений необходимо устанавливать обратные клапаны.

В некоторых случаях, например в школах, может оказаться удобным смешение воды в специальном баке. За температурой тогда должно вестись наблюдение, так как она регулируется от руки. Необходимо учитывать охлаждение воды в трубах, в особенности при их значительной длине и в начале принятия душа.

Пол в душевых делается цементный или из метлахских плиток, а для стока воды — с уклоном в сторону сточного жолоба или трапа. Этот уклон однако не должен быть более 0,02 во избежание скольжения ног.

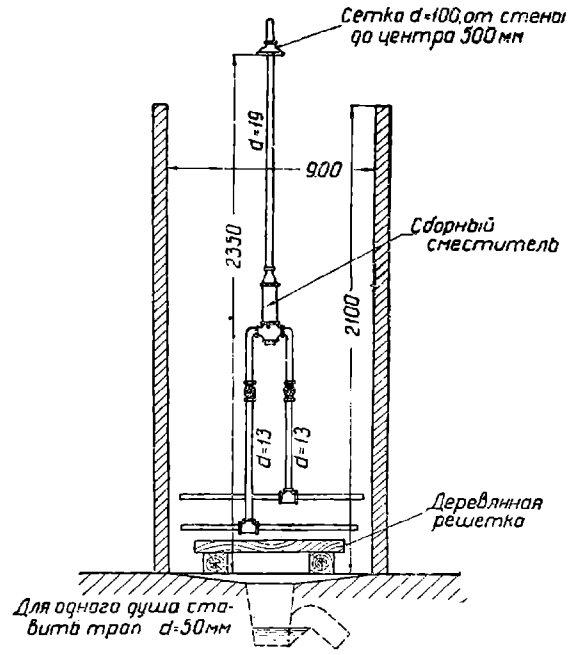


Рис. 209. Душ с индивидуальным смесителем.

При смешении воды в смесительных тройниках и кранах для достижения ровной установленной температуры необходимо постоянство давления в водопроводной сети. В моменты усиленного потребления холодной воды давление падает, и количество подаваемой к смесительно холодной воды уменьшается, т. е. температура воды в душевой сети увеличивается.

Раковины и мойки

Для приема сточных вод в кухнях, лабораториях и различных предприятиях широко распространены раковины. В большинстве случаев они изготовляются из чугуна, внутри эмалированные, а снаружи окрашенные. Фаянсовые, фарфоровые, гончарные, глазурованные употребляются редко как более хрупкие и потому считаются менее надежными при обычном пользовании. Защита же их по краям деревянными планками ухудшает санитарные качества приборов. Кроме того в подобных раковинах бывают трещины, также ухудшающие санитарную сторону и со временем ведущие к повреждению. В последнее время в нашем капитальном строи-

тельстве стали употребляться фаянсовые приемники с металлическими хромированными бортами. Применение медных луженых раковин возможно, но никаких преимуществ это не дает, требует же затраты дефицитного цветного металла; поэтому они практически не представляют интереса.

Чугунные раковины бывают прямоугольные и полукруглые, причем последние в зависимости от места установки делаются прямые и полукруглые угловые.

Каждая раковина имеет в низшей точке у выпуска решетку. Если последняя выполнена в целях упрощения производства отдельно, то она должна быть заделана прочно и быть по существу неотъемлемой. По разработанному АКХ проекту ОСТ чугунная раковина имеет размеры 368 × × 645 × 156 *мм*. В решетке выпуска — 30 отверстий диаметром по 8 *мм* (рис. 210).

Раковины ставятся возможно ближе к тем местам, где могут быть сточные воды, в частности в кухнях. Когда отвод жидкости из данного помещения представляет значительные технические трудности (например требует перекачки, мероприятий против затопления в половодье) или есть опасность замерзания гидравлического затвора и т. п., только тогда допускается устраивать раковину в подходящем ближайшем соседнем помещении. Однако располагать ее вместе с клозетом нельзя. Не следует также помещать раковину в темных помещениях и закоулках; наоборот, помещение для нее должно быть легко доступным, светлым, обеспечивающим содержание санитарного приемника в полной чистоте.

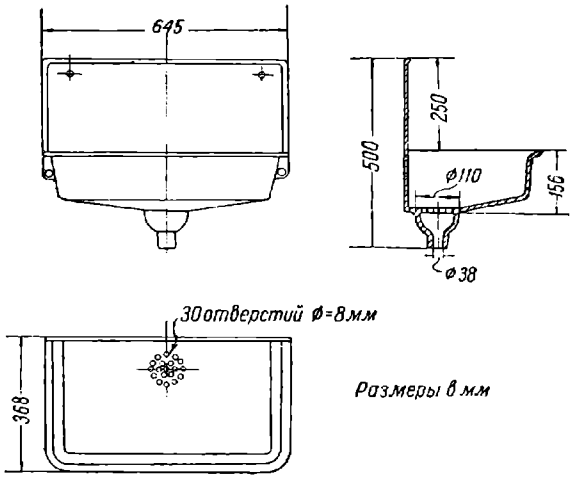


Рис. 210. Раковина.

Устройство одной раковины для нескольких помещений, кухонь и т. п. нежелательно. Если раковина служит для спуска больших количеств сточной жидкости (рестораны, столовые, больницы), то размер прибора и отводных труб от него должен быть соответственно увеличенным.

При кране над раковиной в 13 *мм* и среднем напоре в водопроводной сети минимальный диаметр короткой отводной трубы при уклоне 0,01 должен быть 38 *мм* в крайнем случае и при уклоне более 0,03 — не менее 32 *мм*. Однако если спускаются жирные воды, то диаметр следует брать в 50 *мм*. В противном случае необходимо обеспечить возможность частой прочистки. Раковины устанавливаются над полом на высоте около 0,8 *м* до верх него края. Если раковина служит для частого выливания больших количеств загрязненных вод, то эту высоту уменьшают до 0,7 *м*. Водопроводный кран (считая до оси) должен находиться выше борта раковины на 0,3 *м*.

Раковина укрепляется на стене 2—5 винтами, которые ввертываются в предварительно заделанные в каменную стену деревянные пробки.

Когда в здании разведена горячая вода, посуду моют непосредственно под раковиной. Для этой цели (в особенности при большом количестве посуды в ресторанах, столовых, больницах) лучше иметь специальные мойки. Они употребляются также для мытья лабораторной и другой посуды.

Мойки изготовляются чугунные эмалированные и фаянсовые.

Если мойки имеют запорную пробку у спуска, то они должны быть снабжены переливом. Устройство в одной кухне раковины и мойки требует много места и стоит дорого. АКХ при СНК РСФСР разработала проект ОСТ комбинированной мойки-раковины (рис. 211). Здесь более высоко расположенная часть представляет мойку. Ее слив может закрываться пробкой. Перелив на 15 *мм* ниже бортов. Раковина имеет низкие борта. Для постановки посуды приделана откидная железная хромированная скоба.

Внутренняя поверхность приемника и наружная поверхность бортов — эмалированные; наружная окрашивается белой масляной краской.

Другой вид комбинированной чугунной раковины-мойки со съемным рифленым эмалированным столом изображен на рис. 212.

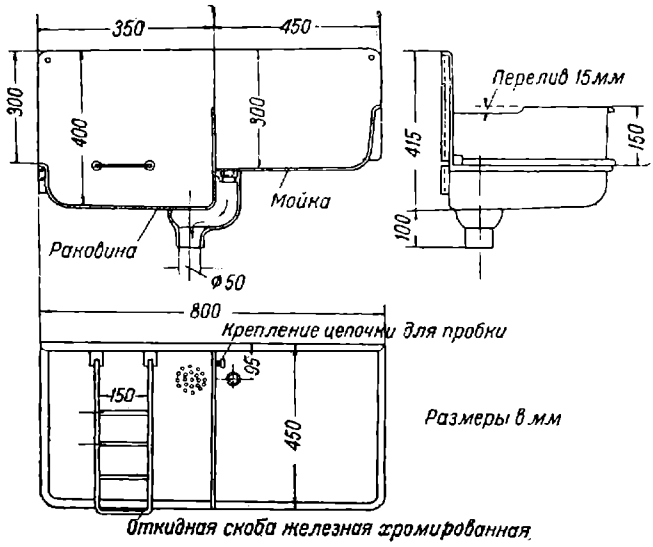


Рис. 211. Комбинированная мойка-раковина.

Фаянсовые мойки более гигиеничны, чем чугунные, но более хрупки и дороги. При хорошем уходе чугунные мойки могут вполне удовлетворять своему назначению.

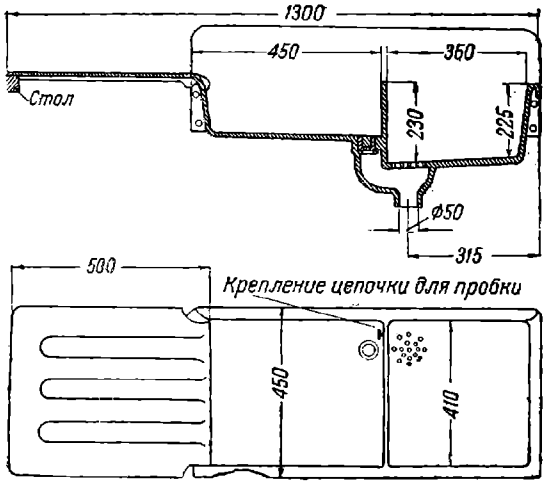


Рис. 212. Мойка-раковина со съемным столом.

На производстве в последнее время появляются новые виды приемников. Примером может служить мойка для резиновых сапог (рис. 213), обслуживающая 6 человек. Внутренние размеры мойки 2 800 × 600 *мм*. Ноги ставятся на деревянные решетки. Стоки с песком стекают по наклонному дну в грязевик. Вода без песка переливается через порог, попадает в отводную камеру, где оседает проскочивший песок. Пройдя медную решетку с отверстиями, вода уходит в канализацию. На случай засорения решетки предусмотрен перелив. Гидравлические затворы находятся у каждой спускной трубы.

Вода подается по 6 водоразборным кранам в 13 *мм*. Смеситель для горячей и холодной воды сделан групповой. Для умывания рук имеется умывальник с туалетным краном.

Жироуловители и бензиноотделители

В ресторанах, столовых, бойнях, мыловаренных заводах спускается большое количество теплых и жирных сточных вод. В соприкосновении с трубами жидкость быстро остывает, и сало осаживается на стенках

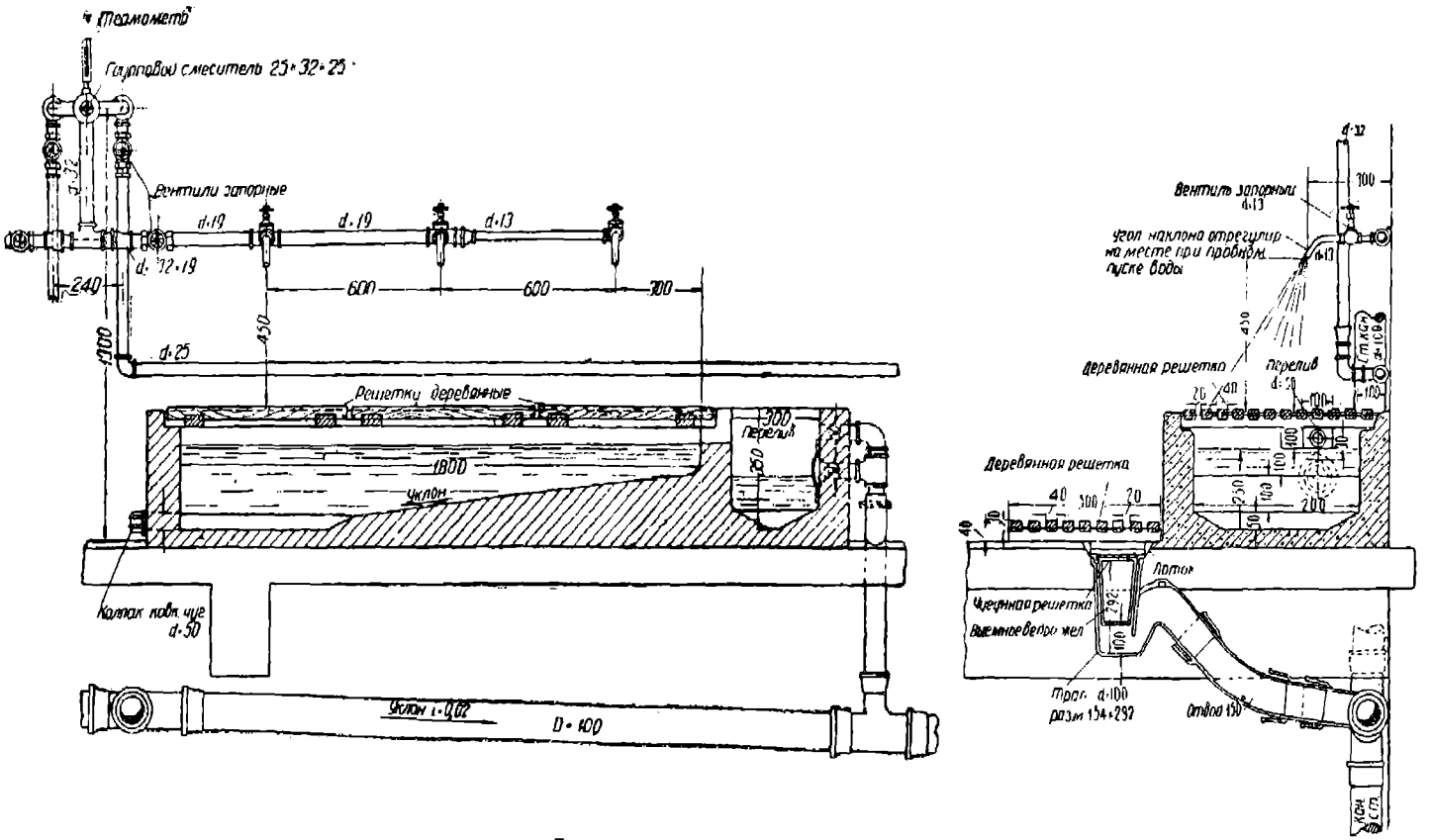


Рис. 213. Мойка для сапог.

труб; к нему прилипают песчинки и т. д. Это вызывает уменьшение свободного сечения труб, так как сало не смывается даже при большой скорости холодной воды. Затем начинается загнивание его, сопровождающееся зловонием. Для устранения этого, а также для собирания жира, который в некоторых случаях может быть утилизирован, устанавливают жироуловители (сальные горшки).

Простейший тип чугунного жироуловителя представлен на рис. 214. Жидкость движется по направлению стрелки. Благодаря значительному увеличению сечения сравнительно с трубой скорость движения жидкости уменьшается, ее температура понижается, и сало выделяется. Жидкость при протекании через горшок должна опуститься, пройдя через отверстия во внутреннем котле, обогнуть перегородку перед выпускной трубой. Это облегчает оседание жира в котле.

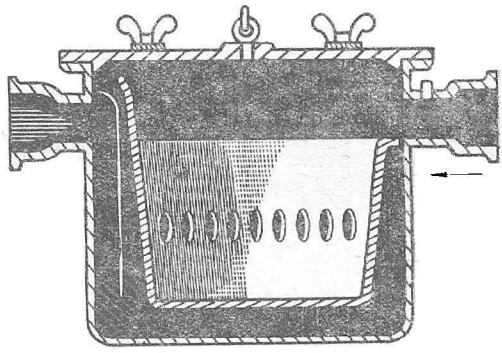


Рис. 214. Жироуловитель.

Его вынимают, сняв верхнюю крышку, и очищают. Жироуловители должны очищаться возможно чаще с тем, чтобы предупредить загнивание жира.

Применяя сальные горшки в указанных выше местах, не следует вместе с тем устанавливать их в кухнях отдельных квартир. Здесь жира спускается сравнительно немного. Жироуловители если и осматриваются, то крайне редко и нерегулярно. В таких местах они являются лишь источником антисанитарии и во время своей работы и в период чистки. Поэтому рекомендуется их ставить вне жилых помещений или даже вне здания, но в незамерзаемом месте и ближе к санитарным приборам. В жироуловители конечно нельзя спускать фекальных вод.

Емкость жироуловителя зависит от температуры сточных вод, их состава и условий охлаждения жидкости. По американским нормам их емкость должна быть равной среднему 2-часовому стоку жидкости.

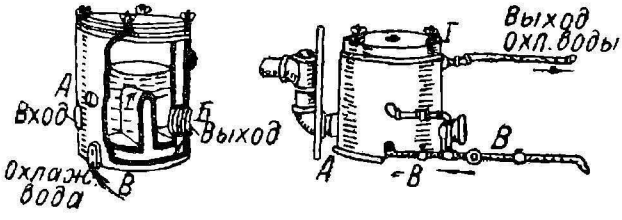


Рис. 215. Жироуловитель с охлаждением.

В целях скорейшего отделения сала и уменьшения емкости жироуловителя целесообразно применение американского типа с охлаждением (рис. 215). Сточные воды входят в отверстие *А*, огибают перегородку с двойной стенкой и выходят в отверстие *Б*. На выводной трубе находится прочистка в виде тройника. Охлаждающая вода из водопровода под давлением подводится к отверстию *В*, проходит по рубашке жироуловителя, охлаждает его перегородку и стенки и выходит в отверстие *Г*. От водопроводной трубы вода может подаваться для промывки сального горшка. На подводящей трубе имеются вентиль и обратный клапан; вентили имеются и на обеих трубах.

Тип бетонного жироуловителя, вынесенного из здания, дан на рис. 216. Движение жидкости указано стрелками. Конструкция и материал наружного жироуловителя должны обеспечивать его прочность и водонепроницаемость. Выходная труба должна иметь диаметр не менее 100 *мм* вообще быть на 25 *мм* более входной. Выходная труба должна иметь

прочистку. Емкость жироуловителя до выпуска рассчитывается на 2-часовой средний приток. Входное отверстие не должно затапливаться. Предусмотрены прочистки в подводящей и отводящей линиях.

В производственных помещениях, цехах, гаражах сточные воды несут в себе различные масла, нефть, газолин, бензин. Не говоря уже о цен-

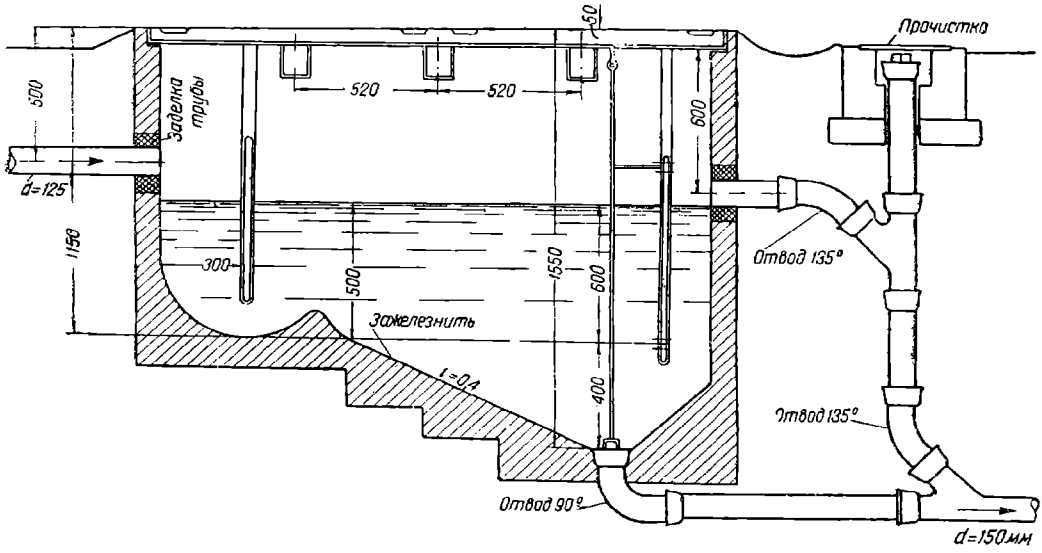


Рис. 216. Бетонный жироуловитель.

ности этих продуктов, попадание их в канализационную сеть представляет огромную опасность. Известны случаи взрыва с человеческими жертвами от воспламенения горючих веществ и газов в канализационной системе. Поэтому в местах попадания их в канализационную сеть возможно ближе к спуску сточных вод, следует устанавливать масло- и бензиноотделители.

Они устраиваются на тех же принципах, что и жироуловители, в частности используются перегородки для разделения жидкости различного удельного веса. Простой тип маслоотделителя представлен на рис. 217. Жидкость поступает по трубе *А*, выходит по трубе *Б*. Масло, всплывая наверх, сквозь отверстия попадает во внутренний резервуар. Поплавок указывает уровень масла. По мере накопления оно спускается по трубе *В*. Труба *Г* служит для вентиляции и устраивается в самой высокой точке. Правила штата Иллинойс требуют диаметра ее не менее 100 *мм*. Емкость маслоотделителя должна быть не менее 2-часового среднего притока жидкости.

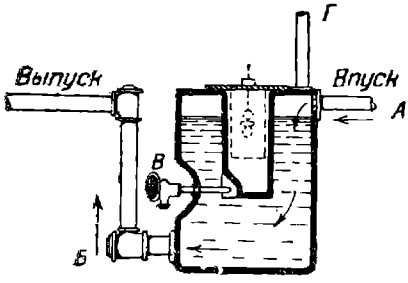


Рис. 217. Маслоотделитель.

Бензиноотделители должны отделять до 95% легких жидкостей. Они должны собираться в закрытые резервуары, откуда летучие газы удаляются по вентиляционной трубе диаметром не менее 25 *мм*. Конструкция всего прибора должна обеспечивать невозможность для бензина и тому подобных веществ переполнять его и проникать в спускную трубу. Этого не гарантирует большинство имеющихся конструкций, так как при несвоевременном удалении бензина он может увлекаться к выпуску, хотя в некоторых конструкциях для бензина имеются особые выемные сборники. Поэтому за бензиноотделителями требуется установить особо тщательный

и постоянный надзор в целях своевременного удаления выделившихся горючих веществ. Крайне важно также, чтобы через бензиноотделитель протекало не более определенного количества жидкости, так как в противном случае она может увлекать с собой бензин в канализационную сеть. Емкость бензиноотделителя делается равной 30-секундному расходу.

Одной из лучших конструкций бензино-маслоотделителя является „Солюс" (рис. 218). Прибор делится не доходящей до дна перегородкой на две камеры *А* и *Б*. Камера *А* служит для отделения от сточной жидкости бензина и тому подобных легких горючих веществ, которые всплывают наверх (на рисунке заштриховано в клетку), а также тяжелых примесей, падающих в выемное ведро. В камере *Б* находится предохранительная труба *В*, верхний край которой расположен выше обыкновенного уровня жидкости в приборе. При нормальной работе последняя проходит сверху в трубу *Д* и затем вытекает из бензиноотделителя. В камере *Б* находится поплавок. Его удельный вес таков, что в воде он плавает и

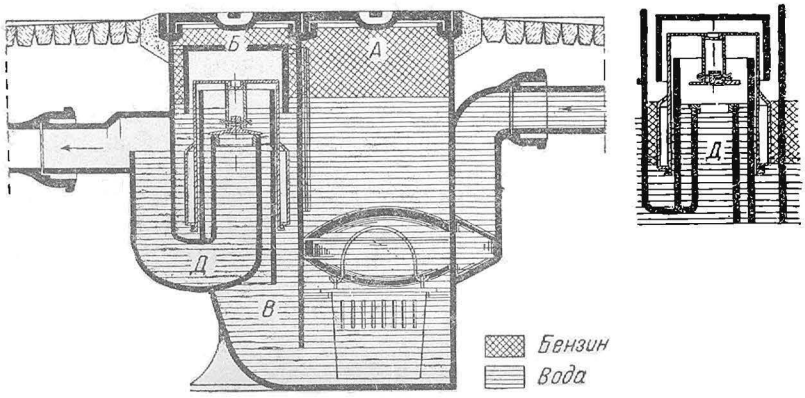


Рис. 218. Бензино-маслоотделитель.

открывает своим клапаном проход в трубу *Д*. Если однако количество собравшегося в приборе бензина возрастет сверх допустимого, то поплавок вследствие меньшего удельного веса горючей жидкости опустится и своим клапаном закроет вход в трубу *Д*. Сточная жидкость, не имея выхода, будет заполнять подводящую к прибору трубу. Это покажет, что необходим выпуск бензина.

Особая важность правильной работы бензиноотделителя требует, чтобы в эксплоатации находились только конструкции, проверенные на опыте. Последняя конструкция, как показали опыты Водгео, является достаточно надежной. Однако нецелесообразно устраивать бензиноуловитель на расход более 5—6 *л/сек*, так как большое скопление в крупном приборе горючих веществ опасно в пожарном отношении. Для этой пропускной способности признается наиболее приемлемым размером бензиноотделителя 1×1 *м* при ширине 0,5 *м*. Диаметр трубопроводов — 100 *мм*.

Заслуживает внимания также разработанный указанным научно-исследовательским институтом прибор для автоматического отведения бензина из отделения *А* бензиноуловителя.

Трапы и решетки

Трапы применяются для отвода воды с пола в цехах, банях, прачечных, уборных, душевых, ванных, гаражах и т. п. Употребление трапов обусловливает наличие водонепроницаемого пола и уклон последнего к трапу, гарантирующий правильный сток воды. Пол плиточный сам

по себе не обеспечивает водонепроницаемости, если под ним нет специального водонепроницаемого слоя (из асфальта, листового свинца и т. п.). Уклон достаточно иметь от 0,005 до 0,01, но на полу не должно быть никаких местных углублений, неровностей и т. п., препятствующих правильному стоку воды к трапу.

Трап помещается в наинизшем пункте ската, причем верх его решетки должен быть сделан заподлицо с полом. Трапы должны быть прочны, долговечны и не подвергаться воздействию принимаемых стоков. Выполняются они из чугуна, эмалированного по внутренней поверхности. Для возможности прочистки решетка трапа делается съемной. Во избежание проваливания в нее мелких предметов, колец и т. п. отверстия в решетке необходимо иметь диаметром не более 5—6 *мм*. Суммарная площадь отверстий делается не более площади сечения выпускной трубы.

При необходимости быстро отводить большое количество сточных вод возможно применение трапов с двумя крышками. Верхняя имеет щели в 12 *мм* шириной, нижняя — отверстия диаметром в 6 *мм* (в банях 9 *мм*). Расстояние между крышками 40 *мм*.

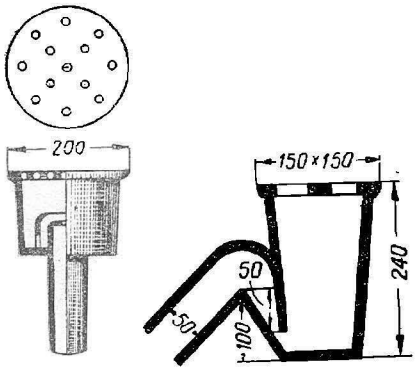


Рис. 219. Трап.

Употребляющиеся у нас трапы имеют выпуск диаметром в 50 и 100 *мм*. Первые бывают квадратные с размером поверху 150 × 150 *мм* (рис. 219) и круглые диаметром в 200 и 250 *мм*. Второй тип с квадратной решеткой 225 × 225 *мм*. Изобаженные типы имеют в себе гидравлический затвор. Если его в самом трапе нет, то приходится добавлять отдельный сифон.

Применение в трапах всякого рода механических приспособлений — клапанов, шаров и т. п. — для защиты от проникания канализационных газов, от испарения жидкости гидравлического затвора мало целесообразно, так как они не достигают цели вследствие загрязнения седла осадками, а вообще ухудшают условия работы трапа.

Для возобновления гидравлического затвора в трапе, а главное для его промывки вблизи трапа должна быть подведена вода (душ, кран и т. п.). Еще лучше, если в помещении, обслуживаемом трапом, имеется кран с рукавом и брандспойтом. Это дает возможность не только промывать трап, но и содержать в санитарном состоянии помещение, удобно смывая всякого рода нечистоты.

В цехах (шерстомойных, красильных и т. п.), где большое количество вод попадает на пол, для сбора их устраивают каналы, покрытые решетками и заканчивающиеся специальными трапами (рис. 270).

Решетка покрывает лоток шириной 0,15 *м* и глубиной от 50 до 150 *мм*. Длина решетки до центра трапа 1,5 *м*. Решетка чугунная толщиной 19 *мм* с отверстиями диаметром 10 *мм*. Такие же отверстия в трапе. Площадь их в данном случае выполнена равной площади сечения сифона. Последний имеет пробку для прочистки.

Решетка положена на заделанную в бетон раму из углового железа в 25 *мм*.

Медицинские санитарные приборы

Если санитарные условия должны соблюдаться вообще при устройстве канализационных приемников, то исключительно важно это в больницах, амбулаториях и других медицинских учреждениях. Сточные воды здесь нередко заражены болезнетворными бактериями. Ко всякого рода при-

борам прикосновение руками нежелательно как вследствие опасности этого для самого обслуживающего персонала, так и потому, что у медицинского персонала руки должны быть стерильно чисты во избежание перехода инфекции на больных. Все это требует несколько иного подхода к санитарным приемникам и другой конструкции, чем обычно.

Приборы, применяемые в госпиталях и больницах, предназначаются в целях: 1) санитарного обслуживания персонала или легко больных; 2) тяжелых больных; 3) обмывки операционных столов, столов для вскрытий и т. д.

Первая группа приборов (клозеты, души, умывальники и т. д.) в основном не отличаются от таких же в обычных условиях. Конечно санитарные требования к устройству и эксплоатации должны быть максимально выдержаны. Вопросы материала и цвета приборов, их промывки, чистоты

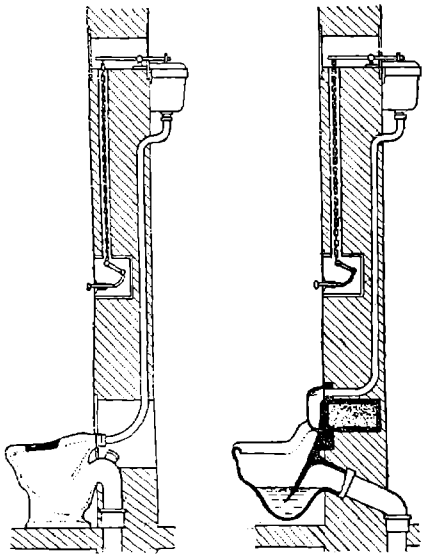


Рис. 220. Расположение промывного бачка в медицинских учреждениях.

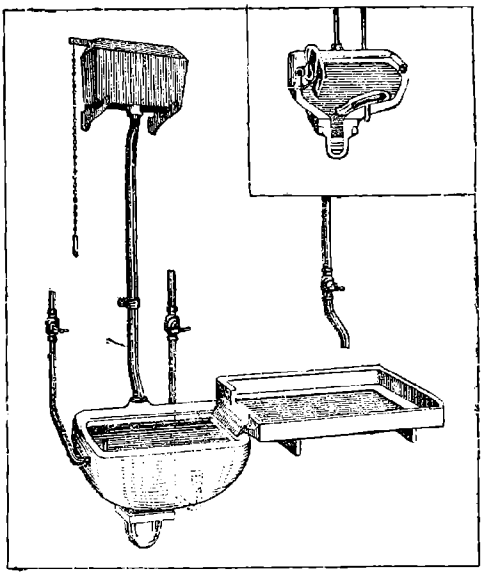


Рис. 221. Специальные мойки.

помещения играют здесь особую роль. Плиточные стены, открытые перегородки и полы устраиваются с минимальными швами, брандспойты для обмывки, вентиляция помещений, солнечный свет должны сопутствовать устройству уборной; полы не должны быть скользкими. Клозетные чаши должны иметь минимум дерева. В целях чистоты помещения и уменьшения шума полезно иметь бачки вне помещения уборной для больных (рис. 220). Проведение цепочки в трубочке или даже под штукатуркой, как это имеет место на этом рисунке, особенно целесообразно в домах умалишенных, исправдомах и т. п.

Для более слабых больных могут оказаться уместными специальные поддержки у клозетных чаш. При больных, требующих посторонней помощи, должно быть предусмотрено соответствующее место для санитара.

Для тяжело больных, не могущих пользоваться уборной, применяются подкладные фаянсовые судна, горшки. Для удаления из них фекалей и нечистот устраиваются специальные мойки с гидравлическим затвором и с промывкой от бачка (рис. 221). В эти мойки не только сливается содержимое суден, но последние должны также тщательно обмываться без прикосновения рук. Для указанной цели к мойке подведена горячая и холодная вода. При обмывании подкладные судна кладутся в мойке над

струей воды или просто вешаются на выходящую в мойку водопроводную трубу (как это указано наверху рисунка). При этом струя воды ополаскивает судно изнутри или снаружи. Для той же цели служит специальный стол при мойке с подведенной водой.

Ванны, предназначенные для тяжело больных, должны располагаться так, чтобы вокруг них был свободный проход для обслуживающего персонала; в равной мере здесь должны помещаться и носилки, на которых доставляется больной. Это вызывает необходимость в значительных размерах ванной комнаты. Более экономны в отношении места ванны, вращающиеся на колесах вокруг слива (рис. 222). Их можно повернуть таким образом, что доступ к ванне будет свободен.

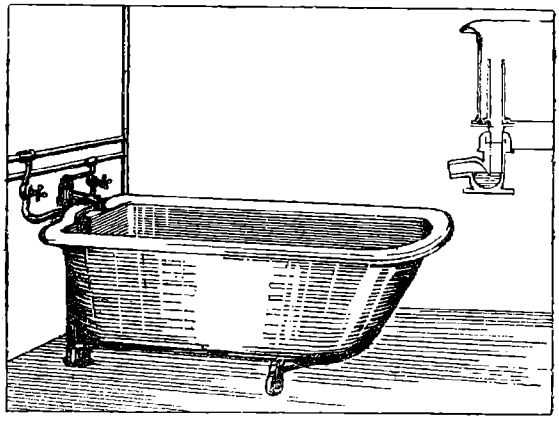


Рис. 222. Ванна на колесах.

Регулирование подачи и температуры воды для ванн в больничных помещениях нередко делается или из другого помещения или же так, чтобы соответствующие приборы не были доступны больному. В этих целях с вентилей снимаются маховички, так что поворачивание их возможно лишь при помощи специальных ключей, или же арматуру помещают в таком месте, чтобы она была недоступна для пользующегося ванной.

В тех случаях, когда больного нельзя переносить, применяются передвижные ванны на резиновых колесах с длинной ручкой для перевозки. Ванна наполняется вне палаты, причем под соответствующим краном должен иметься спускной трап. Для опорожнения ванна имеет внизу пробочный кран крупного диаметра. Выпуск воды производится над трапом в том помещении, где происходит и наполнение ванны.

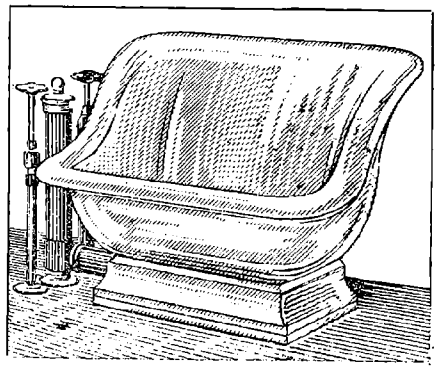


Рис. 223. Сидячая ванна.

Широкое применение имеют ванны для отдельных частей тела: сидячие ванны (рис. 223), ножные, а также детские, комбинированные. Устройство их и материал должны удовлетворять общим требованиям. По своему назначению к этой группе санитарных приборов приближаются биде, служащие для подмывания и устанавливаемые порой в гостиницах, а иногда и в квартирах. Они выполняются также из фаянса, обеспечиваются подведением горячей и холодной воды. Иногда делается также фонтанчик снизу (рис. 224). Выпуск имеет пробку, при надобности запираемую, а вообще спуск происходит через трубчатый сифон. Высота над полом делается 0,375—0,40 *м*, наибольшая ширина — около 350 *мм*. Основные размеры приведены на том же рисунке.

Приборы и столы, предназначенные для операций, вскрытий, а также используемые медицинским персоналом в своей работе, отличаются от обычных тем, что управление кранами, спуском и т. д. делается часто не

от руки, а локтем, коленом, ступней для того, чтобы избежать прикосновения руками к нестерильным предметам.

На рис. 225 дан умывальник с аналогичным пуском воды при помощи локтя и выпуском посредством колена. Современные столы для вскрытия трупов устраиваются вращающиеся. Крышка их имеет вокруг трубчатый

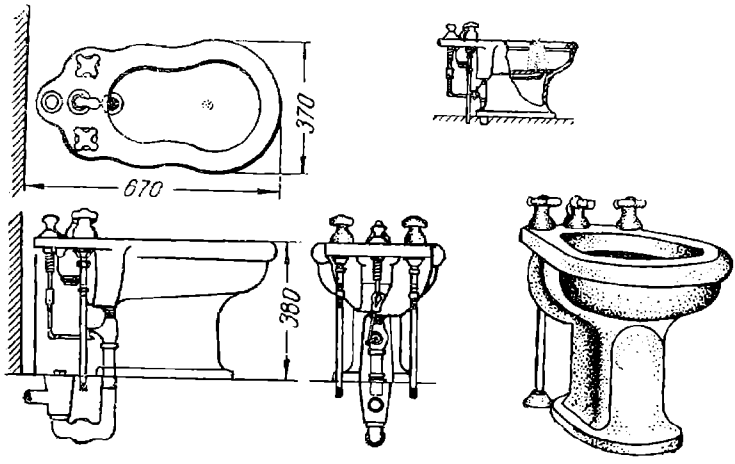


Рис. 224. Биде.

обод с подведенной холодной и горячей водой: пуск их происходит при нажиме кнопок. Для отведения воды в столе находится трап.

Новейший мраморный операционный стол устраивается с орошающей трубкой в 13 *мм* по краям, резиновым рукавом, термометром и 38-*мм* выпускным сифоном снизу. Аналогично выполняется современная клиническая мойка: с промывным ободом вокруг нее и промывным краном. Регулируется пуск воды нажатием педалей или передвижных рычагов. Таким образом каждое устройство должно быть обеспечено приборами для отведения воды. Еще более это относится к гидропатическим учреждениям.

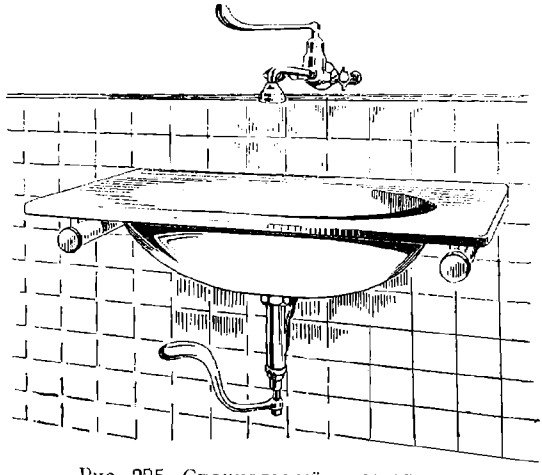


Рис. 225. Специальный умывальник.

Гидропатические учреждения должны снабжаться канализационными устройствами и в частности трапами, обеспечивающими отведение больших количеств воды. Трапы должны размещаться таким образом, чтобы отработанная вода при стоке к ним не заливала всего помещения, проходов или мест, занятых другими процедурами. В этих целях может оказаться уместным дать полу уклон от центра к краям душевой комнаты. Для удобства больных пол вообще покрывают деревянной решеткой.

Количество отводимых сточных вод определяется типом применяющихся процедур. Кроме известных сетчатых душей обычно устраиваются циркуляционные души, ванны обыкновенные, сидячие, ножные, душ восходящий и др.

Обыкновенно управление процедурами производится у специального стола (кафедры), к которому подведена горячая и холодная вода, откуда она направляется к отдельным приборам. Поэтому, зная количество смесительных кранов на ней, можно составить суждение о количестве расходуемой воды. Отметим попутно, что она подводится к кафедре под высоким давлением (до 3—4 *ат*).

Применяемые в больницах и гидропатических учреждениях приемники весьма разнообразны, но принцип действия их одинаков с упомянутыми. Наиболее важным вопросом каждый раз являются быстрейшее удаление сточной жидкости, подведение воды требуемой температуры, нередко регулирование и управление работой устройств без приложения рук, всегда полнейшая санитарная обеспеченность, возможная простота, надежность, бесшумность действия.

В отношении трубопроводов должна быть предусмотрена достаточность диаметров; необходимо в наиболее важных случаях питание водой с двух сторон, выпуск сточных вод из здания кратчайшим путем.

ГЛАВА 16

ОСОБЫЕ ВИДЫ КАНАЛИЗОВАНИЯ

Подъем сточной жидкости

В некоторых случаях, когда застроенный участок имеет большие размеры в глубину или расположен ниже улицы, спустить из него сточные воды непосредственно в уличный коллектор самотеком не представляется возможным. По этой причине у нас избегают устройства глубоких подвалов, и во всяком случае, если они расположены ниже канализационного коллектора, не устанавливают в них санитарных приборов. Такое положение нельзя считать правильным. При проектировании здания конечно нужно считаться с условиями устройства водоснабжения и канализации; однако последние должны приспособляться к характеру здания, наилучшему использованию его, наиболее экономичными способами разрешать задачи, выдвигаемые условиями этого использования.

Такое ненормальное положение прежде имело свои основания в неудовлетворительной постановке производства канализационных насосов, слабом развитии канализации зданий, их незначительных размерах.

Грандиозные промышленные, общественные и жилые здания, особенно при наличии газоубежищ, могут иметь и глубокие подвалы с санитарными приемниками. Неизбежен подъем сточной жидкости из метро.

Не входя в рассмотрение вопроса, насколько и при каких условиях целесообразно устройство глубоких подземных помещений, канализационная техника должна решить просто и дешево задачу об отведении сточных вод в подобных случаях.

Современное состояние техники дает для этого все возможности.

Канализационная внутренняя сеть в указанных выше случаях во всем делается по тому же типу, как и обычная; но сточные воды, самотеком попадая в сборный колодец или резервуар, из него перекачиваются в общую (дворовую или уличную) канализационную сеть. Когда самотеком не могут быть отведены только воды подвальных помещений, то для них делается особая внутренняя сеть со сборным колодцем или резервуаром, из которого жидкость перекачивается в общую дворовую сеть.

Емкость сборного колодца зависит от количества спускаемых сточных вод, колебания его по часам, мощности перекачивающего механизма, продолжительности и времени его работы.

Зная величину и характер изменения спуска жидкости по часам в течение суток с максимальным расходом ее, можно построить график для

определения емкости колодца аналогично тому, как это иногда делается в водоснабжении. Однако необходимых обоснованных данных иногда нет. Недостаточная же емкость колодца может вызвать катастрофическое и антисанитарное его переполнение. Поэтому лучше выбрать ее с запасом.

Эта емкость может быть сделана небольшой в том случае, когда опорожнение колодца происходит автоматически при достижении жидкостью определенного уровня. Однако она должна быть достаточна для приема жидкости в течение часового максимального спуска. В крупных установках при обеспеченности бесперебойного действия перекачивающих механизмов допускается минимальная емкость на 15-минутный запас. В мелких установках, когда насос пускается в ход не автоматически, емкость колодца должна обеспечивать спуск сточных вод в течение нескольких часов; однако делать ее большей не следует, так как это вызовет загнивание сточной жидкости.

Для подъема сточной жидкости в зданиях обычно применяются центробежные насосы. Поршневые насосы для этой цели не подходят; твердые

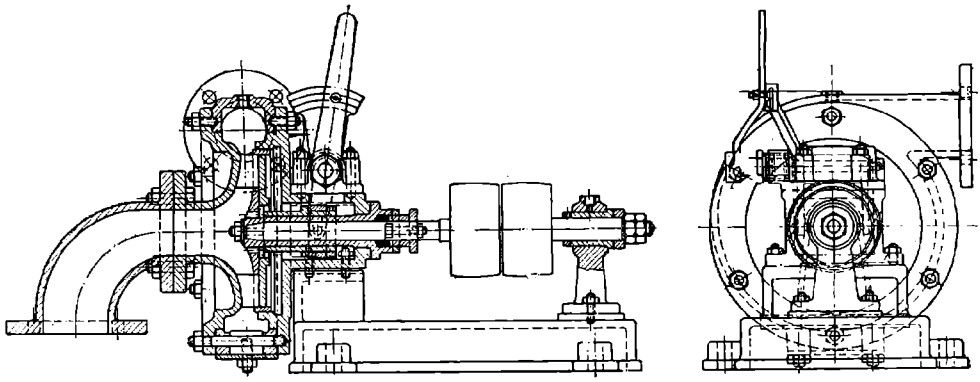


Рис. 226. Центробежный фекальный насос системы Е. Э. Бромлея.

частицы из сточной жидкости застревают в клапанах и делают работу насоса весьма затруднительной, а эксплоатацию сложной и дорогой.

Центробежные насосы имеют ряд преимуществ: отсутствие клапанов, малый объем и простота ухода. Проходы между лопатками в канализационных насосах делаются относительно большие в целях свободного пропуска твердых частиц небольшого размера.

Более крупные должны задерживаться специальной решеткой в колодце.

Принцип канализационных центробежных насосов такой же, как и у водопроводных. Особенность этих насосов заключается в конструктивных деталях. Так как жидкость, с которой приходится иметь дело канализационным насосам, содержит большое количество ила, волокон и т. п., то обыкновенно в насосах предусматриваются крышки на шарнирах, закрепленные откидными болтами (Мелитопольский завод). Это позволяет легко и быстро осмотреть колесо насоса, а также произвести выемку или смену колес без демонтажа агрегата и трубопроводов.

В другой системе насосов, так называемых фекальных системы инж. Е. Э. Бромлея, выпускаемых трестом Центроспецстрой (б. Союзводстрой), кроме съемной крышки, которая дает свободный доступ к открытым рабочим лопастям колеса, имеется специальное приспособление для очистки этих лопастей без разбора насоса. Для этого надо только передвинуть имеющуюся на насосе ручку, рабочие лопасти также предвинутся, и грязь, скопившаяся на них, соскабливается диском в улитку насоса (рис. 226).

Обнаруженные при эксплоатации конструктивные недостатки насосов инж. Бромлея и их невысокий к. п. д. вынудили организацию, занимаю-

щуюся изготовлением этих насосов (трест Центроспецстрой) временно до модернизации снять их с производства.

В сравнении с водопроводными центробежными насосами канализационные являются недостаточно совершенными и по номенклатуре и по конструкциям. В последнее время осваивает выпуск канализационных насосов Московский машиностроительный завод им. М. И. Калинина.

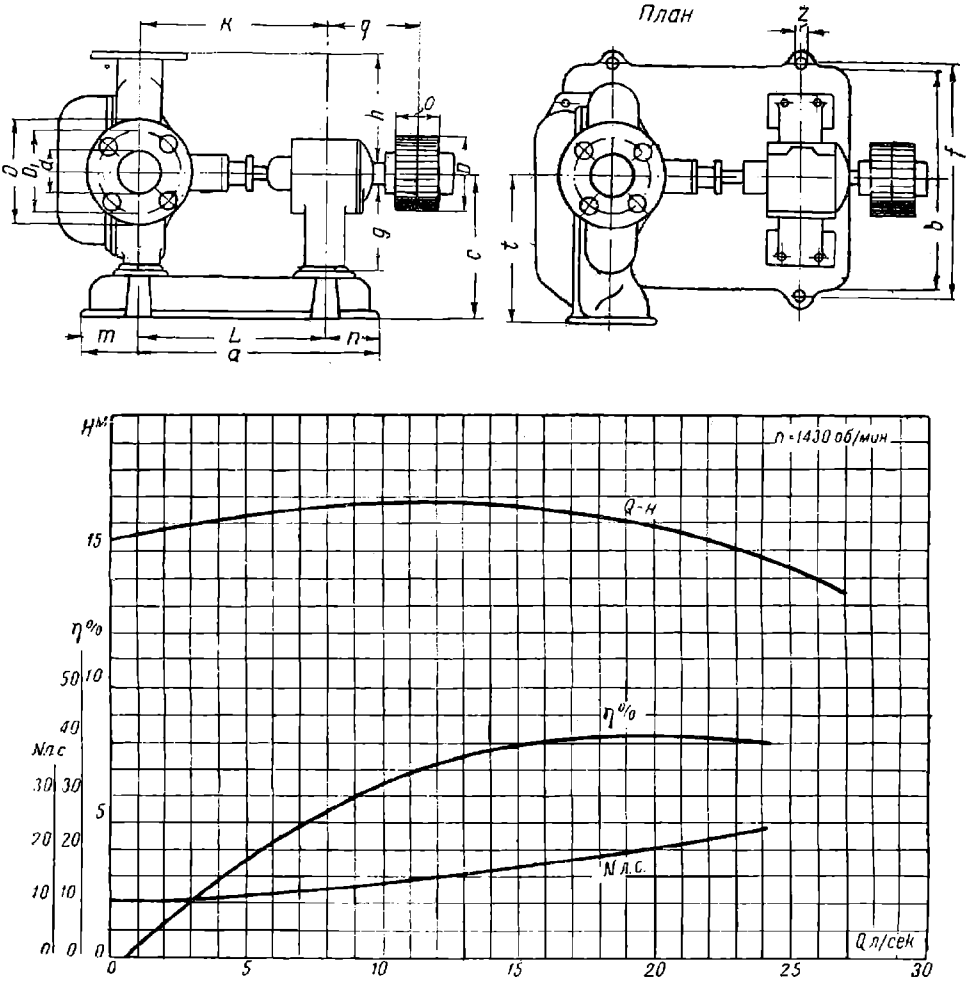


Рис. 227. Центробежный канализационный насос Мелитопольского завода и его характеристика.

Насосы этого завода будут иметь к. п. д. около 0,70 (и выше) и высоту подъема 25 *м*.

Для иллюстрации приведем (рис. 227) центробежный насос, изготовляемый Мелитопольским заводом. Этот тип насоса делается с приводом от ременной передачи и для непосредственного соединения с электромотором через эластичную муфту.

Насос при патрубке в 100 *мм* и 1090—1670 об/мин имеет производительность 14—22 *л/сек* и развивает полный напор в 10—24 *м*. Мощность двигателя (с учетом случайных перегрузок и потерь в ременной передаче) составляет 7—23 *л. с.*

Габаритные размеры насоса таковы:

Таблица 53

Трубы d	Фланцы			a	m	n	L	k	q	g	h	b	c	f	t	z
	D	D_1	∅ болтов													
100	235	185	7/8″	660	120	110	430	430	220	225	280	530	330	510	340	28

Весьма рациональным типом является насос Дженнингса (рис. 228). Он сидит на весу на одном толстом валу с электромотором без соединительной муфты, что обеспечивает расположение обоих агрегатов строго на одной оси, уничтожает вибрацию и шум. Насос с патрубками в 100 *мм* имеет широкие проходы в рабочем колесе.

Для его очистки на всасывающем колене имеется смотровой люк. Для создания разрежения на том же валу находится вакуум-насос. Упра-

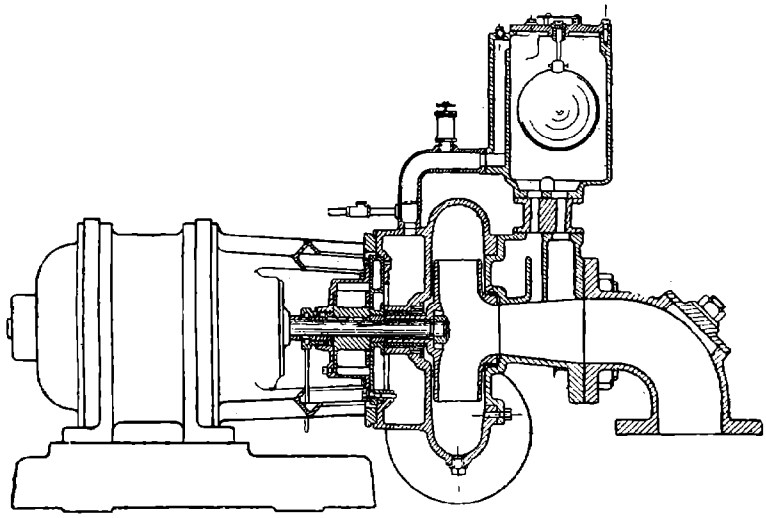


Рис. 228. Насос Дженнингса.

вление им производится от поплавка, при опускании которого вакуум-насос включается.

Весьма удобным являются винтовые насосы, если требуется поднять жидкость на небольшую высоту. Рабочее колесо их выполнено с 2 пропеллерообразными винтами; шариковая пята служит для восприятия осевых давлений; всасывающий штуцер устроен с крышкой, при отбалчивании которой возможна прочистка засорений насоса и выемка опоры с валом. Насос изготовляется как больших, так и мелких размеров.

Особенно удобны вертикальные насосы, при которых электромотор располагается выше сборного резервуара. Последний для устранения запаха имеет вентиляционную трубу. Нагнетательная труба выводится в отводную так, чтобы была предупреждена возможность затопления резервуара при засорении главной линии. Все устройство работает автоматически от поплавка и электрического выключателя (рис. 229).

Специальный сигнал дает знать о переполнении резервуара. Кроме электронасоса следует иметь запасный ручной насос.

Подобные установки за границей устраиваются для подачи от 5 до 20 $м^3/час$ при высоте подъема 3—6 *м*, мощности мотора в 1,5 *л. с.* и емкости

резервуара в 900 *л*. При подаче 25—50 *м*³/*час* на высоту 4—10 *м* применяется мотор в 3 *л. с.*

Установка с горизонтальным насосом хуже, так как последний приходится располагать почти на уровне дна резервуара.

Для перекачки сточной жидкости на более значительную высоту могут быть использованы также винтовые насосы типа „Мириа". Они мало чувствительны в отношении проникающего воздуха и при более значительных диаметрах могут самозасасывать жидкость до высоты 2 *м* без обратного клапана. Однако при диаметре штуцера в 75—100 *мм* они должны перед пуском заливаться. Насос имеет две винтовые лопатки в виде штопора. Зазоры между ними настолько велики, что свободно пропускают довольно крупные загрязнения. В случае же засорения лопатки очищаются через ревизию перед всасывающим отверстием. Насосы работают на одном валу с электромотором при числе оборотов до 3 000. К. п. д. их около 40%.

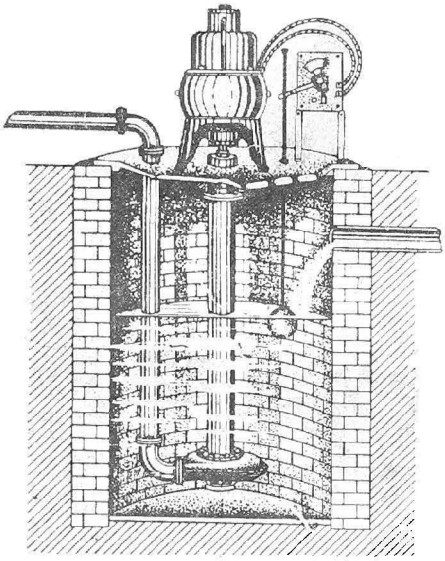


Рис. 229. Вертикальный насос.

В условиях промышленного здания, где имеется сжатый воздух, может быть уместным применение пневматического эжектора. Он помещается ниже отводной линии так, чтобы сточная жидкость заполняла его самотеком.

Эжектор состоит из закрытого чугунного резервуара в большинстве случаев яйцевидной формы емкостью до 0,6—0,9 *м*³. Жидкость поступает по трубе через обратный клапан.

По мере поступления сточной жидкости она заполняет резервуар и вытесняет по открытой воздушной трубе воздух наружу. При известном наполнении автоматически приходит в движение система рычагов, открывается воздушный кран и воздух начинает под давлением поступать из рессивера в эжектор. Последний вытесняет сточную жидкость по трубе. Когда уровень ее упадет, закрывается доступ сжатого воздуха. Затем цикл повторяется.

Достоинством устройства является автоматичность его действия. Расход сжатого воздуха соответствует объему вытесненной жидкости. Все устройство компактно и вследствие герметичности достаточно санитарно. Минусами являются: выталкивание в атмосферу загрязненного воздуха, узкая область применения (наличие сжатого воздуха и необходимость обслуживающего персонала).

Потребность сжатого воздуха в литрах на 1 *л* поднимаемой жидкости по Г. Бэббиту при давлении воздуха в атмосферах следующая:

давление воздуха	0,33	0,67	1,33	2,0	2,67	3,33	4,0
расход „	1,34	1,68	2,35	3,0	3,7	4,4	5,1

Эжекторные установки применены у нас на глубоко расположенных станциях Московского метрополитена для удаления сточных вод уборных. Для надежности действия устанавливается два пневматических эжектора емкостью 0,25 *м*³. Изготовление корпусов для эжекторов производит Мышегский металлургический завод. Для постоянства давления воздуха имеется один-два рессивера с давлением 5—6 *ати*. Пополнение воздуха производится компрессором с подачей 0,4 *м*³/*мин*. Он включается автоматически при снижении давления в рессивере ниже допустимого.

Схема станции представлена на рис. 230. Здесь *а* — приемная труба в 100 *мм*, *1* — эжекторы, *2* — обратные нагнетательные клапаны, *3* — рессиверы по 1,5 $м^3$, *4* и *5* — компрессор с электромотором, 6 — пневматический пускатель [1].

На случай ремонта эжектора имеется приямок емкостью 0,05 $м^3$, куда спускается оставшаяся жидкость. Она выкачивается насосом Альвейлера *8*.

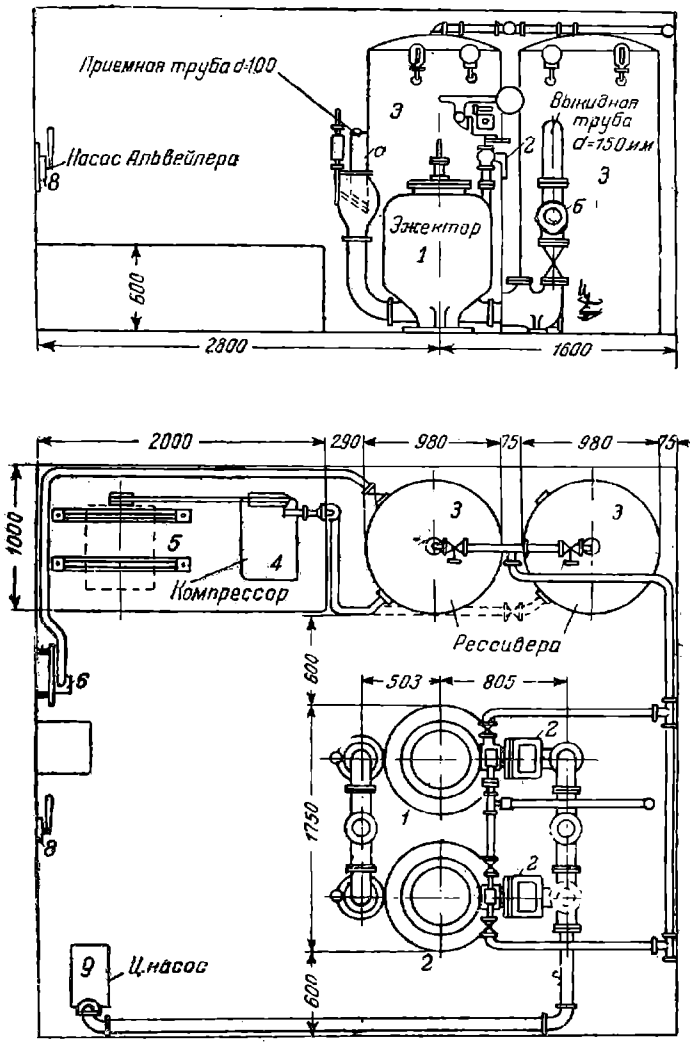


Рис. 230. Пневматическая фекальная установка.

Для устранения возможных засорений предусматривается промывка напорной линии от дренажного насоса *9* или от водопроводной сети.

Схема пневматической фекальной установки приведена на рис. 231. Для размещения двух эжекторов с автоматическим управлением и необходимыми трубопроводами потребовалось помещение в 18 $м^2$.

---

[1] Инж. Арбузов Г. В., Вентиляция и санитарная техника [illegible]ополи.енов, 1938 г.

Новейший тип эжектора для сточной жидкости системы Дженнингса представлен на рис. 232. Жидкость притекает по 100-*мм* трубе справа, спускается вниз по колену, поступает в резервуар. Когда последний будет заполнен, всплывает шар и действует герметически закрытый переключи-

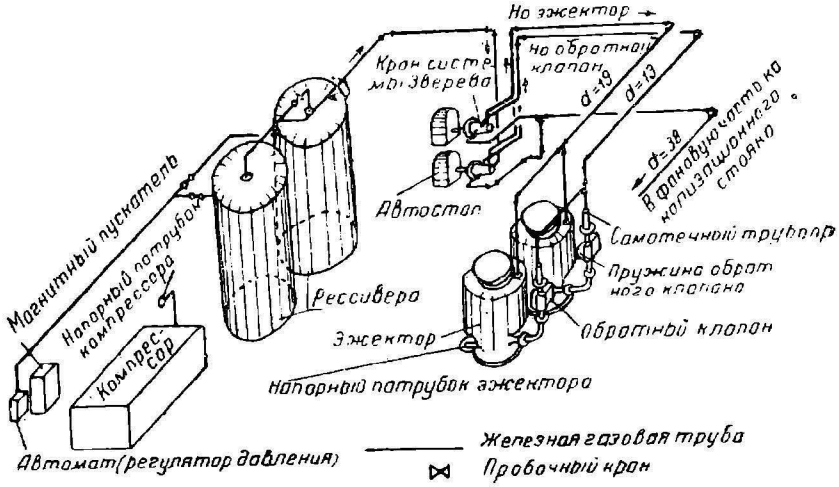


Рис. 231. Схема пневматической фекальной установки.

тельный клапан, который включает компрессор, сидящий на одном валу с электромотором. Подаваемый воздух вытесняет жидкость из котла и выбрасывает ее по нагнетательной трубе (слева). Когда поплавок упадет, переключающий клапан останавливает компрессор. Выжимаемый сточной жидкостью воздух проходит наружу по той же трубе, по которой он и засасывается.

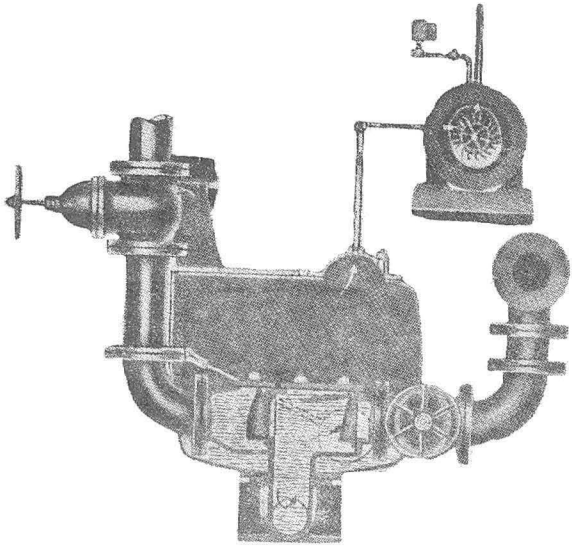


Рис. 232. Эжектор Дженнингса.

Компрессор наиболее желателен ротационного типа. В зависимости от размера он может быть с рессивером или без него. Рессивер требуется при больших количествах сточных вод и значительной высоте подъема жидкости.

Эжектор этого типа применим при высоте подъема до 15 *м* и расходе до 19 *л/мин*. Опорожнение пневматического котла продолжается 12—30 сек. Требуемая мощность электромотора 1,5—5,7 *л. с.* При больших мощностях целесообразнее применять центробежные насосы.

Если сточные воды несут много жира, то он даже после жироуловителя отлагается на стенках пневматического котла. Для удаления жира необходимо подвести сюда пар, напуском которого можно очистить внутренние стенки.

Канализование высоких зданий

Канализование многоэтажных зданий вызывает ряд недоуменных вопросов и разнообразных опасений. Так как наибольший опыт канализования таких зданий имеется в США, где существуют здания в 50—80 и более этажей, то мы осветим этот вопрос на основе выполненных в Нью-Йорке проектов и сооружений.

Правила устройства канализации в разных штатах северной Америки весьма различны. Сильно разнятся и требования в отношении диаметров трубопроводов, вентиляции и т. д.; нередко они между собой противоречивы. Поэтому канализация зданий Нью-Йорка имеет иные диаметры трубопроводов, чем например такая же Иллинойса.

На рис. 233 представлена схема канализации (верхнего и нижних этажей) здания в Нью-Йорке, имеющего канализованный подвал (высота 3,45 *м*) с перекачкой сточных вод, 16 этажей с общей высотой в 50 *м* и кроме того трехэтажную неканализованную башню для водонапорного бака. Система канализации общесплавная: кроме хозяйственно-фекальных вод во внутреннюю сеть спускаются дождевые воды с крыш.

Стояки в каждом этаже принимают стоки не менее чем от 3—4 приборов (1 в.-к., 1 в., 1 у.; или 1 в., 1 в.-к, 2 у.; или 1 м, 1 у., 2 р. и т. д.— приборы на рисунке нанесены не все). Все стояки кроме водостоков являются фановыми. Диаметр их 125 *мм*. Каждый стояк сопровождается вентиляционным стояком в 100 *мм*. Вообще вентиляция приборов (петельная и мокрая) развита весьма сильно: для упрощения чертежа она на схеме не нанесена. Все стояки без каких-либо перепадов спускаются до подвала, где попадают в сборные отводные трубы. Для упрощения схемы американцы изображают всю

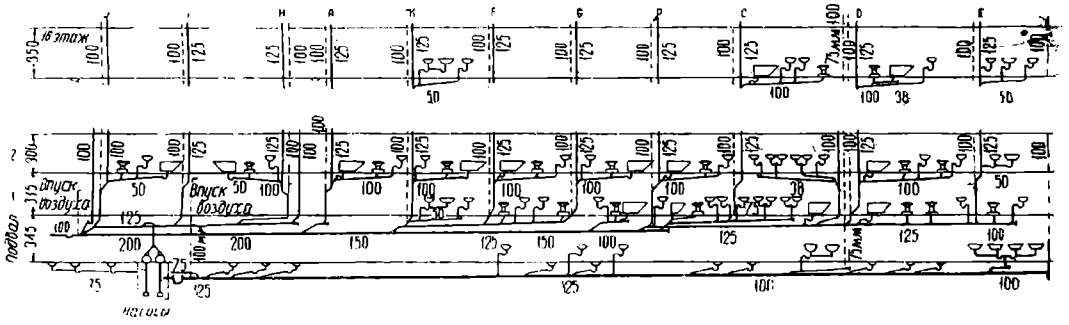


Рис. 233. Схема канализации 16-этажного дома.

сеть в одной вертикальной плоскости. Диаметры сборных отводных линий 125 *мм*. Диаметр магистральной отводной — 150 и 200 *мм*. Уклон всех отводных линий не менее 0,02. Все отводные линии обеспечены прочистками. Выпуск в уличную сеть — через домовый сифон диаметром 200 *мм*. До него находится впуск воздуха диаметров в 100 *мм*.

Водосточные стояки имеют диаметры по 100 *мм*. Каждый отводит воды с поверхности крыши в 595 *м*². Кроме того сборные отводные линии принимают дождевые стоки от 3 дворовых дождеприемников по 75 *мм* с площади 115 *м*².

Стоки от санитарных приборов и трапов подвала собираются в резервуар, откуда откачиваются насосами в 75 *мм* (один рабочий и один запасной).

Второй дом, также находящийся в Нью-Йорке, имеет 19 этажей, 2 подвальных этажа и водонапорную башню в 6 *м* до низа бака. Высота 19 этажей — 72 *м*, высота двух подвалов — 8 *м*. Здание имеет 2 канализационные сети с независимыми выпусками на разные улицы.

Первая сеть (рис. 234) имеет 6 стояков по 125 *мм* каждый с сопутствующими вентиляционными трубами тоже по 125 *мм*. В каждом этаже, начиная с третьего, на стояке находится до 2 в-к., 2 в., 2 у. Все приборы и каждый в отдельности снабжены вентиляционными трубами в 38—50 *мм*, которые присоединяются к своим вентиляционным стоякам. Особенностью сети является наличие перепадов у 5 стояков в пределах 13—14 этажей и у 4 стояков еще в пределах 3—4 этажей.

Благодаря перепадам происходит гашение живой силы падающей жидкости. Однако в этих местах возможны повышения давления. Поэтому приборы соответствующего этажа всегда присоединяются к фановому стояку ниже его перепада. В пределах третьего этажа два левых стояка слились в один 150-*мм*. По правилам устройства канализации для Нью-Йорка устройство перепадов необязательно. Лучше однако такие перепады устраивать примерно через 8—10 этажей.

Выпуск сделан диаметром в 150 *мм* через домовый сифон. Труба, подводящая воздух, имеет также 150 *мм*.

Вторая канализационная сеть, не отличаясь по существу в верхней своей части от только что разобранной, в нижней — характерна большим количеством приборов, стоящих на одной трубе (рис. 235).

Так, к стояку *G* во втором этаже слева присоединено в общей сложности 5 душей, 7 ватерклозетов, 7 умывальников, 1 помойная раковина на сборной отводной линии 100 *мм*.

В первом этаже на одной сборной отводной трубе помещаются: 2 помойные раковины, 5 пьедестальных писсуаров, 11 ватерклозетов, 13 умывальников.

Отдельные отводные линии присоединяются к стоякам ниже их перепадов или ниже сборных линий, передающих к стояку сточную жидкость от другого стояка.

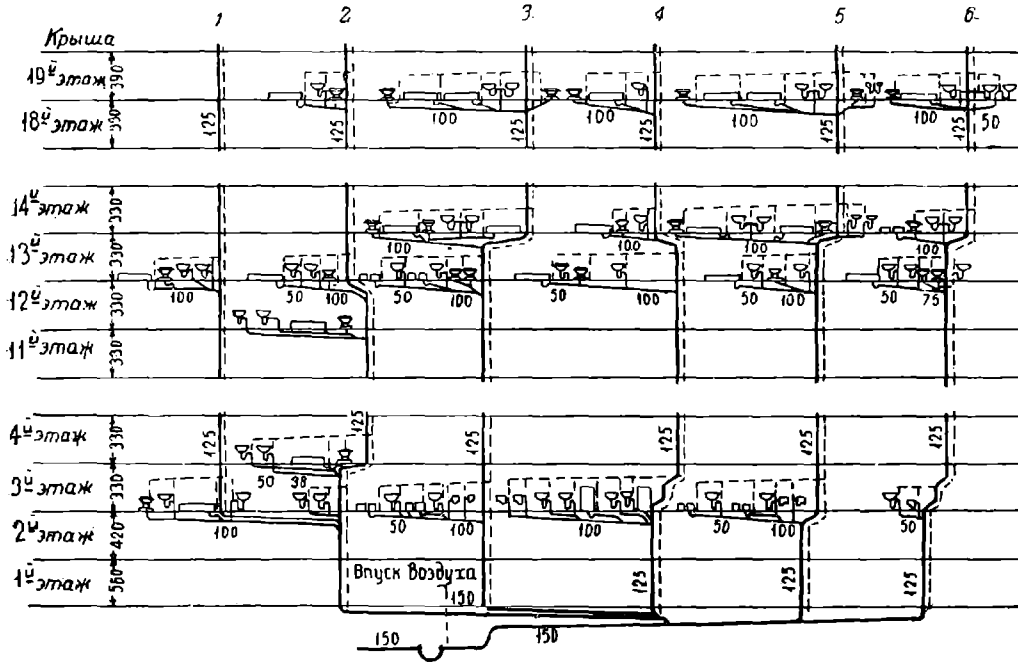


Рис. 234. Схема канализации 19-этажного дома.

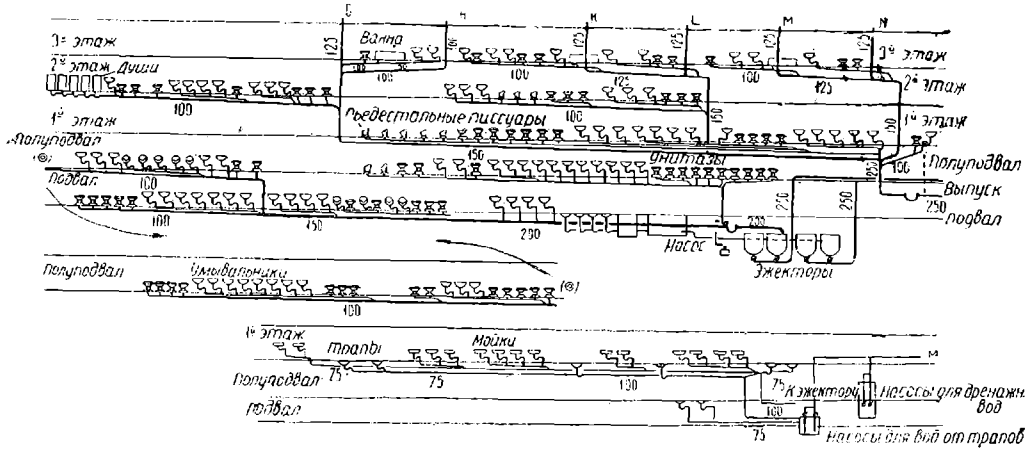


Рис. 235. Канализация здания с большим количеством приемников.

Все сборные линии присоединяется к короткому стояку в 250 *мм* в подвале, откуда по такому же выпуску через домовый сифон жидкость отводится в уличный коллектор.

Требуемые в США диаметры стояков и максимальная допустимая их высота приведены в табл. 54.

За эквивалент в таблице принято 7,5 *гал/мин* (28,3 *л*). Начиная с 74 *мм*, идут фановые стояки, т. е из таблицы следует, что на 75-*мм* стояк можно нагрузить до 12 ватерклозетов (эквивалент 6); на 100-*мм* стояк — до 50 ватерклозетов.

Таблица 54

Эквивалент приборов	1	2—8	9—18	19—36	37—72	73—300	301—720	721—1 080	1 081—1 920
Диаметр стояка в *мм* . . .	32	38	50	63	75	100	125	150	200
Максимальная высота над низшим прибором в *м*	13	15	17	19	23	30	45	60	90

Столь большое количество приборов, допускаемое таблицей, объясняется малой вероятностью совпадения спуска больших расходов, т. е. фактическим невысоким процентом одновременности действия.

В качестве иллюстрации приведем схему, характеризующую требования Иллинойского университета (рис. 236) для 15-этажного здания при высоте между верхней и нижней отводными линиями в 61 *м*. В каждом этаже имеется 5 ватерклозетов, 5 пьедестальных писсуаров, 6 умывальников, что дает суммарный эквивалент $(6 \cdot 5) + (3 \cdot 5) + (1 \cdot 6) = 51$. Общий спуск по стояку составляет $51 \cdot 15 = 765$ американских эквивалентов. Уклон отводных линий взят 0,01; 0,02; 0,04. При уклоне фановых труб в 0,04 их диаметр 100 *мм*; с уменьшением уклона диаметр существенно увеличивается.

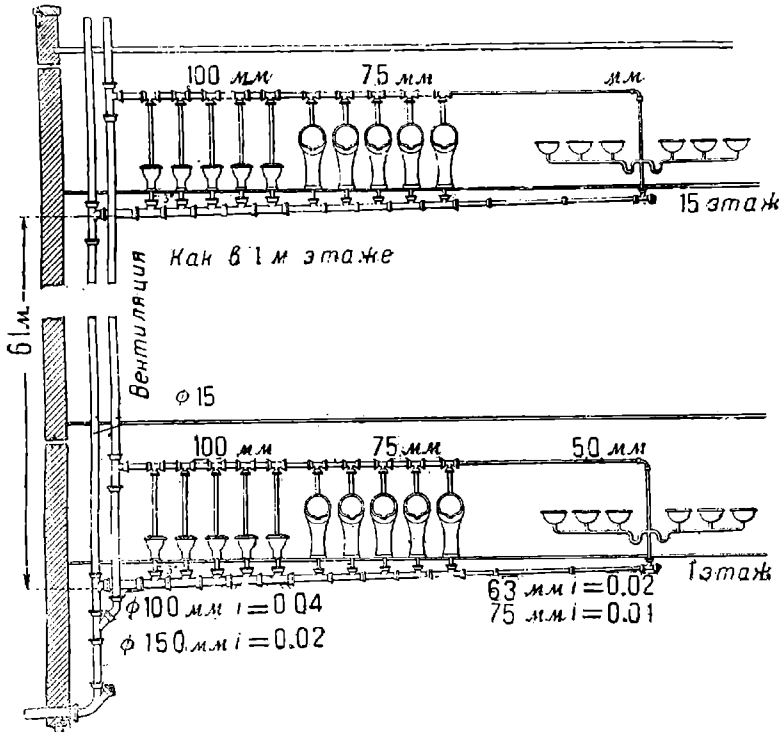


Рис. 236. Канализация 15-этажного здания (США).

С уменьшением высоты здания снижаются и требования в отношении диаметров стояков и вентиляции. Так, на рис. 237 представлено устройство канализации в Иллинойском штате. Здесь пятиэтажное здание имеет высоту в 25 *м* при подвале в 3 *м*, т. е. почти соответствует нашему восьмиэтажному дому. Стояк *А* несет 6 эквивалентных приборов (суммарный расход 170 *л/мин*), имеет диаметр 38 *мм* при вентиляционной трубе в 32 *мм*. Стояк *Б* диаметром 75 *мм* без вентиляции несет 8 эквивалентных единиц и внизу допускается добавочно 18 единиц, всего 26. Фановый стояк *В* диаметром 100 *мм* с вентиляцией несет 90 эквивалентных единиц. Фановый стояк *Г* диаметром 75 *мм* с вентиляцией нижних приборов нагружен 71 эквивалентной единицей.

Стояк *Д* от комнатных ледников имеет диаметр 32 *мм*; сборная отводная линия показывает, что при всех диаметрах минимальный допустимый уклон должен быть 0,02. Водосточные стояки по некоторым правилам США делаются при площади крыши до 75 $м^2$ — 75 *мм*, до 167 $м^2$ — 100 *мм*.

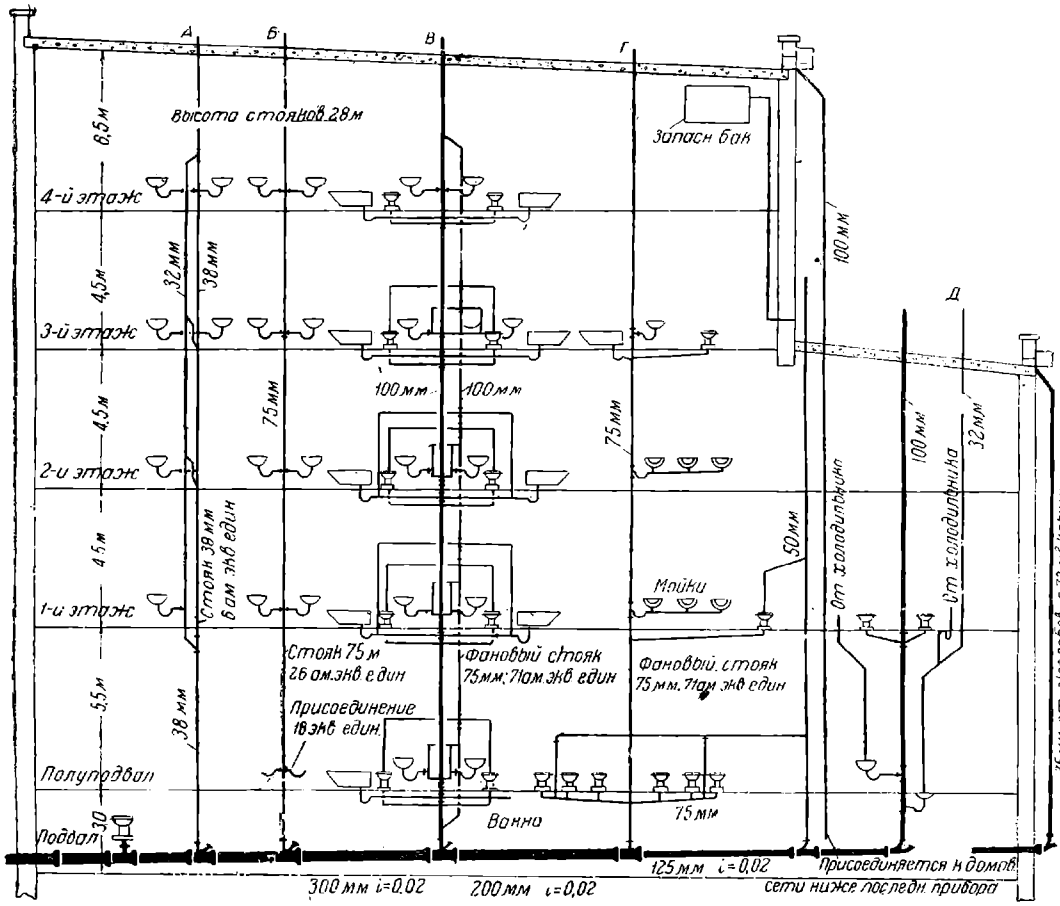


Рис. 237. Установка приборов в 5-этажном здании по американским требованиям.

Канализование подтопляемых зданий

Когда канализуемое здание находится в районе, подтопляемом высокими весенними водами, то в половодье вода из реки может по наружной канализационной сети через колодцы не только залить двор, но даже через санитарные приборы затопить и подвал или нижний этаж здания. Эту опасность нужно иметь в виду не только тогда, когда участок находится на берегу реки и затопляется ею непосредственно, но и тогда, когда наводнение ему не грозит, когда он, будучи защищен от реки соседней более высокой местностью, сам расположен низко.

В этом случае санитарные приборы по возможности располагают выше горизонта самых высоких вод на 0,10—0,30 *м*. Так, на рис. 238 представлена деталь канализационной сети в подобном случае. Горизонт высоких вод (г. в. в.) находится на отметке 10,61 *м*. Отметка поверхности земли у колодца 9,912 *м*, отметка пола в первом этаже 9,8 *м*, т. е. ниже г. в. в.

Во избежание выбивания воды из наружных колодцев последние закрываются обязательно двойными чугунными крышками. У нас при этом тип устройства почти не отличается от обычного. Ввиду давления

воды вес крышки делается большим. Для герметичности внутренняя крышка перед паводком кладется на войлоке, и все зазоры заливаются смолой. При значительных давлениях воды одна или даже обе крышки ставятся на болтах и резиновой прокладке, а люк иногда прикрепляется к кладке анкерными болтами.

Ввиду того что колодцы в подтопляемой сети представляют слабое место, желательно уменьшение насколько возможно числа выпусков из зданий. Трубы как в пределах его, так и в наружной сети делаются чугунные с тщательной заделкой стыков. При прокладке их полезно отдельные участки гидравлически испытать соответственно наибольшему давлению от подпора высоких вод.

Нередко санитарные приборы невозможно расположить выше г. в. в. Кроме того при низко расположенных приемниках (в подвале) может оказаться, что даже в месте, совершенно безопасном от наводнения, сточные воды могут хлынуть из уличной сети через санитарные приборы: например при засорении последней и подъеме в ней жидкости выше уровня данных приборов. В этих случаях необходимо принимать меры против обратного течения сточных вод в виде установки обратного клапана. Последний для этой цели имеет крышку для осмотра, прочистки или ремонта, так как вследствие засорения они нередко выходят из строя.

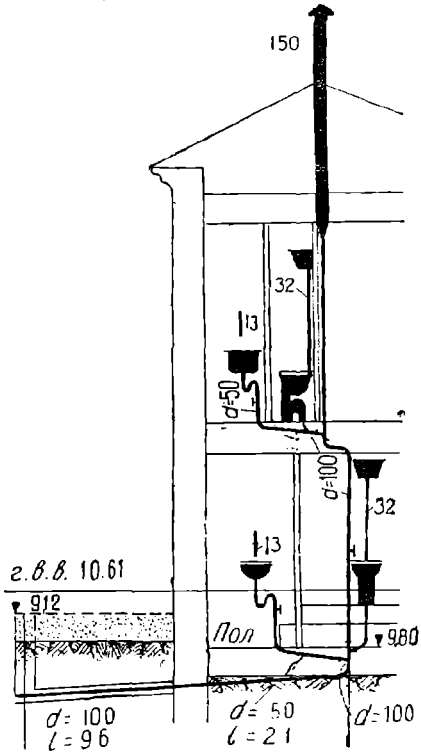


Рис. 238. Расположение приборов при подтопляемой канализации.

Когда необходимо вообще прекратить доступ канализационной жидкости, употребляются задвижки обычного у нас типа или шибера. Иногда же с шибером комбинируется обратный клапан.

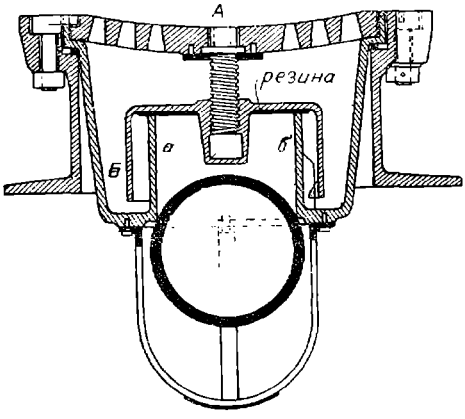


Рис. 239. Конструкция трапа в подтопляемых канализациях.

Наиболее неприятны при подтоплении трапы в подвалах, погребах и т. п. Простейший тип двойного запора трапа изображен на рис. 239. Здесь при заполнении сифона всплывает полый шар и запирает доступ жидкости в помещение. С другой стороны, при вращении винта *А*, колпак *Б* садится на трубу *а — б* и плотно запирает проход. За границей имеется много подобных более сложных конструкций.

Сеть подтопляемого здания или участка делается двухзонной. Незатопляемые приборы спускают стоки обычным порядком. Сточная жидкость затопляемых приемников собирается в отдельную сеть. В нормальных условиях эта вторая сеть соединена с первой и спускает воды в нее. При паводке сети разделяются, и нижняя зона у нас вообще выключается из работы. Однако в случае надобности вполне возможно посредством пере-

качки стоки нижней зоны подать в верхнюю сеть. Конечно присоединение к ней должно быть выше горизонта высоких вод. Такая перекачка уместна в промпредприятиях, банях и т. п., где обеспечено необходимое обслуживание всей установки.

Согласно применяющимся у нас правилам (московским) соединение обеих сетей делается в контрольном колодце. Рядом с ним устраивают специальный колодец с одной общей задвижкой для всей нижней сети. Задвижка перед паводком закрывается, а самый колодец запломбировывается. Такое требование вызывается необходимостью доступности и удобства этого закрывания для работников канализации. Однако подобная система требует удлинения и удорожания наружной сети. Поэтому там, где это не вызывает серьезных неудобств, с разрешения управления канализации можно допустить присоединение нижней сети к ближайшему смотровому колодцу верхней сети. В этом случае место присоединения и запорная задвижка конечно должны быть хорошо известны работникам канализации и для них всегда доступны. Вообще доступ к этому месту бывает нужен не чаще двух раз в год (перед и после половодья), да и то не каждый год.

После спада высоких вод задвижка открывается и нижняя сеть работает нормальным порядком.

Водостоки зданий

Реконструкция наших городов, значительно улучшившееся благоустройство их, создание в широком масштабе усовершенствованных мостовых, асфальтировка дворов — все это повело к развитию системы водостоков, отводящих атмосферные воды. Строительство грандиозных зданий значительно усложнило отведение осадков с крыш. Наружные водосточные трубы приходится делать большого сечения и размещать на небольшом расстоянии одна от другой, что нередко портит внешний вид здания. Трудности проводки водостоков усугубляются, если приходится иметь дело с плоской крышей, так как обеспечить в этом случае быстрый сток воды при помощи водосточных желобов часто бывает невозможно. Поэтому в настоящее время начинают применять специальные водосточные воронки, по которым атмосферные воды через стояки, расположенные внутри здания, попадают в систему водосточных труб и выводятся в наружную водосточную сеть.

Система внутренних водостоков находит широкое применение в промышленных зданиях. Крыша цехов нередко перекрывает большие площадки в 20—40 *га* и более. Перекрытие при этом устраивается со световыми фонарями (понд, шедовые и др.), откуда отведение воды весьма сложно, а застаивание ее может повлечь протекание крыши и следовательно возможную порчу станков и оборудования. Поэтому задача внутренних водостоков — обеспечить быстрое отведение в коллектора наружной ливневой канализации всех осадков, выпадающих на данной площади.

Внутренняя водосточная сеть чаще всего устраивается в виде параллельно проложенных коллекторов, каждый из которых принимает воды от 1 — 2 рядов стояков. В зависимости от местных условий эти коллектора или имеют непосредственный выпуск в наружную сеть или же группируются по нескольку на один. Первый способ требует устройства лишних колодцев, но дает меньшее заглубление и лучшие условия эксплоатации (при засорении выбывает из строя меньшая часть сети). В условиях крупных промышленных предприятий и развитой наружной сети водостоков этот способ находит довольно частое применение. Наоборот, в городских условиях устройство многих выпусков затруднительно. Здесь вся внутренняя водосточная сеть обычно имеет один выпуск.

Основным вопросом при трассировке внутренних водостоков является учет местных условий и требований производства — наличие фундаментов, подземных трубопроводов и каналов, расстановка машин, расположение наружного водостока и пр. Поэтому при проектировании этой системы особенно важно согласование основных вопросов с архитекторами, конструкторами и технологами.

Расстановка воронок зависит от типа крыши, ее уклона, количества атмосферных вод, размера воронки и т. д. Обслуживаемая одной воронкой площадь проекции крыши делается в пределах 100—400 $м^2$. Расстояние от воронки до водораздела берется около 10—20 *м*.

Конструкция воронки вообще должна обеспечивать удобный сток атмосферных вод, не пропуская вместе с тем засорений в виде листьев, бумаги и т. п. По форме воронки бывают в плане круглые, квадратные и прямоугольные. Они отличаются также формой и конструкцией решетки, материалом, способом присоединения и т. д. Диаметр воронок у нас обыкновенно выполняется в 100 *мм*, но может быть и больше соответственно их расположению и обслуживаемой площади. В США они применяются диаметром 75—200 *мм*.

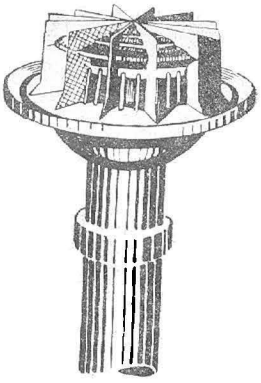


Рис. 240. Водосточная воронка.

Площадь отверстий в колпаке воронки должна в 4 раза (и больше) превышать сечение стояка. Переход от решетки к стояку должен по возможности делаться с плавно изменяющимся сечением. Примером воронки может служить конструкция, представленная на рис. 240.

При выборе типа воронки и установке ее особое внимание следует обратить на водонепроницаемость заделки ее на кровле.

Стояки обслуживают обыкновенно 1—2 воронки, но в некоторых случаях и до 3—4. Их расстановка диктуется требованием иметь наименьшую длину трубопроводов, проводить воду по кратчайшему расстоянию, удобно закрепить стояки (у стен, у колонн), не иметь длинных подвесных линий. Детали установки стояков и воронок представлены на рис. 241.

Если длина подвесной линии более 5—7 *м*, на конце ее должна предусматриваться прочистка. На стояках выше пола делается ревизия.

Стояки выполняются из чугунных труб. Для экономии металла возможно применение листового оцинкованного или окрашенного с обеих сторон кровельного железа. Но нижняя часть стояка (примерно на 1,5—2 *м* выше пола) и отводная линия под полом должны делаться из чугунных труб.

Большим распространением пользуются трубы бетонные, керамические и асбоцементные.

В подземную водосточную сеть возможен спуск излишней воды от питьевых фонтанчиков, а также отработанных производственных вод, не требующих очистки. Внутренняя водосточная сеть таким образом выполняется по раздельной системе. Если она присоединяется к наружной общесплавной системе канализации, то перед выпусками делаются гидравлические затворы для защиты здания от проникания в него канализационных газов.

Глубина укладки внутренней подземной сети зависит от длины водостоков, наличия подземных сооружений и трубопроводов, а также от глубины выпусков. Последние имеют решающее значение в системах, когда в водосточную сеть производится спуск так называемых чистых производственных стоков. В обычных условиях в верхней части водостоки закладываются на 0,4—0,5 *м*, в нижней части глубина может составлять 1,2—1,5 *м* и более.

При устройстве внутренней водосточной сети весьма важно обеспечить возможность прочистки ее при засорениях. Поэтому вблизи отводов и поворотов следует устраивать прочистки и ревизии. На подземной сети необходимо устанавливать смотровые колодцы в местах соединения трубопроводов и не более чем через 20—30 *м*. Соединение трубопроводов

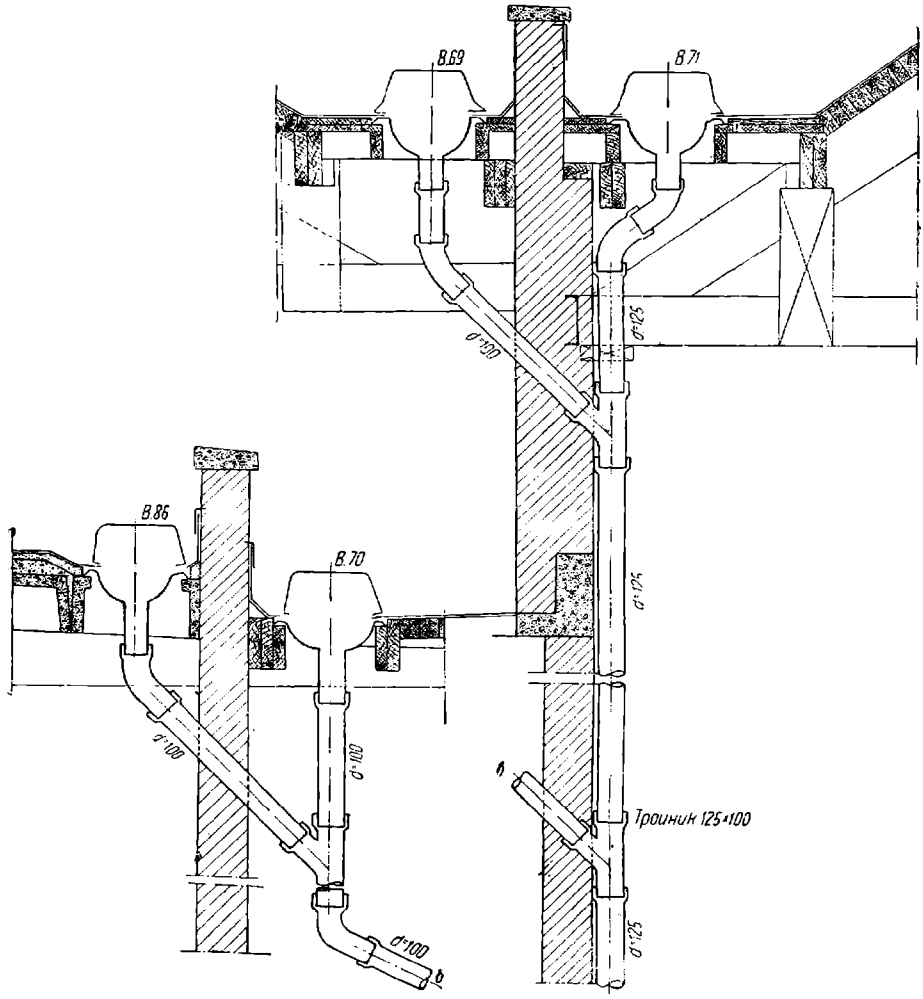


Рис. 241. Схема устройства внутренней водосточной сети.

следует делать под острыми углами: это не только лучше обеспечивает незасоряемость системы, но в стояках увеличивает их пропускную способность.

Расчет водостоков ведется по расходу воды, который определяется в соответствии с интенсивностью дождя, измеряемой толщиной слоя атмосферных осадков за 1 час. Этот способ, применяемый в США, отличается своей простотой.

При расчетной интенсивности дождя в 100 *мм/час* в США применяются следующие диаметры стояков и горизонтальных водостоков в зависимости от горизонтальной проекции площади крыши.

Таблица 55

Диаметр стояка в *мм*	100	125	150
Площадь проекции крыши в $м^2$	0—337	338—467	468—841

При расчетной интенсивности дождя и максимальной площади это соответствует около 80% пропускной способности стояка с прямым тройником и около 40% — с косым 45°-ным тройником. Таким образом предусмотрен достаточный запас.

Горизонтальные внутренние водостоки в зависимости от площади крыши и допускаемого уклона берутся ориентировочно следующие (табл. 56):

Таблица 56

Площадь проекции крыши в $м^2$	Диаметры в *мм* при уклонах			Площадь проекции крыши в $м^2$	Диаметры в *мм* при уклонах		
	0,01	0,02	0,04		0,01	0,02	0,04
0— 37	75	50	50	493— 697	200	150	150
38— 61	75	75	50	698—1 035	200	200	150
62—111	100	75	75	1 036—1 460	250	200	200
112—167	100	100	75	1 461—1 820	250	250	200
168—232	125	100	100	1 821—2 300	300	250	200
233—381	125	125	100	2 301—2 880	300	300	250
382—427	150	125	125	2 881—4 100	350	300	250
428—492	150	150	125	4 101—5 600	350	350	300

При расчетной интенсивности дождя, меньшей 100 *мм/час*, те же диаметры труб могут пропустить осадки с площади соответственно большей. Если например нам нужно подобрать диаметр водостока для крыши с площадью проекции в 400 $м^2$ при интенсивности дождя 50 *мм*, то это соответствует данным таблицы для площади в 200 $м^2$. При интенсивности дождя в 40 *мм* получим соответственно $\frac{400 \times 40}{100} = 160$ $м^2$ и т. д.

В некоторых случаях возможна комбинация внутренних водостоков с наружными на здании. Требования к последним в США разработаны на тех же принципах.

Размеры наружных водосточных желобов и спускных труб для круглого сечения по данным комитета Гувера приведены в табл. 57.

Американские таблицы составлены для расчетного слоя осадков в 100—200 *мм/час*. Комитет Гувера в своем докладе предусматривает расчетную интенсивность дождя в 100 *мм/час*; в условиях СССР для средней полосы она может быть около 50 *мм/час*. Естественно, что при пользовании таблицей нужно исходить из конкретных условий в данном месте.

Характерно, что разные американские авторитеты дают практические

Таблица 57

Площадь проекции крыши в $м^2$	Желоб полукруглый в *мм*	Водосток диаметром в *мм*
0— 8	75	38
9— 25	100	50
26— 75	100	63
76—167	125	75
168—334	150	100
335—510	200	125
511—910	250	150

размеры водостоков, исходя из цифр от 1 до 4 $м^2$ проекции крыши на 1 $см^2$ сечения водостока.

Проектирование наружных домовых водостоков в США основывается на выбираемом расстоянии между водосточными трубами. Максимальное расстояние рекомендуется не более 23 *м*. Остановившись на нем, подсчитывают площадь крыши, приходящуюся на каждый водосток, после чего определяют его сечение.

По Г. Бэббит надежным эмпирическим правилом является увеличивать на каждые 2,25 $м^2$ плана крыши сечение водостока на 1 $см^2$.

Общее требование к водостокам — их диаметр не должен быть меньше 75 *мм* для возможности пропуска листьев и т. п. 50-*мм* водостоки допускаются лишь для балконов, крылец и т. п. и то при условии, что выпускное отверстие желоба не может пропустить засоряющих предметов. У нас водосточные стояки делаются в 100, 125, 150 и 200 *мм*.

Выбор размера и типа желобов зависит от количества водостоков, их взаимного расстояния и наклона крыши. Вообще желоб должен быть того же или большего размера, чем обслуживаемый им водосток. Наиболее целесообразный и экономичный по расходу материалов тип желобов — это полукруглый. Желоба работают правильно тогда, когда их глубина составляет 0,5—0,75 от ширины. При этом нормальном соотношении размер желоба определяется его шириной. Желоба шириной менее 100 *мм* не делаются, но и 100 *мм* в США применяются редко.

Американскими данными можно пользоваться лишь с критическим подходом. У нас теперь для расчета водосточной сети применяется метод предельных интенсивностей.

Расчет основывается на том, что так называемая сила дождя Δ равна произведению интенсивности дождя, т. е. количества выпавших осадков в миллиметрах в минуту i, на квадратный корень из продолжительности дождя в минутах t:

$$\Delta = i_1 \sqrt{t_1} = i_2 \cdot \sqrt{t_2} = \text{ и т. д.} \tag{1}$$

Интенсивность дождя i представляет отношение высоты слоя осадков h в *мм* ко времени t, в течение которого он выпал, т. е.

$$i = \frac{h}{t} \tag{2}$$

и

$$t = \frac{h}{i}. \tag{3}$$

Подставляя формулу (2) в (1) получим:

$$\Delta = i\sqrt{t} = \frac{h}{t}\sqrt{t} = \frac{h}{\sqrt{t}}. \tag{4}$$

Подставляя формулу (3) в уравнение (1), будем иметь:

$$\Delta = i\sqrt{\frac{h}{i}} \quad \text{или} \quad \Delta = \sqrt{h \cdot i}. \tag{5}$$

Следовательно сила данного дождя равна квадратному корню из произведения высоты выпавшего слоя на интенсивность дождя.

Сила дождя принимается: для незначительных осадков равной до 1, для обыкновенных — 1,1 — 3,0, для сильных ливней — 9,1—12.

Сила дождя характеризуется промежутком времени, в течение которого он повторяется в данной местности: 3 раза в год, 1 раз в 3 года, 1 раз в 10 лет и т. д.

Сила дождя зависит от климатических условий данной местности, которые характеризуются климатической постоянной μ, и от периода P, в течение которого дождь такой силы повторяется, а именно:

$$\Delta = \mu \cdot \sqrt[3]{P}. \qquad (6)$$

При интенсивности дождя в 1 *мм* в минуту секундный сток воды с площади в 1 *га* может быть:

$$\frac{0{,}001 \cdot 100 \cdot 100}{60} = 0{,}167 \ м^3/сек = 167 \ л/сек.$$

Если площадь стока равна F *га*, а интенсивность дождя i миллиметров, то количество стекающей воды будет:

$$q = 167 \cdot F \cdot i \ л/сек.$$

Так как

$$i = \frac{\Delta}{\sqrt{t}},$$

то

$$q = 167 \ F \frac{\Delta}{\sqrt{t}} \ л/сек. \qquad (7)$$

В зависимости от состояния поверхности, на которую выпадает дождь, стекает лишь часть выпавших осадков; но для крыш можно взять коэфициент стока равным единице.

По инж. Г. Л. Заку для водостоков зданий расчетную продолжительность дождя можно принять в 4 мин. Кроме того нужно учесть время добегания воды от водораздела крыши до воронки, которое составляет около 1 мин. В общей сложности время составит 5 мин. Подставляя эту величину, а также значение Δ из формулы (6) в формулу (7), получим:

$$q = 167 \ F \frac{1}{\sqrt{5}} \ \mu \sqrt[3]{P};$$

$$q = 74{,}5 \cdot F \cdot \mu \sqrt[3]{P}. \qquad (8)$$

Величина расчетного периода P по данным института Водгео приведена в табл. 58.

Таблица 58

№ п/п	Характер предприятия	P в годах
1	Производство и оборудование не могут пострадать от воды	0,5
2	Производство может пострадать от воды .	1,0
3	Оборудование может пострадать от воды	1,5
4	Производство и оборудование могут пострадать от воды . .	2,0
	Дополнительные факторы	
5	Пол нижнего этажа ниже уровня земли	0,5
6	Стекла фонаря над разжелобками возвышаются менее 0,1 *м*	0,5
7	Кровля окружена частями здания, препятствующими стоку воды .	0,5

Последние три цифры прибавляются к соответствующим основным верхним.

В общей сложности период P составляет в зависимости от типа предприятия 1 — 3,5 года.

Климатическая постоянная μ по формуле инж. Г Л. Зака равна:

$$\mu = \alpha \sqrt[3]{H},$$

где H — среднегодовое количество осадков в *мм*, α — коэфициент, зависящий от процесса накопления осадков в течение года и для разных местностей европейской части СССР составляющий 0,025—0,054.

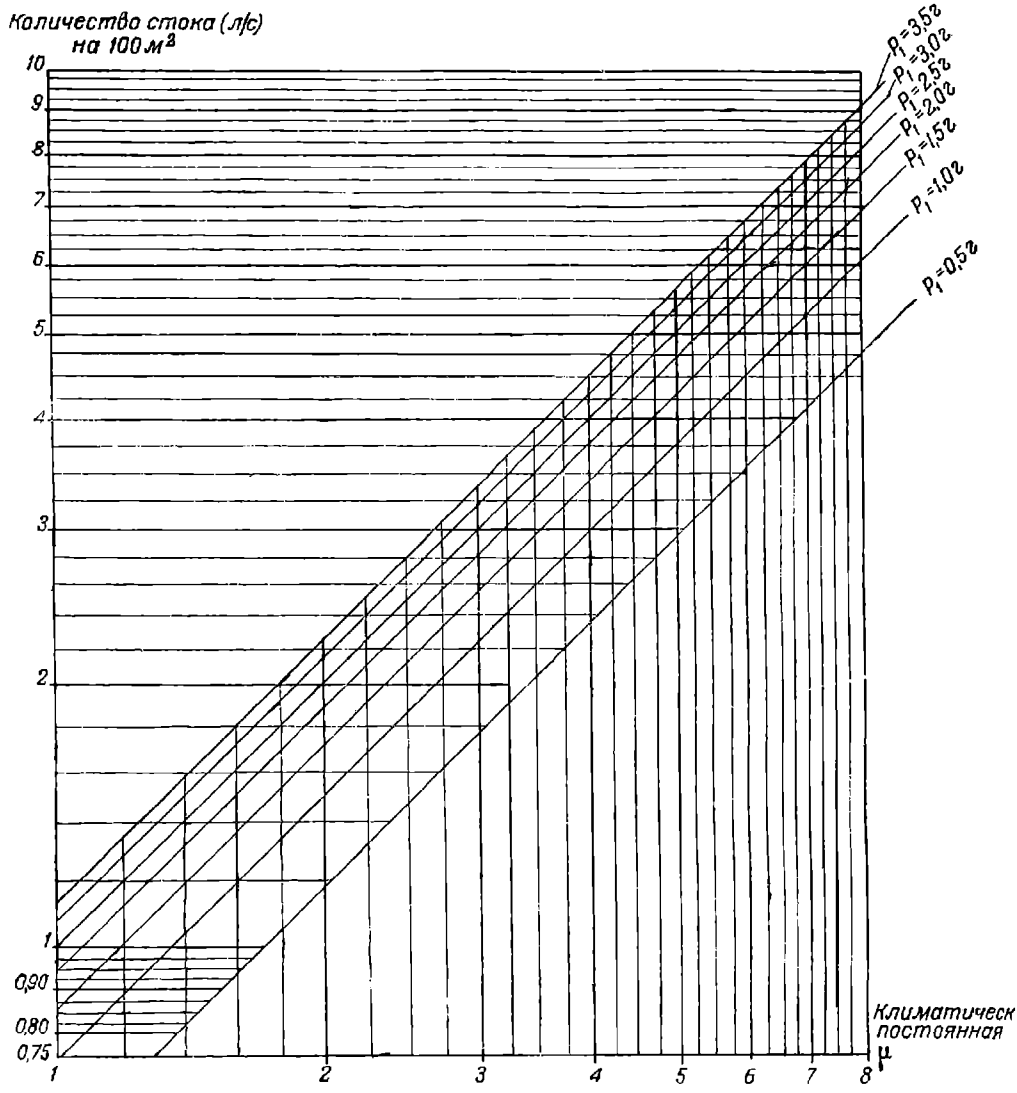


Рис. 242. Номограмма для расчета количества ливневых вод внутренних водостоков.

Величины H, α, μ для разных местностей подсчитываются заранее и помещаются в таблицах, откуда берутся при пользовании. P берется по табл. 58, по формуле (8) определяется расчетный сток. Для облегчения подсчетов и характеристики величин приводим номограмму инж. Г. Л. Зака для расчета количества ливневых вод для 100 $м^2$ площади крыш (рис. 242).

По тому же методу рассчитывается и дворовая водосточная система конечно с учетом соответствующих особенностей.

Во дворах дождеприемники целесообразны лишь в том случае, если двор приведен в состояние, предохраняющее от попадания большого коли-

чества песка в водосточную сеть (асфальтирован, замощен и т. д.). При этом двор планируется так, чтобы на каждый приемник приходилась определенная площадь стока.

Коэфициент стока для асфальтового замощения составляет 0,85—0,95; для булыжной мостовой — 0,40—0,50, для незамощенной поверхности — 0,10—0,30.

Дождевые водоприемники устраиваются с гидравлическим затвором или без него в зависимости от того, спускаются ли поверхностные воды в общесплавную или раздельную канализацию. При наличии сифона вода конечно должна находиться ниже глубины промерзания. Во избежание попадания в канализацию песка дождеприемники выполняются с песколовками. Сверху дождеприемники имеют решетки. Поверхность земли на расстоянии 2 *м* от центра водоприемника должна быть замощена или укреплена иным способом. При общесплавной канализации диаметр дворовой сети делается 150 и 200 *мм*.

Канализация мусора

Остатки пищевых продуктов, бумага, тряпье, смет и пр. при длительном их нахождении в квартире ухудшают санитарные условия. Практикующийся вынос мусора во двор в мусорные ящики, особенно в многоэтажных домах, представляет известные неудобства. Хранение же мусора в дворовых сборниках, где он разлагается, создает зловоние и привлекает в летнее время мух — носительниц всякого рода заболеваний.

Население нередко для удаления части квартирного мусора пользуется хозяйственно-фекальной канализацией. В клозетные чаши сбрасываются смет, бумага, остатки жидкой пищи, кости и т. д. Это увеличивает число засорений канализационной сети, усложняет работу насосных станций и очистных сооружений.

В настоящее время за границей и у нас распространяются специальные устройства для канализации мусора из квартир высоких зданий (мусоропроводы).

Удаление мусора из квартир при помощи мусоропроводов тесно связано с его составом, количеством и со способами его уничтожения в дальнейшем.

Количество мусора и качество его зависят от системы отопления здания, от вида топлива, употребляющегося для варки пищи (твердое, газ), от бытовых условий (пользование общественными столовыми), от времени года, вида пищи (количество зелени, овощей, фруктов), от состава семьи и т. д.; уборка квартиры, а тем более ремонт ее увеличивают количество мусора.

Количество мусора на одного жителя в сутки в среднем составляет около 400 *г*. Удельный вес его равен 0,4. Коэфициент неравномерности накопления можно принять в 1,25. При этих данных расчетный объем мусора на 1 жителя в сутки будет равен:

$$\frac{0{,}4 \cdot 1{,}25}{0{,}4} = 1{,}25 \ л.$$

В городах угольных районов удельный вес мусора возрастает до 0,6—0,8. Увеличивается и количество его.

Для удаления мусора применяются следующие основные способы:

1. Мусор из отдельных квартир спускается по каналам в подвальный этаж и попадает в специальные сборники. Отсюда он подается в котельную отопления дома, где и сжигается или же увозится на центральную мусоросожигательную станцию.

2. Мусор из канала попадает прямо в печь, а мусоропровод служит вместе с тем и дымоходом.

3. Мусор смывается водой под давлением через специальные раковины. В подвале мусор из воды удаляется, а вода спускается в канализацию. Мусор отвозится на центральную станцию, где подсушивается и сжигается, или же это осуществляется в здании.

4. Мусор дробится в квартире и спускается в фекально-хозяйственную канализацию.

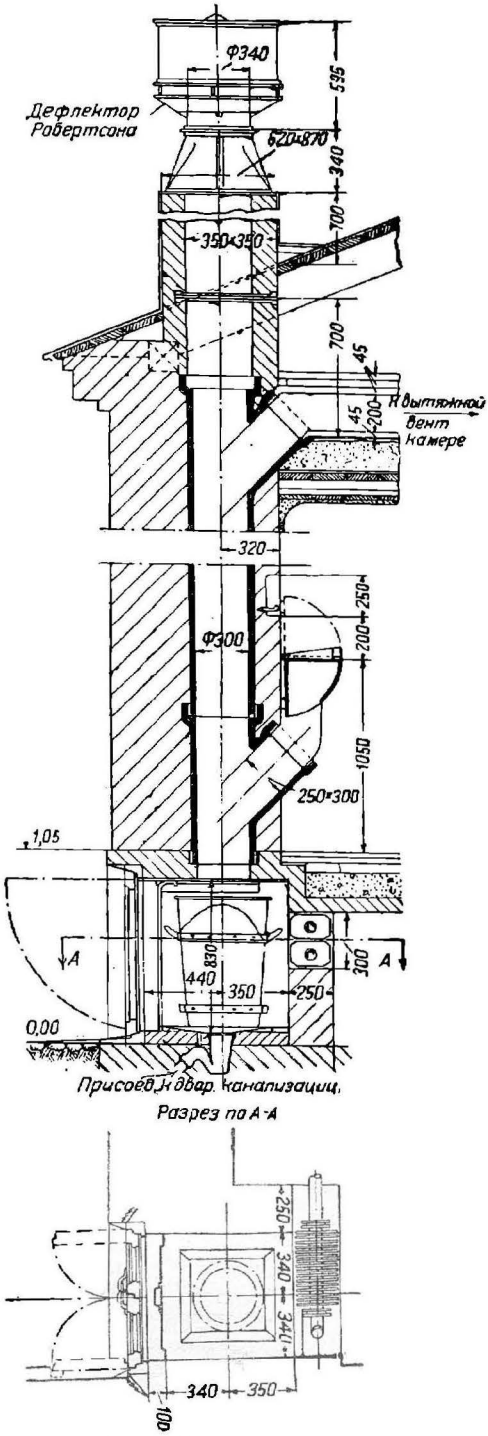


Рис. 243. Мусоропровод.

Чаще всего применяется первый способ — спуск по холодным мусоропроводам. Они устраиваются крупного сечения диаметром 350—400 *мм*. Для того чтобы мусор не застревал, внутренняя поверхность канала должна быть возможно гладкой. Наиболее пригодным материалом для него являются каменно-керамические глазурованные трубы; применимы также асбоцементные и железобетонные.

Иногда каналы внутри обделываются обыкновенным железом. Однако это не рекомендуется ввиду ржавления последнего, а также возникающего шума и стука при сбрасывании твердых предметов.

Чтобы стенки мусоропровода не засорялись, выбрасываемый мусор целесообразно помещать в бумажный пакет или завертывать в бумагу. Мусор опускается через специальные загрузочные клапаны, устраиваемые в квартирах. По своей конструкции клапан (мусороприемник) должен плотно закрываться, чтобы запах из канала не мог проникать в квартиру, и беспрепятственно спускать мусор вниз. Во время пользования клапаном канал должен быть отделен от помещения. Желательно, чтобы конструкция клапана препятствовала возможности выливания жидкости в канал, хотя наши технические условия этого не требуют.

Во избежание засорения мусоропровода размер клапана должен быть не более 250—300 *мм* и соответственно спуск от него делается на 50 *мм* меньше диаметра канала. Наклон спускных ответвлений должен быть не менее 65—70°.

Для защиты жилищ от запаха обязательно устройство надежно действующей вытяжной вентиляции, при которой воздух из квартир высасывается по каналу вверх. Для этого вверху мусоропровода

делается вентиляционный канал $D = 180—200$ *мм*, который выводится выше конька крыши и снабжается дефлектором. Кроме естественной устраивается также искусственная вентиляция, которая пускается при недостаточности первой (при просушке мусоропровода, в летнее время).

Мусоропровод доводят до чердака, где он закрывается герметической железной крышкой. В случае необходимости через нее можно производить прочистку канала при засорениях. Иногда канал выводится выше крыши и заканчивается дефлектором; при этом должна быть обеспечена возможность прочистки мусоропровода. Это обыкновенно достигается снятием дефлектора.

Внизу под каналом устанавливается сборник мусора (бункер) объемом на трехсуточное его количество, но очищающийся ежедневно.

Для возможности очистки сборника мусоропровод внизу имеет шибер. Конструкция бункера, как и процесс удаления мусора, должна удовлетворять санитарно-техническим требованиям.

На рис. 243 дан типовой проект мусоропровода, выполненный Гипрогором[1]. Стояк из керамических 300-*мм* труб заделан в стену, которая во избежание замерзания утолщена. Внизу расположена специальная камера для сборника мусора.

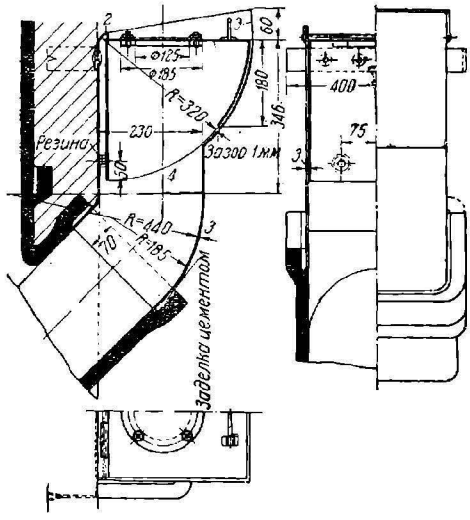


Рис. 244. Мусороприемник.

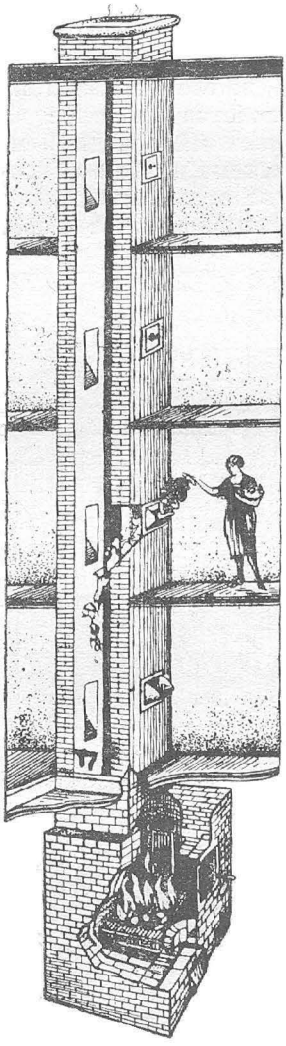


Рис. 245. Горячий мусоропровод.

Вентиляция производится при помощи дефлектора, специальной вентиляционной камеры с электровентилятором (утепленный канал виден на чердаке) и благодаря наличию внизу батареи центрального отопления.

Мусороприемник (рис. 244) представляет металлический сектор, вращающийся вокруг горизонтальной оси *2* в наружном коробе *3*. При подъеме сектора за ручку его отверстие *4* выходит из короба тогда, когда вертикальная стенка сектора перекрыла соединение с мусоропроводом.

[1] Инж. С. Я. Эгельштейн, Канализация мусора „В. и С. Т." № 1, 1938 г.

Мусорная канализация работает исправно при наличии систематического ухода и правильной эксплоатации. С течением времени на стенках канала все же задерживаются остатки мусора. Поэтому мусоропровод должен периодически, не реже раза в месяц, прочищаться при помощи ерша и щеток. После этого канал промывается. С этой целью предусматривается на чердаке и в подвале трапа устройство водопроводного крана. Иногда мусоропровод предварительно прожигают при помощи костра, разложенного под ним на железном листе.

На рис. 245 изображен горячий мусоропровод („кернератор"). Падающий по каналу мусор собирается в топку печи и, когда последняя заполнится, сжигается. Сжигание обычно производится один раз в сутки. Оно продолжается не более часа. В остальное время устройство работает как обыкновенный холодный мусоропровод.

Система должна обеспечивать от проникания дыма в квартиры, особенно во время сжигания мусора, поэтому конструкция мусороприемников имеет немаловажное значение. При хорошей тяге происходит подсасывание воздуха из помещений.

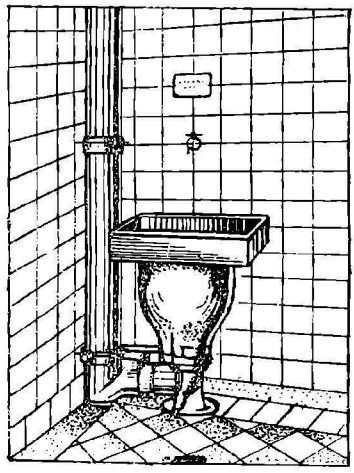


Рис. 246. Раковина гидравлического мусоропровода.

Горячий мусоропровод имеет то достоинство, что канал прожигается, чем достигается санитарный эффект. Однако эта система применима только в том случае, если мусор содержит достаточно горючих веществ и количество его обеспечивает экономичность устройства печи, дымохода и пр.

Кернераторы у нас не получили широкого применения.

При гидравлическом способе мусор сбрасывается в раковину (рис. 246), куда сливается вода. При накоплении ее открывается специальный клапан, и вода стекает, унося мусор, по стояку, сборному коллектору в резервуар, стоящий в подвале. Здесь мусор задерживается, а вода поступает в хозяйственно-фекальную канализацию. Оставшийся мусор обезвоживается, подсушивается и поступает в мусоросожигательную печь.

Система имеет гидравлические затворы; по своим диаметрам исключает возможность удаления крупных предметов (бутылки, жестянки и т. п.); требует большого количества воды и вызывает необходимость сложных устройств сушки мусора и пр. Сырой мусор имеет большой вес и с санитарной стороны хуже сухого. Поэтому применение гидравлической системы весьма ограничено.

Размельчение мусора и спуск в канализацию создают излишнюю работу для населения, требуют специальных дробилок, ограничивают возможность удаления местных видов мусора, усложняют эксплоатацию канализации, могут вызвать увеличение числа засорений ее. Поэтому такой способ удаления мусора может быть целесообразным лишь в некоторых случаях, имеющих местный характер.

Наиболее применимой системой канализации мусора является система холодных мусоропроводов.

Выполнение ее не представляет технических затруднений; канал устраивается одновременно с возведением здания. В настоящее время по нормам НККХ РСФСР канализация мусора должна осуществляться в зданиях высотой от 4 этажей.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ. СТРОИТЕЛЬСТВО. ЭКСПЛОАТАЦИЯ

ГЛАВА 17

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Основные материалы

Проектирование санитарно-технического оборудования цехов и зданий при их современных размерах представляет довольно сложную задачу, а самый проект нередко содержит десятки чертежей.

Для правильного составления проекта необходимо иметь ряд основных материалов и сведений о цехе или здании. Сюда относятся:

1. Строительные планы и вертикальные разрезы цехов и зданий с необходимыми размерами, отметками, с нанесением расположения водопотребляющих машин, печей и других агрегатов, указанием места подведения воды и выпусков сточных вод от каждого из них. Здесь же должно быть дано место расположения санитарных приборов, поливочных кранов и приемников.

2. План территории предприятия или план владения в горизонталях с нанесением ближайших наружных (уличных) водопроводных и канализационных труб и колодцев, к которым должен быть присоединен цех (или здание). При этом для водопровода необходимо иметь минимальное и максимальное давление с наружной сети в определенной отметке, а для канализации — отметку лотка трубы в месте присоединения. Должны быть указаны максимальный секундный расход воды, который можно получить от наружной водопроводной трубы, и максимальный допустимый спуск сточных вод в канализацию.

3. Места постановки водомера и газового счетчика (или счетчиков), насосов, баков, бойлеров, водогрейных котлов.

4. Сведения о качестве (температура, жесткость), расходе воды и режиме его в отдельных машинах и агрегатах (неравномерность расхода, время наполнения, опорожнения, оборот воды) и о качестве отводимых сточных вод (об их температуре, химическом составе, количестве механических примесей и т. д.).

5. Сведения о количестве рабочих и служащих в цехе или здании по отдельным сменам (мужчин и женщин отдельно) с указанием числа пользующихся душами. Для жилых зданий указывается число живущих; если последнее неизвестно, то его устанавливают в зависимости от занимаемой ими жилой площади.

Для бани — число дней работы в шестидневку, суточная продолжительность работы, пропускная способность в час.

6. Время начала и конца работы каждой смены, а также обеденного перерыва. При ступенчатой работе цеха (неодновременности смен для разных групп рабочих) такие же сведения указываются для каждой группы.

7. Задания на проектирование противопожарного водопровода, расряд предприятия по пожарному расходу, расчетное количество струй и мощность их, какие части подлежат спринклерованию, расчетная продолжительность пожара.

8. Планы подземных каналов, тоннелей, трубопроводов и проводок с указанием желательных направлений санитарно-технических трубопроводов.

Кроме этих материалов может потребоваться ряд других аналогичных. Представляются они в значительной степени лицами, не имеющими отношения к проектированию санитарно-технического оборудования. Поэтому до начала проектирования необходимо подвергнуть тщательному анализу все эти данные. Во избежание ошибок и разногласий после выполнения проекта необходимо задания для проектирования заблаговременно или в процессе последнего согласовать с технологами данного производства и пожарной охраной.

В коммунальном хозяйстве проекты водоснабжения, канализации и газопроводов утверждаются разными организациями. Это ведет к затрате лишнего труда (вследствие необходимости повторять ряд чертежей в каждом из проектов) и возможным неувязкам их между собой. Переход на типизацию и стандартизацию элементов санитарно-технического оборудования, механизация производства работ упрощают проектирование и графические работы. Необходимо стремиться к наличию одного проекта по сантехнике с увязкой отдельных сооружений между собой. В промышленности это нередко имеет место уже теперь.

Проектирование водопроводов

Начертание сети внутреннего водопровода зависит от возможного места ввода трубы в здание и расположения водомера, а также от пунктов расположения потребляющих воду чанов, машин, разборных кранов, ванн, бачков, душей и т. п. Особенно важное значение имеет правильный выбор количества и места вводов. Внутренняя сеть, выполненная без учета этого, может оказаться весьма нерациональной. Поэтому еще при проектировании зданий следует предусматривать места, где будут вводы, с тем, чтобы обеспечить необходимое место для водомера. Эти вопросы связаны с наружной сетью, ее трассировкой, диаметрами, наличием задвижек и пр.

Место нахождения кранов у производственных машин и санитарных приборов отмечают (крестиками) на плане каждого этажа. Однако если расположение приборов одинаково в разных этажах, то в случае однородности последних можно ограничиться одним планом. Затем устанавливают место стояков с таким расчетом, чтобы общее количество требуемых труб было возможно меньше. Отводящие от стояков линии должны быть небольшой длины; если же это невозможно, то их прокладывают с небольшим подъемом к крану для удобства спуска из них воды и беспрепятственного выхода воздуха. Нельзя допускать каких-либо изгибов, в которых может получиться осаждение мути или же застаивание воздуха. В равной мере в трубах вообще должно быть минимальное количество изгибов, поворотов для уменьшения потерь напора. Неизбежные повороты должны делаться по возможности плавной кривой.

Одновременно намечают направление разводящих и магистральной линий. Обыкновенно стараются ряд стояков ввести в одну разводящую трубу с тем, чтобы общая длина всех разводящих труб была наименьшей и вода проводилась кратчайшим путем. Однако при этом нередко получается, что запорные вентили и спускные краны стояков оказываются в местах трудно доступных. Поэтому за границей все чаще для отдельных приборов, стояков или их групп устраивают самостоятельные трубо-

проводы, соединяющие их с одним распределительным местом, где концентрируются запорные и спускные вентили (рис. 247); под каждым из последних ставится воронка и стоки отводятся в канализацию. Это место конечно должно быть вполне доступным, светлым или освещаемым. Чаще всего оно выбирается недалеко от водомера.

Такое устройство (батарейная система), давая удобства в эксплоатации, обходится значительно дороже, чем обычное, и потому применяется преимущественно в больницах и тому подобных общественных зданиях.

При значительных расходах воды и установке на сети пожарных кранов в целях повышения надежности эксплоатации и уменьшения диаметров труб сеть должна делаться кольцевой.

Если в цехе или здании нет подвала, разводящая магистраль устраивается в канале или тоннеле, в крайнем случае — под полом.

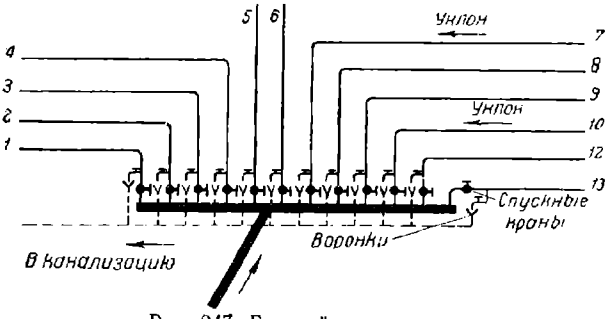


Рис. 247. Батарейная разводка.

В зависимости от напора в наружной сети и свободного напора выбирается схема внутреннего водоснабжения: с резервуаром или без него, кольцевая или тупиковая, двухзонная или с одной зоной и т. д. Устанавливается наиболее целесообразное место насосов, баков, котлов и т. п.

Вертикальная схема устанавливается в основном в зависимости от имеющегося давления. Наименьшая высота последнего должна быть больше суммы следующих величин:

1) потери напора в водомере;

2) высоты от водомера до верхнего крана, т. е. геодезической разницы;

3) потери напора в трубопроводах до наиболее удаленного верхнего крана;

4) потери напора в арматуре и фитингах, т. е. местных сопротивлений;

5) свободного напора над верхним прибором, т. е. давления, необходимого для расчетного излива.

Диаметры трубопроводов предварительно намечаются по таблицам в зависимости от эквивалентности стоящих приборов и процента одновременности действия их. Затем проводится гидравлический расчет от места питания сети (от присоединения к сети или водонапорного бака) до наиболее неблагоприятного места разбора воды. При этом производится корректирование и окончательное установление диаметров сети. В случае наличия бака рассчитывают подающую в него трубу при отсутствии расхода воды в сети. По графику расхода и подачи воды определяют емкость бака и необходимое для наполнения его время. Последнее особенно необходимо, если бак наполняется в течение короткого времени повышенного давления в наружной сети.

Если сеть обслуживает и противопожарные цели, рассчитывают ее на суммарный максимальный производственный, хозяйственный и расчетный противопожарный расходы, кроме расхода на души, который в промышленных предприятиях во время пожара принимается в размере 25%[1].

Затем по характерным данным (расход, напор и т. д.) определяют число и мощность требуемых насосов и двигателей.

[1] По проекту противопожарных норм. Издание Комитета по делам строительства, 1938 г.

При расчете внутренней сети возможно вести записи по следующим формам:

Форма 1

Распределение санитарных приборов по этажам

Этаж	Ванны	Умывальники	Души	Раковины и мойки	Клозетные бачки	Стиральные корыта	
Подвал 1 2 3 и т. д.							
Итого							

Затем по этой таблице определяют число эквивалентных единиц. В производственных условиях потребуется знать следующие данные о расходах воды:

Форма

Этаж	Наименование агрегата	Мощность или производительность	Количество	Расход воды на измеритель	Суточный расход в *м³/сутки*	Максимальный расход	Одновр. действия	Расчетный расход воды в *л/сек*

Для определения потери напора выработана примерно следующая форма:

Форма 3

Потери напора в трубопроводе (наименование)

Обозначение участка трубы	Длина L в *м*	Диаметр трубы D в *мм*	Количество санитарных приборов			Число эквивалентных единиц	Расчетный расход в *л/сек*	Потеря напора в *см* на 1 *пог. м* i	Полная потеря напора в *см* $l=i \cdot L \cdot k$	Скорость v в *м/сек*
			ванн	кранов	душей и т. д.					

Форма этих таблиц несколько изменяется при различных методах расчета.

В большинстве случаев потери напора в трубах внутреннего водопровода в обыкновенном жилом доме или в здании, не имеющем подкачки воды, не должны превышать 5—6 *м*.

Грубо оценивая все сопротивления, потери напора для разводящей сети вместе с разводящей магистралью, отнесенные к одному этажу, не должны превышать 0,7—1 *м* на этаж, или в местных условиях, при небольшой высоте здания 1,5 — 2 *м*.

Диаметр домовой магистрали для 4—5-этажного здания рекомендуется брать не менее 50 *мм*; для 2—3-этажного (при газовых трубах) — не менее 38 *мм*; для одноэтажного — не менее 25 *мм*. В цехах диаметр внутренней разводящей магистрали может быть 75—100 *мм* и более.

Проект внутреннего водопровода цеха или здания должен включать следующие чертежи.

1. План прилегающей местности с нанесением снабжаемого водой участка (или генплан с нанесением данного цеха) в масштабе около 1: 2500—1 : 5 000.

2. План владения или участка с нанесением существующих и проектируемых зданий, построек, а также надземных (вплоть до выгребов и т. п.) и подземных сооружений и проводок. На этом плане выделяются здания, подлежащие снабжению водой (могут быть начерчены более толстыми линиями), и наносится схема дворовой или внутриквартальной сети, вводов в здания с указанием колодцев, задвижек, диаметров труб и глубины заложения последних. Масштаб 1 : 500—1 1 000.

3. Поэтажные планы отдельных зданий в масштабе 1 100; 1 : 200 с нанесением на них водопроводных труб и санитарных приборов (условными обозначениями) и указанием всех запорных, спускных и разборных кранов и вентилей, вантузов и т. д. На планах отмечаются диаметры трубопроводов, указывается местоположение стояков, причем каждый стояк получает свой порядковый номер — римскими цифрами, а каждый прибор и кран — арабскими. При большом числе стояков возможно их нумеровать также арабскими цифрами, но необходимо четкое выделение этих цифр (больший размер, обведение кружком и пр.). Если расположение всех этажей и приборов в них одинаково, то необходимо составление планов только подвального и первого этажей. В этом случае на плане перечисляются каждый раз все номера приборов, расположенных в данном пункте во всех совмещаемых этажах зданий.

4. Для каждого здания составляется схема расположения всех водопроводных труб с указанием места водомера, вентилей, кранов, бака и т. п. Наиболее удобно выполнять эту схему в аксонометрической проекции. Попутно напомним, что в ней ось, параллельная боковой стене здания, чертится наклонно под углом 45°. Соответственно этому наносятся все линии. Масштаб схемы берется тот же, что и для поэтажных планов.

5. Чертежи насосной станции с указанием насосов, двигателей и арматуры, их взаимного расположения, основных строительных и монтажных размеров, диаметров трубопроводов, необходимых фасонных частей и т. д. Масштаб 1 : 25—1 : 50.

6. Чертежи запасных и водонапорных резервуаров или гидропневматических котлов с указанием строительных и монтажных размеров, нанесением трубопроводов, арматуры. Масштаб 1 : 25—1 : 50.

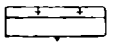
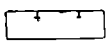
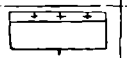
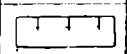
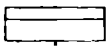
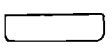
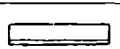
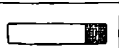
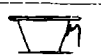
7. Монтажные чертежи деталей стояков, трубопроводов, баков и т. п. в масштабе 1 : 10.

Проект следует наносить на восковке или пергаменте (еще лучше на кальке), что дает возможность снять нужное количество светокопий.

Условные обозначения, употребляемые во внутренних водопроводах, должны быть просты во избежание излишней чертежной работы.

На рис. 248 приведены применяемые обозначения санитарных приборов. На планах этажей удобнее изображать условно соответствующие санитарные приборы, а на схеме для упрощения работы санитарные приборы указываются условными буквенными обозначениями, а именно:

Ванна	в.	Писсуар	п.
Душ	д.	Писсуарный бак	п. б.
Ватерклозет	в. к.	Писсуарный желоб	п. ж.
Колонка	кол.	Писсуар лотковый	п. л.
Мойка	м.	Пожарный кран	пж. к.
Обратный клапан	об.	Поливочный кран	пол.
Отопительный котел	от.	Раковина	р.
Смесительный кран	см.	Умывальники	у.
Спускной кран	сп.	Умывальное корыто	у. к.
Стиральное корыто	ст.	Фонтанчик питьевой	ф.
Трап	т.	Шаровой кран	ш.

Условные обозначения			
Эскиз			Наименование
Вид сбоку	Вид спереди	План	
			Унитаз фаянсовый
			Клозет эмалированный „Генуя"
			Раковина полукруглая чугун. эмалир.
			квадратная
			Мойка чугун эмалиров. на 2 крана
			деревянная
			Умывальник „Дельта" на 1 кран
			Умывальник-корыто на 2 крана
			на 3 крана
			Писсуарное корыто
			Писсуар фаянсовый
			Писсуар-латок
			Трап квадратный

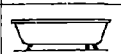
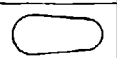
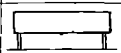
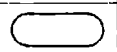
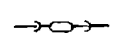
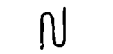
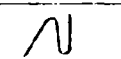
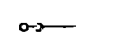
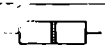
Условные обозначения			
Эскиз			Наименование
Вид сбоку	Вид спереди	План	
			Трап круглый
			Ванна
			Стиральное корыто
			Клозетный бачок с цепочкой
			бачок смывной автоматич.
			Ревизия
			Переходная муфта
			Сетка душевая
			Сифон 2″ оборотный
			косой
			Прочистка
			Флюгарка
			Жиросборатель

Рис. 248. Условные обозначения.

Ниже приводятся примеры выполненных внутренних водопроводов.

Рис. 249. Устройство простейшего водопровода в небольшом двухэтажном доме из 11 комнат (на планах указана только часть дома). В этом примере диаметр труб частично можно было бы принять меньшим (водопровод обслуживает только 2 раковины, 2 бачка и умывальник).

Рис. 250. Водопровод двухэтажного здания конторы фабрики (на планах взята часть дома). Водопровод обслуживает 2 пожарных крана по 38 *мм* (стояк *II*), 3 унитаза, 3 умывальника, 3 писсуара и котел для отопления. Ввод взят из другого здания.

Рис. 251. Часть водопровода (в подвале) крупной типографии. Этот участок, как и вся магистральная сеть, выполнен в виде кольца из труб в 50 *мм*.

Он снабжает водой 40 душей, 2 унитаза, 2 умывальника, раковину и котельную.

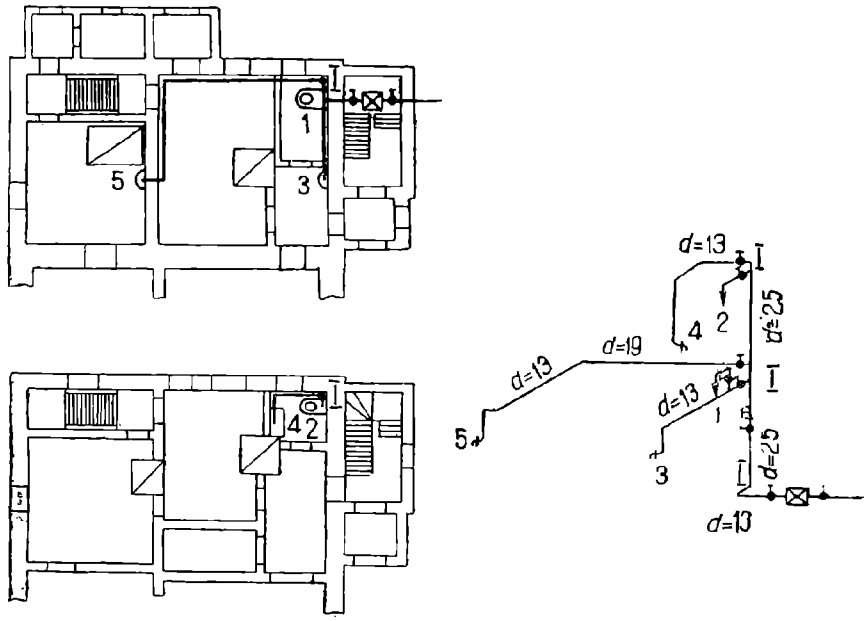


Рис. 249. Водопровод небольшого здания.

Рис. 252 представляет проект водопровода шестиэтажного жилого здания. Даны план местности и план владения. Водопровод на участке уже имеется. Снабдить водой следует средний новый корпус. Домовая магистраль проходит по подвалу и питает три группы стояков. Каждый из них обслуживает во всех этажах однородную группу приборов. Шестой этаж выделен в верхнюю зону вентилями на всех стояках. Вентиль на стояке *VII* открыт, по последнему питается бак в часы высокого давления.

В последнее время в связи с типизацией зданий вырабатывают и типовые проекты водоснабжения.

В качестве примера приведем типовой проект водопровода детского сада на 125 человек, выполненный мастерской по проектированию сантехработ Моссовета. Здание имеет 2 этажа и частично подвал. Ввод диаметром 50 *мм*. Магистраль в 32 *мм* идет под потолком подвала. Горизонтальная разводящая сеть обслуживает 11 унитазов, 12 умывальников, 1 раковину, 1 мойку, 2 поливочных крана по 25 *мм*, 2 крана по 19 *мм* для смыва пола в уборных, кипятильник „Титан" на 200 *л/час*. Группа в 6 умывальников питается водой из бачка емкостью в 40 *л* с шаровым клапаном. Такое устройство обеспечивает спокойный излив воды и более ровную темпера-

туру ее. Расчетный процент одновременности взят для унитазов 15%, умывальников — 50%. Потеря напора 2,95 *м* (1,5 на этаж, или 4,7 *см* на 1 *пог. м* в среднем).

План и схема водопровода даны на рис. 253.

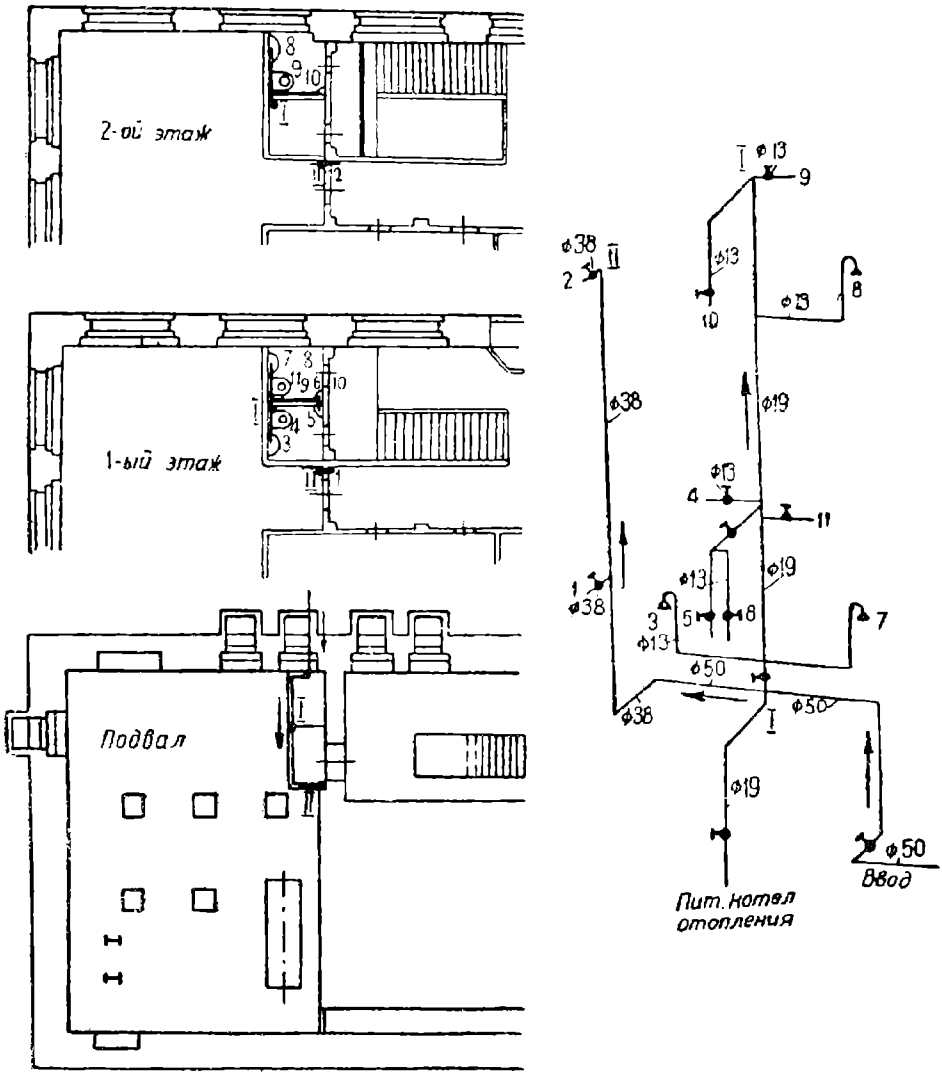


Рис. 250. Водопровод конторы фабрики.

Проектирование канализации

Проектирование канализации цехов и зданий начинается с установления кратчайшего и наиболее удобного направления каналов и отводных труб от санитарных приемников и спусков от агрегатов, а также выбора мест выпусков. Если сточные воды вследствие их состава не могут быть спущены непосредственно в наружную канализационную сеть, решается вопрос о месте расположения и размерах лотков-смесителей, песколовок, окалиноловок и т. п. По количеству сточных вод определяются диаметр и уклоны каналов. Диаметры и уклоны труб от санитарных приемников определяются

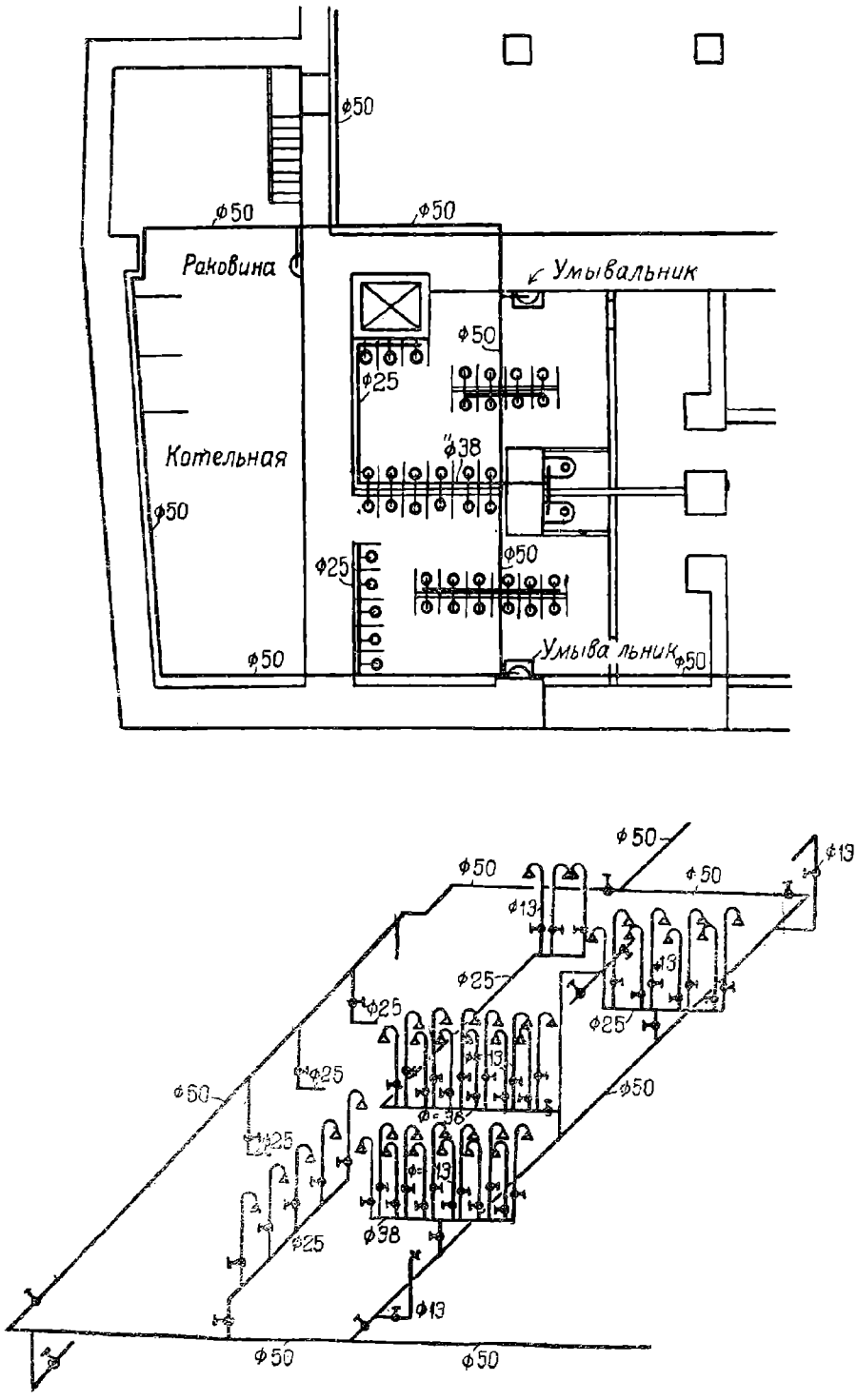


Рис. 251. Водопровод душевой.

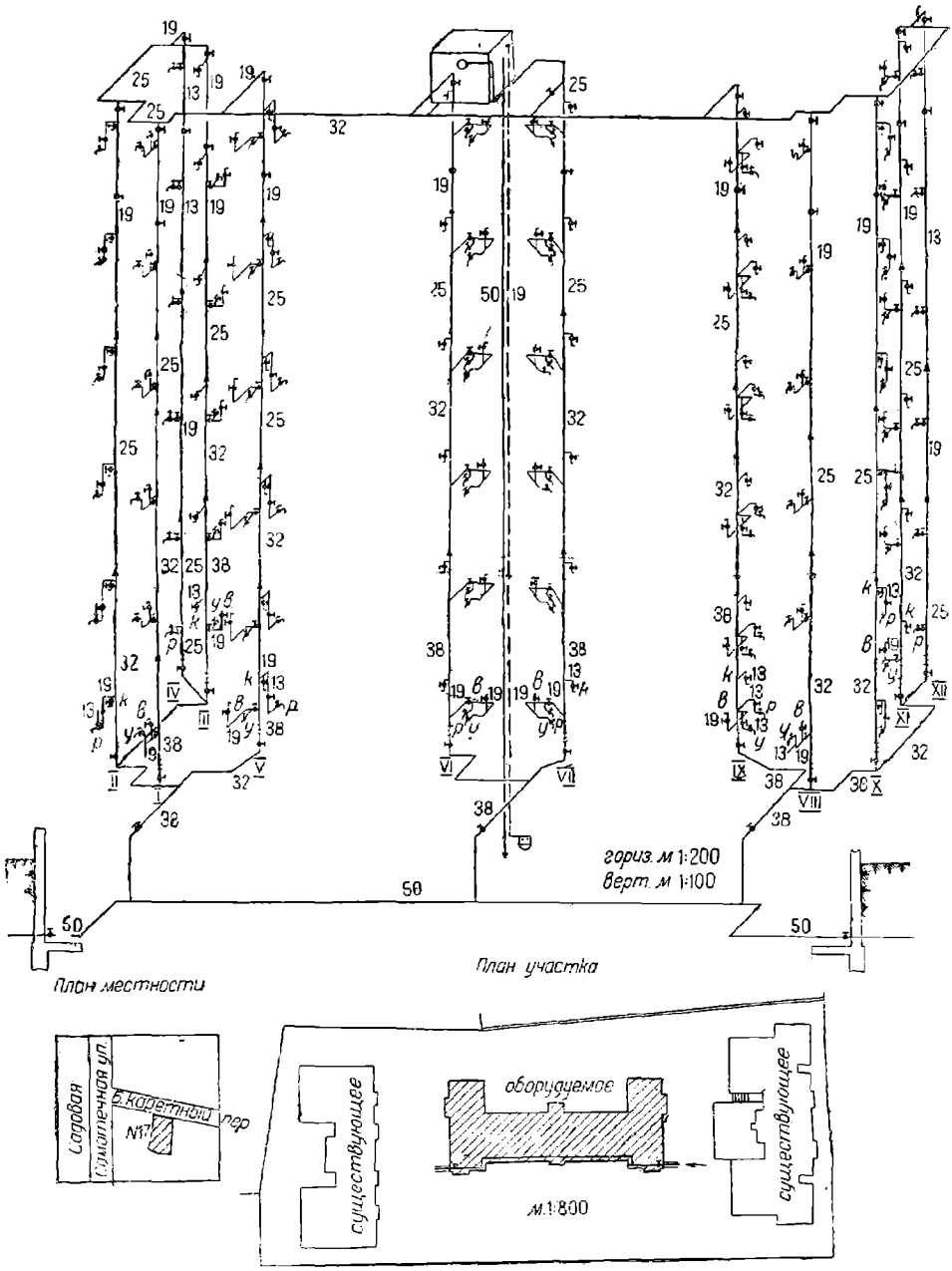


Рис. 252. Водопровод 6-этажного жилого здания.

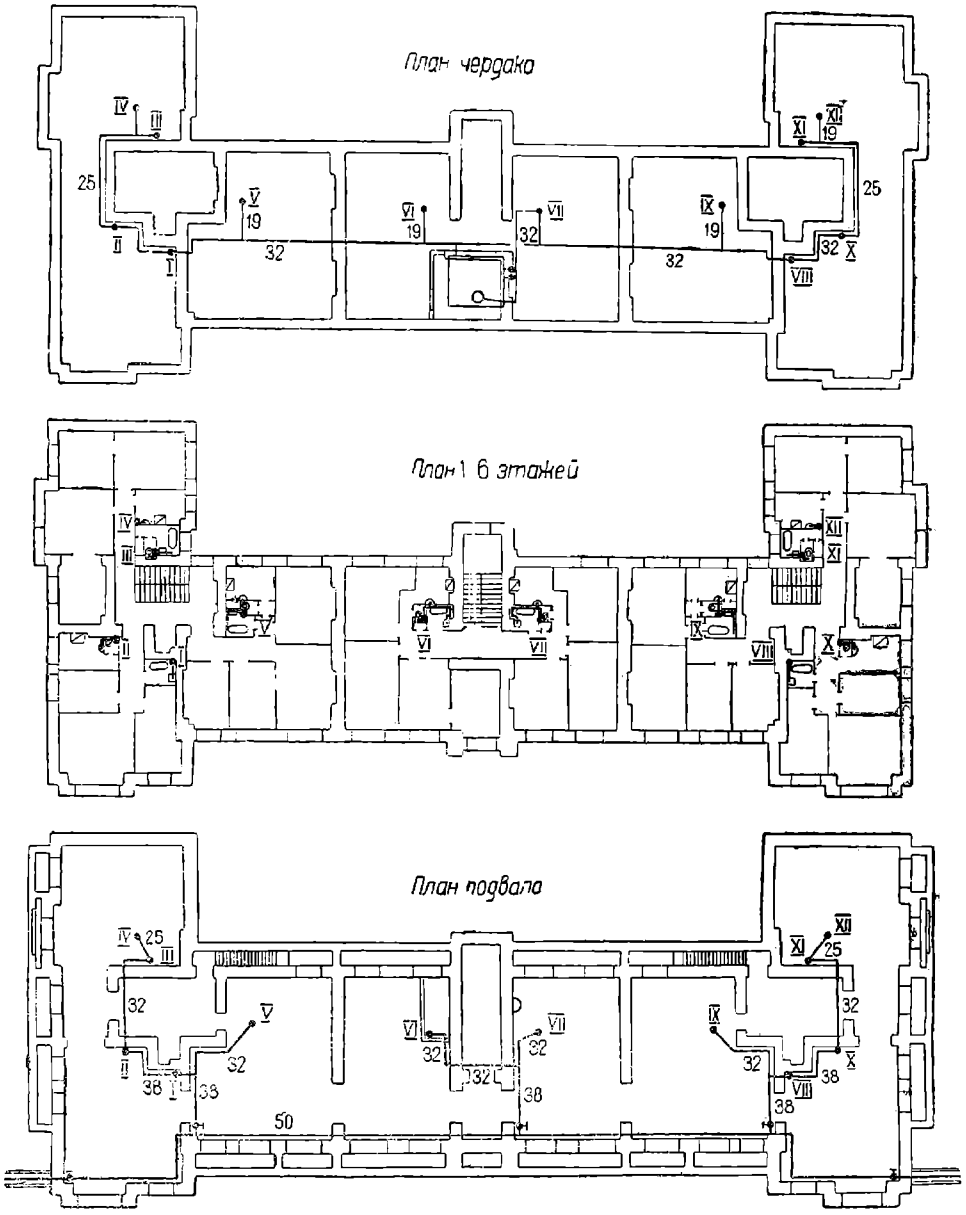


Рис. 252. Водопровод 6-этажного жилого здания.

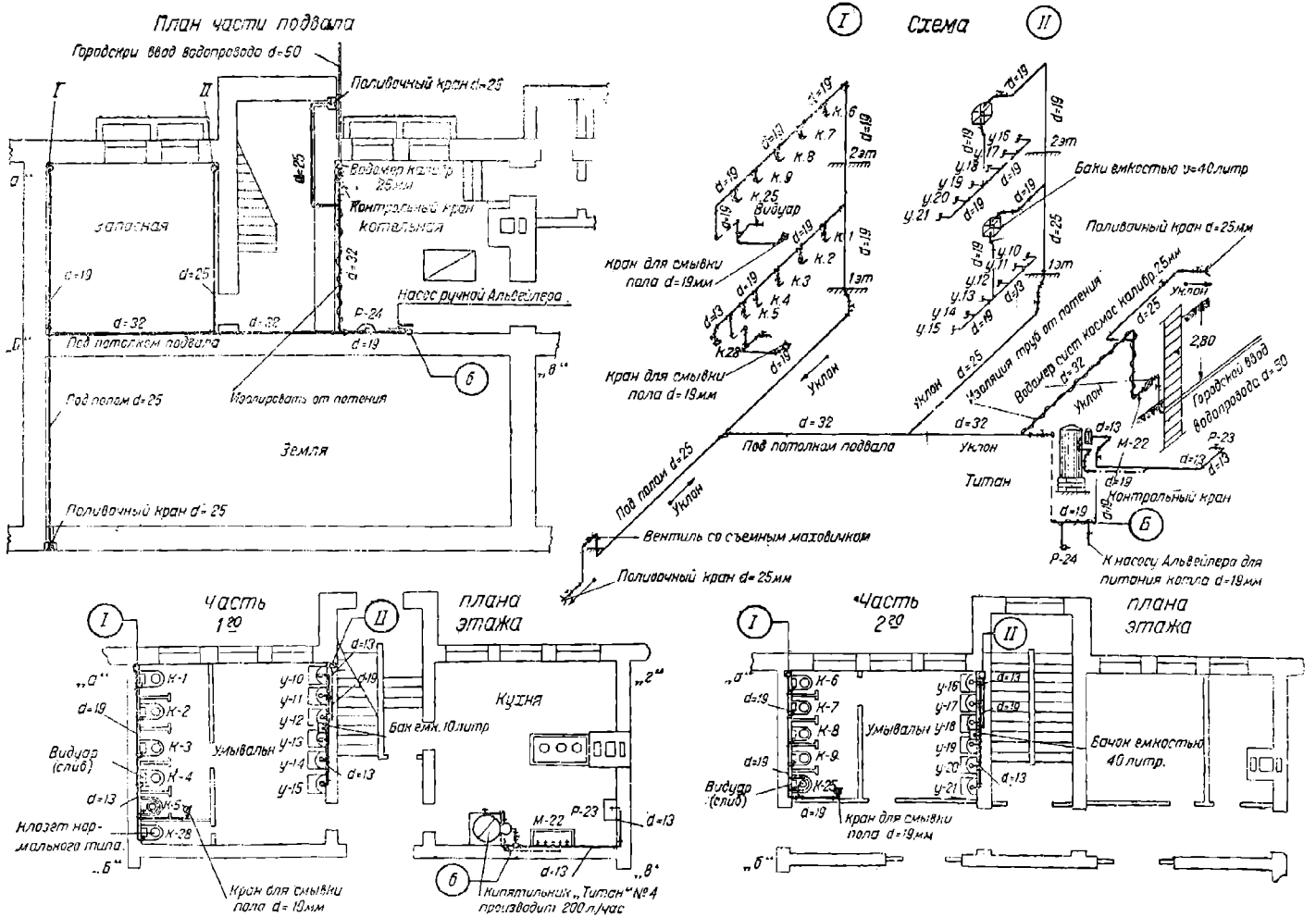


Рис. 253. Водопровод детского сада на 125 человек.

в зависимости от эквивалентов последних и процентов одновременности действия.

Место и количество выпусков из здания зависят от расположения санитарных приемников и трассировки сборных отводных линий. Общее расположение приемников предопределяется архитектором при проектировании здания или проектировщиком технологического процесса. Желательно однако, чтобы санитарные приемники были расположены группами, дающими возможность обойтись короткими отводными линиями от отдельных приборов к общему стояку. По этажам эти группы должны лежать друг над другом. Нежелательно иметь отдельно разбросанных приборов, находящихся к тому же далеко от прочих. Более удобным является, если приемники расположены ближе один к другому и недалеко от какой-либо одной стороны здания. При зданиях, стоящих недалеко друг против друга, приемники желательно иметь ближе к проезду между зданиями.

При заданном расположении приемников проектировщик устанавливает место стояков с таким расчетом, чтобы общее количество требуемых труб было минимальным, чтобы они шли по прямым направлениям и имели достаточный уклон. Неизбежные повороты должны делаться отлогими отводами с постановкой ревизии. При соединении нескольких приемников в одну отводную трубу желательно приборы, спускающие более чистую жидкость, присоединять выше с тем, чтобы обеспечить лучшую промывку всей трубы.

Не следует устраивать длинных отводных линий без вентиляции их. Если это неизбежно (в производственных зданиях), то при длине отводной трубы более 12 *м* на конце ее должен устанавливаться добавочный вентиляционный стояк диаметром, равным диаметру отводной трубы.

Если отводные трубы прокладываются в междуэтажном пространстве (когда этому не препятствует конструкция перекрытий), то длина их определяется высотой последнего и во всяком случае для труб диаметром до 75 *мм* должна быть не более 8—10 *м*, для труб 100 *мм* — 6—7 *м*.

При групповом расположении санитарных приборов один общий гидравлический затвор у основного стояка вместо индивидуальных сифонов допустимо устраивать, когда отводная линия не представляет опасности в отношении загрязнения воздуха. В частности IV Всесоюзный съезд водоснабжения и санитарной техники признал возможным это допустить не более чем для 6 умывальников или 3 прачечных корыт, или 2 писсуаров. Последние при этом конечно должны хорошо промываться.

При групповом расположении приборов ревизии или прочистки с пробками могут делаться общие для всей группы приборов, по обеим сторонам ее, но на взаимном расстоянии не более 10 *м*.

Уклоны для отводных линий от приемников до стояков делаются не не менее 0,01; лучше в зависимости от диаметра и характера сточных вод их делать 0,02—0,04. Диаметр отводной трубы или стояка должен быть не менее диаметров труб, подводящих к ним жидкость. Каждый стояк должен оканчиваться вытяжной трубой, выведенной выше крыши здания.

На стояке не реже чем через этаж (6 *м*) должны проектироваться ревизии. Если стояк в каком-либо этаже меняет свое положение в плане, то отводная часть стояка должна быть возможно короче (желательно не более 1 *м*) и иметь уклон не менее 0,05—0,10.

Трубопроводы отводные от ряда стояков (сборные) для фекально-хозяйственных вод как в целях санитарных, так и в целях экономии металла должны проектироваться вне зданий. В пределах зданий (под полом или в подвале) прокладка канализационных трубопроводов допускается: 1) когда они отводят производственные воды, не представляющие санитарной опасности и не грозящие засорением; 2) когда возможное засорение не вызовет заметных неудобств для производства; 3) для хозяйственно-фекальных вод, при неизбежности пересечения здания, в чугунных трубопроводах, испытанных надлежащим гидравлическим давлением в таких

помещениях (подвалах) и под ними, где авария трубы или засорение не вызовут санитарной опасности или хозяйственных неудобств.

Борты приемников должны быть расположены выше крышки ближайшего дворового смотрового колодца во избежание выбрасывания сточной жидкости при засорении дворовой сети. Исключение можно допустить либо при перекачке сточной жидкости и отсутствии непосредственного соединения приемников с дворовой сетью, либо при других особых обстоятельствах, каждый раз при всестороннем учете их и возможности последствий от несоблюдения этого требования. Если приемник устанавливается ниже крышки колодца, то необходимо под ним помещать задвижку. Она все же не гарантирует полностью санитарного состояния, так как засорение может произойти в момент отсутствия людей в данном месте.

В равной мере в местностях, заливаемых паводком борты приемников должны быть на 0,3—0,4 *м* выше наивысшего уровня весенних вод, либо должна устраиваться специальная нижняя зона канализации, отделяемая от общей сети специальной задвижкой.

Начертание дворовой канализационной сети зависит от расположения выпусков из зданий, рельефа земельного участка, возможного места присоединения к городской сети и уклона, который может быть при этом дан всем канализационным трубам.

Каждое домохозяйство должно иметь один выпуск в городскую сеть. Его дворовая сеть должна итти по местам, не подлежащим застройке, ничем не заваливаемым и вполне доступным в любое время, не пересекая соседних участков. Эти требования однако могут быть нецелесообразны и мало выполнимы в условиях крупного промпредприятия, земельного участка, имеющего скат от улицы, к которой он непосредственно примыкает, или вообще при большом участке и незначительном среднем располагаемом уклоне. Последний получается, если разность между отметками лотка, наиболее удаленного от уличной сети смотрового колодца и выпуском в уличную трубу, разделить на длину трубопровода между ними.

Внутриквартальная планировка, при которой границы между участками отдельных домохозяйств стираются и уличный коллектор может проходить непосредственно по кварталу, еще более заставляет отходить от указанных выше требований.

Смотровые колодцы устраиваются на всех поворотах и пересечениях дворовых линий, на переломах уклонов, а на прямых линиях не реже чем через 50 *м*.

Смотровые колодцы, принимающие выпуски, устраиваются в пределах 2—4 *м* от стены. Угол между выпускной трубой из здания и отводящей из колодца должен быть не менее 90°. Заложение выпуска делается выше, чем заложение дворовой трубы, на величину разницы диаметров их, например если выпуск 100 *мм*, а дворовая линия 125 *мм*, то на 0,025 *м*, при диаметрах 100 и 150 *мм* — соответственно 0,050 *м*. Желательно, чтобы трубопроводы того же диаметра на одной линии имели одинаковый уклон.

Глубина заложения дворовой сети должна быть больше глубины промерзания грунта и для средней полосы не менее 1,50 *м*. При меньшей глубине укладки (но не менее 0,7 *м*) в холодном климате необходимо проектировать утепление труб.

Диаметр дворовой сети проектируется не менее 125 *мм* при уклоне не меньше 0,015. В крайнем случае можно допустить уклон в 0,01 с учетом качества сточных вод, промывки труб и вообще местных правил канализования. При недостаточности пропускной способности этой трубы диаметр выбирается по расчету при определенном наполнении сечения.

Расчетное наполнение в канализационных трубах принимается:

при раздельной системе для круглых труб	$D = 150$—300 *мм*	0,6
„ „ „	$D = 350$—400	0,7
„	$D = 500$—600 „	0,75

Диаметр дворовой сети при общесплавной системе канализации делается 150 и 200 *мм*. При необходимости большего сечения производится расчет на соответствующее наполнение.

Трубы дворовой сети должны проектироваться по возможности параллельно зданиям с постановкой в надлежащих местах колодцев.

Примыкание к уличному коллектору выполняется так, чтобы низ лотка ее был выше максимального уровня жидкости в коллекторах, в противном случае возможно потопление и засорение дворовой сети.

Нормы водоотведения принимаются равными нормам водопотребления или меньше их; последнее в частности имеет место, когда значительная часть подаваемой воды входит в состав продукта (пиво, воды и пр.).

Расход производственной воды, поступающей в канализацию от промпредприятий, от каждого цеха посменно, а также коэфициент неравномерности должен быть обоснован действительным расходом и перспективами их роста.

В проекте канализации должны быть исполнены следующие чертежи:

1. Выкопировка из плана поселка или города в масштабе от 1/1 000 до 1/5 000 с показанием места нахождения участка (владения).

2. Выкопировка подробного плана участка в масштабе от 1/100 до 1/500 со всеми постройками и подземными сооружениями, колодцами, выгребами и помойными ямами, с показанием границ соседних участков и нанесением схемы проектируемых канализационных труб.

При крупном предприятии или одновременном составлении проекта канализации участков (владений) всего поселка масштаб может быть уменьшен до 1/1 000.

Выкопировки из планов могут быть общими и для проектов по водоснабжению.

3. Профили местности по линии предполагаемой прокладки труб до уличной магистрали с нанесением на профилях проектируемых труб и колодцев, а также указанием отметок поверхности земли и заложения труб как проектируемых, так и существующих, глубин колодцев, расстояния между ними, уклонов и диаметров труб, а также нивелирных отметок низших точек задней и боковых границ участка по общей нивелировке.

4. Выкопировка детальных планов и вертикальных разрезов зданий по стоякам и отводным трубам всех этажей с нанесением всего, что относится к проектируемой канализации, как-то: сточных труб и указанием всех клозетов, писсуаров, раковин, ванн, трапов и прочих приемников, а также вентиляционных приспособлений и всех подземных сооружений.

На чертежах должны быть обозначены положения тех существующих приемников и труб, которые предполагается оставить, а также должны быть обозначены существующие отхожие места, выгребы и колодцы.

Планы подвального и первого этажей должны быть обязательно представлены, планы прочих этажей представляются отдельно лишь в тех случаях, когда трубы и приемники расположены неодинаково с первым этажом. На планах должно быть поименовано назначение помещений. Эти планы могут быть общими с водоснабжением.

Вертикальные разрезы зданий должны быть составлены по всем этажам по линии сточных труб с нанесением всех труб, проектируемых для домовой канализации, и фасонных частей сети. В планах и разрезах должны быть обозначены уклоны, протяжение, диаметры и материал для труб.

Масштаб для планов 1/100 или 1/200, а для разрезов 1/100.

При канализовании нескольких зданий одного типа достаточно составить детальные планы и вертикальные разрезы и схемы по одному дому; что же касается выпусков, то и в этом случае разрез для каждого выпуска должен быть составлен отдельно.

5. Чертежи установки насосов и вообще подъемников сточной жидкости с указанием основных строительных и монтажных размеров. Масштаб 1 : 25 — 1 : 50.

6. Чертежи песколовок, окалиноловок, жироуловителей, бензиноотделителей, смесительных лотков и т. п. Масштаб 1:25—1:50.

7. Монтажные чертежи перечисленных приемников, а также деталей стояков и отводных линий в масштабе 1:10.

Приведем некоторые примеры хозяйственно-фекальной канализации. На рис. 254 изображена сборная отводная линия на крупном трансформаторном заводе, принимающем стоки 9 ватерклозетов и из соковых отводных—20 кранов. Фановая труба выполнена для надежности с запасом, диаметром 125 *мм*, уклон взят 0,03, вентиляционный стояк в конце линии, что является правильным. На нем стоит ревизия, а внизу линии — прочистка. Выпуск сделан с уклоном 0,20, что в данном случае будет способствовать лучшему самоочищению выпускной линии.

На рис. 255 представлена деталь устройства канализации в душевой крупного завода на 30 душевых сеток при 13 трапах, 12 умывальных кранах, 6 клозетных чашах и писсуарном желобе. Фекальные и душевые воды в данном случае ввиду отсутствия спуска в центральную канализацию разделены. Первые собираются в выгреб, вторые — в поглощающий колодец. Такое устройство с санитарной точки зрения является недопустимым.

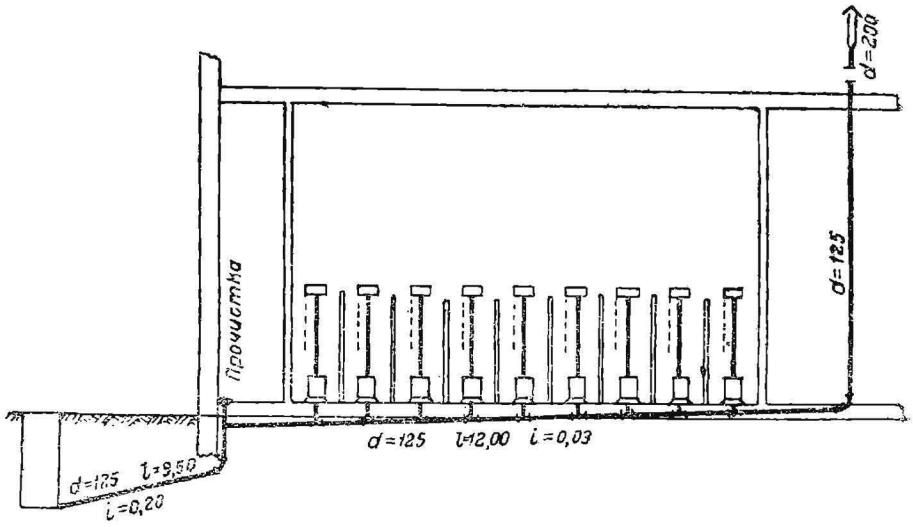


Рис. 254. Сборная линия канализации уборной.

В фановой отводной линии является неудачным расположение одной клозетной чаши *11* на 8,0 *м* от стояка *II*. При переносе уборной к левой стене рядом с умывальником *10* эта линия сократилась бы вдвое. Изображена отводная линия в разрезе по американскому методу (совмещение с умывальниками *7,8*). Уклон отводных линий взят 0,03, что вообще хорошо, а для одиночного клозета *11* при длинной отводной линии полной надежности в работе не дает. Устройство двух стояков обеспечивает вентиляцию отводной линии между ними.

Спуск из душевых производится в две сборные отводные линии $d = 100$ *мм* с уклоном 0,03, находящихся на одном стояке *III*. Обе сборные отводные линии имеют на конце прочистки.

На рис. 256 дан проект канализации четырехэтажного жилого дома, состоящего из ряда одинаковых секций. Поэтому на чертеже приведены только две крайние. В этаже каждой секции находится по 3 квартиры. В двух из них стоят по ватерклозету и раковине, а в одной — в стороне дополнительно еще ванна. Последнее вызвало необходимость в длинной отводной линии 7,50 *м*, $d = 50$ *мм*, уклон 0,05.

Фановые стояки *I* и *II* обеспечены ревизиями во всех этажах кроме третьего. Уклоны выпусков не даны — определяются глубиной соответствующего смотрового колодца.

Стояки *III* и *IV* выведены к одному выпуску. Несмотря на значительную длину нижних отводных линий, все устройство будет работать удовлетворительно, так как стояки находятся на конце их, что обеспечивает хорошую вентиляцию.

В современном массовом строительстве (жилых домов, школ, детских яслей и пр.) широко применяется типизация санитарно-технических узлов. Соответственно этому проводится стандартизация и типизация санитарно-технического оборудования. Отдел проектирования Моссовета для жилищ-

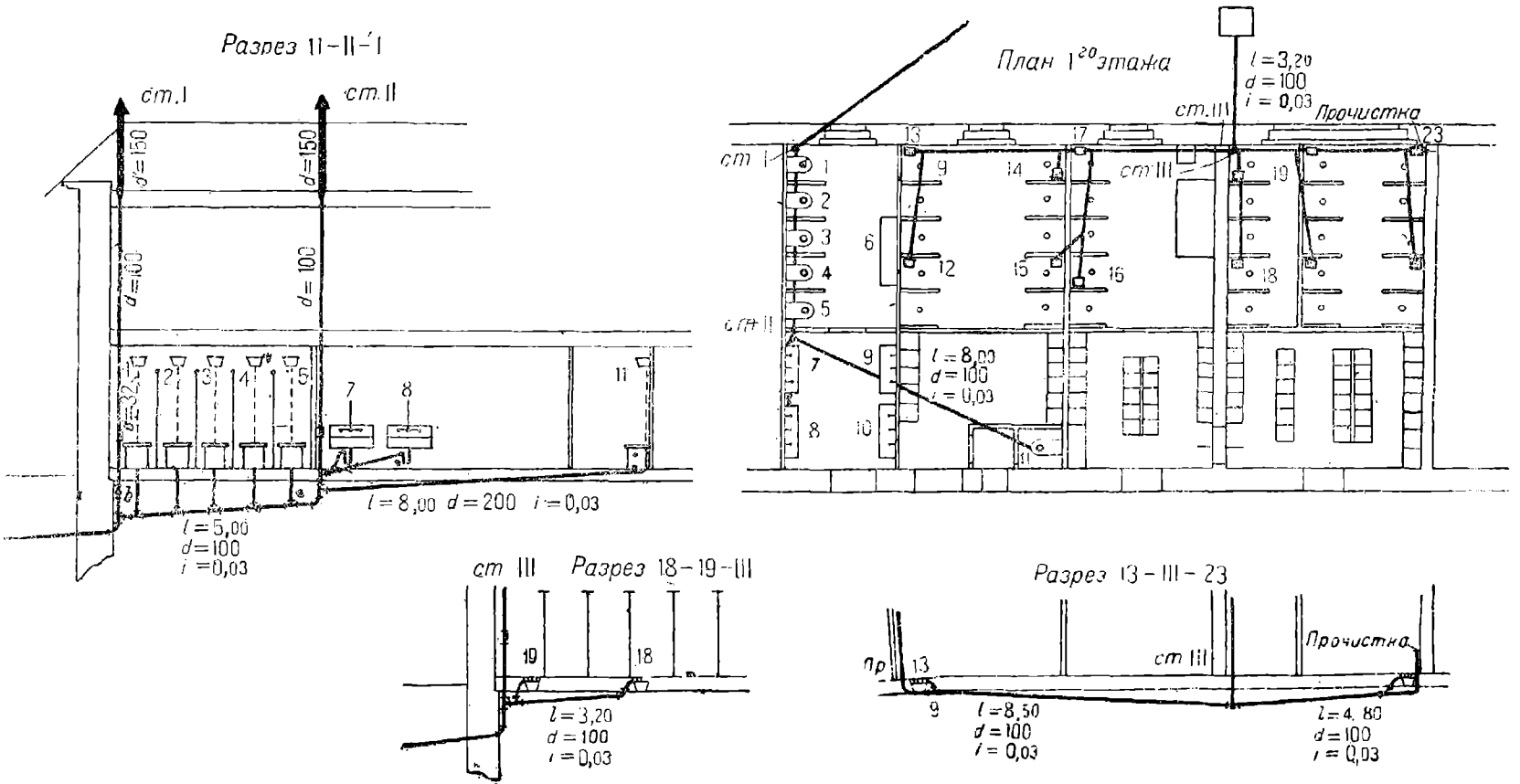


Рис. 255. Канализация заводской душевой.

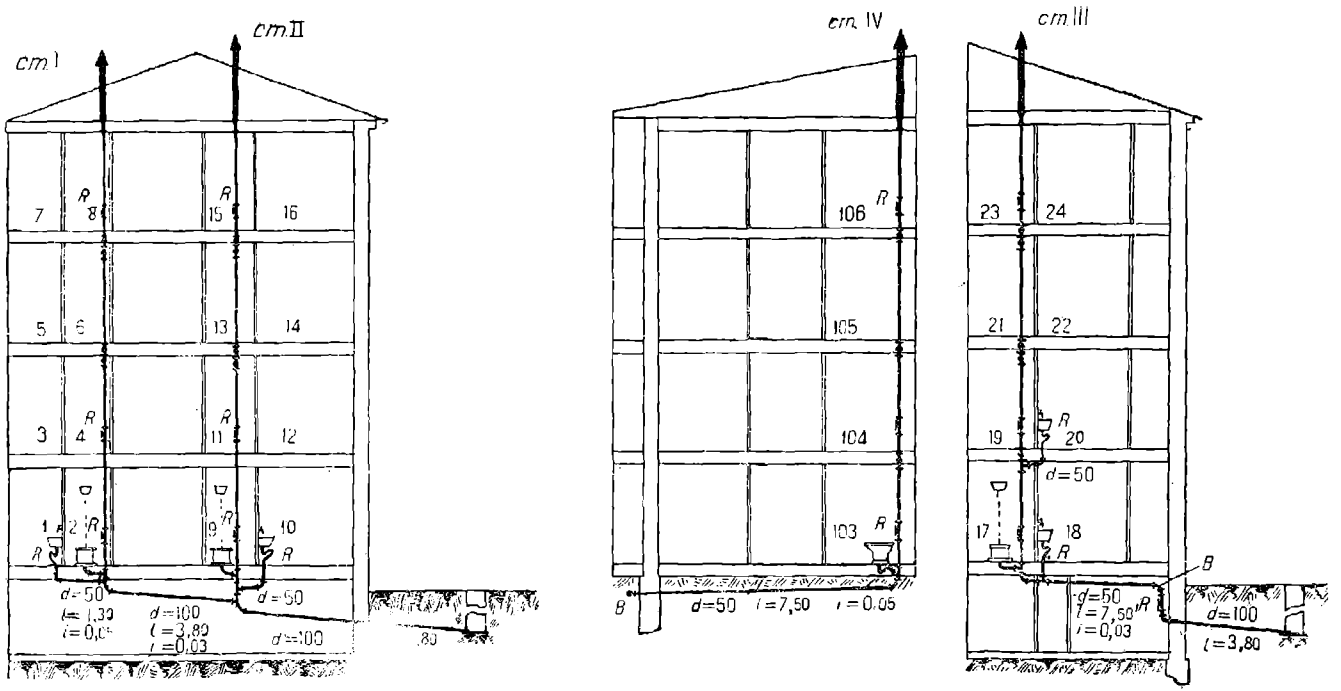
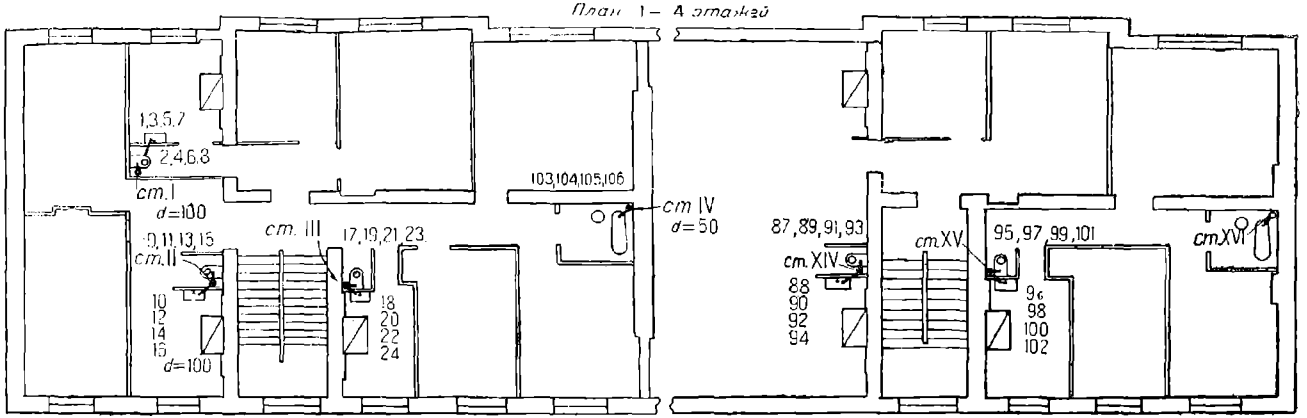


Рис. 256. Канализация 4-этажного здания.



План подвала

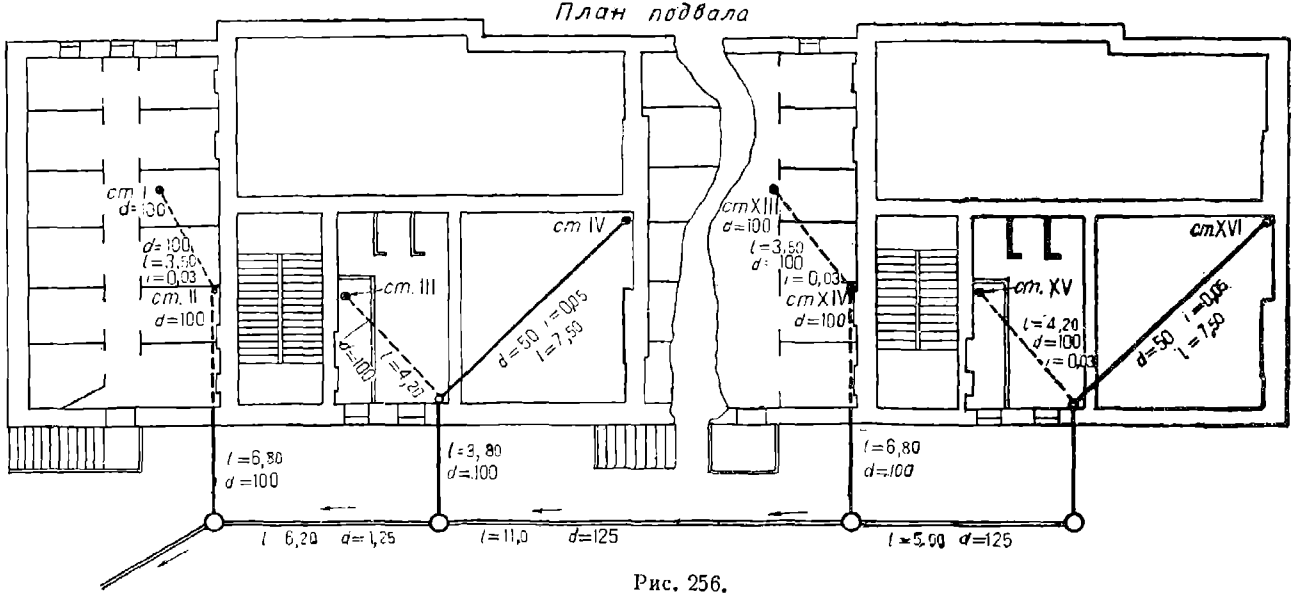


Рис. 256.

ного строительства 1938 г. разработал четыре плана санитарных узлов при 4 санитарных приемниках (унитаз, умывальник, ванна, раковина) в каждом. В зависимости от площади санитарного узла и взаимного расположения приемников получаются разные решения для трубопроводов. Характерным для всех случаев является размещение водопроводного и

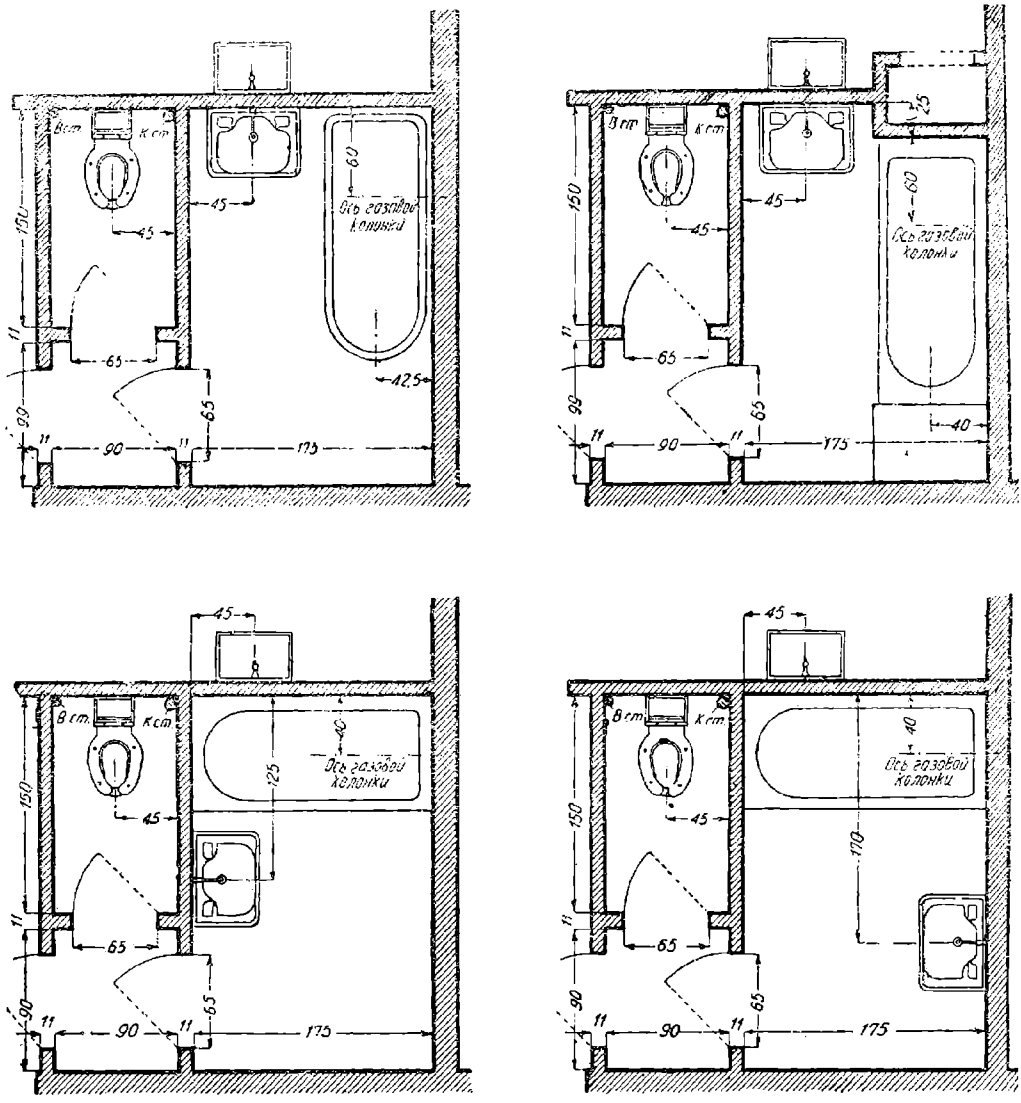


Рис. 257. Типовые санитарно-технические узлы Моссовета 1938 г.

канализационного стояков в разных углах уборной по обе стороны от унитаза. При этом канализационный стояк всегда ставится ближе к остальным приемникам (рис. 257). Такое решение упрощает узел трубопроводов и облегчает присоединение бачка[1].

Типовое решение монтажной стенки в жилстроительстве Моссовета 1938 г. представлено на рис. 258, где указаны трубопроводы холодного и горячего водоснабжения и место канализационного стояка.

[1] „Жилище". Вопросы проектирования и строительства жилых зданий, 1938, стр. 34. Доклад инж. Н. А. Преображенского.

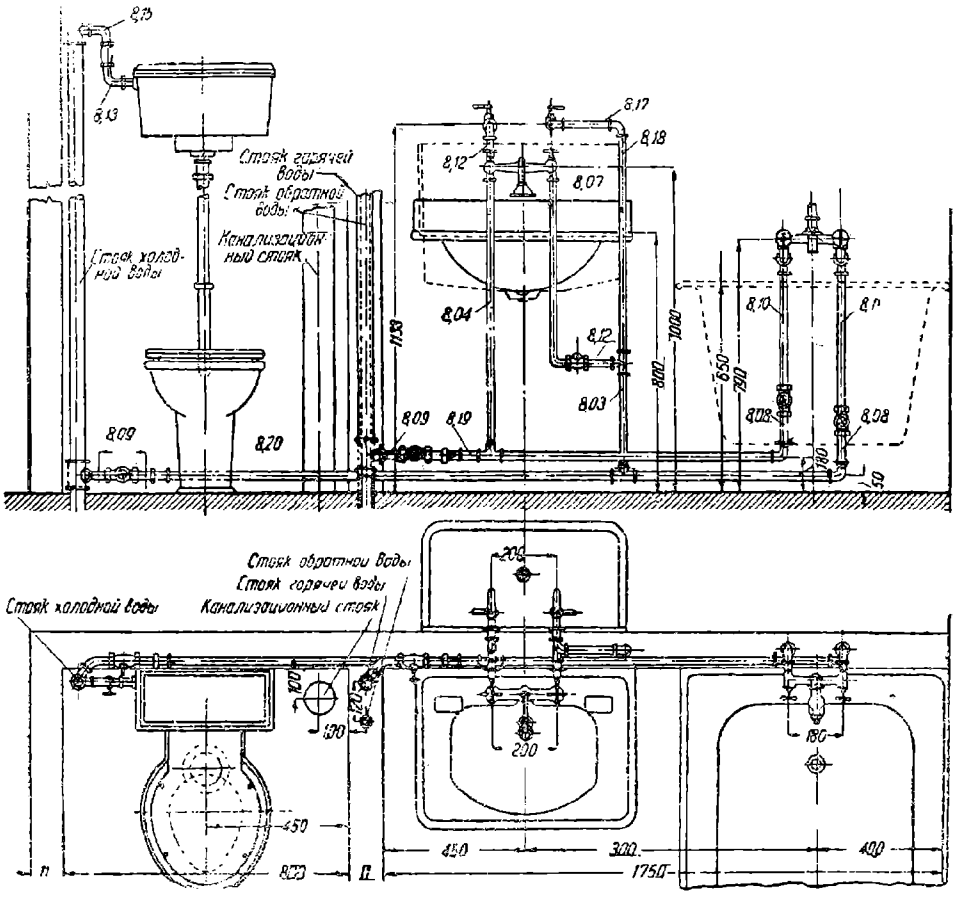


Рис. 258. Типовое решение монтажной стенки в жилстроительстве Моссовета 1938 г.

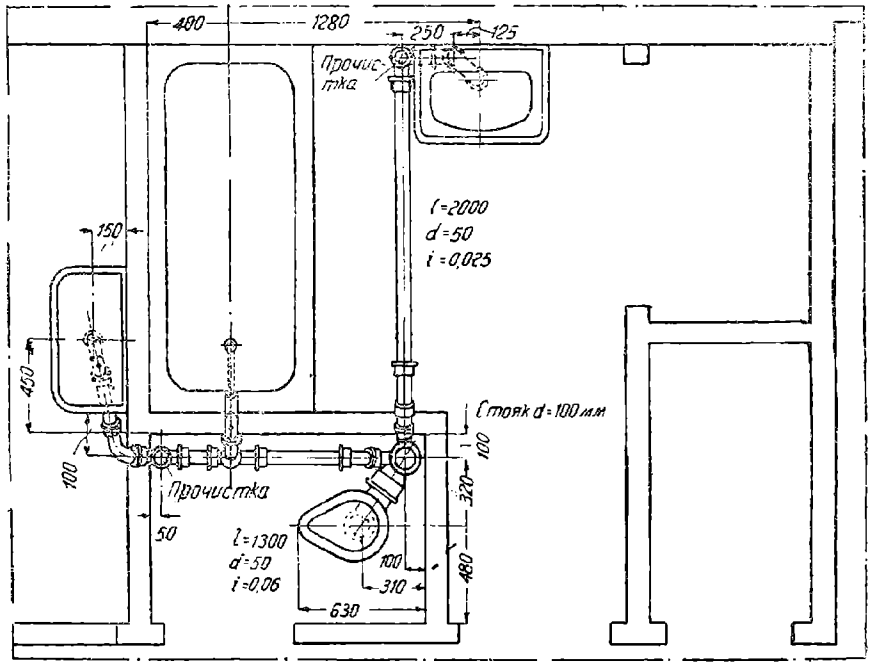


Рис. 259. Типовой санузел Горстройпрсекта НКТП.

Если раковина или клозетная чаша удалены от остальных приемников то в узле ставятся два водопроводных стояка.

Монтажный план канализационных трубопроводов типового санитарного узла Горстройпроекта НКТП представлен на рис. 259.

На рис. 260 представлен типовой проект канализации детского сада на 125 детей, выполненный мастерской по проектированию сантехработ Моссовета. В системе заслуживает внимания, что фекальные воды из уборных двух этажей спущены в стояк *I*. Вся остальная сеть диаметром 50 *мм*. Линия *I—III* вследствие значительной длины имеет стояк *III*. На ней стоит подвальная раковина *27*; так как последняя расположена ниже крышки канализационного колодца, то на случай подтопления поставлена специальная задвижка. Сборные канализационные линии проложены по стенам и под потолком подвала. Стояки идут в бороздах. Между выпуском из мойки и сифоном сделан воздушный разрыв в 1 *см*.

ГЛАВА 18

ПРИМЕРЫ ОБОРУДОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЦЕХОВ И ЗДАНИЙ

Производственные цеха

Производственное водоснабжение цехов весьма разнообразно и находится в зависимости от характера производства. Если оставить в стороне противопожарную и спринклерную системы как специальные устройства, то вода в цехах расходуется для следующих целей: а) питание паровых котлов; б) охлаждение двигателей; в) охлаждение печей и различного рода производственных машин и установок, г) проведение производственного процесса — мойка, мочка, дубление и т. д., д) в качестве составной части продукта — напитки, пищевые продукты и т. п.

Соответственно этому требуется вода разного качества; различен ее расход; разнообразны водопроводные устройства. Вопросы водоснабжения и канализации во многих случаях являются частью технологических вопросов данного производства, и разрешение их ложится на соответствующих специалистов. Специалисты же санитарной техники должны лишь обеспечить подведение необходимого количества воды требуемого качества к производственным агрегатам и отведение ее от них. Поэтому мы затронем лишь некоторые основные и общие вопросы или вопросы особенно характерные.

Для питания котлов высокого давления подается вода умягченная. Распространенными способами умягчения являются в данное время пермутитовый и содово-известковый. Наличие водоумягчения вызывает необходимость в особой сети.

Водопроводные трубы для питания котлов должны соответствовать производительности питательных приборов, установленных в соответствии с „Правилами устройства установки, содержания и освидетельствования паровых котлов НКТ СССР". При установке двух питательных насосов производительность каждого из них требуется не менее двукратной максимально-длительной производительности всех работающих котлов. Это определяет и диаметр трубопроводов. Аналогичные требования имеются для других комбинаций питательных насосов. Детальное освещение вопроса подачи воды в котельные установки можно найти в специальной литературе.

Охлаждение двигателей небольшой мощности производится однократным пропуском воды через водяную рубашку цилиндра двигателя. Вода подводится к водяной рубашке снизу цилиндра и, пройдя его, сверху стекает в воронку. Расход воды в зависимости от ее температуры и температуры отходящей воды составляет 15—25 *л/л. с. час.*

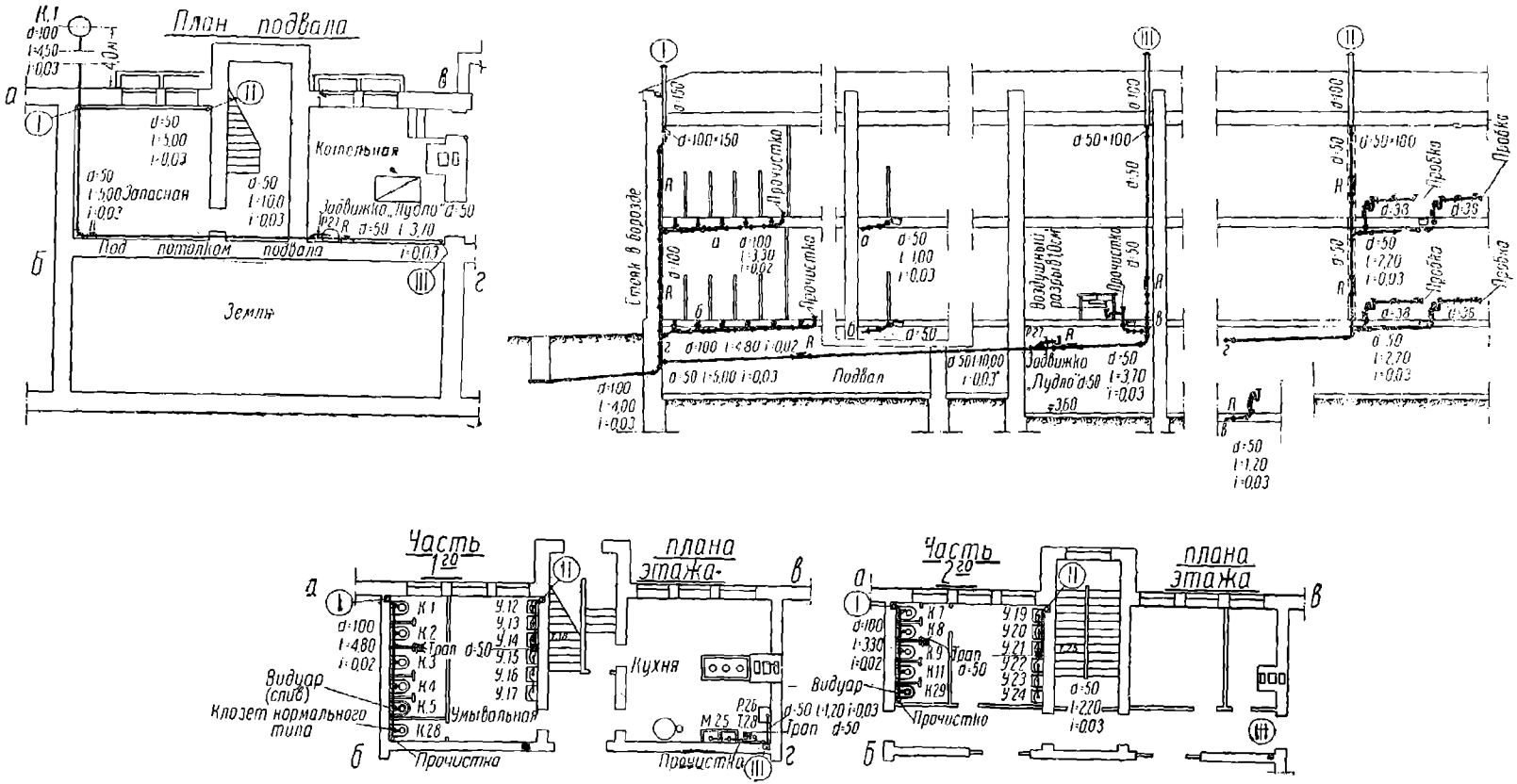


Рис. 260. Канализация детского сада на 125 человек.

Диаметры трубопроводов требуются приблизительно следующие: (табл. 59):

Таблица 59

Мощность двигателя в *л. с.* до	7,5	15	25	50
Максимальный расход воды в *л/мин*	3	6	10	21
Водопроводные трубы в *мм*	13	19	25	32
Канализационные трубы в *мм* .	19	25	32	38

При этих диаметрах максимальная скорость движения воды в трубах не превышает 0,3—0,5 *м/сек*.

Для двигателей примерно до 30 *л. с.* применяется иногда термосифонная система охлаждения.

Требуемая емкость баков может быть установлена теплотехническим расчетом. Но для предварительных расчетов можно с запасом принять, что

$$Q = ktN,$$

где N — эффективная мощность двигателя;

t — число часов работы двигателя;

k — расход на *л. с./час*, по опытным данным равный около 37 *л* или, округленно, 40 *л*.

Диаметр трубопроводов циркуляционной системы принимается (табл. 60):

Таблица 60

Мощность двигателя в *л. с.* до	5	7,5	12,5	25
Диаметр в *мм* .	25	32	38	50

При этом скорость движения воды в трубопроводах менее 0,1 *м/сек*.

При двигателях мощностью более 30 *л. с.* вода направляется для охлаждения на градирню или в брызгальный бассейн. Добавка свежей воды составляет 10—15% или 2—3 *л/л. с. час*. Расчет трубопроводов осуществляется из расчета подачи на охлаждение 15—20 *л/л. с. час*.

Как особенно характерный пример водоснабжения для охлаждения печей рассмотрим охлаждение доменной печи. Расход воды на охлаждающие устройства для печей объемом приблизительно до 650 $м^3$ составляет 200—500 $м^3$/*час*; для более крупных печей он равен 700—1 300 $м^3$/*час*.

Температура отходящей воды допустима в 40—50°; но часто она бывает 20—28°. При этом в отдельных охлаждающих устройствах имеет место перепад температуры менее 5—8° (для холодильников шахты). Выше он для фурм —15 — 30° В общем примерный расход воды считается в 1 $м^3$/*час* на 1 $м^3$ полезного объема печи.

На рис. 261 представлено водоснабжение печи. Вода из магистральной 300-*мм* трубы *А* подается по трубе *Б* к двум кольцам 300-*мм* труб *В* (для охлаждения горна и заплечиков) и 200-*мм Г* (для охлаждения шахты). Трубы диаметром в 100 *мм* подводят воду к насосу, который повышает ее давление до 10—12 *ат* и подает в кольцевые трубы *Е* и *Ж* для промывки охлаждающих устройств.

В металлургических цехах приходится отводить воды от охлаждения печей, от питьевых фонтанчиков и т. д. При этом нередко место образования сточных вод находится не на полу, а на рабочей площадке, расположенной выше его на 2,5—3*м* и более. Производственная канализационная сеть в открытых местах в таком случае выполняется из газовых труб частично на фланцах, что в эксплоатации дает преимущества.

Примером такого устройства может служить представленное на рис. 262 у печей электросталелитейного цеха. Трубопроводы монтируются вблизи

колонн или стен; уклон отводных линий делается достаточно большим — 0,05—0,15.

Для приема производственных вод изготовляются специальные воронки из 6-*кг* листового железа. Высота борта над площадкой делается по месту в зависимости от производственных условий. В частности воронка для данного примера имеет размеры в плане 0,5 × 0,3 *м*; в месте перехода на пирамиду устраивается дырчатое дно с отверстиями диаметром в 10 *мм*.

В прокатных цехах вода расходуется на охлаждение нагревательных печей и колодцев прокатных станов и различных агрегатов. Часть ее, стекающая от охлаждающих устройств, является достаточно чистой. Но в прокатных станах вода не только охлаждает рабочие валки и подшипники, но также идет на смывание окалины. На 1 *т* проката в воде уносится около 0,25—1,3 *кг* масла. В литре воды уносится около 10—30 *мг* масел и значительное количество окалины. Кроме того в мелкосортных станах удаление окалины производится гидравлическим способом.

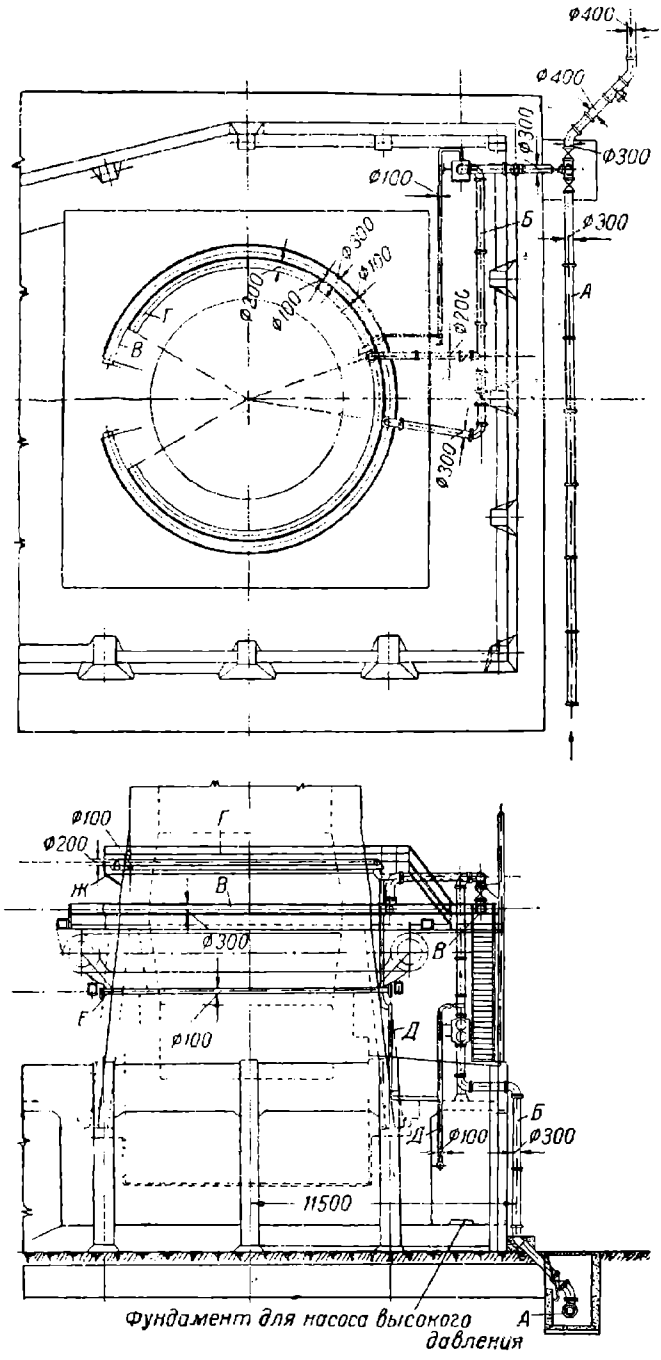


Рис. 261. Водоснабжение доменной печи.

На Магнитогорском заводе окалина от валков стана 300 *мм* смывается в наклонный канал, откуда попадает в специальный дырчатый короб. Здесь часть окалины задерживается; затем вода стекает в 500-*мм* лоток, идущий вдоль стана. Лоток, находящийся в проходном канале, имеет уклон 1 : 350.

В других случаях вода несет с собой всю смытую окалину. Примером может служить удаление окалины от стана 250 *мм* того же завода. Здесь скорость воды достигает 1,25 *м/сек* и больше. Уклон каналов — 1 : 10. Расположение каналов от 15 клетей стана представлено на рис. 263. Вода попадает в отстойник, где оседает крупная окалина. В целях лучшего осаждения дается резкое изменение направления движения воды. Так как за отстойником она содержит только мелкую окалину, то уклон каналу придан 1 : 350. Пройдя второй отстойник, где задерживаются остатки окалины, вода стекает в канализацию. Сечение каналов представлено на рисунке. Из отстойников окалина удаляется с помощью грейферов и подъемного крана [1].

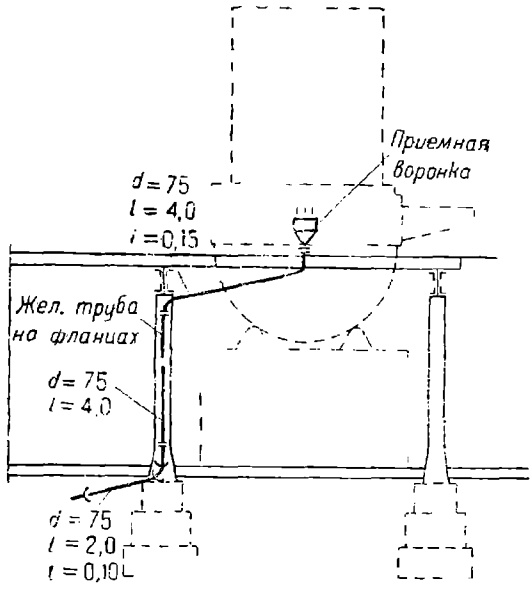


Рис. 262. Канализация печи электросталелитейного цеха.

В качестве примера санитарно-технического оборудования машиностроительных заводов рассмотрим водоснабжение и канализацию заводской кузницы и литейной, выполненные Московским отделением Промстройпроекта (рис. 264).

Здание этих цехов занимает площадь около 800 $м^2$. Кольцевая водо-

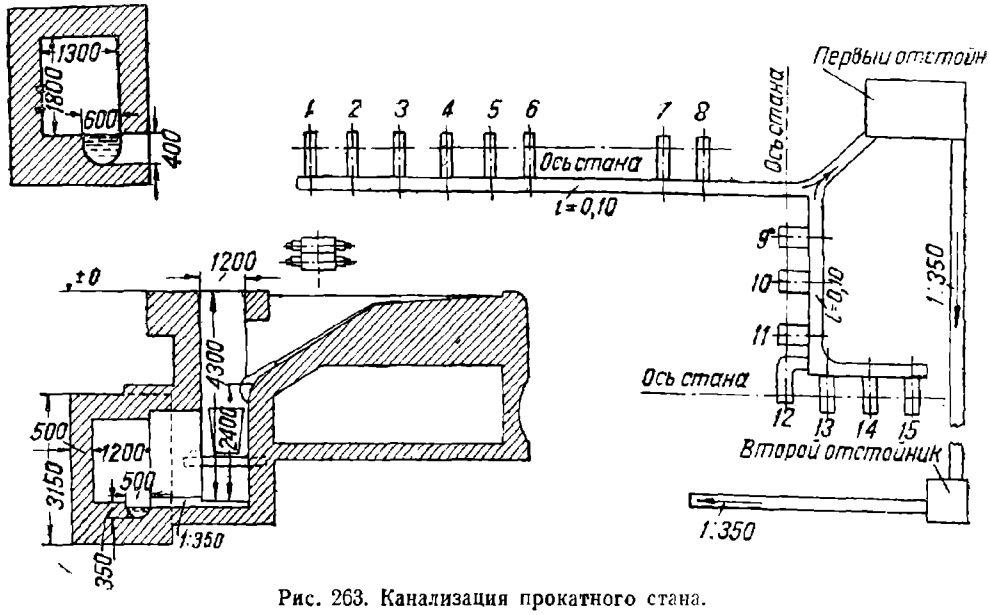


Рис. 263. Канализация прокатного стана.

проводная сеть диаметром в 75 *мм* может быть разделена на два полукольца с питанием каждого самостоятельным вводом в 100 *мм* от различ-

[1] Инж. С. Н. Волосавтов и инж. В. И. Брежнев, „ВиСТ" № 12, 1936 г.

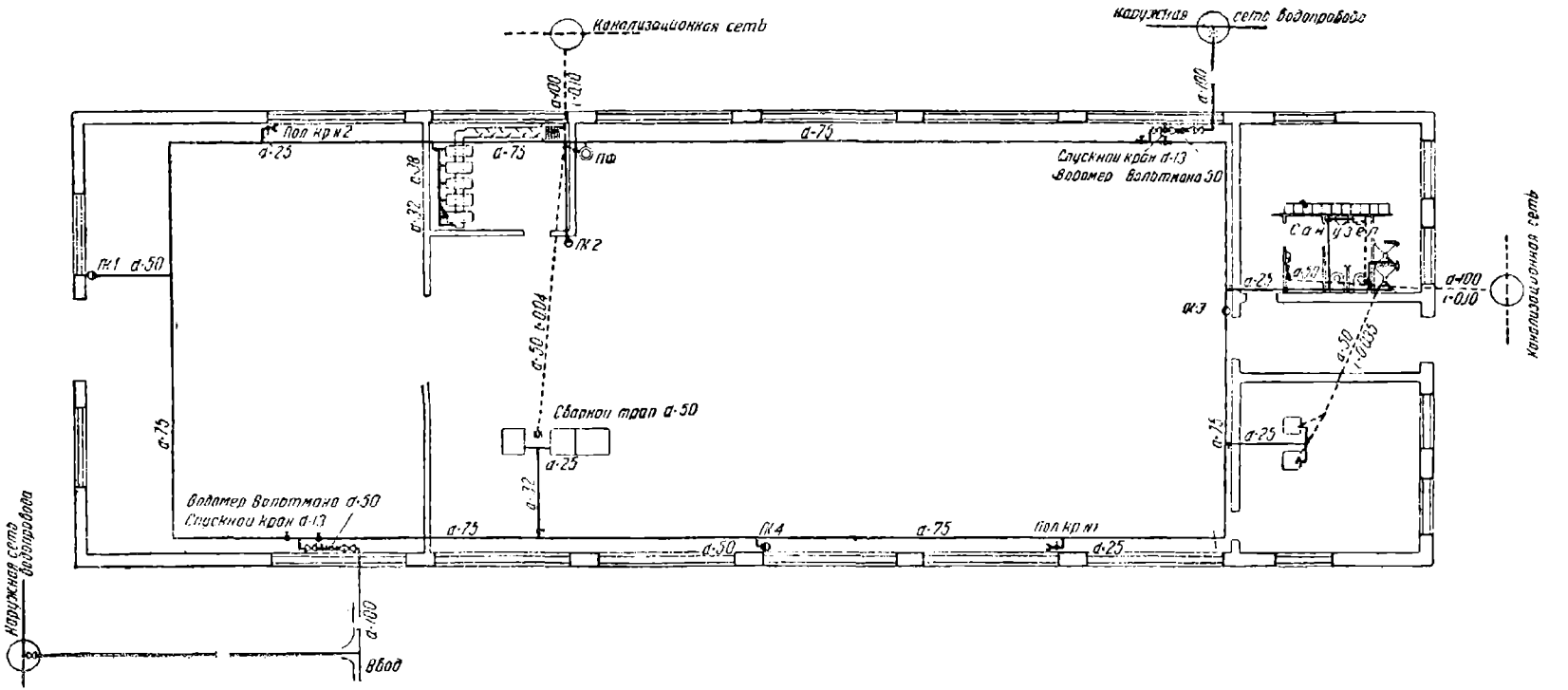


Рис. 264. Водопровод и канализация заводской кузницы и литейной.

ных линий наружной сети. На каждом вводе установлен водомер Вольтмана $D=50$ *мм*. Водопроводная сеть обслуживает противопожарные нужды, производственные и хозяйственно-питьевые потребности. Основная разводящая магистраль уложена в бетонных каналах размерами $0{,}35 \times 0{,}3$ *м*.

Для тушения пожара предусмотрено 4 пожарных крана $D=50$ *мм*, расстановка которых полностью обеспечивает всю площадь, и кроме того 2 крана на лестничной клетке (в этой части здание двухэтажное). Имеется также для обмывки помещения 2 поливочных крана по 25 *мм*. В остальной части устройство ясно из рисунка.

Канализация предусматривает отведение сточной жидкости трапом в 50 *мм* и лотком. Так как сточные воды содержат кислоты в повышенной концентрации сверх допустимого количества для спуска в канализацию, то они предварительно разжижаются водой, после чего попадают в ершовый лоток, где основательно перемешиваются и нейтрализуются.

Сборный канал облицован метлахскими плитками с асфальтовыми стыками. Его ширина 0,2 *м*, длина около 4 *м*, уклон 0,01. Ершовый лоток имеет длину 3 *м*, ширину 0,3 *м*, высоту 0,4 *м*, уклон 0,01. Проход между ершами 0,15 *м*. Жидкость из трапа отводится по трубе в 100 *мм*.

На рис. 265 представлены водоснабжение и канализация части цеха шариков и роликов крупнейшего подшипникового завода. Цех имеет ширину в 167 *м*. В нем имеются две водопроводные кольцевые сети с несколькими вводами. Производственная сеть с двумя вводами $D=125$ *мм* питает агрегат и машины и служит для смыва окалины, стружек, абразивов, песка. Для последней цели на сети поставлены поливочные краны. Хозяйственно-противопожарная сеть обслуживает питьевые фонтанчики, пожарные краны и небольшое количество поливочных кранов. На рисунке, представляющем часть рассматриваемого цеха, видны основные вводы с водомерами Вольтмана.

Каждая сеть разделена задвижками, что дает возможность выключать отдельные участки без прекращения водоснабжения. Сточные воды спускаются в обе стороны цеха в наружную канализационную сеть. Внутренняя канализация представлена водосточной сетью и каналами для производственных вод. Диаметр основных отводных линий от водосточных стояков 125 *мм*, уклон 0,05. Главный водосток имеет диаметр 200—350 *мм* и уклон 0,01—0,02. Производственные воды длинными поперечными каналами собираются в отстойники, где предварительно осаждаются тяжелые примеси (песок, окалина, абразивы), а затем осветленная жидкость спускается в наружную сеть.

Профиль и сечение одного из каналов представлены на рис. 266.

Длина его 72 *м*, уклон 0,01. Несет он воды с примесью кварцевого песка, поэтому на конце имеется отстойник глубиной в 2,67 *м*. Сечение канала в верхней части с решеткой для приема жидкости видно слева, справа дано сечение канала вблизи отстойника. На рисунке в середине внизу дано сечение с приемной решеткой другого подобного же канала в нижней его части. Размеры каналов дают возможность обслуживания их во время работы.

Другие каналы несут жидкость с примесью абразива и окалины. Поэтому до спуска в канализацию сточные воды направляются в отстойники.

Примером отстойника для жидкости с примесью кварцевого песка или абразивов может служить изображенный на рис. 267. Отстойник выполнен из двух отделений, что облегчает условия удаления осадка. Жидкость из лотка в 0,2 *м* попадает в желоб с двумя шиберами, которыми регулируется приток в каждую часть. Отстоявшаяся жидкость перетекает в отводной желоб и далее во внутреннюю водосточную сеть. На случай спуска воды из приточной части имеется отверстие $0{,}2 \times 0{,}2$ *м* с шибером. Дно осадочной части выполнено с уклоном 0,25 и более. Осадок удаляется вручную.

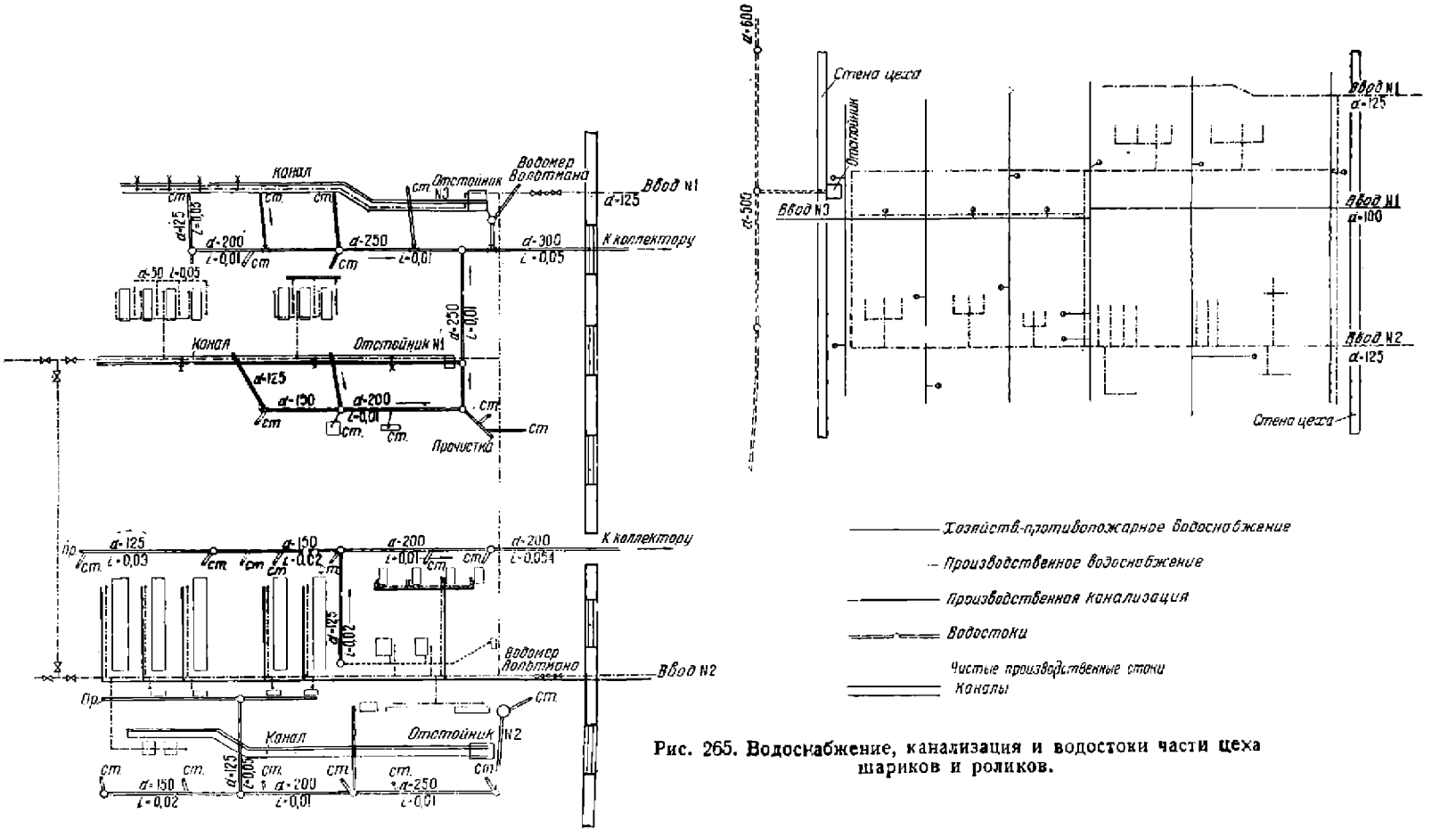


Рис. 265. Водоснабжение, канализация и водостоки части цеха шариков и роликов.

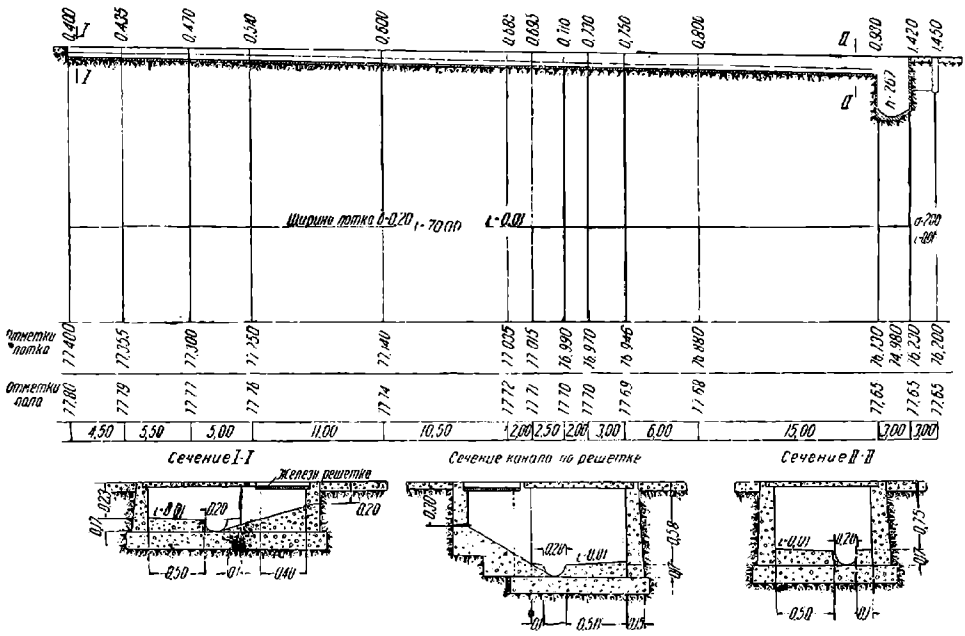


Рис. 266. Профиль и сечение каналов.

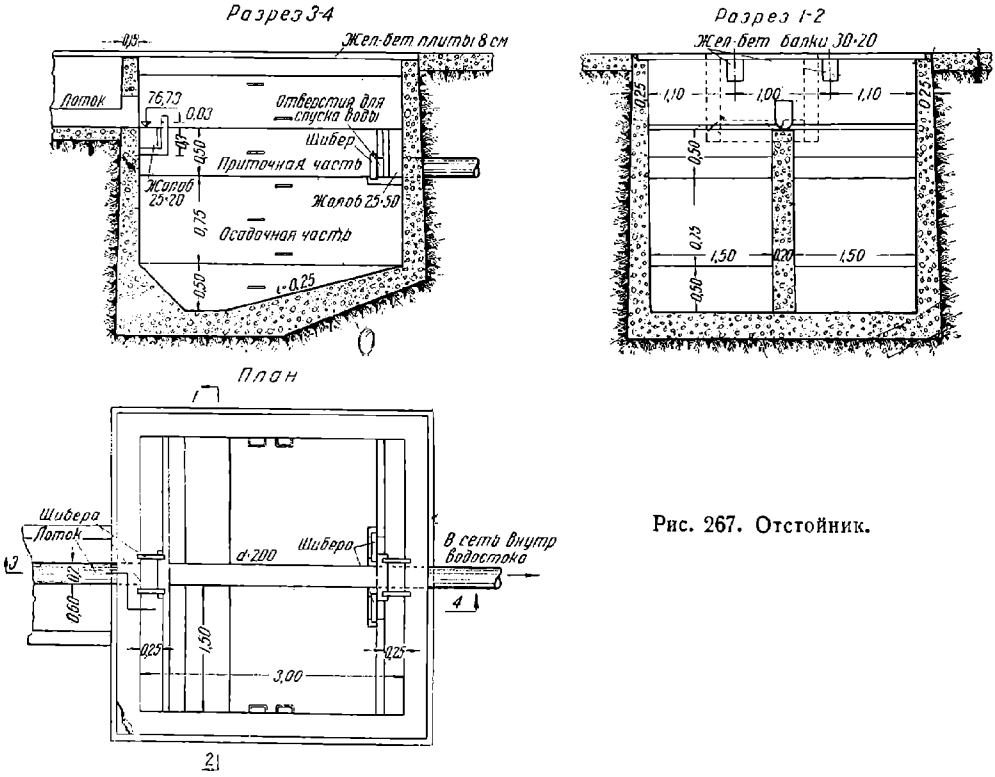


Рис. 267. Отстойник.

Иногда сточные воды действуют разъедающе на трубы и потому до спуска в канализацию должны нейтрализоваться. При этом в качестве материала для лотков нередко используется дерево.

Примером использования дерева может служить лоток по рис. 268. Здесь мы имеем деревянный ершовый лоток длиной 10,6 *м*, шириной 0,3 *м*, выполненный с уклоном 0,01. Лоток служит для смешения кислых вод с известью для нейтрализации их. Поэтому внутри он имеет перегородки, которые, как и весь лоток, выложены свинцом. Лоток выполнен из досок толщиной в 50 *мм* и сверху покрыт рифленым железом толщиной в 3 *мм*. Выпуск происходит по свинцовой воронке, вставленной в чугунный патрубок, а затем по керамическим трубам.

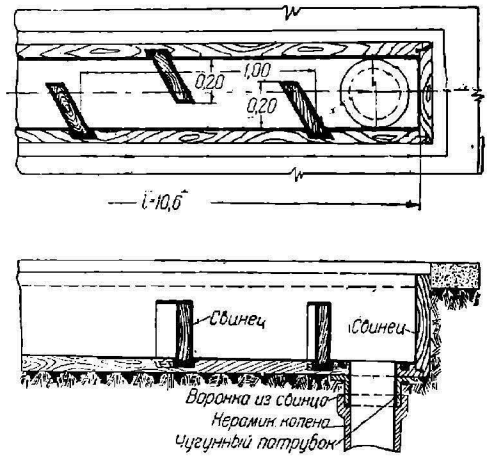


Рис. 268. Деревянный ершовый лоток.

Система производственных каналов особенно широко применяется в текстильной промышленности.

Примером может служить система канализования котонизационного цеха типовой котонинной фабрики (рис. 269). От отдельных барок идут каналы сечением 0,3 × × 0,3 *м*.

Сборные каналы имеют переменное сечение с 0,5 × 0,5 и 0,6 × × 0,7 *м*. Подобные устройства целесообразны в шерстомойных, красильных и тому подобных производствах.

В тех случаях, когда сточные воды приходится собирать со значительной площади пола или между машинами, барками и т. п., полезно размещать в соответствующих местах лотки, покрытые решеткой. Такое устройство не мешает проходу и вообще весьма удобно в эксплоатации. Примером может служить лоток, представленный на рис. 270.

Бани и бассейны

Русские б а н и характеризуются тем, что их воздух, имеющий высокую температуру (в мыльной 30—35°, в парильне 45—60°), насыщен водяным паром. Простейшие бани в колхозах, не имеющих водопровода, должны устраиваться вблизи источников воды или колодца. Вода может подаваться насосом или подвозиться, причем в бане следует иметь запасной бак. Горячая вода нагревается в котле с выпущенным в парильню краном или же в змеевике, заделанном в очаг и соединенном с баком, чаном, который в этом случае может быть деревянным.

Для получения пара устраивается печь (каменка), в которой горячие газы накаляют камни, поливаемые периодически водой.

Для стока воды пол в мыльной и парильне делается двойной. Верхний имеет между досками щели шириной 4—5 *мм* или же сверленые отверстия. Нижний пол делается бетонный водонепроницаемый с лотком посредине и уклоном к нему с обеих сторон. В конце лотка устраивается трап с решеткой и далее мыльные воды стекают по отводной трубе в овраг или реку. При большой пропускной способности в колхозных банях мыльня и парильня устраиваются в виде двух отдельных помещений. В парильне обязательно ставится каменка. Для нагрева воды делается котельная. Желательно иметь для окончательного обмывания души. Поэтому необходимы запасные баки для холодной и горячей воды с небольшим напором.

Емкость последних рассчитывается приблизительно на часовой макси-

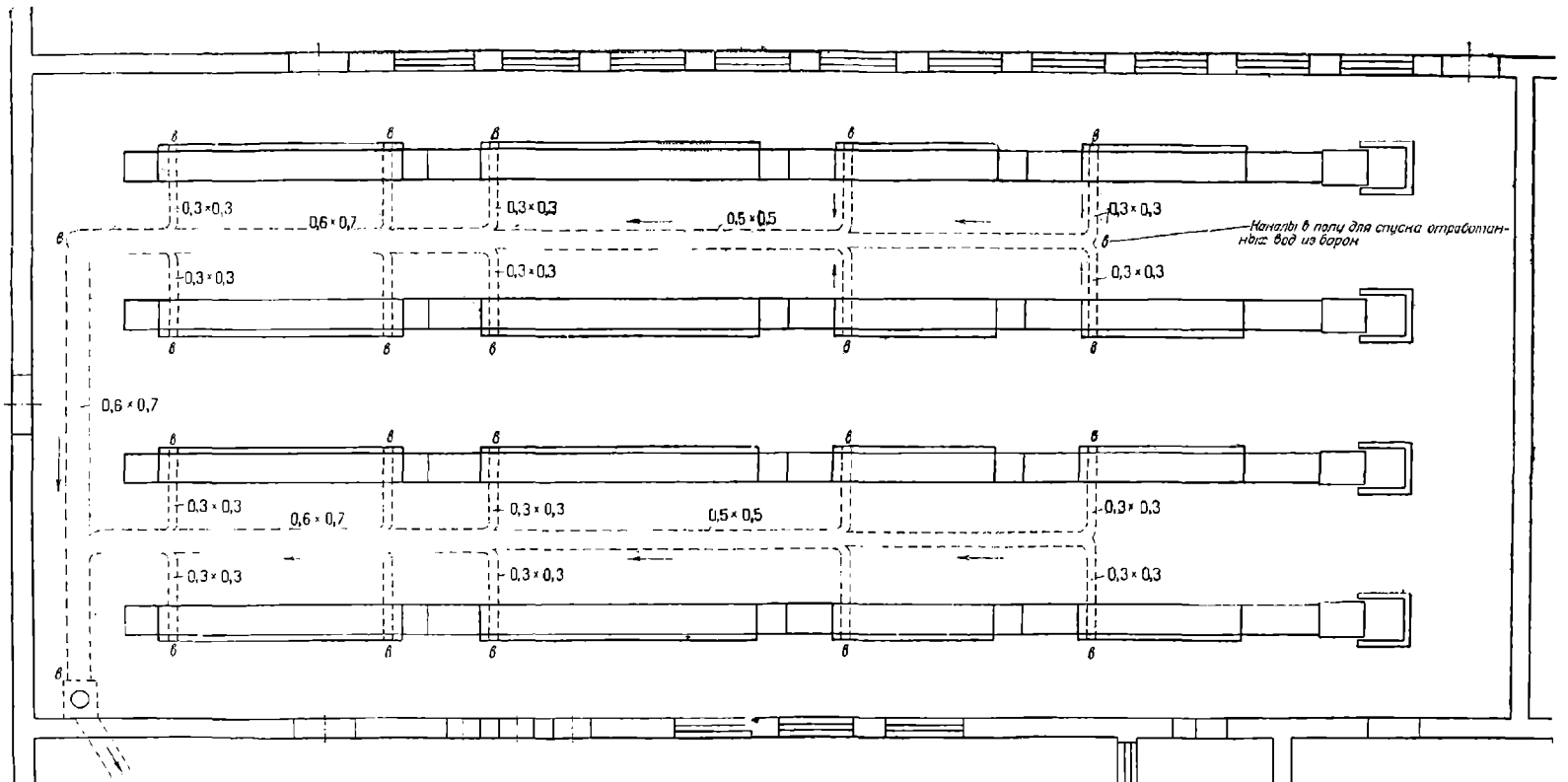


Рис. 269. Канализация котонизационного цеха.

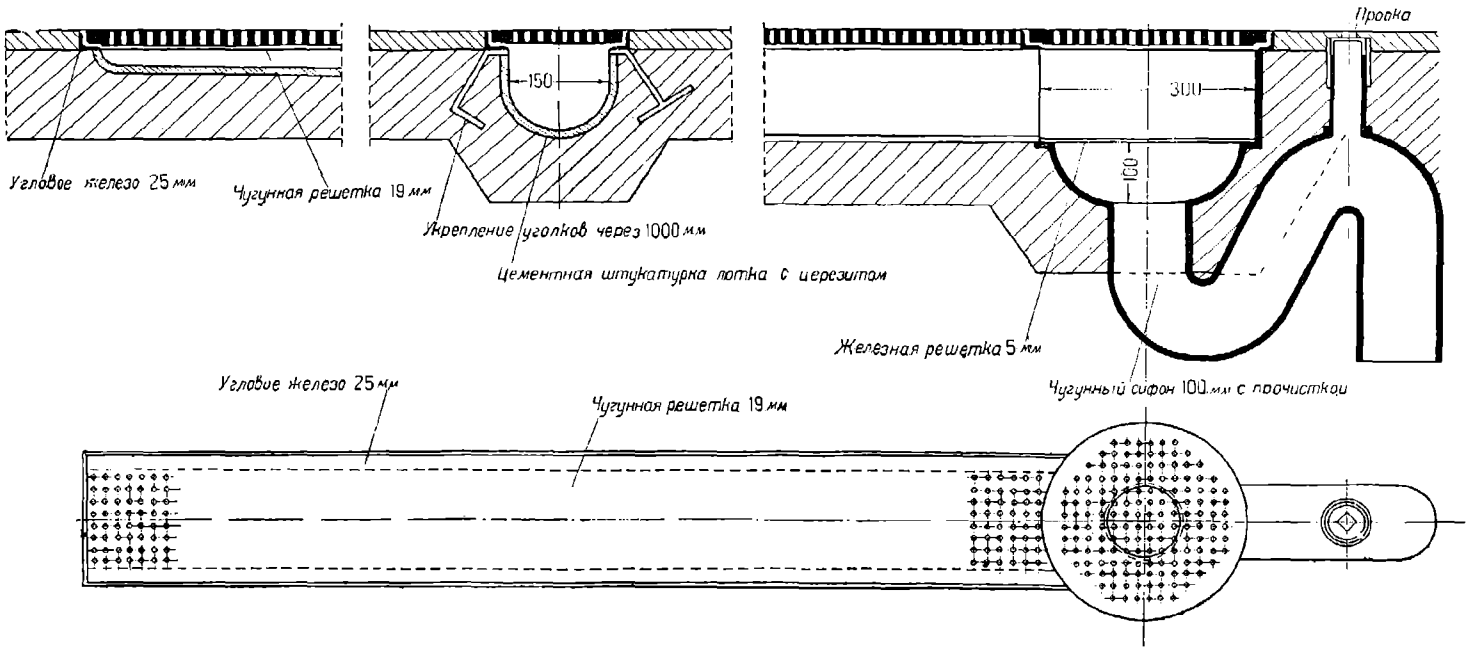


Рис. 270. Лоток с решеткой.

мальный расход. Температура горячей воды во избежание ожогов поддерживается около 40—50°. Температура смешанной теплой воды бывает около 35°

Производительность всех устройств определяется из расчета низшей зимней температуры воды и максимальной возможной посещаемости. При необходимости уменьшить размеры горячего бака температура в нем может доводиться до 75—80°.

Коммунальные бани строятся с одновременной вместимостью от 25 до 1 000 человек и более. Они выполняются в виде русских бань с обязательным добавлением ванно-душевых отделений (с пропускной способностью около 25% и более от всей пропускной способности бани), а нередко и с плавательными бассейнами.

Наряду с этим строятся бани со значительной и даже преобладающей пропускной способностью ванно-душевых отделений, вплоть до 100% душевых бань.

Водоснабжение бань, в особенности крупных, желательно основывать на мягкой воде и по возможности с жесткостью не более 12—14°. При жесткой воде в банях большой пропускной способности может быть целесообразным умягчение воды при помощи цеолитов (глауконитов).

Оборудование больших бань определяется имеющимися в них отделениями.

Мыльная оборудуется водоразборными пробочными кранами диаметром в 19 *мм* для горячей и холодной воды из расчета двух кранов на 10 человек моющихся. Горячие краны снабжаются деревянными ручками во избежание ожога.

Рабочая емкость металлических тазов для мытья составляет 10—12 *л*, а деревянных шаек — около 6—8 *л*. Наполнение их отнимает около 1 мин. ввиду регулирования моющимися температуры воды по желанию. В целях наибольшей пропускной способности бани желательно устройство смесительных кранов.

Для окончательного обмывания в мыльных ближе к выходу устраиваются души из расчета 1 сетка на 15 моющихся.

При наличии в мыльной ванн они снабжаются двумя кранами по 25 *мм*.

В парильной ставятся водоразборные краны в 19 *мм* для холодной и горячей воды, а иногда и души. Кроме того вода подводится к разбрызгивающей сетке в печи-каменке для поливания раскаленных камней.

В ванно-душевых отделениях чаще всего применяются чугунные эмалированные, а также бетонные (кирпичные) ванны, обделанные изразцами или метлахскими плитками.

Наполнение ванн должно производиться не более чем в течение 3 мин. Это соответствует подаче около 1,25 *л/сек*. Поэтому диаметр подающих труб должен быть 25 *мм*.

Коэфициент одновременности действия ванн, как и вообще кранов в бане, может приниматься около 0,75—0,80.

Примерные диаметры труб, подающих воду в ванны, следующие:

Число ванн	1	3	5	10	20
Диаметр труб в *мм* .	25	32	38	63	75

При проектировании диаметр должен обосновываться точным гидравлическим расчетом.

Иногда подводится только холодная вода, а нагрев производится непосредственно в ванне змеевиками с паром. Такой способ в частности применяется в нарзанных ваннах.

Когда подводится холодная и горячая вода, то во избежание выделения пара и конденсации его трубы, подающие воду, нередко подводятся в нижней части ванны.

Расход воды зависит от типа и технического оборудования бани и конечно от продолжительности мытья. Применительно к смеси воды температурой 35—40° расход воды в душевой кабинке будет около 200 *л* на одного моющегося (считая продолжительность мытья около 20 мин.) или около 600 *л* и более на душевую сетку в час. На ванну (с мытьем ее) принимается 300—350 *л*. На шаечное мытье — 125 *л*, из них 75 *л* холодной воды и 50 *л* горячей (температура 60—70°); наличие обмывочных душей в мыльной увеличивает этот расход на 50 *л* на человека. В общей сложности расход воды в бане на одного посетителя составляет: минимальный 75 *л*, средний 100—150 *л*, но может достигать 200—250 *л* и более (при наличии ванн и бассейнов).

Бани редко строятся многоэтажными: поэтому давления в наружной сети обыкновенно бывают достаточными для разведения воды по всему зданию. В этом случае вода под указанным давлением идет в холодную и горячую сеть.

Излишнее давление нежелательно. Для бесперебойности работы бань важно иметь запас воды. Поэтому чаще всего водоснабжение бань выполняется по системе низкого давления.

Канализация бань должна отличаться особой надежностью; сточные воды должны быстро отводиться.

В качестве примера приведем типовой проект канализации бани на 500 человек, выполненный мастерской по проектированию сантехработ Моссовета.

Баня частично имеет подвал, первый этаж занят ванно-душевыми отделениями, во втором и третьем этажах находятся бани. Ввиду симметричности здания и канализации его на рис. 271 дается часть половины соответствующих планов.

В полу ванных отделений, а также мыльной и парильни устроены лотки трапецоидального сечения шириной поверху 300 *мм*. Они имеют начальную глубину 50 *мм* и уклон 0,015 к трапу банного типа в 100 *мм*. В душевых отделениях имеются такие же лотки, но шириной в 250 *мм*.

Водонепроницаемый пол банных помещений выполняется с уклоном к лоткам, находящимся у стен. Сточные воды собираются лотками и через трапы попадают в стояки; те и другие имеют диаметр не менее 100 *мм*. Вода из отдельных ванн спускается 50-*мм* трубами. Последние применяются чугунные с цементной или другой заделкой, на которую не действует горячая вода.

Банные воды несут много жиров и мыла. Спуск банных вод в канализацию допускается, если количество их не превышает 25% от общего количества сточных вод в канализации. В целях облегчения работы очистных сооружений банные воды пропускают через жироуловители. Для выделения мыла, жировых и отчасти взвешенных веществ применяют отстаивание с коагуляцией. Процесс смешения с коагулянтом производится в желобах-смесителях; осаждение происходит в отстойниках.

Банные воды имеют высокую температуру (32—34°). Для утилизации тепла они пропускаются насосом через подогреватель, в котором по принципу противотока проходит, не смешиваясь, холодная вода. Это повышает температуру последней до 22—24°.

Пропускники отличаются от бани тем, что здесь раздевание и одевание происходят в двух различных помещениях; посетители не мывшиеся не соприкасаются с мывшимися. Кроме того во время пребывания посетителя в пропускнике его одежда подвергается дезинфекции и дезинсекции для обеззараживания ее и уничтожения насекомых.

В этих целях вещи помещаются в специальную камеру, где подвергаются в течение 15—30 мин. действию пара при температуре в 120° и давлении 1,1—1,5 *ат*.

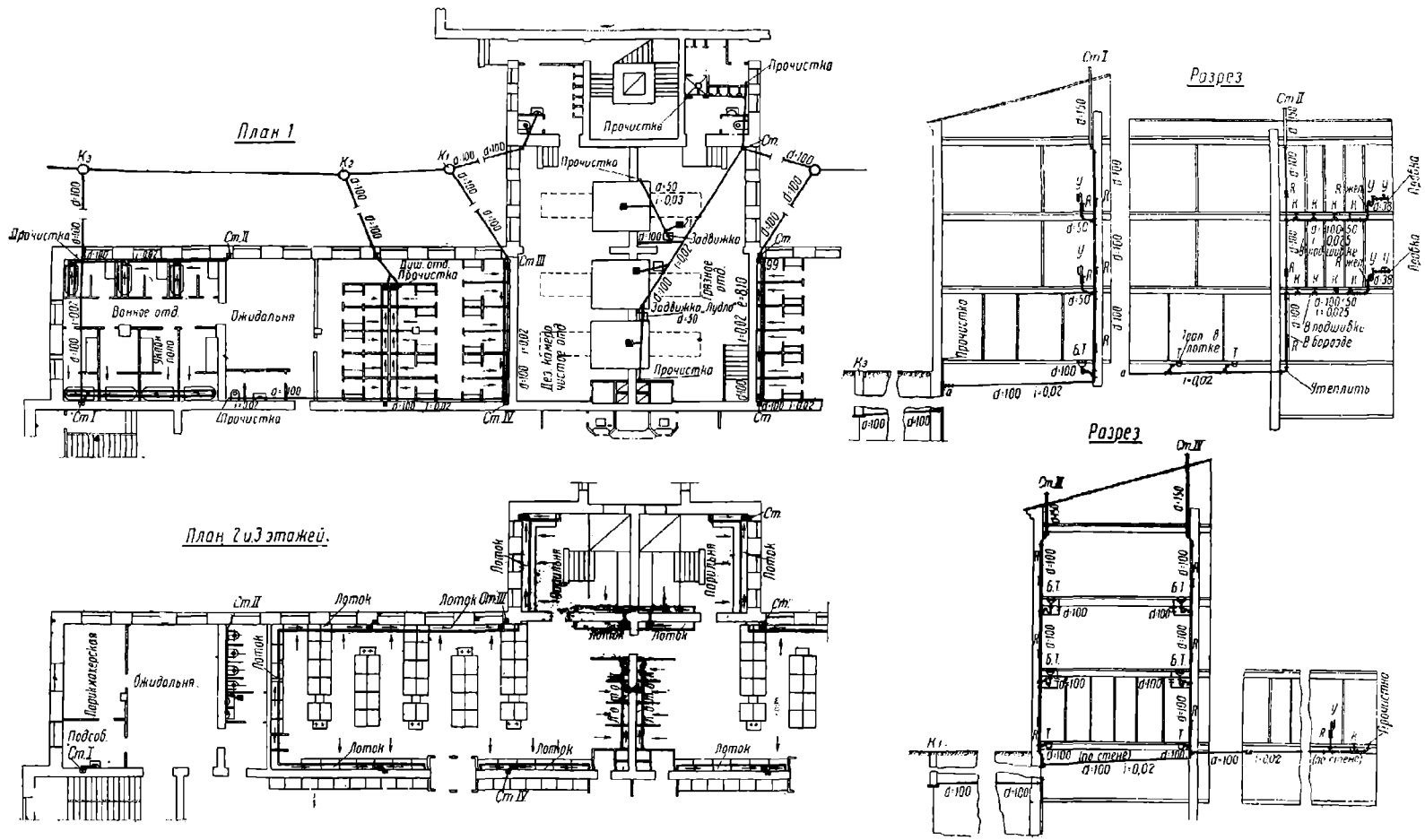


Рис. 271. Канализация бани.

Того же эффекта можно достичь путем применения горячего воздуха или при помощи формалина, создавая разрежение в камере.

Обработка вещей в дезинфекционной камере занимает около 1 часа. Так как процесс мытья требует около 40 мин., а в душевых почти вдвое меньше, то пропускная способность пропускника определяется характером и числом дезкамер.

В отношении санитарно-технического оборудования пропускники ничем не отличаются от обычных бань.

Строительство бассейнов для плавания у нас проводится в широком масштабе. В отношении санитарно-технического оборудования эти сооружения имеют ряд особенностей, требующих специального подхода.

Бассейны отличаются большими размерами и требуют значительного количества воды. Основные размеры их даны в табл. 61.

Таблица 61

Наименование	Длина	Ширина	Глубина *м*		Единоврем. пропускная способность чел.
	м	*м*	миним.	максим.	
Детский бассейн	10	5	0,7	1,5	12
Школьный	20	8	0,7	1,5	40
Бассейн для обучения плаванию	25	10	1,0	2,5	50
Демонстрационный бассейн	25	15	1,2	4,5	50

Емкость этих бассейнов составляет приблизительно от 55 до 1 000 $м^3$. Продолжительность работы бассейнов 12—15 час. в сутки. Урок плавания продолжается около 30 мин. Значит в сутки может быть пропущено до 30 смен, или около 360—1 500 человек. Кроме того в бассейнах устраиваются трибуны для зрителей на 500—1 000 мест и более.

В общей сложности вода нужна не только непосредственно для наполнения и пополнения бассейна, но и для душевой (каждый плавающий до входа в бассейн получает душ и моет ноги), а также для уборных и других вспомогательных помещений.

Вода в плавательных бассейнах должна иметь температуру в 22°, а в детских — 24° Чтобы довести ее до этой температуры, воду подогревают. Она должна удовлетворять ряду санитарно-гигиенических требований. Не допускается содержание свыше 5 000 бактерий в 1 $см^3$ воды; при этом не более 10% проб из любых мест бассейна вообще могут иметь более 1 000 бактерий в 1 $см^3$. Титр Коли не может быть менее 10, причем такое значение допустимо не более чем у 35% взятых проб.

Цветность воды не должна быть более 20—25° платино-кобальтовой шкалы, а прозрачность — обеспечивать видимость лежащего на черном фоне на дне 150-*мм* белого диска.

По характеру снабжения водой бассейны могут быть периодического и непрерывного действия. В первом случае свежая вода заполняет бассейн, используется в допустимых пределах и затем спускается. На каждые 4,5 $м^3$ чистой воды в бассейне может искупаться 20 человек. Таким образом расход воды на каждого купающегося составляет 225 *л*. Значит, если взять бассейн емкостью в 160 $м^3$ воды, то в нем вода должна меняться после пропуска 711 человек (160 000 : 225).

Если вода в бассейне не удовлетворяет указанным выше санитарно-гигиеническим требованиям, она должна дезинфицироваться. Между двумя последующими дезинфекциями через бассейн может быть пропущено не более 7 человек на каждые 4,5—5 $м^3$ находящейся в нем воды. Это составляет допустимую норму на 1 человека 650—700 *л*. Иначе говоря, в бассейне на 160 $м^3$ очередные дезинфекции должны производиться после пропуска около 160 000 : 675 = 237 человек.

После двух дезинфекций через бассейн пройдет $273 \cdot 3 = 711$ человек, и вода должна быть спущена. Вообще количество купающихся, пропускаемое между двумя последующими дезинфекциями, приблизительно втрое меньше нормы для полного использования воды.

Плавательные бассейны большой емкости чаще снабжаются водой по циркуляционной системе, при которой приток и удаление воды осуществляются непрерывно. При этом притекающая вода может быть или свежая или уже использованная, но подвергшаяся очистке и дезинфекции. Вода должна удовлетворять необходимым санитарно-гигиеническим качествам; в частности доза остаточного хлора в ней в любом месте бассейна должна находиться в пределах 0,2—0,5 *мг/л*.

Количество добавляемой чистой (свежей или очищенной) воды определяется из нормы 4,5 $м^3$ на каждых 20 человек купающихся.

Производительность очистных сооружений и необходимая ежечасная подача воды подсчитывается на основе санитарно-технических соображений; но ежедневная добавка чистой воды должна быть не менее 10% от общего объема бассейна.

Так как на зеркале воды образуется пена, плавают посторонние предметы, то приток воды должен создавать избыток ее, который удаляется через края пенных лотков, устраиваемых по продольным сторонам бассейна.

Температура подводимой к бассейну горячей воды должна быть не более 50°. Регулирование подачи, температуры воды и других процессов необходимо осуществлять автоматически.

Впуск воды в бассейн делается в мелкой части бассейна на глубине не более 0,3 *м* от зеркала воды. В целях обеспечения равномерной циркуляции воды одно место впуска ее допускается лишь в бассейнах до 6 *м* шириной. В частности это возможно в детском бассейне, где вода подводится в середине меньшей стороны. Вообще же расстояние между впускными трубами должно быть не более 6 *м*, а их удаление от боковых стен — не более 3 *м*. Поэтому минимальное число впусков в школьном и учебном бассейнах будет по два, а в демонстрационном бассейне — три.

Выпуски делаются в самом глубоком месте бассейна. В отношении их количества действительны приведенные требования. Диаметр труб должен обеспечивать опорожнение бассейна не более чем в течение 4 час. Должна быть обеспечена невозможность обратного течения воды по спускным трубам.

Впуски и выпуски закрываются решетками диаметром вдвое большим диаметра соответствующей трубы; прозоры решетки допускаются не шире 5 *мм*.

Санитарно-техническое оборудование плавательного бассейна представляет сложный комплекс устройств. Холодная вода идет в основном для промывки уборных; холодная и горячая — для душевых установок. Эти стоки, а также сточные воды из буфета и вообще хозяйственно-бытовые спускаются в канализацию.

После душа купающийся до входа в бассейн должен пройти через широкий плоский кювет с теплой проточной водой. Здесь ступни обмываются от песчинок и грязи, приставших к ним по дороге. Вода для кювета может быть использована после плавательного бассейна, а затем она спускается в канализацию. При большом количестве песка устраиваются песколовки.

Вода из бассейна идет на отстойники и скорые фильтры, после чего хлорируется. Она может подогреваться или же пускается мимо подогревателей прямо в плавательный бассейн или же в запасной резервуар. Иногда последний представляет водохранилище для нагретой воды.

Для получения горячей воды имеются паровые котлы низкого давления, обслуживающие бойлеры и подогреватели.

Большую сложность представляет первоначальное и периодическое (после чистки) наполнение бассейна и опорожнение его. Часто городская водопроводная и канализационная сеть бывают не в состоянии обслужить бассейн. При опорожнении например бассейна емкостью в 600 $м^3$ за 4 часа секундный расход равен 42 *л/сек*. Поэтому желательно плавательные бассейны устраивать вблизи водопроводных магистралей и канализационных коллекторов. Если это невозможно, могут понадобиться промежуточные резервуары.

Примерная принципиальная схема санитарно-технического оборудования бассейна представлена на рис. 272. Однако в зависимости от мощности устройства, взаимного расположения и т. д. она может видоизменяться.

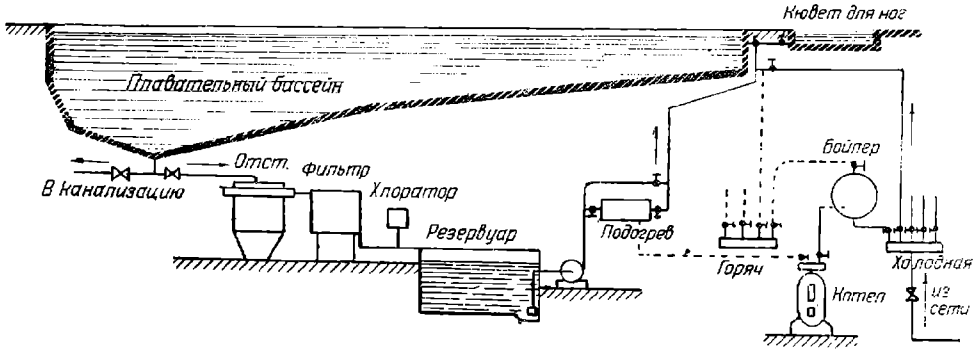


Рис. 272. Схема водоснабжения плавательного бассейна.

Прачечные

Прачечные бывают ручные и механические, те и другие разной производительности. Механические прачечные между собой отличаются также оборудованием.

Процесс обработки белья заключает следующие основные операции: метка, сортировка, замочка, бучение (варка), стирка, полоскание, подсинивание, отжимка, сушка, глажение.

Белье, имеющее пятна или сильно загрязненное, в течение ночи предварительно вымачивается в холодной воде. Вымоченное (или сухое, но менее загрязненное) белье помещается в герметически закрытый котел (бучильник), где вываривается в присутствии щелока в течение около 2 час. Если белье имеет нормальную загрязненность, то при механической стирке можно обойтись стиральной машиной.

Последняя представляет горизонтальный дырчатый цилиндр из оцинкованного железа, в который загружается белье. Барабан вращается в горячей воде со скоростью 8—30 об/мин; при этом делается по 4—15 оборотов то в одну, то в другую сторону. В начале температура воды около 30—40°. Для стирки добавляется мыльный порошок в количестве 0,5—1,5 *кг* на 16 *кг* сухого белья. Через 5—10 мин. пускают пар и кипятят белье 15—30 мин. (в зависимости от загрязненности белья). Прекратив доступ пара, спускают грязную воду.

Затем происходит полоскание белья в чистой воде при температуре 40—50°. С каждым следующим полосканием температура уменьшается. В общем продолжительность стирки составляет 2—3 часа. Количество наполнений стиральной машины доходит до пяти (стирка 2—3 раза, полоскание и подсинивание). Для одного наполнения требуется около 0,7 $м^3$ воды. На стирку 1 *кг* сухого белья приходится около 30 *л* воды. Макси-

мальный часовой расход на машину около 2,1 $м^3$ (три наполнения в час) [1].

Прополосканное белье идет на центрофугу. Она делает 1 000—1 500 об/мин. В нее загружается 16—32 *кг* белья (по весу в сухом виде). При центрофугировании около 15 мин. количество воды в белье составляет около 40% его сухого веса.

Белье сушится в сушильных машинах и шкафах. Сушка на машине требует 20—30 мин. и применяется для мелкого белья. Белье, не имеющее складок, сушится в сушильных камерах. Наконец постельное белье сушится в специальных шкафах.

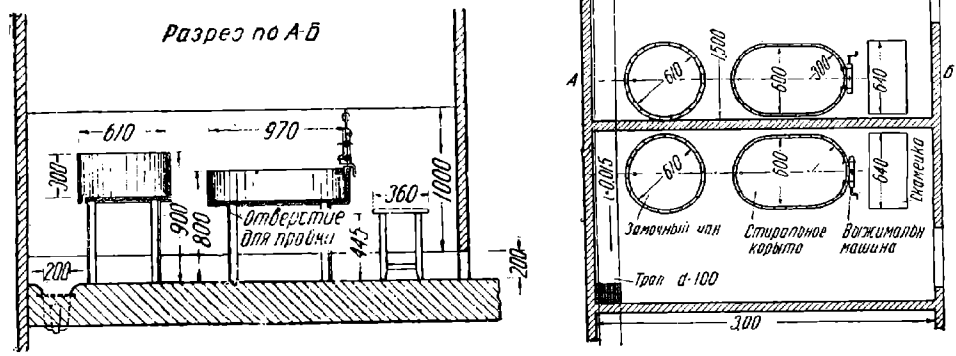


Рис. 273. Прачечные кабинки.

Глажение белья, не имеющего складок, производится на гладильных машинах с гладким горячим цилиндром или горячими лотками (утюгами), в которых вращаются металлические валы.

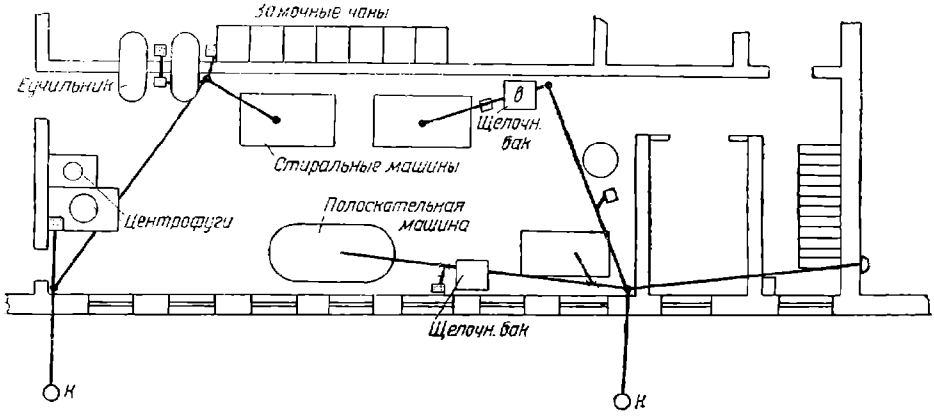


Рис. 274. Канализация стирального отделения.

Вода в прачечных идет для замочки, бучения и стирки (полоскания с подсиниванием), а также для приготовления щелока. Расход ее определяется емкостью оборудования и числом наполнений. В общей сложности в ручных прачечных он составляет на одну прачку около 500 *л/сутки*. В механических прачечных расход воды равен около 60 *л* на 1 *кг* сухого белья (ОСТ ВСКХ 8393/70), но может снижаться и до 30 *л*.

Оборудование двух прачечных кабинок (Моспроекта) для самостоятельной стирки белья населением представлено на рис. 273 и 274. В каждой

[1] Инж. Чистяков И. Ф., Механическая стирка белья.

кабине имеется деревянный чан для замочки белья диаметром 0,61 *м*, высотой 0,3 *м* и стиральное корыто. К последнему привернута выжимная машина; горячая и холодная вода подводится по 13-*мм* трубам или заготовляется в специальном баке. Для спуска воды из корыта и чана в них имеются 19-*мм* отверстия, заткнутые пробками. На полу устроены лотки $0{,}3 \times 0{,}2 \times 0{,}05$ *м*, откуда вода стекает в 100-*мм* трап. Кабинки отделены одна от другой низкой перегородкой.

На рис. 274 представлена деталь устройства канализации в двухэтажной бане-прачечной, в частности стирального отделения. В нем при размерах $21{,}5 \times 6{,}0$ *м* поставлены: 2 бучильника по 32 *кг*, 3 стиральных машины по 80 *кг*, щелочной бак на 370 *л*, полоскательная машина на 850 *л*, 2 центрофуги на 16 и 32 *кг*. Канализация принимает как сточные воды от машин, так и от семи половых трапов. Устройство характеризуется длинными отводными линиями с уклоном 0,03, которые сведены к двум выпускам. Сборные отводные линии имеют в начале и в конце по стояку, что обеспечивает хорошую вентиляцию сети.

На рис. 275 представлена часть проекта канализации прачечной, выполненного мастерской сантехработ Моссовета. Заштрихованы лотки.

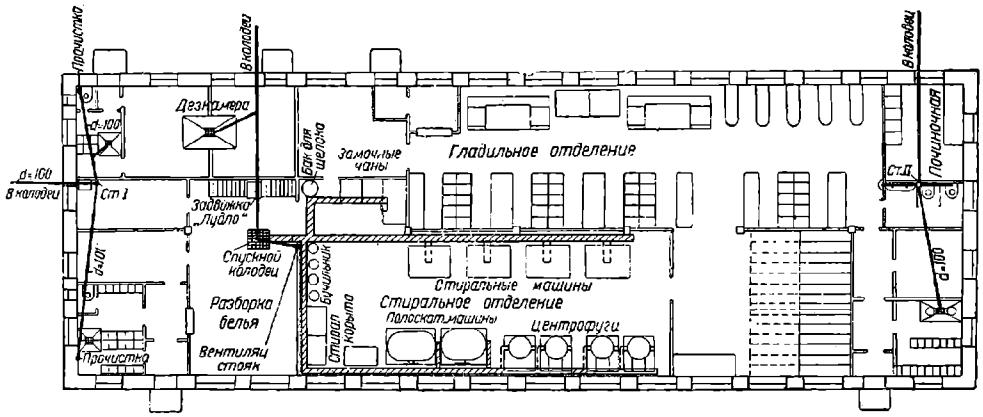


Рис. 275. Канализация прачечной.

Гаражи

Гаражи, обслуживающие до 4 машин, могут не иметь водопровода, хотя это и представляет большие неудобства. Крупные гаражи без водоснабжения вообще не строятся. Вода необходима для мойки и заправки машин, зарядки аккумуляторов, хозяйственно-бытовых и противопожарных целей.

Для мытья шасси желательно высокое давление воды до 18—20 *ат*, для кузова не свыше 3,5—7 *ат* во избежание порчи окраски. По той же причине температура воды для мытья кузова должна быть не более 15—30°. Таких давлений в наружной водопроводной сети обычно не бывает. Поэтому гаражи часто имеют свои насосы, а для мойки устанавливаются специальные моечные машины.

Последние изготовляются у нас типа „Гаро" (треста гаражно-авторемонтного оборудования). Это — центробежный насос с электромотором на одном валу. Насос трехступенчатый производительностью 120—160 *л/мин* с напором до 10 *ат* при 1 440 об/мин. Мотор — 5 *квт*. Всасывающий шланг 32 *мм*, нагнетательные шланги 19 *мм*. Брандспойт со спрыском диаметром в 3—4 *мм* с распыливающей иглой.

Мытье машины производится одним или двумя рукавами, последнее для грузовиков и автобусов. Мытье за один раз требует воды: для лег-

кового автомобиля 500—600 *л*, грузовика 700—1 000 *л*, автобуса — 1 500 *л*. Расход воды на один брандспойт около 0,7—1,0 *л/сек*. Рукав применяется $d = 25$ *мм* с 6-*мм* брандспойтом (при давлении примерно 7 *ат*) и 10-*мм* — при более низком напоре. Продолжительность мытья грузовой машины вручную около 8—12 мин. Мытье моечной машиной отнимает около 8 мин. и требует около 1,7 *л/сек* воды. Количество дней мытья машины в году около 150.

Кроме того в гаражах могут быть и другие производственные расходы: заливка радиаторов с расходом воды около 1 *л/сек*; аккумуляторная зарядная станция — 0,2 *л/сек* (вода требуется дистиллированная).

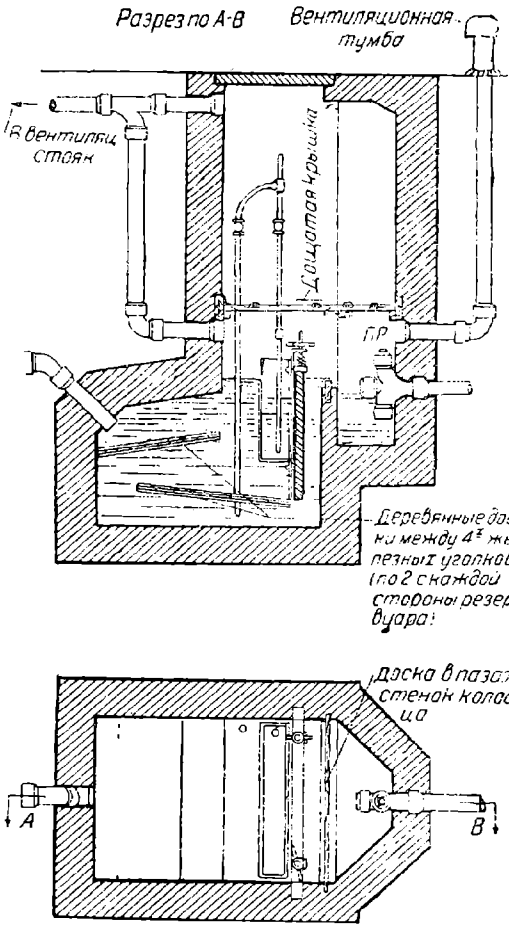


Рис. 276. Бензиноотделитель.

Весьма серьезное значение в гаражах приобретает противопожарное оборудование. По ОСТ 4523 гаражи делятся на четыре разряда: I — до 4 машин включительно, II — от 5 до 24, III — от 25 до 50, IV — более 50 машин.

Все гаражи должны иметь пожарные краны у ворот и в других местах. Предусматривается кроме того по ОСТ 4524 установка песочниц емкостью по 1 $м^3$ песку на каждые 10 грузовых или 15 легковых машин. Пожарный расход во внутренней сети считается по 2 струи в 2,5 *л/сек* (для I и II разрядов) и в 5 *л/сек* каждая (для III и IV разрядов). Многоэтажные гаражи также должны быть оборудованы неавтоматической дренчерной установкой для отделения и орошения горящих машин, для защиты отдельных частей зданий — выездов к рампам, дверей подъемников, выходов на лестницы. Она рассчитывается на 50 *л/сек*. В одноэтажных гаражах дренчерная система не требуется.

В гаражах устанавливаются также аппараты для пенного тушения „Тремас". Требуемое количество воды для пеногенераторов примерно в 8 раз меньше, чем производительность пены. Есть аппараты на 6 000 *л* пены в минуту. Потребность в воде для них может быть принята до 15 *л/сек*.

В крупных гаражах вокруг здания устраивается наружная противопожарная сеть с пожарными кранами в 75 *мм*.

Кроме того делаются души, умывальники, уборные.

Когда городской водопровод не может обслужить сосредоточенных больших расходов, в частности противопожарных, в больших гаражах, то можно создать противопожарный запас на двухчасовой пожарный расход (а при самостоятельном водоснабжении на 3 часа) в подземном резервуаре. Устраиваются и запасные напорные баки. Если предусматривается

пневматическое противопожарное водоснабжение, то емкость котлов рассчитывается на 15-минутный запас.

Сточные воды гаражей содержат песок и грязь (до 20—40 *кг* с машины), взвешенные вещества, плавающие твердые предметы, нефтяные остатки и масла. Поэтому они предварительно перед спуском в канализацию направляются в грязеотстойник, где движутся со скоростью 5—10 *мм/сек* и с пребыванием в нем около 10—20 мин. Затем жидкость попадает в бензиноотделитель. Эти устройства располагаются вне гаража. Конструкция бензиноотделителя Гипротранса представлена на рис. 276.

Лаборатории

Санитарно-техническое оборудование лабораторий весьма разнообразно соответственно различию назначения последних. Производственные лаборатории имеют дело с химическими веществами разного состава и состояния. Они снабжаются газовыми горелками, водой холодной и где возможно горячей, вытяжными устройствами, канализацией. Работы производятся на лабораторных столах и в вытяжных шкафах. В учебных и научно-исследовательских лабораториях устраиваются также демонстрационные столы.

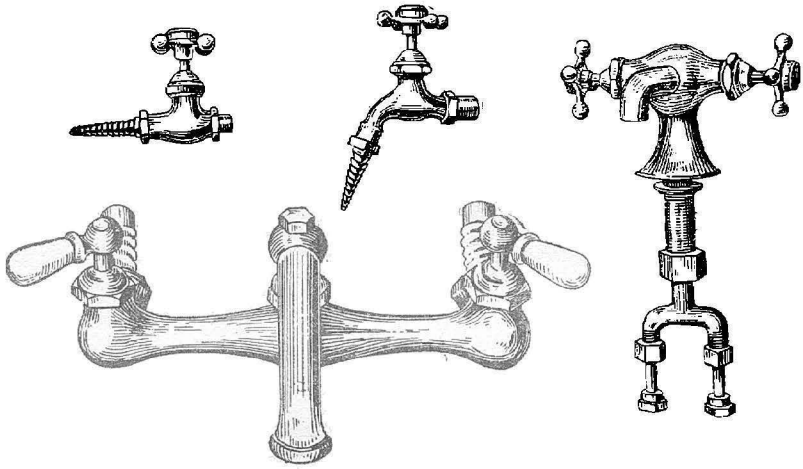


Рис. 277. Лабораторная арматура.

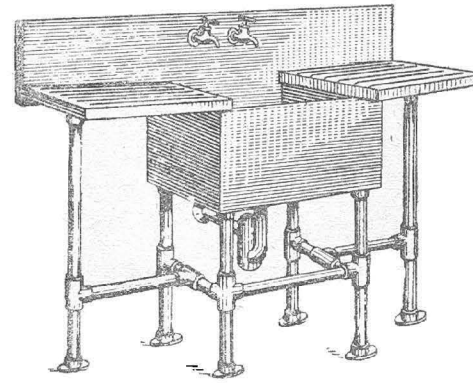


Рис. 278. Лабораторная мойка.

Применяемые приборы не должны подвергаться воздействию образующихся в лаборатории газов, а приемники — сточной жидкости. Лабораторная арматура отличается тем, что обычно она имеет удлиненные волнистые наконечники для присоединения резиновой трубки (рис. 277). Для обеспечения нужного направления и спокойного излива воды за вентилями нередко устанавливается длинная поворачивающаяся трубка с наконечником. Диаметры кранов 10—13 *мм*. На рисунке также представлены лабораторные смесители для холодной и горячей воды.

В зависимости от характера сточных вод в лабораториях могут применяться обычные круглые раковины и мойки или же кислотоупорные фаянсовые. Мойки для последней цели могут быть деревянные, выложен-

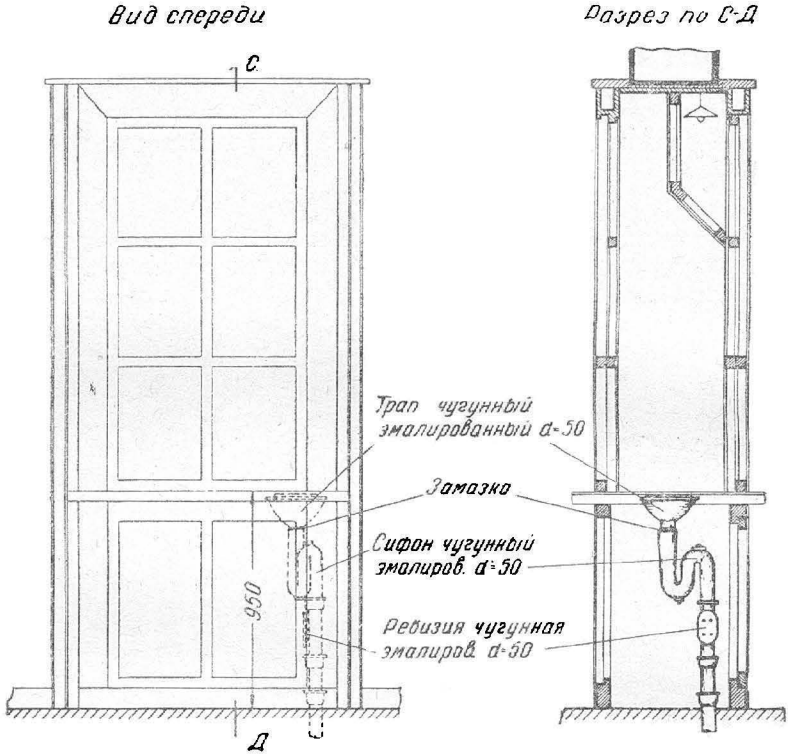


Рис. 279. Канализация демонстрационного шкафа.

ные листовым свинцом. Установка моек делается на кронштейнах или на стойках из газовых труб (рис. 278). Выпуск из приемника выполняется в виде специальной свинцовой воронки или же куска свинцовой трубы с отбортованными краями. Сточные трубы применяются чугунные, внутри эмалированные. Возможно применение свинцовых труб, если принять меры против их провисания. Там, где не приходится опасаться сильного разъедания, могут быть употреблены газовые трубы.

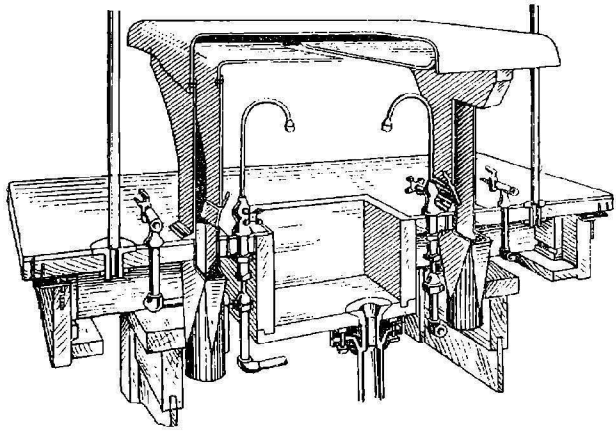


Рис. 280. Оборудование лабораторного стола.

Оборудование канализацией демонстрационного шкафа в школьной химической лаборатории представлено на рис. 279 (Моспроект). Здесь в рабочей части шкафа, выполненной из бетона и облицованной метлахскими плитками, имеется чугунный эмалированный трап 50 *мм*; за ним идут такие же сифон и ревизия.

На рис. 280 дана деталь лабораторного стола, оборудованного газом, водопроводом, канализацией и вытяжной системой. Воронка и канализационная труба — свинцовые.

Санитарно-техническое оборудование лабораторий в части горячего водоснабжения и др. не имеет каких-либо существенных различий от таких же в цехе. Но так как из лабораторий часто спускаются кислые воды, то их либо разбавляют водой до концентрации, допустимой для спуска в канализацию (5%), либо же нейтрализуют в смесительном канале аналогично тому, как это делается на производствах.

Фабрики-кухни

Фабрики-кухни представляют производства, расходующие большое количество воды и требующие надежно работающей канализации. Вода для производственных целей требуется для мойки и варки продуктов, приготовления блюд, получения пара, обслуживающего варочные котлы, паровые шкафы и пр. Большое количество воды идет для целей охлаждения; но здесь осуществляется оборот ее. Обмывка полов производственных помещений делается посредством внутренних поливочных кранов с гайками „Рот" диаметром 25 *мм*. Кроме того вода идет для хозяйственных целей и в частности для душей. Производственное водоснабжение фабрик-кухонь обычно устраивается с кольцевой противопожарной сетью.

В овощном цехе основной расход воды идет на мойку овощей. Мойки чаще всего изготовляются деревянные, выложенные внутри оцинкованным железом, или железобетонные. Основные размеры их: высота от пола до борта 0,9 *м*, глубина мойки — 0,3 *м*, в плане $1{,}0 \times 0{,}85$ *м* и более. Водопроводный 19-*мм* кран располагается на 0,1 *м* выше борта.

Для мойки картофеля существуют специальные устройства в виде вращающегося в воде цилиндрического решетчатого железного барабана. Иногда за барабаном последовательно ставится второй такой же, но дырчатый. В первом производится предварительное мытье, во втором — окончательное. Каждая мойка обслуживается водоразборным 19-*мм* краном. Ее производительность около 0,7 *т* картофеля на барабан в час.

Кожура с картофеля обдирается вращением его в картофелечистке, имеющей абразивную поверхность. Производительность ее около 0,25 *т/час*. Вода подается 13-*мм* краном. Кроме того производится ручная очистка (удаление глазков) на специальном столе.

При мойке картофеля сточные воды содержат много песку, поэтому здесь ставится песколовка. При очистке картофеля вода несет очистки, мезгу, содержащие крахмал; последний после обработки очисток выделяется в крахмалоотделителе.

В песколовках задерживается около 1,7% песку по весу от промытого картофеля. Песколовки делаются железные размерами в плане например $0{,}9 \times 0{,}6$ *м*. Более крупные песколовки выполняются железобетонными.

В мясном, гольевом и рыбном цехах имеются мойки с 19-*мм* кранами для холодной и горячей воды. Отводные трубы делаются диаметром в 50 *мм*. Сточные воды предварительно попадают в жироуловитель.

Паровые варочные котлы имеют емкость 125—800 *л* и снабжаются водопроводным краном соответственно 13—19 *мм* каждый.

Для мытья посуды устраиваются деревянные мойки, обделанные оцинкованным железом. К ним подается горячая и холодная вода краном в 19 *мм*.

Цеха фабрики-кухни обмываются поливочными кранами в 25 *мм* и должны иметь пол с уклоном к трапам; последние располагаются вблизи моек, раковин, варочных котлов.

При проектировании водоснабжения и канализации фабрик-кухонь

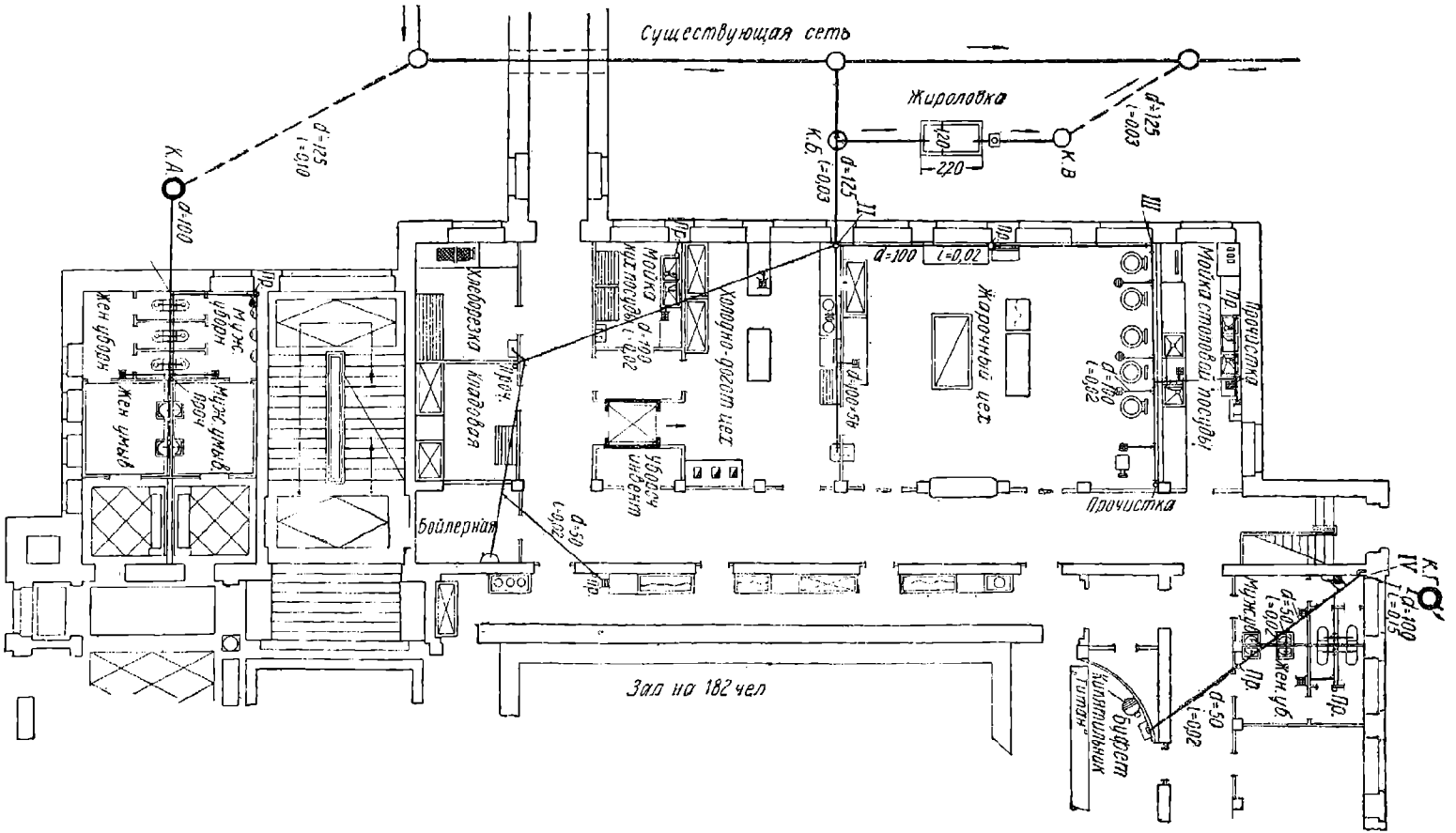


Рис. 281. Канализация столовой.

необходимо принимать 100 % одновременного действия моек овощей, картофелемоек, картофелечисток, кипятильников, душей. Расчетный расход воды определяется диаметром кранов.

Примерные нормы расхода горячей воды с температурой 60° по данным Ф. И. Экмана на одного посетителя: мытье кухонной посуды — 0,3 *л*, то же столовой посуды — 1,0 *л*, то же прибора — 0,3 *л*. На одну мойку гольевого цеха — 180 *л/час*; на мойку при шпарке — 250 *л/час*; на один водоразборный кран у раковины — 125 *л/час* (40°).

Производственная мощность фабрики-кухни определяется количеством приготовляемых обедов и может составлять 20—25 тысяч обедов в сутки. Общий расход воды на одно блюдо равен около 6 *л*.

На рис. 281 представлена канализация столовой автомобильного завода по проекту мастерской Моссовета.

ГЛАВА 19

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

Работы по цеховым и домовым вводам

Цеховые и домовые водопроводные вводы от наружной сети прокладываются ниже глубины промерзания. Для значительной части средней и северной полосы Союза эта глубина составляет 2—3 *м* и более. Положение осложняется однако тем, что при этих работах приходится пересекать часть улицы или проезда и нарушать правильность уличного и заводского движения. Пересекать приходится и ряд подземных сооружений (электрические кабели, телефонные линии, канализационные и водосточные трубопроводы и пр.). Необходимо считаться и с надземными устройствами в виде железнодорожных и трамвайных путей, мачт, фонарных и телефонных столбов и т. д.

У нас подземные сооружения в пределах улицы нередко прокладываются без всякой системы, причем точных планов их в городах и на предприятиях не имеется. В результате при разрытии мостовых неожиданно встречаются сооружения, назначение которых десятнику неизвестно.

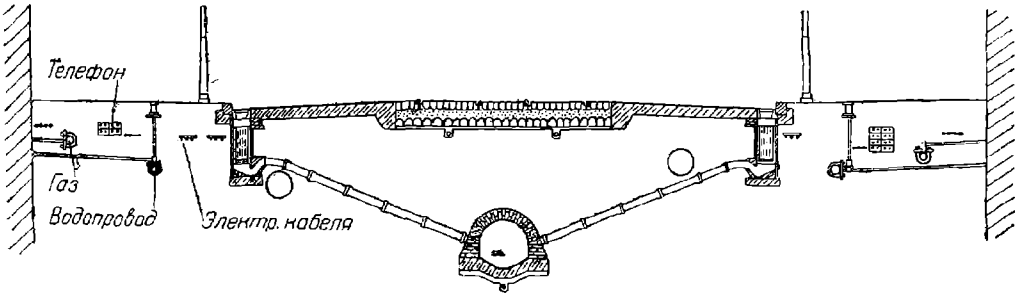


Рис. 282. Поперечный профиль улицы.

На рис. 282 изображен поперечный профиль улицы. Под тротуарами расположены кабели телефонный, телеграфный, пожарной охраны и электрические. Здесь же идут газопроводы местного значения и водопроводная линия для присоединения домовых вводов. Магистрали водопроводная и газовая, а также водостоки и канализация устраиваются под мостовой. Каждая система находится на определенном расстоянии от зданий, поэтому нахождение ее не представляет затруднений.

Повреждение при производстве работ подземных сооружений может вести к несчастным и нередко смертельным случаям с людьми, длительной остановке движения (особенно трамвайного) по улице, выключению электрического тока, дорогостоящим восстановительным работам и даже большим авариям (взрыву масленников на электростанции, к пожару). Поэтому до начала работ по устройству домового ввода необходимо предварительно установить по чертежам (если их нет, путем опроса) расположение всех подземных сооружений и проводок в месте разрытия для принятия мер предосторожности. С этой целью следует предупреждать заранее учреждения, имеющие в данном районе подземные сооружения, о предполагаемых работах и о времени их начала.

Прежде чем приступить к разрытию улиц, место работы во избежание нарушения правильности уличного движения и для предохранения от несчастных случаев с про-

хожими должно быть ограждено с оставлением безопасных и достаточных для движения проездов и проходов. Прекращение пешеходного движения по улице из-за указанных работ согласно правилам, принятым II Всесоюзным (XIV) водопроводным и санитарно-техническим съездом, не допускается. Прекращение же движения экипажей может производиться только в случаях крайней необходимости (при невозможности производства работ частями и т. п.) и должно согласоваться с надлежащими учреждениями (милицией, пожарной командой и др.).

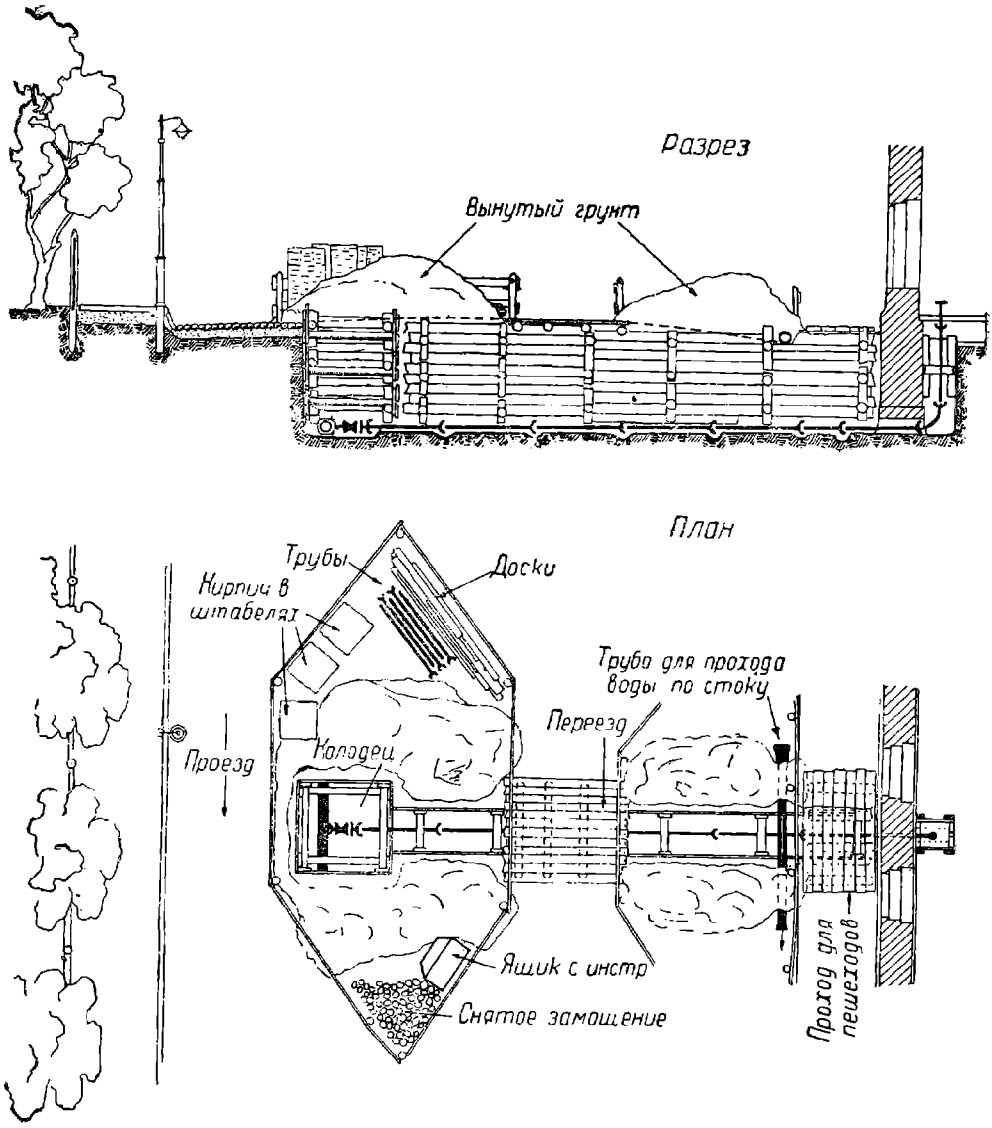


Рис. 283. Ограждение работ.

Ширина оставляемых при производстве работ проездов сообразуется с местными условиями, но во всяком случае должна быть достаточна для свободного проезда пожарного обоза.

Весьма важно на месте работы вывешивать объявления, запрещающие посторонним лицам приближаться к ограждениям во избежание несчастных случаев. Также делают объявления при закрытии проезда.

Ночью, если даже для охраны строительных материалов на улице находится сторож, необходимо вывешивать на месте работы зажженный фонарь.

Весь строительный материал — кирпич, песок и выбрасываемую землю — следует складывать в пределах загороженного места или в стороне таким образом, чтобы не стеснялось уличное движение. При этом булыжный камень и другие материалы мостовых покрытий должны быть сложены отдельно в кучи (не смешивать с вынутой землей) и охраняться до окончания работы.

В соответствии с указанными требованиями рис. 283 дает представление о примерном расположении материалов и ограждении работ по устройству домового ввода в том случае, когда уличная труба расположена на стороне, противоположной дому. Так как при этом слева остается только небольшой проезд, приходится устраивать переезд в виде моста через канаву. Желательно оставлять и проход для пешеходов (справа), но это не всегда удается.

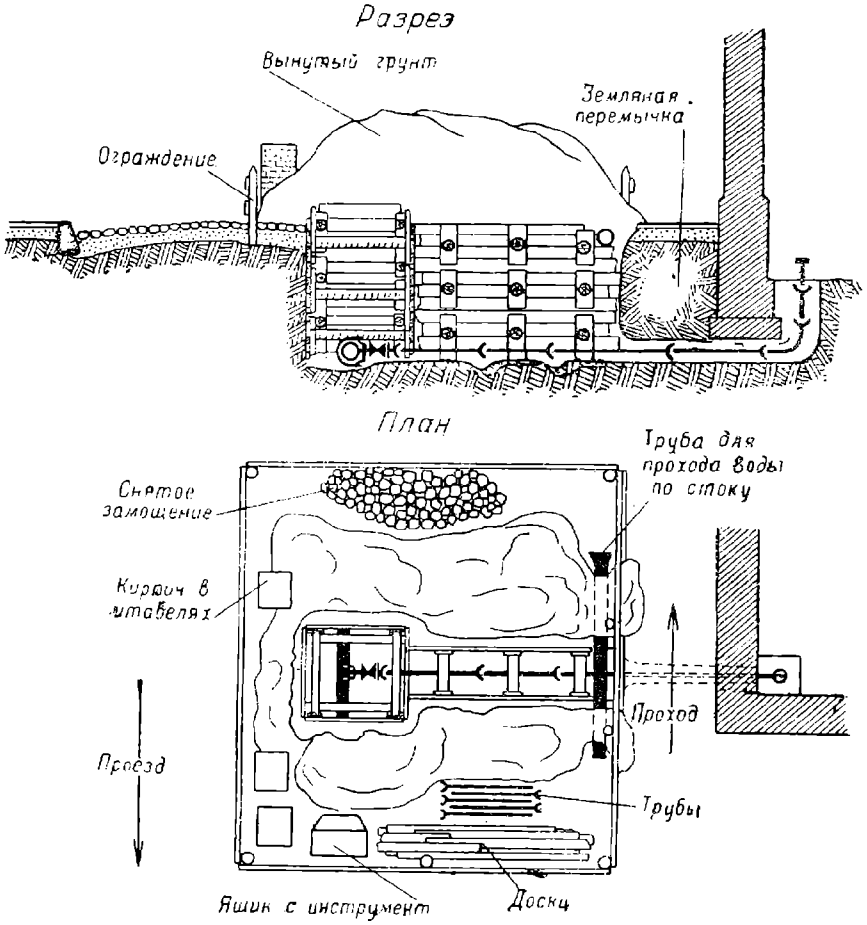


Рис. 284. Ограждение работ.

Нужно иметь в виду, что при сильных дождях поверхностные воды могут заливать и заносить песком разрытые траншеи. Поэтому выбрасываемую землю в опасных случаях следует располагать валами так, чтобы они защищали от проникновения воды в местах ее стока. Для выхода воды над канавой необходимо устраивать лотки или же можно положить трубу, которая убирается при засыпке канавы.

На рис. 284 дано аналогичное расположение материалов и ограждение места работ, когда уличная труба находится ближе к дому, снабжаемому водой.

Здесь между прочим тротуар оставлен нетронутым, и проход для пешеходов поэтому не стеснен. Это в значительной степени сделано потому, что труба вводится в самый угол дома, а подрывать это место с точки зрения безопасности здания нежелательно.

При выборе направления домового ввода следует учитывать, что устройство каждого такого ввода должно давать возможность полного, быстрого и легкого выключения его из городской сети, проводить воду кратчайшим путем и наименее стеснять улицу подземными сооружениями и трубопроводами. С этой точки зрения наиболее целесообразно

присоединение домовой трубы к уличной как раз против места ввода во владение. При этом приходится делать новое присоединение (рис. 285) к сети, над которым устраивается колодец или шахта; но зато сокращается длина труб, и они пересекают ось улицы под прямым углом.

Если недалеко (в нескольких метрах) от намеченного пункта уже имеется уличный колодец или присоединение, то оказывается более дешевым новый домовый ввод взять от этого места. При этом трубы прокладывают сначала вдоль улицы, а затем поперек ее.

В ряде городов домовые водопроводы обязательно присоединялись в колодцах с пожарными кранами. Так как последние расположены обычно не ближе чем на 100 *м* друг от друга, то в результате домовые трубы тянулись на большой длине рядом с уличной трубой. Это удорожало устройство домового водопровода, требовало большей затраты металла и вызывало ряд других неудобств.

Благодаря излишнему удлинению домовой сети возрастало число повреждений труб и увеличивалась утечка воды. Из-за близкого расположения

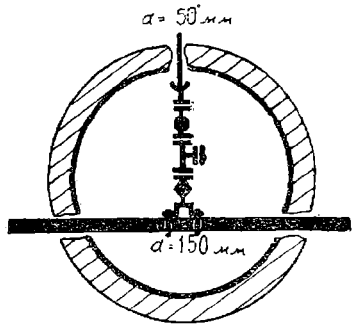


Рис. 285. Присоединение ввода к сети.

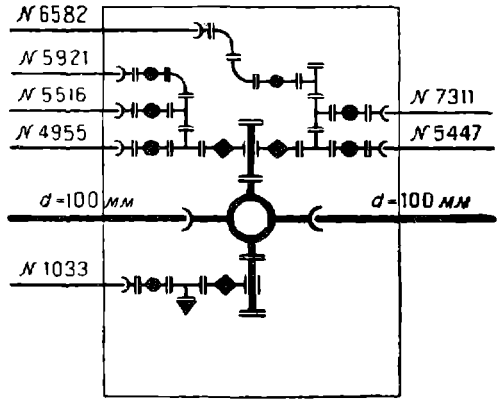


Рис. 286. Схема присоединений вводов.

труб при повреждении их возможны подмывы и аварии уличной сети. Наконец улица на большую ширину (иногда больше 1 *м*) и длину загромождается рядом труб, идущих на одинаковой глубине, что представляет затруднение для других подземных сооружений при их пересечении с водопроводом. Насколько иногда нецелесообразны бывают устройства, показывает рис. 286, где представлен один из колодцев московской водопроводной сети прежней укладки.

Вообще при выборе между добавочной прокладкой вдоль уличной магистрали и устройством нового колодца вопрос решается как указанными техническими и экономическими соображениями, так и местными условиями: характер мостовой, наличие материалов и пр.

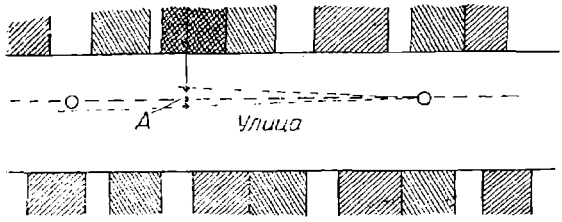


Рис. 287. Определение трассы трубопровода.

Схема цехового или домового ввода дается десятнику в виде предварительного эскиза. На месте же по последнему приходится производить разбивку, по которой ведется самая работа. Обычно ввод берется непосредственно от уличной трубы, поэтому возникает необходимость установить ее точное местонахождение на улице.

При прямой улице это устанавливается по двум соседним колодцам путем провешивания линий (рис. 287).

Если водопроводная труба между колодцами идет по кривой, то следует пользоваться точными чертежами или же делать поперек предполагаемого направления трубы пробную канаву так, чтобы ее впоследствии по возможности удалось использовать в качестве траншеи при прокладке домового ввода.

После определения местоположения ввода от точки *A*, как от центра, разбивают котлован для уличного колодца. Размеры котлована в плане зависят от размеров колодца; при средней глубине и необходимости крепления стенок бывает достаточно иметь котлован 2×2 *м*. Мостовое покрытие при булыжнике снимается больше (во избежание обвала камней) — приблизительно на 0,2 *м* с каждой стороны.

Снятый камень, песок и другие материалы складываются отдельно в кучи так, чтобы разнородные материалы не смешивались друг с другом и с выбрасываемой из котлована землей. Для определения границ котлована укладывают четыре доски.

Копание земли производится лопатами. В последнее время на водопроводных работах получают распространение пневматические лопаты.

По мере углубления в грунт в зависимости от стойкости последнего приходится укреплять стенки котлована. При грунтах нестойких крепление следует начинать возможно раньше, так как обвалы не только представляют угрозу безопасности рабочих, но и вынуждают делать излишнюю работу по выкидыванию обвалившегося грунта и исправлению мостовой, а также усложняют дальнейшие крепления. При насыпных грунтах не следует углубляться без распор глубже чем на 1 *м*, а при песчаных следует начинать крепление после 0,5 *м*. Крепление стенок котлованов и канав при устройстве домовых водопроводов следует вести даже в случае стойких грунтов, так как в городских условиях возможны трещины в грунте, наличие рядом прежних разрытий и т. п. Нечего говорить уже о том, что дождь, сотрясение грунта от перевозки тяжестей и т. п. могут способствовать обвалу целых глыб слежавшегося грунта и повлечь несчастные случаи.

При грунтах недостаточно надежных крепление боков котлована должно делаться сплошное.

Крепление котлована заключается в том, что полуобрезные доски длиной 2 *м* укладываются горизонтальными рядами вплотную к стенкам котлована колодца. Несколько таких досок схватываются по концам вертикально поставленными досками (стояками), которые распираются бревенчатыми распорами. Распоры для котлована берутся диаметром не менее 120 *мм*, доски — шириной около 200 *мм* и толщиной около 50 *мм*. В вертикальном направлении распоры ставятся на расстоянии друг от друга в обычных грунтах не более 1 *м*.

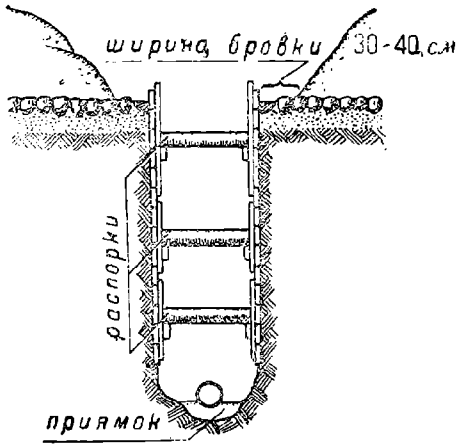


Рис. 288. Крепление канавы.

В случае стойких грунтов можно допускать крепление не сплошное, через одну доску, а иногда и реже.

Одновременно с разрытием котлована ведется и копание канав (траншей). Их ширина зависит от диаметра укладываемых труб и крепления канав и должна быть достаточна для удобного производства работ (выкидывания грунта), а также для укладки и надлежащего соединения труб. Ширина канавы понизу должна быть по крайней мере на 0,7 *м* больше наружного диаметра раструба, т. е. для труб диаметром 50 *мм* не менее 0,8 *м*.

Крепление канав (рис. 288) производится аналогично котловану, доски берутся полной длины, т. е. 4—5 *м*. По длине одной доски ставится три ряда стояков на расстоянии друг от друга около 2 *м*. Распоры должны располагаться так, чтобы была возможность удобного опускания и чеканки труб.

Глубина котлована для колодца определяется глубиной заложения уличной трубы. При этом котлован должен делаться глубже последней в целях возможности постановки домового присоединения и устройства дна колодца.

Глубина канавы определяется тем, что трубы укладываются непосредственно по дну ее.

Домовые вводы укладываются с небольшим (0,005—0,01 и меньше) подъемом к дому для удобства спуска воды из труб при выключении на зиму и для свободного выхода воздуха из уличной сети в домовую. Это уменьшает глубину заложения вводов; они, понятно, должны лежать ниже глубины промерзания грунта.

Если этого при имеющихся в данном месте условиях и соблюдении указанных требований достичь нельзя (мелко заложена уличная труба), необходимо домовый ввод опустить до надлежащей глубины в самом колодце. В исключительных случаях (при обходе водостоков и других подземных сооружений) возможно более мелкое заложение труб при условии их утепления.

Цеховые и домовые вводы с периодическим и непостоянным разбором воды следует закладывать относительно глубже.

В грунтах, насыщенных водой, особенно при плывунах, возможна укладка труб и выше общего для данной местности уровня промерзания сухого грунта, однако при обязательном условии, чтобы трубы постоянно находились в зоне грунтовых вод. Необходимо учитывать, что нередко

уровень грунтовых вод после устройства водопровода и канализации понижается, и в результате труба, уложенная в свое время в воде, впоследствии при недостаточной глубине заложения может замерзнуть.

В южных местностях глубина укладки труб определяется условиями прогревания грунта, который не должен лишать воду необходимой освежающей температуры. Прокладка домовых труб на глубине менее 1 *м* нежелательна во избежание повреждения от уличного движения.

При пересечении трубой сточных канав глубина ее укладки может оказаться меньше глубины промерзания, и в таких случаях необходимо принять меры для утепления трубы.

Вообще при пересечении водопровода с существующими другими трубами (канализационными и т. п.), лежащими приблизительно на той же глубине, кратчайшее расстояние между ними не должно быть меньше 0,10 *м*. Водопроводную трубу при подходе под сооружениями значительного размера (водосток, крупная магистраль и т. п.) в целях удобства и надежности эксплоатации следует заделывать в чугунный футляр. Заделка в футляре может быть полезна и при пересечении другой нижележащей проводки (например при недавней прокладке ее) во избежание перелома водопроводной трубы от просадки грунта. В одинаковой степени следует принять меры к уплотнению грунта в опасном месте.

Дно канавы и укладка труб должны проверяться по визиркам для того, чтобы не получалось каких-либо переломов в уложенных трубах. Поэтому канаву не следует сразу копать до окончательной глубины, но оставить небольшой слой грунта, который подчищается при укладке труб.

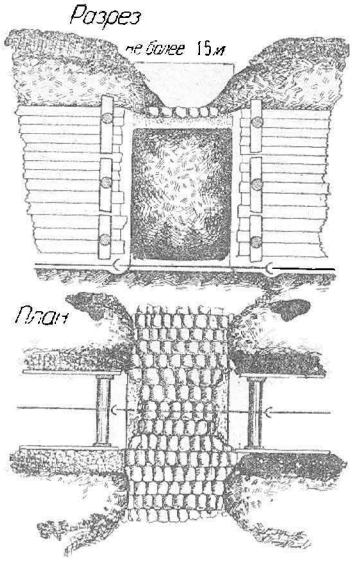


Рис. 289. Земляная перемычка.

В случае допущенной излишней глубины в отдельных местах канавы трубы должны подбиваться в этих местах песком. Ни в каком случае не допускается подкладывание кирпича, дерева и т. п., так как это способствует перелому чугунных труб. Таким образом трубы должны укладываться целиком на нетронутый грунт, причем под раструбами для удобства заделки их делаются углубления — приямки.

В случае крайней необходимости (оставление прохода или проезда без устройства мостков, удешевление стоимости работ, так как пробивка отверстия в грунте стоит значительно дешевле разрытия канавы) можно допустить и несплошное разрытие канав, т. е. оставление так называемых земляных перемычек (рис. 289). Однако при этом необходимо, чтобы раструбы находились в открытой канаве. Это условие при нормальной длине труб $D = 50$ *мм* в 2 *м* дает допустимый размер перемычки в 1,5 *м*. Для труб в 100 *мм* и более перемычка может быть около 3 *м*.

Трубы в земляных перемычках, как и вообще, должны лежать плотно по всей длине на нетронутом грунте. Отверстия в перемычках следует делать минимальными, но вполне достаточными для правильной укладки трубы. Перед засыпкой канав эти отверстия должны тщательно забиваться песком. Несоблюдение этих условий может повлечь за собой перелом трубы и просадку поверхности земли над перемычкой.

Пробивание отверстий для прокладки труб (тоннелей) в земляных перемычках следует производить специально выгнутыми лопатками с длинной насадкой или же буровым способом.

Нередко при прокладке вводов приходится пересекать один или два пути трамвая. В таких случаях наиболее удобно вести работу после подведения под пути мостков, под которыми раскопка канавы затруднений не представляет. Однако стоимость таких мостков исчисляется сотнями рублей. Их устройство порой задерживает прокладку домового водопровода.

Поэтому часто приходится и здесь прибегать к оставлению земляной перемычки. Однако ее размеры (до 4 *м* и больше длиной) заставляют принимать особые меры. Для безопасности рабочих употребляют лопаты с весьма длинными насадками, причем пробивают отверстия с обеих сторон одновременно. Необходимо особое внимание обращать на то, чтобы рабочие оставались вне перемычки.

Так как ремонт домового ввода в случае его повреждения во время эксплоатации будет затруднен, трубу помещают в футляр из труб, можно бракованных, диаметра 150—200 *мм*. В этом случае при повреждении вода будет выбивать в сторону, что предохранит от подмыва трамвайных путей. Вместе с тем легко будет вынуть поврежденные трубы и заменить их целыми.

При такой длине перемычки стык трубы неизбежно попадает в пределы перемычки. Поэтому в данном случае трубы заранее соединяют парниками (две трубы сразу), а затем вводят в футляр сбоку.

Аналогичное устройство может иметь место при пересечении заводских железнодорожных путей второстепенного характера. В более ответственных случах тип пересечения должен согласоваться с управлением железной дороги.

При пробивании фундамента трубу также помещают в футляр (рис. 290) в целях защиты подвала от затопления при поломке трубы.

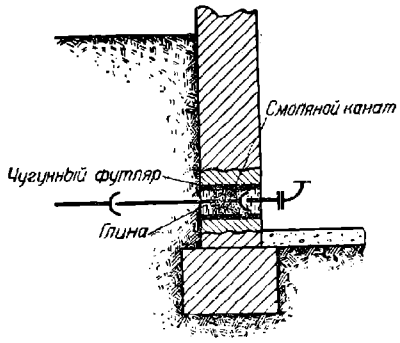


Рис. 290. Футляр.

Для эластичности и герметичности соединения футляр забивается смоляным канатом и замазывается жирной пластичной глиной.

Прокладка дворовой и внутриквартальной канализационной сети

Правильность производства работ по прокладке дворовой и внутриквартальной канализационной сети имеет огромное значение для надежного действия ее. Плохое устройство сети ведет к ее переделке, причем работы эти обыкновенно протекают в более тяжелых условиях.

Точное соблюдение требуемых уклонов трубопроводов и сохранение их во время эксплоатации являются основными условиями. Поэтому до начала земляных работ необходимо произвести разбивку трассы трубопроводов и нивелировку ее. Разбивка производится по центрам колодцев.

Нивелировка ведется от ближайшего репера, отметка которого известна. На основе полученных „черных“ отметок (т. е. отметок уровня земли) проверяют выполнимость намеченных по проекту „красных“ отметок (т. е. запроектированных отметок заложения лотков трубопроводов) и вносят необходимые поправки.

Затем производят разбивку колодцев, начиная с контрольного. При средней глубине их размер котлована достаточен 2×2 *м*. Он определяется наружным диаметром колодца и возможностью выемки крепежного леса.

Земляные работы при прокладке канализационной сети аналогичны работам по водопроводным сетям.

Для соблюдения уклона производство земляных работ и укладку труб ведут по визиркам. Для этого прежде всего над двумя соседними раскапываемыми котлованами закрепляют доски на ребро и к каждой из них прибивают по уровню тщательно остроганную планку („полочку“). Верхние отметки их определяют нивелировкой (рис. 291).

К тем же доскам, куда прибиты полочки, прибивают по визирке, т. е. две доски, сколоченные в виде буквы Т. Аккуратно остроганный верх визирки устанавливают по уровню. Визирку у нижнего колодца делают произвольной высоты. Пронивелировав верх

визирки (определив его отметку), узнаю (по разнице отметок) глубину от него до лотка колодца. Визирку у второго колодца устанавливают так, чтобы глубина от ее верха до лотка своего колодца была такой же, как и предыдущая.

В результате верх обеих визирок дает прямую, параллельную линии, соединяющей дно колодцев, т. е. уклону участка дворовой или внутриквартальной сети. Расстояние между обеими линиями будет постоянно. Соответственно ему выполняется ходовая визирка. Поставив последнюю в любом месте канавы, можно, провизировав линию по основным визиркам, видеть, насколько углублена траншея.

Котлован для колодца роют глубже ложа траншей на толщину дна его (примерно на 0,15—0,20 *м*). Работу начинают с бетонирования дна колодца. Глубину колодца отмеряют по отвесу вниз от соответствующей полочки. В результате получают точки, определяющие линии лотка труб. Затем между каждыми двумя котлованами для колодцев копают траншеи для труб. Следует обращать внимание на подчистки ложа канавы: канализационные трубы коротки, линия их укладки должна быть выдержана в точности по уклону

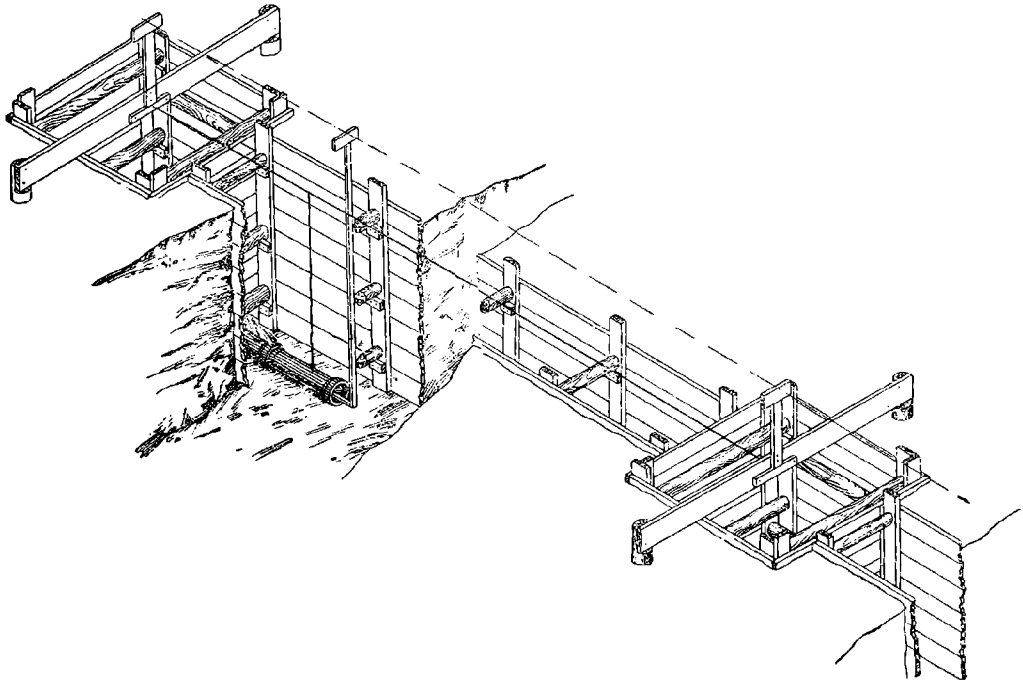


Рис. 291. Производство работ по укладке канализационной сети.

и конечно всякое отступление от нее, просадка, искривление отразятся на правильности работы канализации. Поэтому за глубиной траншей во время работы следят при помощи визирки. Копание прекращают ранее достижения требуемой глубины с тем, что подчистка грунта до нужной отметки будет выполнена при укладке труб. Излишнее же углубление траншеи потребует подсыпки песку и тщательной его утрамбовки с проливкой водой, что однако не будет так надежно, как естественный нетронутый грунт. Поэтому правило, чтобы труба по всей длине лежала плотно на нетронутом грунте, в канализации должно соблюдаться еще строже, чем в водопроводе. Разумеется, что здесь еще более, чем в водопроводных трубах, не допускается подкладывание под трубы кирпича, досок и т. п. Это вызывает повреждение или просадку (при сгнивании дерева) труб. Ширина траншеи делается в 0,9—1,0 *м* и более в зависимости от его глубины и диаметра труб.

Укладка труб ведется в готовой траншее против течения жидкости. Каждая труба при укладке проверяется в отношении уклона и прямолинейности. Первое достигается помощью ходовой визирки, которая нижним концом ставится внутрь лотка трубы. Последняя осаживается в грунт, пока верх ходовой визирки не будет находиться на линии двух других визирок. Прямолинейность оси трубы в плане устанавливают с помощью веревки, натянутой между полочками соседних колодцев. С веревки спускают отвес над трубой и в случае отклонения оси трубы от него ее подают в нужную сторону.

Для производства работ по соединению труб в ложе канавы у раструбов делаются углубления — приямки, которые после заделки стыков тщательно подбиваются землей и аккуратно утрамбовываются при засыпке траншеи.

При правильном выполнении канализационный трубопровод должен иметь совершенно прямолинейное направление. Оно проверяется просмотром трубы при помощи света и зеркала, причем видимое вполне круглое отражение является положительным показателем, овальное — отрицательным.

Горизонтальное бурение

При современных усовершенствованных мостовых и большом уличном движении присоединение здания к водопроводной сети открытым способом становится весьма затруднительным. В таких случаях может быть уместным горизонтальное бурение, которое с успехом применялось в Москве для устройства вводов и ряде других городов, например в Ижевске для прокладки канализационной линии длиной в 29 *м*.

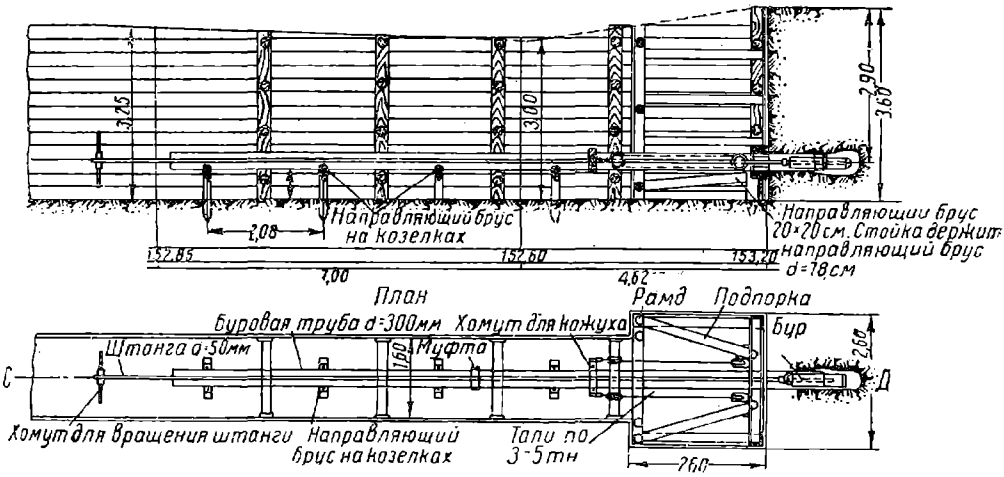


Рис. 292. Горизонтальное бурение.

Бурение возможно вести как сухим способом, так и с промывкой. Для производства работ необходимо иметь котлован и траншею для буровой штанги. Последняя ложится на направляющие брусья. Длина траншеи зависит от длины отдельных звеньев штанги, размеров требуемой проходки и может быть около 7 *м*.

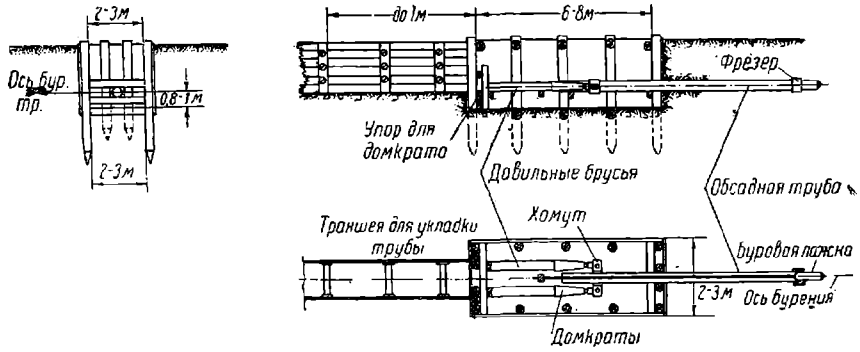


Рис. 293. Горизонтальное бурение.

Представление о характере производства работ по укладке канализационной линии можно получить из рис. 292. Работы выполнялись в Ижевске трестом Центроспецстрой.

При горизонтальном бурении необходимо вначале подготовить для него рабочее место. Оно (рис. 293) по данным инж. [Я. С. Суреньянца,

осуществлявшего эти работы в условиях Москвы, представляет котлован длиной 6—8 *м*, шириной 2—3 *м*. Глубина делается на 0,8—1,0 *м* более глубины заложения трубы. Здесь помещаются рабочие, ведущие бурение. Здесь же находятся два домкрата, которыми по мере проходки обсадная труба продавливается в грунт. Для возможности опускания труб, свертывания их и пр. также роется траншея. Для домкратов устраиваются специальные упоры. При проходке, когда нужно, вставляются давильные брусья.

Домкраты давят на хомут обсадной трубы с двух сторон симметрично. Грузоподъемность каждого из них в зависимости от диаметра обсадных труб берется следующая:

Таблица 62

Диаметр трубы в *мм* . .	150—200	250 — 300	300—400
Грузоподъемность одного домкрата в *т* .	10	15	25

Для горизонтального бурения применяются буровые трубы, соединяющиеся муфтами на резьбе по ОСТ $\frac{1569}{5\text{-М8}}\frac{\text{СТ}}{\text{ГУМП}}$.

Если длина горизонтального бурения превышает 30 *м*, то приходится вести его двумя колоннами труб. При этом проход каждой из них около 20—30 *пог. м*.

Естественно, что бурение можно вести при условии, что поперечный профиль улицы в части подземного хозяйства полностью известен. Обсадные трубы должны итти не ближе 0,2 *м* от других подземных проводок (труб, кабелей и пр.).

Ввод в здание прокладывается внутри обсадной трубы. Для него применяются стальные трубы с муфтовыми соединениями по ОСТ 5096, 5098, 5100. Зависимость между диаметром ввода и диаметром обсадных труб показана в табл. 63 (по данным инж. Я. С. Суреньянца).

Таблица 63

Диаметр ввода в *мм* . . .	50—75	100	125—150	200
Диаметр последней обсадной трубы в *мм* . . .	150	200	250	300
Диаметр первой обсадной колонны в *мм* .	250	300	350	400

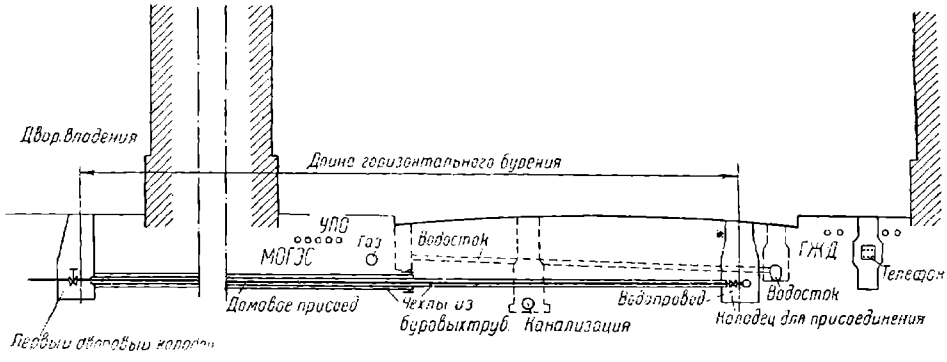


Рис. 294. Общий вид ввода, выполненного горизонтальным бурением.

Обсадные трубы применяются в виде коротких звеньев длиной 3—5 *м*. Грунт удаляется ложками и желонками.

В водоносных грунтах предусматривается откачка воды из рабочего места. В плывучих грунтах во избежание выноса и просадки грунта горизонтальное бурение вести не рекомендуется.

В средних условиях скорость горизонтального бурения составляет 1—3 *м* в смену и более. Работы ведутся в 3 смены. Бригада состоит из бурового мастера и 3—4 рабочих.

В окончательном виде ввод, выполненный горизонтальным бурением, схематически представлен на рис. 294.

Водоснабжение и канализация при передвижке зданий

При реконструкции наших городов в строительной практике встречаются случаи передвижек зданий без прекращения водоснабжения и канализации. Передвигаются обычно крупные здания большой ценности.

Внутренний водопровод в таких домах питается разводящей магистралью, идущей под потолком подвала. Поэтому для обеспечения бесперебойности водоснабжения остается соединить эту магистраль гибким рукавом достаточной длины с домовым ответвлением. Если разводящая магистраль идет по низу подвала, то это будет мешать передвижению здания. Тогда необходимо предварительно разводящую сеть переделать, подвесив ее к потолку подвала. Это соответственно укоротит стояки.

Значительно сложнее происходит дело с канализацией. Необходимо прежде всего вместо ряда отдельных выпусков устроить один-два выпуска на высоте, не препятствующей передвижке. Для этого приходится под потолком подвала подвесить сборную чугунную канализационную трубу, к которой подвести стоки из всех стояков. Диаметр труб в зависимости от количества сточных вод и диаметров стояков делается 100—125 *мм*. Уклон можно взять 0,01. Если ограничиться одним выпуском не удастся, можно выполнить два. Они заканчиваются фланцами, к которым привертывается гибкий гофрированный рукав. Сточная жидкость по последнему спускается в ближайшие смотровые колодцы. Если дворовой канализации по направлению передвижения здания нет, то приходится устраивать временную канализацию с рядом колодчиков (через 10—15 *м*), в которые спускается жидкость из рукава. Эта канализация может быть из керамических труб или из досок. Колодчики также могут быть деревянные, если будет обеспечена их водонепроницаемость.

В некоторых случаях может оказаться целесообразным сразу устроить постоянную дворовую канализацию, в колодцы которой и спускать сточные воды при передвижке зданий.

Прокладка трубопроводов внутри зданий

Трубопроводы внутренних санитарно-технических устройств прокладываются в большинстве случаев на виду по стенам. Этот способ наиболее простой и удобный, так как при нем монтаж труб и приборов не представляет затруднений. Неплотность соединений, а также другие неисправности всегда заметны и легко устранимы благодаря доступности трубопроводов. Недостатком является возможное потение труб, а также порча внешнего вида помещения. Это терпимо в цехах, но весьма неприятно в гражданском строительстве. Поэтому МГК ВКП(б) и Президиум Моссовета признали необходимым проектировать в капитальных зданиях Москвы только скрытую в каналах проводку систем отопления, водопровода, канализации и горячего водоснабжения (постановление от 9 октября 1936 г.). Еще при проектировании прокладки трубопроводов необходимо учитывать относительное размещение их в целях удобного пересечения, соблюдения необходимых уклонов и достижения хорошего внешнего

вида устройства. При этом решающим фактором должно быть удобство пользования приборами.

Особенно важным является правильное расположение канализационных трубопроводов: соблюдение уклонов, удобство заделки стыков, отсутствие изгибов. Водопроводные трубы легко могут изгибаться, и потому они должны приспосабливаться к канализационным трубам.

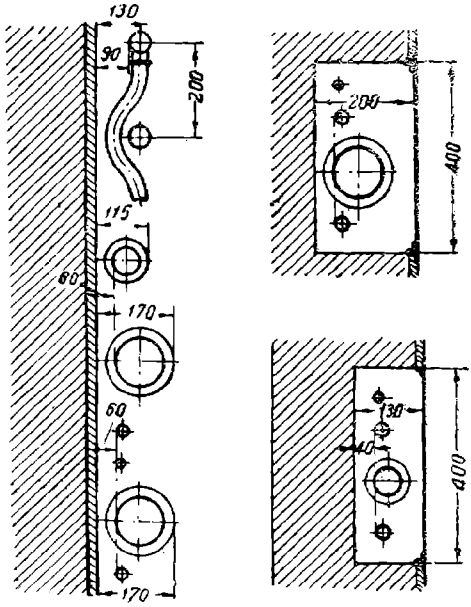


Рис. 295. Расположение труб.

Приблизительные расстояния труб от стены и друг от друга указаны на рис. 295. Эти расстояния зависят от диаметра труб, материала их и типа соединения и определяются возможностью монтажа и способом закрепления труб. Последнее показано на рис. 296. Как видно, некоторые скобы дают возможность закрепления труб на очень близком от стены расстоянии (4—2 *см* и менее)

Даже открытая прокладка трубопроводов на практике нередко сопровождается пробиванием стен и перекрытий. Это усложняет, удорожает и удлиняет работу и ухудшает качество ее. Вместе с тем это отражается неблагоприятно и на строительстве в целом. Поэтому еще при проектировании зданий должны быть изготовлены чертежи с точным расположением и размерами всех отверстий, которые следует оставить во время строительных работ для прокладки в них трубопроводов. Своевременное оставление таких отверстий позволяет сократить соответствующие расходы в 3—5 раз при кирпичной кладке и до 8—10 раз при бетонных и

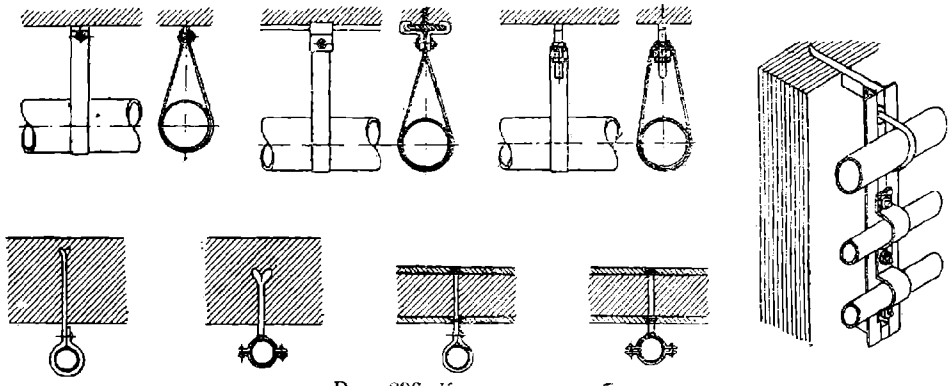


Рис. 296. Крепление труб.

железобетонных сооружениях, не говоря уже о возможном ослаблении конструкции последних при пробивании каналов и отверстий. Последние еще более необходимо заблаговременно предусмотреть, если предполагается прокладка трубопроводов в стенах. К закрытому способу прокладки приходится прибегать в тех случаях, когда открытая проводка недопустима и нежелательна. Например при плохой планировке помещений канализационные стояки нередко проходят внутри больничных палат, столовых, зал и т. п.

Проводка труб в стене нередко делалась с глухой заделкой каналов, оштукатуркой и с оставлением доступа только к ревизиям и арматуре. В последнем случае они закрываются специальными отъемными крышками или оштукатуриваются по сетке. При таком способе в случае появления течи в трубах приходится ломать стену. Поэтому глухая заделка в новейшем строительстве запрещается. Вместо этого канал перекрывается легкими щитами, не отличающимися по виду от окружающих стен и легко снимающимися. Независимо от способа заделки размеры канала должны и обеспечить благоприятные условия для монтажа и быть такими, чтобы не усложнять строительных работ. При кирпичной кладке стен каналы в них должны определяться размерами кирпича. Проводка труб в стене усложняет их ремонт. Поэтому особое внимание должно быть обращено на качество работы и испытание труб. Закрепление их должно делаться таким образом, чтобы разборка или разъединение их в случае необходимости не представляли затруднений.

При тонких одинарных перегородках проводка труб делается открытой или же при наличии отделки помещения трубы скрываются за нею. Если перегородки двойные, то во избежание ослабления стоек горизонтальные трубы проводятся по низу помещения и покрываются коробом; вертикальные же трубы устраиваются внутри перегородки. Это создает конечно все неудобства „заделанной" прокладки труб, но до сих пор широко практикуется за границей.

В Москве лучшим способом прокладки водопроводных труб считается проводка выше пола с закрытием панелью. При этом течь причиняет меньше неприятностей и легко устраняется.

В ряде случаев трубы вообще укладываются по стене, а затем покрываются коробом. То же имеет место, когда отводные трубы выходят ниже междуэтажного перекрытия.

Практически следует руководствоваться характером здания, местными условиями и существующими постановлениями.

Необходимость обслуживания в современном крупном здании большого количества различных санитарно-технических трубопроводов делает целесообразным применение специальных каналов и шахт. Для уменьшения количества их необходимо, чтобы трубы шли по возможности рядом.

При незначительных диаметрах труб, небольшом количестве их, размер канала делается достаточным лишь для монтажных и эксплоатационных работ. В этом случае подобно прокладке труб в стенах покрытие канала делается съемным либо полностью либо частично в наиболее ответственных местах. Перекрываются каналы в зависимости от характера здания рифленым 3-*мм* железом, 30—40-*мм* досками или бетонными плитами.

При большом количестве труб и благоустроенном здании каналы не только делаются полностью доступными, но нередко обеспечивают возможность осмотра и ремонта трубопроводов. Для обслуживания их наименьшая высота канала должна быть около 0,7—0,8 *м*; проходимые каналы имеют высоту около 1,7—1,8 *м*. В ряде случаев делаются комбинированные каналы, причем большие размеры осуществляются в местах возможных засорений, присоединений, расположения арматуры и т. п. Примеры таких каналов ниже пола и под потолком представлены на рис. 297. Их высота около 0,7 *м*. Каналы под полом чаще всего перекрываются съемными плитами; каналы под потолком имеют лазы. Последние хорошо располагать в коридорах рядом с вентиляционными устройствами.

Шахты и каналы облегчают распространение по зданию огня, звуков, различных насекомых, мышей, а также нежелательное движение воздуха. Высокие шахты могут быть причиной несчастных случаев. Поэтому они поэтажно делятся легкими перекрытиями. Точно так же и в каналах устраиваются соответствующие перегородки. Для изоляции от шума шахты

внутри покрываются звукоизолирующим материалом причем трубы изолируются от кладки (рис. 298).

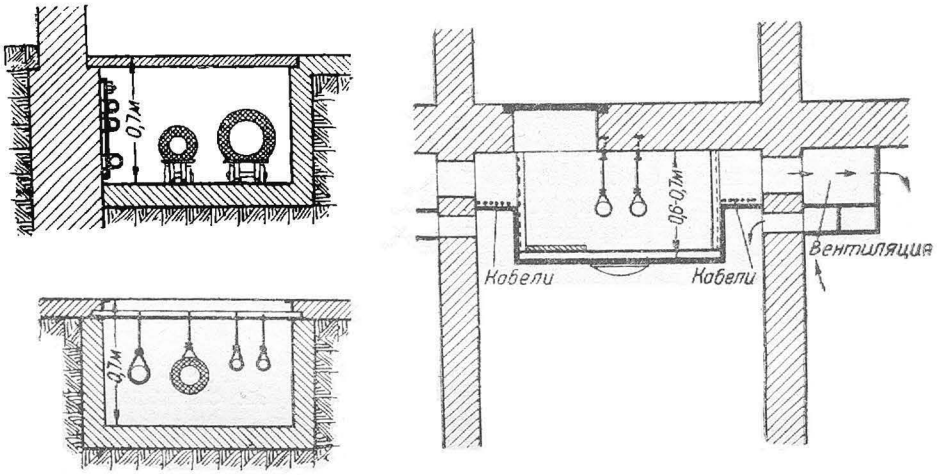


Рис. 297. Прокладка в каналах.

При пересечении потолков трубами необходимо обеспечить возможность передвижения их (при температурном удлинении) и защитить от

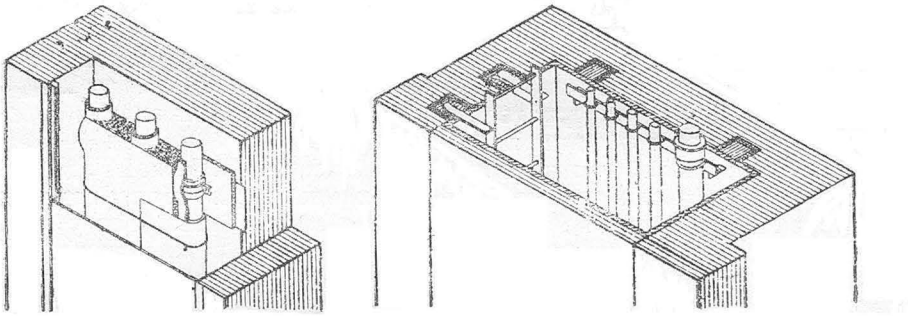


Рис. 298. Трубопроводы в шахте.

просачивания воды. В этих целях стояк должен проходить сквозь футляр, поднятый выше пола примерно на 8 *см*. В банях, ванных и т. п. необхо-

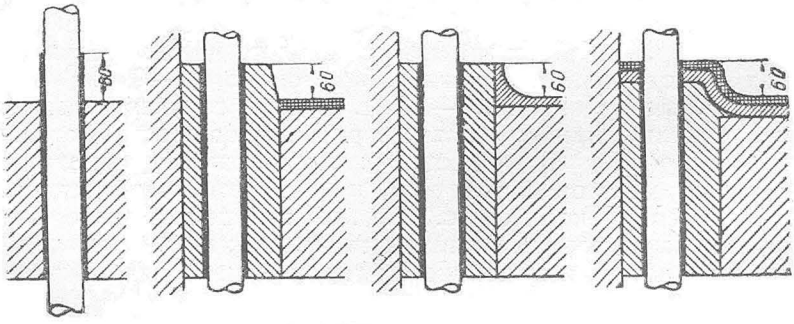


Рис. 299. Пересечение потолков

димо поднять пол с изоляцией вокруг трубы, чтобы вода не могла просачиваться в этом месте (рис. 299). Для возможности температурных

удлинений за границей в высоких зданиях практикуется устройство расширительного изгиба труб (рис. 300).

В строительстве современных цехов и зданий в большом количестве применяются стальные конструкции. В них трубопроводы часто прокладываются до устройства стен и перекрытий, при этом направление труб должно быть по возможности прямым без перегибов и обхода несущих конструкций; во время же эксплоатации они должны быть доступны без какого-либо повреждения или разборки несущих конструкций. Для предохранения от распространения шума трубы и каналы рекомендуется отделить от стального каркаса звуконепроницаемой изоляцией. Типы проводки труб изображены на рис. 301. Слева представлены стояки, смонтированные одно-

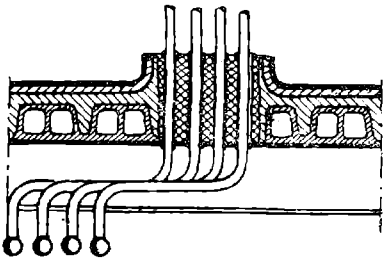


Рис. 300.

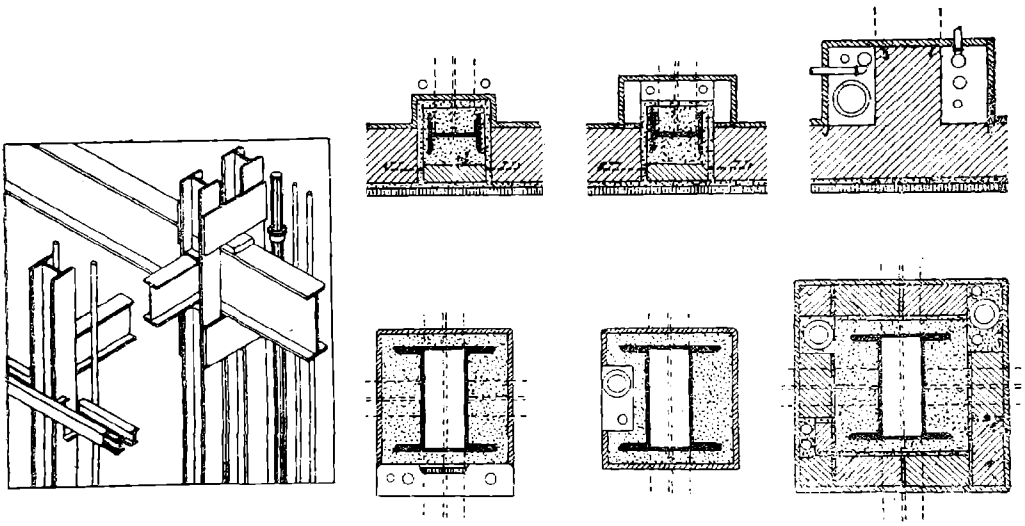


Рис. 301. Проводка труб в стальных каркасных зданиях.

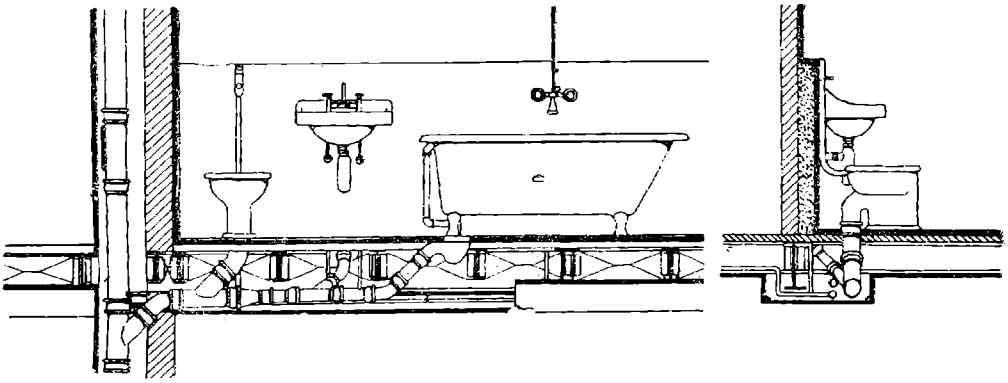


Рис. 302. Скрытая проводка труб.

временно с каркасом. На деталях видно расположение трубопроводов при открытой, скрытой и заделанной проводке.

Скрытая проводка отводных труб санитарного узла при стальной несущей конструкции перекрытия видна из рис. 302.

Организация и производство работ

Стахановское движение, эта высшая форма социалистического соревнования и ударничества эпохи социализма, сломало старые технические нормы. В своей борьбе за высокую производительность труда и высокое качество продукции стахановское движение тесно связано с непрерывными поисками новых, все более совершенных приемов работы, новых методов организации труда и производства.

Максимальное уплотнение рабочего дня, систематическая работа над рационализацией приемов работы, тщательная подготовка и обслуживание рабочего места, максимальное использование техники и механизмов — основные условия стахановской работы.

В санитарно-техническом оборудовании зданий приходится иметь дело с самыми различными работами при разнообразии местных условий. Монтажные работы в маленькой мастерской по ремонту оборудования и в мастерских, обслуживающих монтаж его при массовом строительстве грандиозных гражданских зданий или мощных цехов, естественно, будут носить разный характер.

В области оборудования зданий у нас иногда имеют место полукустарные методы работы. Значительная часть рабочего времени при этом тратится на хождение от примитивной мастерской к месту работ и обратно, на поиски материала, на бесчисленные приладки и переделки и т. п. Характерным для этих работ является почти полное отсутствие монтажных чертежей, недостаточность руководящих указаний технического персонала, вместо которых широко применяется выполнение работ „по месту". В результате вносится заметный оттенок личного усмотрения и часто недостаточного опыта.

Даже в мелких ремонтных работах стахановские методы дали значительное повышение производительности труда и улучшение качества работ.

Стахановское движение от проектировщика требует не только тщательного продумывания всей схемы водоснабжения и канализации, быстрого и лучшего решения задачи в целом, но и обеспечения условий для стахановского производства работ по оборудованию цехов и зданий. В этих целях должны даваться специальные чертежи расположения и размеров отверстий и каналов в стенах, перекрытиях, полах и т. д. для прокладки трубопроводов. В чертежах должна предусматриваться максимальная типизация отдельных деталей с возможностью массового их изготовления в мастерских. В некоторых проектных конторах уже типизированы чертежи комнаты с ванной и умывальником при центральном горячем водоснабжении, при газовой колонке и при дровяной колонке, для скрытой и открытой проводки труб. Имеются типовые водопроводные стояки при открытой проводке, пожарные стояки, групповые душевые кабинки и т. д.

Кроме проектных материалов каждая постройка должна иметь календарный план производства работ. В нем указываются последовательность отдельных работ, время начала и окончания каждой, количество потребной рабочей силы, ее квалификация, сроки получения материалов и механизмов и т. д. Весьма наглядно календарный план представляется в виде графиков.

На постройке необходимо также иметь строительный финансовый план с данными о сметной стоимости отдельных видов работ, о расходах по целевому назначению, о фондах заработной платы, нормах выработки и т. п.

Работы по санитарно-техническому оборудованию цехов и зданий должны быть тесно увязаны между собой и с общестроительными работами; в частности до начала строительства необходимо составить совместный проект организации работ. Имеются указания о порядке производства сантехработ ряда организаций. Так, МГК ВКП(б) и Президиум Моссо-

вета признали необходимым: производить санитарно-технические работы в гражданских зданиях параллельно с общестроительными, соблюдая их очередность.

Одновременно с кладкой первого этажа здания строители обязаны полностью подготовить помещения котельной, насосной и угольной для производства монтажа котлов, насосов, трубопроводов; иначе говоря, весь грунт из этих помещений должен быть убран, полы в них забетонированы, сделаны верхние перекрытия и постоянный вход в котельную и установлены фундаменты для моторов и насосов; на сантехников возлагается обязанность монтажа котельной и обратных труб в подвале параллельно с кладкой первого этажа.

Вводы для канализации и водопровода рекомендуется делать до начала основных строительных работ.

Укладка труб в подпольных каналах производится параллельно с каменной кладкой с отставанием на один этаж. При окончании кладки второго этажа строители должны выкопать и выложить кирпичом тоннели для магистральных трубопроводов. Одновременно с кладкой стен в первую очередь нужно сделать санитарные узлы, забетонировав перекрытия их и оставив отверстия для трубопроводов. Монтажные водопроводно-канализационные работы также необходимо вести параллельно со строительными работами с отставанием от каменной кладки на 2 этажа. Строители обязаны до начала работ по водоснабжению и канализации установить в санузлах перегородки, произвести маячную оштукатурку стен и перегородок в местах расположения трубопроводов и приборов и дать отметку чистого пола.

Монтажные работы на чердаке необходимо вести одновременно с кровельными работами. К этому моменту строители обязаны сделать подсыпку для утепления перекрытия и основание для напорных резервуаров, если они имеются.

В целях правильной организации рабочего места сантехников все места производства монтажа санитарно-технического оборудования необходимо полностью освободить от строительных лесов и подмостков за исключением опалубки, расположение которой должно быть увязано с удобством работ.

Если санузлы типизированы, с успехом могут применяться „скоростные" методы монтажа, при которых последний ведется одновременно по всему зданию. Мосгорсантехстрой таким способом оборудовал жилой дом в 25 000 $м^3$ канализацией, водопроводом, газопроводом и отоплением в течение 40 час. При этом производительность труда превышала на 200—300% обычную [1].

Аналогичные примеры имеют место и в других конторах.

При цехе или здании, где производятся работы по санитарно-техническому оборудованию, необходимо иметь склад (или кладовую) с полками, стеллажами, шкафами и другими местами для хранения инструмента, труб, арматуры, приборов и пр. Все они здесь должны осматриваться, очищаться и раскладываться в определенном порядке. При каждом приборе следует иметь весь необходимый комплект деталей и соединений. Арматура, краны, выпуски, переливы и т. п. должны быть пригнаны к соответствующим приемникам.

Поскольку такие склады носят временный характер, то здесь полезно иметь переносные козлы для труб, разбирающиеся стеллажи и т. п.

Временная построечная мастерская должна быть обеспечена всем необходимым оборудованием (тиски, прижимы, станки для труб и пр.) и находиться на расстоянии не более 50 *пог. м.*

---

[1] „Жилище". Вопросы проектирования и строительства жилых зданий, 1938, стр. 34. Доклад инж. К. А. Преображенского.

Индустриальные методы строительства во всей остроте ставят вопрос о разработке стандартов санитарных приборов и арматуры, типизации установки их, качестве материалов, их хранении, доставке и правильном использовании, в частности борьбе с потерями, механизации работ, об учете и калькуляции и т. д.

В соответствии с постановлением правительства ведется разработка стандартов: умывальников, клозетных чаш и бачков, писсуаров, раковин, моек, трапов, сифонов и других санитарных приборов и арматуры к ним.

Особое внимание должно уделяться рациональному инструменту, улучшающему качество работы, облегчающему ее и при этом повышающему производительность труда, а также механизацию работ. Одной из наиболее ответственных является установка санитарных приборов.

Основными операциями при установке санитарных приборов являются: разметка, пробивка отверстий или углублений в стенах и междуэтажных перекрытиях (если они не были заблаговременно оставлены), изгибание и нарезка труб, разъединение и соединение трубопроводов.

Разметка, отнимая много времени, является весьма важной работой, так как, определяя положение санитарного прибора, она не только создает удобства эксплоатации и ремонта его впоследствии, но и отражается на санитарно-гигиенической и эстетической стороне установки. Эта работа нередко протекает не только без каких-либо точных указаний технического персонала, но даже и вообще без них. В лучшем случае имеется проект санитарно-технического оборудования цехов или зданий, но без точных указаний относительно расположения отдельных приборов, без деталировки, без разметки необходимых размеров. Необходимо кроме общих проектов иметь деталировки монтажа отдельных приборов. Все они должны быть типизированы.

В советских условиях число типов санитарных приборов безусловно должно быть и будет сведено до необходимого минимума. Но и теперь уже каждой строительной организации практически приходится иметь дело с весьма небольшим количеством их. Поэтому целесообразно наряду с чертежами установки приборов иметь заранее приготовленные постоянные шаблоны. Пользование ими облегчит работу монтеров и даст возможность производить ее рабочей силой низкой квалификации.

Шаблоны изготовляются из железа или плотного картона. Они должны давать точное положение прибора не только относительно стены, но и пола. На шаблоне должны иметься отверстия, соответствующие месту пробивки дыр и выемок. При этом расположение их относительно краев, определяющих горизонтальное и вертикальное направление, должно быть совершенно правильным. Иногда для установки уровня прибивают к кромке шаблона специальную планку.

По шаблону в присутствии технического надзора наносится краской на стене или полу очертание расположения санитарного прибора и места отверстий.

Инструменты и станки

Основными операциями при санитарно-техническом оборудовании цехов и зданий являются: разрезка, изгибание и нарезка труб, разъединение и соединение газовых трубопроводов, соединение чугунных труб, прокладка и укрепление трубопроводов, разметка, пробивка отверстий, если они почему-либо не оставлены, установка приборов, приемников и нагревателей.

Для обработки трубы надлежащим образом она должна быть аккуратно, удобно и прочно укреплена в зажимных тисках (рис. 303), которые в свою очередь накрепко приделаны к верстаку. Однако нередко бывает рационально иметь переносные тиски, которые в таком случае устанавливаются на треножнике.

Разрезка труб мелкого диаметра производится обыкновенной ножовкой со стальным полотном. Достоинством этого инструмента является точность при выполнении работы, но для труб большого диаметра употребляются труборезы с одним, тремя (рис. 304) или более режущими роликами. Разрезка достигается вращением трубореза вокруг трубы, причем по мере углубления в нее роликов расстояние между ними сокращается винтовым прижимом. Ролики должны устанавливаться перпендикулярно к трубе, в противном случае срез получится косой. Во избежание порчи роликов не следует зажимать ими трубу слишком сильно и одинаковой мере при вращении трубореза нельзя оказывать на них боковое усилие. При резке необходима хорошая смазка.

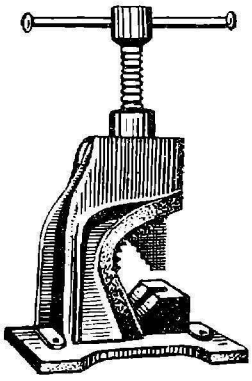


Рис. 303. Зажимные тиски.

В настоящее время однороликовые труборезы должны быть отвергнуты, как требующие много силы и времени. Трехроликовые хотя и лучше, однако имеют тот недостаток, что на трубе после обрезки остаются заусенцы как с наружной, так и с внутренней стороны. И те и другие должны обязательно удаляться, так как наружные мешают нарезке и соединению трубы, а внутренние сужают ее сечение и оказывают добавочное сопротивление движению воды.

Заусенцы удаляются при помощи фрезеров (раззенковок) (рис. 305), которые закрепляются в коловороте и при вращении снимают заусенцы как снаружи (изображен слева), так и изнутри (изображен справа) трубы. Снаружи трубу зачистить можно и обыкновенным полукруглым напильником.

Так как вся эта работа требует излишней затраты времени и средств, то в последнее время стали применять усовершенствованные труборезы, которые не только не оставляют заусенцев, но при применении высококачественной вольфрамовой стали дают до 40% экономии во времени.

Труборезные станки применяются двух основных типов. В ножовочном станке разрезание трубы происходит от приводной ножовки, которая приподнимается при обратном ходе.

Производительность этого станка — при 60 об/мин — около 6 мин. на перерезку трубы диаметром в 25 *мм*; мощность мотора — 2 *л. с.*

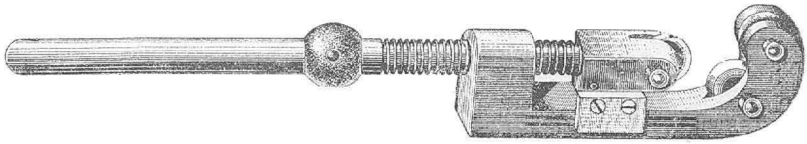


Рис. 304. Труборез.

В циркулярных станках весьма чистая, без заусенцев, резка осуществляется тонким стальным диском, сидящим на одном валу с электромотором и вращающимся со скоростью около 100 *м/сек.* Труба диаметром в 40—60 *мм* перерезается станком с диаметром диска 500 *мм* в 10—30 сек. Требуемая мощность 4 *л. с.* При более мощных станках возможно разрезать трубы до 300 *мм*, причем на одну операцию идет не более 90 сек. Естественно такие станки уместны лишь в крупных мастерских с большим количеством соответствующих работ. Они могут также резать сталь разных сечений.

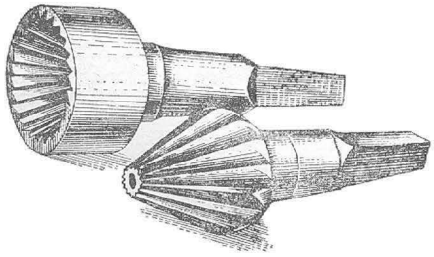


Рис. 305. Раззенковки.

Нарезка труб. Газовые трубы соединяются на резьбе муфтами. Резьба производится клуппами при помощи находящихся в них плашек.

Старые типы плашек представляют по существу разрезанные стальные гайки, причем резание стружки осуществляется углами. В этом случае режущая грань прилегает к поверхности трубы и преодолевает не только сопротивление резания, зависящее от твердости металла, но и от трения нижней грани резца о трубу. Чем меньше угол, образуемый обеими гранями резца (угол заострения), тем легче резец вклинивается в обрабатываемую трубу и тем меньше усилия требуется для отгибания стружки. Вместе с тем понижается сопротивляемость резца изгибу или излому. Поэтому чем тверже материал нарезаемой трубы, тем больше должен быть этот угол.

Чтобы уменьшить при нарезке трение о трубу, нижняя режущая грань плашки должна отстоять от обрабатываемой поверхности на угол β (угол зазора). Он делается

около 3—4″. В результате усилие, требующееся для вращения инструмента, зависит от суммы углов $\alpha + \beta$, которая составляет угол, называемый углом резания (рис. 306).

Вышеуказанным условиям удовлетворяет конструкция клуппов Сестрорецкого завода „Дуплекс", у которых имеются 3 вставные, легко сменяемые, удобно передвигаемые плашки. Последнее достигается тем, что в плашках имеются прорезы, в которые входят эксцентрично расположенные направляющие. При повороте планшайбы все плашки равномерно приближаются к центру или удаляются от него.

В тех случаях, когда нарезка клуппом с двумя рукоятками по местным условиям расположения трубы невозможна, употребляются однорукояточные клуппы с трещоткой (рис. 307), дающие возможность вращения в обе стороны. На рисунке показан механизм с защелкой для изменения направления резания. Поворотом защелки одна из собачек отжимается от храпового колеса; другая, работая при вращении рукоятки в сторону резания, упирается в зуб храповика и, поворачивая его, вращает и плашки. Когда рукоятка дойдет до предельно возможного в данном месте положения, она вращается в обратную сторону, причем собачка щелкает по храповику.

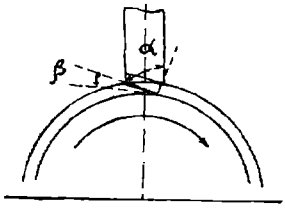


Рис. 306.

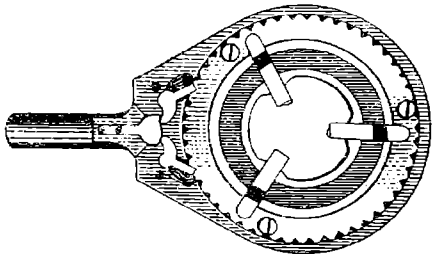


Рис. 307. Клупп с трещоткой.

Нарезка труб в целях хорошего соединения должна быть не больше и не меньше требуемой глубины, т. е. соответствовать такой же у фасонных частей, которые должны легко, но без шатания навертываться на половину длины своей резьбы.

При нарезке резьбы она всегда получается к концу несколько коническая. Длина короткой резьбы зависит от диаметра трубы и должна соответствовать половине длины муфты. Минимальная длина ее должна быть:

Таблица 64

Диаметр трубы в *мм*	Длина резьбы в *мм*	Отношение длины к диаметру	Диаметр трубы в *мм*	Длина резьбы в *мм*	Отношение длины к диаметру
13	16	1,2	50	30	0,6
19	20	1,2	63	36	0,6
25	22	0,9	76	44	0,6
32	23	0,7	102	51	0,5
38	25	0,7			

При нарезке трубы плашки нужно хорошо, но без излишков, смазывать олифой вареным льняным маслом). При твердом железе полезно нарезаемое место предварительно подчистить напильником или отжечь. Получившиеся после нарезки заусенцы спиливаются.

На трубах обыкновенно нарезают „правую" резьбу, вращая клупп по часовой стрелке. Но в случае соединения труб соединительной гайкой, которая стягивает трубы и имеет на одном конце правую, а на другом левую внутреннюю резьбу, приходится делать левую резьбу и на конце трубы. Для этой цели в клупп вставляются левые плашки, причем клупп вращается против часовой стрелки.

В крупных мастерских уместны разнообразные приводные станки для нарезки труб. Примером может служить представленный на рис. 308. Он пригоден для резьбы от $^1/_2$ до 4″, причем применяются сменные двухсторонние резцы: с одних концов $^1/_2$—$^3/_4$″, с других 1—4″.

В зависимости от типа станка, числа оборотов, диаметра резьбы и пр. производительность газовой нарезки составляет в минуту около 90—50 *мм* и больше.

Применяемые у нас трубонарезные станки Госсантехстроя $^1/_2$—2 $^1/_2$″ имеют производительность при 30 об/мин для резьбы $^3/_4$″ около 10 *мм* в минуту. С увеличением числа оборотов производительность увеличивается.

Соединение труб. При соединении труб между собой муфтами или фасонными частями резьбу по ее ходу обертывают пеньковыми нитями и, промаслив их, навинчивают фасонную часть. Для лучшей герметичности нередко употребляют различные жидкие замазки, обычно суриковую или из свинцовых белил. Та и другая приготовляются на олифе. К одной части по весу добавляют две части сухого порошка свинцового сурика или свинцовых белил и смесь тщательно перемешивают.

Несмотря на всеобщее распространение этих замазок, применение их нежелательно ввиду их ядовитости и опасности для рабочих. Нежелательны также и кислотные замазки как вызывающие заржавливание соединений, что затрудняет разборку труб. Поэтому лучше делать замазку из мела или графита с лаком.

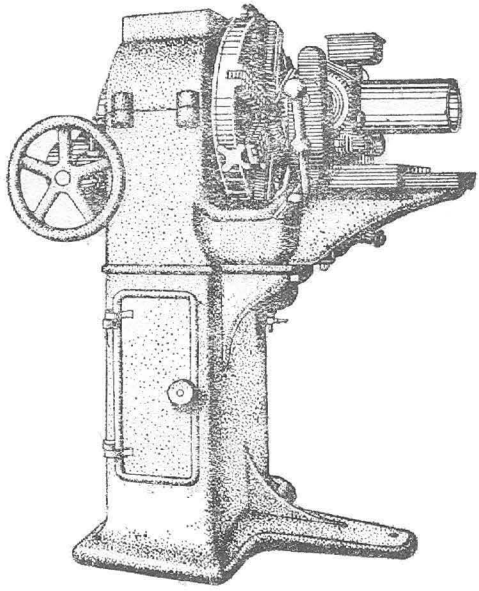


Рис. 308. Станок для нарезки труб.

Разъемные соединения нужно делать в тех местах, где приходится разбирать трубопровод в целях ремонта арматуры, прочистки труб и т. п. В частности такие соединения делаются на стояках через один этаж, а также в нижней части стояков над запорными вентилями. Длинные ответвления от стояков и ответвления к приборам или арматуре, закрепленной на здании, в равной мере снабжаются разъемными соединениями. Последние следует ставить и в тех случаях, когда на трубопроводе имеются выгибы в виде „уток“ или скоб.

Обыкновенно разъемные соединения выполняются посредством сгонов. При этом на одном из соединяемых концов нарезают короткую резьбу, а на другом — длинную. Длина последней определяется тем, что на нее при разъединении сгоняют контргайку и муфту.

Для соединения сгона на длинную, покрытую замазкой резьбу навертывают контргайку и муфту. Затем к концу этой резьбы приставляют впритык по одной оси конец смазанной и обернутой прядью короткой резьбы. После этого на последнюю перегоняют муфту. Она будет сидеть как на обыкновенном муфтовом соединении. Затем оставшуюся часть длинной резьбы также обматывают прядью, покрывают замазкой и, перегнав на это место контргайку, закрепляют ею доотказа муфту. Соединение при этом получается надежное и легко разъединяемое.

Навинчивание фасонных частей сначала ведется рукой, а затем клещами. Последние применяются различных типов. Пассатижи (клещи) употребляются при трубах небольших диаметров, откидные или универсальные (рис. 309), пригодны для разных диаметров, но

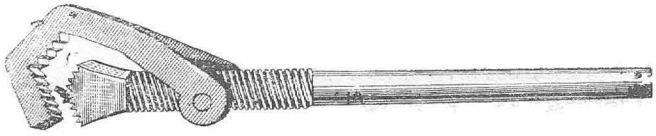


Рис. 309. Клещи.

имеют недостаток в виде открытой, легко повреждающейся и изнашивающейся резьбы. Алигаторные клещи удобны, когда трубу нельзя охватить. Они вдавливаются в металл, после чего поворачиваются и поэтому портят поверхность трубы. Цепные клещи употребляются для разных и обычно более крупных диаметров труб. Французский ключ употребляется преимущественно для навертывания гаек.

В тех случаях, когда трубы должны разбираться быстро, причем в разъединении их (например в месте расположения водомера) может возникать частая необходимость, следует употреблять фланцевые соединения.

При давлениях, обычных во внутренних водопроводах, возможно употреблять фланцы, соединенные с трубой на резьбе.

Гнутье труб. Потеря напора в отводах и в особенности в круглых, а еще более в прямых коленах довольно значительна. Кроме того постановка каждой фасонной части требует затраты труда на резку, нарезку и соединение труб, всякое же соединение является слабым местом трубопровода. Поэтому нередко, в особенности при трубах хорошего качества (в частности цельнотянутых), повороты в трубопроводах выполняются гнутьем труб. Но часто оно бывает и неизбежно, например при проводке труб по кривой поверхности.

при обходе другой трубы с помощью скобы, при устройстве „утки" или при угле поворота, не соответствующем имеющимся фасонным частям.

При гнутье трубы очень важно, чтобы ее сечение всюду осталось в своем нормальном виде. Если не принимать необходимых мер, то труба при изгибе может сплющиться. На внутренней стороне отвода возможно образование складок. Если труба имеет продольный сваренный шов, бывают случаи его раскрытия.

Во избежание всего этого трубы гнут, предварительно наполнив их хорошо просушенным чистым без органических примесей речным песком. Наличие сырости ведет к парообразованию и может повлечь повреждение трубы; органические же вещества выгорают, что вызывает образование пустот.

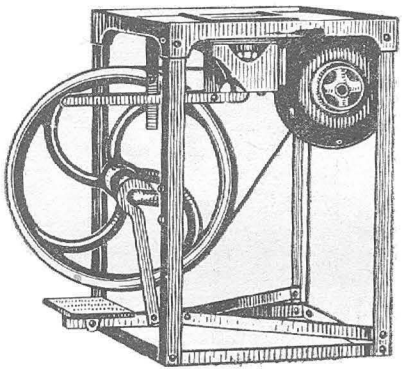


Рис. 310. Переносный горн.

Один конец трубы заколачивают деревянной пробкой, через другой сыплют посредством воронки песок, для уплотнения которого все время постукивают по трубе молотком. Затем забивают пробкой и другой конец. Трест Мосгортехстрой производит набивку труб песком с помощью бункера, вышки высотой в 8 *м* и вибраторов.

Для изгибания необходимо иметь соответствующий шаблон, сделанный из железной проволоки диаметром в 4—5 *мм*. Наметив мелом границы изгиба (длина его при угле в 90° равна 6 диаметрам трубы), это место нагревают на переносном горне (рис. 310) до вишнево-красного каления. Затем трубу зажимают у границы изгиба в тиски, поливают водой нагревшуюся часть вне меловых знаков и осторожно по шаблону выгибают трубу. Места, где необходимая кривизна уже достигнута, также охлаждают водой. Не следует трубу перегревать, лучше нагреть ее несколько раз. При обнаружении начала сплющивания трубы ее выправляют в тисках.

Наиболее слабым местом в сварных трубах является их шов. Поэтому при изгибе труб его располагают таким образом, чтобы он шел по радиусу кривизны, где его длина не изменяется.

После изгиба трубы песок из нее высыпают. При небольших диаметрах труб гнутье можно вести в холодном состоянии, однако при обязательной набивке трубы песком.

Оцинкованные трубы можно нагревать не более чем до темного каления, и то при хорошей оцинковке. Гнутье их поэтому возможно в меньшей мере, чем черных труб.

Станки для гнутья применяются ручные и приводные. Все они основаны на комбинации шаблона определенного радиуса и ролика, благодаря относительному движению которых происходит изгиб трубы.

На станках изгиб возможно производить без песка и нагрева труб. При крупных диаметрах труб гнутье производится на прессах, что удешевляет работу в 15—20 раз по сравнению с ручной.

В последнее время за границей начинают применять сварку труб. Это дает значительную экономию в металле и более надежную работу водопровода, особенно при высоком давлении.

Качество производства работ особенно важно в канализации. Правильность выбора диаметров и уклонов, обеспечение сохранения этих последних во время эксплоатации имеют первостепенное значение для санитарного состояния всего здания. Между тем загрязнение сточной жидкостью стен и потолков не только помещений санитарных приемников, но и других, соседних, где проходят отводные трубы или стояки, — явление весьма обычное; объясняется оно часто неудовлетворительным качеством работы. Особенно плоха бывает заделка стыков, расположенных раструбом вниз или под самым потолком, в углу, у самой стены и вообще в местах, трудно доступных для производства работы.

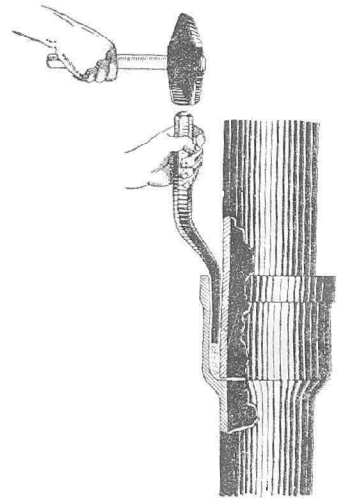


Рис. 311. Конопатка.

Здесь заделка при помощи обыкновенной прямой конопатки и чеканки (рис. 311) становится невозможной. Поэтому у нас избегают раструбов в этих местах или готовят парники (два соединенных куска трубы), которые затем устанавливают на место, чем однако нередко нарушается герметичность. Приведенный рисунок, как и последующие, показывает американскую практику заделки раструбов при помощи молотка; в случае небрежной работы при этом весьма легко повредить раструб. Поэтому лучше обходиться без него или же пользоваться деревянным молотком.

Применение не плоской конопатки и чеканки, а изогнутой в рабочем конце по наружному диаметру трубы уменьшает опасность повреждения раструба; качество работы тоже будет лучше. Наряду с этим в США применяются различные фасонные конопатки и чеканки в различных комбинациях с другими инструментами.

В местах трудно доступных применяются (рис. 312) конопатки и чеканки с вертикальными рукоятками *А*, изогнутые правые и левые *Б*, потолочные спускные прямые *В*, потолочные спускные S-образные *Г*, изогнутые с горизонтальными ручками *Д*.

Способ употребления указанного инструмента виден из рис. 313. Прядь сначала забивается резкими толчками от руки, а затем применяется молоток.

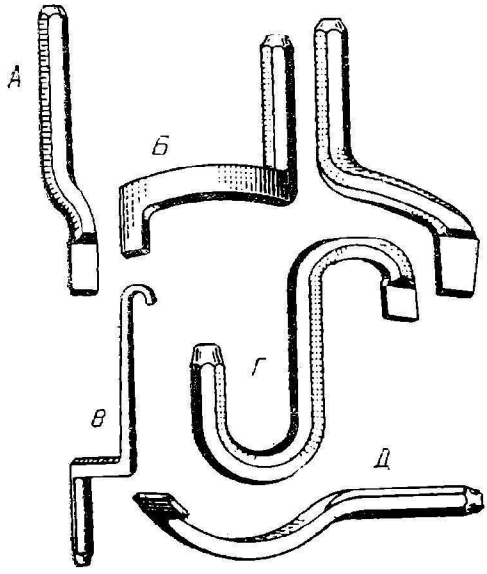


Рис. 312. Специальные конопатки.

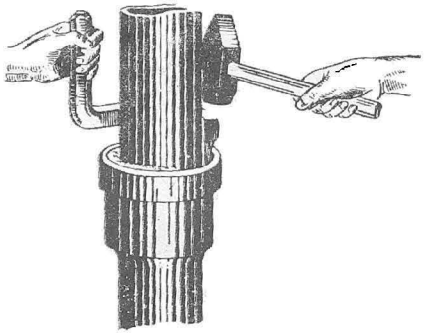


Рис. 313. Заделка стыка.

Весьма рационально сочетание конопатки (или чеканки) и молотка в одном инструменте (рис. 314).

Весь указанный инструмент должен изготовляться из стали лучшего качества. Применяемые чеканки имеют почти тот же вид, что и конопатки, но конечно короче и прочнее последних. Чеканки обычного типа делаются в США различной толщины (от 3 до 12 *мм* через 1,5 *мм*), при этом плоские выгнутые.

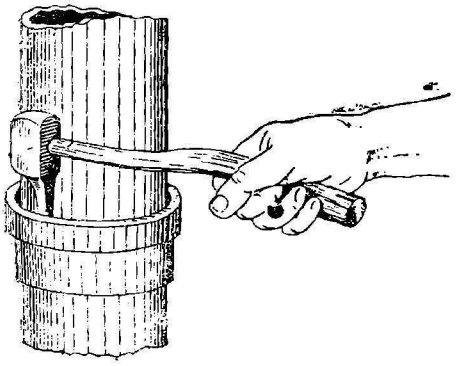


Рис. 314. Комбинированный инструмент.

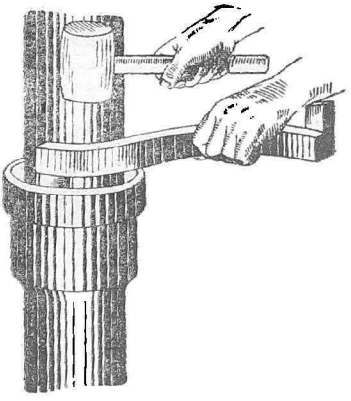


Рис. 315. Изогнутая чеканка.

На рис. 315 представленая изогнутая чеканка (делаются правые и левые), употребляемая при расположении труб в углах помещений.

В случае наличия колена, мешающего работе, может быть с успехом применена длинная чеканка с загнутым концом. По аналогии с конопатками возможно употреблять и потолочные спускные чеканки (рис. 316).

В самом верху рисунка представлен специальный чеканочный молоток, а ниже следуют: комбинированная (правая и левая) чеканка, две чеканки для колен, две чеканки спускного типа и комбинированная (правая и левая) спускного типа.

При заливке стыка свинцом у нас труба у раструба обматывается куском веревки или жгутом из пряди и обмазывается мокрой глиной так, чтобы концы выходили наружу. Затем веревку вытаскивают, делают из отверстия литник, в который вливают расплавленный до перегрева свинец. Последний затем слегка зачеканивается. Этот способ в США отвергается как опасный вследствие возможного разбрызгивания свинца (от соприкосновения расплавленного свинца с сырой глиной происходит парообразование воды) и неудовлетворительный по результатам работы.

Для заделки стыков здесь употребляют квадратный плетеный асбестовый шнур, соединяемый зажимом. В этом случае глина может понадобиться только тогда, когда раструб обращен книзу (рис. 317). Работа при таком способе идет быстрее, стоит дешевле и по качеству получается лучше. Для улучшения качества американцы рекомендуют производить чеканку еще горячего свинца. Раструб должен наполняться свинцом с одного раза, чтобы заливка была беспрослойная. Вследствие употребления мокрой глины нередко имеют место ожоги рабочих брызгами свинца и т. п. При рубке труб должно быть обращено особое внимание на достижение в точности требуемой длины, чтобы в раструбах не оставалось щелей, представляющих опасность как в отношении проникновения пряди в трубу, так и возможной утечки.

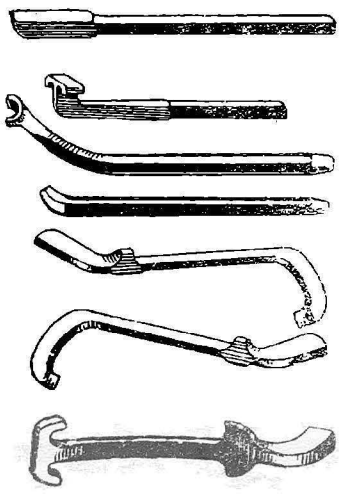


Рис. 316. Чеканочный инструмент.

Необходимо ознакомить рабочих с правилами производства монтажных канализационных работ. В частности рабочий должен находиться дальше от заливаемого раструба и вне пределов возможного разбрызгивания свинца. Необходимо беречь ноги, если труба идет выше пола. Следует быть осторожным при передаче чумички с расплавленным свинцом нижестоящему рабочему. При заливке раструбов, находящихся высоко, необходимо следить, чтобы под ним никого не было. Весьма полезны соответствующие плакаты по технике безопасности.

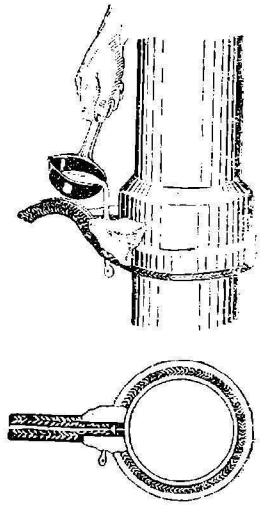


Рис. 317. Заделка раструба.

Когда заделка раструбов делается цементом, вопрос упрощается. Но ввиду небольшой прочности канализационных раструбов их конопатка и чеканка должны делаться крайне осторожно. При заливке асфальтом остается опасность возможных ожогов.

Вместо разрезки чугунных канализационных труб роликовым труборезом можно применять рубку их остро отточенным зубилом. Ввиду небольшой толщины стенок трубы рубка при правильном производстве ее менее опасна в отношении повреждения ее. Необходимо, чтобы рубка велась не на-глаз, а по предварительно тщательно нанесенной меловой линии. При этом труба должна опираться не на свои концы, а устойчиво опираться на земляную насыпь или деревянную подкладку в месте рубки.

Техника безопасности

Работы по водоснабжению и канализации зданий нередко сопровождаются различного рода несчастными случаями. Несоблюдение техники безопасности или правил ведения работ может повлечь за собой человеческие жертвы и большие материальные убытки.

Так, в Аахене в 1925 г. при подведении воды было повреждено здание. Произошло это потому, что траншея глубиной 1,1—1,2 *м* для укладки труб была выкопана на расстоянии 0,25—0,35 *м* от стены дома. Фундамент последнего, находившийся выше, осел и в цоколе образовалась трещина. При этом бывшие ранее в этом ветхом здании трещины раскрылись, и дом стал негодным для жилья.

В Москве имел случай осадки угла двухэтажного здания, после чего пришлось из него выселять жителей и подводить угол вновь, начиная от фундамента. Произошло это следующим образом: домовый ввод подводился к углу дома, где намечалось место водомера. Значительная часть улицы была перерезана канавой для укладки труб. Во время ночного ливня канава наполнилась водой; фундамент был подмыт и осел. Нередко в аналогичных случаях имеет место затопление подвалов водой.

Часто присоединение к уличной сети выполняется в существующих водопроводных колодцах, в которых порой скопляются удушливые газы: светильный, болотный (метан) или углекислый.

Несчастные случаи с электрическим током, ожоги расплавленным свинцом, обвалы грунта при наружных работах—явления частые. Поэтому о технике безопасности нельзя забывать и должно неуклонно соблюдать правила производства работ.

В частности при рытье земляной траншеи вблизи стен зданий необходимо принимать меры против возможности осадки фундамента. Для этого должна быть обеспечена неподвижность грунта под ним. Если глубина канавы больше, чем заложение фундамента, то во всяком случае линия, соединяющая его подошву с ложем канавы, должна лежать ниже естественного откоса данного грунта. При прохождении траншеи вблизи зданий нельзя полагаться на крепление ее боков. Несмотря на это, грунт может дать некоторую подвижку, в особенности после засыпки и даже в случае сравнительно плотной утрамбовки канавы. Поэтому в средней полосе СССР расстояние края канавы от фундамента следует делать не менее 1—1,5 глубины траншеи, но конечно вообще следует каждый раз исходить из имеющихся в данном месте условий.

Отметим наиболее важные моменты при производстве работ.

При встрече с подземными сооружениями необходима осторожность во избежание порчи их; особенно следует обращать внимание на электрические кабели, повреждение которых опасно для жизни рабочих.

При пробивании земляных перемычек рабочие должны находиться в открытой канаве (вне перемычек), причем работы должны вестись так, чтобы не было опасности обвала.

Удаление распор должно производиться крайне осторожно и постепенно с перестановкой их. В слабых грунтах крепление снимается по одной доске, в особо опасных случаях канавы засыпаются без выемки распорного материала.

Опускание труб и других материалов в канавы должно производиться с принятием необходимых мер для безопасности рабочих. Опускание предметов более 150 *кг* весом должно производиться с помощью треног и блоков. Опускание не должно нарушать прочности распор.

Не допускается при устройстве ограждений распирание канав ненадлежащими материалами (употребление вместо бревен досок, вместо досок теса и т. п.). В равной мере запрещается забивание под распоры клиньев, подкладывание камней и т. п. В случае необходимости долгого держания канав в открытом виде под распоры должны прибиваться деревянные подкладки (бобышки).

При опускании людей в канаву должна быть предварительно проверена прочность распор, на которые приходится становиться.

Крышки колодцев следует открывать специальными крючками, ломом, не всовывая пальцев между крышкой и люком. В крайнем случае (при отсутствии специальных приспособлений) подъем крышки может быть произведен и руками, но при этом следует предварительно принять меры против возможности внезапного ее закрывания.

После открытия колодца до спуска в него следует убедиться (по запаху), нет ли в нем светильного или болотного газа. При обнаружении такового крышку следует оставить открытой, так как светильный и болотный газы легче воздуха и из колодца выйдут. Для удаления газа более тяжелого, чем воздух, следует откачать его специальным насосом, если указанное не помогает, необходимо пустить воду в колодец из пожарного крана.

При оборудовании внутренней разводки здания должны в свою очередь соблюдаться меры безопасности.

Применяемые лестницы должны быть достаточно прочны и гарантировать от самопроизвольного перемещения и скольжения по полу. Во время работы под ними не должно находиться людей. При работе зубилом, ножевкой, шлямбуром и др. надо беречь глаза и руки. Вообще осторожное, вдумчивое отношение ко всякой операции поможет избегнуть несчастных случаев при устройстве домовых водопроводов, а равно рытых колодцев и других работ, которые могут встретиться при водоснабжении зданий.

Работы по канализованию зданий требуют более строгого отношения к технике безопасности: 1) во внутренней канализации приходится иметь дело с трубопроводами больших диаметров; 2) укладка канализационной сети должна делаться с тщательным соблюдением уклонов; 3) наружную канализационную сеть нередко (при глубоком заложении уличного коллектора) приходится укладывать на большей глубине, чем водопроводные трубы.

Наибольшую опасность представляют газы, собирающиеся в канализационной сети. Они бывают двух родов: 1) ядовитые, вредные для здоровья, и 2) взрывчатые или горючие. По удельному весу они могут быть тяжелее и легче воздуха.

Причиной взрывов в большинстве случаев является присутствие в канализационной сети бензина, бензола, светильного газа, метана, сернистого углерода, ацетилена, паров эфира и тому подобных газов. Попадают они в канализацию со сточными производственными водами (винокуренных, дрожжевых, костеобрабатывающих и других заводов), сточными водами многочисленных гаражей, лабораторий, больниц, аптек и т. д.

Насколько опасно попадание в канализацию горючих жидкостей, видно из того, что 1 *л* бензола при нормальных условиях превращается

в 200—250 *л* газа и расстилается тонким слоем иногда на большой длине. За границей в одном случае имели место взрывы по каналу длиной около 300 *м* и в другом на длине около 1,2 *км*.

Значительная часть газов, образующих с воздухом взрывчатую смесь, обладает специфическим запахом, что облегчает возможность распознать присутствие их. По своему удельному весу они весьма различны. Так, газы, образующиеся от испарения жидкостей, значительно тяжелее воздуха по удельному весу: бензин — 2,7, эфир — 2,6, спирт — 1,6. Все они легко воспламеняются, причем воздух уже с 6% паров эфира обладает способностью взрываться. Пары бензина и бензола ядовиты; пары эфира и спирта производят опьяняющее действие.

Нередко взрывы происходят от попадания в канализацию светильного газа. Его удельный вес 0,4—0,7, температура воспламенения около 645°. Он состоит из водорода, метана и окиси углерода. Сильно ядовит. Обладает резким запахом.

Водород, получающийся при воздействии кислотных вод на железо и другие металлы, весьма легок (уд. в. 0,07), горит, с воздухом образует весьма сильную взрывчатую смесь — гремучий газ.

Метан, или болотный газ, имеет уд. в. 0,55, температуру воспламенения около 690°. Горюч, в смеси с воздухом взрывается, при больших дозах ядовит.

Ацетилен обладает неприятным запахом, по удельному весу близок к воздуху (около 0,94), температура воспламенения 480°.

Не останавливаясь на других подобных газах, отметим, что основное требование безопасной эксплоатации канализации — недопущение спуска в нее горючих и взрывчатых жидкостей и предупреждение попадания в нее взрывчатых газов со стороны. Особое внимание в этом отношении должно быть уделено гаражам и предприятиям, где возможен спуск огнеопасных жидкостей. Необходимы: соответствующая техническая пропаганда среди рабочих этих предприятий (разъяснение недопустимости спуска бензина или бензола в канализацию, например при мытье ими рук, помещение специальных плакатов и т. п.), обязательная установка бензиноотделителей, административное и юридическое воздействие в случае злостного неисполнения требований нормальной эксплоатации канализации, хорошая вентиляция ее. Но наряду с этим должно жестко проводить мероприятия по технике безопасности при канализационных работах и при спуске в колодцы.

До спуска в канализационный колодец, как и в водопроводный, после открытия его крышки следует убедиться по запаху, нет ли в нем упомянутых выше газов. Если запаха не ощущается, то нужно все-таки убедиться в отсутствии газов при помощи лампочки Деви со сплошной металлической сеткой. Сетка предохраняет от опасности воспламенения возможно имеющихся в канализации газов от лампы; с другой стороны, если сетка раскаляется и пламя гаснет, то это служит показателем наличия в колодце опасных газов. Бросать или опускать в колодец горящие предметы (зажженную бумагу, фонарь с огнем) категорически должно быть воспрещено.

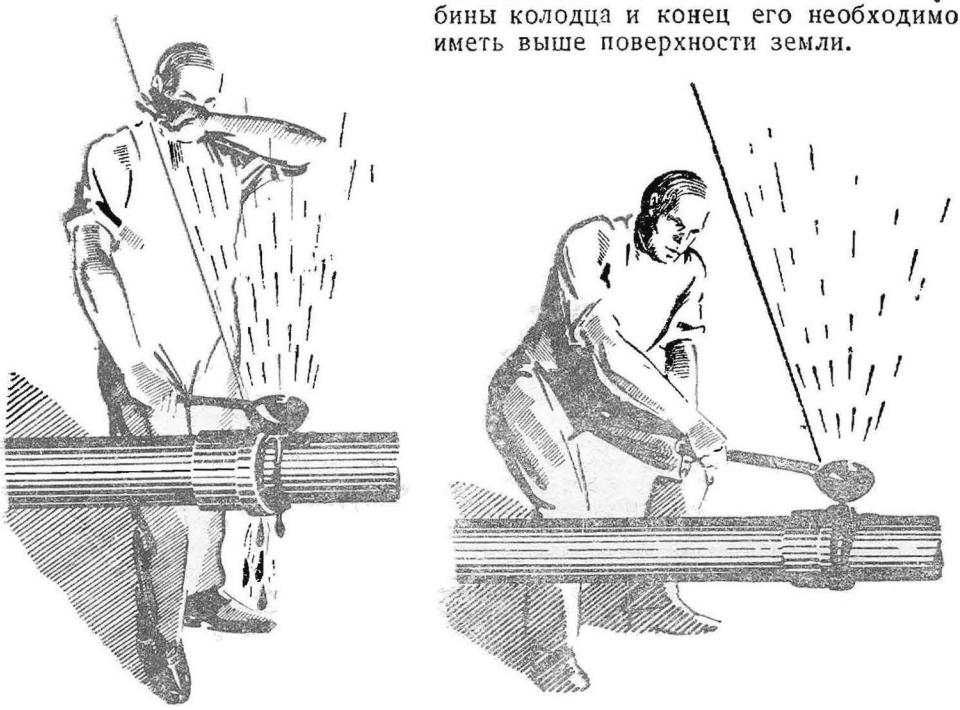
При наличии газа он должен быть удален до спуска людей в колодец. Газы более легкие, чем воздух, из колодца улетучиваются сами, если он постоит некоторое время открытым. Менее быстро это происходит с каналами. Для вентиляции их открывают колодцы по обе стороны от проветриваемого участка канала.

Тяжелые газы удаляются отсасыванием при помощи эксгаустора с ручным или механическим приводом. Если эти газы заполняют значительный участок сети, может оказаться целесообразным отделить нужный участок посредством клапанов из толстой прорезиненной ткани, которые не стесняют вместе с тем течения сточной жидкости.

Возможно удалить тяжелые газы, создав подпор в сети подобно тому, как это делается при ее промывке.

Независимо от принятия мер для удаления вредных газов из канализационной сети спуск в колодцы допускается при условии, что кроме спускающегося на поверхности земли имеется 2 рабочих, из которых один — специально для наблюдения и оказания в случае необходимости помощи работающему в колодце. Спускающийся в колодец должен надеть предохранительный пояс с привязанной к нему веревкой длиной на 3 *м* больше глубины колодца. Конец последней должен держать рабочий, находящийся наверху.

В случае, когда из колодца удалить полностью газ не удается, спуск в колодец может быть разрешен только в противогазе. Шланг от последнего должен быть на 2 *м* больше глубины колодца и конец его необходимо иметь выше поверхности земли.



а Рис. 318. *б*

Из прочих вопросов техники безопасности остановимся лишь на заливке раструбов расплавленным свинцом. Ввиду его дефицитности нормально применение свинца не допускается. Если же оно будет необходимо, следует работать в очках и при заливке держать лицо, туловище и ноги вне сферы возможного разбрызгивания или пролива металла. С этой точки зрения полезно иметь специальные плакаты по технике безопасности для различных работ и в частности в отношении заливки раструбов. Примером соответствующих плакатов могут служить представленные на рис. 318. В первом (*а*) изображено положение рабочего, при котором может произойти ожог лица и ног брызгами расплавленного металла, на втором (*б*) представлена рекомендуемая поза во время работы.

ГЛАВА 20

ИСПЫТАНИЕ СЕТЕЙ

Испытание водопроводной сети

Утечка во внутренней водопроводной сети ведет к большим перерасходам воды, а в тех случаях, когда течь происходит в местах соединений, портит части здания и внешний вид помещения. Особенно непри-

ятна утечка при скрытой прокладке трубопроводов. Поэтому до сдачи внутреннего водопровода в эксплоатацию должно делаться испытание его гидравлическим давлением. Оно выполняется трижды.

1. Рабочее испытание отдельных участков системы после окончания монтажа их. При этом устраняются все течи в местах соединения, заменяются негодные детали, неисправная арматура и т. д. Производится осмотр всех трубопроводов, причем вода нигде не должна выступать наружу, хотя бы в виде отдельных капель, „слез" и т. п. Размер гидравлического давления желательно иметь не ниже максимального рабочего напора. Это первое испытание можно считать законченным, если кроме установленной герметичности сети по внешним признакам давление по манометру в ней будет снижаться не более чем на 1 *ат* в течение 10 мин.

2. Повторное испытание производится в отношении всей системы в целом. При этом опять проверяются все соединения трубопроводов и особое внимание обращается на места присоединения отдельных участков и трубопроводов, подвергавшихся самостоятельному рабочему испытанию. Все течи должны быть устранены, и вся система подготовляется к окончательному испытанию.

3. В третий раз испытание производится на сдачу всей системы внутреннего водопровода в эксплоатацию. При этом внешний осмотр трубопроводов не делается, а вся сеть держится под гидравлическим давлением, причем оно должно снижаться не более чем на 1 *ат* в течение 10 мин. Высота гидравлического давления должна быть не ниже максимального давления, под которым работает или может оказаться данная сеть.

Естественно, что испытание должно производить в условиях невозможности замерзания воды в трубах. Поэтому температура помещения должна быть не ниже $+3°$.

Наполнение системы водой делается медленно снизу. При этом должен быть обеспечен полный выпуск воздуха из труб. Наличие его хотя бы в самом небольшом количестве искажает правильность гидравлического испытания, замедляя снижение давления во время испытания, несмотря даже на наличие утечки воды. Поэтому при наполнении системы должны быть открыты все верхние краны, должен быть выпущен воздух из идущих кверху петель, воздушных мешков и т. п., если они вследствие какой-то исключительной причины допущены.

Нагнетание давления производится ручным гидравлическим прессом.

До гидравлического испытания конечно должна быть произведена приемка работы, гарантирующая доброкачественность производства последней, т. е. безусловно должны быть обеспечены: правильное положение стояков и всех трубопроводов, соблюдение требуемых уклонов, отсутствие мешков и петель, надежное крепление трубопроводов, полная их устойчивость, правильность соединения и присоединения труб, фасонных частей и арматуры, установка приборов на надлежащей высоте и соответствующем месте и т. д.

Испытание внутренней водопроводной системы производится в открытом положении всех ее трубопроводов.

Испытание канализационной сети

Внутренняя канализационная сеть должна быть вполне герметична для того, чтобы не пропускать канализационные газы в помещение и не давать утечки сточной жидкости даже при наполнении трубопроводов (в случае их засорения). Отводные канализационные трубы могут прокладываться в некоторых случаях на виду (в уборных), но обычно помещаются в междуэтажных перекрытиях. Естественно, что утечка, в последнем случае весьма нежелательная с санитарной точки зрения, вызывает появление грязных мокрых пятен на потолке и для своего устранения требует ряда неприятных работ. Поэтому до заделки трубопроводов после их прокладки необходимо убедиться в их достаточной герметичности.

Для этой цели непроницаемость внутренней канализационной сети (стыков и самих труб) проверяют испытанием. Существует ряд способов такого испытания. У нас нередко для этого употребляется наполнение сети дымом или какими-либо газами с сильным запахом; попадание их

в помещение свидетельствует о неплотности труб. Не говоря уже о том, что производится такое испытание обычно самым примитивным и недостаточно надежным образом, при благоприятных условиях этим методом можно обнаружить места утечки, однако он не гарантирует, что места утечки будут найдены все, и не дает уверенности, что испытуемый трубопровод вообще исправен. Этот метод, по которому можно, и то не всегда, получить отрицательную характеристику сети, не дает никакого материала для суждения об ее положительных качествах. Вообще необнаружение недостатков еще не является доказательством чего-либо положительного.

Однако в некоторых случаях к этому методу испытания приходится прибегать, поэтому мы на нем остановимся, но в том более совершенном виде, в котором он находит применение в Англии и США.

Очень часто канализационная сеть зданий вообще не испытывается. Отсюда возникают те неприятные последствия, о которых выше говорилось. В настоящее время, когда в капитальных зданиях по постановлению МГК ВКП(б) и Моссовета от 9 октября 1936 г. устраивается только скрытая проводка водопровода, канализации и горячего водоснабжения, испытание канализационных трубопроводов совершенно необходимо. Поэтому мы осветим соответствующий заграничный опыт.

Отыскание неплотности по запаху. В качестве летучего вещества применяется мятное или парафиновое масло, имеющее резкий запах. При употреблении этого способа мятное масло в количестве 30—50 *г* приблизительно с 4,5 *л* кипятку или 4 *л* парафинового масла, смешанного с 2 *л* кипятку, вливаются с крыши в вытяжную трубу.

Для испытания канализационных труб требуется около 35 *г* мятного масла на 10 *м*, но в целом не менее 55 *г* на каждую линию или стояк. Все отверстия кроме одного вытяжного при опыте заранее должны быть закрыты. Необходимо принять меры, чтобы в помещение не был внесен запах применяемого вещества. Поэтому на крышу оно должно доставляться в закрытых бутылях. Лицо, вливающее жидкость в сеть, во все время опыта не должно входить в помещение. Контролирующее сеть лицо не должно соприкасаться с упомянутой жидкостью.

Сильно пахнущая жидкость иногда вводится на веревке через ватерклозетную чашу в небольшом герметически закрытом стеклянном сосуде. При дергании за веревку сосуд разбивается и жидкость выливается в трубопровод.

По специальному кодексу Нью-Йорка способ испытания мятой применяется лишь в зданиях не выше 6 этажей.

Испытание дымом. При этом способе обоняние служит для предварительного установления места утечки, после чего зрение определяет его точно.

Конечно дым для этого должен быть сильно пахнущим и густым. Получается он сжиганием промасленного тряпья, промасленной бумаги. Подходящим топливом является хлопковый угар (очес, пропитанный маслом). Вообще топливо должно давать возможно больше дыма при минимальном выделении тепла и по возможности отсутствии пламени.

Дым в США и в Англии нагнетается в канализационную сеть снизу и, когда начнет выходить через верхние отверстия, последние закрываются. Давление подымается до 50—75 *мм* вод. ст. и больше (в Нью-Йорке считается достаточным 25 *мм* вод. ст.), но вообще до величины, не опасной для гидравлических затворов. Благодаря давлению выход дыма в местах утечки происходит более интенсивно. Если утечка невелика и дыма не видно, следует запирать окна и двери для лучшего улавливания запаха дыма. Место утечки точно определяется пробой при помощи мыльной воды по появлению пузырей.

Прибор для испытания дымом состоит из камеры для сжигания и воздуходувки — вентилятора или меха. Привод бывает обычно ручной.

Простейший тип „Эклипс“ изображен на рис. 319. Благодаря качанию ручки *A* диафрагма *B* поднимается, воздух засасывается в нижний мех и выталкивается из верхнего; при падении диафрагмы воздух из нижнего отделения переходит в верхнее.

Пройдя по трубе *Б*, воздух попадает в камеру *Г*, где происходит неполное сгорание под давлением, а затем по трубе *Е* и гибкому рукаву попадает в канализационную сеть. Камера горения окружена водяной рубашкой для охлаждения и создания гидравлического затвора с крышкой, образующей нечто в роде газгольдера. Следует иметь в виду, что вода нередко закипает и должна меняться.

Это устройство просто и может быть легко выполнено своими средствами. Размер его 500 × 225 × 225 *мм*, полный вес (с рукавами, топливом) около 15 *кг*.

Этот дымовой прибор дает немного дыму, поэтому он применим при сетях, где нельзя ожидать большой утечки, и при небольших по емкости трубопроводах.

При трубопроводах большой емкости следует обращаться к установкам с вентилятором. Последнее дает больше дыма (при том же размере), но с меньшим давлением.

Центробежный вентилятор приводится в движение от руки или водяной турбиной при помощи шестеренных передач. Воздух прогоняется сквозь коническую камеру сгорания, соединенную с вентилятором гибким рукавом. Она может иметь и другую форму. Важно только, чтобы не было пропуска дыма, и горение происходило под давлением.

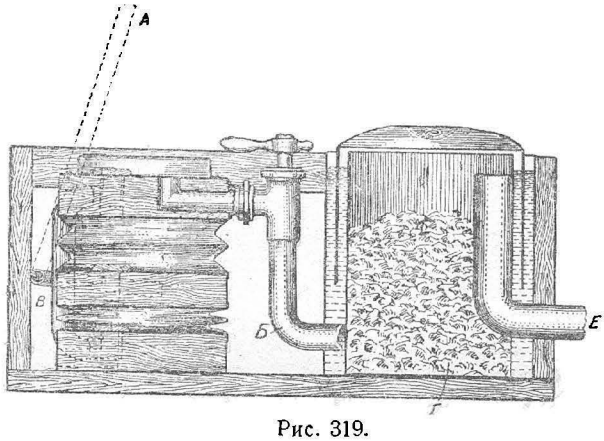


Рис. 319.

Имеются системы, в которых дым вытягивается вентилятором из камеры сжигания и гонится в испытуемую сеть. Такие устройства непрактичны вследствие оседания в вентиляторе сажи.

В некоторых случаях может оказаться целесообразным применение водяного инжектора для нагнетания дыма. Давление в водопроводе для этого должно быть не менее 15 *м*, подводящая воду труба — не менее 13 *мм*. Тип такого устройства для г. Глазгова представлен на рис. 320. Здесь струя воды подводится по трубе *A* и при проходе по трубе *B* увлекает за собой дым, образующийся от сгорания топлива. Достоинства прибора—низкая температура вгоняемого в сеть дыма и уменьшение потребной рабочей силы. Недостаток — узкая область применения, так как не везде имеются подходящие условия.

Недостатки испытания при помощи дыма под давлением зависят от того, что результаты его в известной степени обусловливаются субъективными свойствами испытателя: его наблюдательностью, тонкостью обоняния. Если даже производящий испытание обладает необходимыми качествами и имеет опыт в этом деле, то все же, как ранее указывалось, это не дает гарантии, что канализационная сеть исправна. Заметное влияние на результат опыта оказывают качество и количество дыма, созданное давление в сети, погода.

Так, в случае дождливой погоды или вообще, когда трубы покрыты сыростью, мелкие отверстия могут быть затянуты влагой и мешать проходу дыма. Тем более испытание дымом невозможно производить, если канализационная система находится уже в действии.

Ветер оказывает положительное влияние, когда он дует вверх, способствуя усилению тяги из стояка. Тогда дым скорее заполняет последний. Когда же ветер задувает в стояк, дым оседает внизу системы, и эффект испытания понижается.

В тех случаях, когда при помощи дыма испытывают сеть, частично находящуюся в земле, отсутствие выхода дыма не гарантирует плотности системы, кроме указанного ранее, еще и потому, что он может уходить в землю. Это тем более вероятно, чем менее дым обнаруживается в открытой части сети, так как плотность подземной части практически вообще обычно не испытывается.

Температура оказывает большое влияние на результат испытания. В морозный зимний день при закрытых наружных дверях и окнах дым будет интенсивно просачиваться из труб в теплое помещение. Наоборот, летом или в неотапливаемом здании зимой эффективность испытания значительно ниже.

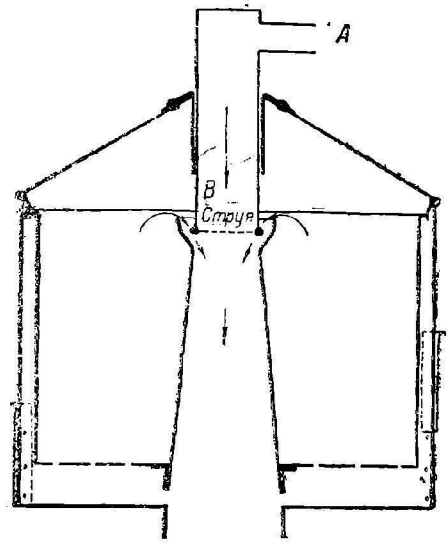


Рис. 320. Водяной инжектор.

Даже такие факторы, как открытая или закрытая дверь в помещении, соседство кухни с топящейся плитой отражаются на испытании дымом.

Что касается условий производства испытания, то дымовую машину чаще всего ставят внизу, присоединяя к сети в колодце. Машину можно присоединять и на крыше без заметного ухудшения результатов испытания.

Вместо дымовой машины при небольших размерах сети можно применять сжигание в самой сети специально приготовленных составов, которым придана удобная внешняя форма (дымовые шашки).

В некоторых случаях (например при применении парафиновых масел) возможно образование смеси из выделяющихся летучих веществ и воздуха, что может повести к взрывам при испытании. Не будучи в большинстве случаев опасными, они тем не менее могут сорвать гидравлические затворы, а иногда и сбросить крышку у дымовой машины.

Гидравлическое испытание является более совершенным и точным способом, чем указанные ранее. Оно осуществляется наполнением водой канализационной сети (с предварительно заглушенными отверстиями) до известного уровня. Если при этом последний не понижается, то сеть исправна. Небольшое понижение, после которого уровень остается постоянным, говорит не об утечке, а о впитывании воды набивкой в раструбах.

Недостаток испытания — различное давление по высоте сети, достигающее значительных величин в нижней ее части. Так, в трехэтажном здании давление внизу составляет около 1 *ат*. Это при трубе диаметром в 100 *мм* составляет усилие на затыкающую ее пробку в 78,5 *кг*. Достичь при этом герметичности, особенно ввиду значительного количества подлежащих закрыванию отверстий, бывает нелегко.

Поэтому гидравлическое испытание применяется преимущественно к выпускным (отводным) трубопроводам; в отношении отводных труб от приборов оно вообще не применяется и редко имеет место в стояках.

По строительному кодексу Нью-Йорка испытательное давление должно быть не менее 3 *м* вод. ст.

В небоскребах США, где способ этот иногда находит применение, испытание производится по отдельным зонам (по высоте) и этажам.

Для того чтобы падение уровня воды было более заметно, его наблюдают в тонкой градуированной трубке.

Когда трубы должны быть испытаны на высокое давление, гидравлическое испытание является единственно целесообразным; испытание воздухом при давлении в 1—1,5 *ат* уже представляет опасности взрыва труб.

При давлении более 0,2 *ат* гидравлическое испытание уже оказывается рациональным. Однако, вообще, внутреннюю канализационную систему испытывать на значительное давление, без каких-либо особых на то данных, не следует. Нормальная, обеспечивающая санитарное состояние канализационной сети работа трубопроводов требует не столько высокой прочности их, сколько герметичности. Наоборот, испытание при излишнем давлении может не только расстроить эту герметичность, но и разорвать трубы.

Гидравлическое испытание лучше производить в сухую погоду и при сухих трубопроводах, так как иначе заметить небольшую утечку бывает трудно. Еще более последнее относится к трубам, проложенным в мокром грунте.

Испытание сжатым воздухом может производиться только в том случае, если канализационная сеть выполнена тщательно и ожидать значительной неплотности не приходится. Давление определяется высотой гидравлических затворов. Для испытания закрывают все отверстия и замазывают их глиной. Нагнетание можно производить простым велосипедным насосом. Давление измеряется водяным манометром. Прибор соединяется с системой резиновой трубкой с металлическим наконечником диаметром в 6 *мм*. Конечно, аппарат сам должен быть предварительно испытан.

Возможно, что при испытании наиболее слабый гидравлический затвор будет прорван (сквозь него будут проскакивать пузырьки воздуха) раньше достижения необходимого давления. Тогда приходится этот сифон заделывать наглухо.

Отметим, что прочность гидравлического затвора сифонов зависит от того, с какой стороны на него оказывается давление. Вообще для прорыва затвора давлением изнутри системы величина последнего по английским данным должна быть приблизительно вдвое больше, чем при давлении наружном, вгоняющем воду в отводную трубу.

Испытание системы сжатым воздухом следует производить до пуска ее в эксплоатацию. Однако оно возможно и в отношении действующей канализации при условии, что будет выбран период, когда спуск жидкости не производится. Если все же этого достичь не удается, то следует иметь в виду, что вследствие изоляции внутренней системы от атмосферы (отсутствие вентиляции) срыв гидравлических затворов при действии приборов легко возможен. В результате иногда не удается поднять давление даже до нескольких сантиметров вод. ст. из-за неполной высоты водяных затворов в сифонах. Поэтому при испытании конечно нужно быть уверенным в заполнении последних.

При испытании воздухом на рабочее давление количество нагнетаемого в систему воздуха невелико. Если испытание производится на 10 *см* вод. ст., то это составляет 0,01 *ат* избыточного давления. Для сжатия воздуха на эту величину при отсутствии утечки нужно добавить воздуха в количестве 1% от емкости системы. При фановом стояке $D = 100$ *мм*, высотой 15 *м* его емкость равна 1,18 $м^3$ и, значит, в него требуется подать около 0,012 $м^3$ воздуха. Неудивительно поэтому, что для такого испытания достаточно велосипедного насоса.

Когда испытание ведется на давление больше рабочего, вместо водяного манометра применяют ртутный. Можно применять и манометр Бурдона, но стеклянный при небольших давлениях и чувствительнее и дешевле. Размер трубки получается небольшой ввиду незначительного давления. В Англии оно редко делается свыше 0,2 *ат*, в США требуется 0,33 *ат*. В последнем случае давление должно держаться без заметного паде-

ния 15 мин. В Англии требуется 3 мин., но это время увеличивается при сетях значительной емкости.

Падение давления не дает абсолютной величины утечки воздуха, но пропорционально ей. Так, если давление упало с 10 *см* вод. ст. до 7,5 *см*, то, значит, утечка воздуха составляет 25% от нагнетенного количества. Последнее же зависит от емкости системы и при давлении в 10 *см*, как указано, составляет около 1% от нее. Эти цифры характеризуют чувствительность испытания воздухом.

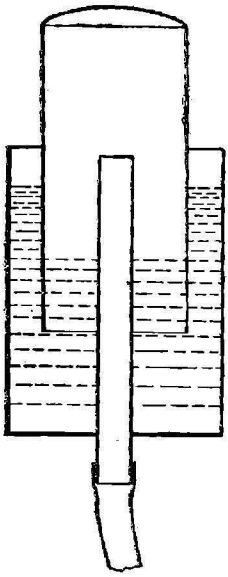


Рис. 321. Поплавковый барабан.

Наряду с водяным манометром иногда применяется поплавковый барабан (рис. 321) небольшой емкости, например с диаметром в 25 *мм*. Вес его и емкость выбираются таким образом, что до определенного давления (например до 5 *см* вод. ст.) он погружен в воду, при переходе же этого давления всплывает и заметно выдвигается с увеличением его.

Изменение температуры при воздушном испытании практически не влияет на результат его. Но если система наполняется горячим воздухом, например при комбинации с дымовой машиной, то при охлаждении давление может понизиться независимо от утечки. Поэтому не следует производить испытание воздухом сейчас же после дымового испытания.

Если система не держит давления, то необходимо прежде всего удостовериться, все ли отверстия и сифоны закрыты. Далее для определения места утечки испытывают половину системы. Ту часть, которая в свою очередь не выдерживает давления, опять делят пополам и т. д. Наконец в оставшейся неисправной части подчеканивают сомнительные стыки и снова испытывают воздухом. При этом сомнительные места покрывают густым мыльным раствором, на котором при выходе воздуха образуются пузыри, показывающие место утечки.

При высоком давлении воздуха иногда место утечки можно определить по звуку вытекания его. Если труба затоплена водой (в канаве), то место утечки определяется по появляющимся пузырькам воздуха.

Вообще вероятнее возникновение утечки в стыках, чем в стенках труб и фасонных частей (однако и такая возможность не устранена), так как трубы должны испытываться до поступления на работу, и при наличии свищей, трещин не должны ставиться. Если воздух плохо нагнетается даже большим насосом и давление быстро падает, то это служит признаком большой утечки. В этом случае может оказаться целесообразным применение дымового испытания, которое нередко помогает обнаружить место утечки, не давая однако уверенности, что найдены все места.

При правильном пользовании этим методом он имеет свои положительные стороны в том, что нередко попутно обнаруживается неправильное устройство трубопроводов.

Пробки для испытания. При дымовом испытании некоторая утечка дыма сквозь негерметично закрытые верхние отверстия большого вреда не составляет, так как способствует лучшему заполнению системы дымом.

При воздушном испытании все отверстия должны быть закрыты герметично гидравлическими затворами или пробками. При трубах мелких диаметров для этой цели могут применяться пробки из бумаги, тряпок, хлопковых очесов с глиняной замазкой. Возможно обойтись и одной последней. При этом слой воды выше глины толщиной в 25—50 *мм* дает возможность контролировать, не выходит ли воздух через пробку.

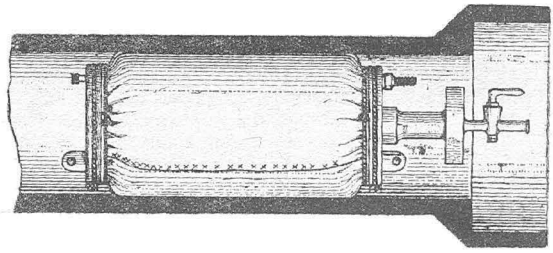


Рис. 322.

Обычный способ — применение деревянных выполненных чуть на конус пробок длиной 125—150 *мм*. Смазанные глиной, они выдерживают большее давление даже при значительных диаметрах труб.

За границей употребляются также пробки в виде резинового мешка, надуваемого воздухом, с наружным чехлом из парусины, брезента (рис. 322). Надувание производится после введения пробки на место.

Имеют применение также пробки с резиновым кольцом, зажимаемым винтом между двумя металлическими дисками, вследствие чего оно увеличивается в диаметре и закрывает трубу. Винт нередко комбинируют с трубкой, что дает возможность впускать в трубу воздух, воду и т. д., и выпускать их.

Кольца целесообразно делать из алюминия.

Испытание светом. При прокладке канализационных труб в земле и вообще в местах, недоступных для непосредственного просмотра, прямолинейность канала проверяют при помощи источника света и зеркала (рис. 323). Оно помещается под углом 45° к оси так, что отражение внутреннего сечения трубы отбрасывается к глазу наблюдателя. Последний видит его круглым только тогда, когда канал прямолинеен. Посредством этого способа можно обнаружить выход внутрь трубы пряди или свинца, наличие засорений и т. п.

В качестве источника света используются свеча, фонарь, электрический фонарик. Если его скомбинировать с колесиками и протаскивать веревкой сквозь трубу, то ее можно просмотреть всю очень тщательно. Такой метод несколько сложнее, но в некоторых случаях может оказаться весьма полезным.

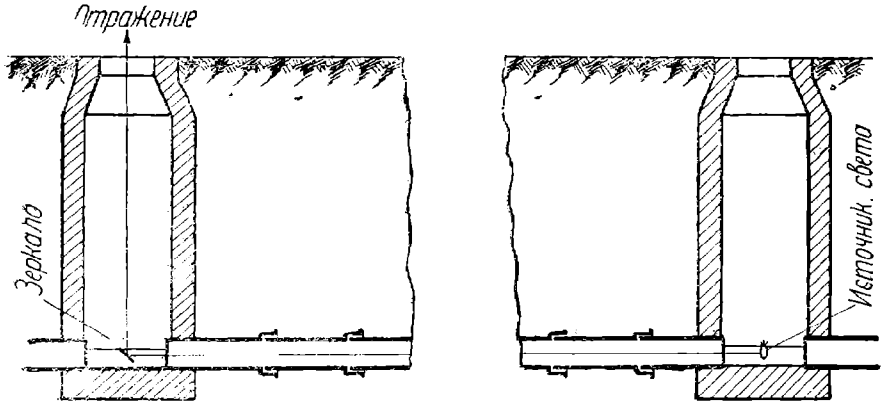


Рис. 323. Испытание светом.

ГЛАВА 21

ЭКСПЛОАТАЦИЯ ВОДОПРОВОДА И КАНАЛИЗАЦИИ

Дефекты внутренней сети

Одно из наиболее неприятных явлений во внутренних сетях заключается в потении труб. Оно особенно сильно сказывается в водопроводных трубах там, где температура воды низка (зимой при речной воде она нередко в сети спускается до 2—3° и ниже), а помещение насыщено водяными парами (кухни, прачечные и т. п.) и плохо вентилируется.

Потение происходит потому, что из теплого комнатного воздуха при соприкосновении с холодной поверхностью труб конденсируются водяные пары и оседают на ней. Эта конденсация усиливается с увеличением разбора воды и ее скорости в трубах.

Для уменьшения потения необходимо устранить утечку из кранов, если она имеется, и улучшить вентиляцию помещения. Если это не помогает, следует покрыть трубу слоем, плохо проводящим тепло. Для этой цели может служить белая глина, смешанная с шерстяными или бумажными очесами и т. п. Слой ее делается толщиной в 50 *мм*, причем наносится на пустую и сухую сверху трубу, а затем покрывается марлей, и после просушки все это окрашивается в два слоя масляной краской.

Можно также трубу обернуть войлоком, который затем обтягивается полотняной лентой, стягивается веревкой и окрашивается. Или вместо этого обматывают трубу полосами грубого сукна (кромкой) шириной в 4—5 *см*, которое затем обшивается клеенкой, после чего шов повертывается к стене. При употреблении войлока или сукна во избежание разведения моли полезно пересыпать их нафталином.

При наличии сырости черные газовые трубы подвергаются снаружи ржавлению; естественно, что этот процесс еще сильнее может происходить внутри. Поэтому для внутренних водопроводов всегда употребляются оцинкованные газовые трубы. Однако при наличии в воде железа в трубах нередко образуется коричневый осадок окиси железа. Он не только

ухудшает качество воды и сам по себе сужает сечение трубопроводов, но в нем развиваются еще особые „железобактерии", которые, быстро размножаясь и имея нитевидную форму, откладываются на стенках труб. Для устранения этого приходится систематически промывать трубы.

При наличии в воде осаждающейся на стенках мути такая промывка также помогает. Но в тех случаях, когда из воды выделяются твердые известковые, магнезиальные и другие отложения, промывка может оказаться недействительной и трубы с течением времени зарастают.

При воде такого качества необходимо диаметр труб выбирать больше, чем он требуется по расчету. Некоторую помощь может оказать прочистка заросших трубопроводов. При мелких диаметрах проведение этой работы затруднительно. Однако постановка вместо колен тройников с заглушенным концом может облегчить производство этой работы. Если и это не помогает, приходится разбирать трубопровод и прочищать трубы.

При эксплоатации внутренних сетей часто не уделяется должного внимания таким вопросам, как шум в сети, гидравлические удары, борьба с замерзанием трубопроводов и т. д. Между тем все эти явления имеют большое значение и нередко создают большие неудобства при эксплоатации.

Борьба с шумом

Различного рода звуки при работе водопроводно-канализационной сети весьма неприятны. Они возникают от разных причин в разных местах и распространяются по трубам и стенам достаточно далеко. Сила звука составляет нередко 50—60 фонов, доходя иногда до 70 и более. Борьба с шумом должна заключаться не столько в последующем устранении его, сколько в заблаговременном предупреждении возможности его образования.

Часто звук исходит от установок, соединенных с водопроводной сетью: водомеров, насосов, стиральных машин, клапанов, пневматических установок и т. п. Поэтому необходимо выбирать бесшумные машины, безударные клапаны, устанавливать соответствующий режим работы, надлежащим образом подбирать число оборотов, скорости движения воды и т. п. Если это невозможно, источник шума должен быть изолирован звуконепроницаемыми материалами. В канализационной сети основным источником шума являются промывные бачки и унитазы. Но весьма сильно сказывается и течение сточной жидкости по стоякам.

Весьма частым источником стука и различного рода звуков в водопроводной сети бывают поршневые водомеры. Из них водомеры Фраже еще порой применяются на наших городских водопроводах; водомеры Кеннеди встречаются еще в промышленных предприятиях. Особенно сильно стучат эти водомеры при разлаженности механизма. Так как они кроме того берут много напора, нередко запирают воду, тяжелы, дороги в эксплоатации, то замена их скоростными водомерами не только устранит источник шума, но и во всех остальных отношениях будет весьма целесообразна.

При установке моечных и тому подобных машин следует фундамент устраивать на прокладке из звуконепроницаемых материалов (например пробки толщиной около 3—5 *см*). При этом в некоторых случаях такой же слой должен отделять его по бокам и от пола. Того же эффекта можно достичь оставлением по бокам воздушного прослойка. Если фундамент соединяется с полом рифленым железом, то под последним также полезно положить звуконепроницаемый слой (толщиной около 1 *см*).

Если машина (например стиральная) стоит на ножках, то аналогичные меры должно принять в отношении каждой споры.

Небольшие электромоторы иногда устанавливаются на стенах при помощи кронштейнов. В этом случае возможны два способа изоляции: полная изоляция агрегата от кронштейна или же полная изоляция части стены, на которой он поставлен. Второе возможно дешево осуществить лишь при постройке здания. Поэтому чаще приходится прибегать к первому способу.

Для того чтобы звуки не передавались от насоса по трубам, их отделяют куском резинового рукава.

Нередко трубы бывают непрочно закреплены, причем колеблются и дребезжат во время открывания кранов, всякого рода сотрясениях и т. п. Естественно, что такого положения допускать не следуют. Закрепление труб должно проверяться при приеме монтажных работ и, если оно все же не выполнено, необходимо исправить дефекты.

Весьма часто источником звука бывает арматура, водоразборные краны, вентили, обратные и шаровые клапаны. Шум прежде всего вызывается причинами механического характера: ослаблением закрепления клапана, разработкой мест соединений деталей и „игрой" их. При этом происходят качания, удары о стенки и тому подобные явления, вызывающие стук, дребезжание и другие звуки. Они устраняются закреплением или сменой соответствующих деталей.

Нередко в водопроводной сети слышатся звуки характера пения, свиста, гулкого продолжительного стука. Они зависят от образующихся при движении воды вихрей,

мертвых пространств, раздробляемых водой воздушных мешков и усиливаются с увеличением скорости течения воды. Поэтому обыкновенно у нас стараются иметь скорость воды в трубах не более 3 *м/сек*. Однако в американской практике встречаются скорости в 5 *м/сек* и более. Новейшие исследования показывают, что при неправильном устройстве сети указанные звуки возникают даже при малых скоростях и, наоборот, при скорости до 30 *м/сек* получено бесшумное движение воды. Поэтому дело не только в скорости, но и в конструкциях, не учитывающих рассматриваемого фактора.

Главным местом возникновения этого рода звуков является арматура. В ней особо благоприятны условия для образования воздушных мешков, мертвых пространств и т. п. При скоплении воздуха движущаяся вода увлекает пузырьки его за собой. Если при этом трубопровод далее понижается, то они, освобождаясь, подымаются назад, с гулом соединяются с основной массой воздуха. Последняя также претерпевает перемешения, сжатие и расширение, раздробляется на части. Это имеет место на трубопроводах при наличии перегибов в вертикальной плоскости, но воздушные мешки часто образуются вблизи арматуры (например у обратных клапанов).

Вызывает звукообразование не столько скорость движения воды в трубах (при правильном проектировании и монтаже последних), сколько скорость истечения воды. Выпускаемая заводами арматура не предусматривает каких-либо мер против образования звуков. Между тем здесь при значительном давлении перед краном возникают скорости истечения порядка 15—20 *м/сек* и более. При этом у клапана имеют место вихревые движения, появление пустот, колебания давления, что является источником шума.

Шум обыкновенно увеличивается с возрастанием расхода (скорости) и потери напора в трубопроводах перед краном (рис. 324). Однако бывает такой расход, при котором сила звука сразу ослабевает и далее не увеличивается сколько-нибудь заметно. Это явление наблюдается при снижении давления перед краном примерно до 1,3 *ат*.

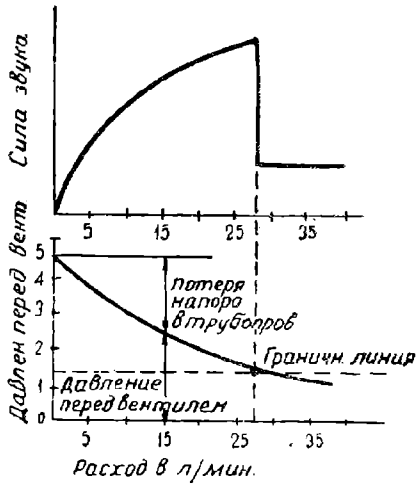


Рис. 324.

Для ослабления ее не следует допускать в водопроводной сети излишних давлений перед водоразборными и другими кранами. С этой точки зрения зональное водоснабжение, наличие запасного водонапорного бака (при правильном устройстве сети) может быть фактором, уменьшающим шум в сети. Так как однако само водоснабжение с баком имеет отрицательные стороны санитарно-гигиенического и гидравлического характера, то конечно только из-за уменьшения шума его применять нецелесообразно.

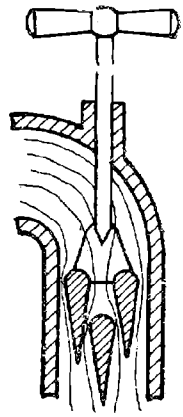


Рис. 325. Схема бесшумного крана.

Уменьшения давления перед краном можно достичь введением редукционных клапанов на участках разводящей сети. Это практически не всегда удается сделать. При здании в 8 этажей и однозонной сети разница давлений между верхними и нижними кранами будет около 2,5 *ат*. Если подставить редукционные клапаны на стояках, чтобы не было шума при работе нижних кранов, то верхние могут оказаться с недостаточным напором. Постановка же редукционных клапанов перед отдельными кранами усложняет и удорожает устройство.

Основное решение этого вопроса заключается в создании новых типов арматуры, не допускающих возникновения вихревых движений и пустот (рис. 325). При этом давление краном должно гаситься повышенными сопротивлениями в кране.

За границей бесшумность в арматуре достигается вставкой перед нею патентованных гильз со специальным сопротивлением, увязанным с условиями давления и расхода воды. Эти приспособления в нашем Союзе пока не проверены на практике.

Для уменьшения распространения шума необходимо отделить краны от трубопроводов и стен. В этих целях устраиваются свинцовые и резиновые вставки на трубопроводах, фланцевых соединениях — резиновые прокладки. При пропуске труб сквозь стену они от последней изолируются звуконепроницаемыми материалами. То же самое делается между скобами и трубой.

Выполнение необходимых мероприятий сокращает силу звука в 2—3 раза, а если этот вопрос будет предусмотрен еще при сооружении здания, то может быт достигнута полная бесшумность водопровода.

В канализации для уменьшения шума применяют низко расположенные бачки, изготовляют их из материалов меньшей звукопроводности (фаянс, асбоцемент), помещают

бачки в деревянные футляры и пр. Большое значение имеет рациональная конструкция сифонов, а также унитазов. Резкое изменение сечений при движении воды и сточной жидкости способствует возникновению звуков.

Воздушная пробка и вантузы

Воздух, находящийся в воде, выделяется из нее и скопляется в наиболее высоких пунктах внутренней сети. Если на ней встречаются петли в вертикальной плоскости или опрокинутые сифоны, то воздушная пробка в них может не только сильно суживать сечение, мешая протеканию воды, но даже совершенно приостановить последнее. Это конечно может иметь место при небольшом давлении в домовой сети, что нередко встречается в верхних этажах, в том числе и при наличии питающего бака на чердаке (в наиболее отдаленных от него стояках).

Пусть у нас есть бак с уровнем воды H над изливным отверстием изогнутого трубопровода, причем $H = h_1 + h_2 + h_3$ (рис. 326 слева). Подачу воды в бак примем равной расходу из нее, т. е. напор остается постоянным. Если в верхних перегибах трубопровода нет воздуха, излив воды будет происходить под давлением H (потерями в трубопроводе и местными сопротивлениями пренебрегаем). Допустим, что вода содержит в себе много воздуха. По мере скопления его в высоких точках трубопровода истечение воды станет затрудняться. Если скорость движения ее недостаточна, чтобы увлечь воздух, то в результате вода расположится в коленах со стороны резервуара: противоположные стороны будут заполнены воздухом (рис. 326). В колене B он будет под давлением h_2, в колене D под давлением h_3. В общей сложности противодавление составит $h_1 + h_2 + h_3$, т. е. истечение воды прекратится. Если $H > h_1 + h_2 + h_3$, то вода будет течь.

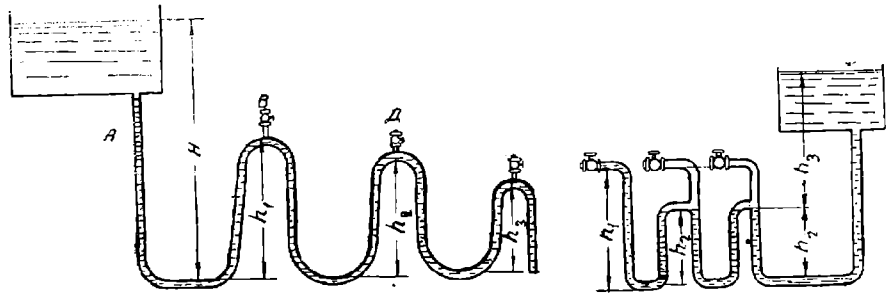


Рис. 326.

В условиях, изображенных на рис. 326 справа, вода не будет вытекать из левого крана, если $h_1 + h_2$ будет значительно больше, чем h_3. Если $h_1 + h_2$ приблизительно равно h_3, то по петлям и из последнего крана будет течь небольшое количество воды. Когда h_3 значительно больше $h_1 + h_2$, вода протолкнет воздух из нижних частей петель в последний кран и станет увлекать воздух из верхних участков воздушных мешков.

Воздушная пробка может нередко образовываться в сети при верхней разводке и питании ее снизу (от гидропневматического котла), что возможно например в спринклерной системе. Скоплению воздуха помогает наличие обратных клапанов. Пример воздушных мешков, сильно ухудшивших водоснабжение восьмиэтажного здания, представлен на рис. 327. Вода от насосов подается в баки с полезной высотой 0,8 *м* по нагнетательной трубе. На время работы насосов баки выключаются при помощи обратных клапанов. Благодаря этому вверху разводящих стояков скоплялся воздух. Так как давление от баков ничтожно и кроме того один из них стоял на 0,2 *м* выше, то он почти не работал. Верхние этажи часто оставались без воды. При открывании обратного клапана из стояка выходило много

воздуха. После удаления обратного клапана сеть стала работать лучше. Чтобы избежать воздушных мешков и пробок, не следует допускать перегибов труб в вертикальной плоскости (петель, опрокинутых сифонов, полуотводов). Необходимо обеспечить выход воздуха из сети через водоразборные краны и приборы; в частности желательно соединение верха пожарного стояка с каким-либо краном. Разводящий стояк в верхней точке должен иметь воздушную трубку, которая заканчивается над зеркалом воды в баке. Если избежать воздушных мешков нельзя, то в наиболее высоких точках нужно ставить вантузы (воздушные клапаны) или краны, сквозь которые воздух будет выпускаться автоматически или по мере надобности.

Вантузы по своей конструкции обычно основываются на принципе поплавка. Если обозначить вес поплавка в воздухе через g килограммов, f — площадь запирающегося отверстия в кв. сантиметрах, G — избыточное сверхатмосферное давление $кг/см^2$ в трубопроводе, то поплавок, запирающий отверстие и находящийся вне воды, опустится тогда, когда $G > p \cdot f$.

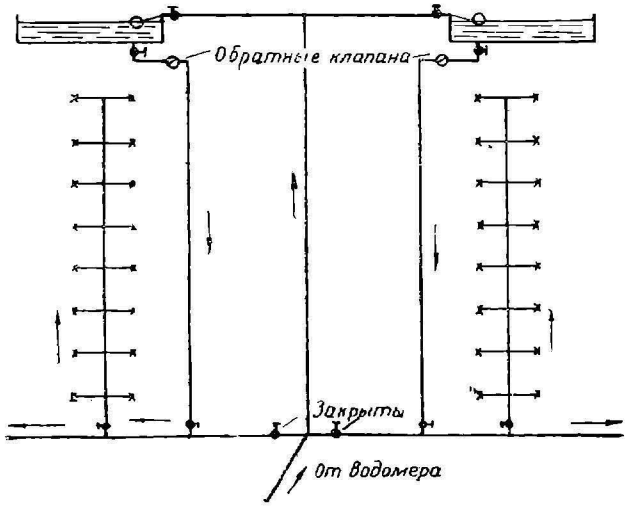


Рис. 327.

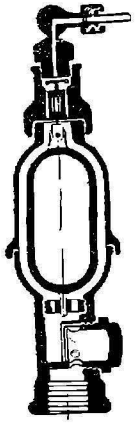


Рис. 328.
Воздушный вантуз.

При этом изменением веса в зависимости от разной величины давления пренебрегаем. Из указанного площадь отверстия определяется, если известны G и p, а именно:

$$f < \frac{G}{p}.$$

Отсюда следует, что если вес поплавка постоянен, то величина выпускного отверстия должна изменяться при разных давлениях в трубопроводе. Если же сделать постоянным запирающееся отверстие вантуза, то вес поплавка должен изменяться. С повышением давления вес должен увеличиваться или отверстие уменьшаться; иначе поплавок будет присасываться, а не плавать в воде. Так как вес должен изменяться пропорционально увеличению давления, то практическое осуществление этого невыполнимо. Значит, поплавок определенного веса при сильно различающихся давлениях не может работать вполне правильно. Если поплавок тяжел, то он будет легко погружаться, выпуская не только воздух, но и воду, т. е. понижая давления. Легкий поплавок будет плохо открывать отверстие.

В качестве примера автоматического вантуза может служить изображенный на рис. 328. Вантуз присоединяется к верхнему концу трубопровода. В металлическом кор-

пусе находится легкий пустотелый поплавок. Верхний его конец несет стержень, на котором находится запирающий конус. На нижнем конце поплавок имеет стерженек, движущийся в вертикальном направлении благодаря направляющей шайбе. Когда воздух скопится в вантузе, уровень воды понизится, поплавок спустится и откроет отверстие для выпуска воздуха. Когда вода заполнит вантуз, поплавок опять всплывет и закроет отверстие. Для стока выходящей из вантуза воды иногда устраивают небольшую отводящую трубк (вверху).

Гидравлический удар

Гидравлический удар вызывает повреждения трубопроводов и расстройства соединений, а также звуки в сети. Но интенсивность стука в трубах не определяет собой величины гидравлического удара.

Последний образуется вследствие быстрого открывания или запирания кранов на водопроводной сети, неожиданного закрытия обратных клапанов, быстрого подъема давления и вообще резкого изменения характера движения воды.

При этом давление в трубопроводах сразу повышается, причем иногда весьма значительно по сравнению с нормальным рабочим давлением. Затем величина повышенного давления волнообразно колеблется, постепенно затухая, и возвращается к нормальной рабочей. Известны случаи возрастания давления от гидравлического удара во внутренней сети до 30 *ат* и больше.

Как доказано проф. Н. Е. Жуковским, явление гидравлического удара объясняется возникновением и распространением в трубах ударной волны, происходящей от сжатия воды и от расширения стенок трубы. Гидравлический удар распространяется с одинаковой силой вдоль трубы равномерно со скоростью, не зависящей от силы удара. Эта скорость уменьшается с уменьшением модуля упругости материала трубы и отношения толщины стенок трубы к ее диаметру, а именно

$$V=\frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{k}+\frac{2R\rho}{e\cdot E}}},$$

где ρ — плотность воды до удара;

R — внутренний радиус трубы до удара;

k — модуль упругости воды (отношение возрастания давления к уменьшению объема, отнесенное к единице объема);

e — толщина стенки трубы;

E — модуль упругости ее материала.

Подсчет показывает, что скорость распространения гидравлического удара в газовых трубопроводах изменяется для диаметров 50—13 *мм* от 1 360 до 1 407 *м/сек* и для 63—76 *мм* — 1 350—1 340 *м/сек*. Таким образом в среднем с округлением скорость эта составляет около 1 380 *м/сек*.

При длине внутренней сети в среднем около 30—140 *м* время распространения по ней гидравлического удара не превышает 0,02—0,1 сек., или в среднем около 0,06 сек.

Повышение давления в трубах от гидравлического удара по Н. Е. Жуковскому прямо пропорционально скорости, потерянной на удар, и скорости распространения волны в трубе, а именно:

$$P=\frac{V_0\cdot V}{g},$$

где V_0 — скорость, потерянная на удар.

На каждый метр потерянной скорости во внутренней сети давление возрастает в среднем на 14 *ат*.

Из указанного видно, насколько опасен гидравлический удар для трубопроводов, поэтому при устройстве водоснабжения необходимо предотвратить самую возможность возникновения таких ударов. Наиболее

целесообразным является применение медленно запирающихся кранов, например вентильного типа. Однако наряду с ними приходится нередко применять обратные клапаны, захлопывание которых может происходить чрезвычайно быстро. В таких случаях на домовых водопроводах рационально устанавливать воздушные колпаки или механические предохранители. Там, где давление излишне велико, применяют редукционные клапаны. Вместе с тем не следует допускать больших скоростей движения воды.

Воздушные колпаки (рис. 329) нужно помещать вблизи клапана, вызывающего гидравлические удары, по возможности на стояке. Объем воздуха в колпаке должен быть не менее 1% емкости трубопроводов, испытывающих гидравлический удар. В качестве воздушных колпаков нередко служат стояки внутренней сети, удлиненные на 1 *м* выше верхнего ответвления. Для надежности работы колпака необходимо, чтобы в нем всегда находился воздух, так как последний с течением времени растворяется в воде, и колпак заполняется ею. Поэтому колпак должен быть снабжен краном для спуска воды и впуска воздуха.

Пружинный механизм работает аналогично воздушной подушке, находящейся в колпаке. При ударе пружина сжимается и ослабляет его. Иногда предохранительный клапан устраивается таким образом, что при повышении давления сверх допустимого он отжимает пружину, открывается, и тем давление внутри трубопровода понижается. Этот тип имеет однако неудобство в виде воды, изливаемой в некотором количестве наружу.

Широкое применение в зданиях промывных колозетных кранов вместе со стремлением сэкономить на диаметрах разводящей сети повело к резким понижениям давления в ней во время работы этих кранов. Если такой кран работает в нижних этажах, то нередко в верхних даже возникает вакуум.

Вакуум иногда имеет место и в тех случаях, когда вообще свободный напор невелик, а единовременный расход воды в нижних этажах превышает нормальный расчетный. Во избежание образования разрежений также целесообразна постановка воздушных колпаков.

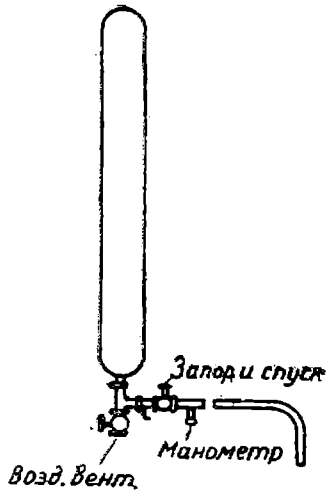


Рис. 329. Воздушный колпак.

В данном случае они явятся небольшими контргидропневматическими котлами, которые увеличат подачу воды к действующему прибору и выравняют давление в сети.

Естественно, что объем воздушного колпака должен сообразоваться с условиями его работы. Но вообще увеличение объема повышает эффект действия. Отрицательным свойством воздушных колпаков является неправильность показаний водомеров, отсчитывающих расход в одну сторону; так как в некоторые моменты давление в колпаке может быть выше такого же в наружной сети, то вода выталкивается иногда в последнюю из здания. Поэтому при наличии воздушных колпаков желательно применять водомеры двухстороннего действия.

Утечка воды и борьба с ней

Утечка воды в сети цехов и зданий составляет до 20—40% и больше от всего ее расхода. Она имеет место: 1) в дворовой сети, особенно если последняя лежит в земле давно и выполнена из газовых труб (проржавливание их, плохое соединение, расстройство стыков); 2) в бачках, кранах и других санитарных приборах, а также в производственных агрегатах при неплотном запирании вентилей и задвижек; 3) при расточительном отношении к расходованию воды со стороны пользующихся водопроводом. Наибольшую величину составляет утечка в приборах, зависящая от небрежной эксплоатации их. Для устранения или хотя бы уменьшения утечки весьма важно, чтобы население ясно представляло ее размеры и значение.

Учет отпускаемой воды, ее платность, заинтересованность пользующихся в ее рациональном расходовании заметно снижают утечку.

Материальные потери из-за утечки воды могут быть очень велики, а технический вред: заболачивание почвы, разрушение фундаментов, гниение полов, недостаток воды и пр. еще больше.

Утечка в размере 1 *л/мин* составляет в сутки 1 440 *л*; между тем для получения ее достаточно иметь приоткрытым клапан крана на 0,2—0,5 *мм* (в зависимости от давления крана). Одна такая небольшая утечка при стоимости воды в 15 коп. за 1 $м^3$ составляет в месяц 6 р. 50 к.

Естественно, что всякая утечка воды должна немедленно устраняться. Если она имеет место в кране или бачке, то это легко заметить и устранение ее требует в большинстве случаев незначительного ремонта системы. Гораздо хуже, если место течи находится в стене или под полом здания. Часто отысканию ее помогают видимые мокрые пятна, сырость и т. п.; но иногда вода появляется далеко от места неплотности, и тогда приходится ломать стены, полы и т. д. Поэтому лучше водопроводные трубы иметь на виду и во всяком случае необходимо иметь план их укладки.

Для нахождения места утечки нередко прибегают к методу прослушивания трубы или места над ней. В этих целях применяются различные приборы. Простейший из них аквафон представлен на рис. 330.

Для отыскания места утечки в уложенных в земле трубах применяются различные способы. Самый простой заключается в изучении поверхности земли над водопроводной трубой. Наличие мокрых пятен или зеленой травы во время засухи, талый снег, провал земли или асфальта — все это может служить признаками места течи.

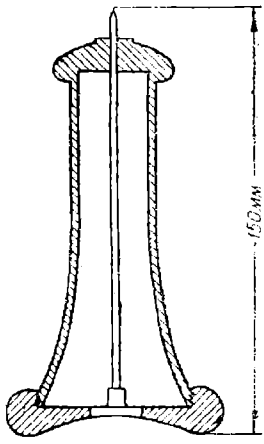


Рис. 330. Аквафон.

О наличии и отчасти о месте утечки может говорить появление воды в подвалах, которые до этого были сухи, протекание по дворовой канализации чистой воды, появление ее в канализационных колодцах и т. п., при этом, обследуя канализационные колодцы, можно приблизительно определить, между какими из них водопроводная вода попадает в канализационные трубы.

Вообще же о наличии утечки в дворовой сети лучше всего можно судить по показаниям водомера. Если расход воды в доме становится без достаточных оснований чрезмерно большим, то можно подозревать утечку. В таком случае записывают показания водомера поздно вечером и рано утром (когда разбор воды мал). Если расход оказывается большим, то это говорит об утечке. Ее можно измерить совершенно точно, если отделить домовую разводку, оставив под напором и водомером одну дворовую. Если во дворе несколько линий, то желательно отделить их по очереди, так как это укажет, в какой из них имеется утечка.

Весьма удобно для установления утечки пользоваться чувствительным самопишущим контрольным водомером, диаграмма которого дает полное представление о характере расхода по часам. На диаграмме (рис. 331) представлен расход воды в небольшом здании. Он происходит круглые сутки, даже ночью (полночь указана) и составляет около 800 *л/час*. Зубцеобразный вид кривой объясняется тем, что перо прибора, дойдя до низа бумаги, возвращается назад. Когда выключили трубопровод к уборным, где была утечка в бачках, кривая ночью получила другой вид. Когда же отделили проржавевшую трубу к поливочному крану и исправили бачки, суточный расход воды сократился приблизительно в 8 раз.

Найти место утечки помогает также щуп. После ввертывания его в землю в желобках остается земля, по влажности которой можно судить о наличии течи.

Существует много других приборов для отыскивания места утечки, в частности по звуку вытекающей воды; при этом звук передается или непосредственно или усиливается посредством электричества. Для этой цели применяются приборы, носящие разные названия (водофон, дектафон, сонограф, сонофон, геофон и др.), но основанные на том же принципе.

Способ прослушивания трубопроводов практически известен чуть не каждому работнику водопровода. Отделив краном внутреннюю разводку дома (для прекращения разбора воды), можно, приложив ухо к подводящей трубе, услышать в случае наличия в дворовой части утечки характерный звук вытекающей воды. Для удобства прослушивания можно употреблять стетоскоп, аквафон или же просто деревянную палочку, одним концом присоединяемую к трубе, а другим к уху.

То же самое можно проделать с дворовой трубой в уличном колодце, если выключить все домовые разводки. Конечно это лучше делать ночью, когда разбора воды в домах и движения по улице нет.

Геофон представляет собой барабан с мембраной и грузом. Два таких барабана с резиновыми трубками помещаются над трубой. Другие концы трубок присоединяются к ушам. При появлении звука утечки определяют ее место тем, что здесь звук имеет максимальную силу. Поместив геофон вдоль труб на одинаковом расстоянии от себя, постепенно передвигаются с ним над трубой, пока звук в обоих ушах будет слышен с одинаковой силой. Возможно в дворовую трубу пустить со стороны подвода воды небольшой плавающий шар с привязанной к нему ниткой. Если расхода воды нет (домовая

разводка отделена), то шар будет увлекаться водой до места утечки. По длине нитки можно определить соответствующее расстояние.

При трубе, затопленной грунтовыми водами, целесообразно применить воздух или раствор синьки, по месту выхода которых можно получить представление о месте утечки.

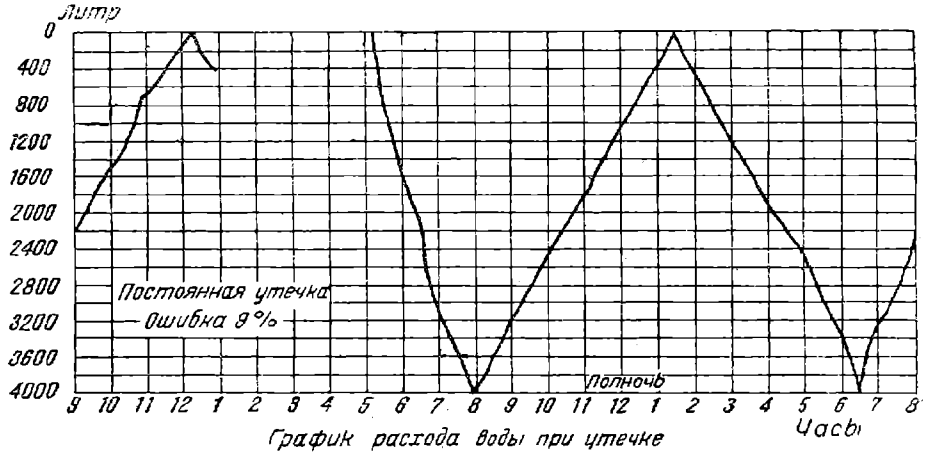
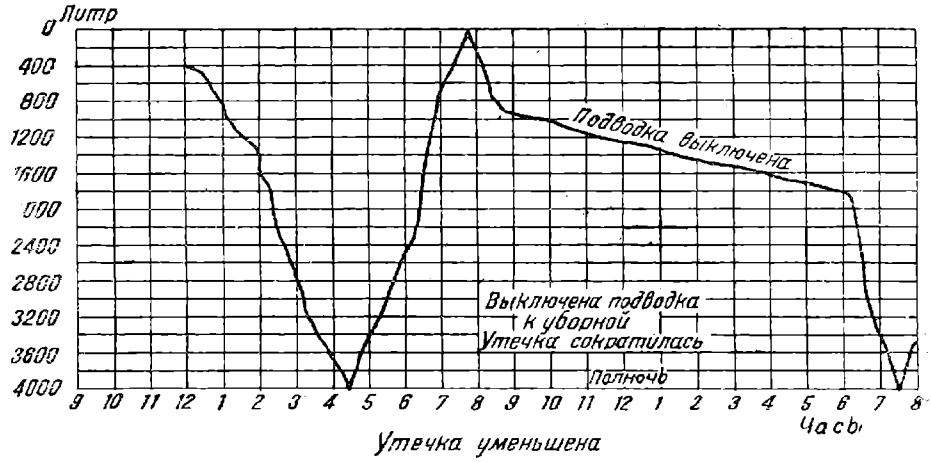
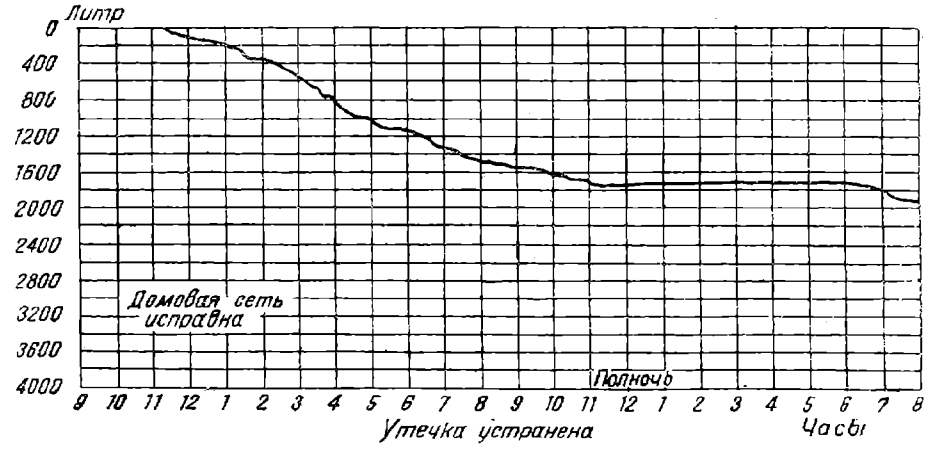


График расхода воды при утечке



Утечка уменьшена



Утечка устранена

Рис. 331.

Замерзание трубопроводов

Больше всего неприятностей в работе домовых водопроводов и холодном климате причиняет замерзание их. В суровую зиму 1928/29 гг. замерзло в Ростове-на-Дону 30%, а в Иваново-Вознесенске — 38% всего количества домовых водопроводов. Вообще от мороза страдают ежегодно десятки водоснабжений.

Как известно, вода при замерзании расширяется приблизительно на 1/12 своего объема. Если при этом образующийся лед может свободно расширяться вдоль трубы, выталкивая вон из нее воду или сжимая воздух, то труба останется целой, в противном случае она может быть разорвана.

Место повреждения трубы далеко еще не говорит о том, что здесь произошло замерзание. Нередко труба разрывается не льдом, но водой. Это бывает например в тех случаях, когда вода заключена между двумя местами замораживания и сжимается с обеих сторон расширяющимся льдом. При этом давление в трубе настолько повышается, что она лопается в наиболее слабом месте. Таким образом не всегда место разрыва трубы совпадает с замерзшим местом.

Для предохранения домовых водопроводов от замерзания следует изучить причины его. Замораживание водопроводных труб зависит от трех факторов: температуры воды, температуры и состояния окружающей среды и времени, в течение которого вода с ней соприкасается.

Если по трубам идет вода грунтовая или артезианская, имеющая температуру 8—10°, то естественно, что она замерзает при тех же внешних условиях далеко не так скоро, как речная вода, температура которой нередко спускается до 0,25° и даже ниже. Окружающая среда имеет еще большее значение. В земле ниже глубины промерзания вода не только не замерзает, но имея температуру 0,25—0,5°, при продолжительном прохождении или стоянии в таком грунте повышает ее на 1—3°. С другой стороны, проходя по замороженному грунту или при температуре ниже 0°, вода отдает свое тепло и может замерзнуть.

Понятно, что время, в течение которого она соприкасается с наружной средой, имеет существенное значение, но и состояние последней также важно. Так, вода может иногда благополучно пройти по неутепленной трубе при большой скорости даже во время сильного мороза и, наоборот, замерзнуть при более мягкой температуре и меньшей скорости течения, в особенности если при этом еще будет сильный ветер. Чаще всего домовые водопроводы замерзают ночью. Причиной этого является весьма уменьшающийся и даже совсем прекращающийся (домовые водопроводы при отсутствии канализации) расход воды в домах в ночную пору. Стоячая вода в трубах небольшого диаметра замерзает легко.

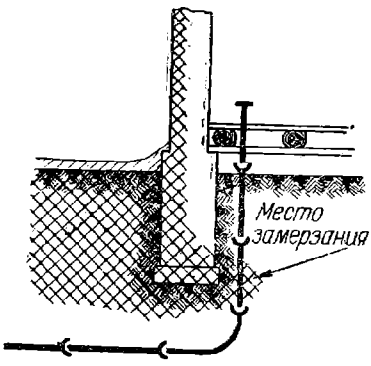


Рис. 332.

В домовых водопроводах замерзание происходит: 1) при вводе трубы в холодное помещение, где замерзает водомер или стояк вблизи него; 2) если фундамент здания заложен на глубину, меньшую глубины промерзания, и вблизи фундамента проходит стояк, то он замерзает вследствие промерзания грунта под зданием примерно на уровне подошвы фундамента (рис. 332).

Поэтому трубы должны по возможности прокладываться дальше от таких мест. При неизбежных случаях следует прибегать к утеплению.

С этой целью например при вводе трубы в деревянный дом, не имеющий подвала Отдел проектирования Моссовета помещает ее в деревянный короб. Труба обертывается в 2 слоя войлоком и сверху покрывается толем, который скрепляется шпагатом. На стояк надевается короб, доходящий до глубины непромерзания, и промежуток вокруг (не менее

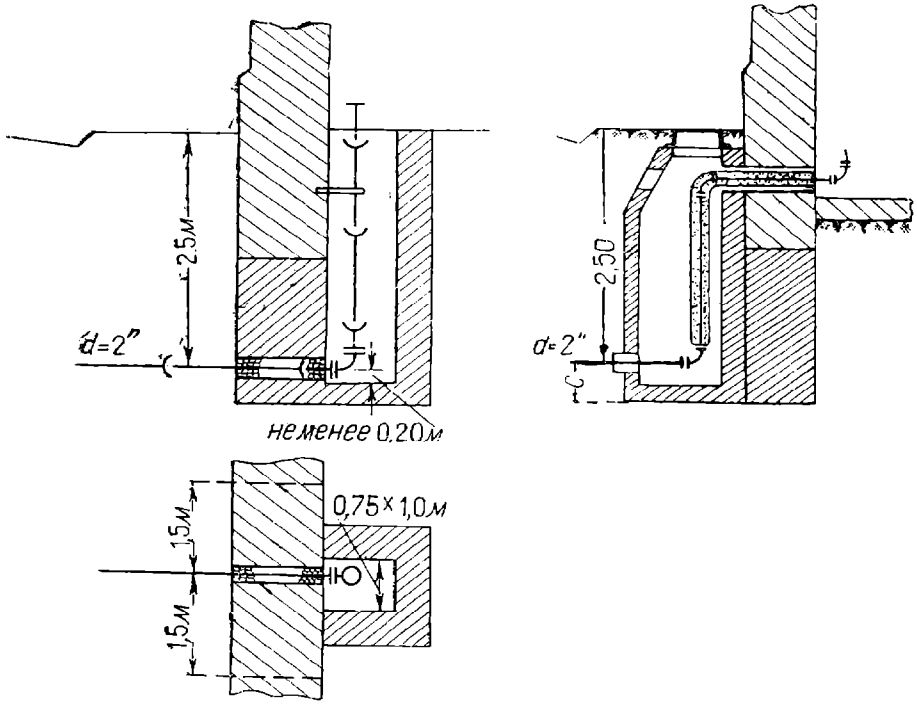


Рис. 333. Колодец для стояка.

0,10 *м*) засыпается сухими опилками или мелким шлаком. В капитальных зданиях, имеющих мелкий фундамент, делается специальный колодец для стояка под зданием или вне его (рис. 333). В обоих случаях соединения полезно делать на фланцах для удобства ремонта во время эксплоатации.

Будучи обычно заложенными мельче уличных труб, сильнее подвергаясь влиянию прекращения расхода воды, домовые ответвления вообще замерзают легко, в особенности, когда подводящие воду трубы проходят под расчищенной от снега дорогой, тротуаром, пересекают глубокие канавы и т. д. (рис. 334).

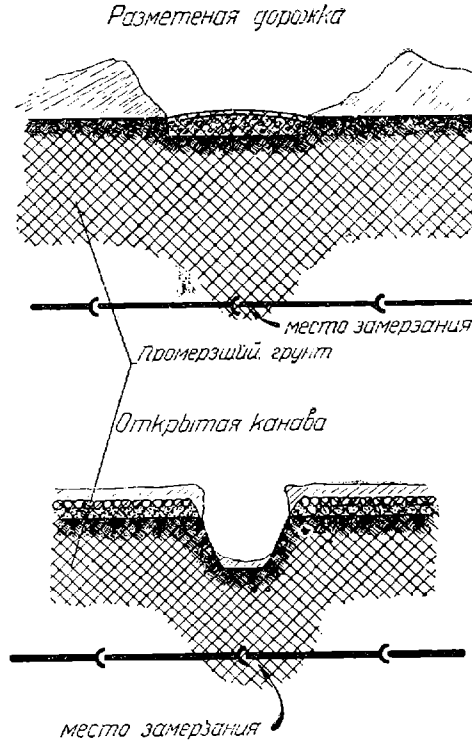


Рис. 334.

В массе случаев домовые водопроводы являются первопричиной замерзания водопроводной сети, и потому, естественно, на них должно быть обращено особое внимание. Борьба с их замерзанием должна проводиться по линии административной и технической. Необходимо отапливать помещения, в которых находятся домовой ввод и водомер; при устройстве водопроводов установка последних может допускаться исключительно в теплых помещениях; следует разъяснять населению правила ухода за водопроводом.

Следует избегать без крайней необходимости выключения домовых водопроводов зимой. Это, создавая неудобства для населения, уменьшает

и без того малый расход воды и повышает опасность замораживания не только домовых водопроводов, но и сети. Целесообразнее даже в случаях сравнительного неблагополучия водопровода в отношении замерзания практиковать приоткрывание на ночь кранов. Это при соответствующей разъяснительной работе и правильной организации (установка под краном ведра, бака необходимой емкости при установленном размере струйки и т. д.) не повысит расхода воды и даст ее населению утром с более высокой температурой. Особенно же это полезно там, где в связи с недостаточной пропускной способностью сети, слабой мощностью станции и т. п. напор утром и вообще в часы наибольшего разбора падает, и часть населения остается без воды, что к сожалению еще имеет место в некоторых городах. Однако если замерзание неизбежно, например когда трубы проходят по неотапливаемому помещению, она должна быть выключена, а вода из нее спущена.

При устройстве вводов в дома с мелкими фундаментами следует стояк относить дальше от наружной стены; а там, где это затруднительно или нежелательно (из-за ухудшения условий ремонта при повреждении), стояк должен тщательно утепляться. Разумеется, не следует без особой надобности оголять поверхность земли от снега или уменьшать слой земли над проложенной трубой.

Весьма важным является наличие в домовладении канализации. Она, не только повышая расход воды, но и удлиняя продолжительность ее разбора в течение суток, ослабляет опасность замерзания водопроводных труб. Само собой разумеется, что при наличии предприятий, потребляющих воду круглые сутки, положение становится еще благоприятнее.

Канализационные трубы также подвергаются опасности замерзания, если проходят по местам с температурой ниже 0°, но конечно в меньшей степени, чем водопроводные: температура сточной жидкости выше, чем водопроводной воды.

Нередко замерзание домовых ответвлений происходит в уличных колодцах (рис. 335). Влияние водопроводных колодцев на охлаждение воды в сети недостаточно изучено. Большое значение имеет материал колодца, его тип и конструктивные особенности. Но вообще правильное разрешение задачи заключается в таком устройстве колодца, чтобы его тепловой баланс оставался при низких температурах положительным.

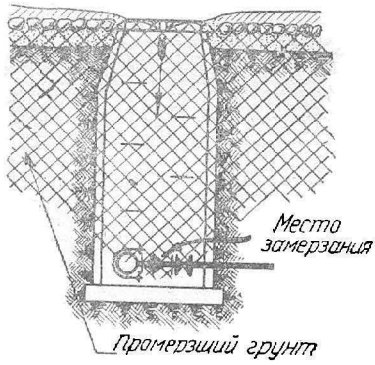


Рис. 335.

Не входя в детали вопроса, отметим, что для этого необходимо верхнюю часть колодца, лежащего в мерзлом грунте, делать с минимальной поверхностью и возможно менее теплопроводной, а нижнюю, расположенную на непромерзающей глубине, наоборот. Из этого следует: 1) что при прочих равных условиях конические колодцы с точки зрения их незамерзаемости лучше цилиндрических; 2) что цилиндрическую нижнюю часть конических колодцев не следует (если к тому нет достаточных оснований эксплоатационного характера) доводить кверху до глубины промерзания данного грунта; 3) что дно колодца без особых причин не следует делать толстым, а где возможно, полезно обходиться и вообще без такового или делать его достаточно теплопроводным.

Утепление колодцев нередко может оказаться полезным. В частности в тех случаях, когда лед с крышек колодцев тщательно счищается, охлаждение их идет значительно быстрее (теплопроводность чугуна в 20 раз больше, чем льда). Вообще крышки в отношении охлаждения представляют наиболее уязвимое место, поэтому устройство в верхней части колодца деревянной съемной крышки (ниже горловины пожарного крана) с утеплением может оказаться целесообразным. Однако при надлежащем устройстве колодца, как показывает опыт существующих колодцев, возможно обходиться и без утепления.

Наиболее целесообразное утепление колодцев заключается в покрытии внутренней крышки его мешками с соломой, сухим торфом, опилками и т. п. Не допускается завалка его навозом, так как это создает неизбежные антисанитарные условия и опасность загрязнения трубопровода при повреждении и ремонте.

Иногда приходится прибегать к утеплению труб, лежащих в земле, для чего применяются также указанные выше материалы. Необходимость подобного утепления вызывается тем, что глубина заложения уличной сети нередко делается везде одинаковой без учета грунтов. В результате дворовые трубопроводы, укладывающиеся к тому же с подъемом от уличной трубы, оказываются заложенными для данного грунта слишком мелко и могут замерзнуть без утепления.

Нередко трубы приходится утеплять и в зданиях, например при проходе их по холодным лестничным клеткам, вблизи наружных дверей и т. п. Для этого трубы обкладываются слоем сухой соломы толщиной около 50 *мм*, ее затем обвязывают печной проволокой и поверху обмазывают слоем белой глины толщиной около 13 *мм*. Или же устраивают вокруг трубы короб из досок (для труб 13—44 *мм* шириной в одну доску, а для труб 50—100 *мм* — в полторы доски) и засыпают его сухими опилками.

Отдел проектирования Моссовета при проводке труб по чердакам, в помещениях для топлива применяет обертывание трубы плотным войлоком в 2 слоя с засыпкой на 0,10 *м* слоем опилок. Если труба проводится снаружи поверх земли, то войлок берется в 2—3 слоя, и слой опилок делается в 130 *мм*. Ящик обивается для временных устройств толем, а для постоянных — кровельным железом. Необходимо при помощи подставок обеспечить центральное расположение трубы в коробе. В холодных подвалах трубы помещаются также в коробе или же обертываются в 2 слоя войлоком, в 1 слой — толем и покрываются алебастром толщиной в 25 *мм*.

Однако никакое практически устраиваемое утепление не спасет от замерзания в сильные морозы, если ночью разбор воды совершенно прекращается и не принято мер предосторожности, например путем приоткрывания кранов для создания в трубах движения воды.

Пожарные стояки обычно не имеют разбора воды; стоят же они часто в лестничных клетках с низкой температурой воздуха. Во избежание замерзания следует к верху стояка присоединять кран со значительным разбором воды.

Когда труба уже замерзла, ее оттаивают при помощи паяльной лампы (в месте нахождения льда, которое определяется путем постукивания по трубе), путем вливания в замерзшую трубу кипятка, пропускания в нее пара, при помощи обматывания трубы рогожей с поливанием кипятком и т. п. При отогревании весьма важно создать течение воды в трубах, так как это значительно ускоряет процесс оттаивания.

В случае замерзания трубы в земле отогревание ее встречает некоторые трудности из-за необходимости разрытия грунта. Это же при большей глубине промерзания требует много времени и стоит дорого. Так как при этом нередко соединяют отогревание земли с отделением ее при помощи лома, то при таких работах имели место повреждения электрических кабелей и несчастные случаи.

Поэтому здесь более уместно применение горячей воды или пара, для чего употребляются даже специальные перевозные котелки. Рукав от них присоединяется в колодце к замерзшей линии, и отогревание производится достаточно просто. Однако оно идет гораздо быстрее, если горячая вода подводится к самому замерзшему месту или же накачивается в трубу насосом, вытесняя охлаждающуюся воду. За границей для этой цели употребляют оловянные трубы небольшого диаметра, которые просовываются в замерзшую трубу сквозь открытый кран до упора в лед. Затем накачивают насосом горячую воду и по мере оттаивания льда понемногу продвигают оловянную трубу. Ее свободный проход, а также выход горячей воды с другого конца ответвления будут свидетельствовать об отогревании линии.

Все указанные выше способы отогревания труб в известной степени хлопотливы. Наиболее современным и вполне рациональным является отогревание при помощи электрического тока.

Повышение температуры трубы зависит от силы протекающего тока (в амперах) и от площади поперечного сечения, т. е. от величины сопротивления. Высота же напряжения (вольтаж) связана с длиной трубы, т. е. для труб одного и того же сечения, но разных длин потребуется для нагревания на одну и ту же величину ток одинаковой силы, но соответственного разного напряжения, пропорционального длинам.

Для небольших домовых водопроводов с трубами диаметром до 19 *мм* по американским данным достаточен ток 100—200 *а* при 3—10 *в*.

При этом сила тока не зависит от длины труб и должна быть тем больше, чем больше площадь сечения стенок трубы, а напряжение должно быть одинаково для труб разного диаметра, но увеличиваться при большей их длине.

Вследствие низкого напряжения ток может безопасно передаваться по внутренней домовой разводке. При указанном напряжении для изоляции тока достаточно хорошего слоя краски, причем можно свободно брать за провода голыми руками без ощущения толчка. Естественно, что для получения такого тока нужно употреблять соответствующие трансформаторы для имеющегося в данном месте напряжения, причем трансформатор присоединяется при помощи шнура к штепселю электрической цепи.

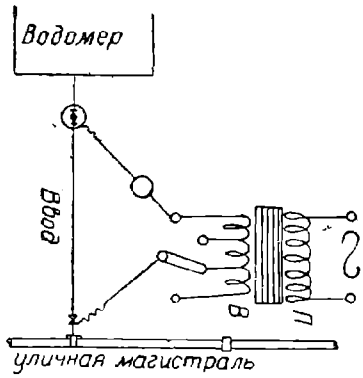


Рис. 336. Отогрев электричеством.

Для отогревания трубы требуется не более 6 мин. времени, причем затрата электроэнергии составляет около 0,2 *квт-ч*, что при цене ее в 10 коп. за 1 *квт-ч* составляет только 2 коп.

Такое отогревание вводов и уличных труб в широких размерах производилось в Ростове-на-Дону. Схема работы по отогреванию одной ветки представлена на рис. 336. Для работы употреблялся однофазный трансформатор мощностью в 6 *ква*, трансформировавший ток с напряжения осветительной сети в 220 *в* до напряжений 70, 35, 17,5 и 5 *в*, что давало возможность получать различную силу тока. При переключении трансформатора на 35 *в* и силе тока на вторичной обмотке (идущего по трубе) около 420 *а* в 15 мин. была отогрета уличная труба $D = 100$ *мм*, длиной 36 *м* с домовым ответвлением в 6 *м*. Стоимость отогревания одного ввода (с рабочей силой и пр.) составляла около 3 руб. Массовое отогревание электрическим током оказалось мерой не только удобной в эксплоатации, но и дешевой.

Отогревание электрическим током должно получить самое широкое распространение. В этих целях необходимо производство соответствующих приборов. Американский заводской тип, выпускаемый для нужд домовых водопроводов со всеми проводами, имеет вес 40 *кг* и поэтому может легко переноситься. Мощность его 5 *ква*.

Ремонт поврежденных труб

Устранение утечки воды в санитарных приборах и во внутренней разводке, находящихся на виду, не представляет обычно затруднений. Значительно хуже обстоит дело с повреждением дворовой разводки. О способах нахождений места утечки указано было ранее; характер и размер ее зависят от применяющихся труб.

В тех случаях, когда дворовая сеть выполнена из чугунных труб, они имеют обычно диаметр в 50 *м*. При таком диаметре эти трубы легко ломаются при просадке грунта, здания, каких-либо раскопках под трубой и т. д.

Подобное повреждение обыкновенно сопровождается значительной утечкой, сразу сказывающейся на увеличении расхода воды и понижении давления в здании. Нередко вода при этом выбивает наружу в ближайший подвал или же в канализацию.

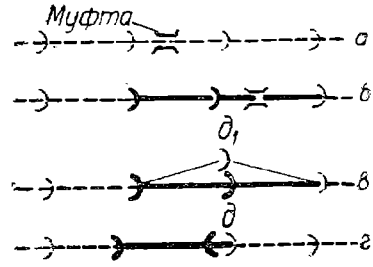


Рис. 337. Ремонт повреждений.

Ремонт заключается в том, что после разрытия места повреждения (длина разрытия делается 2—4 *м*) на трубу (рис. 337) надевают глухую или свертную раструбную муфту, раструбы которой заделывают обычным образом. Если при помощи муфты нельзя устранить течь, заменяют часть поврежденной трубы (или всю ее целиком) новой трубой или обрубками их; при этом приходится расчеканивать 2—3 раструба на линии. Способы исправления приведены на том же рисунке.

Более экономичен тип *в*. Но он требует точной обрубки вставляемых кусков труб, причем заводятся они при положении $д_1$, а затем становятся в нормальное положение *д*. На случай подобных ремонтов полезно на водопроводе иметь двухраструбные трубы, при посредстве которых возможно ремонт осуществить по схеме *г*. Кроме того после рубки такой трубы каждый из концов ее сохраняет раструб, что представляет большое удобство при ремонтных работах.

Значительно реже бывают у домовых чугунных труб случаи выпирания свинца из раструба. Они имеют место в районах с высоким давлением и преимущественно при гидравлических ударах или небрежной заделке стыков.

Если при заливке раструба свинцом прядь выходила хотя бы в виде отдельных волосков наружу, то от расплавленного свинца они выгорают, при недостаточно аккуратной зачеканке раструба здесь могут остаться хотя и незаметные, но проницаемые для воды волосные канальцы. Вода просачивается по ним сначала мельчайшими капельками, затем тонкой струйкой, которая с течением времени может все более увеличиваться.

Утечка этого рода иногда сопровождается другим повреждением; а именно, если струйка воды бьет в стенку трубы, то последняя в этом месте, в особенности в песчаном грунте и при большом давлении, начинает разрабатываться. Повреждение металла с течением времени доходит до сквозного отверстия иногда значительного размера в стенке трубы.

Наибольшее число повреждений происходит от проржавливания железных труб. Если в сухих и чистых песчаных грунтах они с успехом могут проработать 20—25 лет, то в грунтах кислотных, солончаковых, в особенности при наличии электролиза, они проржавливают иногда уже через 5—7 лет. При этом нередко разъедание идет по всей поверхности труб и проникает весьма сильно в глубь металла.

Порой такая проржавевшая труба способна работать без значительной утечки, так как изъеденные места покрыты слоем ржавчины, но стоит такую трубу тронуть, ударить и т. п., как этот слой отскакивает, и вода начинает просачиваться во многих местах. Поэтому если проржавливание железной трубы обнаружено в грунте, судя по которому, можно полагать, что оно носит не местный, но общий характер, если к тому же трубы проложены давно, то ремонт нередко производят в виде полной смены проржавевших труб. Иногда целесообразно вместо откапывания и замены сильно проржавевших труб, направление которых к тому же бывает и неизвестно или не соответствует новому распланированию участка, целиком уложить дворовую разводку по наиболее рациональному в современных условиях направлению.

При случайном проржавливании в одном месте (вблизи бывшей выгребной ямы и т. п.) сменяют часть труб. Если же имеется только отдельный свищ в трубе, то дело ограничивается постановкой хомутиков из полосового железа на резиновой прокладке.

Цеховые вводы нередко имеют диаметр в 100 *мм* и более. Они устраиваются из чугунных труб. Повреждения на них имеют тот же характер, что и в уличной сети.

Особенности эксплоатации канализации

Население весьма часто опускает в канализацию не только спитой чай, золу, но через клозетные чаши — очистки овощей, кости, тряпки и т. д. В результате засорение канализационной сети как дворовой, так и уличной представляет бедствие, борьба с которым стоит большого труда и средств. Кроме того засорения ухудшают санитарное состояние данного места: сточная жидкость переполняет смотровые колодцы и выбивается наружу, а иногда и через наиболее низко расположенные приемники. Количество засорений в наших городах составляет весьма значительную величину: число их в год доходит до 30—50% и даже более от числа присоединений к канализационной сети.

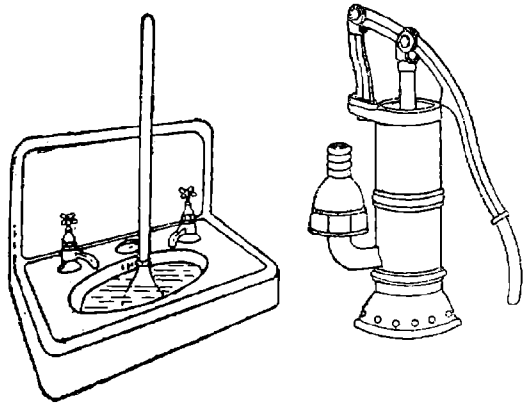


Рис. 338. Прочистка сифона.

Поэтому необходимо обратить особое внимание на внедрение в массу минимальных технических сведений о работе канализации. Спуск даже таких безобидных, казалось бы, вещей, как зола, песок, хотя иногда и не вызывает непосредственно засорения приемников, но вызывает забивание отложениями коллекторов. Известны случаи, когда они по разным причинам были забиты осадками до половины своего сечения и более.

В равной мере бережное обращение требуется и к кухонным раковинам.

Несоблюдение указанных выше требований ведет к забиванию сифонов. Приходится открывать последние и удалять или проталкивать засорение толстой проволокой. Однако лучшего результата можно добиться, создавая небольшое давление над сифоном. В подтопленном водой умывальнике для этого достаточно толчка ладонью над выпускным отверстием. Более целесообразно применение специального резинового манжета с ручкой (рис. 338) или небольшого нагнетательного насоса, которые присоединяются к тому же спускному отверстию раковины или умывальника.

В том случае, когда нет уверенности, что засорение произошло в сифоне, а на отводной линии имеются другие приемники, необходимо предварительно закрыть (где можно пробками) отверстия в них, включая и переливы, и лишь после этого применять насос. Таким способом удается прочистка большинства засорений ватерклозетов и фановых труб. Только если причиной засорения является твердый предмет (щепка, карандаш, бутылочка и т. п.), прочистка давлением может иногда не дать результата. В этом случае необходимо открыть ревизию, прочистку и при помощи толстой проволоки разбить или протолкнуть засорение (рис. 339). Открываемое ревизионное отверстие должно выбираться ближе к месту засорения; вместе с тем оно должно находиться выше уровня жидкости, чтобы последняя не залила помещения.

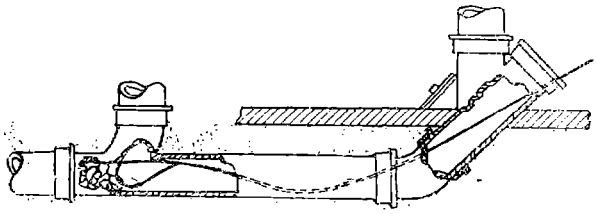


Рис. 339. Прочистка засорений.

Крайне важно, чтобы в смотровые колодцы не сметался мусор со двора и вообще ничего не спускалось без разрешения управления канализацией. Через смотровые колодцы в сеть попадает в большом количестве не только песок, но и щепки, камни, бутылки, коробки и другие

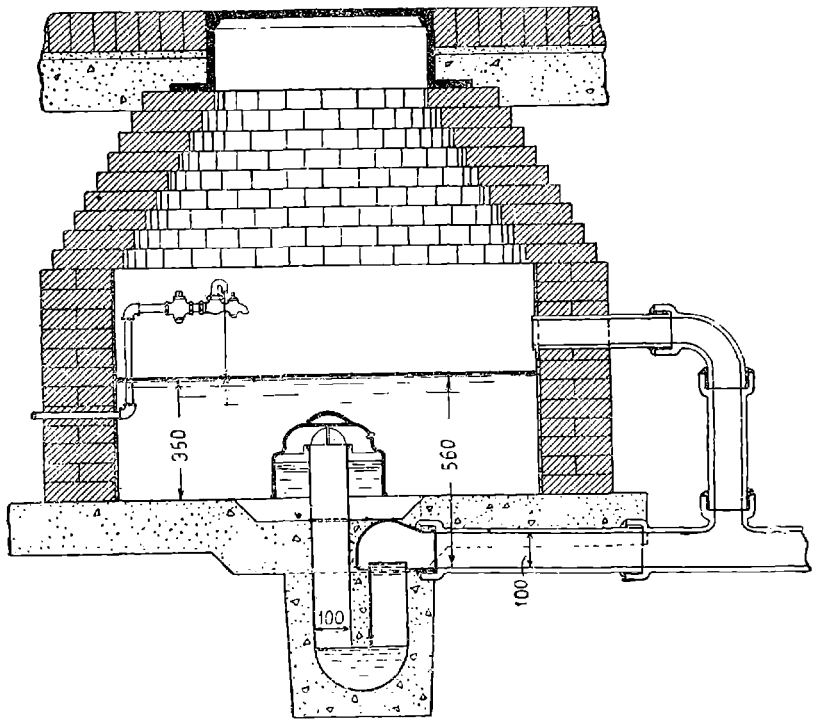


Рис. 340. Устройство для промывки.

крупные предметы. В одинаковой степени недостаточный уклон труб может вызвать засорение вследствие малой скорости движения жидкости. В последнем случае предусматривается искусственная промывка сети.

Особенно уместно в случае надобности устройство автоматической

промывки. На рис. 340 представлен промывной сифон „Миллер". Вода подается по трубе слева через специальный регулирующий кран в промывной колодец. В последнем имеется сифон с водой, сверху перекрытый колпаком. При наполнении колодца водой она затопляет отверстие в колпаке и начинает сжимать находящийся под ним и в левом колене сифона воздух; вода в правом колене поднимается; когда же давление слева превзойдет расчетную величину, достаточную для срыва гидравлического затвора, вода хлынет из колодца в сифон и промоет канализационную сеть. Справа вверху имеется переполнительная труба. Давая струйку воды из крана любой мощности, можно вызвать промывку через желательные промежутки времени.

Даже в тех сетях, где предусмотрена промывка ее, она редко делается регулярно, а еще чаще совсем не делается. В результате в трубах, проложенных с недостаточным уклоном, происходит выпадение несущихся в жидкости твердых веществ. Такое постепенное засорение труб происходит незаметно. Но через некоторый промежуток сечение суживается, зарастает, и темп засорений повышается. Чтобы это устранить, необходимо сеть периодически прочищать протаскиванием жесткой травяной щетки „ерша". Собрав наросты и удалив их из труб, последние промывают. Во внутренней сети зарастание труб происходит от осаждения на них мыла, жира и т. п. Прочистка производится при помощи протаскивания тряпки. Заросшие трубы благоприятствуют также образованию местных засорений, которые могут забить все сечение и прекратить сток жидкости. Однако подобные явления могут иметь место и в незаросшей сети, если в нее спускаются бумага, тряпки, мочала, вата и т. п. В этих случаях прочистка производится помощью катаной проволоки в 10—15 *мм* (в зависимости от диаметра и длины труб). В мелких трубах концом проволоки, в более крупных — сделанной на конце петлей проталкивают засорение вниз, разбивая его при этом на отдельные части.

В некоторых случаях прочистить трубы указанными способами не удается. Тогда приходится их разбирать, а если они проложены в земле, то предварительно раскапывать ее. Длина котлована зависит от типа труб. При каменно-керамических трубах разрытие в 3 *м* длины, обнажающее 4 трубы, бывает достаточно для разъединения их без повреждения. При чугунных трубах проще бывает перерубить трубу, а потом соединить ее на муфте. Для этой цели можно ограничиться канавой даже в 2 *м*. Разрытие нужно производить по возможности в месте засорения. Застрявшие предметы вытаскивают в канаву или, если засорение находится далеко, труба прочищается проволокой.

Прекращение действия канализации возможно не только от засорения труб, но и от их повреждения. Последние могут быть при прокладке трубопроводов поперек и ниже канализационной линии, при плохой утрамбовке грунта, при наличии под трубами каких-либо твердых предметов (камней, кирпичей и др.). В этих случаях приходится место повреждения раскапывать и вставлять новую трубу.

При грунтах плывучих может иметь место просадка трубопровода вплоть до выхода трубы из раструба. Просадка может произойти также в случае неплотной заделки раструбов и вымывания грунта под трубой. Просадка определяется просмотром трубопровода посредством зеркала. Исправляется разрытием труб на длину просадки, выправлением ложа под ними и перекладкой труб по надлежащему уклону. Вымывание грунта может быть настолько значительным, что сказывается даже на поверхности земли. Так как просадка служит признаком попадания грунта в трубы, то соответствующие неплотности заделки стыков или проломы труб должны быть устранены.

Замерзание канализационных трубопроводов наиболее опасно в отношении сифонов, так как в них всегда находится вода. В стояках жидкость

падает со значительной скоростью, поэтому здесь в холодных помещениях бывает в худшем случае обмерзание внутренних стенок труб. В отводных трубах при достаточном уклоне жидкость также течет недолго. Кроме того и температура ее бывает относительно высокая. Поэтому сплошное замерзание сечения канализационных труб происходит вследствие постепенного и достаточно продолжительного их обледенения изнутри. Однако если трубы проходят по неотапливаемому помещению или проложены на глубине промерзания грунта, сплошное замерзание сечения имеет место нередко. Для отогревания в них вливают кипяток или впускают пар. Для достижения хорошего эффекта выпуск горячей воды необходимо производить непосредственно в ледяную пробку. Оттаивание значительно ускоряется, если при этом возможно устроить движение горячей воды сквозь замерзшее место. Наиболее действительным средством предохранения от замерзания канализационной системы — это устройство ее в помещениях (или на глубине), где понижение температуры до 0° невозможно. При неизбежности этого необходимо принимать соответствующие меры. Во всяком случае гидравлических затворов в местах с температурой около 0° быть не должно. Если приходится их оставлять в таких условиях (консервация промпредприятия, оставление помещения, например дачи, на зиму без отопления), вода из гидравлических затворов и вообще всех мест, где она может застаиваться, должна быть спущена.

Внутри здания утечку вызывают неудовлетворительная заделка стыков, неправильная постановка резиновых прокладок под фланцы ревизий, плохое свертывание газовых трубопроводов или такое же ввертывание пробок, в частности в сифоны. Особенно неудовлетворительны бывают стыки под потолком, в углах и вообще в местах, трудно доступных для заделки. Нередко стыки, бывшие удовлетворительными, впоследствии текут из-за просадки нижерасположенных трубопроводов. Кроме того неудовлетворительно поставленное испытание готовой канализационной сети вызывает оставление в ней труб со свищами, трещинами и другими пороками. Само собой разумеется, что повреждение труб вызывает утечку жидкости или проникание в помещение канализационных газов. Меры борьбы: профилактические — хорошее качество работы и приемки ее; последующие — устранение недочетов.

Наряду с проникание в помещение канализационных газов благодаря неплотностям в системе обыкновенной причиной ужасающего зловония является антисанитарное содержание уборных. Спуск из клозетных чаш не всегда производится после каждого пользования. Неудовлетворителен тип клозетных чаш (тарелочный), вследствие чего нередко нечистоты за одну промывку спускаются только в сифон. Промывные бачки бывают отрегулированы на спуск недостаточного количества воды. При пользовании клозетной чашей как писсуаром вообще воду спускают редко.

В одинаковой степени применение писсуаров с неудовлетворительной промывкой их, разбрызгиванием мочи на пол и на неомываемые стенки, применение чугунных клозетных чаш и писсуаров, растрескавшихся, оборжавевших, пропитавшихся нечистотами, служит постоянным источником зловония и антисанитарии.

По сравнению с этим зловоние от скопления разлагающегося жира в раковинах и мойках (над сифоном) кажется небольшим дефектом. Тем не менее и его нельзя допускать.

Если зловоние происходит от сорванного или высохшего гидравлического затвора, то оно устраняется весьма просто спуском небольшого количества воды в приемник.

Инж. *И. П. СВЕШНИКОВ*

ЧАСТЬ ПЯТАЯ[1]

СНАБЖЕНИЕ ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ И ГАЗОМ

ГЛАВА 22

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Местные установки

Одним из наиболее простых и доступных способов приготовления горячей воды является нагревание ее в котле, заделанном в очаг (рис. 341).

Устройство, показанное на рисунке, имеет преимущественно распространение в небольших банях и прачечных, а также применяется при установке временных систем горячего водоснабжения на стройплощадках с малой потребностью в горячей воде и т. п. Обычно для этой цели применяются чугунные котлы либо черные либо покрытые внутри белой эмалью для предохранения от образования на их стенках ржавчины.

Чугунные котлы заделывают в специальном кирпичном очаге таким образом, чтобы газы горения охватывали возможно бо́льшую поверхность котла. При этом получается теплоотдача от газов горения через металлическую стенку воде. Горячая вода из котла разбирается при помощи разборного крана пробочного типа, $d = 13$ или 19 *мм*. Очаг рекомендуется перекрывать оцинкованным железом со скатом и желобком для предохранения от заливания его водой.

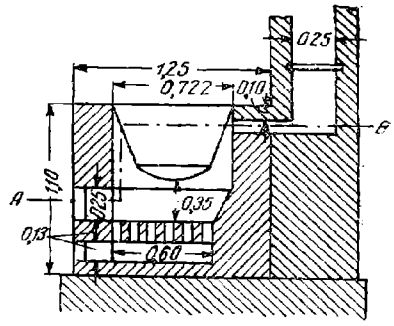


Рис. 341. Вмазной открытый котел.

Котел закрывается деревянной или железной крышкой с деревянными ручками.

Наполнение котла холодной водой производится либо вручную ведрами либо при помощи разборного крана, устанавливаемого над котлом от распределительного трубопровода.

Приготовление горячей воды при помощи открытых вмазных котлов имеет ряд недостатков: невысокий к. п. д., малую производительность, значительное выделение влаги в окружающую среду. Поэтому следует отдать предпочтение приготовлению горячей воды путем применения змеевиков и коробок, вмазанных в плиты и очаги.

Змеевики обычно делаются из стальных оцинкованных труб $d = 25$, 32, 38 и 50 *мм*. Змеевик лучше изготовлять из цельной гнутой трубы, более гарантирующей плотность устройства, чем собранный на фитингах.

[1] Под редакцией проф. Н. И. Фальковского.

Форма змеевиков, количество витков и поворотов зависят исключительно от их расчетной длины и места, отведенного для заделки (рис. 342 *а*, *б*, *в*).

В целях нормальной работы змеевиков и наиболее эффективного их действия необходимо соблюдать следующие правила.

1) Холодную воду подводить к нижнему входу змеевика, чтобы нагреваемая вода имела поступательное движение по змеевику вверх, с выходом из высшей точки. Для этого необходимо ветви змеевика располагать вверх, не допуская образования мешков и движения воды сверху вниз. Соединение змеевика с трубопроводом производить при помощи разъемных частей (сгонов), устанавливая последние вне очага.

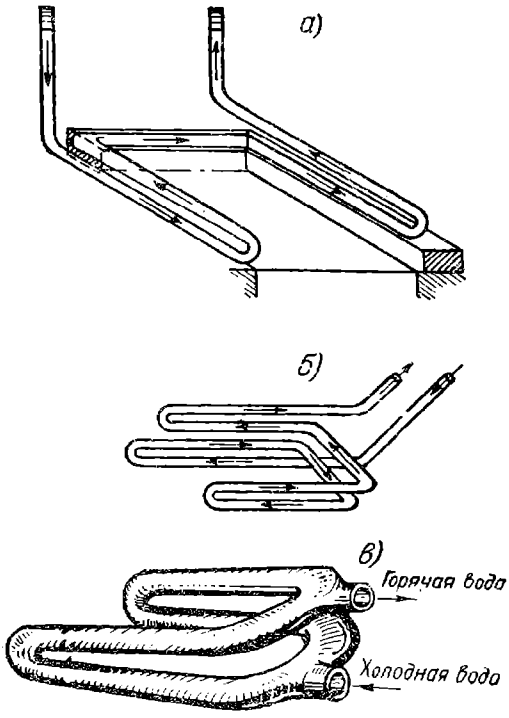


Рис. 342. Змеевики, заделываемые в очаг.

2) Змеевик располагать в топке таким образом, чтобы, не загораживая и не уменьшая площади дымоходов, обеспечить возможно лучшее обогревание топочным огнем и газами всех его частей.

3) Располагать змеевик в плите следует таким образом, чтобы выемка его и удаление из очага могли быть легко осуществлены без большой ломки. При этом не допускается устраивать змеевик впритык к стенкам топки, а тем более заделывать в кладку очага. Отдельные ветви змеевика следует размещать с промежутком не менее чем на величину диаметра трубы. Опорожнение змеевика производится через спуск.

Заделкой змеевика в плиту достигается использование отходящего тепла при топке плиты для получения горячей воды.

Так как змеевик имеет незначительную емкость, то он может служить лишь нагревательным прибором для приготовления горячей воды, которую в зависимости от топки очага и потребностей в ее разборе аккумулируют в открытых или герметически закрытых баках и резервуарах. Последние соединяются со змеевиком циркуляционным трубопроводом.

Одним из весьма существенных недостатков непосредственного нагревания воды в змеевиках является отложение накипи. На рис. 343 изображен змеевик, заделанный в специальный очаг, предложенный проектной мастерской сантехработ Моссовета для приготовления горячей воды в детсадах. Преимущества такой установки: небольшие габариты очага, полная доступность и легкость чистки от накипи отдельных ветвей змеевика при расположении сборных труб вне очага, замена прогоревших труб без ломки кладки и простота обслуживания. При воде жесткостью выше 15—20° горячая вода получается посредством второго змеевика, уложенного в аккумуляторе. Нагрев воды происходит в баке или бойлере от тепла горячей воды, циркулирующей между змеевиком, заделанным в топку, и змеевиком, уложенным в аккумуляторе.

Для приготовления горячей воды применяются также железные или чугунные коробки. Они монтируются в очаге с соблюдением тех же правил, что и для змеевиков.

К недостаткам такого способа нагрева надо отнести значительное загрязнение как внутренней, так и наружной поверхности нагревательных приборов. Это влечет за собой необходимость регулярной чистки путем отсоединения от сети и выемки из баков нагревателей. Поэтому следует иметь установку не менее чем из двух резервуаров. Баки должны быть расположены в верхней части здания и высота установки тщательно проверена расчетом с тем, чтобы все разборные краны горячей воды были бы обеспечены достаточным свободным напором.

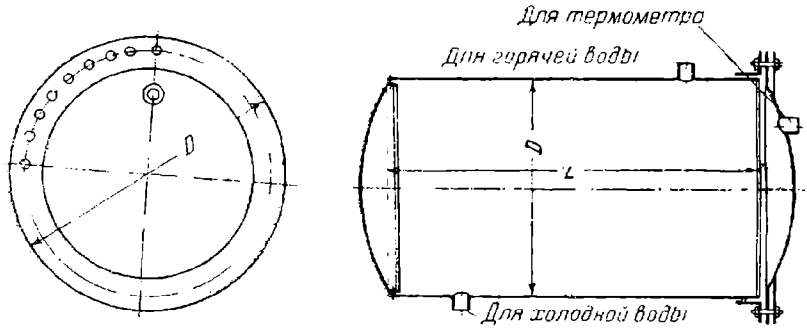


Рис. 349. Бойлер со съемной крышкой.

Получение горячей воды производится также в герметически закрытых резервуарах (бойлерах).

Бойлеры представляют собой цилиндрические железные резервуары сварные или клепаные, закрытые с обеих сторон днищами.

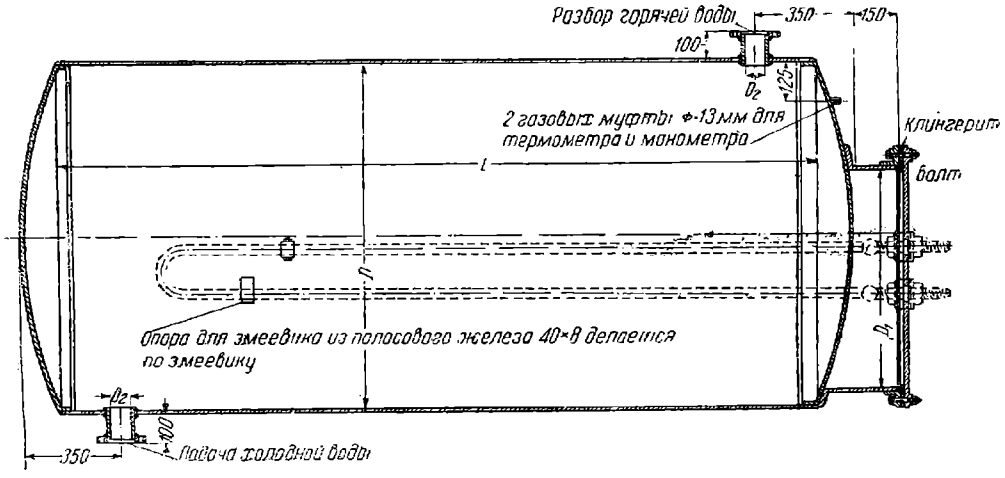


Рис. 350. Бойлер с горловиной.

Устанавливается бойлер преимущественно в горизонтальном положении, реже в вертикальном. Для изготовления его применяется котельное железо толщиной от 4 до 12 *мм* в зависимости от того давления, под которым будет протекать его работа. По конструкции бойлеры различаются:

1) наглухо закрытые с двумя сферическими днищами; из-за недоступности свободного внутреннего осмотра применяются преимущественно как аккумуляторы горячей воды;

2) со съемной плоской или сферической крышкой для любого давления при небольших диаметрах бойлера (рис. 349);

и в короткое время может быть смонтирована, а при необходимости и разобрана.

Существенным недостатком установки является образование трещин (а отсюда и течи) при усиленной топке, так как материалом для радиаторов обычно служит чугун.

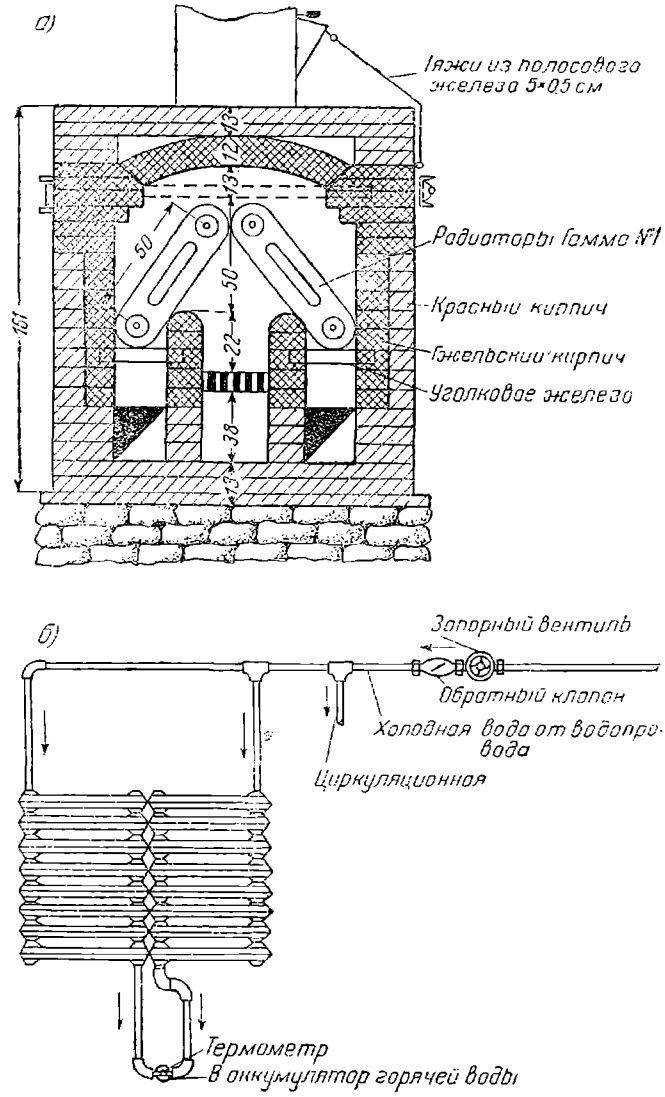


Рис. 344. Очаг с заделанными радиаторами.

Наиболее распространенным прибором для приготовления горячей воды, где нет централизованной системы, служит обычная дровяная колонка цилиндрической формы на чугунном топливнике.

В помещениях с плиточным полом топливник устанавливается непосредственно на полу, в помещениях же с деревянным полом под топливником для противопожарных мер устраивается фундамент размером $0{,}55 \times 0{,}55$ *м* из двух рядов кирпича на глине (высотой 13 *см*). Кирпичная подставка облицовывается листовым железом.

К. п. д. колонки составляет всего 0,20—0,25 вследствие короткого прямого потока дымовых газов, а также отдачи тепла корпусом колонки в окружающий воздух.

Для уменьшения давления в колонке, находящейся под напором домовой водопроводной сети, диаметр трубы, подводящей холодную воду, принимают в 13 *мм*, а отводящей горячую воду — 19 *мм*.

Ввиду того что дровяные колонки не выдерживают высокого давления, для предупреждения смятия прогарной трубы при напоре свыше 1,0 *ат* снабжение холодной водой следует устраивать с установкой промежуточного бачка с шаровым краном (по типу смывного клозетного).

Для питьевых целей горячая вода должна быть обязательно кипяченой.

Существует довольно большое разнообразие аппаратов для приготовления кипяченой воды. Наибольшее распространение получили кипятильники завода „Вулкан“ (Ленинград), „Титан“ и „XX век“ (Москва.)

На рис. 345 изображен в разрезе кипятильник „Титан“ с огневой топкой. Нижняя часть кипятильника занята топкой и водяной коробкой, которая вверху заканчивается конусообразной выкидной воронкой с краями

на 150 *мм* выше уровня воды. Водопитательный бачок с шаровым краном устанавливается на высоте, соответствующей закону сообщающихся сосудов, и соединяется трубой с нижней частью водяной коробки кипятильника.

При кипении вода, находящаяся в бурлящем состоянии, с частицами пара выкидывается через край воронки в сборный резервуар, откуда кипяток можно брать через разборный кран. В случае порчи шарового крана сырая вода все же поступить в сборник не может, так как в водопитательном бачке имеется переливная трубка, удаляющая избыток воды при повышении расчетного уровня.

Такие же аппараты изготовляются заводами с системой нагрева при помощи паровой рубашки или змеевика и с газовой горелкой. Для ускорения разбора воды (в общежитиях, вокзалах и т. д.), а также при небольших буфетах, где нет центральной системы горячего водоснабжения, устраивают от разборного крана кипятильника дополнительное ответвление с разборными кранами над раковиной (мойкой), что позволяет производить разбор кипятка одновременно в нескольких точках.

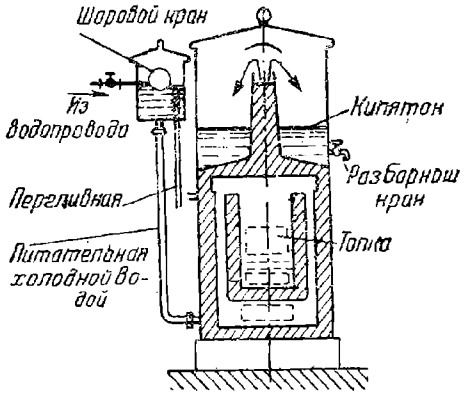


Рис. 345. Кипятильник „Титан" (разрез).

К. п. д. кипятильников считается в пределах от 0,5 до 0,7. По опытным данным для приготовления 10 *л* кипятка требуется около 0,5—0,7 *кг* дров или 2,0—2,2 *кг* пара. Время от начала растопки до получения первых порций кипятка составляет около 30 мин. Основные характеристики кипятильников „Титан" указаны в табл. 65.

Таблица 65

Емкость и производительность кипятильников „Титан"

№ кипятильников	Количество кипятка в верхнем резервуаре в *л*	Емкость нижнего водяного резервуара в *л*	Производительность в *л/час*	
			с огневой топкой	с паровой рубашкой
3	25	15	100	150
4	50	37	200	300
5	86	68	400	600
6	148	130	600	900
7	410	360	1 000	

Котлы

Из простейших котлов малой производительности, получивших значительное распространение, являются водонагреватели „Титан" (не смешивать с кипятильником), „Стандарт", „Колосс" и др.

На рис. 346 изображены поперечный и продольный разрезы с размерами, соответствующими водонагревателю „Титан" № 7. Внутренняя поверхность водяной коробки (заштриховано) делается из оцинкованного железа. Поверхность нагрева составляет 1,85 $м^2$. Емкость водяного резервуара — 170 *л*. Производительность при хорошем топливе составляет около 20 000 *ккал/час* на 1 $м^2$. Горячая вода выходит из верхнего патрубка

$d = 40$ *мм*, а холодная присоединяется к боковому патрубку (такого же диаметра), расположенному в нижней части водонагревателя. Корпус котла допускает рабочее давление в водяной коробке не свыше 3 *ат*, а потому при давлении в водопроводной сети более 30 *м* вод. ст. необходимо снабжение холодной водой водонагревателя осуществлять через промежуточный бачок с шаровым краном. Последний устанавливается на высоту, обеспечивающую потребный напор для горячего водоснабжения. Так как подобные котлы имеют сравнительно небольшую емкость водяного резервуара, то приходится прибегать к установке аккумуляторов горячей воды в виде открытого или закрытого бака, соединенного с котлом циркуляционным трубопроводом.

При жесткой воде, а также при напорах в водопитательной сети более 30 *м* горячую воду от котла получают при помощи водяного змеевика, уложенного в аккумуляторе. В этом случае герметически закрытый бак присоединяют к домовой водопроводной сети, а водонагреватель со змеевиком — к промежуточному водопитательному бачку.

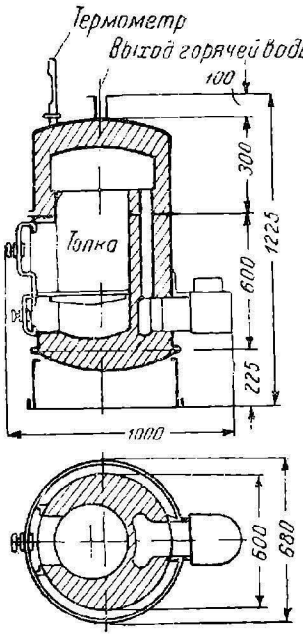


Рис. 346. Водонагреватель „Титан".

Для нагрева большого количества воды применяются котлы или чугунные секционные, составленные из отдельных секций, называемые также котлами малой теплоемкости, или железные клепаные (и сварные) в виде герметических цилиндров (горизонтальных и вертикальных). Так как чугунные котлы имеют весьма ограниченный запас горячей воды, то обычно в системах горячего водоснабжения помимо котла приходится устанавливать аккумуляторы горячей воды (открытые или закрытые баки), компенсирующие неравномерность и колебания в расходе горячей воды.

Железные котлы в отличие от чугунных имеют большую вместимость воды и обычно не нуждаются в дополнительных установках резервуаров. Те и другие котлы имеют свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе установки.

Чугунные котлы более компактны и требуют меньше места, чем железные (обязательно устройство обмуровки). Чугунный котел не допускается устанавливать под напор более чем 2,5 *ат*, в то время как железные котлы могут быть изготовлены на любое давление воды. В чугунных котлах к. п. д. сильно снижается вследствие образования накипи, особенно при жесткой воде, при этом возможны сильное накаливание стенок и образование трещин.

Чугунные котлы лучше применять с нагревом при помощи змеевиков, уложенных в аккумуляторе. При этом котел и змеевик присоединяются к водопитательному бачку с шаровым краном. В этом случае между котлом и змеевиком циркулирует постоянно одна и та же вода, не содержащая временной жесткости. Снабжение водой аккумулятора производится обычно от домовой водопроводной сети.

Чугунные котлы дешевле железных (при одинаковых поверхностях нагрева) и могут быть собраны и установлены на месте в значительно более короткий срок. Наличие секций в чугунном котле дает возможность увеличивать или уменьшать поверхность нагрева.

Приготовление горячей воды при помощи пара, получаемого в специальных котлах, широко применяется для местных централизованных

систем горячего водоснабжения. Пар приготовляется в паровых котлах низкого давления до 0,7 *ат* (имеющих большее распространение в системах горячего водоснабжения) и высокого давления свыше 0,7 *ат*.

Паровые котлы низкого давления бывают как чугунные секционные, так и железные цилиндрические. Чугунные котлы вследствие компактности получили большее распространение, чем железные. Паровые котлы низкого давления имеют приспособление, не допускающее повышения давления свыше 0,7 *ат*.

Эти котлы почти ничем не отличаются от водогрейных котлов. Над чугунным паровым котлом часто устанавливается сухопарник в виде горизонтального цилиндра для удержания частиц воды, увлекаемых вместе с паром.

Для наблюдения за уровнем воды в котле имеются специальные приспособления и арматура.

Более подробные сведения о конструкциях и монтаже котлов различных систем можно найти в специальных книгах, посвященных описанию отопления и котельных установок.

Нагрев воды паром

Приготовление горячей воды при помощи пара осуществляется обычно одним из перечисленных ниже способов:

А. Непосредственным выпуском пара в воду.

Б. Нагревом воды при помощи змеевиков или иных нагревательных поверхностей, через которые пропускается пар.

В. Нагрев воды паром в противоточных паро-водонагревателях.

А. Пароструйные водонагреватели

Простейший способ нагрева воды осуществляется непосредственным впуском пара в воду (без возврата конденсата) через железную трубу, в которой просверливается ряд отверстий $d = 2$—3 *мм*. Суммарная площадь отверстий должна быть в 2—3 раза более сечения проводящей пар трубы. Дырчатая труба укладывается в открытом или закрытом резервуаре, наполненном водой. Пар, проникая через отверстия в воду и конденсируясь, отдает тепло, при этом давление пара в месте выхода в воду должно быть обязательно более давления вышележащего слоя воды.

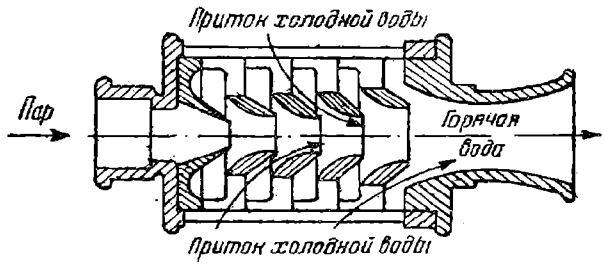


Рис. 347. Пароструйный нагреватель (разрез).

Так как конденсация пара происходит неравномерно, то для уменьшения шума устанавливают специальные пароструйные водонагреватели.

Пароструйный прибор состоит из наконечника с раструбной воронкой, снабженной отверстиями для входа холодной воды (рис. 347). Пар, проходя через наконечник, засасывает холодную воду, конденсируется в ней, и нагретая вода выбрасывается из раструба воронки. В этих аппаратах вследствие трудно устранимой неравномерности конденсации пара происходят значительный шум и стук. Шум тем сильнее, чем холоднее вода, подвергающаяся нагреву, т. е. чем больше разность температур пара и холодной воды. Для уменьшения шума рекомендуется вводить в сопло наконечника некоторое количество атмосферного воздуха и устраивать не

одну, а несколько конических насадок, между которыми холодная вода присасывается из бака, а также поддерживать давление пара по крайней мере на 1,5 *ат* более, чем давление воды у нагревателя.

Достоинство пароструйных аппаратов — в их простоте, дешевизне, большой теплопроизводительности и компактности установки.

Таблица 66

Производительность пароструйных приборов (при давлении пара у прибора 3 *ат*)

№ приборов	1	2	3	4	5
Диаметр паропровода в *мм*	9	13	19	25	32
„ водопровода в „	38	51	76	89	127
Производительность в *ккал/час*	50 000	100 000	200 000	300 000	500 000

Примечание. При избыточном давлении пара в 1,5 *ат* производительность аппаратов равна приблизительно половине указанной.

Пароструйные аппараты устанавливаются открытыми (внутри резервуара) или в кожухе (в установках вне резервуара). В последнем случае достигается возможность быстрого и легкого снятия аппарата с резервуара без опорожнения последнего от воды (рис. 348).

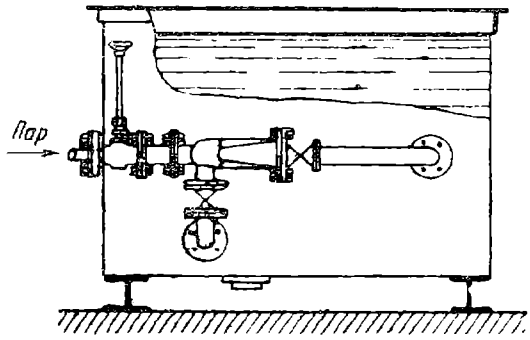


Рис. 348. Пароструйный нагреватель, установленный снаружи резервуара.

Рекомендуется в обоих случаях устанавливать регуляторы температуры горячей воды, которые, действуя на паровой вентиль, регулируют приток пара в нагреватель. Такого же типа изготовляются пароструйные аппараты и для душей индивидуального пользования. Конструкция аппарата состоит из смесительной трубки, внутри которой располагается ряд сопел. Производительность такого аппарата при минимальном давлении пара в 0,5 *ат* составляет 25000—35000 *ккал/час* при пропуске около 800—1 300 *л* воды температурой в 30—35°. Струйные аппараты элеваторного типа применяются также для обслуживания горячей водой пяти-шести душевых сеток одновременно, при этом пароструйный аппарат в одно и то же время является нагревателем и групповым смесителем.

Б. Нагрев воды паром через нагревательную поверхность

Паро-водонагреватели можно разбить на две группы. В одних нагрев производится в открытых резервуарах (система низкого давления), в других — в герметически закрытых (системы высокого и низкого давления).

Последние в свою очередь подразделяются на нагреватели с резервуарами большой и малой теплоемкости.

Простейшим устройством для нагрева воды в открытых резервуарах служат змеевики из гладких железных труб, ребристые трубы или гладкие радиаторы отопления, укладываемые на дне бака. Последний питается холодной водой от водопроводной сети. Конструкция баков и монтаж трубопровода ничем не отличаются от таковых же в холодном водоснабжении, но баки с горячей водой должны иметь теплоизоляцию во избежание значительных потерь тепла. Устройство поддона необязательно.

3) со специальной горловиной на одном из наглухо заделанных днищ, закрытой плоской или сферической крышкой на болтах. Эта конструкция имеет наибольшее распространение и применение для любого давления (рис. 350).

Нагрев воды в бойлерах производится обычно змеевиками, в которые пропускается теплоноситель — пар или вода.

Змеевики изготовляются из стальных (железных) оцинкованных труб, они гнутся из цельного звена или собираются на фасонных частях. Диаметр труб для змеевиков принимается обычно 38, 55, 63 и 75 *мм*.

По форме змеевики применяются в два и четыре хода (рис. 351), устанавливаемые в зависимости от потребной поверхности нагрева в одну и более

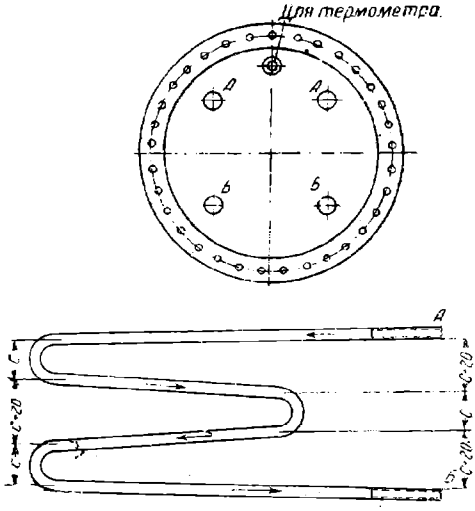


Рис. 351. Змеевик в четыре хода.

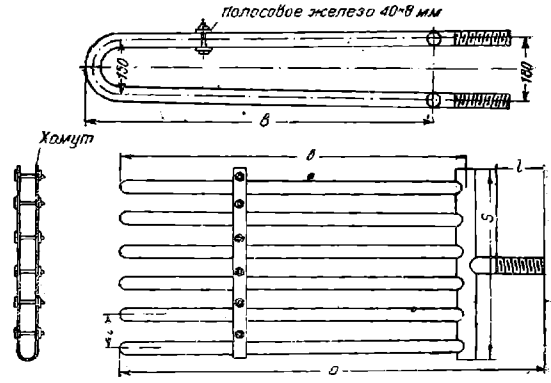


Рис. 352. Змеевик гребенчатого типа.

ветвей. В бойлере змеевик располагают вертикально так, чтобы вход теплоносителя (пара или воды) был в самой верхней точке змеевика, а выход — в нижней.

Бойлеры одновременно являются и аккумуляторами горячей воды, но из-за вертикально располагаемых змеевиков они большого запаса ее не имеют. Горячей водой в бойлере заняты только верхние слои, а остальная, более значительная часть емкости занята еще не успевшей нагреться водой.

Таблица 67

Основные размеры типовых железных бойлеров сварных или клепаных малой теплоемкости и змеевиков к ним
(к рис. 349 и 351)

Бойлер					Змеевик			
тип бойлера	емкость цилиндрический части в *л*	длина цилиндрической части *L* в *мм*	диаметр *D* в *мм*	поверхность нагрева в *м²*	внутренний диаметр змеевика в *мм*	общая длина змеевика в *мм*	число ветвей	число ходов
I	180	1 125	450	0,29	32	2 190	1	2
II	600	1 250	780	1,00	32	7 340	2	4
III	845	1 400	875	1,36	38	9 000	3	4
IV	1 450	2 200	915	2,34	50	12 640	2	4
V	2 500	2 035	1 250	4,04	75	14 950	2	4
VI	3 470	2 735	1 250	5,60	75	20 740	2	4

Бойлеры с вертикальными змеевиками применяются в тех случаях, когда расход горячей воды не имеет больших пик и близок к равномерному (душевые прачечные и т. д.).

В тех случаях, когда расход горячей воды значителен и неравномерен, устанавливаются бойлеры большой теплоемкости с низкорасположенным змеевиком гребенчатого типа (рис. 352). Такое расположение змеевиков дает возможность максимально использовать всю полезную емкость бойлера под аккумулирование горячей воды.

Таблица 68

Размеры бойлеров с горловиной
(к рис. 350)

Тип бойлера	Емкость цилиндрической части в *л*	Внутренний диаметр D в *мм*	Длина цилиндра L в *мм*	Диаметр горловины D_1 в *мм*	Внутренний диаметр штуцеров D_2 в *мм*
I	180	450	1 125	450	38
II	600	780	1 250	450	38
III	845	875	1 400	525	38
IV	1 200	875	2 000	650	50
V	1 450	915	2 200	650	63
VI	2 000	930	2 940	650	63
VII	2 500	1 250	2 035	725	63
VIII	3 000	1 250	2 450	800	75
IX	3 470	1 250	2 735	800	75

Гребенка присоединяется на фланцах к патрубкам, вваренным в крышку горловины. Для облегчения разборки и установки можно змеевики прикреплять не на одну, а на несколько гребенок. Для систем горячего водоснабжения, имеющих кратковременные, но большие пики расхода горячей воды, иногда применяют двойной нагрев—сначала змеевиками, расположенными в нижней части бойлера, а при наступлении пиковых расходов пускают в действие дополнительный змеевик, расположенный в верхней части бойлера.

Бойлеры небольших емкостей обычно подвешиваются на железных стенных кронштейнах. Установка бойлеров больших размеров производится на консольно-заделанных балках (рис. 353). Бойлер устанавливается на деревянный брус с вырезанным по его диаметру ложем. Брус прикрепляется

Таблица 69

Размеры гребенчатых змеевиков для бойлера с горловиной
(к рис. 352)

№ змеевиков	Поверхность нагрева в $м^2$	Диаметр труб в *мм*	Число труб	Строительная длина в *мм* (*в*)	Полная длина в *мм* (*а*)	Диаметр общей трубы и гребенки в *мм*	*е* в *мм*	*s* в *мм*	*l* в *мм*	В какие типы бойлеров ставить
1	1,00	38	3	1 000	1 210	50	90	180	150	I—IX
2	1,50	38	3	1 550	1 700	50	90	180	150	III—IX
3	2,00	38	4	1 550	1 700	50	90	380	150	III—IX
4	2,00	50	3	1 700	1 930	63	125	360	170	IV—IX
5	3,00	50	5	1 900	2 110	63	125	360	170	IV—IX
6	3,00	50	5	1 950	2 180	63	125	360	170	IV—IX
7	4,00	50	4	2 600	2 830	63	125	360	170	VI—IX
8	4,00	50	5	2 100	2 330	63	125	450	170	IV—IX
9	4,00	50	6	1 700	1 930	63	125	530	170	IV—IX
10	5,00	50	5	2 800	2 830	63	125	450	170	VI, VIII—IX
11	5,00	50	7	1 850	2 080	63	125	610	170	VII—IX
12	6,00	50	7	2 600	2 830	63	125	610	170	VII,VIII—IX
13	7,00	50	7	2 650	2 880	63	85	610	170	VIII—IX
14	8,00	50	8	2 600	2 830	63	85	700	170	VIII—IX
15	8,00	50	8	2 800	3 030	63	85	700	170	IX

к балке при помощи приклепанного уголка. Для большей надежности установки иногда подвешивают свободный конец балки к потолку. Если помещение позволяет, то бойлеры можно установить на кирпичных подставках (столбах) (рис. 354).

Кирпичную кладку заканчивают выемкой, гладко отделанной, или при ровной поверхности кирпичных столбиков сверху кладут деревянные брусья с вырезанным ложем по диаметру бойлера. Перед фронтом бойлера надо предусматривать пространство для выемки змеевиков.

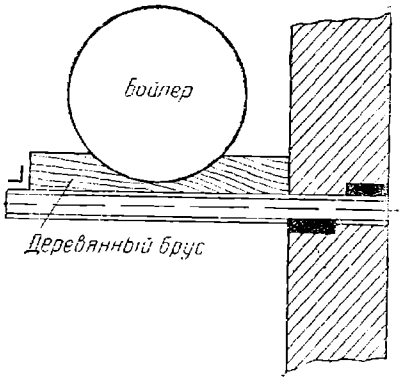


Рис. 353. Установка бойлера на консоли.

Иногда бойлеры устанавливаются в вертикальном положении, например в случаях, когда требуется большое количество аккумулированного запаса воды при небольших поверхностях нагрева змеевиков; это имеет место в районных системах водоснабжения или при ограниченных габаритах отведенного помещения (рис. 355).

Вследствие небольших скоростей протока нагреваемой воды коэфициент теплопередачи в емких нагревателях невелик, и для змеевиков из железных труб рекомендуется принимать K не более 700—800 *ккал/м² час*.

Иногда для получения горячей воды применяют бойлеры с нагревательной рубашкой (рис. 356). Такая конструкция позволяет иметь значительно бо́льшую поверхность нагрева по сравнению со змеевиком, очень удобна и доступна для внутренней очистки. Необходима тщательная изоляция всего бойлера и особенно рубашки для предотвращения значительных теплопотерь. Бойлеры с рубашкой у нас не получили широкого применения.

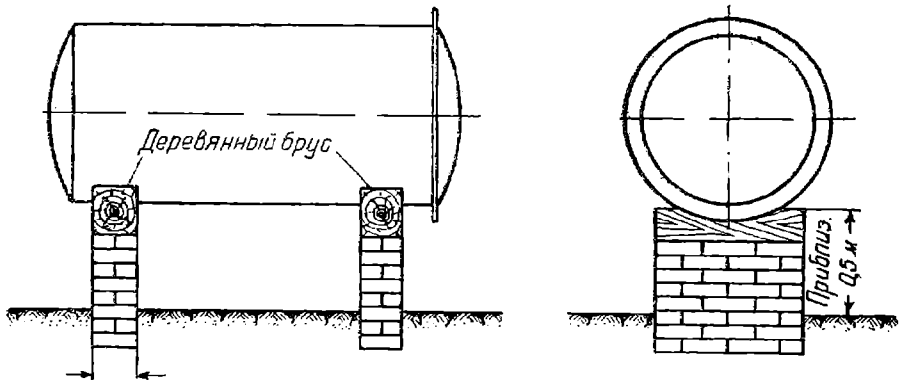


Рис. 354. Установка бойлера на кирпичных столбах.

В. Нагрев воды в противоточных нагревателях (шафштедтах) малой теплоемкости

Для быстрой заготовки больших количеств горячей воды применяют противоточные малоемкие аппараты, так называемые шафштедты, с повышенной скоростью протока нагреваемой воды. Последнее обстоятельство увеличивает их теплопередачу. Рассматриваемые аппараты занимают мало места даже при больших производительностях. На рис. 357 изображена схема устройства противоточных нагревателей; стрелками показано направление движения теплоносителя и нагреваемой воды. Из рисунка виден

противоточный характер движения (в трубках — теплоносителя и между трубками — нагреваемой воды).

В описываемых аппаратах затруднительна чистка накипи с наружной поверхности трубок (нагреваемая вода проходит между ними). Образовавшаяся накипь резко уменьшает коэфициент теплопередачи.

Впрочем можно пускать нагреваемую воду по трубкам, а теплоноситель вокруг них. В этом случае очистку накипи, образовавшейся внутри трубок, производить легче, чем в предыдущем, и такой способ обычно применяется при жесткой воде.

Для облегчения чистки противоточные аппараты устраивают с нагревательными трубками без поворота, укладывая их параллельными рядами (рис. 358).

Трубки чистят по всей их длине, предварительно сняв крышку аппарата.

Нагреватель такой конструкции имеет очень удлиненную форму, поэтому не всегда удобен в установках. Эти аппараты иногда называют нагревателями конденсаторного типа.

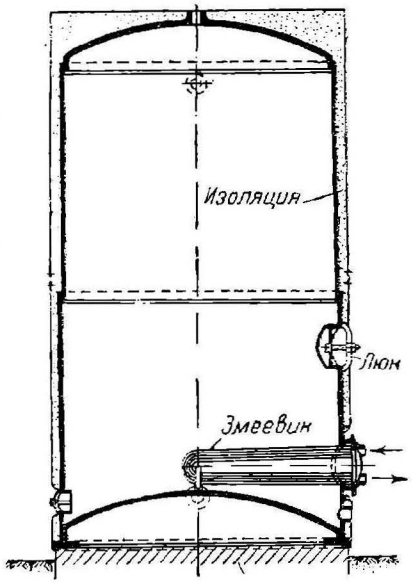


Рис. 355. Вертикальный бойлер.

Противоточные нагреватели весьма разнообразны по конструкции и могут быть установлены как в горизонтальном, так и в вертикальном

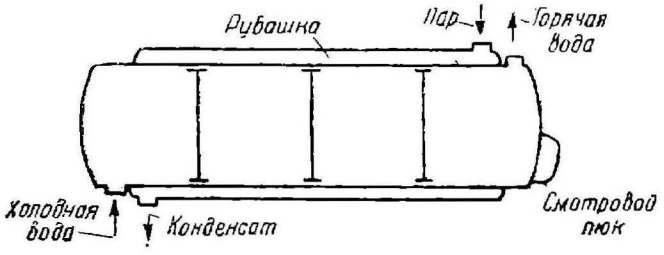


Рис. 356. Бойлер с нагревательной рубашкой.

положении, но во всех случаях выдерживается основной принцип противотока. Корпус аппарата делается из чугуна или железа в зависимости от давления, под которым будет находиться аппарат. Нагревательные трубки лучше делать из меди или латуни, но из-за дефицитности этих металлов ставят обычно стальные трубки.

Противоточные нагреватели ввиду малой их теплоемкости (наличия в аппарате запаса горячей воды) применяются с дополнительной установкой аккумуляторов горячей воды (баки или бойлеры), покрывающих пиковые расходы воды в системе (табл. 70).

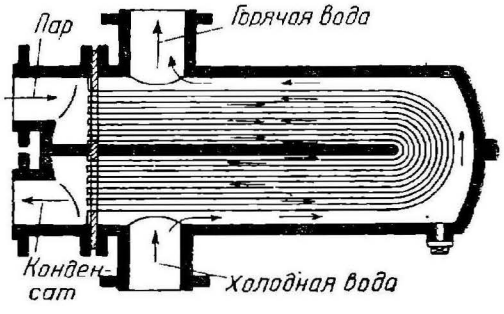


Рис. 357. Противоточный нагреватель (шафштедт).

Таблица 70

Производительность противоточных нагревателей (шафштедты) при нагревании воды от 10 до 35°

(к рис. 357)

№ п/п	Давление пара в *ат* по манометру у аппарата					Поверхность нагрева в $м^2$
	0,2	0,5	1	2	3	
	Литров воды в час					
1	2 600	3 450	4 000	4 500	4 900	0,96
2	4 000	5 000	5 700	6 100	6 400	1,4
3	5 500	7 000	7 700	8 500	9 400	1,81
4	8 100	10 200	11 800	13 000	14 100	2,82
5	10 200	14 200	15 700	18 200	20 250	3,73
6	12 800	17 900	19 200	21 600	24 400	4,84
7	15 400	20 450	24 500	26 300	28 500	5,66
8	23 600	31 200	38 300	41 200	43 850	8,59
9	30 500	38 700	48 000	51 900	55 900	11,02
10	39 000	50 500	58 800	60 200	75 000	13,69
11	60 000	78 000	91 000	103 000	115 000	20,713
12	80 000	120 000	135 000	153 000	170 000	27,3
13	110 000	143 000	168 000	190 000	210 000	36,66
14	129 000	178 000	195 000	209 000	227 000	44,38
15	140 000	194 000	203 000	228 000	247 000	48,38
16	237 000	328 000	361 000	385 000	418 000	81,95

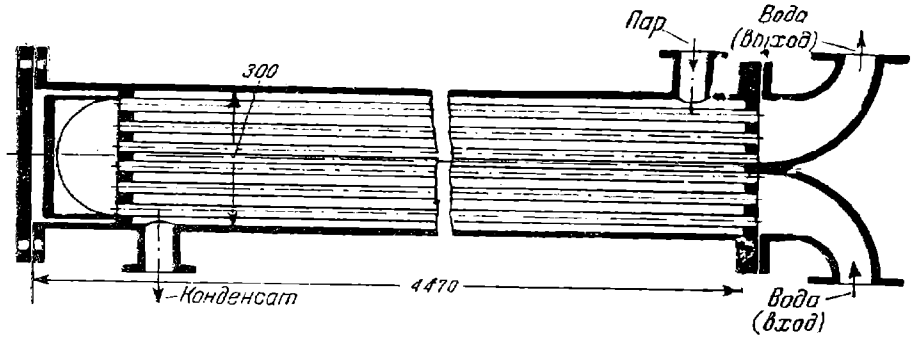


Рис. 358. Нагреватель конденсаторного типа.

Нагрев воды другими способами

Приготовление горячей воды при помощи отдачи тепла одной жидкости другой производится в аппаратах, аналогичных по действию паро-водонагревателю. В конструкции аппаратов выдерживается принцип противотока. Кроме того в конструкциях должны быть созданы условия к получению наибольшего коэфициента теплопередачи K, что зависит от скорости протока жидкостей (теплоносителя и нагреваемой воды). Накипь и загрязнение трубок снижают значение коэфициента K.

Конструкция современных водо-водонагревателей получила вид длинных трубчатых элементов, собираемых между собой на фланцах (или иных разборных соединениях) в целях свободной чистки и разборки аппарата и отдельных его секций.

Секции аппарата могут быть однотрубные, когда в одной трубе укладывается другая меньшего диаметра, и многотрубные, когда в трубе большого диаметра укладывается несколько труб малого диаметра (рис. 359).

По внутренним трубкам обычно пускают нагреваемую воду, а в пространстве между внешней трубой и внутренними трубками встречным движением направляют воду теплоносителя.

Такие нагреватели имеют значительные потери напора при проходе воды через аппарат (до 30 *м* вод. ст.), особенно при больших скоростях.

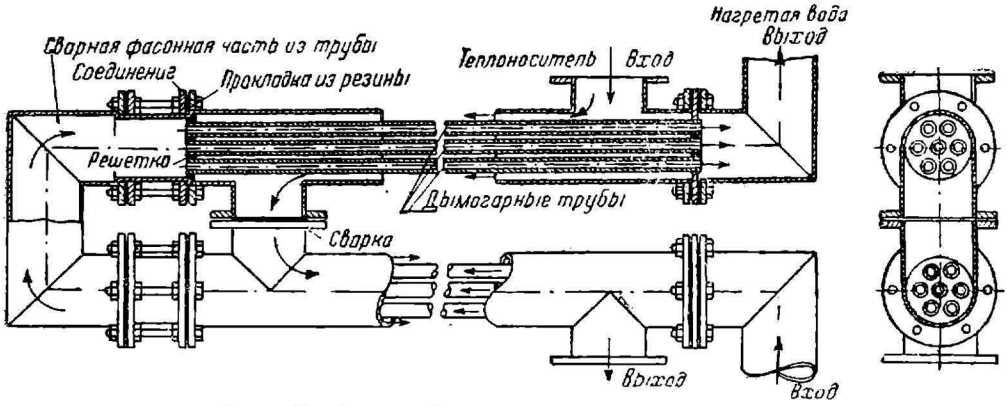


Рис. 359. Многотрубный водо-водонагреватель.

Скорости протока принимают в 1,5—2,00 *м/сек*, бо́льшие значения необходимо допускать только после тщательной технико-экономической проверки и сравнений.

Если водо-водонагревательный аппарат принять по типу паро-водонагревателей шафштедт, то конструкция аппарата получилась бы чрезвычайно громоздкой, трудно выполнимой и неудобной в установке.

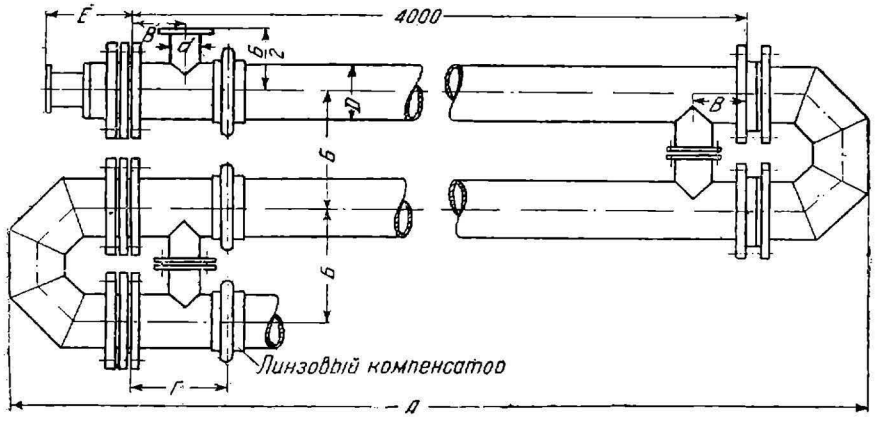


Рис. 360. Секция водонагревателя от теплосети.

Основное применение водо-водонагреватели получили в установке горячего водоснабжения от теплосетей. На рис. 360 изображен общий вид секции водо-водонагревателя, применяющегося при конструировании аппаратов для получения горячей воды с нагревом от теплосети. В табл. 71 даны общие размеры и характеристики таких аппаратов.

Водо-водонагреватели малоемки и запаса горячей воды не имеют, поэтому, как и при установке паро-водонагревателей противоточного типа, помимо нагревательного аппарата устанавливается выравнивающий бойлер или бак, аккумулирующий горячую воду.

Таблица 71

Основные размеры секционных водо-водонагревателей
(к рис. 360)

№ нагревателей	Основные размеры в *мм*							Число трубок ∅ 14/16 *мм* в секции	Поверхность нагрева одной секции в $м^2$	Общий вес секции в *кг*
	D	*A*	*Б*	*В*	*Г*	*Е*	*d*			
2	50	4 400	250	130	230	210	38	4	0,75	15,0
3	83	4 475	300	150	270	210	70	7	1,32	78,0
4	100	4 590	400	170	310	210	83	12	2,26	113,0
6	150	4 930	450	180	340	210	125	31	5,84	212,0
8	203	5 050	520	200	400	210	159	55	10,35	391,0
10	258	5 100	570	225	425	270	203	88	16,60	561,0
12	305	5 310	625	250	500	270	252	140	26,40	781,0

Примечания: 1. У бойлеров № 3 и 4 калачи гнутые, у остальных бойлеров калачи сварные.

2. В вес секции включено: вес самой секции, вес внутренних трубок, вес калача и вес одного фланца впускного патрубка.

На рис. 361 показана общая схема горячего водоснабжения от теплосети с водо-водонагревательным аппаратом и аккумулятором. Разводящая сеть горячего водоснабжения — с нижней разводкой, нагреватель и аккумуляторы соединены между собой кольцевым циркуляционным трубопроводом с искусственным побуждением при помощи центробежного насоса.

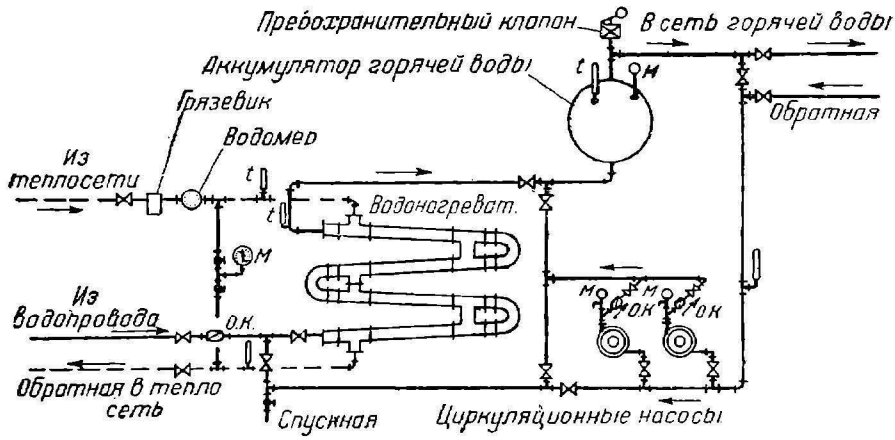


Рис. 361. Схема водонагревательной установки от теплосети.

Приготовление горячей воды при помощи электрических приборов имеет ряд ценных преимуществ: полное отсутствие копоти, запаха, быстрота нагрева и простота в пользовании. К сожалению их высокая стоимость мешает пока широкому внедрению электро-водонагревателей. У нас изготовляются и получили заслуженное распространение лишь небольшие электрокипятильники, чайники и нагреватели малых производительностей.

К. п. д. во всех применяемых системах электро-водонагревателей достигает 0,95—0,98. В целях удешевления приготовления горячей воды электричеством нагрев воды производят в ночные часы по удешевленному тарифу, аккумулируя горячую воду в резервуарах. Большинство конструкций электро-водонагревателей построено таким образом, что нагре-

ваемая вода пропускается по трубам, окруженным электрическими проводами большого сопротивления; последние накаливаются током и передают тепло стенкам труб, о которые и нагревается находящаяся в движений вода. 1 *квт-ч* электроэнергии эквивалентен 864 *ккал*.

Использование отопительной системы для приготовления горячей воды может иметь место лишь для небольших установок. На рис. 362 изображены аппарат и схема установки водонагревателя, применявшегося при получении горячей воды для душа истопника.

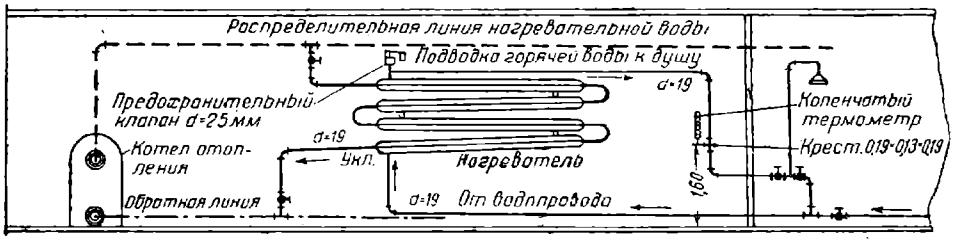


Рис. 362. Схема водонагревательной установки от отопительной системы.

Нагревательный аппарат состоит из газовой черной трубы $d = 32$ *мм*, внутри которой проходит стальная оцинкованная труба $d = 19$ *мм*. Нагреваемую воду (от домовой водопроводной сети) пропускают по внутренней трубке, а воду от горячей трубы отопления направляют противотоком в междутрубном пространстве. После выхода из нагревателя эта вода направляется в обратную трубу. При снабжении только одного душа аккумулирование горячей воды в резервуарах не требуется, и такая установка на работу котлов существенно не влияет. Использование воды для разбора из отопительной системы не допускается, так как это будет отражаться на работе котлов. Кроме того по гигиеническим требованиям такая вода непригодна для разбора.

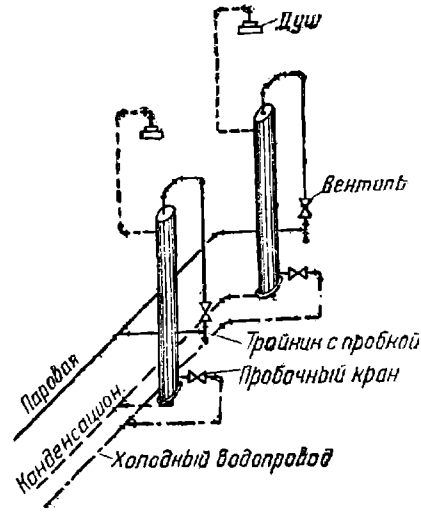


Рис. 363. Индивидуальный паро-водонагреватель.

Конструкция вышеописанного нагревателя может быть применена и при наличии парового отопления, при этом нагреватель получился бы меньших размеров.

На рис. 363 изображен паро-водонагреватель инж. Тухманова, действующий как от своего обособленного парового котла, так и при использовании производственного паропровода высокого или низкого давления.

Нагреватель состоит из двух труб $d = 63$ и $d = 38$ *мм*, вставленных одна в другую. По внутренней трубе $d = 38$ *мм* протекает пар, а в междутрубном пространстве пропускается противотоком вода под давлением водопровода. На питательной линии холодной воды устанавливается пробочный кран, служащий для регулирования количества воды, подаваемой в нагреватель.

Такой нагреватель может применяться как для получения горячей воды на хозяйственные нужды, так и для душевых устройств.

Предложенный аппарат в любое время готов к действию, по своему устройству является одновременно нагревателем и смесителем (регули-

ровка температуры и количество воды осуществляется вентилем на паропроводе и пробочным краном на водопроводе), прост в изготовлении, не нуждается в дополнительной установке резервуаров и по стоимости не дорог (по данным Сантехпроекта — 1934 г., такой аппарат стоит 70 р. 85 к.).

Ниже приведена характеристика нагревателя, полученная на основании лабораторных испытаний.

Таблица 72

Производительность нагревателя в *л/час*	Температура воды			Давление пара в *ат*	Расход пара в *кг*	Общий вес нагревателя в *кг*
	начальной	конечной	разность			
400	8°	38°	30°	0,18	24	20

Использование отработавшего тепла для целей отопления (кроме ТЭЦ) применяется редко, так как температура отходящего тепла обычно бывает недостаточной для отопления помещения и кроме того отопление имеет сезонный характер. Применение же отработанного тепла для получения горячей воды как для производственных, так и бытовых целей имеет большое распространение.

Использование топочных газов котельных и различных назначений производственных печей производится в нагревательных приборах, получивших общее название экономайзеров.

Нагреваемая вода из экономайзера обычно поступает в сборный резервуар, соединенный с нагревателем циркуляционным трубопроводом.

В настоящее время уделяется большое внимание использованию отходящего тепла от охлаждения компрессоров, дизель-моторов, анодов ламп радиостанций, в энергоустановках, текстильной промышленности, банно-прачечных предприятий и т. д.

Использование тепла ТЭЦ приобрело большое распространение как для целей отопления, так и горячего водоснабжения. По принципу действия все теплоиспользующие аппараты для получения горячей воды можно разбить на три основные группы: а) теплоуловители от топочных газов, действующие как описанные выше вмазные змеевики, коробки, котлы, б) теплоуловители отработанного пара, построенные как пароводонагреватели, и в) теплоуловители отработанной воды, действующие как водо-водонагреватели.

ГЛАВА 23

ОСНОВЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Основные данные

Главной особенностью, отличающей системы горячего водоснабжения от систем отопления, является разбор воды и связанные с ним резкие колебания в расходе тепла по сравнению со спокойным и установившимся графиком на отопление, меняющемся лишь в зависимости от наружной температуры.

Для проектирования системы горячего водоснабжения необходимо выявить график предполагаемого потребления тепла по часам дня; для небольших установок достаточно определить величину максимального часового расхода воды и тепла. Вся теплотехническая часть расчетов в горячем водоснабжении, как и вообще принято в теплотехнике, ведется

по отношению часа, в то время как гидравлические расчеты трубопровода по разбору воды обычно производятся по секундным расходам.

График потребления тепла зависит от потребления горячей воды, температуры разбора и режима разбора по часам дня, максимального по расходу. График потребления тепла должен устанавливаться или на основании специальных требований, предъявляемых к предполагаемому устройству, или по практическим данным в результате наблюдений за эксплоатацией аналогичных устройств.

От правильно выбранного графика зависит вся расчетная часть горячего водоснабжения, а отсюда и возможность наиболее тщательно определить в проекте все основные установки, чтобы без излишних капиталовложений удовлетворить все требования в подаче горячей воды.

Для ориентировки ниже приводятся практические нормы, принимать которые следует весьма осторожно, учитывая специфические условия каждого проектируемого объекта (табл. 73).

Количество тепла, необходимое для приготовления горячей воды, зависит:

1) от первоначальной температуры нагреваемой воды, которая принимается равной $+5°$;

2) от температуры потребления горячей воды, которая колеблется в пределах от $+25$ до $70°$;

3) от количества горячей воды, приготовляемой в единицу времени (1 час). Определение потребного количества горячей воды производится в зависимости от потребления смешанной воды каждым прибором с последующим пересчетом ее на горячую воду с температурой расчетного нагрева.

Потребное количество тепла определяется из следующего выражения:

$$Q = W_{см}(t_{см} - t_x),$$

где Q — количество тепла в *ккал/час*;

$W_{см}$ — потребное количество воды в *л/час*;

$t_{см}$ — температура потребления воды;

t_x — температура холодной воды.

Потребному количеству тепла должно соответствовать количество горячей воды в нагревательной установке, т. е.:

$$Q = W_г(t_г - t_x),$$

где $W_г$ — количество горячей воды, получаемое из нагревательной установки;

$t_г$ — температура получаемой горячей воды.

Приравнивая эти два выражения, найдем:

$$\frac{W_г}{W_{см}} = \frac{t_{см} - t_x}{t_г - t_x} = \alpha.$$

Из приведенного равенства нетрудно составить ряд дополнительных отношений, дающих возможность определить нужное количество горячей или холодной воды при заданных температурах и количестве смеси.

Ввиду того что из-за разности температур горячей воды в системе и окружающего воздуха будут иметь место потери тепла, последние ориентировочно можно принимать в 10—15% к общему количеству тепла в зависимости от мощности установки, протяженности сети и т. д.

Таблица 73

Нормы расхода горячей воды и ее температура [1]

№ п/п	Наименование потребителя	Расход горячей воды в л	Темп. потребления в °С	Примечание
1	2	3	4	5
	I. На заводах и промпредприятиях Для принятия одного душа			
1	В чистых производствах	60—80	40	Индивидуальный смеситель
2	„ „ „	40	37	Групповой смеситель
3	В грязных производствах	80—100	40	Индивидуальный смеситель
4	„	60	37	Групповой смеситель
	Для умывания рук на одного рабочего			
5	В чистых производствах	3—4	25	
6	В грязных	5—6	35	
	II. В жилых домах			
7	Хозяйственный расход из кухонной раковины на одного живущего	10—15	70	В сутки
8	Хозяйственный расход, включая стирку белья дома, на одного живущего.	60—80	65—70	В сутки Температура подаваемой воды
9	На умывание в часы максимального пользования на одного живущего	5—7	25—35	В час
10	На принятие одной ванны без душа	200—250	35	С учетом ополаскивания ванны
11	На прием одного душа при ванне	50	35	
12	То же при отсутствии ванны .	60—80	35	
	III. В парикмахерских			
13	На каждые три места в течение 8 — 10 час. работы	250	70	Температура подаваемой воды
	IV. В столовых			
14	На приготовление кипятка на одного посетителя . .	0,5	100	В кипятильниках
15	На мытье кухонной посуды	1,5—2	65—70	
16	„ „ столовой „	1,5—2	65—70	
17	„ „ чайной „ . .	0,3—0,5	50—60	
18	На промывку варочных котлов на 1 л емкости	0,3—0,5	65 70	Наполнение котлов производится только холодной водой, а горячей обмывка

[1] Нормы заимствованы в основном из книги А. В. Хлудова „Горячее водоснабжение", ОНТИ, 1936.

Продолжение табл. 73.

№ п/п	Наименование потребителя	Расход горячей воды в *л*	Темп. потребления в °С	Примечание
1	2	3	4	5
19	Для прочих нужд из отдельного водоразборного крана $d = 13$ *мм* в час	120	65—70	На одно место. Температура подаваемой воды
20	То же, из крана $d = 19$ *мм*	200—300	65—70	
21	На мытье кухонной посуды на один отпущенный на сторону обед	0,35—0,50	65—70	
22	На паровую сервизную мойку (2 тарелки)	1	60	
	V. В больницах			
23	Полный расход воды на одного больного в день без стирки и приготовления пищи	150—200	65—70	Температура подаваемой воды
24	На один умывальник в перевязочных и предоперационных в час	20—25	35	
25	Общий расход на одну кафедру гидропатии в составе 6—7 точек (душ Шарко, 4 падающих душа, мантель-душ, восходящий душ, сидячая ванна)	1 500—2 000	37	В час около 15 процедур температура подаваемой воды
	VI. В санаториях			
26	На одного человека в сутки	120—230	60—65	На лечебные души то же, что и по разделу V, на столовую — раздел IV
	VII. В прачечных			
27	На полную стирку 100 *кг* сухого белья в полномеханизированных прачечных	1 400	60—70	
28	То же в полумеханических прачечных	2 100	60—70	
29	„ „ при ручной стирке в самодеятельных прачечных	2 500	60—70	
	VIII. В банях			
30	В хорошо оборудованных больших городских банях на мытье шайками на одного посетителя	80—170	40	
31	То же в небольших банях	70—130	40	
32	Дополнительный расход на один душевой рожок в час	600—1 400	40	В час 2—3 приема
	IX. В школах и детских садах			
33	Умывание рук на одного учащегося	1,5—2,5	35	
34	На одно душевое обливание	30—40	35	Сетки $d = 75$ *мм*
35	В кухне для приготовления горячих завтраков и мытья посуды на одного ученика	1—1,5	65—70	
36	На одного ребенка в детсадах и детяслях в сутки	25	60—65	

Расчет нагревательных установок

а) Нагрев топочными газами

Количество потребного тепла зависит:

1) от наружной поверхности нагревателя, омываемого газами горения;

2) от коэфициента теплопередачи K из одной среды в другую через 1 $м^2$ поверхности при 1° разности температур;

3) от разности средних температур газов горения T и нагреваемой воды t, что можно выразить следующей формулой:

$$\Delta t = T_{ср} - t_{ср} = \frac{T_н + T_к}{2} - \frac{t_н + t_к}{2},$$

где $T_н$ и $T_к$ — начальная и конечная температуры теплоносителя;

$t_н$ и $t_к$ — „ „ нагреваемой воды.

Передаваемое количество тепла определится:

$$Q = K\Delta tF.$$

Коэфициент теплопередачи K от топочных газов к воде практически для подобных установок можно принимать следующий:

через чугунную стенку	$K = 8 - 10$ *ккал/м²час*
„ железную	$K = 10 - 13$
„ медную	$K = 13 - 15$

Так как обычно требуется определить поверхность нагрева прибора при выявленных количествах потребного тепла, то уравнение имеет следующий вид:

$$F = \frac{Q_{час}}{K\left(\frac{T_н + T_к}{2} - \frac{t_н + t_к}{2}\right)}.$$

Пример.

Для одного из цехов промпредприятия требуется снабдить горячей водой душевую установку, обслуживающую $n = 30$ рабочих после каждой смены в течение $s = 30$ мин.

Источником для нагрева использовать вмазной топочный змеевик, заделанный в кухонную плиту.

Учитывая характер производства (допустим, при кондитерской фабрике), норму расхода воды на принятие одного душа можно установить в $q = 40$ *л* с температурой $t_{см} = 35°$ и продолжительностью приема $z = 5$ мин.

Тогда потребное количество воды $t_{см} = 35°$ для удовлетворения душем 30 человек определится:

$$W = q \cdot n = 40 \cdot 30 = 1\,200 \text{ л},$$

а количество душевых сеток:

$$N = \frac{n \cdot z}{s} = \frac{30 \cdot 5}{30} = 5 \text{ душевых сеток.}$$

При часовом расходе сетки в 500 *л* каждая сетка израсходует в течение $s = 30$ мин. 250 *л*, а 5 сеток

$$250 \cdot 5 = 1\,250 \text{ л} (\sim 1\,200 \text{ л}).$$

Потребное количество тепла для получения 1200 *л* воды с $t_н = 5°$ до $t_{см} = 35°$ с учетом 15% на потери тепла в системе составит:

$$Q \cdot W \cdot (t_{см} - t_н)\,1{,}15 = 1\,200\,(35 - 5)\,1{,}15 = 42\,000 \text{ ккал/час.}$$

Принимая во внимание, что топка плиты не прекращается в течение суток (при 3-сменной работе), нагревание воды, проходящей по змеевику, может производиться в течение всего времени топки с передачей нагретой воды в запасный бак. Последний должен иметь такую емкость, чтобы за час до принятия душей каждой сменой в нем имелась бы горячая вода в достаточном количестве. Потребное количество тепла, воспринимаемое змеевиком в час, в таких условиях должно быть не менее:

$$Q_{час} = \frac{Q}{6 \text{ час.}} = \frac{42\,000}{6} = 7\,000 \text{ ккал/час.}$$

Поверхность нагрева змеевика из железной оцинкованной трубы определим из уравнения:

$$Q_{час} = FK\left(\frac{T_н + T_к}{2} - \frac{t_н + t_к}{2}\right).$$

Принимаем коэфициент теплопередачи $K = 10$,

$$T_н = 850°, \quad T_к = 350°, \quad t_н = 5°, \quad t_к = 70°.$$

Подставляя известные значения, определим:

$$F = \frac{Q_{час}}{K\Delta t} = \frac{7\,000\ ккал/час}{10\left(\frac{850+350}{2} - \frac{5+70}{2}\right)} = 1{,}25\ м^2.$$

Если принять для змеевика диаметр трубы в 50 *мм*, то наружная поверхность нагрева 1 *пог. м* составит $f = 0{,}19\ м^2$, откуда вся длина змеевика должна быть не менее:

$$L = \frac{F}{f} = \frac{1{,}25}{0{,}19} = 6{,}6\ пог.\ м.$$

Так как форма змеевика значения не имеет, то конструкцию и заделку змеевика принимаем в зависимости от устройства плиты и дымоходов.

Емкость резервуара, аккумулирующего горячую воду, определим из условия содержания в нем воды $t_б = 70°$ в количестве, достаточном для обслуживания всех душей за одну смену:

$$V_б = \frac{Q_{час}}{t_б - t_н} = \frac{42\,000}{70-5} \sim 650\ л.$$

Если горячая вода из нагревателя, заделанного в топку, поступает в бак или бойлер, имеющие назначение только аккумулировать ее, то по обратной трубе к нагревателю при разборе поступают новые порции холодной воды (рис. 364). Однако такое устройство не всегда осуще-

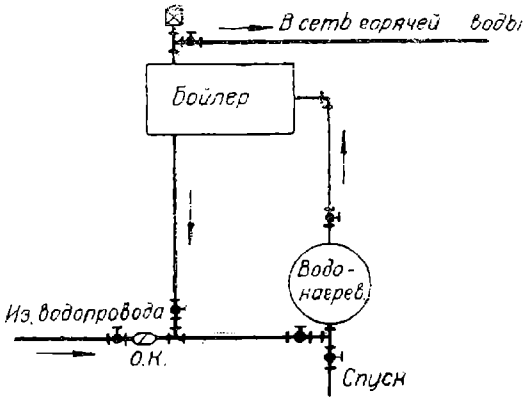


Рис. 364. Схема непосредственного получения горячей воды.

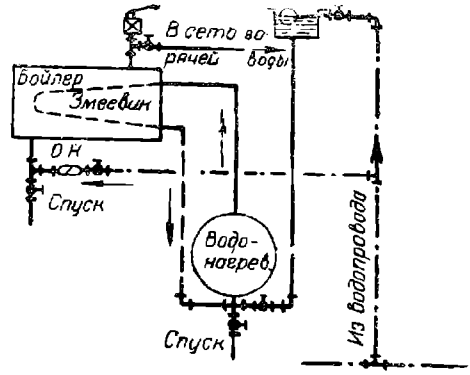


Рис. 365. Схема получения горячей воды с передаточным змеевиком.

ствимо, и при очень жесткой воде (образование накипи) или высоком напоре в питательном трубопроводе (недопустимое давление на стенку нагревателя) нагрев воды производят при помощи второго передаточного нагревателя, обычно в виде змеевика, уложенного в аккумулятор (рис. 365).

При таком способе топочными газами нагревается постоянно одна и та же циркулирующая вода с последующей отдачей тепла воде, поступающей в аккумулятор.

В расчетной формуле определения поверхности нагрева водоводяного змеевика, служащего для нагрева с помощью горячей воды, коэфициент теплопередачи K от воды к воде принимают:

через чугунную стенку — 250 *ккал/м²час*
железную — 280
медную — 300

$T_в$ — температура в восходящем стояке нагревателя . 85—90°
$T_о$ — температура в обратном (циркуляционном) трубопроводе . . 65—70°
t_b — температура воды в аккумуляторе . . . . . 65—70°
t_x — температура поступающей в аккумулятор холодной воды . . 5°

Определив потребную поверхность нагрева, подбирают конструктивно возможные размеры водонагревателя.

б) Расчет котельных установок

Определение расчетной поверхности нагрева водогрейного котла производится так же, как и в предыдущих расчетах по формуле:

$$F = \frac{}{K\Delta t} = \frac{Q}{k},$$

где $k = K\Delta t$ составляет теплоотдачу 1 $м^2$ поверхности нагрева котлов *ккал/час*.

Значения k принимают:

При топке каменным углем
для чугунных секционных котлов . $k = 7\,000$ *ккал/м²час*
железных котлов . $k = 8\,000$

В случае применения дров, торфа или низкосортного бурого угля указанное значение k следует принимать на 20% менее

при топке нефтью . $k = 10\,000$ *ккал/м²час*
при дутье . $k = 12\,000—15\,000$

Если получение горячей воды предполагается производить паром низкого давления (до 0,7 *ати*), то поверхность нагрева определяется:

$$F = \frac{D}{D_к},$$

где D — количество потребного пара в *кг/час*;

$$D = \frac{Q}{i};$$

i — скрытая теплота парообразования в 1 *кг* насыщенного водяного пара в зависимости от давления[1];

Q — расчетное количество тепла в час.

Количество пара, снимаемое с 1 $м^2$ поверхности нагрева котла, составляет:

$$D_к = \frac{k}{i}\ кг/час.$$

Ориентировочная паропроизводительность котлов:

для чугунных секционных . . 13—15 *кг/м²час*
железных цилиндрических . . . . . 15—2
вертикальных водотрубных котлов системы
Шухова . . . . . 15—25 „

Примечание. Вторые цифры относятся к форсированной работе и при усиленной тяге.

При нагреве воды непосредственным впуском пара без возврата конденсата количество пара определяется из следующего равенства:

$$D = \frac{Q}{i - t_г} = \frac{W(t_г - t_x)}{i - t_г}.$$

При этом необходимо, чтобы фактическое давление пара P_0 в *ати*, соответствующее производительности, указанной в прейскурантах для давления P, было бы не менее

$$P_0 \geqslant \frac{h}{10} + P,$$

[1] Ориентировочно для пара низкого давления принимают $i = 540$ *ккал/час* в 1 *кг*.

где h — высота столба воды в $м$ на уровне установки пароструйного нагревателя.

Если давление пара P_0 менее $\frac{h}{10}$ *ати*, то нагреватель работать не будет, так как в этом случае холодная вода начнет поступать в паропровод.

Таким образом, определив потребное максимальное количество пара в час, принимают к установке пароструйный нагреватель с учетом избыточного давления при истечении пара из наконечника. Это значит, что из давления пара, получаемого в котле, необходимо вычесть все сопротивления в паропроводе и давление воды на уровне установки нагревателя, так как в зависимости от давления пара меняется производительность пароструйного прибора.

При нагреве воды паром через змеевики, уложенные в нижних слоях воды бака или бойлера, давление пара следует принять в 1,5—2,0 *ат*, но по возможности не свыше 3 *ат*, чтобы не усложнять вопрос о плотности стыковых соединений в паропроводе. В домовых установках при змеевике, расположенном в герметическом бойлере, чаще применяется пар от котлов низкого давления (0,5 — 0,7 *ати*), причем во всех случаях использованный пар из змеевиков возвращается в виде конденсата в котлы.

Коэфициент теплопередачи K ориентировочно принимают:

из пара в воду через	чугунную стенку	— 650— 750	*ккал/м² час*
» »	железную	— 700— 800	»
	медную	— 900— 000	»

Скорость движения воды принимается не более 1 *м/сек*, при большей скорости протока коэфициент K возрастает.

Применение вместо змеевика нагревателей из чугунных радиаторов или ребристых труб отопления связано с необходимостью иметь значительно бо́льшую нагревательную поверхность, так как коэфициент теплопередачи для таких приборов ниже, чем для гладких железных труб. Например для ребристых труб рекомендуется коэфициент теплопередачи K принимать не более 130 *ккал/час* в час с 1 $м^2$.

Если нагрев воды происходит в противоточных пароводяных нагревателях малой теплоемкости, например типа шафштедта, то в формуле определения поверхности нагревателя значения K и Δt следует принимать с возможной точностью по соответствующим формулам. В противоточных водонагревателях стремятся создать увеличение скоростей протока и получить возможно большее значение K.

При соблюдении этих условий достигается возможность получить более высокие значения коэфициента теплопередачи. Пар для противоточных нагревателей применяют с давлением от 3 до 5 *ат* с более высокой температурой, чем пар низкого давления. Отсюда увеличивается и Δt, что в произведении с K дает возможность определить большую производительность аппарата при небольших его конструктивных размерах.

Точное значение коэфициента теплопередачи K определяется по формуле:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{e_n}{\lambda_n}},$$

где α_1 — коэфициент теплоперехода от конденсирующегося пара к стенке в *ккал/м² час*;

α_2 — коэфициент теплоперехода от стенки к воде;

e_1 — толщина стенки трубок;

λ_1 — теплопроводность материала трубок принимается:

для железа .	. $\lambda = 51 - 56$	*ккал/м² час*
чугуна . .	. $\lambda = 30 - 40$	»
алюминия	. $\lambda = 125$	»
бронзы	. $\lambda = 61$	»
латуни .	. $\lambda = 72 - 108$	
красной меди	. $\lambda = 330$	

e_2 — толщина накипи (принимается в 0,001—0,0002 *м*);
λ_2 — теплопроводность накипи 0,5—2,0;
e_n — толщина слоя масла или иных посторонних примесей в паре или воде, имеющих теплопроводность λ_n.

Величину передачи тепла от конденсирующегося пара к стенке определяют по упрощенной формуле:

$$\alpha = \frac{b}{\sqrt[4]{H(t_n - t_{cm})}} \text{ ккал/м}^2 \text{ час},$$

где b — коэфициент, зависящий от температуры пара и стенки;
t_n — температура пара;
t_{cm} — „ стенки;
H — активная высота трубки в *м* при вертикальном расположении трубок; при горизонтальном положении — произведение диаметра трубки в метрах на среднее число их в вертикальном ряду.

При течении пара внутри трубки H будет равно длине одного хода.

Значения коэфициента b для вертикального расположения могут быть определены по формуле:

$$b = 5\,700 + 56\,t_n - 0{,}09\,t_n^2$$

или взяты из табл. 74.

Таблица 74

t_n	b	t_n	b	t_n	b
		70	9 165	140	11 850
10	6 260	80	9 590	150	12 180
20	6 810	90	10 010		
30	7 320	100	10 420		
40	7 820	110	10 820		
50	8 285	120	11 190		
60	8 785	130	11 530		

Для горизонтального расположения трубок величина коэфициента b составляет 0,77 от величины при вертикальном расположении.

Для шероховатых труб коэфициент теплоперехода следует принимать на 25% менее.

Величину передачи тепла от стенки воде (или обратно) рекомендуется определять для железных шероховатых трубок по формуле Зеннекена:

$$\alpha_2 = 735\ (1 + 0{,}014\,t_{cm}) - \frac{v^{0,7}}{d^{0,3}} \text{ ккал/м}^2\text{час},$$

где t_{cm} — температура стенки;
v — скорость движения воды в *м/сек*;
d — диаметр трубки в *м*.

Определение температуры стенки t_{cm} производится по формуле:

$$t_{cm} = t' - \frac{K}{\alpha_1}(t' - t'') = t'' + \frac{K}{\alpha_2}(t' - t''),$$

где t' — средняя температура теплоносителя;
t'' — „ „ нагреваемой воды;
K, α_1, α_2 — коэфициенты теплопередачи и теплоперехода; они принимаются вначале ориентировочно, так как пока их точное значение неизвестно.

Для гладких медных труб величину α_2 рекомендуется определять по формуле Меркеля:

$$\alpha_2 = b\,\frac{v^{0,87}}{d^{0,13}} \text{ ккал/м}^2\text{час °C},$$

где b — коэфициент, зависящий от температуры воды;
v — скорость движения воды у поверхности теплообмена в *м/сек*;
d — диаметр трубки в *м*.

Коэфициент b определяется по формуле:

$$b = 1\,730 + 29\,t_{ср} - 0{,}03\,t_{ср}^2,$$

где $t_{ср}$ — средняя температура воды, или может быть принят из табл. 75.

Таблица 75

$t_{ср}$	b	$t_{ср}$	b	$t_{ср}$	b
		60	3 350	120	4 790
10	2 025	70	3 610	130	5 020
20	2 307	80	3 860	140	5 200
30	2 572	90	4 100	150	5 370
40	2 845	100	4 320	—	—
50	3 100	110	4 560		—

Величина Δt зависит от направления токов теплоносителя и нагреваемой воды.

В общем виде формула определения Δt, предложенная Грасгоффом, состоит:

$$\Delta t = \frac{\Delta_б - \Delta_м}{\ln \frac{\Delta_б}{\Delta_м}},$$

где $\Delta_б$ — большая разность температур теплоносителя и нагреваемой воды в одном конце нагревателя;

$\Delta_м$ — меньшая разность температур теплоносителя и нагреваемой воды в другом конце нагревателя (безразлично у входа или выхода).

При противотоке, когда нагревание воды идет по схеме

$$\frac{T_1 \rightarrow T_2}{t_2 \leftarrow t_1},$$

Δt определяется по формуле:

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)}.$$

При параллельном токе, когда нагревание воды идет по схеме $\frac{T_1 \rightarrow T_2}{t_1 \rightarrow t_2}$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2}\right)}.$$

Приближенно значение Δt можно получить по упрощенной формуле:

$$\Delta t = \frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

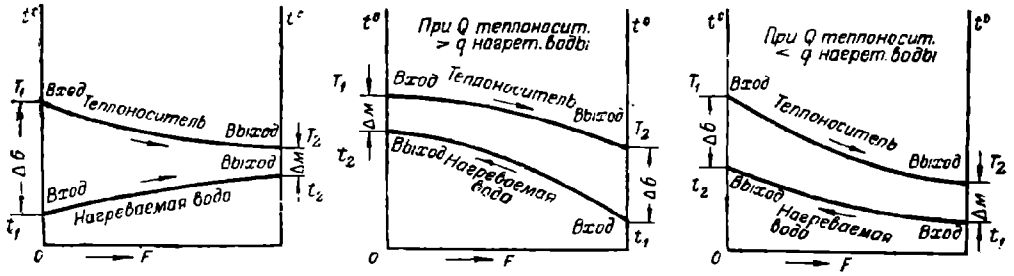


Рис. 366. Графики теплопередачи: *а* — при параллельном токе, *б* и *в* — при противотоке.

Чем более $\Delta_б$ отличается от $\Delta_м$, тем больше разница между точным и приближенным результатами Δt; если $\Delta_б = \Delta_м$, то в этом случае приближенная формула совпадает с точной.

Максимальную экономическую разность температур в паро-водяных нагревателях между наивысшей точкой нагрева воды и температурой пара принимают в пределах 5—10°.

На рис. 366 изображены графики изменения теплопередачи при параллельном и противоточном движении воды и теплоносителя.

Противоточные нагреватели легко покрываются отложениями накипи, резко снижающей коэфициент теплопередачи K, а вместе с тем и производительности всей установки. Поэтому приходится периодически производить чистку аппарата (даже при самой мягкой воде не менее 2-3 раз в год).

Из двух устанавливаемых аппаратов каждый должен удовлетворять полной производительности установки (один из них рабочий, а другой — запасной). При одновременной работе нескольких аппаратов принимают производительность каждого не менее 70—75% от полной потребности.

При гидравлических расчетах системы горячего водоснабжения необходимо учитывать сопротивления при проходе через нагреватель. В бойлерах большой емкости потеря напора при проходе воды невелика, но в противоточных пароводонагревателях, особенно при больших скоростях протока, потеря напора возрастает, что весьма существенно влияет на работу системы при циркуляции.

Значение скорости движения воды и K необходимо принимать после технического и экономического обоснования с учетом гидравлических сопротивлений. Гидравлические сопротивления в противоточном пароводонагревателе со стороны воды можно определить по формуле:

$$h = \left(\lambda S + \sum \xi \frac{d}{L}\right) \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{\gamma L}{d},$$

где h — потеря напора в $кг/м^2$;

λS — коэфициент трения, определяемый по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0{,}316}{\mathrm{Re}^{0{,}25}},$$

при Re — число Рейнольдса

$$\mathrm{Re} = \frac{vd}{\nu},$$

где ν — кинематическая вязкость в $м^2/сек$;

$\sum \xi$ — сумма коэфициентов местных сопротивлений;

g — ускорение силы тяжести;

γ — удельный вес воды в $кг/м^3$;

d — внутренний диаметр трубки в $м$;

L — длина пути воды в $м$;

v — скорость движения в $м/сек$;

или по формуле:

$$h = h_{тр} + h_{вх} + h_{б} + h_{ар} \text{ в } м. \text{ вод. ст.},$$

где $h_{тр}$ — сопротивление трения при движении воды вдоль трубок, определяемое по формуле Бокса;

$h_{тр} = 1{,}565\, v^2 \frac{l}{d} z$ — при движении внутри трубок и $h'_{тр} = 0{,}39 v^2 l z \frac{P}{F}$ при движении снаружи трубок,

где l — длина хода в $м$;

P — периметр сечения трубки в $мм^2$;

F — площадь поперечного сечения трубки в $мм^2$;

z — число ходов;

$h_{вх} = 0{,}081\, v^2 z$ — сопротивление при входе воды в нагреватель;

$h_{б} = (1 + z)\, 0{,}15$ $м$ вод. ст. — сопротивление при поворотах струи воды

$h_{ар} = \sum \xi \frac{v^2}{2g}$ — сумма потерь от местных сопротивлений;

$\sum \xi$ — сумма коэфициентов местных сопротивлений.

При установке нагревателей необходимо соблюдать следующие основные условия:

1) аппарат устанавливать так, чтобы иметь возможность производить его осмотр со всех сторон;

2) перед фронтом нагревателя иметь достаточное место для выемки трубок аппарата при чистке и замене их;

3) изолировать нагреватель от потерь тепла;

4) до установки аппаратов предварительно произвести все теплотехнические и гидравлические расчеты с учетом местных условий и предполагаемого режима работы установки.

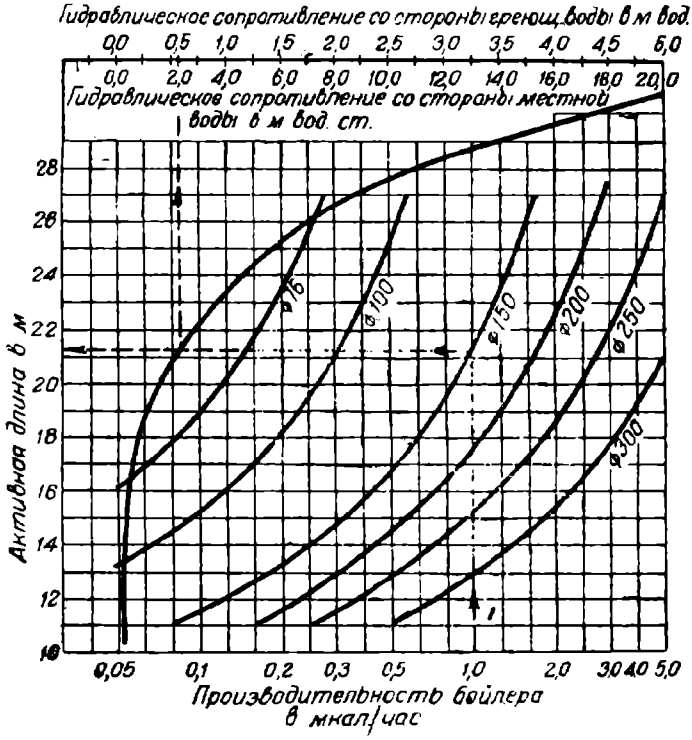


Рис. 367. Номограмма характеристик водо-водонагревателей.

В водонагревателях теплоносителем в большинстве случаев является горячая вода теплосети (ТЭЦ). Температурный перепад в теплосетях в зимнее время составляет $T_н = 130°$, $T_к = 90°$, в летнее время $T_н = 80°$ и $T_к = 45°$.

Для расчета горячего водоснабжения принимают наиболее неблагоприятные условия. Температура восходящей нагреваемой воды принимается в 70° при $t_х = 5°$. При таких параметрах водо-водяные нагреватели выполняются обычно многоходовыми и монтируются из отдельных типовых секций. Секционность аппарата позволяет в широких пределах осуществлять весьма разнообразные комбинации монтажа, добавлять и убавлять количество секций, заменять их при ремонте и чистках.

При иных параметрах, например при использовании для нагрева тепла отработанных производственных или сточных банных вод и т. п., необходимо делать соответствующие пересчеты производительности и гидравлических потерь по приведенным выше формулам.

Для облегчения подбора водо-водонагревателей из типовых секций можно пользоваться номограммой (рис. 367).

При ее помощи нетрудно определить потребную длину водо-водонагревателя, а также приближенные значения гидравлических сопротивлений теплоносителя и нагреваемой воды.

При составлении номограммы коэфициенты теплоперехода подсчитаны по Меркелю, гидравлические сопротивления — по Боксу.

Основные схемы горячего водоснабжения

После вычислений расчетных расходов горячей воды, тепла, графиков расхода и т. п. необходимо наметить принципиальную схему устройства: с открытыми баками или с герметически закрытыми резервуарами.

Системы различаются: с непосредственным нагревом и с нагревом воды через соответствующую поверхность; по способу подачи воды к потребителю они бывают с непосредственным разбором горячей воды, с тупиковым разводящим трубопроводом, с циркуляционным кольцевым трубопроводом и с естественным или искусственным побуждением. Разводящие трубопроводы проектируются с верхней или с нижней разводкой.

Построение графиков израсходованного и полученного тепла

Поверхность нагревательного прибора, емкость аккумуляторов и подсобные к ним установки рассчитываются по часовым расходам.

В некоторых случаях часовой расход в течение всей работы не имеет резких колебаний и его можно считать равномерным, но в большинстве случаев эти колебания бывают чрезвычайно велики, например в душевых при промпредприятиях и школах.

Расчетное количество тепла и воды при равномерном расходе принимается по средней часовой работе установки.

При переменном часовом расходе в случаях особо ответственных зданий и при небольших установках расчет ведется по максимальному расходу.

Для обычных устройств со значительным расходом горячей воды (жилые дома, бани и т. д.) расчет нагревательных установок следует вести по средним часовым расходам максимального по разбору дня. Во всех случаях необходимо составлять предполагаемые графики полученного P и израсходованного тепла M.

Кривая израсходованного тепла M при любых условиях работы нагревательной установки не меняется. Кривая P сообщенного тепла для одного и того же объекта может иметь очень большое количество различных вариантов в зависимости от способа приготовления горячей воды, поверхности и производительности нагревателей, емкости резервуаров, постоянной или переменной температуры воды в аккумуляторах и т. д.

Выбор наиболее приемлемого варианта следует принять только после всестороннего сравнения кривых P и определения стоимости установки и эксплоатационных расходов.

При помощи построенных графиков и принятой кривой P определяют расчетные величины потребной поверхности нагревателя, время начала работы установки, перерывы в действии и время окончания нагрева. Разность между кривой M и P в любой момент действия установки показывает количества тепла, находящегося в данный момент в аккумуляторах. В зависимости от принятой установки аккумуляторы в большинстве случаев выбираются с постоянной емкостью при переменной температуре или с переменной емкостью при постоянной температуре. При любых условиях кривая P располагается выше кривой M. Пересечение, а тем более расположение кривой P ниже кривой M указывало бы, что израсходовано тепла больше, чем получено.

Если в установке приняты аккумуляторы с постоянной температурой, но переменной емкостью, что имеет место при установке открытых баков, то из графика кривых P и M нетрудно составить кривую изменения емкости резервуаров в течение всего времени работы установки.

Емкость воды в аккумуляторе в любой отрезок времени определится:

$$V_б = \frac{r}{t_н - t_х} = \frac{P_п - M_н}{70 - 5}.$$

Максимальная разность r_{max} между кривыми P и M определяет величину $V_б$, т. е. емкость резервуаров. При этом полезную расчетную емкость аккумуляторов необходимо увеличить на 10—20% в зависимости от установки на возможные непредвиденные колебания расхода воды в системе.

Минимальное количество горячей воды r_{min} в резервуарах в часы максимального расхода воды в системе следует принять не менее среднего часового расхода, а в ответственных случаях не менее максимального часового расхода (рис. 368).

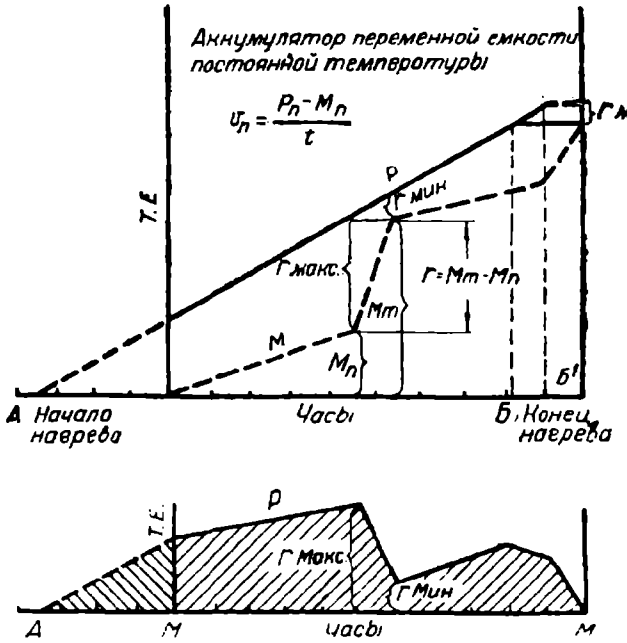


Рис. 368. График работы установки с аккумулятором переменной емкости и постоянной температуры.

Если система принята с аккумуляторами постоянной емкости, но с переменной температурой, имеющей место обычно при установке с герметическими резервуарами, а также с железными водогрейными котлами, то для построения кривой P необходимо построить вспомогательные кривые M_{min} и M_{max}, параллельно идущие кривой M.

Отрезок между кривой M_{min} M, равный на всем протяжении, соответствует минимальному неприкосновенному количеству тепла в аккумуляторах, емкость которых $V_б$ обычно также соответствует среднему часовому расходу для обычных установок и максимальному часовому — в ответственных случаях.

Минимальную температуру определяют в зависимости от температуры потребления. Например только для душевых установок t_{min} достаточно принять в 40—45°, а для систем, где имеются кухонные разборы, t_{min} в 55—60°. Тогда r_{min} на всем протяжении определится $r_{min} = V_б \cdot t_{min}$.

Таким же образом производится построение кривой M_{max}, где r_{max} определяется

$$r_{max} = V_б \cdot t_{max},$$

где t_{max} соответствует максимально допустимой температуре воды в аккумуляторах. В зависимости от температуры выходящей воды из нагревателя обычно t_{max} принимают в 90—95°. Кривую P подбирают так, чтобы она располагалась между кривыми M_{min} и M_{max}.

Величина разности в любой отрезок времени между P и M, деленная на емкость аккумулятора $V_б$, даст температуру воды в резервуаре (рис. 369).

Полезная емкость герметических резервуаров и открытых баков для небольших установок обычно определяется по максимальному часовому расходу тепла (без построения графиков):

$$V_б = \frac{Q \cdot 1{,}10}{t_г - t_х},$$

где

$V_б$ — емкость аккумулятора в *л*;

Q — максимальное часовое количество тепла в *ккал/час*;

1,10 — 10% запас на покрытие потерь в бойлере и трубопроводе (для небольших установок) при значительной протяженности трубопровода принимают в 15 и даже 20% ;

$t_г$ — средняя температура горячей воды в бойлере обычно принимается 70°;

$t_х$ — температура холодной воды из водопровода 5°

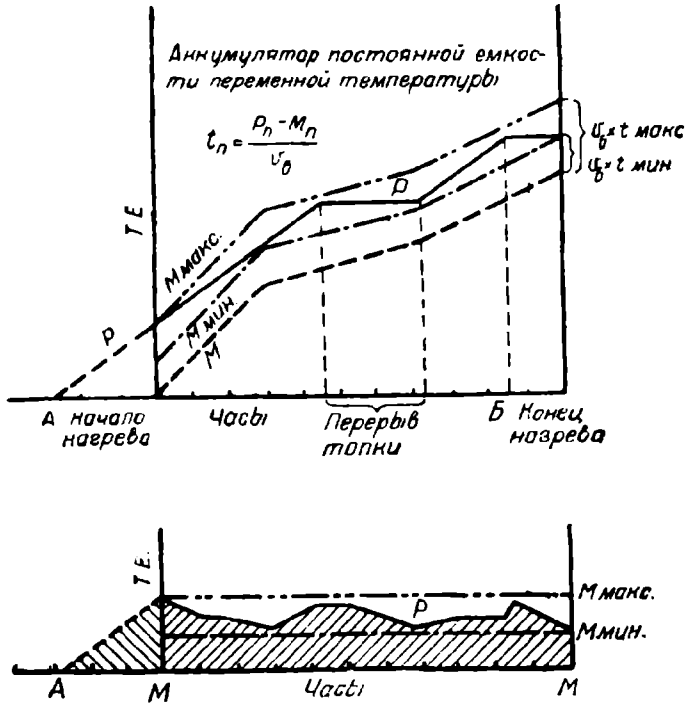


Рис. 369. График работы установки с аккумулятором постоянной емкости и переменной температуры.

Расчет трубопроводов горячей воды

Одиночный трубопровод, ведущий к разборным точкам, рассчитывается по аналогии с трубопроводом холодной воды.

Для расчета трубопроводов необходимо каждый раз определять секундные расходы.

При соединении водонагревателя с аккумулятором воды (безразлично — открытого или закрытого) двумя трубопроводами: первого — от верхней точки водонагревателя к верхней точке аккумулятора, второго — от низшей точки аккумулятора к низшей точке водонагревателя, при нагреве наблю-

дается кольцевое, так называемое циркуляционное движение воды. Нагретые частицы воды поднимаются по восходящему трубопроводу в аккумулятор, а холодная, более плотная вода из низких слоев резервуара опускается по обратной трубе в водонагреватель.

Чем больше разность между температурами воды в восходящем и обратном трубопроводе, тем интенсивнее происходит циркуляция воды. Таким образом, остывание воды в системе способствует созданию естественного движения воды.

Температуру воды в восходящем стояке при открытом баке можно довести до 90°, максимум 95—98° во избежание закипания воды. При герметических резервуарах, когда вся система находится под постоянным повышенным давлением, температуру воды в восходящем стояке можно довести и более 100° (в зависимости от постоянного давления).

Например при давлении 2 *ат* температуру в восходящем стояке можно принять в 110—115°.

Температуру воды в обратном трубопроводе от резервуара принимают на 3—5° ниже средней температуры в аккумуляторе, т. е. при $t_г = 75°$, $t_о = 75° - 3° = 72°$.

В небольших установках чаще всего принимают разность в 20°, т. е. $t_г = 90°$ и $t_о = 70°$, $t_г - t_о = 90° - 70° = 20°$.

Напор из внешнего водопровода холодной воды никакого влияния на циркуляцию не оказывает, будь то открытый или герметически закрытый резервуар. При равных условиях установки величина действующего циркуляционного напора будет одинакова как для открытых, так и для закрытых резервуаров.

Второй величиной для вычисления действующего напора является высота h, определяемая как вертикальное расстояние от центра тяжести воды в водонагревателе до центра тяжести воды в резервуаре. Обычно с вполне достаточной точностью центры тяжести можно условно принимать без учета неодинаковой плотности воды при разных температурах. При циркуляции, как и при всяком движении воды, сопротивление в трубах и фасонных частях, а также в арматуре уменьшает напор. Поэтому необходимо располагать резервуар по возможности выше над водонагревателем и горизонтальное протяжение трубопровода иметь по возможности коротким.

Формула, выражающая действующий циркуляционный напор, имеет такой вид:

$$H_ц = h(\gamma_1 - \gamma_2),$$

где $H_ц$ — действующий циркуляционный напор в *мм* вод. ст. или в *кг* на 1 $м^2$ площади сечения;

h — геометрическая вертикальная высота в *м* между центрами водонагревателя и аккумулятора;

γ_1 — объемный вес 1 $м^3$ воды при $t_о$ в обратном стояке в *кг*;

γ_2 — объемный вес в 1 $м^3$ воды при $t_г$ в восходящем стояке в *кг*.

Так как циркуляционный напор невелик, то диаметры циркуляционного трубопровода (восходящего и обратного) принимают несколько увеличенных размеров. Это дает возможность получить меньшие величины сопротивлений на трение в трубопроводе ($i \cdot l = H_{тр}$) и местных сопротивлений ($H_м$) при проходе через фасонные части и арматуру:

$$H_ц \geqslant H_{тр} + H_м.$$

В больших и ответственных установках циркуляционный трубопровод следует проверить на все характерные случаи работы установки; основные из них:

1) при максимальной температуре в восходящем стояке и средней температуре в обратном — при полной отсутствии разбора воды;

2) при максимальном разборе горячей воды, когда ее температура в резервуаре может быть выше температуры воды в восходящем стояке. В этом случае естественного циркуляционного движения воды не будет, но часть обратной трубы снизу заполнится холодной водой на некоторую высоту y, которую не следует допускать более 0,75 h (рис. 370);

3) при максимальных температурах в восходящем и обратном трубопроводах, но при минимальной разности между этими температурами.

Если осуществление естественной циркуляции по местным условиям затруднительно (например при большом горизонтальном протяжении трубопровода и незначительном h и т. д.), прибегают к искусственному побуждению, обычно при помощи центробежного насоса, периодически пускаемого в действие.

Циркуляционный трубопровод распределительной сети устраивается в тех случаях, когда необходимо обеспечить потребление горячей воды

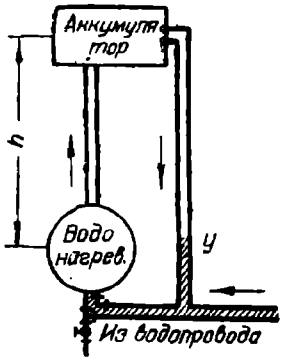


Рис. 370. Схема циркуляционного трубопровода между нагревателем и аккумулятором при максимальном разборе воды.

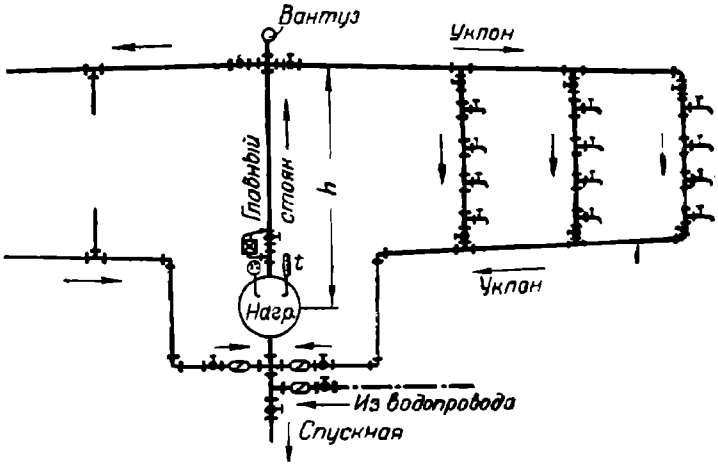


Рис. 371. Схема сети с верхней разводкой.

в любое время с температурой не ниже заданной. Для этого в моменты отсутствия разбора вода в трубопроводе должна не застаиваться и не остывать слишком сильно. Если не будет обеспечен постоянный обмен воды на более горячую, то при продолжительном отсутствии разбора придется спускать значительное количество охлажденной воды, прежде чем горячая вода будет потребной температуры.

Устройство распределительного кольцевого трубопровода с циркуляцией горячей воды имеет распространение в больницах, поликлиниках, гостиницах, жилых домах и т. п.

Циркуляция воды в сети бывает: а) естественная (гравитационная) и б) искусственная (с насосным побуждением).

Системы применяются с нижней и верхней разводкой.

С верхней разводкой вода из нагревателя по восходящему стояку поднимается до высшей точки системы, откуда направляется по распределительным трубопроводам через обратные стояки к водоразборным точкам; излишки воды собираются обратной магистралью и возвращаются в водонагреватель. При такой системе в верхней точке следует иметь приспособление для удаления воздуха (рис. 371).

При нижней разводке горячая вода из нагревателя по распределительному трубопроводу, уложенному обычно под потолком подвала, распределяется по восходящим стоякам к водоразборным кранам. Обратная магистраль прокладывается ниже распределительной и получает уклон

в сторону нагревателя (рис. 372). Довольно часто циркуляцию осуществляют только по магистрали (из-за экономии труб). В этом случае распределительная сеть делается замкнутой однотрубной или замкнутой двухтрубной. Осуществление циркуляции только на магистрали возможно искусственным путем (центробежным насосом).

При естественной циркуляции рядом с распределительными стояками прокладываются обратные, соединенные между собой на 0,5 — 1,0 *м* ниже наиболее высокорасположенного водоразборного крана. В целях экономии труб практикуют частичную прокладку обратных стояков только у распределительных стояков, наиболее удаленных от водонагревательной установки.

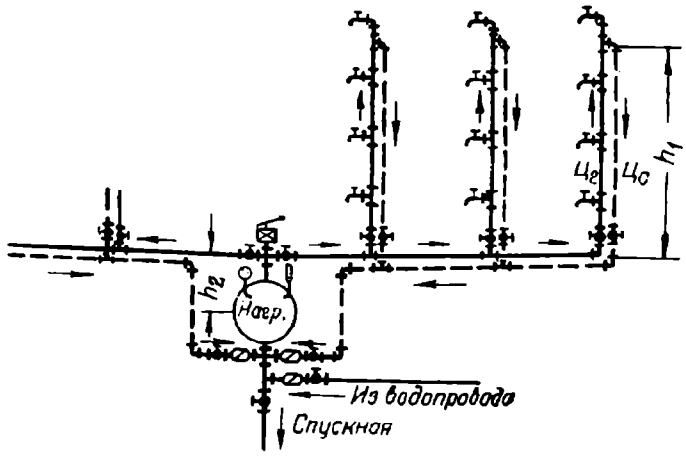


Рис. 372. Схема сети с нижней разводкой.

А. Естественная циркуляция

Расчет трубопровода производится на два случая: первый, когда в сети происходит максимальный разбор воды под действием наружного водопроводного напора, и второй случай, когда разбор воды в системе отсутствует.

Диаметры распределительного магистрального трубопровода циркуляционной сети предварительно определяются из расчета пропуска максимального количества воды при разборе. Скорость движения воды при этом в трубопроводе принимают в системах с естественной циркуляцией не более 1 *м/сек* (и 1,5 — 2 *м/сек* в системах с насосной циркуляцией). В том и другом случае диаметры трубопроводов к водоразборным кранам определяются в полной аналогии с холодным водоснабжением.

Диаметры обратного циркуляционного трубопровода принимают меньшего размера, примерно на 1—2 номера менее участка распределительного трубопровода. (Допустим, если $d_г = 63$ *мм*, то $d_о = 38 — 50$ *мм*.). Обратные стояки при нижней разводке ответвлений не имеют и в зависимости от пропускной способности парного ему распределительного стояка принимаются одного диаметра по всей высоте (19 — 25 и реже 32 *мм*).

Магистральные горизонтальные линии диаметром менее 25 *мм* принимать не рекомендуется.

Циркуляция горячей воды по кольцевой сети происходит в моменты отсутствия разбора воды. Естественное движение воды будет лишь в том случае, если внутренний напор будет более, чем все сопротивления в трубопроводе:

$$H_ц > H_{тр} + H_м.$$

Вот почему не во всех случаях возможно осуществление естественной циркуляции.

В табл. 76 приведены рекомендуемые пределы рентабельного применения системы с естественной циркуляцией.

Расчет естественной циркуляции начинают с выявления пропускной способности отдельных участков сети, т. е. с определения количеств горячей воды, которые должны проходить по отдельным участкам сети для покрытия потерь тепла вследствие остывания воды.

Потеря тепла зависит от размера трубы (диаметра) и от ее отделки (голая или изолированная труба). К. п. д. изоляции η зависит от материала изоляции, толщины, от разности температуры протекающей воды в трубах и окружающего воздуха и т. д. Для горячего водоснабжения в большинстве случаев применяется мастика из белой глины с очесами в два слоя по 25 *мм* каждый. К такой изоляции $\eta = 0{,}60 — 0{,}65$; вычисляется он по формулам или берется из готовых таблиц.

Таблица 76

Вертикальная высота наивысшего водоразборного крана горячей воды над центром водонагревателя в *м*	Максимальное горизонтальное расстояние наиболее удаленного водоразборного крана от центра водонагревателя в *м*	
	с верхней разводкой	с нижней разводкой
2,00	17—25	12—16
6,00	40—50	25—30
10,00	50—65	30—40
20,00	65—70	40—50

Сеть горячего и обратного трубопровода разбивается на участки с таким расчетом, чтобы в пределах каждого расход горячей воды, диаметры трубопровода и условия изоляции труб оставались постоянными. Обычно принято изолировать горизонтальные магистральные трубы распределительного и обратного трубопроводов, а стояки и ответвления оставлять голыми.

Так как температура воды в трубах на отдельных участках сети заранее неизвестна, то для предварительного расчета температуру назначают приближенно. Например для сети горячего водоснабжения с водоразборными кранами для кухонных нужд минимальная температура разбора должна быть в 55—60°. При температуре выхода воды из нагревателя в 70—75° перепад ее по наиболее неблагоприятному и удаленному распределительному трубопроводу принимается в 15°. В обратном трубопроводе перепад принимается в 5°. Таким образом общий перепад в системе принимают в 20°, что в дальнейшем уточняется окончательным расчетом.

Задавшись разностью температур по участкам сети и установив диаметры трубопровода, определяют часовую потерю тепла q вначале на 1 *пог. м* трубы, а затем на весь участок, умножая q на l отдельно для голых и изолированных труб. Количество тепла, теряемое в час на 1 *пог. м* трубы, в зависимости от диаметра, способа изоляции и разности температур можно принять по таблицам справочников и руководств по отоплению и горячему водоснабжению.

После определения потерь тепла в час в каждом участке циркуляционного трубопровода выбирают для расчета неблагоприятное направление к наиболее отдаленной от источника тепла точке разбора и обратно к нагревателю.

Количество тепла, пропускаемое по наиболее удаленному участку (обычно по полукольцу дальнего горячего и соответствующего ему обратного стояков), должно быть принято в количестве фактически теряемого тепла этими участками в 1 час.

Все последующие участки магистральной циркуляционной сети должны пропускать: а) количество тепла, теряемое как горячим, так и обратным участком, и б) транзитное количество тепла, необходимое для покрытия потерь всех последующих участков магистрального распределительного и обратного трубопроводов и стояков. Для упрощения расчета количество

тепла по каждому участку обратного магистрального трубопровода принимается в том же количестве, что и по соответствующему ему участку распределительного трубопровода.

Расчетную таблицу можно составить по следующей форме:

Форма 4

Сводная таблица расходов тепла по участкам

№ участков	Длина участка в *м* l	Диаметр в *мм* d	Температура			Способ прокладки трубопровода	Потеря тепла в *ккал/час*		Подача тепла по полукольцу на покрытие потерь тепла в *ккал/час*	Общий расход тепла с транзитом
			воды $t_в$	помещения $t_п$	разность $t_в - t_п$		на 1 *пог. м* q	на участок $q \cdot l$		

Сопротивления циркуляционному движению воды как по каждому участку, так и по всему расчетному кольцу определяют в зависимости от пропускаемого количества тепла, т. е. количества горячей воды при принятой разности температур в системе.

Потери циркуляционного напора составляют трение воды о стенки труб и различные местные сопротивления в поворотах, тройниках, вентилях, в нагревателе, аккумуляторе и т. д. Так как они представляют собой весьма небольшие величины, выражаемые в *мм* вод. ст., то вычисления их нужно производить с возможной точностью.

Потери напора на трение в зависимости от пропускаемого часового расхода тепла, диаметра трубопровода и разности температур в системе обычно определяют по таблицам, составленным по формуле:

для труб на муфтовом соединении:

$$i = 2\,570\,\frac{v^{1,44}}{d^{1,29}};$$

для труб фланцевых:

$$i = 4\,920\,\frac{v^{1,96}}{d^{1,31}},$$

где i — потеря напора в *мм* вод. ст. на 1 *пог. м*;

v — средняя скорость воды в *м/сек*;

d — внутренний диаметр трубы в *мм*.

Полученные значения будут относиться к температурам горячей воды в 60—70°. При более низких температурах необходимо вводить поправочные коэфициенты:

а) при температуре воды в 50°—1,05

б) „ „ „ „ 40°—1,10 и т. д.

Наряду с величинами потерь на трение в таблицах приводятся соответствующие им величины скорости движения воды.

Потеря циркуляционного напора на преодоление местных сопротивлений определяется по формуле:

$$H_м = \Sigma\zeta\,\frac{v^2}{2g}\gamma,$$

где $H_м$ — потеря напора на местные сопротивления в *мм* вод. ст.;

$\Sigma\xi$ — сумма всех коэфициентов для местных сопротивлений в арматуре и фасонных частях участка трубопровода[1];

v — скорость в *м/сек*;

g — ускорение силы тяжести 9,81 *м/сек*;

γ — вес 1 $м^3$ воды в *кг*.

Общая потеря циркуляционного напора по расчетному кольцу определится как сумма потерь на трение и местные сопротивления по всем участкам кольцевого распределительного и обратного трубопровода:

$$H_0 = H_т + H_м.$$

Вычисления потерь напора помещают в расчетную таблицу по следующей форме:

Форма 5

Сводная таблица потерь напора при циркуляции

№ участка	Длина участка в *м* l	Диаметр в *м* d	Пропускаемое количество тепла Q *ккал/час* по участку	Потеря на трение в *мм* вод. ст.		Скорость в *м/сек* v	Сумма местных сопротивлений $\Sigma\xi$	Потеря в *мм* вод. ст. на местные сопротивления $H_м$	Полная потеря в *мм* вод. ст. на участке $H_0 = i \cdot l + H_м$
				на 1 *пог. м* i	на участке $i \cdot l$				

Следующие вычисления посвящаются определению действующего в системе циркуляционного напора H, величина которого должна быть не менее H_0.

Ориентировочное вычисление циркуляционного напора можно определить по эмпирическим формулам, предложенным А. В. Хлудовым:

а) для верхней разводки:

$$H = 0{,}4\,(h + 0{,}08\,l)\,(t_н - t_к)\ мм \text{ вод. ст.}$$

б) для нижней разводки:

$$H = 0{,}25\,(h + 0{,}03\,l)\,(t_н - t_к)\ мм \text{ вод. ст.}$$

Значения букв в формулах таковы:

h — вертикальное расстояние от середины нагревателя до наивысшего водоразбора в *м*;

l — горизонтальное расстояние нагревателя до самого дальнего водоразбора в *м*;

$t_н$ — начальная температура воды при выходе из нагревателя;

$t_к$ — конечная температура у наиболее удаленного водоразборного крана (самый верхний кран при нижней разводке и самый нижний кран при верхней разводке).

В обоих случаях горизонтальные магистральные линии изолированы, причем к. п. д. изоляции 0,6.

Более точное определение действующего циркуляционного напора в системе с верхней разводкой определяется из предположения, что температура горячей воды в самом отдаленном стояке должна быть не менее заданной t_g (например 50—55°) по той же общей формуле:

$$H = h\,(\gamma_g - \gamma_s),$$

где H — действующий напор в *мм* вод. ст.;

[1] Значения коэфициентов местных сопротивлений приведены в справочниках и руководствах по отоплению и горячему водоснабжению и в справочниках по гидравлике.

h — вертикальная высота магистрального стояка от центра водонагревателя в *м*;

γ_g — вес в *кг/м*³ горячей воды в наиболее отдаленном стояке с температурой t_g;

γ_s — вес в *кг/м*³ горячей воды в магистральном стояке с температурой t_s.

Средние температуры в главном стояке t_s и в наиболее удаленном t_g могут быть определены достаточно точно по перепадам в зависимости от начальной температуры выхода воды и потерь тепла в системе по участкам. Для этого можно воспользоваться приведенной выше таблицей определения потерь при циркуляции.

Действующий циркуляционный напор в сети с нижней разводкой определяется как сумма двух напоров, из которых один создается в стояках, а другой между центром нагревателя и горизонтальной разводящей магистралью.

Расчетные стояки горячей и соответствующей им обратной воды принимаются по наиболее удаленному и неблагоприятному направлению. Действующий напор в стояках определится из разности весов двух столбов воды в горячем и обратном стояках. Средняя температура воды каждого стояка устанавливается по температуре воды в их центрах тяжести ($t_{ц_г}$ и $t_{ц_о}$), которые с вполне допустимой точностью можно принять на полувысоте соответствующих стояков.

Задавшись минимальной для разбора температурой воды (t_g) у наиболее удаленного и высоко расположенного крана, определяют перепад температуры от расчетной точки до предполагаемых центров тяжести в каждом из стояков. Тогда температура в точке $t_{ц_г}$ горячего стояка должна быть не менее чем $t\,t_{ц_г} = t_г + r_г \frac{h}{2}$ и по аналогии в обратном стояке $t\,t_{ц_о} = t_г - r_о \frac{h}{2}$ и затем уже определяют разность $tt_{ц_г} - tt_{ц_о}$.

Расчетную таблицу можно составить по следующей форме:

Форма 6

№ участков	Длина участка в *м* l	Диаметр в *мм* d	Пропускаемое количество тепла Q в *ккал/час*	Наружн. отделка трубы	Температура в °С			Перепад температур		Всего по полукольцу в °С
					воды $t_в$	окруж. воздуха $t_п$	разность $\Delta t = t_в - t_п$	на 1 *пог. м* r	на участок $r \cdot l$	

Таким же способом определяют температуру воды у основания стояков $t_г$ и $t_о$ и выявляют среднюю:

$$t_{ср} = \frac{t_г + t_о}{2}.$$

Тогда действующий циркуляционный напор в стояках определится по способу, предложенному Рекнагелем $H_1 = \Delta\gamma_1 (tц_г - tц_о) h_1$,

где

$\Delta\gamma_1$ — разность в весе 1 *м*³ горячей воды в *кг* при изменении ее темпе-

ратуры на 1°, отнесенное к средней температуре воды $t_{ср}$ (например если $t_{ср}=\frac{55+45}{2}=50°$, то $\Delta\gamma_1$ определяют как разность весов γ при температурах 49,5 и 50,5°);

$t_{г}-t_{о}$ — по предыдущему разность температур воды в центрах тяжести $t_г$ и $t_о$;

h_1 — вертикальное расстояние трубопровода между точками $t_г$ и $t_о$, т. е. $2\cdot\frac{h_1}{2}$.

Точно так же определяется действующий циркуляционный напор H_2 между горизонтальными магистралями и центром нагревателя.

Таким образом полный действующий напор составит:

$$H=H_1+H_2,$$

при этом $H\gg H_0$.

Излишек H над H_0 допускается в 10—15% на непредвиденные сопротивления. При наличии больших излишков соответственно уменьшаются диаметры трубопроводов, главным образом на участках обратного трубопровода магистрали и стояков.

В заключение определяют полный перепад температуры от нагревателя до конечной разборной точки.

Если температура воды в расчетной точке окажется несколько меньшей, чем это было принято в предварительных предположениях, то температура выхода из нагревателя должна быть больше предполагаемой:

$$t_s=t_к+\Sigma t_n.$$

Здесь t_s — температура горячей воды при выходе из нагревателя;

$t_к$ — конечная температура у наиболее удаленного водоразборного крана;

Σt_n — сумма перепада температур на всем протяжении от нагревателя до конечной точки разбора[1].

При больших расхождениях с заданными величинами можно допустить изоляцию части голого трубопровода или, наоборот, часть изолированного трубопровода оголить и проделать все расчеты заново.

Перепад температуры в обратной магистрали определяется тем же способом, т. е.

$$t_о=t_к-\Sigma t_n.$$

Практически можно пренебречь уточнением охлаждения воды в обратной магистрали, так как обратные стояки, расположенные ближе к источнику нагрева, питают обратную магистраль более горячей водой, чем крайний расчетный стояк, и обыкновенно пополняют в ней с излишком потери тепла, принятые в расчетах.

Минимальная температура у крайней разборной точки имеет значение только в первый момент работы сети. При интенсивном разборе воды в сети под действием наружного водопроводного напора значительно ускоряется движение, а следовательно и отдача воды потребителю, поэтому температура воды у крана будет приближаться к температуре горячей воды у нагревателя.

Б. Искусственная насосная циркуляция

Циркуляционная сеть с насосным побуждением встречается как с верхней, так и с нижней разводкой. В последнем случае очень часто применяется циркуляция только по магистрали, без устройства обратных стояков. Этим достигается значительная экономия труб. Охлаждение

[1] Принимаются по таблицам, приведенным в справочниках и руководствах по отоплению и горячему водоснабжению, в зависимости от пропускаемого количества тепла Q, диаметра и отделки трубы и разности температур.

воды в подающих стояках малого диаметра незначительно по сравнению с охлаждением магистрального трубопровода большого диаметра. Кроме того часть горячих стояков на некоторых участках можно изолировать для предупреждения значительных потерь тепла.

Расчет системы с насосной циркуляцией начинается, так же как и при естественной, с предварительного определения диаметров трубопровода при максимальном разборе горячей воды под действием наружного водопровода.

По выявлении всех диаметров определяют емкость циркуляционного трубопровода и потери тепла по участкам.

При определении полной суммарной емкости циркуляционной системы не принимается в расчет емкость ответвлений к кранам, тупиковых участков, стояков без обратных линий, нагревателей и аккумуляторов.

Определение потерь тепла в трубопроводе производится точно так же, как и в системах с естественной циркуляцией.

Расчетную таблицу можно составить по следующей форме.

Форма 7

№ участка	Длина в *м* l	Диаметр в *мм* d	Емкость трубопровода в $м^3$		Наружная отделка трубы	Температура в °С			Потеря тепла в *ккал/час*	
			1 *пог. м* j	участка $j \cdot l$		воды $t_в$	воздуха $t_н$	разность $t_в - t_н$	на 1 *пог. м* q	на участок $q \cdot l$

После определения полного объема циркуляционной системы и потерь тепла в час задаются температурой воды, выходящей из нагревателя (70—75°), и минимальной температурой у наиболее удаленного водоразборного крана (55—60°).

Перепад температуры в системе должен быть не более $70 - 55 = 15°$.

Средняя температура вычисляется:

$$t_{ср} = \frac{t_н + t_к}{2} = \frac{70 + 55}{2} = 62{,}5°$$

Перепад температур в обратном трубопроводе: $55 - 50 = 5°$.

Средняя температура в обратном трубопроводе будет равна:

$$t_{о.ср} = \frac{t_{о.н} + t_{о.к}}{2} = \frac{55 + 50}{2} = 52{,}5°.$$

Полный перепад температур в системе составит:

$$t_{пр} = t_н - t_{о.к} = 70 - 50 = 20°.$$

Полная потеря тепла в циркуляционной системе определена при продолжительности остывания в один час. За этот отрезок времени температурный перепад может оказаться менее или более заданной величины. Поэтому необходимо определить время, в течение которого вся циркулирующая в трубопроводе вода совершит полный оборот в системе. При этом температура воды у дальних точек системы должна быть не менее заданной (55—60°).

Время, необходимое для полного оборота воды в системе, определяется по формуле:

$$z = \frac{V_ц \cdot t_n \cdot 60 \cdot 100}{Q_n},$$

где z — время оборота в минутах;
$V_ц$ — полный объем циркуляционного трубопровода в $м^3$;
t_n — заданный перепад температуры в °С;
Q_n — часовая потеря тепла циркуляционным трубопроводом в *ккал/час*.
Производительность циркуляционного насоса определится:

$$W_n = \frac{V_ц}{60} \cdot z.$$

Высота подачи насоса $H_ц$ может быть установлена по выявлении всех потерь на трение в трубопроводе и на преодоление местных сопротивлений по наиболее неблагоприятному направлению от нагревателя по распределительному трубопроводу до удаленной точки и по обратному трубопроводу — к нагревателю.

Практически определение потерь напора на трение в трубопроводе производят, пользуясь общими таблицами, что и в системах холодного водоснабжения, или по таблицам Рекнагеля.

Расчетный расход при насосной циркуляции (при определении потребного напора) составляется из суммы циркуляционного и дополнительного (от частичного разбора воды в системе).

Циркуляционный расход по участкам сети определяется в зависимости от времени оборота воды z и емкости трубопровода — $V_ц$. Циркуляционное количество воды наиболее удаленного расчетного участка составит:

$$\frac{V_ц n}{z} \cdot 60 \text{ в час,}$$

или

$$\frac{V_ц n}{z \cdot 60} \text{ в сек.}$$

Циркуляционный расход каждого участка вычисляется с учетом транзитного расхода предыдущих участков трубопровода.

Дополнительный расход при разборе воды может иметь весьма значительные колебания, поэтому точно определить его не представляется возможным. Практически рекомендуется принимать его в количестве одной трети от максимального разбора воды в системе. Распределение этого

Форма 8

№ участка	Длина участка в $м$ l	Диаметр в $мм$ d	Расход воды: циркуляционный $q_ц$	Расход воды: дополнительный $q_д = \frac{1}{3} q$	Расход воды: расчетный $q_ц + q_д$	Потеря напора: на 1 пог. $м$ i	Потеря напора: на участке $H_п = i \cdot l$	Скорость в $м/сек$ v	Коэфициенты местных сопрот. $\Sigma \zeta$	Потеря напора в местных сопротивлениях $H_м$	Полная потеря напора $H = H_п + H_м$

расхода можно принимать пропорционально разборным точкам на стояках на протяжении двух третей распределительной сети от нагревателя. Такое предположение является наиболее неблагоприятным. Если бы происходил разбор воды в крайних стояках, то в этом случае отпала бы необходимость в работе циркуляционного насоса вследствие обмена воды в системе под действием наружного водопроводного напора.

Расчетную таблицу определения потерь напора при насосной циркуляции можно составить в следующем виде.

Определив подачу $W_н$ и потребный манометрический напор $H_н$, подбирают по каталогу насос соответствующей производительности. При выборе насоса надо помнить о том, что он предназначается для горячей воды. Циркуляционные насосы устанавливаются в двойном комплекте, из которых — один рабочий, а другой — запасный. Определение мощности электромотора, а также монтаж агрегатов ничем не отличаются от таковых в установках водоснабжения холодной водой.

Присоединение насоса к циркуляционной системе следует производить на линии, обратной нагревательным устройствам, т. е. на участке с наименьшей температурой воды в системе.

ГЛАВА 24

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ

Газ и уличная сеть

Широкое применение для бытовых нужд получил так называемый светильный газ.

Различают две основные группы газов, входящих в состав его: а) каменноугольный газ, добываемый путем сухой перегонки каменного угля, и б) водяной газ, получаемый путем воздействия водяных паров на раскаленную массу кокса.

Ввиду низкой теплопроизводительности водяной газ подвергается дополнительному процессу карбюрирования, т. е. обогащения парами нефти в горячем состоянии.

Приводим состав светильного газа.

Таблица 77

Наименование компонентов	Водород H_2	Метан CH_4	Окись углерода CO	Тяжелые углеводороды C_mH_n	Углекислота CO_2	Азот N_2	Удельный вес γ	Теплопроизводительность 1 $м^3$ в *ккал/час*	Потребность воздуха на один объем газа
	в % объема								
Каменноугольный	46	33	10	5	3	3	0,35—0,50	4 200—4 600	4,5
Водяной	50		40		4	6	0,56	2 600	2,5
Водяной карбюрирован.	36	16	30	9	4	5	0,70	4 460	4,2
Московский .	27,8	15,2	20,5	10,6	6,8	19,1	0,75	4 800	4,8

Светильный газ бесцветен и обладает резким специфическим запахом. Ввиду наличия CO (угара) светильный газ ядовит и вреден для здоровья (продолжительное вдыхание вызывает смерть). Смесь одного объема газа с 4—11 объемами воздуха становится взрывчатой.

Светильный газ, как и прочие горючие газы, применяется в промышленности и домашнем хозяйстве для получения тепла, света, энергии и разных химических фабрикатов.

К месту потребления газ передается по уличной, а затем по домовой системе труб.

Уличная сеть бывает тупиковой и замкнуто-кольцевой, с низким (до 150 *мм* вод. ст.) и высоким давлением (свыше 3000 *мм* вод. ст.). В большинстве случаев газ с завода поступает в кольцевую магистральную сеть под действием высокого давления, а затем через районные регуляторы давление снижается. Домовые газопроводы для подачи газа к приборам обычно работают при давлениях 35—50 *мм* вод. ст.

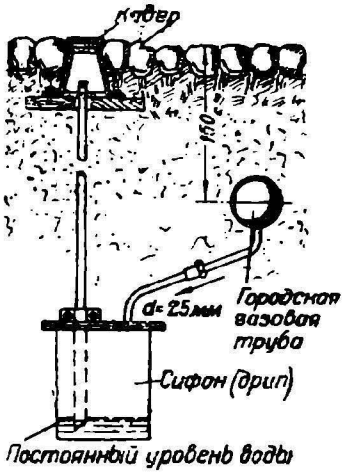


Рис. 373. Сифон Мосгаза.

Уличный газопровод располагается обычно на глубине 1,5—2,0 *м* под проезжей частью улицы на расстоянии 1—3 *м* от края тротуара.

Перед сдачей в эксплоатацию газопровод испытывается воздушным давлением. Для сети низкого давления испытание производится под напором в 2000 *мм* вод. ст., а для сети с высоким давлением — под напором, превышающим на 20000 *мм* вод. ст. (2 *ат*) рабочее давление испытываемого трубопровода.

Газопровод прокладывается с уклоном (обычно в 0,005) в сторону конденсационного горшка (сифона, дрипа) для отвода влаги, выделяющейся из газа.

Сифоны устанавливаются в низких местах трубопровода на расстоянии 100—200 *м* в зависимости от рельефа местности.

На рис. 373 изображен чугунный конденсационный горшок, применяемый в московской газовой сети.

Для откачки из сифона избыточной воды пользуются специальным ручным насосом, который присоединяют к верхнему концу трубы сифона,

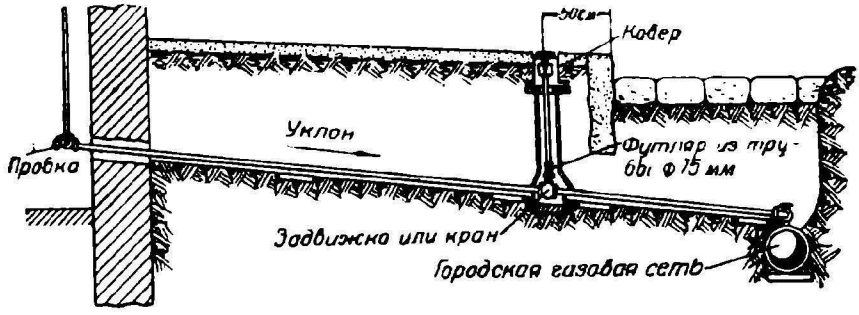


Рис. 374. Городской ввод газа в здание.

сняв предварительно крышку с ковера. Небольшой запас воды, в который погружен нижний скошенный конец трубы, препятствует проникновению газа через трубу наружу и поэтому всегда должен оставаться в горшке.

Вводы в здания устраиваются преимущественно из стальных (газовых) труб.

Соединение отдельных труб производят при помощи сварки или насадки муфт на резьбе. Присоединение ввода к уличной трубе осуществляется чаще всего при помощи тройника, установленного на городском трубопроводе при укладке сети. Присоединение вводов иногда производится при помощи специальных седелок.

Глубина заложения домовых вводов такая же, как и уличной сети, причем уклон (0,005—0,012) дается в сторону последней. При неблагоприятном рельефе и большой протяженности домовому вводу можно придать ломаный профиль с уклоном в обе стороны. В последнем случае перед зданием необходимо установить отдельный водяной горшок (сифон).

Для выключения дворового газопровода от уличной сети устанавливаются запорные газовые краны, задвижки или заливные сифоны (рис. 374).

Домовая сеть

Внутренняя газопроводная сеть состоит из стальных газовых труб и прокладывается открыто по стенам и перегородкам зданий; укладка труб под полами или в недоступных для осмотра каналах не допускается.

Монтаж газопровода производят весьма тщательно, особенно в местах соединения и изгибах, так как даже мало заметные трещины и неплотности дают утечку газа.

Проход газопроводов через междуэтажные перекрытия и каменные стены выполняется в футлярах из труб бо́льшего сечения, причем в таких местах не допускается никаких соединений и фасонных частей.

Газопровод внутри здания состоит из распределительной магистрали со стояками и ответвлений к приборам. В жилых домах вводы газа обычно проводятся в каждой лестничной клетке, в которой прокладывается стояк с отводами в квартиры. Стояки и распределительный газопровод не допускается прокладывать в жилых помещениях и местах с большим скоплением людей.

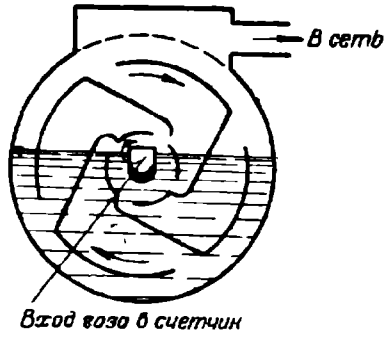


Рис. 375. Схема устройства мокрого газового счетчика.

Внутренний горизонтальный газопровод прокладывается с уклоном от сухого счетчика в сторону стояка и в направлении к точкам разбора газа. От стояка трубы прокладываются с уклоном в сторону ввода (дворовой сети). Трубам придают такой уклон, чтобы на 5 *м* длины превышение соответствовало бы диаметру трубы.

Если применяются счетчики мокрой конструкции, то уклоны от стояка и от прибора делаются в направлении к счетчику.

В низших точках сети должны быть установлены тройники с пробкой для спуска конденсирующейся из газа влаги.

На стояках, в высшей и низшей их точках, для сквозной прочистки должны быть предусмотрены пробки.

Для выключения газовых приборов и отдельных участков сети ставятся газовые запорные краны. Установка их производится:

1) у основания стояка или на общем вводе, чтобы выключить газ как во всем здании, так и в части его;

2) на каждом ответвлении от стояка;

3) перед каждым счетчиком на входящем патрубке для выключения счетчика при проверке или ремонте его (этот кран устанавливается газовым заводом одновременно с установкой счетчика);

4) перед каждым газовым прибором.

Газовые запорные краны применяются пробочные медные (бронзовые) риской и остановом.

Во избежание случайного открывания газовые краны устанавливаются на высоте не менее 1,5 *м* от пола и снабжаются съемными чугунными ключами. Испытание внутреннего газопровода производится обязательно

воздушным (ручным) насосом при давлении в 2000 *мм* вод. ст. по водяному манометру.

Трубопровод считается годным, если при испытании падение давления в течение первых 5 мин. составляет не более 20 *мм*.

Неплотности в трубопроводе обнаруживают при помощи мыльной воды, которой смазывают все сомнительные места.

Газовые счетчики в промпредприятиях и учреждениях устанавливаются по одному на каждый ввод, а в жилых домах — в каждой квартире.

Потребный калибр счетчика в так называемых рожках определяется делением расчетного часового расхода газа на часовой расход газа одного рожка, который принимается в 0,15 $м^3/час$.

Квартирные счетчики (5—10-рожковые) укрепляются на специальной стенной полочке, прикрепленной железными кронштейнами на высоте 1,7 *м* от пола. Счетчики больших калибров (50 рожков и более) помещаются непосредственно на полу. Для счетчиков больших калибров обычно отводят специальное помещение, снабженное приточно-вытяжной вентиляцией.

Не разрешается располагать счетчик ближе чем на 1 *м* по горизонтали от газовых приборов (а тем более над ними), а также в жилых комнатах, закрываемых нишах, ваннах, уборных и местах, недоступных для производства осмотра.

По конструкции газовые счетчики разделяются на „мокрые" и „сухие". Мокрый счетчик (рис. 375) состоит из железной цилиндрической коробки, заполненной до определенного уровня водой, в которой вращается барабан, разделенный на четыре равные по объему камеры. Вращением барабана, происходящим вследствие разности давлений входящего и выходящего газа, на циферблате отмечается количество прошедшего через счетчик газа. Основным условием правильности работы мокрого счетчика является сохранение в нем постоянного уровня воды, для чего служит специально устанавливаемый в счетчике поплавок.

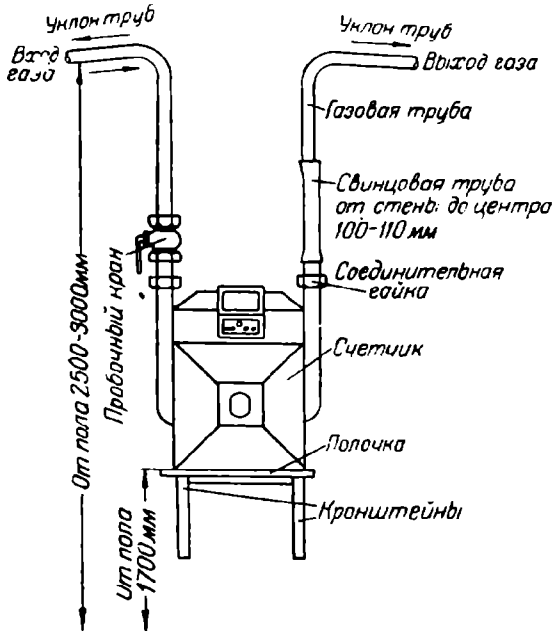


Рис. 376. **Установка квартирного (сухого) газового счетчика.**

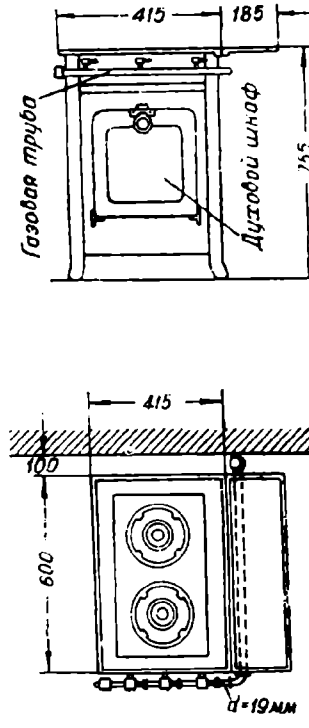


Рис. 377. **Газовая двухконфорочная плита.**

Сухие счетчики в основной своей части состоят из мехов (чаще всего кожаных) определенной емкости, которые попеременно наполняются газом и освобождаются.

Корпус сухих газовых счетчиков имеет вид прямоугольной коробки и делается из листового луженого железа толщиной 0,6—1 *мм*.

На лицевой стороне счетчика имеется циферблат, закрытый стеклом для предохранения его от повреждений и откидной металлической крышкой. Входящая газовая труба всегда присоединяется к левому патрубку счетчика, а выходящая — к правому. На рис. 376 показан общий вид установки сухого газового счетчика на 10 рожков.

Газовые приборы и горелки

Среди многочисленных газовых приборов наибольшее распространение получили газовые плиты и печи.

Газовые кухонные плиты изготовляются на четыре конфорки с двумя духовыми шкафами, и на две конфорки с одним шкафом. Общий их вид и устройство показаны на рис. 377.

Газ подводится ко всем горелкам при помощи распределительной трубы, расположенной впереди плиты.

На каждом ответвлении от трубы к горелкам устанавливается регулировочный краник пробочного типа.

На рис. 378 изображена экономическая горелка с распределительным краником. Последний устроен по принципу пробочного крана и позволяет регулировать и выключать подачу газа для большого или малого огня.

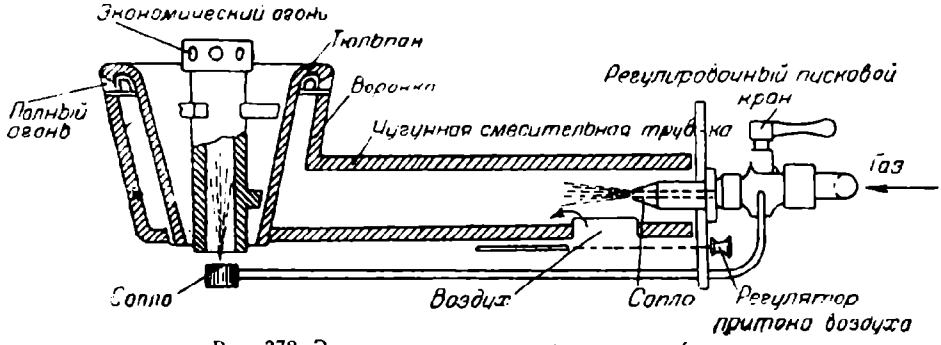


Рис. 378. Экономическая кухонная горелка (разрез).

Расход газа в конфорочной горелке при полном огне составляет 0,4 *м*³/*час*, при одном экономическом огне — 0,04 *м*³/*час*.

В четырехконфорочной плите духовой шкаф разделен на два отделения, между которыми горизонтально расположена трубчатая горелка из 38-*мм* газовой трубы. По бокам ее с каждой стороны имеется 30 отверстий диаметром 3 *мм*. Трубчатая горелка также снабжена соплом и подвижной пластинкой для регулирования притока воздуха.

Расход газа в трубчатой горелке духового шкафа составляет 0,8 *м*³/*час*.

Подобные же горелки пристраивают к топкам разного рода кипятильников („Титан" и др.) с выбором диаметра трубы, количества и сечения отверстий в зависимости от производительности прибора.

Существуют еще плиты открытого типа без духовых шкафов, так называемые таганы.

Открытая плита (таган) имеет чугунную подставку для одно- трехконфорочных горелок, присоединяемых к газопроводу разиновыми шлангами.

В кухнях при общественных столовых и ресторанах устанавливаются плиты на 8—12 конфорок большой производительности.

Ввиду значительного количества отходящих газов при горении ресторанные газовые приборы снабжаются вытяжными трубами, а для устранения запахов при варке пищи устраивают вытяжной зонт. Обычные квартирные кухонные плиты и таганы в устройстве вытяжных каналов не нуждаются. К. п. д. газовых плит составляет 0,50—0,60.

Газовые водонагреватели применяются для приготовления горячей воды для домашних, а также и для промышленных надобностей. Наибольшее распространение получили газовые водонагреватели для ванн („Комега", „Мосгаз").

Все современные газовые колонки снабжены комбинированной арматурой, устройство которой заключается в том, что доступ газа к горелкам колонки возможен только после открытия водопроводного крана, питающего колонку водой. Газовые колонки новейших конструкций снабжаются автоматическим выключателем, который прекращает доступ газа в горелки, если почему-либо приток воды прекратился.

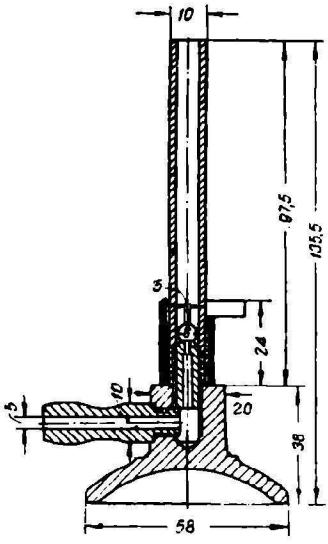


Рис. 379. Газовая горелка Бунзена (разрез).

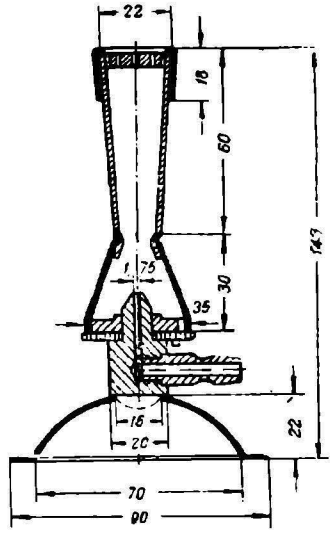


Рис. 380. Газовая горелка Меккера (разрез).

Расход газа в колонках при ваннах при полном огне всех горелок составляет 4,5 *м³/час*, к. п. д. — 0,63. Нагрев полного количества воды для ванны происходит в течение примерно 30 мин.

Для отвода продуктов горения каждая газовая колонка должна иметь обособленный вытяжной канал (обычно закладываемый в каменной стене) сечением не менее 180 *см²*. Канал заканчивается специальным дефлектором (колпаком), располагаемым над крышей здания.

Никаких соединений каналов между собой или с каналами вентиляции не допускается во избежание взрыва светильного газа.

В ванных комнатах, отапливаемых газом, двери должны иметь внизу щель или отверстие для доступа свежего воздуха, необходимого для поддержания горения в колонке. Газовая подводка к колонке делается из труб — $d = 25$ *мм*, вытяжная труба — $d = 110$ *мм*.

Для получения горячей воды в больших количествах и подачи ее к разборным кранам, установленным в различных помещениях, применяются газовые автоматы. Пуск газа в них производится автоматически во время разбора горячей воды. По способу нагрева такие автоматы напоминают обычные колонки при ваннах.

Для оборудования лабораторных столов и вытяжных шкафов применяются медные газовые краны пробочного типа с волнообразным наконечником для присоединения резиновой трубки, идущей к газовой горелке.

Газовые лабораторные краны изготовляются обычно с $d = 13$ *мм*; они бывают одиночные и двойные и располагаются горизонтально и под углом.

выплавке баббита и т. п. применяют тигельные печи, внутренняя поверхность которых выложена графитом или другим огнеупорным материалом.

Для нагревания паяльников газ используется следующим способом: в первом — паяльники обычного типа закладываются в специальную печь, подогреваемую снизу газовой горелкой (рис. 383), во втором — газовая горелка помещается в самом паяльнике и смесь воздуха с газом подводится к ней по гибкому рукаву.

Особенность газового пламени — принимать любую форму в зависимости от предъявляемых требований — широко использована в некоторых производствах. Особенно это важно в стекольных производствах, где имеет большое значение возможность быстро сосредоточивать и развивать в определенных местах высокую степень нагрева, как-то: при запаивании баллонов, реторт, груш для электрических ламп, для плавления и нагревания стекла, оплавления острых краев и при различных стеклодувных работах.

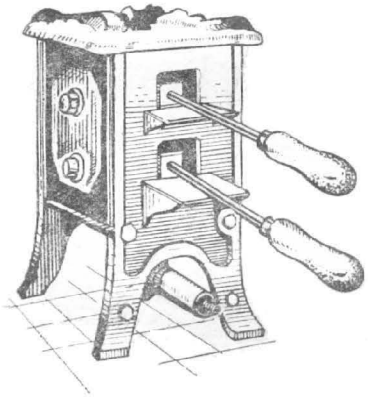


Рис. 383. Газовая печь для паяльников.

В типографиях и словолитнях газ применяется для нагревания типографского металла в наборных и стереотипных машинах. В больших механизированных прачечных газ применяют для гладильных машин (галандров) и ручных утюгов, бучильников и т. п.

Светильный газ используется также для варочных котлов, кофейников, сушильных шкафов, мусоросжигательных печей и т. п.

Газовые отопительные котлы и приборы применяются как для центральных систем, так и в виде местных установок. Расчет и описание этих устройств обычно приводится в курсах отопления.

При определении сечения горелок можно пользоваться формулой Форсталля:

$$q = 0{,}0144kf\sqrt{\frac{h}{\gamma}},$$

где q — расход газа, определяемый в зависимости от потребного количества тепла в *ккал/час* и в теплопроизводительности 1 $м^3$ газа в час;

k — коэфициент, зависящий от формы штуцера, обычно принимается в 0,65—0,85;

f — сечение штуцера в $мм^2$;

h — давление газа в *мм* вод. ст.;

γ — удельный вес газа по отношению к воздуху.

Расчет газопроводов

Для равномерного распределения газа в зданиях с большим количеством точек его разбора (производственных, лабораторных, учебных и т. д.) рекомендуется распределительную магистраль устраивать замкнутой кольцевой, располагая в соответствующих участках сети запорные краны.

Расчет диаметров газопровода начинают с выявления расхода газа каждым прибором. Затем по принятым коэфициентам неравномерности расхода находят расчетные расходы газа по участкам сети стояков и распределительной магистрали.

Нормы расхода газа ($м^3/час$):

На конфорочную горелку кухонной плиты	0,4
трубчатую горелку духового шкафа	0,8
8-конфорочную ресторанную плиту .	18,00
12 " "	42,00
18 "	85,00

На один обед	0,2—0,3
„ водонагревательную колонку при ванне	4,5
„ лабораторную горелку Бунзена .	0,17
„ „ Теклю .	0,3
„ „ Меккера . . .	0,5
газовые моторы (ориентировочно) на 1 *л. с.* .	0,4—0,5
„ ручной утюг	0,25
В больших хлебопекарнях на 1 *кг* хлеба . .	. . . . 0,07—0,09
Для обжига строительного кирпича на 1 млн.	150 000—200 000
В стекольном производстве на 1 *т* продукции	3 500
Для обжига извести на 1 *т*	115
На печь для плавки латуни на 1 *кг*	0,2
„ ковки на 1 *кг*	0,1
„ цементации металла на 1 *кг* .	0,4

Расход газа для производственных целей в большинстве случаев необходимо определить расчетом по потребности тепла и производительности прибора.

Одновременное действие газовых приборов в промзданиях принимается в каждом отдельном случае по режиму технологических процессов производства. В лабораторных зданиях при промпредприятии одновременность действия при расчетах магистрали и стояков принимается в 60—70% от количества лабораторных горелок и 100% для конечных участков сети в отдельно стоящих столах с горелками и кабинетах.

В помещениях научного и учебного характера одновременность действия горелок принимают в 30—40% от установленных для магистрали, в 50—60% — для стояков и 75—100% — для конечных расчетных участков к отдельным столам с горелками и аудиториям.

В жилых домах расчетный расход газа определяют в предположении одновременной работы всех газовых плит при полном огне конфорочных горелок. Горелки духовых шкафов, которые находятся в действии сравнительно редко, в расчетах не учитываются.

Если в зданиях кроме плит газом снабжаются и водонагревательные колонки при ваннах, то необходимо проделать второй дополнительный расчет на вечернюю работу сети при действии только газовых водонагревателей у ванн, одновременность действия которых принимается в 30% от их общего количества.

Диаметры газопровода от стояка в каждую квартиру следует проверить на полную пропускную способность при работе горелок плиты и водонагревателя.

Расчет газопровода низкого давления производится по формуле Поле с коэфициентом М. Нимана:

$$Q = k\sqrt{\frac{H_m d^5}{L\gamma}},$$

откуда:

$$H_m = Q^2 \frac{\gamma L}{k^2 d^5},$$

где d — диаметр в *см*;

Q — расход газа в $м^3/час$;

γ — удельный вес газа (к воздуху);

L — длина газопровода в *м*;

H_m — потеря давления в *мм* вод. ст.,

k — коэфициент трения в зависимости от материала труб и диаметра.

Значения коэфициентов трения k по М. Ниману указаны в табл. 78.

Таблица 78

Внутренний диаметр трубы в *мм*	13	19	25	32	38	50	63	75	100	125	150
k	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,52	0,55	0,57	0,59	0,63	0,70

Если обозначить $\frac{\gamma}{k^2 d^5}$ через A и принять длину L за единицу, формула Поле примет вид:

$$H = Q^2 A.$$

Удельный вес газа, применяющегося для промышленных и бытовых целей, обычно колеблется в пределах от 0,40 до 1,2.

Достаточно иметь потери давления для газа с одним удельным весом, чтобы получить их для газа с иным удельным весом.

При ориентировочных расчетах с вполне допустимой точностью можно пользоваться номограммами для определения потерь давления в газопроводах низкого давления и расхода газа в зависимости от его удельного веса (рис. 384, 385); номограммы составлены для уд. веса газа 0,75. [1]

Если требуется вычислить потери давления для газа другого удельного веса, то необходимо при пользовании приведенными номограммами определить эквивалентные расходы, при которых потери в газопроводе будут одинаковы, что и при расходе газа с $\gamma = 0{,}75$. Эквивалентный расход может быть определен аналитически:

$$Q_э = Q_{0,75} \sqrt{\frac{\gamma_m}{\gamma_{0,75}}}$$

или при помощи вспомогательной номограммы. На рис. 384—385 приведен пример определения эквивалентного расхода и потерь давления в газопроводе для расчетного газа 5 *м³/час* с $\gamma = 1$ и при трубопроводе $d = 50$ *мм*.

Для внутреннего газопровода низкого давления местные сопротивления, а также влияние разницы геометрических высот в практических расчетах не учитываются.

Давление у газовых горелок должно быть не менее 35 *мм* вод. ст.

В большинстве случаев давление в городской сети в системах низкого давления у ввода составляет 50 *мм* вод. ст., следовательно потери давления в газопроводе от ввода до наиболее удаленной газовой горелки должны быть не более

$$P_н - P_к = 50 - 35 = 15 \text{ мм вод. ст.}$$

Потерю давления при проходе газа через счетчик (сухой конструкции) принимают в 10 *мм* вод. ст.

На рис. 386 представлена номограмма изменения потерь давления в сухом газовом счетчике, обслуживающем одну квартиру (плита четырехконфорочная и водонагреватель при ванне).

Таким образом потеря давления в газопроводе может быть допустимой в пределах не более 5 *мм* вод. ст.

Для газопроводов, работающих под высоким давлением, при расчетах пользуются формулой Веймаута, упрощенной инж. Степановым:

$$Q = 20{,}209\, d^{\frac{8}{3}} \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{\gamma TL}},$$

где Q — расход газа в *м³/час*;
d — внутренний диаметр в *см*;
P_1 — начальное давление в *кг/см²*;
P_2 — конечное давление в *кг/см²*;
γ — удельный вес газа;
T — абсолютная температура газа;
L — длина трубопровода в *км*.

[1] Номограммы (рис. 384 и 385) и табл. 79 и 80 взяты из научно-исследовательской работы И. П. Свешникова, выполненной по Инженерно-строительному институту Моссовета.

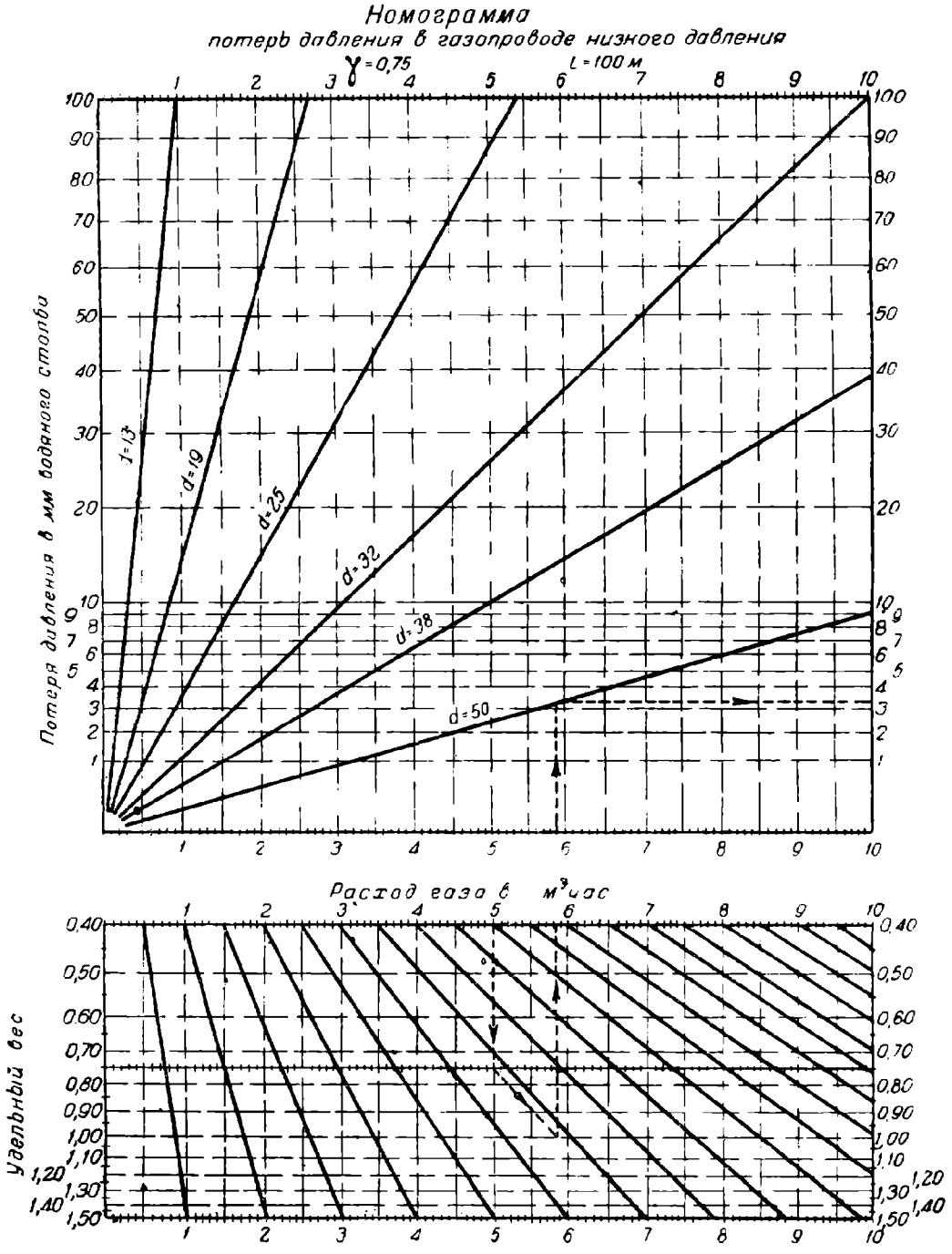

Номограмма
потерь давления в газопроводе низкого давления
γ = 0,75
l = 100 м
Потеря давления в мм водяного столба
d = 13
d = 19
d = 25
d = 32
d = 38
d = 50
Расход газа в м³/час
Удельный вес

Рис. 384.

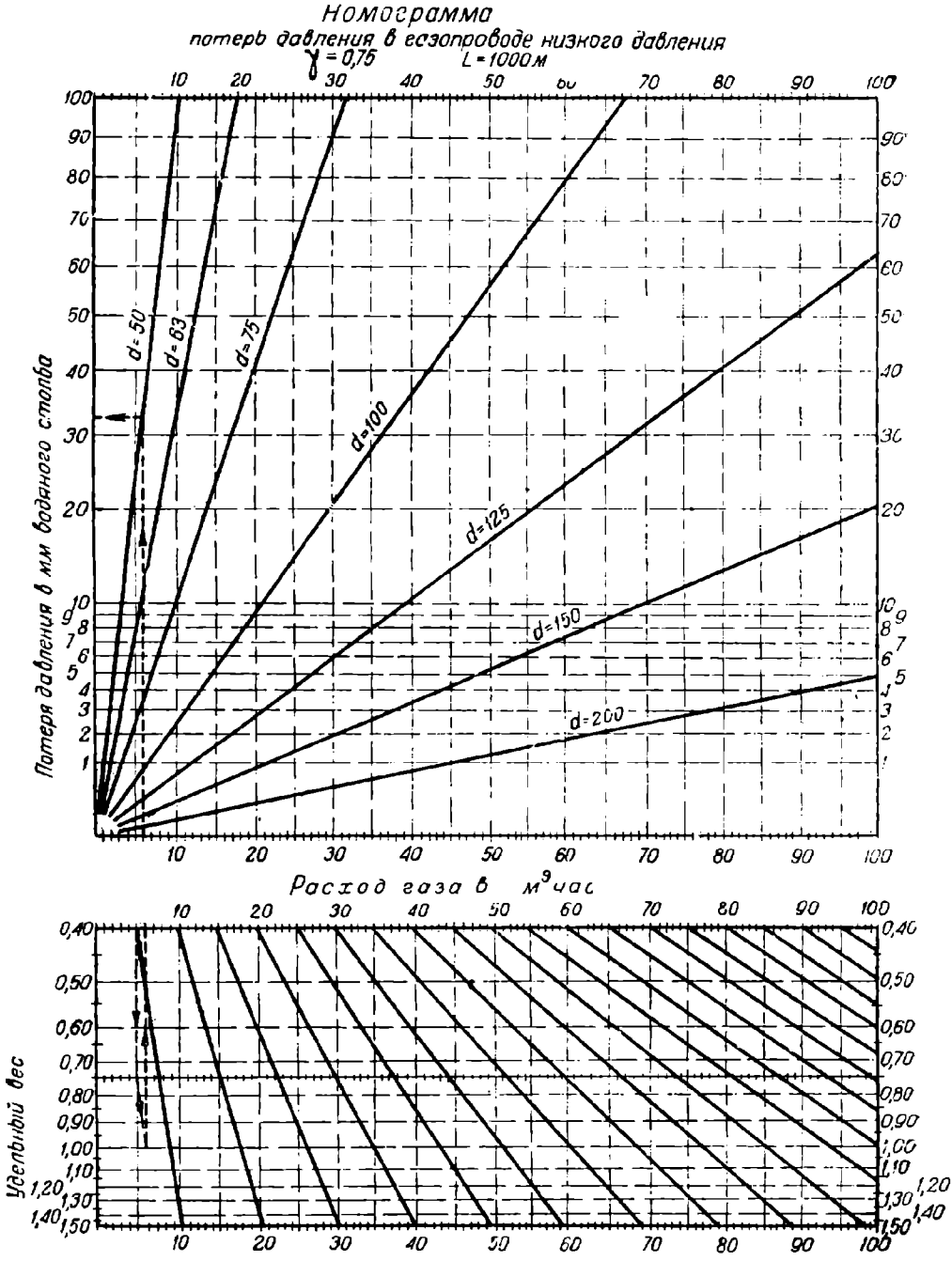

Номограмма
потерь давления в газопроводе низкого давления
γ = 0,75
L = 1000 м
Потеря давления в мм водяного столба
Расход газа в м³/час
Удельный вес
d = 50
d = 63
d = 75
d = 100
d = 125
d = 150
d = 200

Рис. 385.

Таблица 79

Значения коэфициентов *A* в формуле Поле-Нимана

Удельный вес газа	Диаметры газопроводов в *мм*										
	13	19	25	32	38	50	63	75	100	125	150
0,40	0,51	0,07	0,018	0,005	0,0021	0,00047	0,00020	0,00005	0,000011	0,000003	0,0000012
0,45	0,57	0,08	0,021	0,006	0,0024	0,00053	0,00022	0,00006	0,00013	0,000004	0,0000013
0,50	0,64	0,09	0,023	0,006	0,0026	0,00060	0,00025	0,00006	0,000014	0,000004	0,0000013
0,55	0,70	0,10	0,025	0,007	0,0028	0,00065	0,00027	0,00007	0,000016	0,000004	0,0000014
0,60	0,76	0,11	0,028	0,008	0,0030	0,00070	0,00030	0,00008	0,000017	0,000005	0,0000016
0,65	0,83	0,12	0,030	0,008	0,0034	0,00080	0,00032	0,00008	0,000019	0,000005	0,0900017
0,70	0,89	0,13	0,032	0,009	0,0036	0,00083	0,00035	0,00009	0,000020	0,000006	0,0000019
0,75	0,95	0,14	0,034	0,009	0,0039	0,00089	0,00037	0,00009	0,000021	0,000006	0,0000020
0,80	1,02	0,15	0,037	0,010	0,0040	0,00095	0,00040	0,00010	0,000023	0,000007	0,0000021
0,85	1,08	0,16	0,040	0,011	0,0043	0,00100	0,00042	0,00011	0,000024	0,000007	0,0000023
0,90	1,15	0,17	0,042	0,012	0,0047	0,00110	0,00045	0,00012	0,000026	0,000007	0,0000024
0,95	1,21	0,17	0,044	0,013	0,0050	0,00110	0,00047	0,00012	0,000027	0,000008	0,0000026
1,00	1,27	0,18	0,046	0,013	0,0053	0,00120	0,00050	0,00013	0,000028	0,000008	0,0000027
1,10	1,40	0,20	0,051	0,014	0,0058	0,00130	0,00055	0,00014	0,000030	0,000009	0,0000030
1,20	1,53	0,22	0,055	0,016	0,0063	0,00140	0,00060	0,00015	0,000034	0,000010	0,0000032
1,30	1,65	0,24	0,060	0,017	0,0068	0,00150	0,00065	0,00016	0,000037	0,000011	0,0000035
1,40	1,78	0,26	0,065	0,018	0,0073	0,00160	0,00070	0,00018	0,000040	0,000011	0,0000038

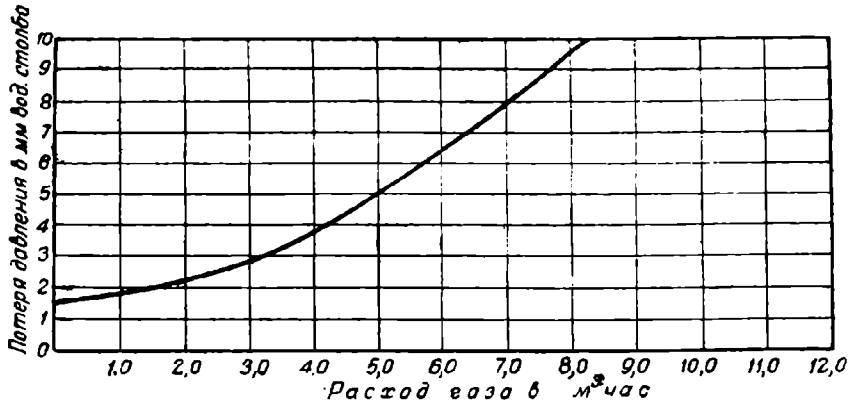


Рис. 386. Номограмма потерь давления при проходе через газовый счетчик.

Таблица 80

Потери давления в газопроводе низкого давления в *мм* вод. ст. на 1 *пог. м* при удельном весе газа $\gamma = 0{,}75$ по формуле Поле-Нимана

Q в $м^3$ в час.	*d* в *мм*											
	13	19	25	32	38	50	63	75	100	125	150	200
0,10	0,0092	0,0014										
0,20	0,0367	0,0050	0,0014									
0,30	0,0826	0,0124	0,0030									
0,40	0,1468	0,0220	0,0054	0,0016								
0,50	0,2293	0,0344	0,0084	0,0024								
0,75	0,5159	0,0774	0,0189	0,0055	0,0022							
1,00	0,9172	0,1376	0,0337	0,0097	0,0039							
2,00		0,5504	0,1349	0,0389	0,0156	0,0036	0,0013					
3,00			0,3035	0,0875	0,0351	0,0081	0,0029					
4,00			0,5395	0,1555	0,0624	0,0144	0,0052	0,0015				
5,00			0,8430	0,2430	0,0975	0,0225	0,0081	0,0024				
6,00				0,3499	0,1404	0,0324	0,0117	0,0035				
7,00				0,4763	0,1911	0,0441	0,0159	0,0047				
8,00				0,6221	0,2496	0,0576	0,0208	0,0062				
9,00				0,7873	0,3159	0,0729	0,0263	0,0078				
10					0,3900	0,0900	0,0325	0,0097	0,0021			
20					0,5600	0,3600	0,1300	0,0386	0,0086	0,0025		
30						0,8100	0,2925	0,0868	0,0193	0,0055	0,0018	
40							0,5200	0,1544	0,0343	0,0098	0,0032	
50							0,8125	0,2412	0,0536	0,0154	0,0050	0,0012
60								0,3474	0,0771	0,0221	0,0072	0,0017
70								0,4728	0,1050	0,0301	0,0098	0,0023
80								0,6175	0,1372	0,0394	0,0128	0,0030
90								0,7816	0,1736	0,0498	0,0162	0,0038
100								0,9649	0,2143	0,0615	0,0200	0,0047
120									0,3086	0,0886	0,0288	0,0068
140									0,4200	0,1205	0,0392	0,0092
160									0,5486	0,1574	0,0512	0,0120
180									0,6943	0,1993	0,0648	0,0152
200									0,8572	0,2460	0,0800	0,0188

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I

СТОИМОСТЬ ВНУТРЕННЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Стоимость внутреннего оборудования водопроводом, канализацией, газом и горячим водоснабжением сильно колеблется в зависимости от типа зданий: жилой дом, клуб, фабрика-кухня, больница, промышленное предприятие и т. д. Планировка и высота зданий, качество санитарно-технического обслуживания (наличие ванн, душей), расположение бытовых помещений в здании, наличие противопожарного оборудования, подкачка воды также влияют на строимость внутреннего оборудования. В промышленных зданиях имеет значение их площадь, количество рабочих, приходящихся на единицу ее, расположение и количество агрегатов, пользующихся водой, и т. д.

Прежде чем приступить к работе по устройству водопровода, канализации, горячего водоснабжения, газа и всего санитарно-технического оборудования, возникает необходимость определить хотя бы ориентировочно размер предстоящих расходов. В этих целях удобно пользоваться так называемыми укрупненными измерителями. Они дают на основе выполненных сооружений стоимость их, отнесенную на единицу. В качестве последней в данном случае возможно пользоваться: 1 $м^3$ кубатуры здания, 1 $м^2$ площади всех его этажей, 1 санитарный прибор, 1 *пог. м* длины трубопроводов (в особенности для наружных трубопроводов), 1 стояк и т. п.

Смета (сметно-финансовый расчет), основанная на укрупненных измерителях, получается весьма простой и при правильной величине измерителей достаточно точной для предварительных расчетов.

Например для водопровода и канализации бытовых, конторских и вспомогательных помещений цеха мелких серий подшипникового завода Промстройпроект дает следующую смету.

№ п/п	№ единичных расценок	Наименование работ	Единица измерения	Количество единиц	Стоимость	
					единицы р. к.	общая руб.
1	—	Устройство пожарно-хозяйственного водопровода	$м^3$	19 000	0,40	7 600
2	—	Устройство фекальной канализации		19 000	1,10	20 922
		Итого	—	—	—	28 522

Обыкновенно технический проект сопровождается сметой, которая дает точное определение стоимости работ на основе расхода рабочей силы, материала, транспорта и цен на них. Эти цены устанавливаются периодически местными советскими органами. В качестве руководства можно пользоваться различными справочниками цен, обязательными для применения в данной местности, а также нормативными справочниками для всего Союза.

Метод составления сметы заключается в следующем. Все работы разбиваются по элементам сооружения, например: 1) прокладка труб, 2) установка приборов. Затем производится подсчет объема работ по отдельным процессам, указанным в нормативном справочнике, например, отрывка траншей, крепление стенок траншей, засыпка траншей по укладке труб, установка канализационных стояков, установка приборов и т. д. После производства подсчета объема работ определяется количество потребной рабочей силы и

материала по соответствующим параграфам нормативного справочника, где указывается потребность на единицу работ. Примененные параграфы справочников указываются в соответствующей рубрике сметы. Исчисленные количества рабочей силы и материалов расцениваются по справочнику цен. Рабочая сила расценивается по соответствующим ставкам, действующим в момент составления сметы тарифной сетки по разрядам, указанным в нормативном справочнике. Материалы расцениваются по справочнику цен, причем стоимость их, если нет каких-либо условий, удлиняющих расстояние перевозки или ее сокращающих, берется из графы франко-постройка. При наличии же указанных выше условий материалы расцениваются по ценам графы франко-склад, а затем подсчитывается тоннаж всех потребных для работ материалов и особым параграфом в смете указывается стоимость перевозки на нужное расстояние требуемого для работ материала.

После определения стоимости рабочей силы, материалов и, если это потребовалось, транспорта, подсчитывается стоимость по элементам сооружения и производятся установленные начисления. Затем путем суммирования определяется общая стоимость сооружения.

В конце сметы помещается общая потребность в рабочей силе и материалах. Эти данные помещаются в сметах для составления заявок на требуемые количества рабочей силы и материалов, а также для облегчения составления календарных планов работ.

При типизации зданий, индустриальных методах монтажа внутреннего оборудования составление смет значительно упрощается. При большом количестве работ вообще можно составить единичные расценки работ, в которые включаются рабочая сила, материал, транспорт.

В качестве примера приведем смету на устройство водопровода, канализации и водостоков производственных помещений цеха подшипникового завода (из эталона Промстройпроекта 1938 г.) и технической сметы на устройство горячего водоснабжения домовой прачечной (по данным мастерской по проектированию сантехработ отдела проектирования Моссовета).

Пример сметы по газоснабжению не приводится, так как порядок составления ее аналогичен приведенным примерам по другим видам санитарно-технических работ.

СМЕТА

на устройство водопровода, канализации и водостоков производственных помещений цеха подшипникового завода

№ п/п	№ единичн. расценок	Наименование работ	Единица измерения	Количество единиц	Стоимость	
					единицы р. к.	общая руб.
		А. Пожарно-хозяйственный водопровод				
1	109	Трубы чугунные водопроводные раструбные ∅ 100 *мм*	*м*	65,00	16	1 040
2	214	Трубы стальные ∅ 13 *мм*	„	40,00	3	120
3	216	„ ∅ 25 „	„	70,00	6	420
4	219	„ ∅ 50 „	„	130,00	9	1 170
5	220	∅ 63 „	„	65,00	11	615
6	221	„ „ ∅ 75 „	„	850,00	12	10 200
7	222	„ „ ∅ 100 „	„	15,00	17	255
8	204	Задвижки Лудло ∅ 75 „	шт.	21	60	1 260
9	205	„ „ ∅ 100 „	„	6	85	510
10	198	Водомеры Вольтмана ∅ 50 *мм*	„	3	140	420
11	207	Краны пожарные ∅ 50 *мм*	„	49	65	3 185
12	208	„ поливочные ∅ 25 „				
13	202	Питьевые фонтанчики	„	30	12	360
14	7	Рытье траншей при ширине до 1,0 *м* и глубине до 3,75 *м*	„	16	25	400
			*м*³	169,00	3,60	608
		Итого	—	—	—	20 563
		Начислений 20,5%	—	—	—	4 215
		Итого	—	—	—	24 778
		Плановых накоплений 3%	—	—	—	743
		Всего по разделу А	—	—	—	25 521

Продолжение

№ п/п	№ единичн. расценок	Наименование работ	Единица измерения	Количество единиц	Стоимость единицы р. к.	Стоимость общая уб.
15—36		**Б. Прямоточный производственный водопровод**[1]				
		Всего по разделу Б	—	—	—	3 927
		В. Циркуляционный водопровод[1] (напорная и самотечная сети)				
		Всего по разделу В	—	—	—	12 907
		Г. Производственная канализация				
37	211	Трубы чугунные канализационн. ∅ 100 *мм*	*м*	300,00	13	3 900
38	213	„ „ „ ∅ 150 „	„	3,00	24	72
39	200	Трапы чугунные эмалированные ∅ 100 „	шт.	15	20	300
40	203	Флюгарки вентиляционные . ∅ 150 „		2	25	50
41	159	Колодцы бетонные тип II		14	220	3 080
42	1	Рытье траншей при ширине до 1,0 *м* и глубине до 2,0 *м*	$м^3$	403,00	2,70	1 088
		Итого .	—	—	—	8 490
		Начислений 20,5% .		—	—	1 740
		Итого .	—	—	—	10 230
		Плановых накоплений 3% .	—	—		307
		Всего по разделу Г .	—	—	—	10 537
		Д. Водостоки				
43	151	Трубы керамиковые ∅ 125 *мм* .	*м*	270,00	7	1 90
44	152	„ „ ∅ 150 „ .	„	50,00	9	450
45	153	„ „ ∅ 200 „ .	„	200,00	13	2 600
46	154	„ „ ∅ 250 „	„	220,00	18	3 960
47	155	„ „ ∅ 300 „	„	120,00	22	2 640
48	210	„ чугунные канализационн. ∅ 50 *мм*	„	70,00	9	630
49	211	„ „ ∅ 100 „	„	650,00	13	8 450
50	212	„ „ ∅ 125 „	„	250,00	20	5 000
51	213	„ „ ∅ 150 „	„	4,00	24	96
52	201	Воронки водосточные . . . . . ∅ 100 „	шт.	84	50	4 200
53	200	Трапы чугунные эмалированные ∅ 200 „	„	3	20	60
54	159	Колодцы бетонные тип I . . .	„	22	220	4 840
55	160	„ „ „ II	„	5	263	1 315
56	1	Рытье траншей при ширине до 1,0 *м* и глубине до 2,0 *м*	$м^3$	1 834,0	2,70	4 952
		Итого .	—	—	—	41 083
		Начислений 20,5 %	—	—	—	8 422
		Итого .	—	—	—	49 505
		Плановых накоплений 3% . .	—	—	—	1 485
		Всего по разделу Д	—	—	—	50 990
		Всего по смете .	—	—	—	104 007

[1] Сметы составлены аналогично А, поэтому детально здесь не приводятся.

Для ориентировки в составлении технических смет приведем смету на устройство горячего водоснабжения в домовой прачечной, выполненную по сметному справочнику Главстройпрома 1936 г.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СМЕТА

на устройство горячего водоснабжения в домовой прачечной

(по сметному справочнику Главстройпрома 1936 г.)

№ п/п	§ норм	Наименование работ	Единицы измерений	Количество единиц	Рабочая сила	Материал
1	2	3	4	5	6	7
1	Том III, табл. 53	Проложить по стенам стальные оцинкованные трубы с постановкой фасонных частей, нарезкой сгонов и укреплением труб крючками				
		∅ 38 *мм*	*м*	21	—	21
		∅ 32 „	„	6	—	6
		∅ 25 „	„	34	—	34
		∅ 19 „	„	25	—	25
		∅ 13 „	„	25	—	25
		Слесарей 6 разр. 0,011 · 111	дн.	—	1,22	—
		4 „ 0,0509 · 21 — 0,0502 · 6 + 0,0416 × × 34 + 0,0491 · 25 + 0,058 · 25			5,47	—
		Слесарей 3 разр. 0,032 · 21 + 0,023 · 6 + 0,03 × × 34 + 0,03 · 25 + 0,039 · 25		—	3,56	—
		Слесарей 2 разр. 0,0899 · 21 + 0,0812 · 6 + 0,0496 × × 34 + 0,031 · 25 + 0,041 · 25	„	—	5,86	—
		Крючков и подвесок	шт.	57	—	57
		Пробок деревянных	„	57	—	57
		Вес материала 0,005 · 21 + 0,004 · 6 + 0,003 · 34 + + 0,002 · 25 + 0,002 · 25	*т*	0,33	—	—
2	Том III, табл. 52	Пробить отверстия в стене для постановки деревянных пробок	шт.	57	—	—
		Слесарей 2 разр. 0,024 · 57	дн.	—	1,37	—
3	Том III, табл. 81	Установить с разборкой, прочисткой и сборкой вентилей ∅ 38 *мм*	шт.	1	—	1
	59	∅ 32	„	2	—	2
		∅ 25	„	2	—	2
		∅ 19	„	3	—	3
		∅ 13	„	4	—	4
		Термометров	„	1	—	1
		Предохранительных клапанов ∅ 25 *мм*	„	1	—	1
		Обратных клапанов ∅ 32 „	„	1	—	1
		Кранов пробочных ∅ 19 „	„	2	—	2
		„ водоразборных ∅ 13 „	„	10	—	10
		„ смесительных	„	2	—	2
		Сеток душевых	„	2	—	2
		Слесарей 5 разр. 0,05 · 1 + 0,04 · 26 + 0,095 · 2	дн.	—	1,28	—
		„ 2 „ то же	„	—	1,28	—
4	Том III, табл. 83	Установить на готовый фундамент бойлер емкостью 845 *л*	шт.	1	—	1
		Слесарей 6 разр. 0,94	дн.	—	0,94	—
		5 „ 0,35 } 1	„	—	0,35	—
		3 „ 0,94	„	—	0,94	—
		„ 2 „ 2,58	„	—	2,58	—
		Вес бойлера	*т*	0,4	—	—
5	Том II, табл. 282	Изолировать мастикой из глины с очесами толщиной 50 *мм* трубы ∅ 38 *мм* 0,433 · 21	*м*²	9,09	—	—
		∅ 32 0,414 · 6	„	2,48	—	—
		∅ 25 0,397 · 18	„	7,15	—	—
		Бойлер	„	5,00	—	—

Продолжение

№ п/п	§ норм	Наименование работ	Единицы измерений	Количество единиц	Рабочая сила	Материал
1	2	3	4	5	6	7
		Изолировщиков 5 разр. 0,044 · 18,72 + 0,022 · 5 .	дн.	—	0,93	—
		„ 4 „ 0,048 · 18,72 + 0,031 · 5	„	—	0,96	—
		„ 3 „ 0,089 · 18,72 + 0,069 · 5 . .	„	—	2,01	—
		„ 2 „ 0,1345 · 18,72 + 0,0945 · 5 .	„	—	2,99	—
		Изоляционной массы[1] (18,72 + 5) · 30	*кг*	711,6	—	711,6
6	Том II табл. 202	Окрасить трубы масляной краской (0,16 · 6 + + 0,13 · 25 + 0,11 · 25) · 0,8 .	$м^2$	6,65	—	—
		Маляров 3 разр. 0,071 · 6,65 .	дн.	—	0,47	—
		Олифы 0,082 } .	*кг*	—	—	0,55
		Белила 0,209 } 6,65	„	—	—	1,39
		Сажи 0,024 }	„	—	—	0,16
7	Том II, табл. 345	Поднести материал по горизонтали на 100 *м*				
		Рабочих 3 разр. 0,319 · 1,53 .	дн.	—	0,49	—

Выборка рабочей силы

Специальность и квалификация	Единица измерения	Количество единиц	Стоимость единицы	Полная стоимость
Слесарей 6 разр. .	дн.	2,16	12,60	27,22
„ 5 „	„	1,63	9,66	15,75
„ 4 „	„	5,47	7,56	41,35
„ 3 „ .	„	4,54	6,13	27,83
„ 2 „	„	11,09	5,04	55,89
Изолировщиков 5 разр. .	„	0,93	8,82	8,20
„ 4 „	„	0,96	6,82	6,55
„ 3 „	„	2,01	5,53	11,12
„ 2 „	„	2,99	4,59	13,72
Маляров 3 разр.	„	0,47	5,53	2,60
Рабочих 3 „	„	0,50	5,53	2,77
Итого руб.	—	—	—	213,00

Выборка материалов

Наименование	Единицы измерения	Количество единиц	Стоимость единицы	Полная стоимость
Труб оцинкованных ∅ 38 *мм* $K = 1,07$	*м*	22,47	2,91	65,39
„ „ ∅ 32 $K = 1,07$	„	6,42	2,54	16,31
„ „ ∅ 25 $K = 1,07$	„	36,38	2,03	70,85
„ „ ∅ 19 $K = 1,07$	„	26,75	1,59	48,89
„ „ ∅ 13 $K = 1,07$	„	26,75	1,59	42,53
Тройников ∅ 38 × 38 .	шт.	1	2,41	2,41
„ ∅ 38 × 25 .		1	2,21	2,21
„ ∅ 38 × 13 .		1	2,21	2,21
„ ∅ 32 × 32		3	1,86	5,58
„ ∅ 32 × 19 .		1	1,74	1,74
„ ∅ 25 × 25 .		3	1,40	4,20
„ ∅ 25 × 13 .		2	1,33	2,66
„ ∅ 25 × 19 .		4	1,33	1,33

[1] Изоляционная масса по своему составу принята по табл. 282, том II.

Продолжение

Наименование	Единицы измерения	Количество единиц	Стоимость единицы	Полная стоимость
Тройников ∅ 19×19	шт.	3	1,05	4,20
„ ∅ 19×13		2	0,98	2,94
„ ∅ 13×13		—	0,88	1,76
Муфт переходных ∅ 38×32		1	1,05	1,05
„ ∅ 32×25		2	0,88	1,76
„ „ ∅ 25×19		3	0,72	2,16
„ „ ∅ 19×13		6	0,53	3,18
Муфт соединительных ∅ 38 *мм*		9	1,13	10,17
„ „ ∅ 32		3	0,88	2,64
„ „ ∅ 25		17	0,72	12,24
„ „ ∅ 19		15	0,53	7,95
„ „ ∅ 13		18	0,44	7,92
Контргаек ∅ 38 *мм*		5	0,55	2,75
„ ∅ 32 „		2	0,41	0,82
„ ∅ 25 „		11	0,34	3,74
„ ∅ 19 „		10	0,29	2,90
„ ∅ 13 „		13	0,20	2,60
Угольников ∅ 38 *мм*		10	2,12	21,20
„ ∅ 32		1	1,74	1,74
„ ∅ 25		13	1,24	16,12
∅ 19		14	0,98	13,72
„ ∅ 13 „		12	0,78	9,36
Вентилей ∅ 38 *мм*		1	10,91	10,91
„ ∅ 32 „		2	12,00	24,00
„ ∅ 25 „		2	11,48	22,96
„ ∅ 19 „		3	9,75	29,25
„ ∅ 13 „		4	7,60	30,40
Термометров с гильзой		1	13,75	13,75
Обратных клапанов ∅ 32 *мм*		1	13,27	13,27
Предохранительных клапанов ∅ 25 *мм*		1	38,14	38,14
Смесителей для душа 13×13×19		2	36,02	72,04
Сеток для душа ∅ 100 *мм*		2	3,50	7,00
Пробочных кранов ∅ 19		2	6,55	13,00
Водоразборных кранов ∅ 13 *мм*		10	5,63	56,30
Пробок с резьбой ∅ 13 *мм*		2	0,25	0,50
Подвесок для труб ∅ 38 *мм*		9	2,25	20,25
„ „ „ ∅ 32 „		2	2,00	4,00
„ „ „ ∅ 25 „		5	1,60	8,00
Крючков ∅ 38 *мм*		2	0,23	0,46
„ ∅ 32		1	0,21	0,21
„ ∅ 25 „		12	0,18	2,16
„ ∅ 19 „		13	0,17	2,21
„ ∅ 13 „		13	0,16	2,08
Бойлер ∅ 875 *мм* $L = 1\,400$ *мм*	„	1	810,00	810,00
Вспомогательный материал 2%	—	—	—	31,80
Пробок деревянных	шт.	57	0,01	0,57
Изоляционной массы	*кг*	711,6	0,20	142,32
Олифы	„	0,55	5,57	3,06
Белил	„	1,39	3,12	4,34
Сажи	„	0,16	2,42	0,39
Итого руб.	—	—	—	1 788,50

Выборка по смете

Рабочая сила	213,00
Материал	1 788,50
Итого	2 001,50
Накладные расходы 21%	420,32
Начисления на материал 3,5%	62,60
Итого	2 484,42
Плановые накопления 3%	74,53
Всего по смете	2 558,95

ТАБЛИЦА

перевода минутного расхода воды в секундный, часовой и суточный

л/мин	*л/сек*	*м³/час*	*м³/сутки*	*л/мин*	*л/сек*	*м³/час*	*м³/сутки*
1	0,02	0,06	1,44	75	1,25	4,5	108,0
2	0,03	0,12	2,88	80	1,33	4,8	115,2
3	0,05	0,18	4,32	85	1,42	5,1	122,4
4	0,07	0,24	5,76	90	1,50	5,4	129,6
5	0,08	0,30	7,20	95	1,58	5,7	136,8
6	0,10	0,36	8,64	100	1,67	6,0	144,0
7	0,12	0,42	10,08	110	1,83	6,6	158,4
8	0,13	0,48	11,52	120	2,00	7,2	172,8
9	0,15	0,54	12,96	130	2,17	7,8	187,2
10	0,17	0,60	14,40	140	2,33	8,4	201,6
12	0,20	0,72	17,28	150	2,50	9,0	216,0
14	0,23	0,84	20,16	160	2,67	9,6	230,4
16	0,27	0,96	23,04	170	2,83	10,2	244,8
18	0,30	1,08	25,92	180	3,00	10,8	259,2
20	0,33	1,20	28,80	190	3,17	11,4	273,6
25	0,42	1,50	36,00	200	3,33	12,0	288,0
30	0,50	1,80	43,20	300	5,00	18,0	432,0
35	0,58	2,10	50,40	400	6,67	24,0	576,0
40	0,67	2,40	57,60	500	8,33	30,0	720,0
45	0,75	2,70	64,80	600	10,00	36,0	864,0
50	0,83	3,00	72,00	700	11,67	42,0	1 008,0
55	0,92	3,30	79,20	800	13,33	48,0	1 152,0
60	1,00	3,60	86,40	900	15,00	54,0	1 227,0
65	1,08	3,90	93,60	1 000	16,67	60,0	1 440,0
70	1,17	4,20	100,80				

ТАБЛИЦА

перевода секундного расхода воды в минутный, часовой и суточный

л/сек	*л/мин*	*м³/час*	*м³/сутки*
1	60	3,6	86,4
2	120	7,2	172,8
3	180	10,8	259,2
4	240	14,4	345,6
5	300	18,0	432,0
6	360	21,6	518,4
7	420	25,2	604,8
8	480	28,8	691,2
9	540	32,4	777,6
10	600	36,0	864,0
12	720	43,2	1 036,8
14	840	50,4	1 209,6
16	960	57,6	1 382,4
18	1 080	64,8	1 555,2
20	1 200	72,0	1 728,0
25	1 500	90,0	2 160,0
30	1 800	108,0	2 592,0
35	2 100	126,0	3 024 0
40	2 400	144,0	3 456,0
45	2 700	162,0	3 888,0
50	3 000	180,0	4 320,0
55	3 300	198,0	4 752,0
60	3 600	216,0	5 184,0
65	3 900	234,0	5 616,0
70	4 200	252,0	6 048,0
75	4 500	270,0	6 480,0
80	4 800	288,0	6 912,0
85	5 100	306,0	7 344,0
90	5 400	324,0	7 776,0
95	5 700	342,0	8 208,0
100	6 000	360,0	8 640,0

ТАБЛИЦА

перевода часового расхода воды в секундный, минутный и суточный

м³/час	*л/сек*	*л/мин*	*м³/сутки*
1	0,28	16,7	24
2	0,55	33,3	48
3	0,83	50,0	72
4	1,11	66,7	96
5	1,39	83,3	120
6	1,67	100,0	144
7	1,94	116,7	168
8	2,22	133,3	192
9	2,50	150,0	216
10	2,78	166,7	240
12	3,33	200,0	288
14	3,89	233,3	336
16	4,44	266,7	384
18	5,00	300,0	432
20	5,55	333,3	480
25	6,94	416,7	600
30	8,33	500,0	720
35	9,72	583,3	840
40	11,11	666,7	960
45	12,50	750,0	1 080
50	13,80	833,3	1 200
55	15,28	916,7	1 320
60	16,67	1 000,0	1 440
65	18,05	1 083,3	1 560
70	19,44	1 266,7	1 680
75	20,83	1 250,0	1 800
80	22,22	1 333,3	1 920
85	23,61	1 416,7	2 040
90	25,00	1 500,0	2 160
95	26,39	1 583,3	2 280
100	27,78	1 666,7	2 400

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБЩИХ ПРАВИЛ КАНАЛИЗОВАНИЯ ВЛАДЕНИЙ МОСКВЫ И ПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ КАНАЛИЗАЦИЕЙ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕЧИСТОТ

1. Дворовая сеть

§ 27

Дворовой сетью называется все трубы, расположенные во дворе со смотровыми колодцами. Означенная сеть должна быть спроектирована как в смысле правильности ее действия, так и возможности канализования всего владения.

Дворовая сеть состоит из: 1) трубопровода для сточных вод и 2) смотровых колодцев.

а) Трубопроводы

§ 28

Между двумя смежными смотровыми колодцами трубы должны быть спроектированы и проложены по прямой линии, что проверяется просмотром труб на свет.

Трубы по возможности прокладываются параллельно стенам зданий.

Угол между направлением приводящей в колодец и отводящей от него труб дворовой сети должен быть не менее 90°.

§ 29

Глубина заложения труб должна быть не менее 1,5 *м*; меньшая глубина, но не менее 1,00 *м*, допускается лишь с особого разрешения треста Мосочиствод при условии принятия мер предохранения труб от замерзания.

§ 30

Диаметр труб дворовой сети должен быть 150 *мм*. Трубы большого диаметра допускаются, если того требует расход воды. В этих случаях при проекте должен быть представлен подробный расчет. Трубы диаметром в 125 *мм* допускаются в случае необходимости присоединения к тройнику городской сети или по особому разрешению треста Мосочиствод. Переход труб от большего диаметра к меньшему по направлению течения жидкости не допускается.

§ 31

С самых задних точек владения до контрольного колодца трубы должны быть спроектированы и проложены с равномерным уклоном. В зависимости от местных условий может быть допущен и ломаный уклон.

Нормальный уклон для труб дворовой сети устанавливается: для диаметра 150 *мм* — 0,015, для диаметра 125 *мм*—0,02. В исключительных случаях с особого разрешения треста Мосочиствод допускается уменьшение уклонов труб, но не ниже чем 0,008 для 150-*мм* труб и 0,01 для 125-*мм* труб. Наибольший уклон, допустимый для всех диаметров труб дворовой сети, — 0,15.

§ 32

Трубы дворовой сети могут быть керамиковые или чугунные асфальтированные.

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.

Керамиковые трубы должны быть соединены одна с другой непроницаемо для сточной жидкости посредством конопатки стыков прядью и заливки асфальтом с гудроном.

б) Смотровые колодцы

§ 33

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 дворовых ветвей между собою;

в) на соединениях дворовых ветвей с отводными трубами из зданий, причем эти колодцы должны быть расположены таким образом, чтобы длина отводной трубы от стен здания до колодца не превышала 5 *м*.

Примечание. Длина отводной трубы более 5 *м* допускается лишь с разрешения треста Мосочиствод;

г) на прямых линиях с таким расчетом, чтобы расстояние между двумя соседними колодцами нигде не превышало 50 *м* для труб диаметром 150 *мм* и 35 *м* для труб диаметром 125 *мм*.

§ 34

Внутренний диаметр смотровых колодцев до глубины $2^1/_2$ *м* должен быть не менее 0,7 *м*, сверх $2^1/_2$ *м* — не менее 1 *м*; люки должны быть типа и размера, принятого для городских канализационных колодцев для данной местности.

Крышки контрольных колодцев, поставленных на тротуаре, должны быть в уровень с тротуаром. Кроме верхней крышки все колодцы в местности, не заливаемой внешней водой, должны иметь вторую крышку на прочном кольцевом уступе, сделанном из кирпича, бетона или металла и помещенном ниже верха люка не более как на 0,40 *м*. Вторая крышка может быть металлическая — полукотельного железа или деревянная, осмоленная.

В стенках колодцев должны быть заделаны скобы на расстоянии одна от другой не более 0,4 *м* по вертикали. Основание колодца должно быть бетонное или вообще непроницаемое для воды и с диаметром, большим наружного диаметра колодца, не менее чем на 0,08 *м*. На дне колодцев из бетона должны быть сделаны лотки, глубиной и шириной равные диаметру проложенной трубы. Толщина основания колодцев должна быть не менее 0,13 *м*.

Толщина стенок кирпичных колодцев должна быть не менее $^1/_2$ кирпича, бетонных — не менее 100 *мм*.

Материалом для устройства колодцев должен быть бетон, железобетон или кирпич на гидравлическом растворе. Скобы должны ставиться во время кладки колодца.

Сопряжение труб в дворовой сети к колодцам в виде изогнутых лотков с гладкой поверхностью в бетонном дне колодца должно быть сделано так, чтобы ось лотка представляла окружность, касательную к осям труб.

Примечание. Контрольные колодцы должны ставиться внутри владения непосредственно за красной линией.

§ 35

Люки смотровых колодцев должны быть поставлены таким образом, чтобы они не заливались дождевой водой.

2. Домовая сеть

§ 36

К домовой 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. ТРУБОПРОВОДЫ

§ 37

Трубопроводы разделяются на: 1) трубы, отводящие сточную жидкость, 2) трубы вытяжные и 3) предохранительные (вентиляционные).

а) Трубы, отводящие сточную жидкость

§ 38

Трубы, отводящие сточную жидкость, называются: вертикальные — стояками, все же остальные — отводными.

§ 39

Сеть должна быть спроектирована таким образом, чтобы протяжение отводных труб от приемников до стояков и от стояков до дворовых колодцев было наименьшее.

§ 40

Длина отводных труб от прибора до стояка не должна превышать 10 *м*.

Наибольшая длина отводных труб, лежащих в междуэтажном пространстве, допускается 7,5 *м*.

Примечание. Отступление от норм этого параграфа допускается с особого разрешения треста Мосочиствод.

§ 41

Сопряжение между отводной трубой из здания с отводящей трубой из колодца дворовой сети должно быть сделано внутри колодца под углом не менее 90°, причем первая труба должна быть заложена выше дворовой на величину разности диаметров их.

Сопряжение трубопровода делается помощью фасонных частей.

§ 42

В домах трубы должны быть предохранены от промерзания и повреждения.

§ 43

Для отводных труб внутри зданий рекомендуются уклоны не менее следующих:

диаметром	50	*мм*	0,035
„	75	„	0,025
„	100	„	0,020
„	125	„	0,015

Ввиду местных условий с особого разрешения треста могут быть допущены и меньшие уклоны, а именно:

диаметр	50	*мм*	0,025
„	75	„	0,015
„	100	„	0,012
„	125	„	0,010

§ 44

Стояки ставятся вертикально сверху дониза 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.

§ 45

Для стояков должны применяться следующие диаметры:

1) от одиночных и двойных кухонных раковин, писсуаров, умывальников и одиночных ванн 50 — *мм*;

2) от вышеуказанных приемников в числе до 20 — не менее 50 *мм*;

3) от 20 и до 40 вышеуказанных приемников; от больших кухонных раковин и приборов для мытья посуды — не менее 75 *мм*;

4) от клозетов — по расчету, но не менее 100 *мм*.

Отводные трубы от стояков до колодцев могут быть диаметром 125 *мм*, если это является необходимым по числу и расположению приемников.

Второстепенные отводные трубы, соединяясь, не должны переходить в отвод меньшего диаметра.

Примечание. Одна ванна принимается за $1^1/_2$ раковины.

§ 46

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 на местах, удобных для доступов к ним и для пользования ими. Ревизии на стояках должны быть поставлены выше борта приемников. В случае необходимости поставить ревизионное отверстие на подземной трубе над ревизионным отверстием должен быть построен колодец размерами не менее 0,70 *м* в диаметре или в стороне четырехугольника.

§ 47.

Все стояки и отводные трубы должны быть чугунные, асфальтированные и соответствовать установленным ОСТ.

б) Чугунные трубы

§ 48.

Чугунные трубы и фасонные части к ним должны быть без трещин и свищей, гладки, чисты, без раковин, пузырей и т. п. и асфальтированные в горячем состоянии.

§ 49

Чугунные трубы должны быть снабжены раструбами и плотно соединяться друг с другом законопаткой прядью и заделкой цементом согласно инструкции строительного контроля.

§ 50

Весь трубопровод должен быть герметичен. Все трубы внутри здания 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 крючка или одной железной скобы; трубы же, прокладываемые под потолком, должны быть укреплены жесткими подвесками или положены на столбах.

§ 51

Все трубы, отводящие сточную жидкость, должны быть расположены в теплых и нежилых помещениях. Если же такие трубы по необходимости пролегают по холодному поме-

щению, то они должны быть надлежащим образом утеплены. Для предохранения от поломки трубы в подвальных и складских помещениях должны быть заделаны в короба.

§ 52

Прокладка отводных подвесных труб внутри жилых помещений и кухонь не допускается.

Примечание. Отступления допускаются с особого разрешения треста Мосочиствод.

в) Вытяжные трубы

§ 53

Все стояки и отводные трубы выше верхнего приемника называются вытяжными.

§ 54

Все стояки должны быть проложены в виде вытяжных труб выше крыши здания с наименьшими по местным условиям искривлениями, или самостоятельно каждая, или соединенными вместе, причем место соединения их должно быть выше борта верхнего приемника. Соединение нескольких вытяжных труб в одну может быть допущено трестом Мосочиствод в исключительных случаях, когда этого требуют местные условия.

§ 55

Вытяжные трубы должны быть проложены таким образом, чтобы в них нигде не могла застаиваться вода, т. е. чтобы везде был уклон к стояку.

§ 56

Вытяжные трубы воспрещается соединять с дымовыми трубами и каналами от печей а также с каналами и трубами, служащими для вентиляции помещений.

§ 57

Диаметр вытяжных труб в теплом помещении должен быть не меньше диаметра соответствующего стояка, а в холодном помещении, например на чердаке, сверх крыши в других неотапливаемых помещениях диаметр их должен быть увеличен на 50 *мм*.

§ 58

Все вытяжные трубы, идущие внутри здания до чердака, должны быть чугунные, асфальтированные, а идущие на чердаках, сверх крыши и вне здания могут быть из оцинкованного листового железа (толщиною не менее 1 *мм*).

§ 59

Чугунные трубы должны соединяться, как указано в § 49 этих правил. Железные клепаные должны быть соединены плотно и непроницаемо для воды и газов.

§ 60

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.

§ 61

Вытяжные трубы внутри здания и снаружи по стенам должны быть укреплены, как указано в § 50 этих правил. Вытяжные трубы должны скрепляться с крышей так, чтобы не было течи на чердак.

г) Предохранительные (вентиляционные) трубы

§ 62

В исключительных случаях, когда по числу приемников и расположению их является возможность заполнения труб сточной жидкостью и всасывания водяных растворов, трест Мосочиствод может потребовать устройства вентиляции сифонов этих приборов помощью предохранительных труб.

§ 63

Предохранительные трубы после соединения с сифоном должны подниматься близ приемника выше его края.

Предохранительные трубы должны быть уложены таким образом, чтобы везде был обеспечен свободный сток воды из них.

§ 64

Диаметр предохранительных труб должен быть следующий: для клозета и трапов — 38 *мм*, для всех остальных приемников — 25 *мм*.

§ 65

Предохранительные трубы должны прокладываться на всем протяжении свободно по стене или в соответствующих углублениях, быть герметичными; трубы эти могут быть закрыты чехлами или щитами.

§ 66

Предохранительные трубы должны быть тянутые, железные, черные или оцинкованные. Трубы должны соединяться помощью муфт на резьбе на суриковой замазке. Сопряжение двух направлений этих труб должно быть помощью оцинкованных фасонных частей железных или из ковкого чугуна. Соединение железных труб с чугунными должно быть исполнено с помощью фасонных частей.

§ 67

Соединение предохранительных труб с сифоном должно быть сделано при посредстве сгона таким образом, чтобы можно было, отвернув этот сгон, прочистить верхнюю часть сифона и предохранительную трубу в части, ближайшей к сифону. Соединение предохранительных труб с вытяжными должно быть сделано прочно и герметично.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бурче Ф. Я., Бани, души и бассейны, ОНТИ, 1930 г.
2. Бурче Ф. Я., Очистка населенных мест, ч. II, Мусор, ОНТИ, 1935 г.
3. Единые нормы выработки и расценки на строительные работы на 1936 г., отдел 15, ОНТИ, 1936 г.
4. Зак Г. Л., Водостоки, ОНТИ, 1937 г.
5. Зверинцев С. П. и Нестеров С. А., Физкультурные сооружения, ОНТИ, 1935 г.
6. Иваньян А. Г., Зубарев Н. Д., Мусоропроводы в многоэтажных зданиях, 1936 г.
7. Кирсанов И. Н., Тепловые аккумуляторы, ОНТИ, 1936 г.
8. Крячков А. Д., Бани и купальни, 1932 г.
9. Лавут Г. И., Монтаж газопроводов, ОНТИ, 1936 г.
10. Лобачев В. Г. и Абрамов Н. Н., Таблицы для расчета трубопроводов малых диаметров, 1932 г.
11. Лобачев В. Г., Вопросы рационализации расчета водопроводных сетей, 1936 г.
12. Лобачев В. Г., Расчет противопожарных струй, 1934 г.
13. Лужецкий Н. М. и Столяров С. А., Уход за спринклерным оборудованием, изд. НКВД, 1935 г.
14. Лужецкий Н. М., Современная конструкция спринклерного оборудования, изд. НКВД, 1930 г.
15. Общесоюзные противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий (проект изд. Комитета по строительству 1938 г.)
16. ОСТ ВСКХ 8393/70 и 8427/73.
17. Правила устройства спринклерных оборудований, изд. НКВД, 1930 г.
18. Ритшель Г. и Гребер Г., Руководство по отоплению и вентиляции, Госстройиздат, 1932 г.
19. Сметнев Н. И., Проектирование и сооружение банных и ванно-душевых устройств, 1936 г.
20. Справочник „Водопровод и канализация", т. VI, 1933 г.
21. Спышнов П. А., Проектирование внутренних водопроводов, 1937 г.
22. Тикунов Б. С., Проектирование водопроводных насосных станций промышленных, предприятий. Сантехпроект, 1936.
23. Тикунов Б. С. и др., Автоматические насосные станции, 1934 г.
24. Фальковский Н. И., Способы удешевления устройства домового водопровода „Ком. хоз". № 2—3, 1925 г.
25. Фальковский Н. И., Об устройстве домовых водопроводов в Москве, Труды XIII съезда 1925 г.
26. Фальковский Н. И., Диафрагмы как мера борьбы с утечкой воды в городских водопроводах „Инженерный труд" № 2, 1925 г.
27. Фальковский Н. И., Место водомера, „Ком. хоз." № 3—4, 1926 г.
28. Фальковский Н. И., Устройство домовых водопроводных ответвлений в городах, Труды II съезда, 1927 г.
29. Фальковский Н. И., Учет воды и повышения экономичности водопровода „Сан. техника" № 2, 1927 г.
30. Фальковский Н. И., Повышение экономичности водопроводов, „Ком. дело" № 8, 1927 г.
31. Фальковский Н. И., Правила устройства домовых водопроводных ответвлений, Труды II съезда, 1927 г.

32. Фальковский Н. И., Нормальный тип устройства домового водопровода, Труды II съезда, 1927 г.
33. Фальковский Н. И., Универсальная диаграмма для водомеров Вольтмана, „Сан. техника" № 4, 1928 г.
34. Фальковский Н. И., Выбор системы водомеров и мокроходы, „Ком. дело" № 4, 1928 г.
35. Фальковский Н. И., Графический расчет наименьшей емкости регулирующих резервуаров, „Сан. техника" № 2, 1928 г.
36. Фальковский Н. И., Современные водомеры Вентури, „Сан. техника" № 3, 1928 г.
37. Фальковский Н. И., Современные методы испытания водомеров, „Ком. хоз." № 21—22, 1928 г.
38. Фальковский Н. И., Уменьшение неучтенного расхода воды, „Ком. хоз." № 1—2, 1929 г.
39. Фальковский Н. И., Борьба с замерзанием водопроводной сети, „Ком. хоз." № 2, 1929 г.
40. Фальковский Н. И., Выбор калибра водомера, „Ком. хоз." № 3, 1929 г.
41. Фальковский Н. И., Учет и контроль расхода воды, Труды III съезда, 1929 г.
42. Фальковский Н. И, Рационализация работ по устройству домовых водопроводов, „Сан. техника" № 1, 1930 г.
43. Фальковский Н. И., О механизации водопроводных работ внутри зданий, „Сан. техника" № 6, 1930 г.
44. Фальковский Н. И., О расчете домовой водопроводной сети, „Сан. техника" № 5, 1931 г.
45. Фальковский Н. И., О перестройке техники водоснабжения и канализации зданий, Итоги IV съезда, 1931 г.
46. Фальковский Н. И., Реконструкция водопроводно-канализационной техники, „Ком Дело" № 7, 1931 г.
47. Фальковский Н. И., О диаметрах домовых канализационных труб, „Вестник инж. и техн." № 1, 1932 г.
48. Фальковский Н. И., Вентиляция домовой канализационной сети, „Сан. техника" № 3, 1932 г.
49. Фальковский Н. И., Расход воды в приборах внутренней водопроводной сети, „Сан. техника" № 1, 1933 г.
50. Фальковский Н. И., Правила устройства водопроводной сети, М. 1928 г.
51. Фальковский Н. И., Домовые водопроводы. ИЗТО ВМБИТ, 1931 г.
52. Фальковский Н. И., Водомеры, ГНТИ, 1931 г.
53. Фальковский Н. И., Водоснабжение зданий, 1 и 2 изд., Госстройиздат, 1933 г.
54. Фальковский Н. И., Канализование зданий, Госстройиздат, 1934 г.
55. Фальковский Н. И., К теории пневматического водоснабжения, ВИСТ № 9, 1937 г.
56. Фальковский Н. И., Выбор схемы пневматического водоснабжения, ВИСТ №1, 1938 г.
57. Хлудов А. В., Горячее водоснабжение, ОНТИ, 1936 г.
58. Чистяков И. Ф., Механическая стирка белья, ГНТИ, 1930 г.
59. Шахназаров М. Х., Газификация городов, Горгеонефтеиздат, 1934 г.
60. Шахнер Р., Санитарная техника в жилищном строительстве, ГНТИ, 1930 г.
61. Шнеерoв А. И., Внутренние водостоки, Госстройздат, 1934 г.
62. Шнеерoв А. И. Современные санитарные приборы, ОНТИ, 1937 г.
63. Экман Ф. И., Снабжение горячей водой, Госстройиздат, 1933 г.
64. Экман Ф. И., Газопроводы и газовые установки, ОНТИ, 1936 г.
65. Элементы оборудования тепловых сетей, ОНТИ, 1936 г.
66. Материалы стройконтор, заводов и других организаций:
Мосстрой, Моспроект, Проектная мастерская Моссовета, Госпроектстрой, Госсантехстрой, Госсантехпроект, Академия коммунального хозяйства при СНК РСФСР, завод им. Калинина, „Борец," „Физико-химик" и др.
67. Albert M., Die Hausentwässerung, München 1917.
68. Babbitt H. E., Tests on the hydraulics and pneumatics of house plumbing, Urbana, University of Illinois, 924—1928.
69. Biel R., Die wirtschaftlichgünstigsten Rohrweiten 1930.
70. Blake E. H., Drainage and sanitation, 4-th ed., London, Batsford 1932.
71. Blake E. H., Drainage and sanitation. A practical exposition of the conditions vital to healthy buildings, their surroundings and construction. 5-th ed., London, Batsford 1936, 563 p.
72. Blake E. H., Plumbing: a text-book based on the work by W. P. Buchan, vol. 2, Sanitary appliances, 2-nd ed., London, Technical press 1935.
73. Blalock G. C. and Ewing D. D., Electrical house pumping systems, Lafayette 1923.
74. Beielstein W., Die Wasserleitung im Wohngebäude, Weimar, 1894.
75. Bevan E. and Rees B. T., Sewers: theory, design, specification and construction; a reference-book for civil, municipal and sanitary engineers and a text-book for students, London, Chapman and Hall, 1937, 346 p.
76. Bolton D. I., Electrical water heating, Sherwood Press, 1935.
77. Cleverdon W. S., Plumbing engineering, Pitman, New-York, 1937.

78. Cowan I. W., Central heating and hot-water supply. A practical guide to the design and installation of domestic heating and hot-water supply systems, London, Marschall, 1934, 135 p.
79. Dawson F. M. and Bowman J. S., Interior-water supply piping for residential buildings, „University of Wiss." 1933.
80. Dixey Frank, Practical handbook of water supply, Van Nostrand, 1931, 571 p. with 133 fig. and 6 maps.
81. Din, Taschenbuch 16. Grundstücksentwässerung und Wasserversorgung, Berlin, 1931.
82. Domestic engineering plumbing and heating catalog, Chicago, Engineering publications, 1930.
83. Domestic engineering plumbing and heating catalog and directory, Chicago, Domestic engineering publications, 1936.
84. Dye F., Hot-water suply. 8-th ed., London, Spon and Chamberlain, 1930.
85. Flood G. M., Sewage disposal from isolated buildings, Manchester, Sutherland Publication Co., 1929.
86. Frommer P. u. Dieckmann, Hauswasserversorgung, Entfernung der Abwässer und Abortanlagen, 1909.
87. Creenland S. F., Hot-water service. Design and pipe sizing, London, Philpot, 1937, 189 p.
88. Graham F., Audels plumbers and steam fitters guide. International Correspondence. Schools drainage and sewage disposal, International Text-book, 1931.
89. Kendall C. E. Study of the domestic water supply of Winchester, Massachusetts, Winchester, Mass, Winslow press, 1933.
90. Kalender für das Gas u. Wasserfach, 1932.
91. Kampfmeyer H., Siedlung und Kleingarten, Wien.
92. König F., Die Wasserversorgung innerhalb der Gebäude und ihrer Grundstücke, Leipzig.
93. Klinger H. S., Kalender für Heizungs-, Lüftung- und Badetechniker, 1932.
94. Lueger O., Die Wasserversorgung der Städte, Einzelbestandteile der Wasserleitungen, 1908.
95. Lohle I., Der praktische Brunnenmeister, Selbstanlage, Hauswasserversorgung in Landhäusern, Leipzig, Hachmeister, 1936, 40 S.
96. Maxwell W. H., Water supply problems and developments, London, Pitman, 1937, 367 p.
97. Mauser P., Plumbing and gasfitting, Pitman, 1930.
98. Moseley A. W., Water supply in buildings, Evanston, 1935, 92 p.
99. Mengeringshausen M. und Ehlers, Richtig installieren. Einordnung der Installation in den Bau, Berlin 1934, 54 S.
100. Nugey A. L., Plumbing design, Chemical publishing Co, 1928.
101. Recomended minimum requirements for plumbing Bureau of standarts. Washington 1929.
102. Randerson H. J., Australian sanitary engineering practice. Australian Book Co, 1935.
103. Richtlinien für die Zulassung von Installateuren zur Herstellung von Wasserversorgseinrichtungen in Gebäuden und Grundstücken, Berlin, Oldenburg, 1933, 6 S.
104. Richtlinien für die Ausführung und Veränderung von Wasserleitungsanlagen in Gebäuden und Grundstücken, Berlin, Oldenburg, 1934, 38 S.
105. Raynes F. W., Domestic sanitary engineering and plumping, 3-d ed., Boston, Longmans, 1928.
106. Richard O., L'eau chaude, sa production et sa distribution dans les habitations, Paris, Office technique de chauffage, 1935, 92 p.
107. Rössler S., Rationelle Herstellung sanitärer Anlagen, Leipzig, 1927.
108. Sanitäre Technik, Frankfurt a./M.
109. Schlotthauer F., Über Wasserversorgungs-Anlagen, München, 1923.
110. Samford G. G., Central heating and hot water supply for private homes, London, Leckwood, 1932, 172 p.
111. Smith E. G., Hot-water and steam supply by electricity. Engineers Book, 1934.
112. Swinson E. T., Sanitation of buildings, Oxford 1928.
113. Taggart J. E., Plumbing questions and answers, Scientific Book Corporation, 1928.
114. Thomas M. W., Public schcol plumbing equipment, Teachers College, 1928.
115. Thomson G., House drainage, London 1920.
116. Thomson G., Modern sanitary engineering. London, 1930.
117. Watson A. R., Hot-water supply in the home, London, Watson and Spon Co., 1934, p. 64.
118. Whitman, The american home book of heating, plumbing and wiring, New-York, Doubleday. 1931, 151 p.

Сдано в набор 17/VIII 1938 г. Подписано к печати 13/X 1938 г
Формат бум. 70×108¹/₁₆ Индекс С—52-5-2. № 1346 Тираж 10 000 экз.
Тип. зн. в 1 бум. л. 134400. Бум. л. 13. Печ. л. 26. УАЛ. 40,45 ТКК № 7
Уполн. Главлита № Б-43452 Учетн. № 5758. Бумага Камской ф-ки. Заказ № 687.

2-я типография ГОНТИ имени Евгении Соколовой. Ленинград, пр. Красных Командиров, 29.

Сканувала Шевченко О.Г.