628.1
Л44



В. А. ЛЕНСКИЙ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ

УДК 628. 1-3
6С9.3
Л44

Ленский В. А.
Л 44 Водоснабжение и канализация. Изд. 4 перераб. и дополн. «Высшая школа», 1969 г.
432 стр. с илл.

Учебник, предназначенный для студентов инженерно-строительных вузов, содержит основные сведения по водоснабжению и канализации населенных пунктов, а также жилых, промышленных и общественных зданий.

В книге освещен современный опыт проектирования и эксплуатации водопроводных и канализационных сооружений и описано новейшее санитарно-техническое оборудование зданий.

По сравнению с изданием 1964 г. дано описание водопроводного и канализационного оборудования лечебных учреждений, бань, прачечных, столовых, гаражей, а также особенности водоснабжения и канализации промышленных предприятий.

Справочные материалы приведены в объеме, необходимом для выполнения курсового проекта.

В книге содержится 270 иллюстраций, 43 таблицы; 22 библиографии.

6С9.3

Рецензенты:

кафедры водоснабжения, канализации и городского строительства Ленинградского инженерно-строительного института

3—2—10
118—69

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник, содержащий основные сведения по санитарно-техническим дисциплинам, написан в соответствии с программой, утвержденной Министерством высшего и среднего специального образования СССР для студентов строительных вузов (кроме специальности «Водоснабжение и канализация».

Учебник состоит из двух частей: в первой рассматривается наружное и внутреннее водоснабжение; во второй — внутренняя и наружная канализация. Последовательность изложения материала курса соответствует программе.

Нормативные и справочные материалы приведены в объеме, необходимом для выполнения курсового проекта.

Изложенные в книге основные теоретические и практические сведения дают возможность получить необходимые знания в области водоснабжения и канализации по проектированию, строительству и эксплуатации санитарно-технических устройств и сооружений.

При составлении учебника учитывалось, что такие смежные дисциплины, как гидравлика, производство строительных работ, земляные работы, строительные конструкции, изучаются в соответствующих специальных дисциплинах.

В четвертом издании одновременно с отражением современных достижений отечественной и зарубежной техники при написании учебника использован многолетний опыт автора по преподаванию дисциплины «Водоснабжение и канализация» в Московском ордена Трудового Красного Знамени инженерно-строительном институте им. В. В. Куйбышева.

По сравнению с третьим изданием книги, выпущенным в 1964 г., в учебник включен ряд новых материалов. Во второй части заново написан раздел по водопроводно-канализационному оборудованию зданий специального назначения (лечебных учреждений, бань, прачечных, столовых).

В учебнике помещено более 70 новых рисунков, иллюстрирующих современные конструкции сооружений, материалы и оборудование (санитарно-технические кабины и др.).

Проект по водоснабжению и канализации пятиэтажного жилого дома представлен в двух вариантах: с учетом устройства канализа-

ционной сети с выпусками в сеть дворовой канализации и с одним выпуском из сети, проходящей по подвалу.

Автор выражает глубокую признательность рецензентам книги членам кафедр водоснабжения, канализации и городского строительства Ленинградского инженерно-строительного института профессорам Г. Н. Никифорову, С. М. Шифрину, Н. Ф. Федорову и И. А. Аптекареву, доцентам Е. В. Липкину, Е. А. Прегер, А. К. Булыгину, а также старшему преподавателю И. И. Соломахину за ценные замечания и советы, сделанные ими при просмотре рукописи.

Автор с благодарностью примет критические замечания, советы и предложения, которые смогут помочь в дальнейшем улучшить построение и содержание книги. Все замечания просим направлять по адресу: Москва, Ж-114, Шлюзовая набережная, д. 8, МИСИ им. В. В. Куйбышева, факультет водоснабжения и канализации.

ВВЕДЕНИЕ

Снабжение доброкачественной водой различного рода потребителей и организованное отведение загрязненной воды (сточной жидкости) от промышленных предприятий и населенных пунктов являются одной из главных народнохозяйственных задач.

Потребность в воде в городах, поселках и на промышленных предприятиях удовлетворяется путем устройства централизованных систем водоснабжения — водопроводов.

Современный водопровод представляет собой систему сложных сооружений для добычи воды, очистки ее, хранения необходимых запасов и транспортирования к потребителю. Канализация состоит из комплекса сооружений для организованного отведения сточной жидкости, тщательной очистки ее и выпуска в водоем.

Подача населению доброкачественной воды предохраняет население от различных эпидемических заболеваний, передаваемых через воду. Отведение сточной жидкости, ее очистка и обеззараживание также предохраняют население от распространения эпидемий и позволяют поднять общий уровень благоустройства населенных мест.

На промышленных предприятиях вода требуется в большом количестве для технологических нужд. Водой снабжают предприятия всех отраслей народного хозяйства; она требуется также и для противопожарных целей.

До Великой Октябрьской социалистической революции в нашей стране строительству систем водоснабжения и канализации уделялось мало внимания. Количество домовладений, присоединенных к водопроводу, было ничтожным. В целом ряде городов не было вообще домовых водопроводов. Расход воды в городах редко превышал 25—30 *л* на одного жителя в сутки, а во многих городах был ниже 12 *л*.

Русские ученые затратили много труда на разработку инженерных вопросов водопроводной техники. Знаменитый ученый Н. Е. Жуковский разработал теорию гидравлического удара в водопроводных трубах и мероприятия по борьбе с ним. Следует также отметить работы советских ученых Н. П. Зимина, В. Ф. Иванова,

В. Г. Шухова, К. М. Игнатова, В. Е. Тимонова и других, которые совершенствовали технику водоснабжения и канализации городов.

На развитие водоснабжения и канализации большое влияние оказывали водопроводные санитарно-технические съезды, которые проводились регулярно начиная с 1893 г.

Используя достижения различных отраслей науки и строительной техники в СССР, отечественные ученые создали комплексные дисциплины «Водоснабжение» и «Канализация», включающие отрасли современной науки о добывании, подъеме, очистке, транспортировании воды и об организованном отведении сточной жидкости, ее очистке, обеззараживании и выпуске в водоемы. Ученые и практики водопроводно-канализационного дела разработали правила и нормы для проектирования водоснабжения и канализации, стандарты на оборудование и арматуру. В дальнейшем, после Октябрьской революции, функции съездов перешли к ВНИТО водоснабжения и сантехники, которое развернуло сеть отделений в городах Российской Федерации и союзных республик и промышленных предприятиях для ведения работ научного и производственного характера.

Советским правительством введено санитарное законодательство и организованы соответствующие научные учреждения.

В настоящее время в СССР насчитывается до 40 научно-исследовательских институтов, занимающихся вопросами водоснабжения и канализации; из них наиболее крупные: Всесоюзный научно-исследовательский институт ВОДГЕО, Научно-исследовательский институт сантехники Госстроя СССР, Академия коммунального хозяйства им. Памфилова, институт им. Эрисмана и др.

Работы советских инженеров в области водоснабжения и канализации способствовали успешной реализации пятилетних планов и быстрому восстановлению разрушений, причиненных войной.

Водопровод и канализацию, построенные с учетом достижений современной техники, получили все новые города, выросшие вокруг крупнейших промышленных предприятий. Строительство промышленных комплексов, особенно в маловодных районах, а также рост водопотребления крупных индустриальных городов выдвинули проблемы изыскания и использования достаточно мощных и надежных источников водоснабжения.

Вопросы водоснабжения решались с учетом других смежных водохозяйственных задач. Например, окончание строительства канала им. Москвы в 1937 г. разрешило одновременно три задачи: водоснабжение столицы, обводнение Москвы-реки и организацию мощной водной транспортной магистрали.

В значительной степени повысилось санитарно-техническое благоустройство жилых, общественных и промышленных зданий. Если в 1913 г. процент зданий, оборудованных водопроводом и канализацией, составлял 2,5—5, то в 1967 г. процент зданий обобществленного фонда, имеющих все виды санитарно-технического благоустройства, достигает 70—74, а в новом государственном строительстве—90.

По выпуску санитарно-технического оборудования наша страна занимает второе место в мире. С 1940 г. производство ванн возросло в 37,5 раза (с 51 тыс. до 1,905 млн. шт. в 1967 г.); раковин и моек— в 48,6 раза (до 2,9 млн. шт.); канализационных труб — почти в 30 раз. Средняя норма водопотребления на одного человека в сутки достигла 160 *л* (вместо 12 *л* в 1913 г.), причем за последние 8 лет она возросла на 60 *л*. Протяженность водопроводных сетей за годы советской власти выросла в 34 раза, а производительность хозяйственных водопроводов за последние 10 лет увеличилась почти вдвое.

В настоящее время водопроводы имеют более 1600 городов СССР и 2520 рабочих поселков.

Число городов с канализацией меньше. Так, по состоянию на 1 января 1968 г. было канализовано 1245 городов, а рабочих поселков — более 1050.

За последние 10 лет построены мощные системы водоснабжения во многих районах страны, в частности в Донбассе — огромном промышленном районе страны с очень бедными природными водными ресурсами. В ряде случаев вода подведена за десятки и сотни километров, отрегулированы стоки рек, образованы громадные водохранилища, осуществлена переброска стока из одних рек в другие. Построен канал Северный Донец-Донбасс, значительно улучшивший водоснабжение городов Донбасса; более чем в 2 раза возросла мощность Московского водопровода, а канализации — более чем в 4 раза; построены новые водопроводы: Прокопьевск — Кисилевск, в Криворожье, Баку, Владивостоке, Ярославле и других городах страны Районные водопроводы Пресновский, Ишимский и Булаевский стали подавать воду в сотни населенных пунктов, что в значительной мере решило проблему сельскохозяйственного водоснабжения в некоторых районах на целинных землях.

Большие работы проводятся в стране по строительству городских систем канализации и особенно сооружений для очистки сточных вод. Основной задачей такого строительства ближайших лет является не только борьба с дальнейшим загрязнением водоемов, но и оздоровление водоемов, находящихся в неудовлетворительном санитарно-техническом состоянии. Дальнейшее строительство сооружений для очистки промышленных стоков ведется для всех отраслей промышленности, и особенно химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, металлургической, текстильной, пищевой, искусственных волокон.

На 1966—1970 гг. предусматривается значительное развитие водопроводно-канализационного хозяйства. Предполагается, что установленная мощность хозяйственно-питьевых водопроводов за эти годы будет увеличена на 56%, длина водопроводной сети — с 62 до 96 тыс. *км*.

За этот же период протяженность канализационной сети увеличится до 54,5 тыс. *км*. Это позволит уменьшить разрыв между развитием водопровода и канализации.

Для успешного выполнения этих задач предусмотрено внедрение таких мероприятий, как автоматизация всех сооружений, облегчение строительных конструкций и строительство открытых и полуоткрытых сооружений, там, где это допустимо по климатическим условиям. Сборные железобетонные элементы необходимо применять при строительстве колодцев, насосных станций, сооружений для очистки и др.

Третья сессия Верховного Совета РСФСР пятого созыва, состоявшаяся в октябре 1960 г., приняла закон «Об охране природы в РСФСР». Среди многих мероприятий по охране природных богатств этот закон предусматривает защиту от загрязнения поверхностных и подземных вод.

Законом запрещен ввод в эксплуатацию предприятий, цехов и агрегатов, сбрасывающих сточные воды без их тщательной очистки и обезвреживания.

В статье 4 этого закона говорится, что поверхностные и подземные воды подлежат охране от истощения, загрязнения и засорения, а также регулированию режима как ресурсы водоснабжения населения и народного хозяйства. Все организации, деятельность которых влияет на водный режим, обязаны сооружать на всех предприятиях, сбрасывающих в водоемы загрязненные воды, очистные устройства с искусственной или естественной очисткой.

В резолюции XXIII съезда КПСС указано, что деятельность наших ученых должна быть направлена на дальнейшее решение актуальных научных проблем современности, на всемерное ускорение научно-технического прогресса, быстрейшее внедрение результатов научных исследований в народное хозяйство.

В современном строительстве для очистки питьевой воды широко применяют новые сооружения — осветлители со взвешенным осадком, контактные осветлители, двухслойные и крупнозернистые фильтры и др.

Для очистки воды необходимо внедрять новые высокоэффективные коагулянты, которые позволяют значительно интенсифицировать основные процессы очистки. Внедряются новые методы обеззараживания воды и улучшаются существующие.

Все эти мероприятия позволяют рациональнее использовать средства на строительство санитарно-технических сооружений, а главное улучшить санитарное состояние населенных пунктов и водоемов.

Директивами XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966—1970 гг. предусматривается широкое развитие автоматизации.

Опыт эксплуатации всех автоматизированных водопроводно-канализационных систем и сооружений в промышленности, в городском хозяйстве и на транспорте дает значительный технико-экономический эффект, т. е. позволяет снизить эксплуатационные расходы и улучшить условия труда.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Глава I
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОДОСНАБЖЕНИИ

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Водопроводом называют комплекс инженерных сооружений и оборудования, предназначенных для забора воды из природных источников и подачи ее к местам потребления, а также в случае надобности очистки и хранения ее.

Обычно водопроводы состоят из следующих сооружений:

1) водоприемных для забора воды из природных источников;
2) насосных станций для подъема воды;
3) сооружений для очистки воды;
4) водоводов и водопроводных сетей для подачи воды потребителям;
5) водонапорных башен и напорных резервуаров для поддержания напоров и регулирования расхода воды;
6) резервуаров для хранения воды.

Взаимное расположение отдельных водопроводных сооружений при необходимости подъема, хранения и очистки воды показано на рис. 1. Здесь приведена общая схема водоснабжения города из поверхностного источника (реки) с устройством очистных сооружений.

Вода при помощи водоприемника *1* забирается из реки и по самотечным трубам *2* поступает в береговой колодец *3*, а из него насосами первого подъема *4* подается в отстойники *5* и далее на фильтры *6* для очистки и обеззараживания.

Из очистной станции очищенная вода поступает в запасные резервуары чистой воды *7*, из которых она насосами второго подъема *8* подается по водоводам *9* в напорно-регулирующее сооружение *10* (надземный или подземный резервуар, размещенный на естественном возвышении, — водонапорную башню или пневматическую установку), а также в магистральные трубы *11* водопроводной сети города, по которым вода транспортируется в различные районы города и по сети распределительных труб *12* и домовым вводам *13*— к отдельным потребителям *14*.

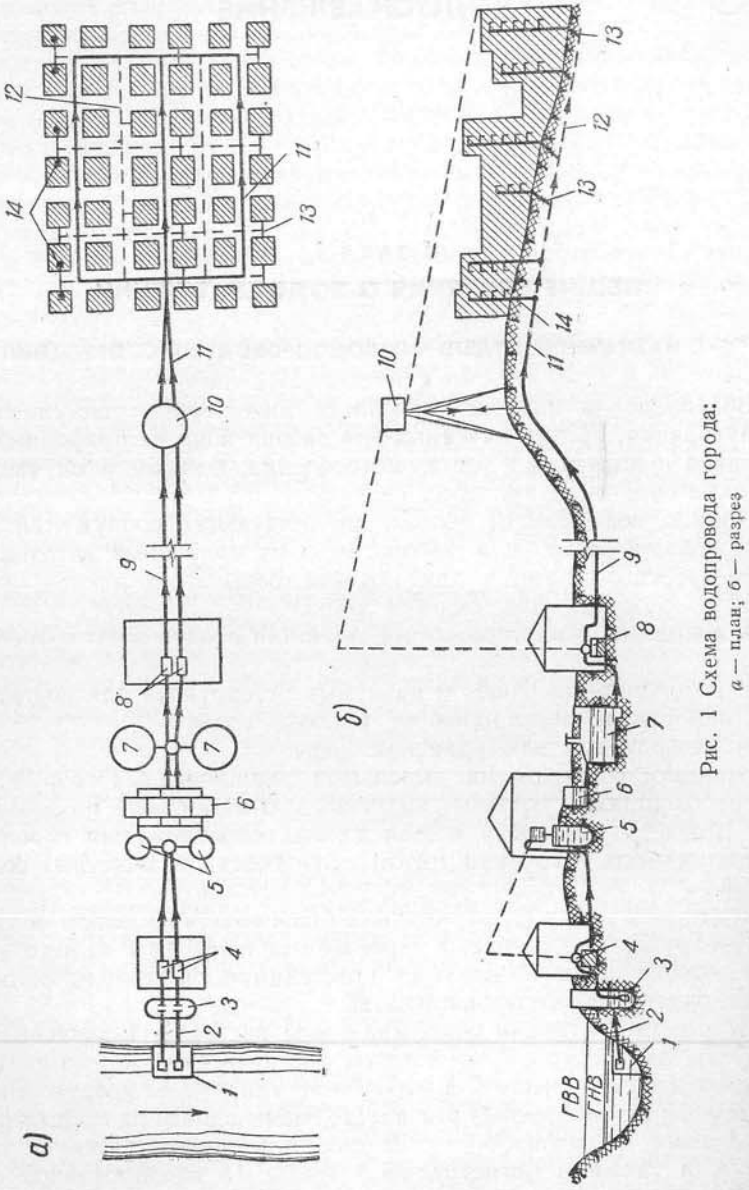


Рис. 1 Схема водопровода города:
а — план; *б* — разрез

При наличии источника воды, по качеству удовлетворяющей требованиям потребителей, необходимость в постройке очистных сооружений отпадает. Иногда не требуется также насосная станция второго подъема. В этих случаях вода из источника подается погруженными насосами непосредственно по водоводам в магистральные сети, а по ним к потребителям. Примером такого водоснабжения может служить водозабор из артезианских скважин (рис. 2,а).

Напорно-регулирующие сооружения предназначены для накопления избытка подаваемой насосами воды, образующегося в том случае, когда подача воды насосами превышает ее отбор из сети, а также для хранения запаса воды на тушение пожара и для подачи воды в водопроводную сеть в

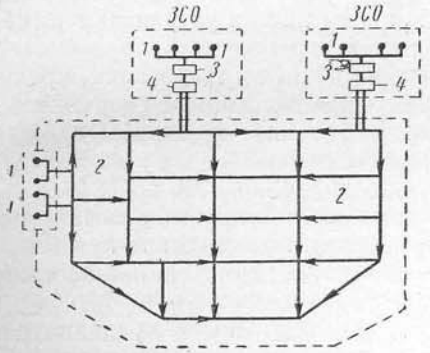


Рис. 2 а. Общая схема артезианского водопровода:
1 — скважина; *2* — сеть водоснабжения; *3* — резервуары; *4* — насосная станция II подъема; *ЗСО* — зона санитарной охраны

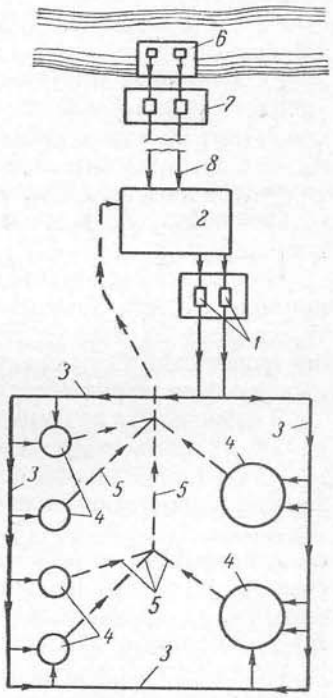


Рис. 2 б. Схема водопровода с повторным использованием воды

тех случаях, когда отбор воды потребителям превышает подачу ее насосами. Кроме того на рис. 2а имеются два узла сооружений.

В водопроводах со сравнительно равномерным потреблением воды напорно-регулирующих сооружений может и не быть. В этом случае воду подают насосами непосредственно в трубы распределительной сети, а для хранения противопожарного запаса воды устраивают резервуары, из которых для тушения пожара вода забирается насосами.

§ 2. ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОПРОВОДОВ

По назначению водопроводы подразделяют на следующие:

х о з я й с т в е н н о - п и т ь е в ы е — для удовлетворения питьевых и хозяйственных нужд населения;

п р о и з в о д с т в е н н ы е — для снабжения промышленных предприятий водой;

п р о т и в о п о ж а р н ы е — подающие воду для тушения пожара;

о б ъ е д и н е н н ы е — предназначенные для одновременного удовлетворения различных нужд, при этом в ряде случаев хозяйственно-питьевые водопроводы могут совмещаться с противопожарными или производственными. Таковы хозяйственно-противопожарная, производственно-противопожарная и другие системы.

По способу подачи воды различают напорные и самотечные водопроводы.

Напорными водопроводами называют такие, в которых вода из источника к потребителю подается насосами; самотечными — в которых вода из высоко расположенного источника к потребителю поступает самотеком. Такие водопроводы иногда устраивают в горных районах страны.

В зависимости от качества воды в источнике и требований, предъявляемых к воде потребителями, водопроводы строят с сооружениями для очистки и обработки воды и без них. К первым относят хозяйственно-питьевые водопроводы, получающие воду из поверхностных источников — рек, озер, водохранилищ. К водопроводам без очистных сооружений относят хозяйственно-питьевые, питающиеся водой из артезианских скважин. Для технологических нужд промышленных предприятий вода из поверхностных источников часто бывает пригодна без очистки.

По способу использования воды промышленными предприятиями производственные водопроводы устраивают прямоточные, оборотные или с последовательным использованием воды.

В случае прямоточного водоснабжения вода, использованная в производстве, сбрасывается в водоем без очистки, если она не загрязнена, или после очистки при загрязнении (от газоочистки, прокатных станов, разливки чугуна и пр.).

При оборотном водоснабжении воду, нагретую в производстве, не сбрасывают в водоем, а вновь подают на производство после охлаждения ее в прудах, на градирнях или брызгальных бассейнах. Для пополнения потерь воды (в охладительных сооружениях, при утечке и др.) в оборотный цикл добавляют свежую воду из источника.

Схема с поворотным использованием воды дана на рис. 2,б. Насосами *1* вода после охлаждения на сооружении *2* подается по трубам *3* к производственным агрегатам *4*. Нагретая вода поступает в трубопроводы *5* (на чертеже она показана пунктиром) и отводится на

охлаждающие сооружения *2* (градирни, брызгальные бассейны, охладительные пруды). Добавление свежей воды из источника через водоприемник *6* производится насосами *7* по водоводам *8*.

Оборотное (повторное) водоснабжение обычно устраивают при ограниченном дебите природного источника; однако и при достаточном дебите оно может быть экономичнее прямоточного водоснабжения.

Водопроводы с последовательным использованием воды применяют в случае возможности ее использования после одного потребителя другими. Такие водопроводы рекомендуется применять возможно шире.

Водопроводы разделяют на наружные и внутренние. К н а р у ж н о м у в о д о п р о в о д у относят все сооружения для забора, очистки воды и распределения ее водопроводной сетью. В н у т р е н н и е в о д о п р о в о д ы забирают воду от наружной сети и подают ее потребителям в здания.

Глава II
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДОВ

§ 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. НОРМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ

Водопровод необходимо рассчитывать на бесперебойную подачу воды надлежащего качества, в достаточном количестве и с необходимым напором для той или иной цели.

При проектировании наружного водопровода необходимо предусматривать комплексное решение вопросов водоснабжения близлежащих объектов и возможность использования уже существующих водопроводов и их отдельных элементов. Решения по выбору варианта системы водоснабжения обосновывают санитарными правилами, технико-экономическими расчетами с учетом технологического процесса производства.

В проекте хозяйственно-питьевого водопровода необходимо предусмотреть организацию зоны санитарной охраны источника водоснабжения и водопроводных сооружений.

Схему водопровода следует выбирать одновременно со схемой канализации с целью получения наиболее выгодного комплексного решения.

Проектируют водопроводы, как правило, в две стадии: разрабатывают проектное задание со сметно-финансовыми расчетами и рабочие чертежи. Только в редких случаях при особо сложных системах и сооружениях проектирование выполняют в три стадии: составляют проектное задание со сметно-финансовыми расчетами, технический проект со сметой и рабочие чертежи.

В проектном задании решают вопрос выбора источника водо-

снабжения, разрабатывают схемы водопровода и основных сооружений, а также выбирают основное оборудование.

В проектном задании определяют основные технико-экономические показатели.

В техническом проекте принимают строительные решения по сложным сооружениям, уточняют выбор и количество оборудования, объем строительства и технико-экономические показатели. В техническом проекте разрабатывают разрезы и планы зданий и сооружений с размещением оборудования, составляют спецификации на материалы и оборудование и сметы.

К рабочим чертежам относят чертежи всех сооружений, их оборудования, трассировки водопроводных сетей. В них показывают детали узлов.

При составлении рабочих чертежей должны быть широко использованы имеющиеся типовые проекты аналогичных проектируемых сооружений.

Проект водопровода населенного места разрабатывают с учетом его перспективного развития. По мере роста населенного места и улучшения его благоустройства увеличивается и потребление воды. Поэтому при проектировании водопровода населенного пункта необходимо предусматривать удовлетворение его потребности в воде через ближайшие 5—10 лет (1-я очередь) и через 15—20 лет (2-я очередь).

Расчетные сроки для водопроводов промышленных предприятий устанавливают в соответствии со сроками пуска в эксплуатацию основного оборудования и расширения производства.

Различают следующие основные категории потребления воды: хозяйственно-питьевое, производственное, противопожарное, поливочное.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяют на основании сведений о числе жителей населенного пункта и рабочих предприятий, которые будут пользоваться водопроводом.

Нормы хозяйственно-питьевого потребления воды в населенных пунктах устанавливают в зависимости от степени благоустройства зданий (наличия канализации, ванн, горячего водоснабжения) и климатических условий.

При проектировании водопровода необходимо учитывать неравномерность потребления воды. Например, в летнее время население расходует больше воды, чем в зимнее, увеличивается расход воды в предвыходные дни и т. д.

Степень неравномерности потребления воды, характеризуемую отношением суточного расхода воды в дни наибольшего водопотребления к среднесуточному ее расходу за год, называют коэффициентом суточной неравномерности ($K_{сут}$).

Расходование воды в течение суток также неравномерно, так, например, ночью расходуется воды меньше, чем днем. Отношение часового расхода в час наибольшего потребления (максимального) к

среднечасовому расходу за сутки называют коэффициентом часовой неравномерности водопотребления ($K_{час}$).

Нормы хозяйственно-питьевого потребления воды в населенных пунктах и коэффициенты неравномерности ее расхода, установленные СНиП II-Г. 3-62, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Нормы хозяйственно-питьевого потребления воды и коэффициенты неравномерности расхода воды для населенных мест

Степень благоустройства районов жилой застройки	Потребление воды на 1 жителя, *л/сут*		Коэффициент часовой неравномерности потребления воды
	среднесуточное (за год)	в сутки наибольшего водопотребления	
1. Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн	125—150	140—170	1,5—1,4
2. То же, с газоснабжением . . .	130—160	150—180	1,4—1,35
3. Застройка зданиями, оборудованными водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	150—180	170—200	1,3—1,25
4. То же, с газовыми водонагревателями	180—230	200—250	1,3—1,25
5. Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом, канализацией и системой централизованного горячего водоснабжения	275—400	300—420	1,25—1,2
6. Застройка зданиями, не оборудованными внутренним водопроводом и канализацией с водоиспользованием из водоразборных колонок	30—50	40—60	2—1,8

Нормы расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и коэффициенты неравномерности водопотребления в производственных зданиях надлежит принимать согласно табл. 2.

Расход воды на поливку территории следует принимать:

а) при механизированной поливке усовершенствованных покрытий городских улиц и площадей — 1,2—1,5 *л*; заводских проездов и площадей — 0,3—0,4 *л* на 1 $м^2$ территории на одну поливку;

б) при поливке вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий заводских проездов и площадей — 0,4—0,5 *л* на 1 $м^2$ на одну поливку;

в) для поливки зеленых насаждений — 3—4 *л* на 1 $м^2$ на одну поливку;

Таблица 2

Нормы расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды в промышленных предприятиях

Виды цехов	Норма расхода на 1 человека в смену, *л*	Коэффициент часовой неравномерности потребления воды
Цехи с тепловыделениями более 20 *ккал* на 1 $м^3/ч$	45	2,5
Остальные цехи	25	3

Примечание. Нормы расхода воды не включают расход воды на поливку территории и на пользование душами.

г) для поливки газонов и цветников — 4—6 *л* на 1 $м^2$ на одну поливку.

Примечание. Количество поливок принимают в зависимости от местных климатических условий.

Нормы расхода воды на пользование душем необходимо принимать из расчета 500 *л/ч* на одну душевую сетку.

На производственные нужды (технологические процессы, охлаждение и мойка оборудования, мытье и поливка полов и т. д.) нормы расхода воды и коэффициенты неравномерности водоснабжения следует принимать в соответствии с требованиями технологии производства.

Нормы расхода воды и коэффициенты неравномерности водопотребления в вспомогательных зданиях (заводоуправления, конструкторское бюро, пункты питания и здравпункты) нужно принимать в соответствии с указаниями СНиП II-Г. 1-62*.

Необходимые свободные напоры у технологического оборудования следует принимать по технологическим характеристикам оборудования.

Нормы расхода воды для тушения пожаров в населенных пунктах назначают в зависимости от расчетного количества жителей в населенном пункте и от характера застройки (табл. 3), а для промышленных предприятий — в зависимости от категории производства, объема зданий и степени их огнестойкости (см. табл. 4).

Классификацию производства по пожарной опасности, а также степень огнестойкости зданий определяют по нормам СНиП II-Г. 3—62.

Отдельно учитывают расход воды для внутренних пожарных кранов (1 или 2 струи по 2,5 *л/сек*), а также для спринклерных и дренчерных устройств, если они имеются (см. гл. XIV, § 45).

Расчетное количество одновременных пожаров устанавливают

* Строительные нормы и правила. II-Г. 1-62. Внутренний водопровод жилых и общественных зданий. Нормы проектирования. Госстройиздат, 1962.

в зависимости от размера населенного места или промышленного предприятия. Чем крупнее населенный пункт или промышленное предприятие, тем большая вероятность одновременного возникновения двух и более пожаров.

Расчетное число одновременных пожаров в населенных местах принимают в зависимости от численности населения по табл. 3.

Для промышленных предприятий принимают: при площади территории предприятия менее 150 *га* — один пожар, а при площади 150 *га* и более — два пожара с исчислением расхода воды по табл. 4 для двух зданий, требующих наибольшего расхода воды на тушение пожаров.

Таблица 3

Расчетные расходы воды на тушение пожаров в населенных местах

Количество жителей в населенном пункте или районе пункта (в тыс. человек)	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на 1 пожар, *л/сек*	
		застройка до двух этажей включительно независимо от степени огнестойкости здания	застройка домами высотой в три этажа и выше независимо от степени огнестойкости зданий
До 5	1	10	10
» 10	1	10	15
» 25	2	10	15
» 50	2	20	25
» 100	2	25	35
» 200	3	—	40
» 300	3	—	55
» 400	3	—	70
» 500	3	—	80

Таблица 4

Расчетные расходы воды на наружное тушение пожаров на промышленных предприятиях

Степень огнестойкости здания	Категории производства по пожарной опасности	Расход воды на 1 пожар, *л/сек*						
		объем здания, тыс. $м^3$						
		до 3	>3 до 5	> 5 до 20	>20 до 50	> 50 до 200	>200 до 400	более 400
I и II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	—	—	—
III	В	10	15	20	30	—	—	—
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	—	—	—
IV и V	В	15	20	25	—	—	—	—

При тушении пожара должна быть обеспечена подача расчетного расхода воды из водопровода для других целей (хозяйственно-питьевых и производственных), за исключением расхода на душ. При этом следует иметь в виду, что в случае возникновения пожара пользование душами может быть почти полностью прекращено. Расход воды на поливку территорий и на мытье полов и оборудования в промышленных зданиях также не учитывают при подаче воды на тушение пожара.

Нормы расхода на внутреннее пожаротушение с помощью пожарных кранов нужно принимать следующие:

а) в производственных зданиях — из расчета двух пожарных струй производительностью не менее 2,5 *л/сек* каждая;

б) в вспомогательных зданиях — из расчета одной пожарной струи производительностью не менее 2,5 *л/сек*;

в) в зданиях складов или в частях зданий, заключенных между противопожарными стенами, объемом более 25 000 $м^3$ — из расчета двух пожарных струй производительностью не менее 2,5 *л/сек* каждая, а при объеме зданий менее 25 000 $м^3$ — из расчета одной пожарной струи производительностью не менее 2,5 *л/сек*;

г) в зданиях, оборудованных средствами автоматического пожаротушения (спринклерными и дренчерными установками), — из расчета одной пожарной струи производительностью не менее 2,5 *л/сек*.

Расчетная продолжительность тушения пожара в населенном месте или на предприятии принимается равной 3 *ч*. В течение этого времени должна быть обеспечена подача воды в указанном выше количестве. При недостаточной мощности водопровода необходимо устроить резервуары для запаса воды на тушение пожара в течение 3 *ч*.

После пожара неприкосновенный пожарный запас воды в резервуарах должен восстанавливаться в следующие сроки:

в населенных местах и на предприятиях с производствами, отнесенными к категориям А, Б и В пожарной опасности, — не более как 24 *ч*;

на предприятиях с производствами, отнесенными к категориям Г и Д, — до 36 *ч*.

Примечание. Для предприятий с расходом на наружное тушение пожара 20 *л/сек* и менее допускается увеличивать время на восстановление неприкосновенного пожарного запаса для производств категорий Г и Д до 48 *ч*, а для категорий В — 36 *ч*.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО РАСХОДА ВОДЫ

Расчетным расходом воды является максимальный расход ее, получаемый умножением среднего расхода на коэффициент неравномерности.

Расчетный расход воды для населенных пунктов определяют по следующим формулам:

$$Q_{\text{сут. макс}} = \frac{qN}{1000} \cdot K_{\text{сут}} \quad м^3; \tag{1}$$

$$Q_{\text{час. макс}} = \frac{qN}{24 \cdot 1000} \cdot K_{\text{общ}} \quad м^3; \tag{2}$$

$$Q_{\text{сек. макс}} = \frac{Q_{\text{час. макс}} \cdot 1000}{3600} \quad л/сек. \tag{3}$$

Здесь q — норма водопотребления в *л* на человека в сутки (см. табл. 1);

N — расчетная численность населения;

$K_{\text{сут}}$ — коэффициент суточной неравномерности потребления воды;

$K_{\text{общ}}$ — общий коэффициент неравномерности потребления воды, равный

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{сут}} K_{\text{час}}.$$

Расчетный расход хозяйственно-питьевой воды в производственных и вспомогательных зданиях определяют по следующим формулам.

Суточное потребление воды

$$Q_{\text{сут}} = \frac{q'_{\text{н}} N_1}{1000} \, м^3/сут, \tag{4}$$

где $q'_{\text{н}}$ — норма потребления воды на одного человека в смену (см. табл. 2);

N_1 — количество работающих в сутки (раздельно в холодных и горячих цехах).

Потребление воды в смену равно

$$Q_{\text{см}} = \frac{q'_{\text{н}} N_2}{1000} \quad м^3, \tag{5}$$

где N_2 — количество работающих в смену.

Максимальное секундное потребление воды в *л* в данную смену

$$Q_{\text{макс}} = \frac{Q_{\text{см}} K_{\text{час}} \cdot 1000}{T \cdot 3600} \quad л/сек, \tag{6}$$

где $K_{\text{час}}$ — коэффициент часовой неравномерности потребления воды (см. табл. 2);

T — продолжительность работы смены в часах.

Расчетный расход на пользование душем в бытовых помещениях промышленных предприятий определяют, пользуясь формулами (7), (8) и (9).

Суточное потребление воды на пользование душем равно

$$Q_{\text{душ. сут}} = \frac{q_д N_3}{1000} \ м^3/сут, \qquad (7)$$

где $q_д$ — норма потребления воды на одну процедуру (раздельно по производствам);

N_3 — количество пользующихся душем в сутки (раздельно по производствам).

Потребление воды душем в смену равно

$$Q_{\text{душ.см}} = \frac{q_д N_4}{1000} \ м^3, \qquad (8)$$

где N_4 — количество пользующихся душем в смену.

Секундное водопотребление $Q_{\text{душ.сек}}$ в $л$ данной смены

$$Q_{\text{душ. сек}} = \frac{Q_{\text{душ.см}} \cdot 1000}{60 \cdot 45} \ л/сек, \qquad (9)$$

так как продолжительность действия душей после смен должна быть не более 45 *мин*.

Расчетный расход воды для полива территории с поливаемой площадью F *га* определяется по формуле

$$Q_{\text{пол}} = \frac{10\,000 F q_{\text{пол}}}{1000} = 10 F q_{\text{пол}} \ м^3/сут, \qquad (10)$$

где $q_{\text{пол}}$ — поливочная норма $л/сут$ на 1 $м^2$.

Секундный расход воды для полива равен

$$Q_{\text{сек.пол}} = \frac{Q_{\text{час.пол}} \cdot 1000}{3600} \ л/сек. \qquad (11)$$

Среднесуточное за год количество воды $Q_{\text{ср.пол}}$ для полива можно приблизительно определить по формуле

$$Q_{\text{ср. пол}} = \frac{Q_{\text{пол}} T_{\text{пол}}}{365} \ м^3/сут, \qquad (12)$$

где $T_{\text{пол}}$ — число суток в году, в которое ведут полив, определяемое с учетом климатических и других местных условий.

Расход воды в столовых промышленных предприятий учитывается особо. Суточный расход воды в столовых равен

$$Q_{\text{ст}} = \frac{q_{\text{ст}} N_5}{1000} \ м^3/сут, \qquad (13)$$

где $q_{\text{ст}}$ — норма расхода воды в столовой на одного обедающего принимается от 18 до 25 $л$ с коэффициентом часовой неравномерности потребления воды 1,5.

Максимальное секундное водопотребление в столовых равно

$$Q_{\text{ст}} = \frac{q \cdot 1{,}5 \cdot 1000}{T_{\text{ст}} \cdot 3600} \ л/сек, \qquad (14)$$

где $T_{\text{ст}}$ — число часов работы столовых.

Расход воды на производственные нужды как суточный, так и секундный принимают по данным технологов для каждого производственного агрегата или группы агрегатов.

На увлажнение, обеспыливание и кондиционирование воздуха расход воды принимают по данным проектов вентиляции производственных зданий.

Режим водопотребления зависит от величины населенного пункта, климатических и других условий. Колебания часового водопотреб-

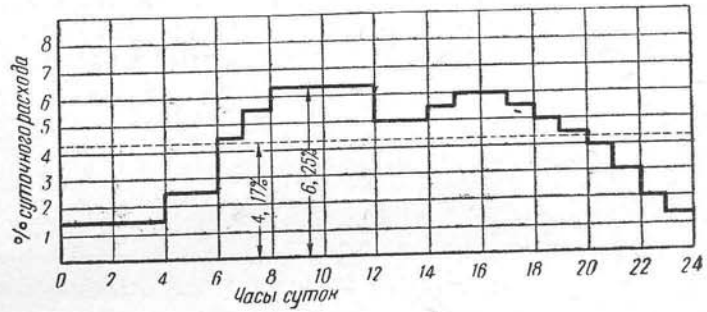


Рис. 3. График суточного потребления воды в городе

ления обычно изображают в виде таблиц или графиков, которые составляют на основе наблюдения за режимом водопотребления на действующих водопроводах.

На рис. 3 изображен в качестве примера график колебания расхода воды в городе в течение суток. Здесь на оси абсцисс нанесены часы суток, а на оси ординат — часовой расход воды, выраженный в процентах от суточного ее расхода.

Колебания потребления воды для производственных нужд в каждом отдельном случае задаются технологами на основании изучения технологического процесса данного производства.

Подача воды насосом, работающим в течение 24 *ч* в сутки, т. е. в каждый час подающим 4,17% суточного расхода, обозначена на графике пунктирной линией.

Отсюда следует, что избыток воды, подаваемой насосами в часы меньшего расхода ее из сети, накапливается в баке водонапорной башни. Это накопление может происходить также в подземном резервуаре или в резервуаре пневматической установки.

Регулирующий запас воды предназначается для покрытия разности между отбором воды из сети и подачей ее насосом в часы максимального расхода. Объем регулирующего запаса при односту-

пенчатой работе насосов в населенных пунктах с числом жителей до 200 тыс. составляет 10—15% от суточного расхода, при двухступенчатой работе насосов он может быть снижен до 1,5—3%.

В резервуарах систем водоснабжения должен содержаться неприкосновенный запас воды на противопожарные нужды.

Пример. Требуется определить расход воды для города при следующих данных:

площадь территории города $F = 149$ *га*;

плотность населения, одинаковая во всех частях города, $P = 141$ *чел/га*;

потребление воды на одного жителя, среднесуточное (за год) $q_{ср} = 140$ *л/сут*;

в сутки наибольшего водопотребления $q_н = 165$ *л/сут*;

коэффициент часовой неравномерности потребления воды $K_{час} = 1{,}25$;

поливаемая часть территории $F_{пол} = 20\%$;

$F = 0{,}2 \cdot 149 = 30$*га*;

этажность застройки 3—4 этажа.

Определяем расход воды на хозяйственно-питьевые нужды.

Расчетное количество жителей в городе при заданных величинах F и P равно

$$N_1 = PF = 141 \cdot 149 = 21\,000 \text{ чел.}$$

Среднесуточный (за год) расход воды

$$Q_{ср.\ сут} = \frac{qN_1}{1000} = 0{,}001 \cdot 140 \cdot 21\,000 = 2940 \ м^3/сут.$$

Максимальный суточный расход воды

$$Q_{сут.\ макс} = q_н N_1 = 0{,}001 \cdot 165 \cdot 21\,000 = 3460 \ м^3/сут.$$

Максимальный секундный расход воды

$$Q_{сек,\ макс} = \frac{K_{час} Q_{сут.\ макс}}{86\,400} = \frac{1{,}25 \cdot 3460 \cdot 1000}{86\,400} = 50 \ л/сек.$$

Расход воды на полив будет следующий.

Норма воды в сутки для полива принята с учетом местных условий и составляет

$$q_{пол} = 1{,}5 \ л/м^2.$$

Суточное потребление воды для полива равно

$$Q_{пол} = \frac{10\,000 F_{пол} q_{пол}}{1000} = 10 \cdot 30 \cdot 1{,}5 = 450 \ м^3/сут.$$

Расход воды на тушение пожаров

Соответственно количеству жителей и этажности застройки в городе расход воды для тушения одного пожара (табл. 3) составит:

из наружных гидрантов	15 *л/сек*
из внутренних пожарных кранов .	5 *л/сек*
Итого	20 *л/сек*
Расчетная продолжительность тушения пожаров	3 *ч*
Расчетное количество одновременных пожаров	2
Потребление воды для тушения двух пожаров	$2 \cdot 20 = 40$ *л/сек.*

Колебания расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и полив в течение суток с максимальным расходом воды отображены в табл. 5.

Максимальный часовой расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в табл. 5 соответствует заданному коэффициенту часовой неравномерности $K_{час} = 1{,}25$.

График расхода воды на полив составлен с учетом утренней, генеральной уборки улиц; к тому же требуется, чтобы полив не совпадал с наибольшим расходом воды на хозяйственно-питьевые нужды.

Принимаем, что в запасных резервуарах должен храниться неприкосновенный запас на тушение пожара 500 $м^3$. После пожара он должен пополняться за 24 *ч*. Поэтому расход воды при пополнении пожарного запаса воды возрастает до $3910 + 500 = 4410$ $м^3/сут$.

На подачу этого количества воды и должен быть рассчитан водопровод.

§ 5. НАПОРЫ В ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Во всех точках водопроводной сети должен создаваться так называемый свободный напор. Под этим напором вода подается в здания к потребителям.

Напор в водопроводной сети создается насосами, водонапорной башней, пневматической установкой или напорным резервуаром. Расчетным является напор в точке сети, наиболее удаленной от насосов и наиболее высоко расположенной.

Свободные напоры в водопроводной сети хозяйственно-питьевого водопровода населенного пункта в зависимости от этажности зданий необходимо принимать не меньше следующих величин: при одноэтажной застройке — 10 *м* над землей; при двухэтажной — 12 *м*; при трехэтажной — 16 *м*.

Далее на каждый дополнительный этаж нужно добавлять по 4 *м*.

В системах производственных водопроводов минимальные свободные напоры создают по требованиям технологического проекта.

Требуемый напор в противопожарном водопроводе зависит от принятого способа тушения. Если пожар тушат струями воды, создаваемыми непосредственно действием напора в водопроводе, т. е. получаемыми от пожарных гидрантов, то такой водопровод называется системой тушения высокого давления.

Напор для тушения пожара в водопроводах высокого давления создается только на время пожара специальными насосами, установленными на насосной станции и пускаемыми в работу по получении сигнала о пожаре не позднее чем через 5 *мин* после его получения.

Таблица 5

Пример потребления воды в городе на хозяйственно-питьевые и поливочные нужды

Часы суток	Потребление воды			
	хозяйственно-питьевое		поливочное	общее
	в % от наиб. $q_{сут}$	$м^3/ч$	$м^3/ч$	$м^3/ч$
0—1	3,35	116	—	116
1—2	3,25	112	—	112
2—3	3,30	114	60	174
3—4	3,20	110	60	170
4—5	3,25	112	60	172
5—6	3,40	117	60	177
6—7	3,85	133	30	163
7—8	4,45	154	20	174
8—9	5,20	180	—	180
9—10	5,05	174	—	174
10—11	4,85	167	—	167
11—12	4,60	159	20	179
12—13	4,60	159	20	179
13—14	4,55	158	20	178
14—15	4,75	165	—	165
15—16	4,70	163	—	163
16—17	4,65	161	—	161
17—18	4,35	151	25	176
18—19	4,40	153	25	178
19—20	4,30	149	25	174
20—21	4,30	149	25	174
21—22	4,20	146	—	146
22—23	3,75	130	—	130
23—24	3,70	128	—	128
Итого . . .	100,00	3460	450	3910

Противопожарные водопроводы высокого давления устраивают только на тех промышленных предприятиях, где это обосновано технико-экономическими расчетами.

Если же пожар тушат струями, которые создаются пожарными насосами (мотопомпами), привозимыми к месту пожара и получающими (засасывающими) воду из водопровода через гидранты, то такой водопровод называют противопожарным водопроводом низкого давления.

В противопожарных водопроводах высокого давления свободный напор должен обеспечить получение компактной (нераздробленкой) струи не менее 10 *м* при полном пожарном расходе воды и при расположении ствола (бранспойта) на уровне наивысшей точки самого высокого здания, т. е.

$$H_{пож} = H_{зд} + 10 + h,$$

где $H_{пож}$ — свободный напор в водопроводе (у гидранта);

$H_{зд}$ — высота здания до наивысшей точки (обычно до конька кровли), считая от поверхности земли;

h — сумма потерь напора в гидранте, в пожарных рукавах и в стволе.

При определении напора на преодоление сопротивлений принимают, что вода подается из системы водопровода высокого давления по непрорезиненным пожарным рукавам длиной 125 *м*, диаметром 66 *мм*, со спрыском диаметром 19 *мм* и при производительности струи 5 *л/сек*.

В системе водопровода низкого давления свободный напор должен быть не менее 10 *м*, а в населенных местах и промежуточных железнодорожных станциях для отдельных особо неблагоприятных точек — 7 *м*.

Глава III

ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОПРИЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

§ 6. ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Источники водоснабжения подразделяют на подземные и поверхностные.

Подземные воды, расположенные достаточно глубоко (более 6 *м*) и прикрытые сверху водоупорными породами, не загрязняются с поверхности и бактериально чисты. Поэтому их можно использовать для хозяйственно-питьевого водоснабжения без очистки. Такие подземные воды являются наиболее предпочтительными в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Воды поверхностных источников при использовании их для хозяйственно-питьевого водоснабжения, как правило, подвергают очистке и обеззараживанию.

Источники водоснабжения выбирают с учетом не только гигиенических, но также технических и экономических факторов. При наличии нескольких источников, равноценных по качеству воды, выбор между ними производят посредством сравнения стоимости строительства и эксплуатации водопровода по различным вариантам. Особо учитывают расстояние до источника, мощность и надежность его, высоту подъема воды.

Для промышленного водоснабжения бактериальная чистота воды не имеет такого значения, как для хозяйственно-питьевого (за исключением производств, для которых требуется вода питьевого качества). Однако большое значение имеет химический состав воды, жесткость ее, цветность, содержание железа, марганца, так как в некоторых производствах нельзя пользоваться водой, содержащей

такие соединения, или можно допустить их в очень небольших количествах.

Промышленные предприятия являются крупными водопотребителями, поэтому источниками водоснабжения для производственных нужд служат преимущественно поверхностные источники водоснабжения (реки, озера, водохранилища и даже моря).

§ 7. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ И ВОДОПРИЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАХВАТА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Условия залегания подземных вод зависят от характера напластования водопроницаемых (водоносных) и водонепроницаемых (водоупорных) слоев грунтов.

Верхний водоносный слой *I* (рис. 4) вода не заполняет полностью, так как при наличии уклона подстилающего его водоупорного

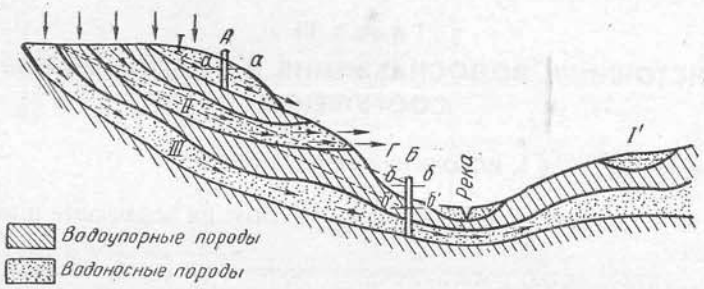


Рис. 4. Схема образования подземных вод

пласта вода свободно фильтруется в нем, образуя грунтовый поток. Верхний уровень потока находится на различной глубине от поверхности земли в зависимости от гидравлического уклона потока и рельефа местности.

Если в этом слое имеется колодец *А*, то вода установится в нем на уровне *а—а*, соответствующем уровню грунтового потока. Такой водоносный горизонт называют безнапорным. Подземные воды, находящиеся в безнапорном горизонте, называют грунтовыми. Для питьевого водоснабжения грунтовые воды могут быть использованы при условии их обеззараживания.

Межпластовые (артезианские) воды *II* и *III* в отличие от грунтовых заключены между двумя водонепроницаемыми пластами, заполняют весь водоносный слой и обладают напором. Величина напора определяется пьезометрической линией (на рис. 4 показана пунктиром). При устройстве колодца *Б* (буровой скважины) для получения воды уровень воды в колодце поднимается в зависимости от напора, который в свою очередь обусловливается отметками водоносного пласта. Если отметка водоносного пласта выше поверхности земли, уровень воды в колодце поднимается также выше поверхности земли (уровень *б—б*). Такая скважина называется самоизливающейся (фонтанирующей). Если же отметка водоносного пласта ниже отметки поверхности земли, то вода в колодце находится на глубине ниже поверхности земли (уровень *б′—б′*).

На склонах оврагов и балок часто происходит обнажение водоносных слоев, из которых на земной поверхности образуются ключи (родники) *Г*.

При выборе места расположения водозаборов для захвата подземных вод необходимо учитывать глубину залегания водоносного горизонта, направление течения подземного потока, санитарные условия, мощность пласта, напор, рельеф местности.

Для определения наличия подземных вод, глубины их залегания, направления движения и дебита потока подземных вод производится разведочное бурение скважин, которые часто используют как опытно-эксплуатационные, с откачкой воды.

Уровень воды, наблюдаемый до откачки ее из скважины, называется статическим. По мере откачки воды он понижается. Уровень, установившийся при откачке постоянного количества воды, называют динамическим.

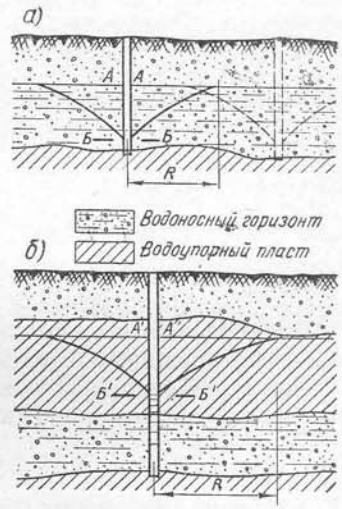


Рис. 5. Депрессионные воронки:

а — безнапорных вод; *б* — напорных вод: *АА* — статический уровень; *А′А′* — линия пьезометрического напора при отсутствии откачки; *ББ* и *Б′Б′* — динамические уровни

Падение уровня воды вокруг скважины в поперечном разрезе изображается кривой, которая называется кривой депрессии (рис. 5, *а*). Радиусом депрессии, или радиусом влияния скважины, называется расстояние от оси скважины до линии касания кривой депрессии и первоначального статического уровня (рис. 5, *б*). Радиус депрессионной кривой для различных водоносных пород находят по формулам, приводимым в курсах гидравлики. Вопрос взаимодействия скважин, т. е. понижение дебита их при совместной эксплуатации, зависит от ряда факторов: расстояния между скважинами, крупности частиц водоносного пласта, напора межпластовой воды.

Характер взаимодействия скважин можно определить на основании данных пробных откачек из скважины.

Увеличивая расстояние между скважинами, мы уменьшаем взаимное влияние их, но вместе с тем удлиняем коммуникации.

Для ориентировочных подсчетов расстояния между скважинами можно принимать по следующей таблице:

Дебит скважин, $м^3/ч$		500—100	100—15	до 15
Наименьшее допускаемое расстояние между скважинами, $м$	В трещиноватых породах . .	300—200	150—100	50
	В песчаных породах	250—150	100—50	50

Количество воды, полученное из колодца или скважины, отнесенное к 1 $м$ понижения уровня воды из них, называют у д е л ь н ы м д е б и т о м

$$q_{уд} = \frac{q}{S}, \qquad (15)$$

где $q_{уд}$ — количество воды, даваемое скважиной, или ее дебит при глубине откачки S.

Зная удельный дебит скважины, можно определить количество воды, получаемой из какого-либо горизонта.

По установившемуся удельному дебиту подача воды из скважины q_1 при заданном понижении S_1 равна

$$q_1 = q_{уд} S.$$

И, наоборот, заданному расходу q_1 соответствует понижение:

$$S_1 = \frac{q_1}{q_{уд}}. \qquad (16)$$

Скорость грунтового потока определяют из выражения

$$v = KJ, \qquad (17)$$

где K — коэффициент фильтрации, определяемый по таблице справочника;

J — гидравлический уклон.

Для получения подземной воды применяют следующие сооружения: а) трубчатые колодцы (буровые скважины); б) горизонтальные водосборы; в) шахтные колодцы; г) сооружения для каптажа родников; д) лучевые водозаборы.

Трубчатые колодцы. Устройство трубчатых колодцев при глубоком (более 10 $м$) залегании подземных вод является единственно возможным решением.

Скважины на воду бурят ударным или (при большой глубине) роторным способом, по типу бурения скважин на нефть. Стенки буровых скважин закрепляют обсадными трубами (стальными трубами на муфтах с резьбой).

При большой глубине залегания водоносных пластов по мере опускания труб поверхность соприкосновения трубы с грунтом увеличивается и сила трения возрастает. Поэтому бурение сначала ведут на глубину h_1 (рис. 6) и стенки скважины закрепляют трубами диаметром D_1 (первая колонна); затем диаметр скважины уменьшают до D_2. Таким диаметром скважину бурят на глубину h_2—h_1 (вторая колонна). Далее после закрепления стенок скважины трубами диаметром D_2 могут понадобиться трубы диаметром D_3 и т. д., пока не будет встречен водоносный пласт, из которого намечается получение воды.

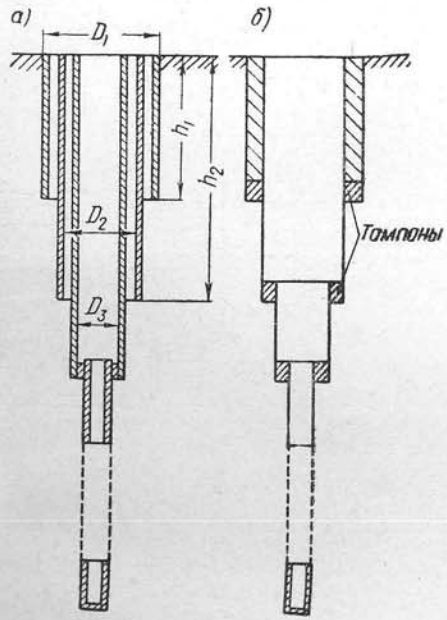


Рис. 6. Схема трубчатого колодца: *а* — во время бурения; *б* — после бурения

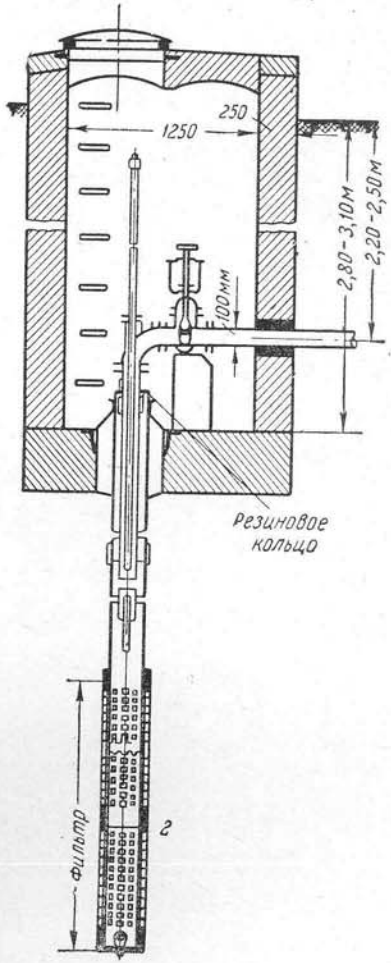


Рис. 7. Шахта над трубчатым буровым колодцем

В зернистых породах водоносного пласта вода поступает в трубчатый колодец через отверстия в стенках фильтра, вставленного в нижнюю часть обсадной трубы; в трещиноватых устойчивых водоносных породах устанавливать фильтр не нужно.

После установки фильтра кольцевые пространства между трубами смежных колонн на высоту 2—3 *м* заделывают цементным раствором (тампонируют), а колонны труб перерезают труборезом или вывинчивают из муфт и извлекают верхние части колонн наверх; колодец приобретает телескопический вид. Для предупреждения попадания в колодец воды из верхних горизонтов необходимо применять тампоны. Верхнюю часть второй колонны труб не вырезают, а пространство между трубами полностью заливают цементным раствором.

В отдельных случаях при малой глубине скважины можно бурить ее при помощи только одной колонны обсадных труб.

Над скважиной обычно сооружают небольшую насосную станцию, в которой устанавливают насосы. Иногда над трубчатым колодцем устраивают кирпичную, бетонную или железобетонную шахту, а вокруг нее делают глиняный замок для предохранения от загрязнений. Входят в шахту через люк (рис. 7).

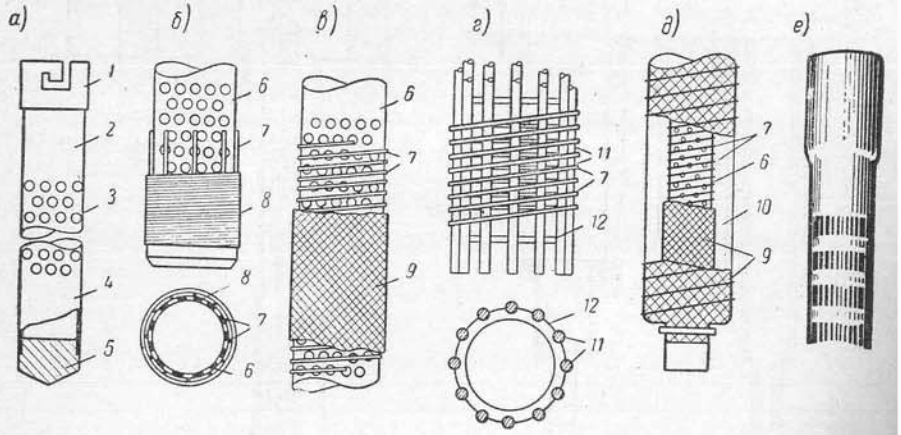


Рис. 8. Типы фильтров:

а — дырчатый; *б* — проволочный; *в* — сетчатый; *г* — каркасно-стержневой; *д* — гравийный; *е* — щелевой; *1* — замок; *2* — надфильтровая часть; *3* — рабочая часть; *4* — отстойник; *5* — пробка; *6* — дырчатый каркас; *7* — опорная проволока; *8* — проволочная обмотка; *9* — сетка; *10* — песчано-гравийная обсыпка; *11* — металлические стержни; *12* — опорные фланцы

Фильтры применяют различных типов: дырчатые, проволочные сетчатые, каркасно-стержневые, щелевые и гравийные. Фильтр (рис. 8, *а*) состоит из трех основных частей: верхней с замком *1*, надфильтровой части трубы *2*, рабочей части *3* и отстойника *4*, закрываемого снизу пробкой *5*. Длину верхней части фильтра в среднем принимают не менее 3 *м*. Эта часть должна входить в обсадную трубу не менее чем на 1—2 *м*. Полезная высота или рабочая длина фильтра должна быть на 0,5—1,0 *м* меньше высоты водоносного пласта. Для изготовления фильтров можно применять нержавеющую сталь, пластмассы и другие материалы.

Дырчатый фильтр (рис. 8, *а*) состоит из труб с круглыми отверстиями диаметром 5—25 *мм*, просверленными в шахматном порядке на расстоянии 10—50 *мм* друг от друга, или с вертикальными прорезями. Отношение общей площади отверстий к боковой поверхности фильтра называют скважностью каркаса, которая для дырчатых фильтров должна составлять 20—25%.

Проволочный фильтр (рис. 8, *б*) устраивают на каркасе из дырчатой трубы *6*, при этом на трубу и опорную проволоку *7* навивают спирально обмотку *8* из нержавеющей проволоки толщиной 2—3 *мм* с прорезями между витками от 0,5 до 5 *мм* в зависимости от крупности зерен водоносного пласта.

Сетчатый фильтр (рис. 8, *в*) устраивают также на каркасе из дырчатой трубы *6*. На каркас напаивают спиральную проволоку *7* из нержавеющей стали, а к проволоке прикрепляют сетку *9* из тонкой проволоки латунной или из нержавеющей стали.

Проволочные и сетчатые фильтры быстро подвергаются коррозии, и их приходится заменять новыми. Однако такие фильтры еще широко применяются ввиду простоты изготовления.

Каркасно-стержневой фильтр (рис. 8, *г*) устраивают не из труб, а из стальных стержней *11*, закрепленных в опорных поясах *12*. На каркас наматывают по спирали проволоку (1,5—2 *мм*) из нержавеющей стали *7* с расстоянием между витками от 0,5 от 5 *мм*. Каркас изготовляют в виде звеньев длиной до 3 *м*, соединяемых между собой патрубками. С применением такого рода каркасов расход металла уменьшается на 30—40%, а скважность каркаса увеличивается до 60%.

Гравийный фильтр (рис. 8, *д*) устраивают на каркасе из дырчатой трубы *6*. На каркас напаивают проволоку *7* , а к проволоке прикрепляют сетку *9*. Пространство между сетками заполняют песчано-гравийной обсыпкой. Применяют его при мелких песках водоносного горизонта с крупностью частиц 0,1—0,25 *мм*. Гравийные фильтры могут быть клееными и керамиковыми.

Щелевые фильтры могут быть сделаны из пластмассы (рис. 8, *е*), нержавеющей стали. Скважность фильтров из пластмассы достигает 25—30%; они устойчивы против коррозии. Щелевые фильтры применяют в крупнозернистых песках. Фильтры с очень узкими щелями можно применять в мелкозернистых песках.

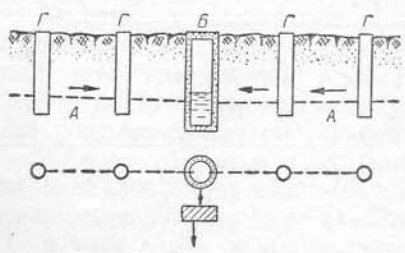


Рис. 9. Схема горизонтальных водосборов:

А — сборные трубы; *Б* — водосборный колодец; *Г* — смотровые колодцы

Горизонтальные водосборы (см. рис. 9) состо-

ят из водосборных труб *А*, водосборного колодца *Б* и смотровых колодцев *Г*, которые служат также вентиляционными. Вода по трубам *А* поступает в водосборный колодец *Б* самотеком, но может поступать и под воздействием создаваемого вакуума. Из водосборного колодца вода забирается насосами.

Горизонтальные водосборы применяют при неглубоком (до 5—8 *м*) залегании водоносного горизонта и небольшой его мощности (до 2—3 *м*), а также в тех случаях, когда требуется захватить подземный поток на возможно большей ширине.

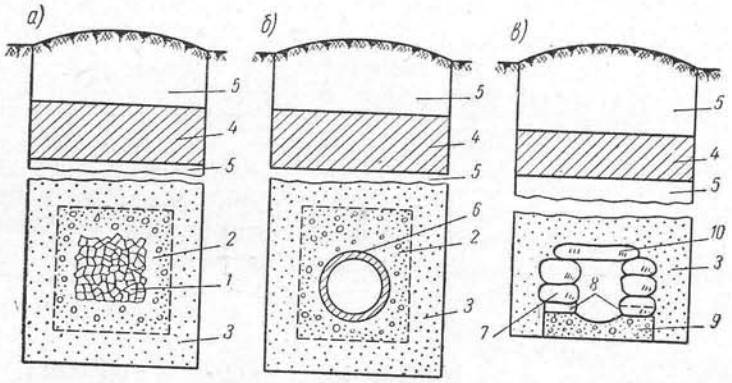


Рис. 10. Горизонтальные водосборы:
1 — кладка из рваного камня или щебня; *2* — гравий; *3* — крупнозернистый песок; *4* — экран из мягкой глины; *5* — засыпка местным грунтом; *6* — трубка керамическая, железобетонная или асбестоцементная с отверстиями; *7* — камни; *8* — отверстия для притоков воды; *9* — бетонная плита с лотком; *10* — каменная плита

Трубы следует укладывать перпендикулярно направлению движения подземного потока с уклоном не менее 0,001 к сборному колодцу.

Можно устраивать водосборы из труб небольшого диаметра или галерей простейшего типа (рис. 10) в виде сложенных насухо камней, обсыпанных гравием.

Для приема воды в стенках труб устраивают круглые отверстия диаметром 8 *мм* или щели размером 10 × 100 *мм*. Керамические и бетонные трубы малого диаметра применяют без отверстий в их стенках, но укладывают их без заделки стыков, через которые и поступает вода.

Крупные горизонтальные водосборы выполняют из железобетонных труб яйцевидного сечения с круглыми или щелевыми отверстиями с обеих сторон. Иногда устраивают проходные водосборные галереи. Горизонтальный водосбор должен быть обсыпан сверху и с боков слоями гравия с увеличивающейся к водосбору крупностью.

Шахтные колодцы устраивают при относительно неглубоком залегании водоносной породы верхнего безнапорного горизонта и небольшой мощности водоносного слоя (5—10 *м*). Такие колодцы используют для индивидуального водоснабжения в сельских и дачных поселках.

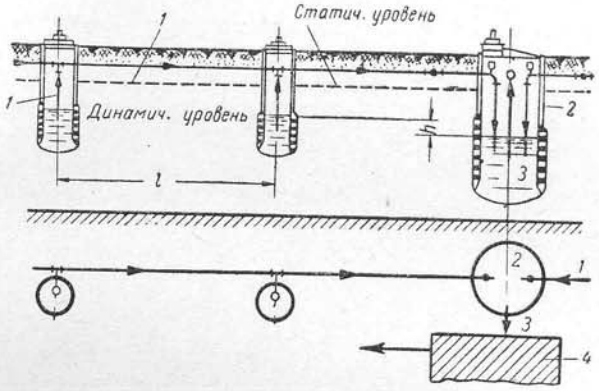


Рис. 11. Схема шахтного водосбора:
1 — сифонный водосбор; *2* — сборный колодец; *3* — всасывающая труба; *4* — насосная станция

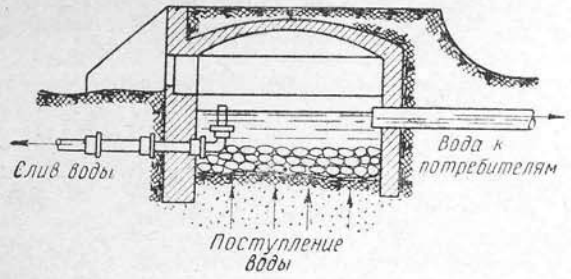


Рис. 12. Сооружение для приема восходящего ключа

Колодец представляет собой шахту из кирпича, бетона, железобетона, бутового камня или дерева. В дне колодца сооружают фильтр из крупнозернистого материала, насыпанного слоями с постепенным увеличением крупности зерен снизу вверх. Верхний слой целесообразно укладывать из гальки размером 50—100 *мм*. Бетонные и железобетонные колодцы небольшого диаметра можно монтировать из колец.

Для получения больших количеств воды устраивают не один, а несколько шахтных колодцев, располагаемых в ряд перпендикулярно направлению движения грунтового потока.

В таких водосборных системах прием воды производится насосами из одного сборного колодца, соединенного с остальными колодцами самотечными или сифонными линиями (рис. 11).

Каптаж ключей. Подземную родниковую воду, выходящую на поверхность, забирают посредством так называемых каптажей. Под каптажем ключа понимается обделка выхода воды с целью использования ее. Выход напорной воды называют восходящим ключом, безнапорной — нисходящим.

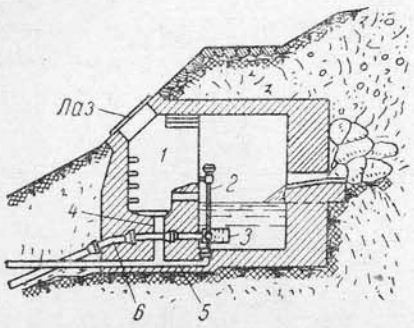


Рис. 13. Сооружение для приема нисходящего ключа:

1 — смотровая камера; *2* — шток для регулирования спуска воды; *3* — приемный клапан; *4* — переливная труба; *5*—грязевая труба; *6* — всасывающая труба

Вода восходящих ключей принимается через дно каптажного сооружения, как показано на рис. 12. Здесь ключ выходит из песков и поэтому на дне его сделана засыпка только из гравия и гальки. Для поддержания постоянного рабочего уровня предусмотрена переливная труба, сбрасывающая воду, как только уровень поднимается выше установленного.

На рис. 13 показано каптажное сооружение нисходящего ключа; в стене имеются отверстия, куда поступает вода из водоносного пласта.

Каптажи выполняют из кирпича, бетона, железобетона и местного камня. При устройстве каптажей необходимо предусмотреть мероприятия, препятствующие проникновению в них загрязненной поверхностной воды.

§ 8. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ И ВОДОПРИЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

К поверхностным водам относят реки, озера, водохранилища и моря.

Основным фактором, влияющим на выбор места водозаборного сооружения для хозяйственно-питьевых целей, является санитарное состояние местности, в частности возможность организации зоны санитарной охраны. Поэтому при выборе источником водоснабжения реки водозаборные сооружения следует располагать по течению реки обязательно выше населенных пунктов и промышленных объектов, которые могут загрязнять их. Учитывая это, иногда приходится водозаборные сооружения относить на значительные расстояния от населенного пункта.

Местоположение водозаборных сооружений выбирают на основе детальных исследований, которыми устанавливают устойчивость

русла на выбранном участке и выше его, гидрологические и гидрометрические показатели водоема, режим расходов и горизонтов, ледовые режимы и геологическую характеристику участка.

Водоприемные сооружения следует располагать на участке реки с устойчивым руслом и с достаточными для забора воды постоянными глубинами.

Благоприятный гидравлический режим речного потока чаще всего бывает у вогнутых берегов. Такие берега значительно меньше заносятся песком, который оказывает отрицательное влияние на работу водозаборных сооружений.

Неблагоприятные условия эксплуатации водозаборных сооружений создаются на выгнутых участках берега, перекатах, на реках с изменяющимся руслом, с перемещающимися песчаными островами. Если же необходимо располагать сооружения в таких местах, то должны быть приняты меры к закреплению островов.

Нельзя располагать водозаборные сооружения на берегах, где могут возникнуть оползни.

Существенным фактором в выборе местоположения водозабора является также образование в реке подводного льда и шуги*, которые могут закупорить решетки приемных окон водоприемных сооружений. Во избежание этого следует предусматривать мероприятия, предохраняющие водоприемные сооружения от вредного воздействия шуги и подводного льда.

В зависимости от глубины реки, величины колебания уровней воды и строения грунтов берега выбирают различные конструктивные формы водозаборных сооружений.

По месту расположения водоприемные сооружения подразделяют на береговые, русловые, комбинированные и ковшовые. Первые три типа сооружений могут быть раздельного и совмещенного типа с насосной станцией. Временные водоприемники применяют трех типов: эстакадные, катучие и плавучие.

Береговые водоприемники устраивают двух основных типов: раздельные или совмещенные с насосными станциями. Их сооружают на реках с достаточной глубиной воды у берега.

При прочных скальных или плотных глинистых грунтах, когда исключена возможность неодинаковой осадки отдельных частей всего сооружения, водоприемник сооружают вместе с насосной станцией (совмещенные).

Береговой водоприемник раздельного типа (рис. 14) представляет собой колодец, разделенный на секции для обеспечения бесперебойного приема воды в случае ремонта. Колодец сооружают непосредственно у берега. Вода из источника поступает в колодец через приемные окна, которые перекрываются решетками с вертикально расположенными металлическими стержнями диамет-

* Шугой называется подводный лед, всплывший на поверхность воды и передвигающийся с ней в виде кашеобразной массы.

ром 6—10 *мм* с расстоянием в свету 30—100 *мм*. Приемные окна располагают на разных уровнях, с тем чтобы забирать более чистую воду в разные периоды года.

Во время половодья, когда в нижних слоях потока проносится большое количество взвешенных веществ, нижние приемные окна закрывают, и вода поступает через верхние окна, а при низких горизонтах она поступает через нижние.

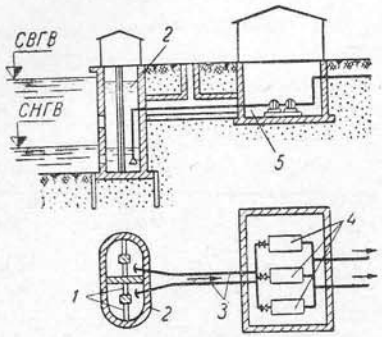


Рис. 14. Тип раздельного водоприемника;

1 — плоские сетки; *2* — водоприемник; *3* — всасывающие трубы; *4* — электронасосы; *5* — насосная станция первого подъема

Размеры приемных окон и их число определяют по расчетному количеству забираемой воды и расчетной входной скорости. Скорости движения воды через окна в водоприемниках берегового типа принимают 0,4—1,0 *м/сек*, а в окнах затопленных оголовков, удаленных от берега, —0,2—0,6 *м/сек*; при заборе из шугоносных рек и каналов — 0,2—0,6 *м/сек*.

Чтобы очищать решетки, их делают съемными и устанавливают в направляющих из швеллеров. Внутри колодца монтируют сетки (с отверстиями в 4—5 *мм*) для задержания из воды крупных взвешенных частиц.

Высота водоприемника должна быть такой, чтобы площадка управления затворами была не менее чем на 0,5 *м* выше самого высокого горизонта воды. Осадок удаляют из водоприемника при помощи эжектора, устанавливаемого в нижней части водоприемника.

Из колодца вода по всасывающим трубам забирается насосами и подается по назначению.

Береговой водоприемник, совмещенный с насосной станцией, отличается компактностью.

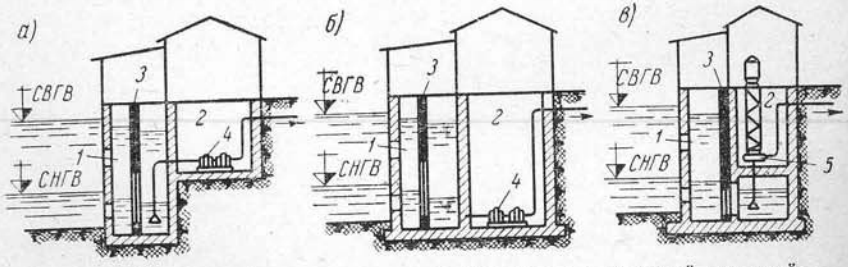


Рис. 15. Тип водоприемника, совмещенного с насосной станцией:

1 — водоприемное отделение; *2* — насосное помещение; *3* — плоские сетки; *4* — горизонтальный центробежный насос; *5* — вертикальный центробежный насос

На рис. 15, *а* и *б* показаны типы водоприемников, оборудованных горизонтальными насосами, а на рис. 15, *в* — вертикальными насосами. В последнем случае вода поступает в подвальную часть насосного отделения, имеющую перекрытие, на котором размещают насосы. Это перекрытие должно быть водонепроницаемо и рассчитано на давление воды снизу при самом высоком горизонте воды в реке. В приемнике (рис. 15, *б*) насосы устанавливают ниже уровня воды в реке, т. е. они всегда залиты водой, и в этом случае нет надобности в вакуум-насосе для пуска насосов.

Водоприемники русловые (трубчатые) с самотечными трубами применяют для забора воды из рек с пологими

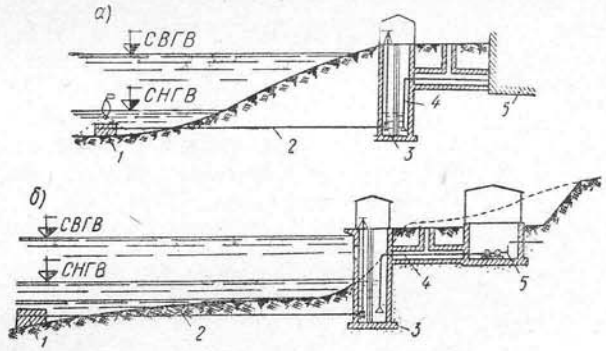


Рис. 16. Тип водоприемника с самотечными линиями:

а — без окон в береговом колодце; *б* — с окнами

берегами, когда требуемые для забора воды глубины реки находятся на некотором расстоянии от берега.

На рис. 16 изображена схема руслового водоприемника. Вода из реки поступает в оголовок *1*, из которого по трубам *2* самотеком направляется в береговой колодец *3*, а из него посредством всасывающих труб *4* забирается насосами *5*.

Дно колодца заглубляют не меньше чем на 0,5 *м* ниже самотечной трубы. Число самотечных труб принимают не менее двух в расчете на аварийный случай и для промывки.

Скорость движения воды в трубах принимают не менее 0,7 *м/сек*. Для уменьшения количества взвешенных веществ, захватываемых потоком воды, самотечные трубы заканчиваются воронками с раструбами, повернутыми вниз по течению, а иногда направленными вверх.

Минимальный слой воды над оголовком при ледоставе принимают не менее 0,2 *м*, а при самом низком горизонте воды без льда— 0,3 *м*. Низ самотечных или всасывающих труб в подводной части устанавливают на уровне не менее 0,5 *м* от дна реки.

На рис. 17 показан ряжевый оголовок, а на рис. 18 — оголовок в виде бетонного массива обтекаемой формы, заключенный в метал-

лический кожух. При наличии легко размываемых грунтов в основании оголовка необходимо предусмотреть крепление дна реки вокруг последнего тяжелыми фашинами, фашинными тюфяками или каменной наброской.

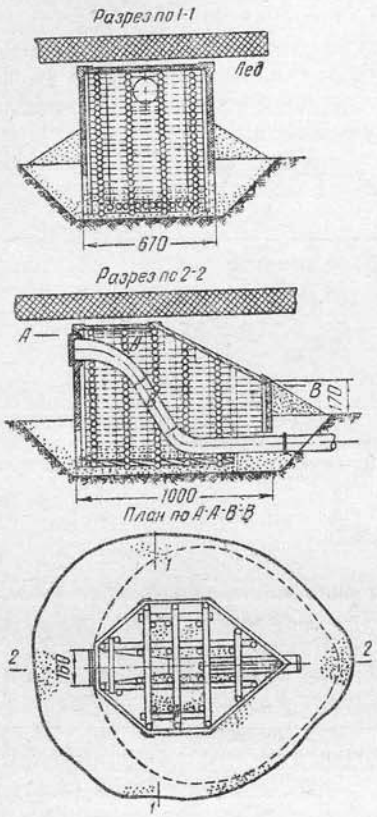


Рис. 17. Ряжевый оголовок

Ковшовые водоприемники для забора больших количеств воды применяют для борьбы с шугой, подводным льдом и с целью уменьшения количества захватываемых из реки наносов. Ковши представляют собой каналы, отделяемые от основного русла дамбами. Вода в ковшах движется со значительно меньшими скоростями порядка 0,05—0,10 *м/сек*, что и является причиной попадания в ковш лишь незначительного количества шуги и меньшего захвата из воды наносов.

Периодически ковши необходимо очищать от осадка.

Схема устройства ковшовых водозаборов в плане показана со входом воды в него против течения (рис. 19, *а*) . Ковши со входом по течению (рис. 19, *б*) питаются в основном поверхностными струями. Такие ковши применяют в реках, имеющих большое количество взвешенных веществ, но мало шугоносных.

Применяют также ковши с двумя входами, т. е. двойного питания (рис. 19, *в*).

Водоприемники из водохранилищ и озер сооружают, учитывая ряд специфических факторов, из которых главные — цветение, зарастание водяной растительностью и заиливание.

В большинстве случаев для забора воды применяют береговой тип совмещенных или раздельных водозаборов. Однако не исключается возможность устройства сооружений и руслового (трубчатого) типа. Необходимо предусмотреть прием воды с нескольких уровней, чтобы иметь возможность забирать воду наиболее чистую. Для этого концы приемных труб делают подъемными (рис. 20, *а*) или с поплавками (рис. 20, *б*).

В водозаборных сооружениях автоматически контролируется и сигнализируется на диспетчерский пункт образование шуги, не-

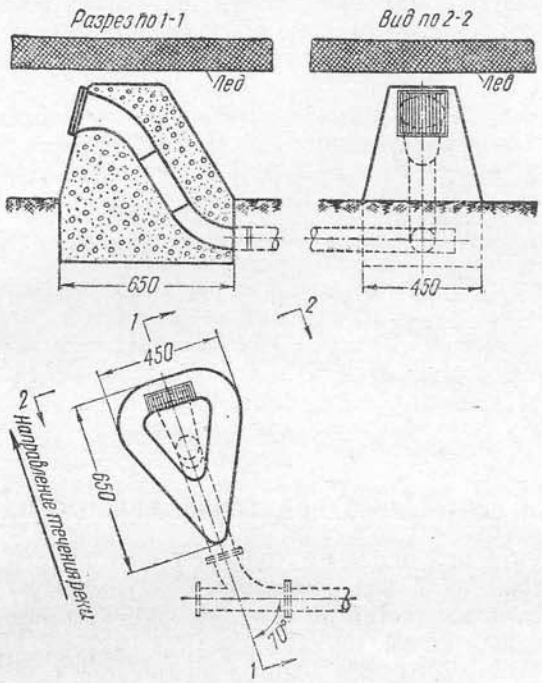


Рис. 18. Бетонный оголовок с металлическим кожухом

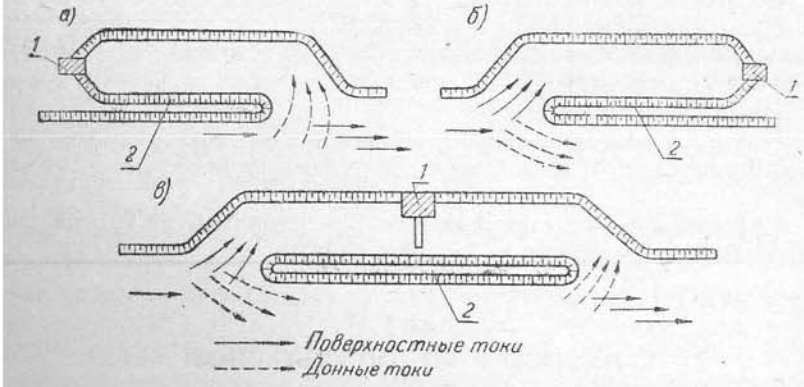


Рис. 19. Схемы ковшовых водоприемников:
1 — водоразборное сооружение; *2* — дамба

обходимость электрообогрева или подачи теплой воды, предельно допустимый перепад уровней на водоочистных сетках и решетках, характеризующий степень их засорения.

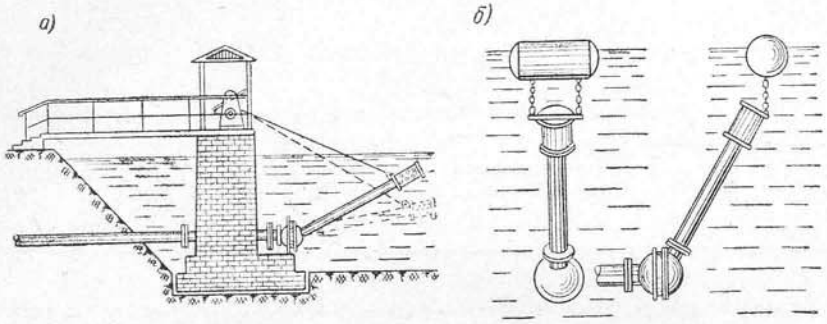


Рис. 20. Водоприемники с поплавками на приемных трубах

§ 9. ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОПРОВОДОВ

Зоны санитарной охраны устраивают с целью защиты источников водоснабжения и водопроводных сооружений от загрязнений и проведения мероприятий по использованию водоемов для хозяйственно-питьевых целей.

Зона санитарной охраны делится на три пояса. В первом поясе (зона строгого режима) запрещается всякое строительство, не имеющее отношения к водопроводу, а также проживание и временное нахождение лиц, не имеющих отношения к водопроводу; этот пояс охватывает место забора воды и окружается полосой зеленых насаждений.

Во втором поясе санитарной зоны запрещается использовать территорию вблизи источников водоснабжения, если это может ухудшить последние. Устанавливают особые санитарные требования, не допускающие в этом поясе спускать сточные воды, устраивать свалки.

В третьем поясе производят наблюдения за инфекционными заболеваниями для предотвращения распространения их через водопровод.

Проекты зон санитарной охраны представляют на утверждение одновременно с проектом водопровода города.

Глава IV
НАСОСЫ И ВОДОПОДЪЕМНИКИ

Подъем воды и перемещение ее на расстояния для водоснабжения производят преимущественно центробежными насосами. К ним относятся центробежные лопастные насосы, вихревые (разновидность лопастных), осевые (пропеллерные), последние применяют при больших расходах воды.

При малых системах водоснабжения для подъема жидкости можно применять гидравлические тараны, в которых используют энергию удара, водоструйные насосы, в которых используется энергия имеющегося потока жидкости, поршневые насосы для подъема воды из скважин (штанговые). Эти насосы применяют также в специальных установках (например, для питания котлов). Воздушные водоподъемники (эрлифты) используют для подъема подземных вод с больших глубин. Однако поршневые насосы и указанные водоподъемники широкого применения в современных системах водоснабжения не имеют, а в системах централизованных водопроводов поршневые насосы в настоящее время полностью вытеснены центробежными.

§ 10. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ

Центробежные насосы классифицируют по ряду признаков:

по числу колес — одноколесные и многоколесные;

по расположению вала — горизонтальные и вертикальные; по входу воды в колеса — с односторонним и двусторонним входом воды в них;

по напору — насосы низкого давления (до 2 *кГ/см*^{2}), среднего давления (от 2 до 6 *кГ/см*^{2}) и высокого давления (более 6 *кГ/см*^{2}).

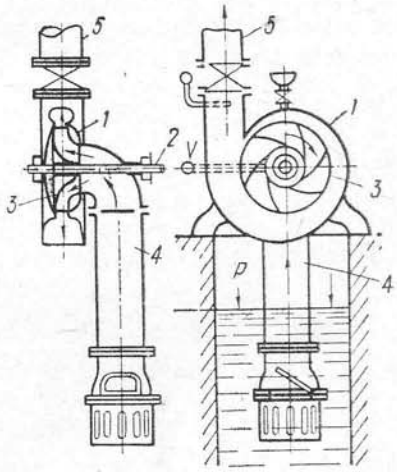


Рис. 21. Схема одноколесного центробежного насоса

Горизонтальные центробежные насосы бывают с односторонним и двусторонним входом воды. Насос с односторонним входом воды в колесо (рис. 21) состоит из улиткообразного корпуса *1*, через который проходит вал *2*. На валу укрепляется рабочее колесо с лопатками *3*.

Перед пуском насоса в работу внутренняя полость его, рабочее колесо и всасывающая *4* труба должны быть заполнены жидкостью.

При вращении рабочего колеса жидкость, заполняющая каналы между лопатками колеса, под действием центробежной силы отбрасывается от центра колеса к его периферии и, выходя из колеса со значительной скоростью, поступает в спиральную камеру и далее в напорный трубопровод *5*. При этом в центральной части на-

соса, т. е. в рабочем колесе, образуется разрежение, и вода под действием атмосферного давления поступает из источника в насос по всасывающей трубе *4*.

Центробежные насосы обеспечивают равномерную подачу воды. Заполняют насос водой перед его пуском путем отсасывания воздуха из его корпуса специальным воздушным насосом (вакуум-насосом).

Насосы с вертикальным валом. В шахтных насосных станциях и трубчатых колодцах применяют электронасосы с вертикальным валом с вынесенным наверх электромотором. Для подъема подземных вод из скважин используют артезианские насосы типа АТН, НА и др. с приводом от надводного мотора.

Насос марки 12НА × 6*, применяемый для забора воды из скважин (рис. 22), отличается компактностью. Электродвигатель *6* насоса устанавливают на поверхности. Вал, соединяющий насос *1* с двигателем, проходит в напорной трубе, где через каждые 2—3 *м* устанавливают направляющие подшипники. К всасывающей трубе *2* прикрепляют сетку для задержания песка.

Такие насосы строят многоступенчатыми, причем число ступеней зависит от величины потребного напора. Вертикальные глубоководные насосы широко распространены, так как они имеют большие технико-экономические преимущества перед другими устройствами для подъема воды из скважин.

В последнее время изготовляют более совершенные глубоководные артезианские насосы, так называемые погружные электронасосы типа АП, АЭНП и др., с приводом от погружного мотора. Центробежный насос вместе с электродвигателем смонтирован в общем водонепроницаемом корпусе, который опускают в скважину (рис. 23). Ток к двигателю подводится по бронированному кабелю.

Полный напор насоса можно определить по формуле

$$H = h_{г.в} + \sum h_{п.в} + h_{г.н} + \sum h_{п.н} + h_{св}, \qquad (18)$$

где $h_{г.в}$ — геометрическая высота всасывания, равная расстоянию по вертикали от оси насоса до нижнего уровня воды в источнике водоснабжения или резервуаре, из которого вода забирается насосом, *м*;

$\Sigma h_{п.в}$ — сумма потерь напора на преодоление трения во всасывающей трубе и местных сопротивлений в ней, *м*;

$h_{г.н}$ — геометрическая высота нагнетания, равная расстоянию по вертикали от оси насоса до места излива воды, *м*;

$\Sigma h_{п.н}$ — сумма потерь напора на преодоление трения в напорном трубопроводе в *м* и местных сопротивлений в ней (определяется путем расчета водопроводной сети);

* 12НА × 6 означает: первая цифра — диаметр скважины (внутренний диаметр обсадной трубы) в дюймах, НА — насос артезианский; вторая цифра — число ступеней.

$h_{св}$ — свободный напор, который должен создавать насос в месте излива, *м*.

Суммарная величина $h_{г.в}$ и $\Sigma h_{п.в}$ называется полной высотой всасывания; практически она измеряется показанием вакуумметра во время работы насоса.

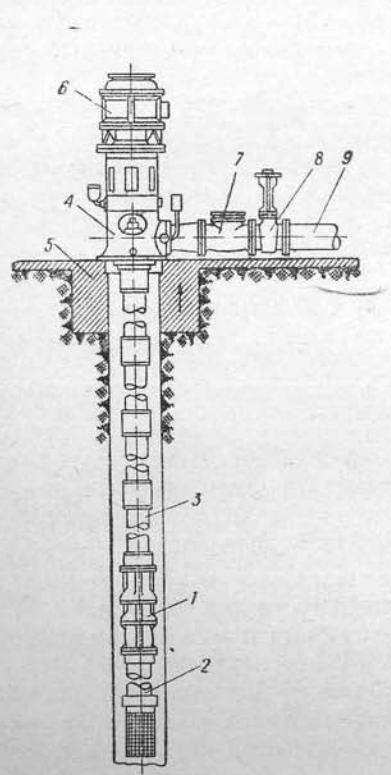


Рис. 22. Общий вид установки в трубчатом колодце центробежного насоса с вертикальным валом:

1 — насос; *2* — всасывающая труба; *3* — водоподъемная труба; *4* — станина; *5* — фундамент; *6* — электродвигатель; *7* — обратный клапан; *8* — задвижка; *9* — нагнетательная труба

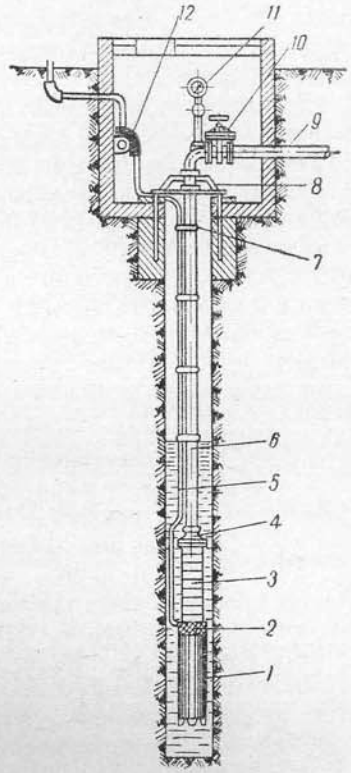


Рис. 23. Общий вид установки в трубчатом колодце погружного центробежного насоса;

1 — электродвигатель; *2* — сетка-фильтр; *3* — насос; *4* — нагнетательный патрубок; *5* — кабель; *6* — водоподъемная труба; *7* — крепление кабеля; *8* — опорная рама; *9* — напорный трубопровод; *10* — задвижка; *11* — манометр; *12* — ввод электросети

Теоретическая высота всасывания равна 10 *м*, но практически она значительно меньше — до 5—7 *м* и менее, в зависимости от типа насоса и числа оборотов колеса (допускаемые величины всасывания указаны в каталогах насосов). Кроме того, допускаемая высота всасывания резко уменьшается в связи с повышением местности

над уровнем моря и с повышением температуры подаваемой воды. Кроме того, допускаемая высота всасывания уменьшается с повышением отметки местности над уровнем моря и с повышением температуры подаваемой воды.

При проектировании насосной установки необходимо стремиться уменьшить длину всасывающих труб, число изгибов, переходов диаметров и т. д. Все это даст возможность увеличить геометрическую высоту всасывания и тем уменьшить величину заглубления насосной станции.

Высотой нагнетания называют сумму $h_{г.н} + \Sigma h_{п.н}$, ее величину измеряют манометром во время работы насоса.

Полная высота подъема насоса H равна сумме полной высоты всасывания и полной высоты нагнетания. Ее измеряют как сумму показаний манометра, вакуумметра и расстояний по вертикали между осью манометра и точкой присоединения вакуумметра и выражают в метрах водяного столба.

Зная производительность насоса Q и рабочий напор H, легко определить потребную мощность насоса в *квт*, которая выражается формулой

$$N_{нас} = \frac{\gamma Q H}{102\eta}, \qquad (19)$$

где $N_{нас}$ — требуемая мощность, *квт*;
γ — вес 1 *л* перекачиваемой жидкости, *кГ* (для воды примерно равный 1 *кГ/дм*^{3});
Q — производительность насоса, *л/сек*;
H — рабочий напор, *м вод. ст.*;
η — к. п. д. насоса, принимаемый по каталогу (полный к. п. д. учитывает гидравлические, объемные и механические потери и достигает от 0,6 малые насосы до 0,90 крупные насосы).

Работу центробежного насоса возможно регулировать задвижкой на напорной трубе или путем изменения числа оборотов, которое влияет как на производительность насоса, так и на напор.

Производительность центробежного насоса прямо пропорциональна числу его оборотов, т. е.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Напор насоса изменяется прямо пропорционально квадрату числа оборотов.

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2.$$

Необходимая при изменении числа оборотов мощность, потребляемая насосом, изменяется пропорционально кубу изменения числа оборотов насоса

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3.$$

Числа оборотов электронасосов изменяют очень редко. При увеличении числа оборотов насоса в 2 раза потребляемая им мощность возрастет в 8 раз.

Зависимость рабочего напора, потребляемой мощности, к. п. д. и допускаемой высоты всасывания от производительности насоса

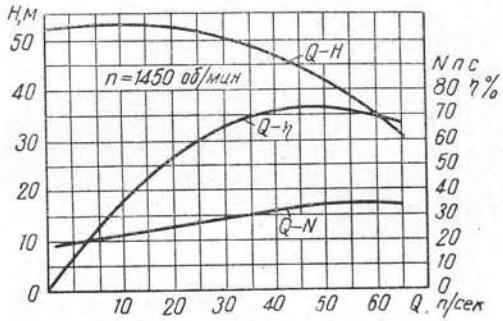


Рис. 24. Характеристика центробежного насоса

определяется характеристикой насоса (рис. 24), составляемой на заводе и публикуемой в каталогах.

Функции $H = \varphi(Q)$; $\eta = f(Q)$; $N\varphi(Q)$ при $n = \text{const}$ называются рабочей характеристикой насоса.

§ 11. ПОРШНЕВЫЕ НАСОСЫ

Поршневые насосы различают по следующим признакам: по способу приведения в действие — приводные, паровые и ручные; по расположению цилиндров — на горизонтальные и вертикальные; по конструкции — на поршневые, скальчатые (плунжерные) и диафрагмовые.

На рис. 25 приведена схема поршневого насоса простого действия, состоящего из рабочей камеры, всасывающего $K_в$ и напорного $K_н$ клапанов и цилиндра с поршнем. К нижнему фланцу камеры присоединяют всасывающий трубопровод, к верхней части камеры — напорный трубопровод.

При передвижении поршня слева направо в цилиндр засасывается объем жидкости

$$V = FS,$$

где F — площадь поршня, *м*^{2}.
S — ход поршня, *м*.

При ходе поршня справа налево этот объем выталкивается в напорный трубопровод.

Теоретическая производительность насоса равна

$$Q_т = FSn \ м^3/мин,$$

где n — число оборотов кривошипа в 1 *мин*

Действительная подача

$$Q = \eta_0 Q_т,$$

где η_0 — объемный коэффициент полезного действия насоса, равный 0,85—0,99.

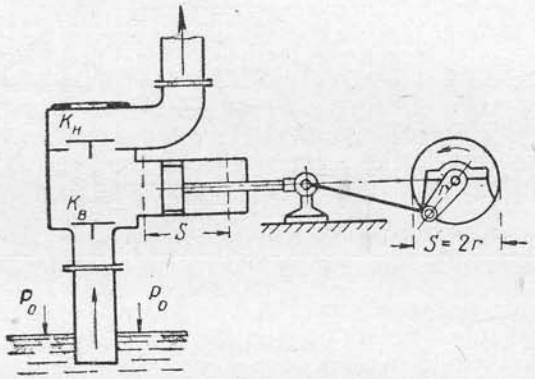


Рис. 25. Схема поршневого насоса простого действия

Геометрическая высота всасывания составляет расстояние от уровня воды в источнике до высшей точки внутренней полости цилиндра горизонтального насоса или до верхнего положения поршня вертикального насоса.

Высоту всасывания и высоту подъема определяют так же, как и для центробежных насосов.

§ 12. ВОДОПОДЪЕМНИКИ

а) Водоструйные насосы

Водоструйные насосы (гидроэлеваторы) широко применяют для откачки воды из глубоких колодцев, котлованов, траншей, для понижения уровня грунтовых вод в иглофильтровых установках.

Действие водоструйных насосов основано на использовании кинетической энергии рабочей струи при смешивании двух потоков. При этом перекачиваемая жидкость непосредственно вовлекается в рабочую струю, движущуюся с большой скоростью.

Эти насосы можно применять для подъема воды из шахтных и

трубчатых колодцев большой глубины, путем использования эжекторных (водоструйных) аппаратов.

Существует несколько схем насосно-эжекторных установок*.

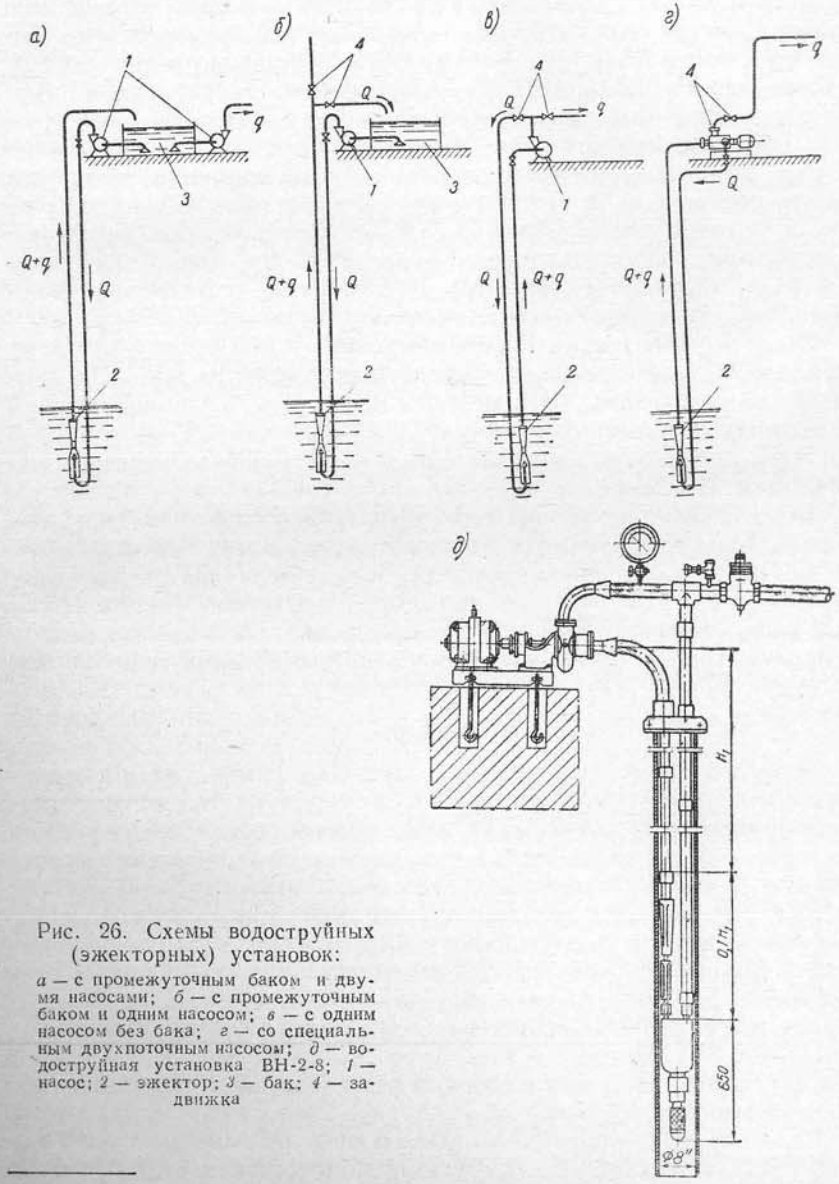


Рис. 26. Схемы водоструйных (эжекторных) установок:

а — с промежуточным баком и двумя насосами; *б* — с промежуточным баком и одним насосом; *в* — с одним насосом без бака; *г* — со специальным двухпоточным насосом; *д* — водоструйная установка ВН-2-8; *1* — насос; *2* — эжектор; *3* — бак; *4* — задвижка

* Водоподъемные установки для местного водоснабжения. Госстройиздат, 1961.

На рис. 26, *а* и *б* показаны схемы водоструйных установок с промежуточным баком и насосами. Эти схемы отличаются относительно высоким к. п. д., но неудобны в эксплуатации.

На рис. 26, *в* и *г* показаны наиболее простые и распространенные схемы водоструйных установок с насосами без промежуточных баков. По схеме *в* насос подает расход $Q + q$, причем расход воды Q направляется в скважину, а q — потребителю. По всасывающей трубе подается расход воды $Q + q$.

Более совершенная схема водоструйной установки изображена на рис. 26, *г*. В этом случае специальный двухпоточный насос всасывает расход $Q + q$. После первой секции насоса отбирается расход q, который под напором $H_{св}$ подается потребителю. Во второй секции насоса напор повышается до величины H_2 и под этим напором расход Q подается к эжектору. В этой схеме относительно высокий к. п. д. сочетается с компактностью установки.

Водоструйные насосы просты по конструкции и дешевы, надежны в работе, имеют небольшой вес и малые габариты, что дает возможность изготовлять их в местных мастерских и устанавливать в скважинах небольшого диаметра.

Промышленность выпускает ряд водоструйных насосов типа ВН-2-8 и ВН-2Ц-6.

Водоструйная установка ВН-2-8 (рис. 26, *д*) предназначена для подачи воды из трубчатых колодцев диаметром не менее 200 *мм*.

Основными составными частями водоструйных установок являются водоструйный насос (эжектор), центробежный горизонтальный насос 2К-6 или 3К-9 с муфтой, электродвигатель и система трубопроводов. Водоструйные насосы имеют низкий коэффициент полезного действия (20—25%), что ограничивает область их применения.

б) Эрлифты

Эрлифты, или воздушные водоподъемники, применяют для подъема подземных вод с больших глубин. Схема устройства эрлифта приведена на рис. 27. В скважину ниже уровня воды в ней опускают две трубы: большого диаметра — водоподъемную *5* и малого — воздушную *4*. Нижний конец водоподъемной трубы открыт.

Эрлифты работают по принципу использования разности удельных весов воды и воздушно-водяной эмульсии.

Воздушная труба служит для подачи сжатого воздуха через специальную форсунку *6*, помещенную в водоподъемной трубе, где образуется воздушно-водяная эмульсия, которая, будучи легче воды, по трубе поднимается в воздухоотделитель, освобождается от воздуха, а вода поступает в сборный резервуар, из которого подается насосами потребителю.

Расчет эрлифта сводится к определению: а) количества воздуха, необходимого для подъема требуемого количества воды; б) необходимой глубины погружения форсунки и в) производительности, давления и мощности компрессора.

Сжатый воздух для эрлифта можно подавать не только специально установленным компрессором, но из сети сжатого воздуха (на промышленных предприятиях) при достаточном количестве и давлении последнего.

Глубину погружения форсунки $h_0 = H - h$ выражают в процентах от H и называют коэффициентом погружения форсунки эрлифта.

В табл. 6 приведены рекомендуемые величины коэффициента погружения форсунки эрлифта при различной высоте подъема h.

Таблица 6

Коэффициенты погружения форсунки эрлифта

Высота подъема, *м*	15	15—30	30—60	60—90	90—120
Допускаемое погружение форсунки, %	70—60	60—55	55—50	50—43	53—40

Скорость движения воды в водоподъемной трубе до форсунки принимают равной 1—1,5 *м/сек*. Скорость движения смеси воды с воздухом непосредственно над форсункой 3—5 *м/сек*, а в верхней части водоподъемной трубы 6—8 *м/сек*.

Воздушные трубы укладывают с уклоном 0,01—0,05 к скважине. Для удаления конденсата на воздуховоде через 200—300 *м* устанавливают конденсационные горшки, размещаемые в колодцах.

Основными недостатками эрлифтов является их низкий к. п. д. и необходимость бурения глубокой скважины, поэтому они в данное время в значительной мере вытеснены глубоководными центробежными насосами.

Эрлифты могут найти применение в исключительных случаях, например в искривленных скважинах, а также в тех, в которых наблюдается вынос с водой мелкого песка. В этих случаях глубоководные насосы или вовсе не могут быть применены,

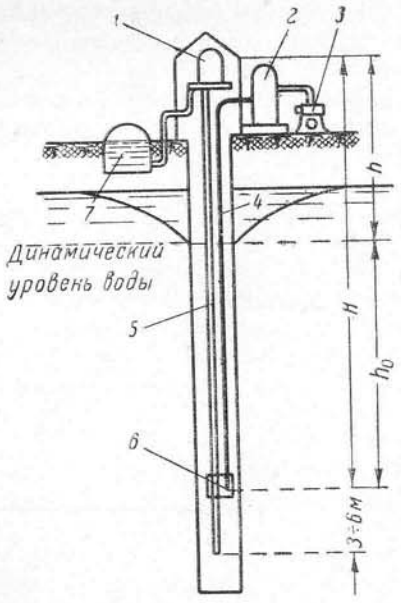


Рис. 27. Схема установки эрлифта:
1 — сборный бачок; *2* — воздушный аккумулятор; *3* — компрессор; *4* — воздушная труба; *5* — водоподъемная труба; *6* — форсунка; *7* — резервуар

или быстро будут изнашиваться. Эрлифты целесообразно применять также во временных установках, например для откачки больших количеств воды из скважины при ее испытании, когда мощность насоса окажется недостаточной.

Глава V
ВОДОПРОВОДНЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

§ 13. НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ И ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

Насосные станции по своему назначению подразделяют на станции первого подъема, второго подъема и станции подкачки, циркуляционные.

Станции первого подъема забирают воду из источника и подают ее на очистные сооружения или же непосредственно к потребителю, если очищать воду не требуется. Станции второго подъема и подкачки предназначены для подачи воды потребителям из резервуаров.

Ввиду большого разнообразия типов и оборудования насосных станций рассмотрим лишь несколько примеров их выполнения.

На рис. 28 показана заглубленная станция первого подъема на четыре насоса с электродвигателями на одной оси, а также с двумя вакуум-насосами.

На рис. 29 изображена насосная станция первого подъема, совмещенная с водоприемником, с вертикальными центробежными насосами. Верхняя часть здания станции кирпичная, а нижняя — железобетонная. Для монтажа агрегатов предусмотрен ручной мостовой кран. Пусковое электрооборудование размещается над водоприемными камерами.

На рис. 30 показан один из вариантов незаглубленной станции второго подъема, оборудованной двумя хозяйственно-питьевыми и двумя пожарными насосами. Все насосы размещены в один ряд. Трубопроводы располагают в каналах.

В насосных станциях, кроме рабочих агрегатов, необходимо устанавливать резервные для бесперебойного действия водопровода.

Водопроводные насосные станции по надежности действия подразделяют на три класса:

первый класс — не допускается перерыв в работе насосов, так как это может нанести значительный ущерб народному хозяйству, повредить технологическое оборудование и расстроить сложный технологический процесс;

второй класс — допускается кратковременный перерыв в работе насосов на время, необходимое для включения резервных агрегатов обслуживающим персоналом, что вызывает уменьшение выпуска продукции и простой технологического оборудования;

третий класс — допускается перерыв в подаче воды потребителям на время ликвидации аварии, но не свыше одних суток (например насосные станции в населенных местах с количеством жителей до 500 человек), а также для вспомогательных цехов, поливочных нужд и орошения.

Для населенных мест с количеством жителей до 500 человек следует дополнительно предусматривать резервные источники децентрализованного водоснабжения, которые должны находиться в ведении и под постоянным надзором организации, эксплуатирующей водопровод.

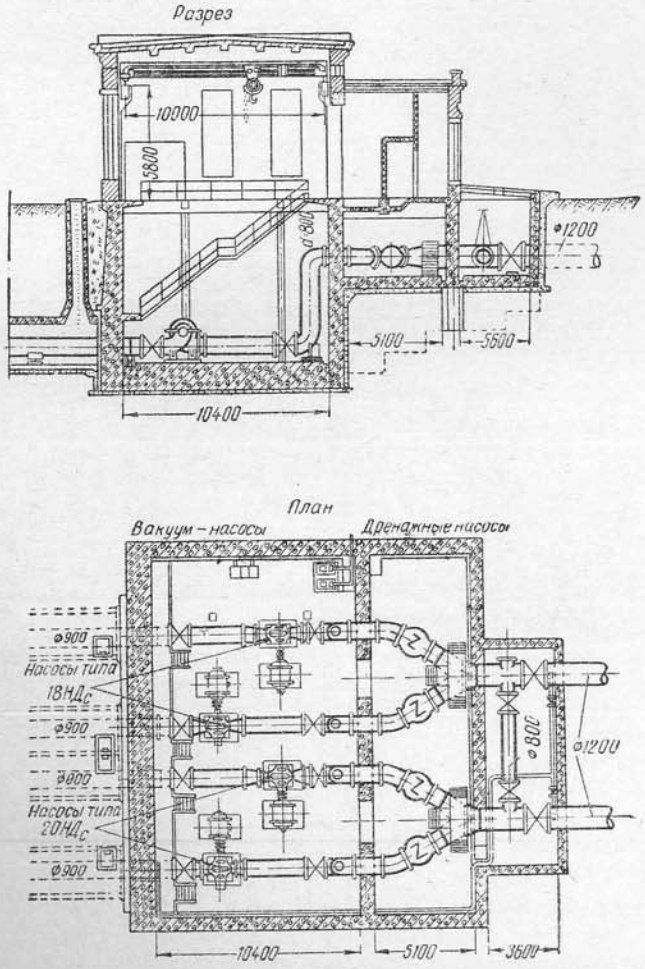


Рис. 28. Заглубленная насосная станция первого подъема

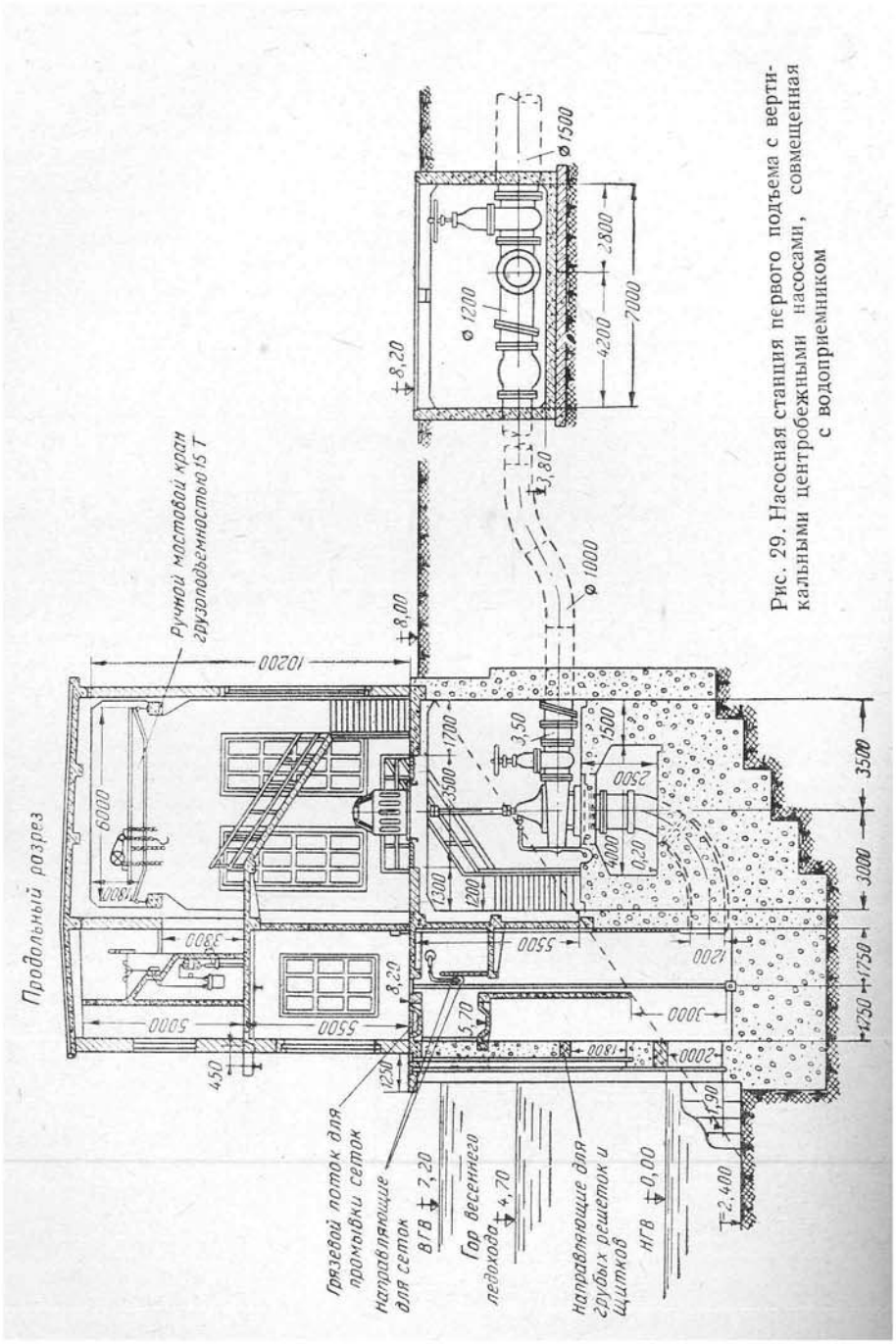


Рис. 29. Насосная станция первого подъема с вертикальными центробежными насосами, совмещенная с водоприемником

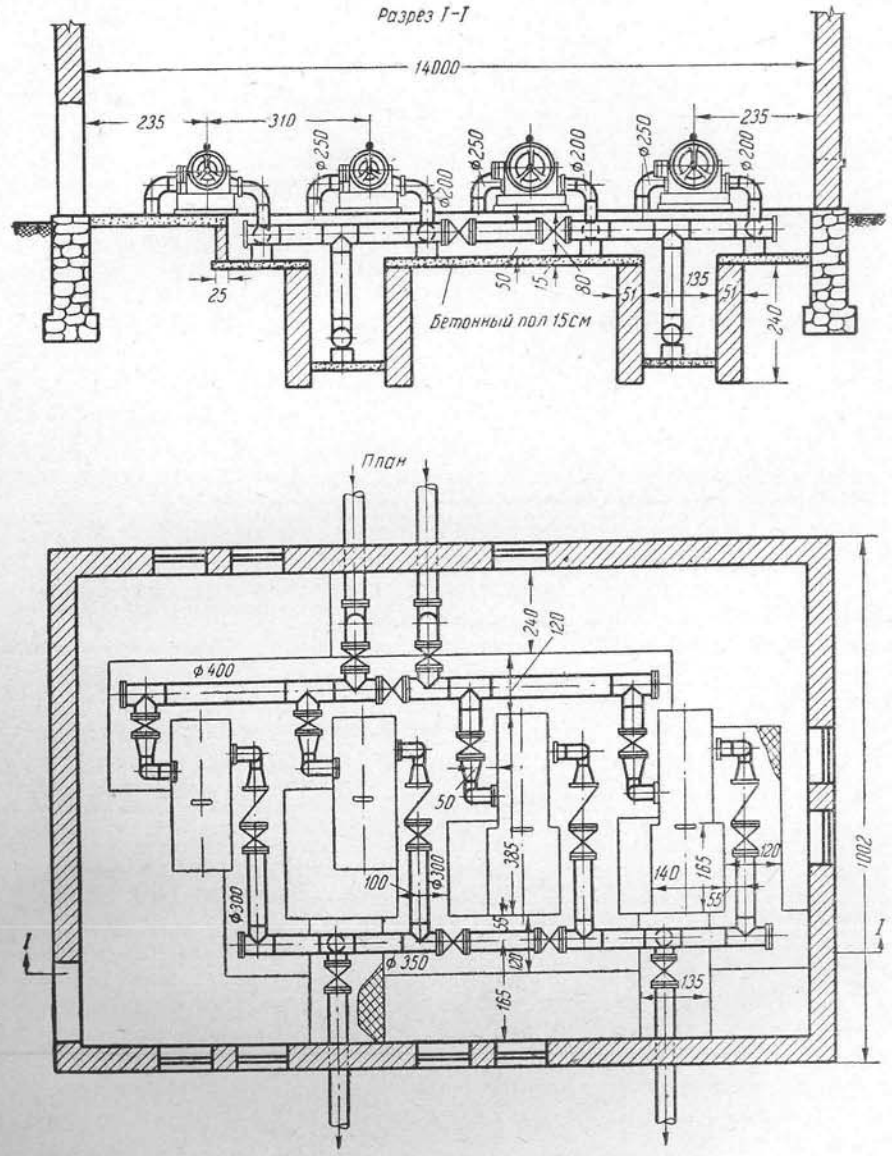


Рис. 30. Незаглубленная насосная станция второго подъема (вариант)

Насосные станции противопожарных и объединенных хозяйственно-противопожарных или производственно-противопожарных водопроводов по надежности действия следует отнести к первому классу; при наличии емкостей с соответствующим противопожарным запасом воды, обеспечивающих необходимый напор, — ко второму классу.

Насосные станции только хозяйственно-питьевого назначения в населенных пунктах с количеством жителей более 500 человек относят ко второму классу надежности действия.

По степени пожарной опасности здания насосных станций относятся к категории Д (см. табл. 4).

Насосные станции первого и второго классов надежности действия должны быть обеспечены бесперебойным питанием энергией путем присоединения к двум независимым источникам энергии, питания двумя отдельными фидерами от кольца, установки резервных агрегатов на электростанциях.

Для группы насосов, подающих воду в одну и ту же сеть или водоводы, количество резервных агрегатов, как правило, принимают согласно табл. 7.

Таблица 7

Количество резервных агрегатов, устанавливаемых в насосных станциях

Количество рабочих агрегатов	Количество резервных агрегатов на станциях		
	I класса	II класса	III класса
1	2	1	1
От 2 до 3	2	1	1
» 4 » 6	2	2	1
» 7 » 9	3	3	2

Примечание. В количество рабочих агрегатов включены пожарные насосы с такими же характеристиками, как насосов другого назначения, подающих воду в ту же сеть.

Насосную станцию следует блокировать с другими сооружениями, связанными с ней общими технологическими процессами. При блокировании с другими помещениями станция должна быть отделена от них несгораемыми ограждающими конструкциями и иметь непосредственный выход наружу.

Для монтажа и демонтажа оборудования, арматуры и трубопроводов в насосных станциях предусматривают следующие подъемно-транспортные механизмы: а) при узлах весом до 0,3 T — переносную треногу с талью; б) при узлах весом от 0,4 до 0,5 T — таль с кошкой; в) при узлах весом от 0,6 до 5 T — подвесную кран-балку; г) при узлах весом более 5 T — краны мостовые ручные однобалочные или двухбалочные. При соответствующем обосновании допускается применять при узлах весом более 5 T краны мостовые электрические.

Всасывающие и напорные трубопроводы в насосных станциях,

как правило, следует укладывать над поверхностью пола. Допускается укладка труб в каналы, перекрытые съемными плитами или в подвалах.

Размеры каналов для трубопроводов должны обеспечивать возможность сборки и разборки трубопроводов, для чего глубину их следует принимать равной D + 400 *мм*, ширину в местах установки арматуры и устройства монтажных стыков D + 600 *мм*, а в прочих местах D + 100 *мм*, где D — диаметр трубопровода.

Напорная линия каждого насоса, как правило, должна быть оборудована обратным клапаном и задвижкой. Установку обратного клапана следует предусматривать между насосом и задвижкой. На всасывающих линиях задвижки следует устанавливать у насосов, расположенных под заливом или при присоединении насосов к общей всасывающей линии.

Задвижки диаметром более 400 *мм*, а также задвижки всех диаметров при дистанционном или автоматическом управлении должны быть с электрическим или гидравлическим приводом.

На насосных станциях первого и второго классов надежности действия размещение задвижек на напорных трубопроводах должно обеспечивать возможность смены или ремонта любого из насосов, обратных клапанов, а также основных задвижек без остановки действия всей станции.

В насосных станциях, в которых насосы установлены не под залив, следует предусматривать установку вакуум-насосов.

Продолжительность заполнения всасывающих труб и насосов водой не должна превышать для производственных и хозяйственных насосов 5 *мин*, для пожарных насосов 3 *мин*. В насосных станциях третьего класса надежности действия допускается увеличивать время заполнения всасывающих труб и насосов до 10 *мин*.

Режим подачи воды насосами в водоводы и в сеть проектируют на основании таблиц или графиков водопотребления. Эта задача более просто решается в случае, когда вода из сети потребляется равномерно.

При наличии тепловых двигателей или пожарных насосов помещения насосных станций должны быть оборудованы внутренним противопожарным водопроводом.

Количество резервных агрегатов зависит от класса насосной станции. Пожарные насосы при расходе на наружное пожаротушение более 20 *л/сек*, а также для предприятий с категорией А, Б и В должны обязательно иметь резервные агрегаты.

Размеры площади машинного зала принимают с учетом размещения насосных агрегатов, трубопроводов, задвижек, водомеров и т. п. Ширину проходов между фундаментами насосов и двигателей принимают: при установке электродвигателей с напряжением до 1000 *в* — не меньше 1 *м*, высоковольтных (более 1000 *в*) электродвигателей — 1,2, компрессоров — 1,5 *м*.

Ширину прохода между агрегатами и щитом управления прини-

мают не менее 1,5 *м*. При отсутствии постоянных подъемных механизмов ширину проходов между фундаментами агрегатов следует оставлять на 0,7 *м* больше ширины агрегата.

В насосных станциях, снабженных подъемными механизмами, требуется предусмотреть монтажную площадку для осмотра и ремонта оборудования.

Минимальную высоту машинного помещения при отсутствии крана принимают равной 3 *м*, а при наличии крана необходима высота, достаточная для установки крана и свободного перемещения насосов и двигателей над установленными агрегатами и трубопроводами.

В подземных станциях для отвода воды из помещения при аварии оборудования или напорного трубопровода необходимо предусматривать аварийный выпуск.

Насосные станции оборудуют телефоном и электрической сигнализацией, показывающей уровень воды в запасных и водонапорных резервуарах, а также служащей для связи с помещением охраны и с пожарным депо.

Для измерения расходов воды на водоводах в пределах здания насосной станции устанавливают водомеры различных типов. Для предохранения трубопроводов и насосов от разрушительного действия гидравлических ударов при наличии длинных напорных водоводов применяют специальные клапаны, медленное закрывание обратных клапанов, включение обратного вращения ротора насосных агрегатов.

§ 14. АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Управление насосными агрегатами может быть автоматическим, полуавтоматическим и дистанционным.

Автоматическое управление пуска, остановки и контроля за состоянием оборудования обеспечивается специальными автоматами. При автоматическом управлении роль обслуживающего персонала сводится к налаживанию системы, пуску ее в ход, периодическому осмотру и наблюдению за аппаратурой и оборудованием.

При полуавтоматическом управлении первоначальный импульс на включение и остановку агрегатов подает обслуживающий персонал, а все последующие процессы производятся автоматически.

Дистанционное управление осуществляется при подаче импульсов обслуживающим персоналом из пункта, удаленного от насосной станции.

Современные насосные станции проектируют, как правило, полностью автоматическими или управляемыми с диспетчерских пунктов, и дежурного персонала на них не требуется.

Автоматизация включения и отключения насосных агрегатов предусматривается главным образом в зависимости от уровня воды в резервуарах, но проектируются также схемы автоматизации насосных агрегатов, работающих на водопроводную сеть, в зависимости от давления или расхода воды в сети.

Основное преимущество автоматического управления состоит в том, что оно обеспечивает бесперебойную работу станции при заданных расходах и напорах, приводит к значительному сокращению числа обслуживающего персонала, уменьшает расход энергии и

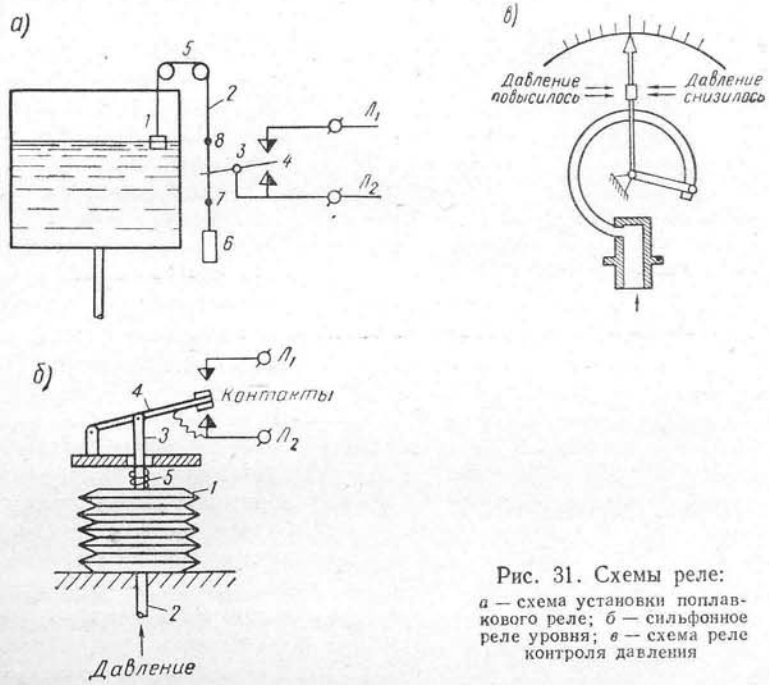


Рис. 31. Схемы реле:
а — схема установки поплавкового реле; *б* — сильфонное реле уровня; *в* — схема реле контроля давления

затраты на эксплуатацию. По данным МКХ РСФСР, себестоимость воды снижается на 5—10%, а затраты на автоматизацию окупаются сравнительно быстро — за 2—3 года. Удешевляется при автоматизации и строительство: насосные станции сооружают более простого типа и меньшей кубатуры.

В автоматических станциях следует предусматривать возможность переключения их на полуавтоматическую работу на ручной (кнопочный) пуск и остановку агрегатов. При автоматизации должны быть гарантированы бесперебойное снабжение насосной станции электроэнергией и нормальное напряжение в электросети.

Оборудование автоматических насосных станций должно быть однотипным: аварийная защита предусматривает отключение работающего насоса в случае прекращения подачи тока или перегрузки электродвигателя, падения давления в водоводе и т. п.

Для пуска электродвигателя насоса, подающего воду в резервуары, последний оборудуют автоматическими приборами — реле уровней поплавкового и беспоплавкового типов (рис. 31).

Принцип работы поплавкового реле уровней заключается в том, что при изменении уровня воды вместе с поплавком перемещаются контакты его переключателя от одного положения в другое, как показано на рис. 31, *а*. Поплавок *1*, подвешенный на гибком тросе *2* на блоках *5*, уравновешен грузом *6*, весящим несколько меньше, чем поплавок.

При подъеме или опускании поплавка зажимы *7* и *8* вращают рычаг *3*, вследствие чего контакты *4* размыкают или замыкают электрическую сеть управления агрегатами.

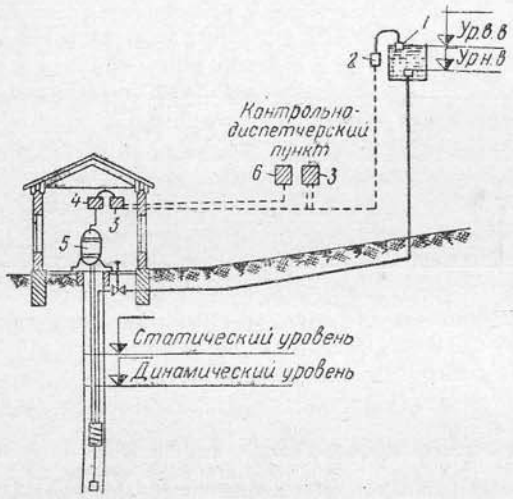


Рис. 32. Схема автоматического управления насосом

Поплавковые реле уровней часто заменяют беспоплавковыми следующих типов: сильфонными, манометрическими, диафрагменными или электродными.

На рис. 31, *б* показана схема устройства сильфонного реле уровня. Прибор представляет собой гофрированную тонкостенную трубу *1*, заглушенную с концов, нижняя часть которой соединена с трубопроводом *2*. К верхней части сильфона прикреплен рычаг *3*, переключающий контакты *4*. Пружина *5* сжимает трубку сильфона, а давление жидкости стремится растянуть ее. В зависимости от величины давления внутри сильфона рычаг *3* замыкает или разъединяет контакты *4* от линейных проводов электрической цепи $Л_1$ и $Л_2$, подводящей ток к электродвигателям насосов.

Для контроля давления применяют манометрическое реле с трубчатой пружиной, снабженное электрическими контактами (рис. 31, *в*) . В настоящее время выпускаются контактные манометры, контакты которых управляют электрической цепью напряжением до 380 *в*.

Схема автоматического управления насосной станцией при помощи поплавкового реле уровней изображена на рис. 32, на котором показана установка насоса в трубчатом колодце. При повышении уровня воды в водонапорном резервуаре до верхнего положения поплавок *1*, действуя через систему передач на датчик *2*, подает сигнал приборам *3*, находящимся в насосной станции и контрольно-диспетчерском пункте. Сигнальный прибор *3* соединен с приборами

управления *4* ; последние, получив сигнал, выключают электродвигатель насоса *5*.

Пуск насоса производят при понижении уровня в водонапорном резервуаре до нижнего предела. В этом случае полученный сигнал передается на прибор управления *4*, который включит электродвигатель насоса в работу. С помощью контрольного прибора *6*, установленного в диспетчерском пункте, можно проверить выполнение операций пуска или остановки двигателя насоса в соответствии с полученным сигналом.

Глава VI
ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

§ 15. СХЕМЫ И ТРАССИРОВКА ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Наружная водопроводная сеть является одной из основных частей каждого водопровода. Стоимость водопроводной сети населенных мест составляет около 50—70% стоимости всего водопровода, поэтому ее трассировке, конструированию и сооружению должно уделяться большое внимание.

Советские ученые А. А. Сурин, Н. Н. Гениев, Л. Ф. Мошнин, В. П. Сироткин, М. М. Андрияшев, В. Г. Лобачев, Н. Н. Абрамов, М. В. Кирсанов, Ф. А. Шевелев и другие провели большую работу по развитию теории расчета, созданию методов и приемов расчета водопроводных сетей, улучшению их работы и снижению стоимости.

Благодаря высокому развитию теории расчета были созданы условия для эффективного использования тех возможностей, которые дают современные средства вычислительной техники. В настоящее время для расчета многокольцевых сетей применяют электронные цифровые вычислительные машины — ЭЦВМ.

Водопроводные сети разделяются на магистральные линии и распределительные.

Магистральные линии служат для транспортирования транзитных масс воды; распределительные линии — для транспортирования воды из магистралей к отдельным зданиям, в которых потребители получают воду непосредственно из наружных распределительных линий.

Магистральные и распределительные линии должны иметь достаточную пропускную способность и обеспечивать необходимый напор воды в местах потребления.

Требуемая пропускная способность и напоры обеспечиваются правильным подбором диаметров труб при проектировании.

Надежность работы водопроводных сетей обеспечивается доброкачественностью материала труб и арматуры, а также укладки и монтажа.

Наименьшая стоимость водопроводных сетей получается при прокладке их по кратчайшим путям от источников воды до мест потребления.

По очертанию в плане водопроводные сети бывают тупиковые, кольцевые.

Тупиковая сеть, схема которой показана на рис. 33,*а*, короче кольцевой (рис. 33, *б*), но не может гарантировать бесперебойной

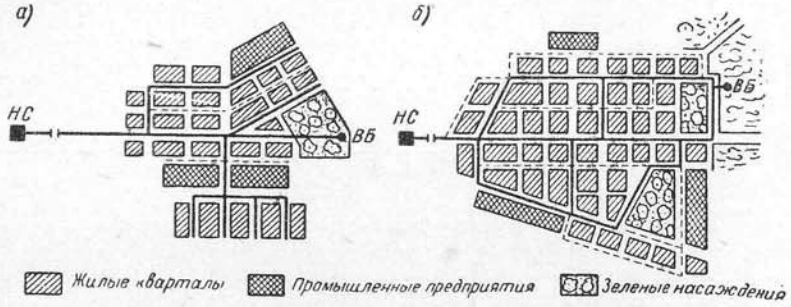


Рис. 33. Водопроводная сеть:
а — разветвленная; *б* — кольцевая; *НС* — насосная станция; *ВБ* — водонапорная башня

подачи воды, потому что в момент ликвидации аварии на одном участке магистрали все последующие за ним участки вместе с ответвлениями не будут снабжаться водой.

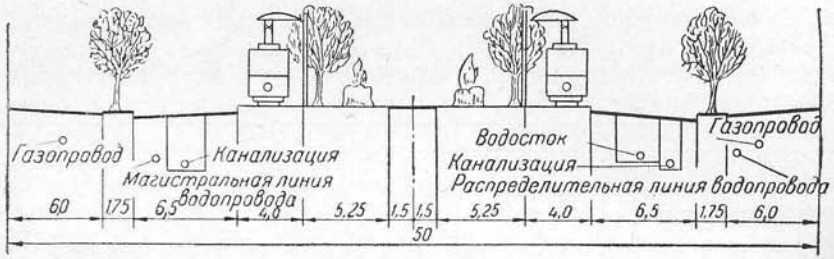


Рис. 34. Расположение трубопроводов на городской магистрали большой ширины

Кольцевые сети более надежны в эксплуатации, так как в случае аварии на одной из линий при ее выключении потребители будут снабжаться водой по другой линии.

Водопроводные сети, являющиеся противопожарными, должны быть кольцевыми. Как исключение, допускают тупиковые линии длиной не более 200 *м*, когда приняты меры против замерзания этих линий.

Расстояние водопроводных сетей до зданий, сооружений, дорог, а также других сетей следует назначать в зависимости от конструкций фундаментов зданий, типа дорог, глубины заложения, диаметра и характера сетей, напора в них и размеров колодцев.

Примерное расположение водопроводных и других труб на улице большого города показано на рис. 34.

§ 16. РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Сущность расчета водопроводных сетей сводится к подбору правильных диаметров труб и определению потерь напора для преодоления сопротивлений в трубах при пропуске по ним расчетных расходов воды. Определять потери напора необходимо для расчета водопроводных сооружений, работающих совместно с сетью (водонапорной башни, насосов, подающих воду в сеть).

При расчете хозяйственно-противопожарной сети необходимо учитывать: 1) пропуск сетью максимальных расходов воды; 2) подачу воды для тушения пожаров в период наибольшего потребления воды на другие нужды.

Сеть с контррезервуаром (называемую так в случае расположения водонапорной башни на противоположном конце сети по сравнению с ее питанием) проверяют на пропуск транзитного расхода в башню с учетом соответствующих хозяйственных расходов.

а) Определение расчетного расхода воды для отдельных участков сети

Основой для определения расчетного расхода в участках сети служит схема отбора воды из сети. Из гидравлики известно, что в общем случае расчетный расход воды для водопроводной трубы равен

$$Q = Q_т + \alpha Q_п, \qquad (20)$$

где $Q_т$ — транзитный расход воды;
$Q_п$ — равномерный путевой отбор воды из сети;
α — коэффициент, зависящий от соотношения величин транзитного и путевого расходов и от степени равномерности фактического отбора воды по длине линии, равный 0,5—0,58.

Проф. Н. Н. Гениев предложил принимать условную схему водоразбора из магистралей городских водопроводов, по которой количество воды $Q_п$, отбираемой из участка сети, пропорционально длине этого участка:

$$Q_п = q_{уд} l, \qquad (21)$$

где $q_{уд}$ — приходящийся на 1 *м* сети расход, который им назван удельным.

Инж. М. М. Андрияшев предложил для упрощения расчетов принимать коэффициент эквивалентности α, равный 0,5 и заменить путевой отбор воды узловым. При этом отбор воды из каждого узла сети равен полусумме путевого отбора воды из участков сети, примыкающих к данному узлу.

Расчетный расход при узловом водоотборе равен транзитному, транспортируемому в последующие участки сети.

б) Определение диаметров труб

После определения расчетных расходов воды на каждом участке сети приступают к гидравлическому расчету сети.

Из гидравлики известно, что расход воды

$$Q = \omega v, \tag{22}$$

где ω — площадь поперечного сечения труб;

v — скорость воды в трубах.

Для водопроводных труб круглого сечения $\omega = \frac{\pi D^2}{4}$, откуда

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}. \tag{23}$$

Эта формула показывает, что диаметр труб зависит не только от расхода, но и от скорости. Величины скорости воды v в трубах обычно намечают заранее.

Чем меньше скорость v, тем больше будет диаметр труб, следовательно, будет завышена строительная стоимость водопроводной сети. Чем больше скорость в трубах, тем будут большие потери напора на гидравлические сопротивления. Для преодоления их требуются насосы большой мощности, а следовательно, и излишние затраты энергии на подъем воды, т. е. эксплуатационные расходы. Поэтому для уменьшения эксплуатационных расходов следовало бы брать скорость возможно меньшую. Выбрать экономически наиболее целесообразный диаметр трубы можно только после сопоставления нескольких вариантов и сравнения стоимостей строительной и эксплуатационной. Облегчают эту задачу данные об экономически выгодных скоростях.

Для определения величин экономически наивыгоднейших скоростей (или диаметров) в зависимости от ряда экономических факторов предложены различные методы расчета водопроводных сетей*.

В практике проектирования сетей пользуются приближенным методом подбора диаметров труб по средним экономичным скоростям, которые были выявлены в результате исследований, а также опыта проектирования и эксплуатации.

* Л. Ф. Мошнин. Технико-экономический расчет водопроводных сетей. Стройиздат, 1947; М. В. Кирсанов. Экономический расчет водопроводных сетей, 1949; Н. А. Абрамов, М. М. Поспелова. Расчет водопроводных сетей. Госстройиздат, 1962.

Экономичные скорости в трубах водопроводных сетей по данным проф. В. П. Сироткина* рекомендуется принимать по следующей таблице.

Экономичные скорости в трубах

D, мм	v, м/сек (от и до)	$v_{сред}$	D, мм	v, м/сек (от и до)	$v_{сред}$
100	0,15—0,86	0,5	350	0,47—1,58	1,0
150	0,28—1,15	0,7	400	0,50—1,78	1,1
200	0,38—1,47	0,9	450	0,60—1,94	1,3
250	0,38—1,48	0,9	500	0,70—2,10	1,4
300	0,41—1,52	1,0	600	0,95—2,60	1,8

При расчете сети на пропуск пожарных расходов допускают повышенные скорости до 3 *м/сек*, но при этом проверяют потерю напора в трубах, которое не должно быть выше допускаемого.

в) Определение потерь напора на отдельных участках

Наметив диаметры труб по экономически выгодным скоростям, приступают к определению потерь напора в трубах на каждом отдельном участке.

Потерю напора на трение в водопроводных трубах определяют по известным формулам гидравлики. Для гидравлического расчета водопроводных труб применяют следующую формулу:

$$h = \lambda \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{L}{D}. \tag{24}$$

Обычно определяют потерю напора (так называемый гидравлический уклон) на единицу длины трубопровода (на 1, 100 или 1000 *м*).

$$i = \frac{h}{L} = \lambda \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{1}{D},$$

где λ — коэффициент сопротивления (трения) по длине, зависящий от материала труб, степени шероховатости их стенок и диаметра;

D — расчетный внутренний диаметр трубы, *м*;

v — средняя скорость движения воды, *м/сек*;

g — ускорение силы тяжести, *м/сек*^{2};

L — длина трубопровода, *м*.

* В. П. Сироткин. Схемы и расчет водоводов и водопроводных сетей, «Высшая школа», 1968.

Величина λ зависит от режима движения жидкости, а также от скорости и расхода воды и определяется по формулам, составленным на основании опытов с трубами различных типов и материалов.

В результате исследований, проведенных Ф. А. Шевелевым в институте ВОДГЕО, получены зависимости, определяющие значение коэффициента λ. Исследованиями установлено, что трубы, бывшие в употреблении, при скоростях $v \geqslant 1{,}2$ *м/сек* работают в квадратичной области и при $v < 1{,}2$ *м/сек* в переходной области. При $v \geqslant 1{,}2$ *м/сек* (квадратичная область):

$$i = 0{,}00107 \frac{v^2}{D^{1,3}}. \qquad (25)$$

При $v < 1{,}2$ *м/сек* (переходная область);

$$i = 0{,}000912 \frac{v^2}{D^{1,3}} \left(1 + \frac{0{,}867}{v}\right)^{0,3}. \qquad (26)$$

Для асбестоцементных труб расчетные таблицы составлены по формуле 27.

$$i = 0{,}000561 \frac{v^2}{D_{\text{р}}^{1,190}} \left(1 + \frac{3{,}51}{v}\right)^{0,190}. \qquad (27)$$

По формулам 25, 26 и 27 составлены таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных и асбестоцементных водопроводных труб. Пользование таблицами облегчает расчет по определению потерь напора и скоростей в зависимости от диаметра труб и расхода*.

При пользовании таблицами по заданному расчетному расходу q, *л/сек* намечают D, исходя из условия, чтобы скорость v была в пределах ее экономических значений, указанных выше, и находят по таблицам значение 1000 i (которые даны в *мм* на 1 *м*). При промежуточных значениях q производят интерполяцию. Потерю напора на всем расчетном участке определяют, умножая найденное значение 1000 i на длину участка.

Пример 1. Требуется определить D чугунного трубопровода длиной 800 *м* и потерю напора в этом трубопроводе при расходе $q = 34{,}3$ *л/сек*.

Р е ш е н и е. По таблице института ВОДГЕО наиболее подходящим является диаметр $D = 200$ *мм*, так как скорость создается в рекомендуемых выше экономических пределах.

Для определения 1000 i при $q = 34{,}3$ *л/сек* производим интерполяцию, исходя из значения 1000 $i = 10{,}6$ *м* при $q = 34$ *л/сек*:

$$1000i = \frac{34{,}3 \cdot 10{,}6}{34} = 10{,}7 \text{ м}.$$

---

* ВОДГЕО (Ф. А. Шевелев). Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных и асбестоцементных водопроводных труб, изд. 3. Госстройиздат, 1962.

Потеря напора в трубопроводе длиной $l =$ 800 *м* будет равна

$$h = 10{,}7 \cdot 0{,}80 = 8{,}63 \text{ м}.$$

Путем интерполяции же находим скорость v в трубопроводе

$$\frac{34{,}3 \cdot 1{,}09}{34} = 1{,}1 \text{ м/сек}.$$

Потерю напора на единицу длины с достаточной для практики точностью можно определять по упрощенной формуле

$$i = AQ^2, \qquad (28)$$

где $A = \frac{0{,}001736}{d^{5,3}}$ — удельное сопротивление линии;

Q — расход воды, *м³/сек*.

Величина потери напора h в трубе длиной l определится по формуле

$$h = AlQ^2. \qquad (29)$$

Расчетные значения удельных сопротивлений A для стальных, чугунных и асбестоцементных водопроводных труб приведены в табл. 8.

Поправочные коэффициенты к расчетным значениям A при $v < 1$ *м/сек* для асбестоцементных труб приведены в табл. 9.

Таблица 8

Расчетные значения удельных сопротивлений А

Стальные трубы			Чугунные трубы		Асбестоцементные трубы ГОСТ 539—59		
ГОСТ 3262—62			ГОСТ 5525—61 и ГОСТ 9583—61 класса А		А для Q, м³/сек		
условный проход, мм	А (для Q, м³/сек)	А (для Q, л/сек)	условный проход, мм	А (для Q, м³/сек)	условный проход, мм	ВТ3, ВТ6, ВТ9	ВТ12
10	32 950 000	32,95	50	13360	50	6851	—
15	8 809 000	8,809	80	1044	75	835,3	—
20	1 643 000	1,643	100	339,1	100	187,7	—
25	436 700	0,4367	125	103,5	125	76,08	—
32	93 860	0,09386	150	39,54	150	31,55	39,54
40	44 530	0,04453	200	8,608	200	6,898	8,632
50	11 080	0,01108	250	2,638	250	2,227	2,605
70	2 893	0,002893	300	0,9863	300	0,9140	1,083
80	1 168	0,001168	350	0,4368	350	0,4342	0,5115
100	267,4	0,0002674	400	0,2191	400	0,2171	0,2579
125	86,23	0,00008623	450	0,1187	500	0,07138	0,08489
150	33,95	0,00003395	500	0,06782		—	—

П р и м е ч а н и е. Для стальных и чугунных труб даны значения A при средней скорости движения воды $v \geqslant 1{,}2$ *м/сек*. При меньших скоростях движения воды в значения удельных сопротивлений A необходимо вводить поправку на неквадратичность зависимости потерь напора от средней скорости движения воды (см. табл. 9).

Таблица 9

Поправочные коэффициенты К к расчетным значениям А для стальных, чугунных, а также асбестоцементных труб

v, *м/сек*	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
Для стальных и чугунных труб . . .	1,41	1,33	1,28	1,24	1,20	1,175	1,15	1,13
Для асбестоцементных труб	1,308	1,257	1,217	1,185	1,158	1,135	1,115	1,098
v, *м/сек*	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1,0*
Для стальных и чугунных труб . . .	1,115	1,10	1,085	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03
Для асбестоцементных труб	1,082	1,069	1,056	1,045	1,034	1,025	1,016	1,0

* При скорости воды 1,1 и 1,2 *м/сек* поправочные коэффициенты K для стальных и чугунных труб следует принимать соответственно 1,015 и 1,00, а для асбестоцементных труб—0,986 и 0,974.

Пример 2. Определить потерю напора в стальном трубопроводе с условным проходом $d = 50$ *мм*, длиной $l = 150$ *м* при расходе $Q = 3$ *л/сек*.

Р е ш е н и е. По расчетной таблице (см. приложение IV) находим, что при этом расходе

$$1000i = 99{,}8; \quad v = 1{,}41 \text{ м/сек},$$

потеря напора на 150 *м* будет

$$h = i \cdot l = \frac{99{,}8}{1000} \cdot 150 = 14{,}97 \text{ м}.$$

Величину потерь напора можно определить также по удельному сопротивлению A. По табл. 8 имеем $A = 0{,}01108$ (для Q в *л/сек*).

Так как средняя скорость движения воды более 1,2 *м/сек*, коэффициент K вводить не требуется.

Тогда потеря будет равна

$$h = ALQ^2 = 0{,}01108 \cdot 150 \cdot 3^2 = 14{,}96 \text{ м}.$$

Пример 3. Определить потерю напора в чугунном трубопроводе с условным проходом $d = 150$ *мм* класса A, длиной $l = 200$ *м* при расходе воды $Q = 7$ *л/сек* $= 0{,}007$ *м³/сек*.

Р е ш е н и е. По расчетной таблице ВОДГЕО имеем

$$1000i = 2{,}46; \qquad v = 0{,}4 \text{ м/сек}.$$

Следовательно,

$$h = i \cdot l = \frac{2{,}46}{1000} \cdot 200 = 4{,}92 \text{ м}.$$

Тот же результат получим при определении потерь напора по удельному сопротивлению A. По табл. 8 $A = 39{,}54$ (для Q в *м³/сек*). Так как средняя скорость движения воды менее 1,2 *м/сек*, следует ввести поправочный коэффициент K, значение которого по табл. 9 при $v = 0{,}4$ *м/сек* равно 1,21.

г) Расчет тупиковой сети

Требуется определить диаметр труб, потери напора в трубах тупиковой сети, изображенной на рис. 35,*а* с отбором воды в узлах сети, построить на чертеже линию пьезометрических напоров и определить высоту водонапорной башни при заданном наименьшем свободном напоре $H = 20$ *м*.

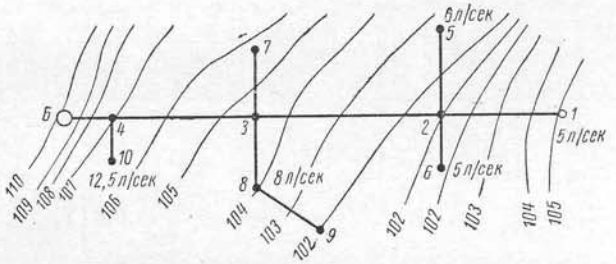


Рис. 35 а. Схема к расчету тупиковой сети

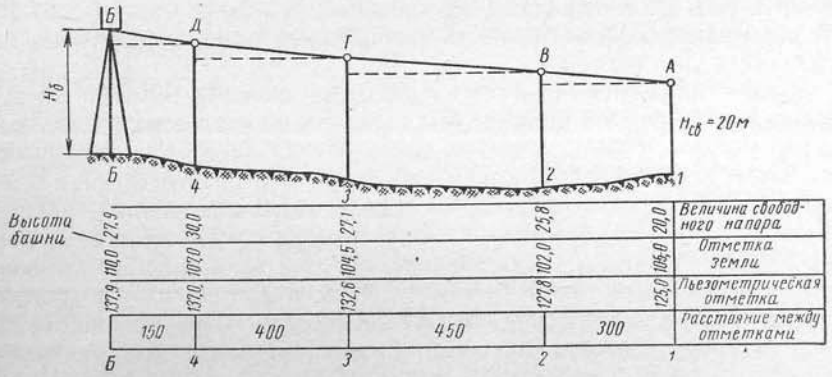


Рис. 35 б. Линия пьезометрических напоров

Р е ш е н и е. Для расчета составляем таблицу (см. табл. 10), куда вносим известные данные и результаты подсчета. Отметим, что в данном случае при отборе воды в узлах сети расчетный расход для каждого участка сети равен соответствующему транзитному расходу. Так, расчетный расход для участка *1—2* равен 5 *л/сек*, для участка *2—3* $5 + 6 + 5 = 16$ *л/сек*.

Соответственно расчетным расходам воды для других участков, показанных на рис. 35,*а*, подберем диаметры труб, принимая при этом скорости в пределах, указанных в § 16. Затем определим потери напора на отдельных участках главной магистрали, пользуясь таблицами ВОДГЕО, и определяем сумму потерь напора в магистрали от водонапорной башни до наиболее удаленной точки.

Отложив в точке *1* величину заданного свободного напора $H_{св} = 20$ *м*, получим начальную точку A пьезометрической линии. В точке *2* напор,

очевидно, должен быть выше напора в точке *1* на величину 2,82 *м* (потери напора в трубах на участке *1—2*), которую берем из табл. 10; отложив ее, получим точку *В*. Таким же образом находим точки *Г*, *Д* и *Б* пьезометрической линии.

Линию *АВГДБ* называют пьезометрической линией. Пьезометрическая отметка в точке *Б* будет одновременно отметкой дна бака башни. В нашем примере величина этой отметки 137,93 *м*. Вычитая из нее величину отметки поверхности земли, получим высоту башни, которая равна 137,93 — 110 = = 27,93 *м*.

Таблица 10

Узловые точки	Отметка, *м*	Наименование участка	Длина, участка, *м*	Расчетный расход, *л/сек*	Диаметр трубы, *мм*	Скорость воды, *м/сек*	Потери напора 1000, *м*	Потери на всем участке, *м*
1	105	1—2	300	5,0	100	0,63	0,94	2,82
2	102	2—3	450	16,0	150	0,90	1,06	4,77
3	104,5	3—4	400	35,5	200	1,12	11,0	4,40
4	107	4—6	150	48,0	250	0,97	6,28	0,94
Б	110							
							Итого	12,93

Для построения линии пьезометрических напоров и определения высоты башни вычерчивают продольный профиль (рис. 35, *б*) по главной магистрали от башни до наиболее удаленной от нее точки *1* с указанием их отметок.

Далее проверяют величины свободных напоров во всех точках ответвлений: они не должны быть менее заданного свободного напора.

В том случае,когда в каком-либо узле или на ответвлении сети величина свободного напора окажется меньше заданной, нужно увеличить либо высоту башни, либо диаметр трубы этого ответвления, чтобы уменьшить сопротивления, или же (при проектировании водопроводной сети промышленных предприятий) поставить насосы внутри здания для повышения напора во внутренней сети. Этот вопрос решается путем технико-экономического сравнения вариантов.

д) Расчет кольцевой сети

Для водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий чаще всего применяют замкнутые кольцевые сети. Питание кольцевых сетей может осуществляться иногда с одной стороны водопроводной сети, иногда с двух или нескольких сторон сети. Приступая к расчету кольцевых сетей сначала намечают направление потоков воды во всех участках сети. Далее определяют удельные и путевые расходы по линиям, потом заменяют путевые расходы расходами в узлах сети, где учитывают имеющиеся в них крупные сосредоточенные расходы

В целях уменьшения количества расчетных участков крупные сосредоточенные расходы, расположенные на расстоянии, не превышающем 100 *м* от ближайшего узла, могут быть учтены вместе с расходами в этом узле. Определяя расчетные расходы, необходимо соблюдать условие, чтобы количество воды, притекающее к узлу (условно положительное), было равно количеству ее, вытекающему из этого узла (условно принимаемому за отрицательное).

С учетом предварительных расчетных расходов воды подбирают диаметры труб для отдельных участков сети и вычисляют потери напора на преодоление сопротивлений движению воды в трубе.

Из курса гидравлики известно, что для любого замкнутого водопроводного кольца, находящегося в гидродинамическом равновесии, сумма потерь напора на участках с движением воды по часовой стрелке равна сумме потерь напора на участках с движением воды против часовой стрелки, т. е.

$$\sum SQ^2 = 0. \qquad (30)$$

При этом наблюдатель предполагается стоящим внутри кольца.

Рассчитывая сеть, этого равенства потерь напора обычно не получают. Разность потерь напора Δh называют невязкой кольца, большей или меньшей нуля. В том случае, когда абсолютная величина окажется больше допускаемой невязки, производят увязку сети.

В процессе увязки сети предварительные расчетные расходы соответственно уменьшают или увеличивают (соблюдая при этом баланс воды в узлах сети) с таким расчетом, чтобы невязка, получив приращение, оказалась равной по абсолютной величине.

Приращение расходов очень часто определяют способом «произвольных повторных попыток». Этот способ состоит в том, что численные величины q (расходов) назначают интуитивно, соблюдая баланс воды в узлах. Успех этого способа в большей мере зависит от опытности расчетчика; при расчете многокольцевых сетей этот способ является весьма трудоемким.

Инженером М. М. Андрияшевым предложен оригинальный способ увязки сети, заключающийся в следующем. Результаты определений и вычислений (q, D и S) наносят на отдельные схемы сети, на этих схемах указывают вычисленные по таблицам или по формуле потери напора на участках сети $h = SQ^2$, невязки потерь напора в отдельных кольцах и знаки невязки; если невязка получилась за счет большей потери напора в участках, где поток движется по часовой стрелке, ее называют положительной, в противоположном — отрицательной. После этого в распределение расходов вносят исправления, для чего от перегруженной ветви отнимают, а к недогруженной прибавляют увязочный расход.

После исправлений вновь определяют потери напора и невязки потерь напора в кольцах до тех пор пока невязки станут меньше

допустимых величин (примерно 0,3—0,5 *м* для одного кольца или 1—1,5 *м* для объемлющего контура сети).

Поправочные расходы воды в кольцевой сети определяют по упрощенной формуле М. М. Андрияшева:

$$\Delta q = q_{ср} \frac{\Delta h}{2\Sigma h}, \qquad (31)$$

где $q_{ср}$ — среднее значение расчетного расхода для каждого кольца;

Σh — сумма потерь напора (арифметическая) на участках кольца.

Расчет сети для каждого расчетного случая включает еще определение скоростей в расчетных участках, пьезометрических отметок и свободных напоров в узлах сети.

Все данные, приведенные на схеме, дают полную характеристику условий работы сети. Большие скорости на некоторых участках указывают на заниженность диаметров труб, равно как весьма малые скорости на отдельных участках — на завышенные диаметры труб на этих участках.

Проф. В. Г. Лобачевым предложен аналитический метод увязки сети при помощи решения системы n уравнений (где n — число колец). Сущность этого метода заключается в следующем.

Как было указано выше, для любого кольца при первоначальном распределении расходов получена величина невязки кольца

$$\Delta h = \sum SQ^2. \qquad (32)$$

После введения увязочного расхода получаем допустимую невязку

$$\Delta h_{доп} = \sum S(Q+\Delta q)^2. \qquad (33)$$

Вычитая почленно второе равенство из первого, получим

$$\Delta h - \Delta h_{доп} = \sum SQ^2 - \sum S(Q+\Delta q)^2. \qquad (34)$$

Правую сторону этого равенства можно преобразовать так:

$$\Delta h - \Delta h_{доп} = \sum [SQ^2 - S(Q+\Delta q)^2]. \qquad (35)$$

Возведя в степень, сократив и пренебрегая членом с квадратом увязочного расхода, получим

$$\Delta h - \Delta h_{доп} = -2\sum S\Delta qQ, \qquad (36)$$

откуда

$$\Delta q = \frac{\Delta h - \Delta h_{доп}}{2\Sigma SQ}. \qquad (37)$$

Считая $\Delta h_{доп} = 0$, имеем формулу для определения увязочного расхода кольца в том виде, в каком она предложена проф. В. Г. Лобачевым:

$$\Delta q = -\frac{\Delta h}{2\Sigma SQ}. \qquad (38)$$

Полученные для каждого кольца значения увязочных расходов вносят в расчетную схему для получения более точных расчетных расходов. Этот метод по существу является приближенным способом решения системы линейных уравнений. Во многих случаях ко-

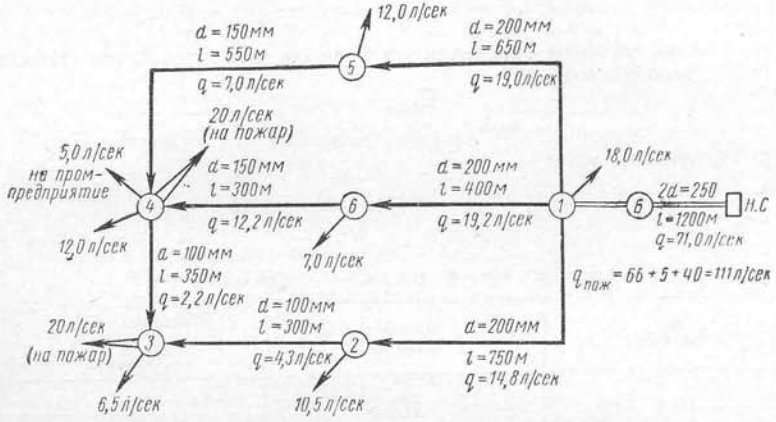


Рис. 36. Схема к расчету кольцевой сети

личество подсчетов оказывается не меньшим, чем при пользовании методом интуитивных попыток.

Существуют более точные формулы и методы расчета, однако большая вычислительная работа, требующая аккуратности при работе с этими формулами, ограничивает пределы применения их.

Ниже дан пример расчета двухкольцевой сети, изображенной на рис. 36.

Пример. Данные для гидравлического расчета сети следующие:

1. Генеральный план поселка, площадь которого $F = 52{,}2$ *га*.
2. Плотность населения $P = 500$ *чел/га*.
3. Здания оборудованы внутренним водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми колонками. По СНиП II-Г.3-62 норма водопотребления на одного жителя в сутки максимального водопотребления составит: $q_{макс} = 175$ *л/сут* при коэффициенте часовой неравномерности $A = 1{,}25$.
4. Водопроводная сеть состоит из чугунных раструбных труб длиной 3300 *м*.
5. Башня находится в начале сети.

Решение.

I. Определение расчетных расходов

Число жителей в поселке $500 \cdot 52{,}2 = 26\,100$ чел.

Максимальный суточный расход:

$$Q_{сут}^{макс} = q_{макс} N = 175 \cdot 26\,100 = 4\,560\,000 \text{ л/сут} = 4560 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

$$q_{сек}^{макс} = \frac{Q_{сут}^{макс} A}{86\,400} = \frac{4\,560\,000 \cdot 1{,}25}{86\,400} = 66{,}0 \text{ л/сек}.$$

Промышленное предприятие потребляет воды 5 *л/сек* (у точки № 4). Согласно СНиП II-Г.3-62, в поселке принимают два расчетных пожара по 20 *л/сек*.

II. Расчетная схема отдачи воды сетью

а) Сосредоточенные расходы: $q_{пром} = 5{,}0$ *л/сек*.

б) Удельные расходы: $q_{уд} = \frac{q_{макс.\ сек}}{\Sigma l} = \frac{66}{3300} = 0{,}02$ *л/сек* на 1 *м*.

в) Путевые расходы определим по формуле $q_{пут} = q_{уд} l_н$ (см. табл. 11).

г) Узловые расходы

$$q_{узл} = \frac{\Sigma q_{пут}}{2} \text{ (см. табл. 11а).}$$

д) Расчетный расход

$$q_{расч} = q_{тр} + \alpha q_{пут}, \text{ где } \alpha = 0{,}5.$$

Таблица 11

Определение путевых расходов

№ участков	Длина участка l, *м*	Путевой расход $q_{пут} = q_{уд} l$, *л/сек*
1—2	750	15,0
2—3	300	6,0
3—4	350	7,0
4—5	550	11,0
1—5	650	13,0
1—6	400	8,0
4—6	300	6,0
Итого . .	3300	66,0

Ведомость расчета двухкольцевой сети (к расчетной схеме рис. 36)

Расчет I кольца

№ участка	Длина l, *м*	Расход q, *л/сек*	Диаметр d, *мм*	Скорость v, *м/сек*	Сопротивление S	Sq	Потери $h=Sq^2$, *м*	Поправка $K_э$	Потери окончательные $h_{испр} = K_э h$, *м*
1—5	650	19,0	200	0,61	0,00587	0,1111	—2,12	1,114	—2,15
4—5	550	7,0	150	0,40	0,023	0,161	—1,13	1,2	—1,36
1—6	400	19,2	200	0,63	0,00361	0,0693	+1,33	1,12	+1,49
4—6	300	12,2	150	0,72	0,0126	0,154	+1,88	1,082	+2,04
						$\Sigma q = 0{,}4954$	$\Delta h = 0{,}04$		$\Delta h = +0{,}03$ *м*

Поправочный расход I кольца составит

$$\Delta q_I = -\frac{\Delta h}{2\Sigma Sq} = \frac{+0{,}04}{2 \cdot 0{,}4954} = +0{,}04 \text{ (этой величиной пренебрегаем).}$$

Расчет II кольца

1—2	750	14,8	200	0,47	0,00676	0,100	+1,48	1,171	+1,74
2—3	300	4,3	100	0,52	0,109	0,463	+2,02	1,14	+2,30
1—6	400	19,2	200	0,63	0,00361	0,0693	—1,33	1,12	—1,49
3—6	300	12,2	150	0,72	0,0126	0,154	—1,88	1,082	—2,04
3—4	350	2,2	100	0,32	0,127	0,280	—0,615	1,26	—0,774
							$\Delta h = 0{,}325$		$\Delta h = -0{,}264$ *м*

Поправочный расход II кольца составит

$$\Delta q_{II} = +\frac{0{,}325}{2 \cdot 1{,}0723} + 0{,}151 \text{ (этой величиной пренебрегаем).}$$

Невязка потерь напора по контуру

$$\Delta h_{конт} = h_{1-2} - h_{1-5} - h_{4-5} - h_{3-4} = 0{,}244 \text{ м}.$$

Таблица 11а

Определение узловых расходов

№ точек	Узловой расход $q_{узл}$, *л/сек*
1	$\frac{q_{1-2} + q_{1-5} + q_{1-6}}{2} = \frac{13 + 15 + 8}{2} = 18$
2	$\frac{q_{1-2} + q_{2-3}}{2} = \frac{15 + 6}{2} = 10{,}5$
3	$\frac{q_{2-3} + q_{3-4}}{2} = \frac{6 + 7}{2} = 6{,}5$
4	$\frac{q_{3-4} + q_{4-6} + q_{4-5}}{2} = \frac{7 + 6 + 11}{2} = 12$
5	$\frac{q_{4-5} + q_{5-6}}{2} = \frac{11 + 13}{2} = 12$
6	$\frac{q_{4-6} + q_{6-1}}{2} = \frac{8 + 6}{2} = 7{,}0$
	Итого . . . 66

Вода подается из башни через узел *1*, откуда отдельные потоки расходятся по участкам *1—6*, *1—2* и *1—5*. В точки *4* и *3* требуется подавать воду для целей тушения пожаров в количестве 40 *л/сек*, а точку *4* 5 *л/сек* для производственных нужд. Кроме того, имеется равномерный отбор воды. Удельный отбор воды равен 0,02 *л/сек* на 1 *м*. Предполагаемое направление движения воды в участках сети показано стрелками на схеме сети.

В ведомости приведены предварительно намеченные расходы q, *л/сек* и в соответствии с ними намечены диаметры труб. В этой же ведомости приведены результаты подсчетов потерь напора в отдельных ветвях по таблицам ВОДГЕО.

При предварительном распределении потоков в отдельных ветвях колец потери давления оказались неравными. Увеличение расхода в недогруженных линиях и уменьшение его в перегруженных рассчитывают по формуле 38. Вычисленный поправочный расход по этой формуле для первого кольца составил 0,04 *л/сек*, а для второго — 0,151 *л/сек*.

В данном случае воспользоваться ими не представлялось необходимым, т. к. величина невязки внутри колец получилась меньше допустимой. Величина невязки потерь напора по контуру равна 0,244 *м*, т. е. также меньше допустимой.

Иногда увязку сети удается произвести только после введения нескольких поправочных расходов Δq 4—5 раз и более, пока невязка Δh не станет допустимой.

При расчете сети с контррезервуаром можно определить так называемую границу зон питания от башни и от насосов для периода наибольшего водопотребления.

Глава VII
КОНСТРУКЦИЯ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

§ 17. ТРУБЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

Для наружных водопроводных сетей применяют чугунные, стальные и асбестоцементные трубы, а в последнее время также пластмассовые трубы*. Для водоводов применяют чугунные, стальные, железобетонные трубы, в отдельных случаях деревянные (из клепок).

Чугунные трубы и фасонные части. Чугунные трубы (рис. 37, *а*) для напорных трубопроводов изготовляют у нас по ГОСТ 5525—61 и 9583—61 раструбные, т. е. один конец трубы расширенный называемый раструбом, а другой гладкий. Для нормального рабочего давления до 10 *ати* изготовляют водопроводные трубы внутренним диаметром от 50 до 1200 *мм*, длиной от 2 до 7 *м*. Для предохранения от коррозии чугунные трубы при их изготовлении асфальтируют внутри и снаружи.

В местах ответвлений труб, поворотов, переходов от одного диаметра к другому используют фасонные части, изготовляемые из чугуна. Фасонные части (рис. 37, *б*) в отличие от труб изготовляют не

* Подробно о трубах см. А. С. Москвитин, Н. Ф. Мосягин. Справочник по трубам, арматуре и оборудованию водопроводно-канализационных сооружений. Госстройиздат, 1958.

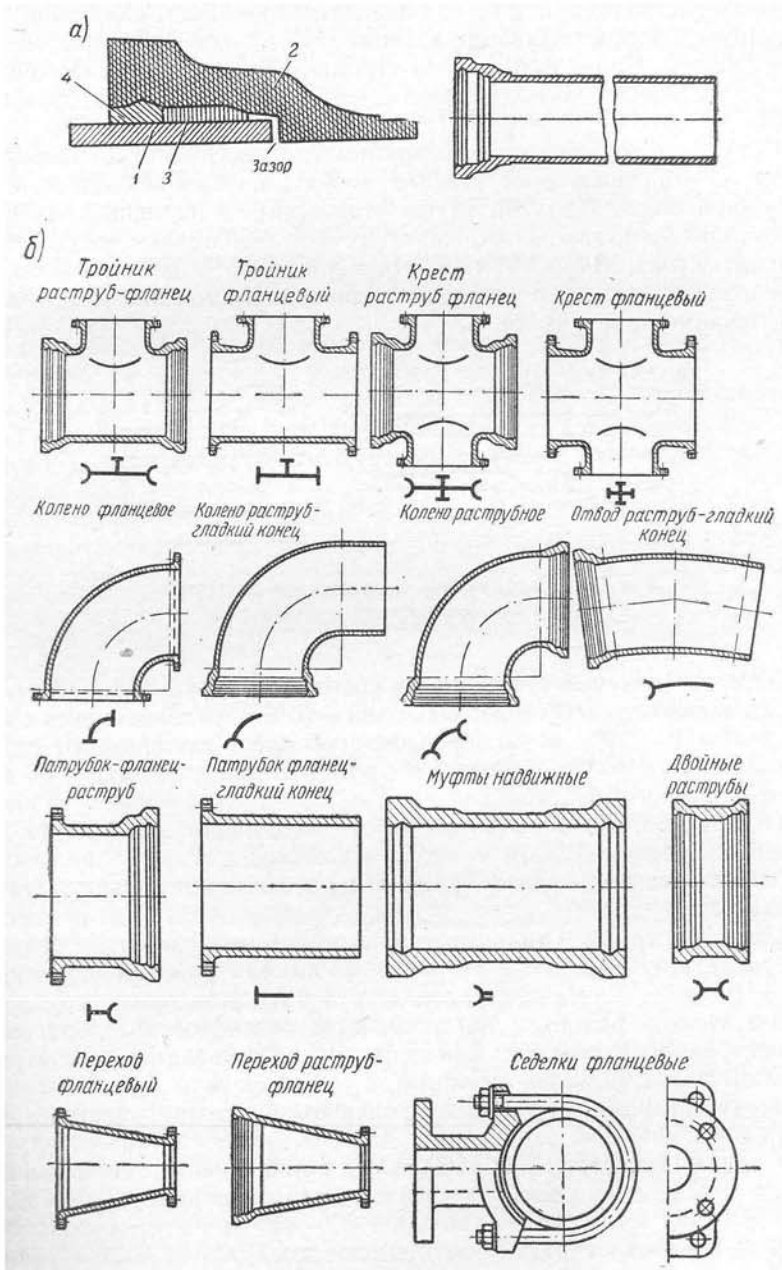


Рис. 37. Чугунные раструбные трубы и фасонные части:
а — раструбные трубы; *1* — гладкий конец трубы; *2* — раструб; *3* — просмоленная прядь; *4* — асбоцемент; *б* — водопроводные фасонные части

только с раструбными, но и с фланцевыми концами. Последние необходимы для присоединения задвижек и другой арматуры, имеющей фланцы. При отсутствии на строительстве чугунных фасонных частей их можно заменить стальными, свариваемыми из листовой стали.

Соединяют чугунные трубы при помощи раструбов. Для заделки раструба кольцевое пространство между внутренней стенкой и наружной стенкой другой трубы (примерно на половину глубины раструба) плотно законопачивают просмоленной прядью посредством конопатки (рис. 38,*а*). Остальную часть раструба заделывают асбестоцементом и тщательно уплотняют при помощи молотка и специальной чеканки (рис. 38, *б*).

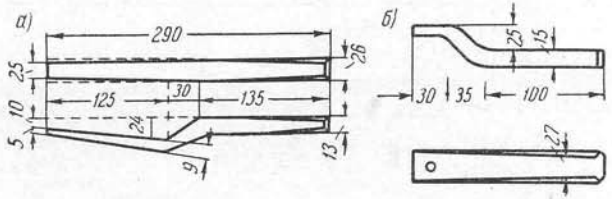


Рис. 38. Инструменты для заделки раструба:
а — конопатка; *б* — чеканка

Асбестоцементный заполнитель состоит из смеси 30% (по весу) сухого короткого асбестового волокна и 70% портландцемента с добавлением 10—12% воды. Увлажненную смесь закладывают слоями в раструб с последовательным уплотнением их чеканкой, по которой ударяют молотком.

Гидравлическое испытание таких соединений производят не раньше чем через 12—24 *ч* после чеканки.

Асбестоцементные стыки сравнительно эластичны и коррозионностойки.

Стальные трубы. Стальные трубы применяют главным образом при укладке водоводов и водопроводных линий с рабочим давлением выше 10 *ати*, а также при укладке труб в макропористых грунтах, в сейсмических районах, при устройстве переходов под дорогами, дюкеров, где требуется большая сопротивляемость динамическим нагрузкам и изгибающим усилиям.

Электросварные трубы с продольным швом, рассчитанные на внутреннее давление до 15 *ати* по ГОСТ 4015—58, изготовляют внутренним диаметром 400—1600 *мм*, длиной 5—6 *м*, при толщине стенок от 9 до 14 *мм*; бесшовные горячекатаные — по ГОСТ 8732-58 с условным проходом 200—800 *мм*. Бесшовные холоднокатаные и холоднотянутые изготовляют по ГОСТ 8734-58 с условным проходом до 200 *мм*.

Фасонные части для соединения стальных труб применяют такие же стальные, из листовой стали или из отрезков труб, вырезаемых по выкройкам и свариваемых между собой.

Стальные водо- и газопроводные трубы по ГОСТ 3262-62 изготовляют с условным проходом от 10 до 150 *мм*; оцинкованные используют для хозяйственно-питьевых водопроводов, а неоцинкованные (черные) для отопления (см. § 38).

Для наружных водопроводных сетей эти трубы применяют в редких случаях — для устройства ответвлений небольшого диаметра, а также для временных водопроводов.

Стальные трубы соединяют посредством сварки. Водо- и газопроводные трубы по ГОСТ 3262-62 можно соединять также на резьбовых муфтах.

Стальные трубы, уложенные в землю, подвергаются большой коррозии, вызывающей разрушение металла труб.

Укладываемые в землю стальные трубопроводы для защиты от коррозии покрывают битумной мастикой и крафт-бумагой в 1—3 слоя. В зависимости от степени коррозионного действия применяют нормальное, усиленное и весьма усиленное покрытие.

Асбестоцементные трубы. Асбестоцементные трубы напорные изготовляют по ГОСТ 539—59 из смеси портландского цемента и асбестового волокна следующих марок:

ВТ3	на рабочее давление	до	3	*ати*
ВТ6	»	»	6	»
ВТ9	»	»	9	»
ВТ12	»	»	12	»

Трубы изготовляют внутренним диаметром от 50 до 500 *мм*, длиной от 3 до 4 *м*

Преимуществами асбестоцементных труб являются их диэлектричность, вследствие которой трубы не подвергаются действию блуждающих электрических токов, малая теплопроводность, небольшой вес, гладкость стенок, сохраняющаяся в процессе эксплуатации, стойкость в отношении коррозии и достаточная механическая прочность.

К недостаткам таких труб следует отнести их плохую сопротивляемость ударам и динамическим нагрузкам; поэтому требуется особая осторожность при транспортировании и укладке их.

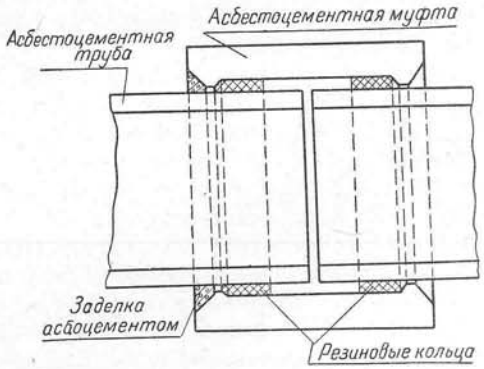


Рис. 39. Стыковые соединения асбестоцементных труб

Соединения асбестоцементных труб. Асбестоцементные трубы соединяют посредством асбестоцементных муфт (рис. 39) с уплотнением их резиновыми кольцами.

На внутренней поверхности муфты имеются выступы, удерживающие резиновые кольца. Эти кольца, зажатые между трубой и муфтой, создают герметичность соединения. Надевают муфты на трубы при помощи особого домкрата. Для более гибкого соединения применяют специальные металлические муфты (муфта Жибо) с болтовыми соединениями.

Железобетонные трубы. Для водоводов целесообразно применять напорные железобетонные трубы из предварительно напряженного железобетона большого диаметра условным проходом от 500 до 1500 *мм* на давление до 10 *ати*.

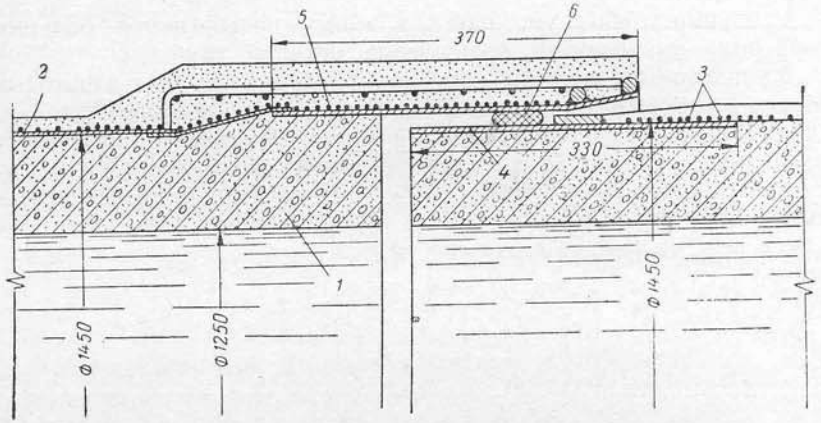


Рис. 40. Гибкое стыковое соединение, разработанное во ВНИИ ВОДГЕО:
1 — тело трубы; *2* — тонкостенный стальной цилиндр; *3* — спиральная напряженная арматура; *4* — обечайка гладкого конца трубы; *5* — раструбная обечайка; *6* — резиновое кольцо

Соединяют такие трубы при помощи муфт с резиновыми кольцами или при помощи стыковых соединений, представленных на рис. 40.

Конструкции железобетонных труб от предварительно напряженного железобетона внутренним диаметром от 500 до 1500 *мм* разработаны ГПИ Водоканал, НИИ ВОДГЕО и НИИжелезобетона.

Трубы из других материалов. Фанерные трубы. Хорошие результаты достигнуты в изготовлении фанерных труб. Изготовляют их навиванием двуслойной фанеры, слои которой в стенах труб склеены фенолформальдегидным клеем. Фанерные трубы (рис. 41, *а*) изготовляют согласно ГОСТ 7017—54 двух марок: Ф-1 и Ф-2 с внутренним диаметром от 50 до 300 *мм*, при толщине стенок от 86,5 до 13 *мм*, длиной 5—7 *мм*. Величина рабочего давления для труб Ф-1 от 3 до 5 *ати*, для труб Ф-2 от 6 до 10 *ати*.

Согласно ГОСТ 7017—54 трубы изготовляют с защитным покрытием от химического воздействия и гниения. Соединение труб производится конусными муфтами (рис. 41, *б*), герметичность достигается плотностью посадки. Производят соединение при помощи металлических фасонных частей. Вес фанерных труб и теплопроводность меньше металлических, пропускная способность больше, монтаж проще и дешевле металлических. Эти трубы нельзя применять для подачи воды питьевого качества.

Керамические трубы. Институт строительных материалов Украинской ССР разработал технологию изготовления керами-

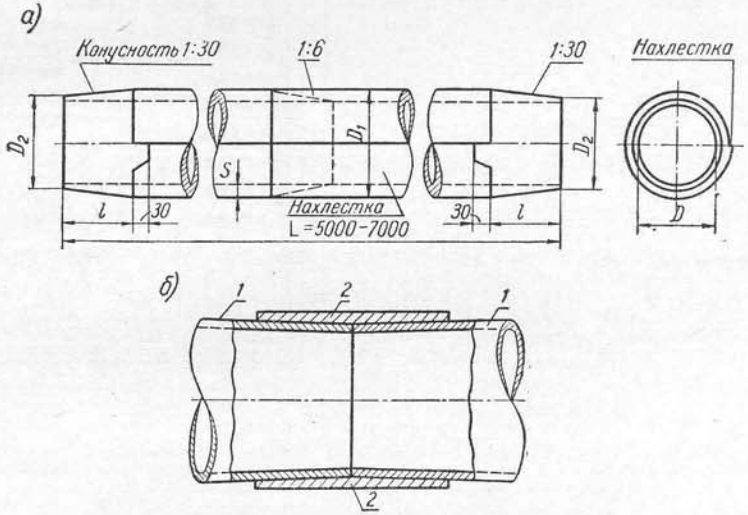


Рис. 41. Фанерные трубы:
а — форма и размеры; *б* — соединение труб конусными муфтами

ческих водопроводных труб, рассчитанных на рабочее давление 5—6 *ати*. Работа водопровода из этих труб показала хорошие результаты.

Пластмассовые трубы изготовляют с условным проходом от 50 *мм* и выше по ТУ. В последние годы эти виды труб применяют не только для внутренних, но и для наружных водопроводных сетей. Основные преимущества пластмассовых труб: коррозионная стойкость, меньшие гидравлические потери напора по сравнению с трубами из других материалов, незначительный вес; легкость заготовки и монтажа, большой срок службы, морозоустойчивость и диэлектричность. В настоящее время применяют трубы, изготовляемые из пластмассы: полиэтиленовые, полихлорвиниловые и из различных пластических масс, армированных стекловолокном (см. § 38).

Выбирать тип и материал труб необходимо с учетом значимости

проектируемого водопровода и условий его работы, создаваемых в сети давлений и качества грунтов.

С целью экономии металла следует применять трубы неметаллические. Отказ от применения неметаллических труб должен быть обоснован.

Глубину заложения водоводов и водопроводных сетей при подземной прокладке нужно принимать с учетом исключения возмож-

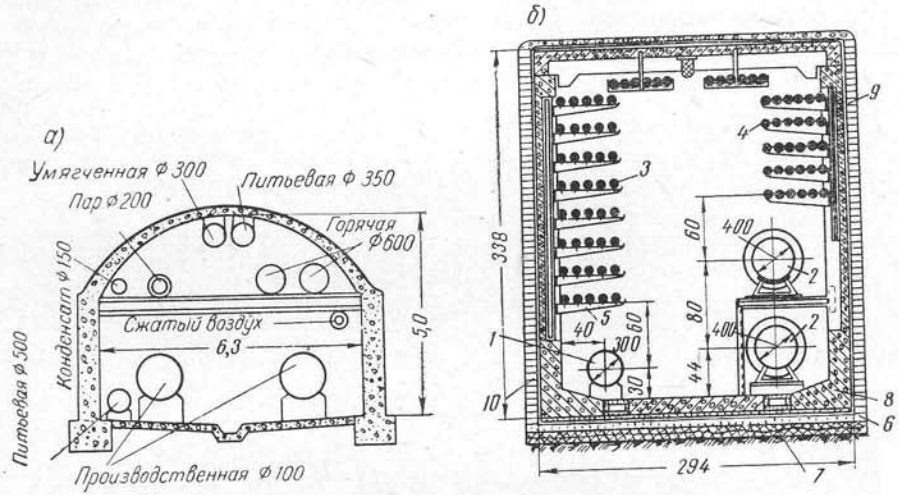


Рис. 42. Тоннели с трубопроводами:

а — устраиваемые на предприятиях; *б* — в крупных городах; *1* — водопровод; *2* — теплофикация; *3* и *4* — кабели; *5* — кронштейны; *6* — подготовка; *7* — щебенка; *8* — сборный железобетон; *9* — кирпичная облицовка; *10* — изоляционный слой

ности замерзания воды в зимний период года и недопустимого нагрева ее в летний период, а также повреждения труб внешними нагрузками от транспорта или иной временной нагрузки. При определении глубины заложения водопроводных линий надлежит учитывать условия пересечения их с другими подземными сооружениями.

Глубина заложения труб, считая до низа, должна быть больше расчетной глубины промерзания грунта при диаметре труб $d \leqslant 300$ *мм* — на $d + 0{,}2$ *м*; при $d \leqslant 600$ *мм* — на $0{,}75\ d$; более 600 *мм* — на $0{,}5\ d$.

При прокладке трубопроводов в зоне промерзания грунта материал труб и элементов стыковых соединений должен удовлетворять требованиям морозоустойчивости. Укладывать трубы на минимальных глубинах допускается в том случае, если они будут предохранены от динамических нагрузок (движение транспорта, тяжелых грузов и т. п.), но не менее чем на 1 *м* от поверхности земли.

Тоннели сооружают для прокладки трубопроводов различного назначения (теплофикационных, паропроводных и др.), в том числе и водопроводных. Такие тоннели устраивают в некоторых случаях

на промышленных предприятиях (рис. 42, *а*); применяют их и в крупных городах (рис. 42, *б*).

По санитарно-гигиеническим условиям канализационные трубопроводы в тоннелях укладывать нельзя. Тоннели обеспечивают надежность эксплуатации, так как предохраняют трубы от почвенной коррозии и влияния на них блуждающих токов и позволяют быстро вести ремонт большого числа подземных трубопроводов и других коммуникаций.

Типовые конструкции тоннелей из сборных железобетонных блоков, изготовляемых на бетонных заводах, разработаны Мосподземстроем. Тоннели могут быть проходные (не менее 1,8 *м* высоты) и полупроходные (не менее 1,3 *м* высоты). Трубопроводы помещают в тоннелях по стенам на кронштейнах, опорах, стеллажах, а иногда подвешивают к перекрытию.

§ 18. ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ

При пересечении с реками водопроводные трубы укладывают по дну протока в виде так называемого дюкера (рис. 43). Трубопроводы располагают не менее чем на 1 *м* ниже дна реки в траншее (во

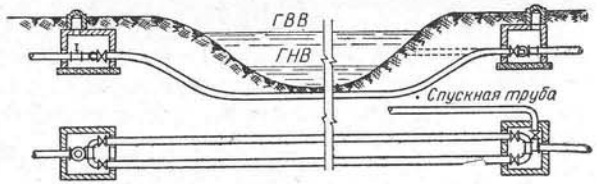


Рис. 43. Схема дюкера

избежание вымывания грунта из-под них и повреждения якорями). При пересечении рек дюкерами количество линий трубопроводов должно быть не менее двух. С обоих концов дюкера строят колодцы, в которых размещают задвижки для выключения отдельных линий дюкеров. Дюкеры обычно выполняют из стальных труб с весьма усиленной битумной изоляцией.

Переходы под железными и автомобильными дорогами. При пересечении трубопроводами железнодорожных линий и автомобильных дорог трубопроводы следует прокладывать в проходной галерее или футляре (кожухе), представляющем собой трубу большего диаметра на 200—300 *мм*. Эти устройства предохраняют от размыва полотно в случае разрыва водопроводной линии и позволяют производить ремонт линий без нарушений движения. Галереи устраивают обычно при пересечении

трубопроводами магистральных железнодорожных путей или несколько параллельных заводских путей ответственного назначения.

В остальных случаях предпочтительнее устройство футляров. Под второстепенными заводскими железнодорожными путями водопроводные трубы диаметром до 200—300 *мм* с рабочим давлением до 2—3 *ат* могут быть уложены без предохранительного кожуха на глубину с учетом вибрации от подвижного транспорта.

Особенности укладки труб в специальных условиях

В районах вечной мерзлоты приходится укладывать трубы в мерзлом грунте. Для предупреждения замерзания воды в трубах ее подогревают до нужной температуры, согласно теплотехническому расчету. Такой подогрев может производиться через трубчатые пароводонагреватели. Подогретая вода вызывает оттаивание мерзлого грунта, прилегающего к трубам, вследствие чего может произойти неравномерная осадка грунта. Поэтому уделяют внимание мерам предохранения водопроводов от повреждения в результате осадок грунта.

Наиболее удобен и экономичен способ прокладки трубопровода совместно с теплофикационными трубопроводами в специальных каналах или коробах с термоизоляцией.

При укладке трубопровода в макропористых грунтах* необходимо соблюдать следующие условия: трубы укладывать на достаточном расстоянии от фундаментов зданий и сооружений (от 5 до 15 *м* в зависимости от диаметра труб), а стыковые соединения чугунных труб заделывать асбестоцементом. Вводы в здания нужно укладывать выше подошвы фундамента в лотках со съемными крышками с уклоном не менее 0,02 от здания к контрольному колодцу. При укладке стальных труб диаметром 200 *мм* и более сварные стыки должны быть усилены (муфтами или лепестками).

Асбестоцементные трубы нельзя применять в грунтах II и III категории просадочности.

К устройству водопроводов в сейсмических районах предъявляется ряд требований.** Например, при сейсмичности в 8 и 9 баллов в слабых грунтах, насыщенных водой, трубы рекомендуется укладывать на твердом основании. При выборе трассы прокладку труб следует намечать в грунтах, наиболее устойчивых в сейсмическом отношении. Железобетонные трубы при рабочем давлении 6 *ат* и выше, укладываемые в районах с сейсмичностью 8 и 9 баллов, должны быть армированы предварительно напряженной арматурой.

---

* Основания и фундаменты зданий и сооружений на макроосадочных грунтах (нормы проектирования). СНиП II-Б. 6-62.

** Строительство в сейсмических районах (нормы проектирования). СНиП II-А. 12-62.

Соединения железобетонных и асбестоцементных труб должны применяться гибкие, допускающие осевое и продольное перемещение. Стальные трубы соединяют при помощи сварных или гибких стыков; при сейсмичности в 9 баллов стыки усиливают накладными муфтами на сварке.

Упоры. В местах поворотов водопроводных труб вследствие внутреннего давления возникают силы, действующие вдоль оси трубы и вызывающие продольное растяжение, усилие сдвига и отрыва колена, равные $R = 2P \sin\frac{\alpha}{2}$. При укладке раструбных труб продольные растягивающие силы могут вызвать расстройство раструбных соединений. Во избежание этого в местах поворота линий, устройства ответвлений, в концах тупиковых участков и т. п. устраивают упоры.

§ 19. ПРИЕМ И ИСПЫТАНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

При приеме сетей следует сверить, соответствует ли уложенная сеть проекту, проверить глубину заложения труб, прямолинейность оси уложенных труб, правильность установки вантузов, выпусков, установку арматуры в колодцах.

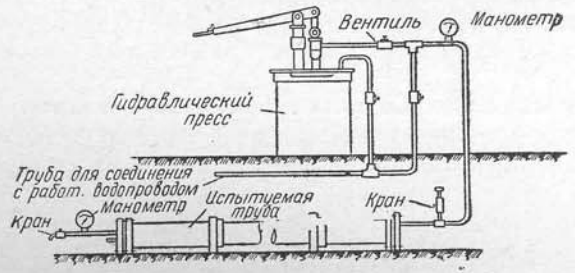


Рис. 44. Схема присоединения пресса от работающего водопровода

После наружного осмотра сетей трубопроводы испытывают на прочность и герметичность, а арматуру, кроме того, на исправность ее действия.

Испытания сетей производят под давлением воды, проверяя последовательно отдельные участки уложенных линий протяжением не более 1 *км*. Испытываемый участок с обоих концов закрывают глухими фланцами, укрепленными упорами, и с нижнего конца наполняют водой, вытесняя из трубопровода воздух. Затем передвижным прессом создают требуемое давление (рис. 44).

Гидравлические испытания трубопроводов производят дважды:

при открытых траншеях и после их засыпки. Стальные трубопроводы можно испытывать также пневматическим способом.

Испытательное давление $P_и$ для стальных труб устанавливают согласно действующим техническим условиям* и определяют из следующего выражения:

$$P_и = P_р K,$$

где $P_р$ — рабочее давление, *ати*;

K — коэффициент, принимаемый равным 1,25.

Величину испытательного давления создают не менее 10 *ати*, при этом превышение испытательного давления над рабочим должно составлять не менее 5 *ати*.

Для чугунных трубопроводов испытательное давление равно рабочему плюс 5 *ати*.

Испытательное давление для асбестоцементных труб принимается $P_и = P_р + 3$ *ати*, если они рассчитаны на рабочее давление свыше 6 *ати*, а рассчитанных на давление до 6 *ати* — рабочему давлению с коэффициентом 1,5. Для железобетонных трубопроводов испытательное давление равно рабочему плюс 3 *ати*.

Участки водопроводных сетей хозяйственно-питьевых водопроводов после гидравлического испытания перед сдачей их в эксплуатацию следует дезинфицировать и промыть. С этой целью сдаваемый участок трубопровода наполняют водой с содержанием 20—30 *мг/л* активного хлора на 1 *л* воды. Контакт хлора с водой в трубопроводе продолжается не менее суток. После дезинфекции участок промывают водой.

Сдачу-приемку водопроводных труб оформляют актом; приемной комиссии необходимо предъявить рабочие чертежи сдаваемых участков труб с внесением в них всех произведенных изменений и дополнений.

§ 20. АРМАТУРА ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

К арматуре водопроводной сети относятся задвижки по ГОСТ 5762-51, 9919-61, 10194-62, обратные клапаны по ГОСТ 9085-59, вантузы, водоразборные колонки и пожарные гидранты.

Задвижки устанавливают для выключения отдельных участков водопроводной сети на время ремонта и для переключения направления движения воды.

По сети задвижки размещают с таким расчетом, чтобы обеспечивались бесперебойное снабжение потребителей водой из гидрантов и возможность одновременного выключения не более пяти пожарных гидрантов и не более двух водоразборных колонок.

Применяется несколько видов задвижек: клиновые, параллельные и др. Задвижка с параллельными дисками (рис. 45) состоит из

* СНиП III-Г. 4-62. Госстройиздат, 1962.

корпуса *1* и крышки *2* с сальником. Шпиндель *3* при вращении не выходит наружу, но при его помощи поднимаются или опускаются диски *4*, которые открывают или закрывают трубу. Клинья *5*, расположенные между дисками, при вращении шпинделя прижимают диски к гнездам.

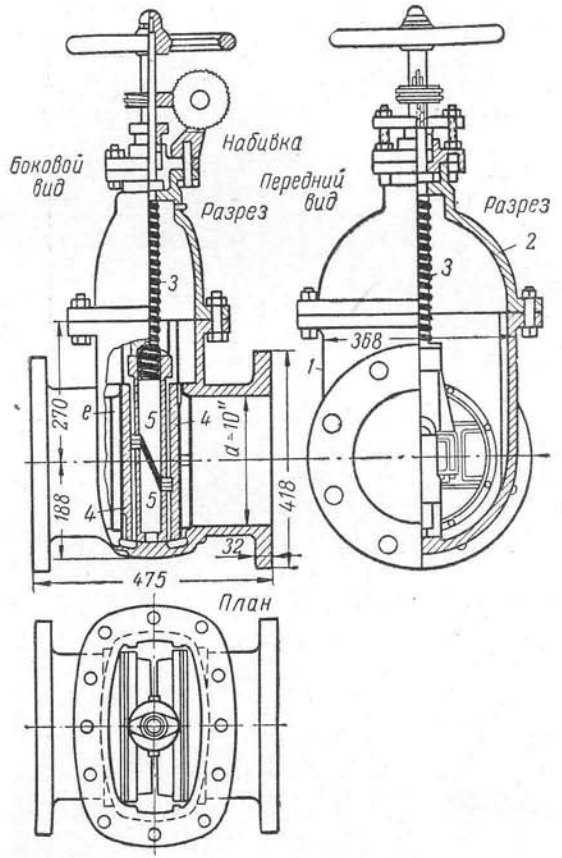


Рис. 45. Задвижка с параллельными дисками

При больших диаметрах труб задвижки закрывают и открывают с помощью гидропривода или электрических двигателей (рис. 46).

Обратный клапан (рис. 47), вмонтированный в корпусе *1*, пропускает воду только в одном направлении, а при движении воды в обратном направлении клапан *2* опускается на гнездо *4*, давлением воды плотно к нему прижимается, прекращая обратное движение воды. Резиновая или кожаная прокладка *3* обеспечивает герметичность прилегания клапана к гнезду *4*. Обратные клапаны устанавли-

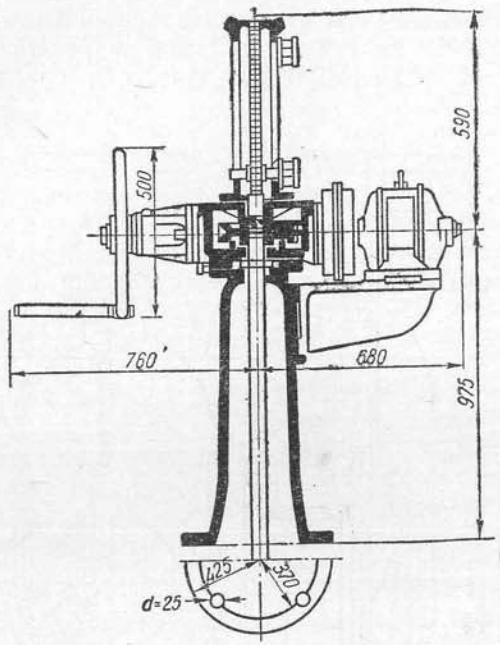


Рис. 46. Электрический привод для задвижек

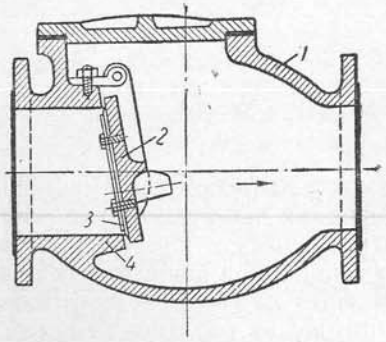


Рис. 47. Обратный клапан

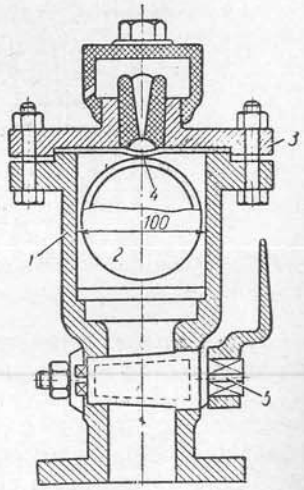


Рис. 48. Воздушный вантуз

вают в насосных станциях и на ответвлениях от сети в местах, где необходимо создать движение воды только в одном направлении.

Воздушные вантузы (рис. 48) применяют для автоматического выпуска воздуха, скапливающегося в повышенных точках сети вследствие засасывания его вместе с водой насосом или выделения

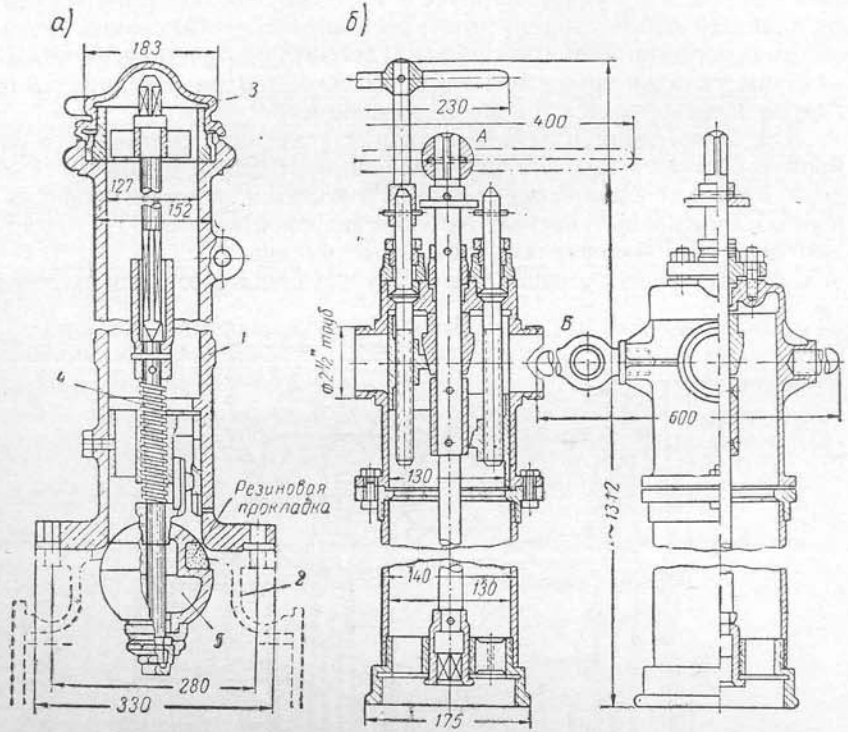


Рис. 49. Пожарный гидрант:
а — гидрант; *б* — стендер

непосредственно из воды. Их устанавливают в повышенных точках сети.

Вантуз представляет собой чугунный корпус *1*, внутри которого плавает полый шар *2*. При заполнении вантуза водой шар всплывает, закрывая в крышке *3* отверстие *4*. Накапливающийся воздух отжимает воду, и шар, опускаясь, открывает отверстие, через которое воздух выходит наружу. Кран *5* служит для отключения клапана от водопровода во время ремонта.

Пожарные краны (гидранты), изготовляемые по ГОСТ 8220—62, устанавливают на сети на расстоянии не более 150 *м* друг от друга, не ближе 5 *м* от стен зданий и не далее 2,5 *м* от края проезжей ча-

сти дороги. Должен быть обеспечен подъезд к гидрантам пожарных машин.

Пожарные гидранты бывают подземные и надземные; у нас применяются только подземные гидранты.

Подземный гидрант (рис. 49, *а*) устанавливают в водопроводном колодце в чугунном корпусе *1* на пожарной подставке *2*, представляющей собой тройник или крестовину с вертикальным фланцевым отростком диаметром 200 *мм*. Ствол гидранта в зависимости от глубины укладки труб имеет высоту 1250—2250 *мм*. Верхняя часть гидранта закрывается съемной крышкой *3*.

Для приведения в действие гидранта крышка снимается и на корпус устанавливают стендер (рис. 49, *б*). Вращая рукоятку стендера, приводят в движение стержень *4* колонки, который, поднимаясь или опускаясь, увлекает за собой шаровой клапан *5*. К отросткам стендера присоединяют пожарные рукава.

Водоразборные колонки (рис. 50) устанавливают для разбора

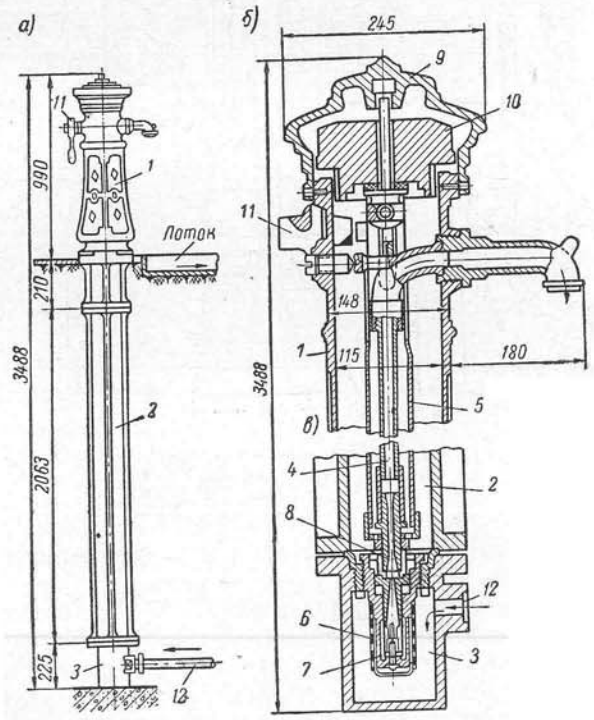


Рис. 50. Водоразборная колонка:

а — общий вид; *б* — деталь верхней части; *в* — деталь нижней части; *1* — чугунный корпус колонки; *2* — патрубок; *3*—водоприемник; *4* — подающая труба; *5* — трубчатая штанга; *6* — сетка; *7* — клапан; *8* — эжектор; *9* — колпак; *10* — груз; *11* — подъемный рычаг с рукояткой; *12* — патрубок для присоединения колонки к трубопроводу

воды из сети, если дома не оборудованы внутренним водопроводом. Колонки устанавливают на кирпичную или каменную подставку без устройства водопроводных колодцев и присоединяют к сети посредством ответвления. В настоящее время с ростом благоустройства населенных мест применение водоразборных колонок уменьшается.

§ 21. ВОДОПРОВОДНЫЕ КОЛОДЦЫ

Колодцы на водопроводной сети устраивают для размещения в них задвижек, вантузов, пожарных гидрантов и другой арматуры, а также присоединения ответвлений и устройства выпусков. Колодцы сооружают из сборного железобетона, хотя еще применяются кирпичные колодцы. Типы и размеры колодцев принимают в зависимости от количества размещаемых в них фасонных частей и арматуры. Железобетонные сборные колодцы устраивают круглыми и прямоугольными.

Следует применять только типовые водопроводные колодцы из сборного железобетона (рис. 51). На смотровых колодцах устанавливают чугунные люки.

Уровень люков колодцев при наличии мостовой должен быть выше уровня проезжей части не более чем на 2 *см*; в незамощенных про-

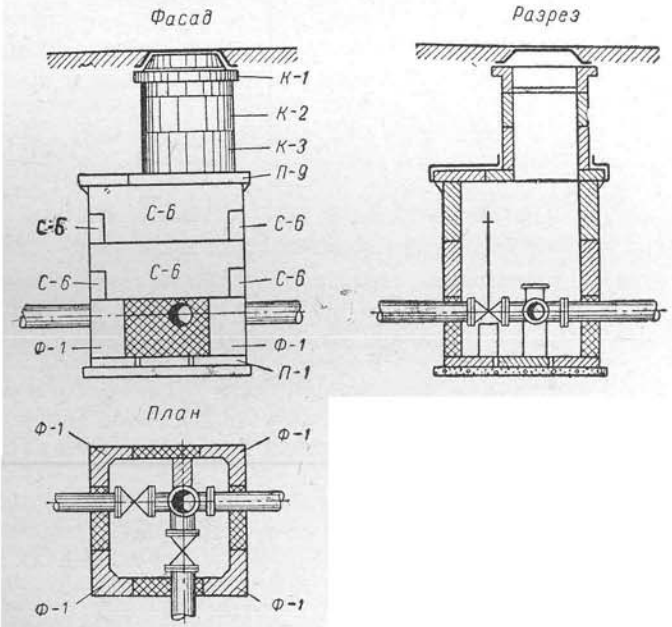


Рис. 51. Колодцы из сборного железобетона

ездах — на 5 *см* с устройством отмостки шириной 1 *м* вокруг люка. На усовершенствованных мостовых люки устанавливают на одном уровне с поверхностью мостовой.

Деталировка сети составляется для показа всей устанавливаемой арматуры и фасонных частей, необходимых для монтажа сети; она необходима также для определения размеров колодцев.

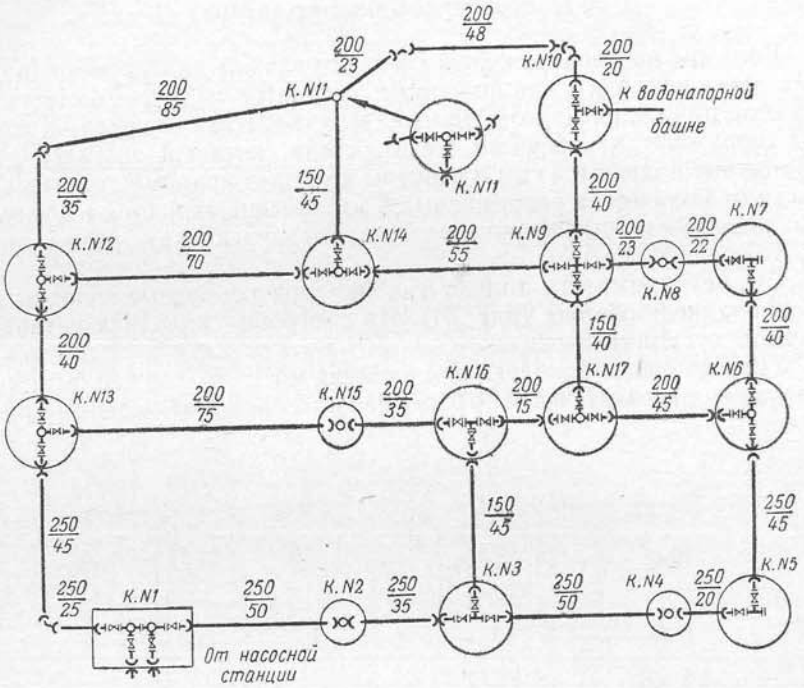


Рис. 52. Пример деталировки водопроводной сети (в числителе — диаметр линии в *мм*; в знаменателе — расстояние в *м*)

На рис.52 дан пример деталировки сети. Условными обозначениями указаны фасонные части и арматура. На схеме помечены диаметры труб (в числителе) длина участков трубопровода (в знаменателе) между колодцами.

Детали, имеющие одно и то же назначение и размеры, обозначают одинаковыми номерами. По данным чертежа деталировки составляют спецификацию фасонных частей, необходимую для их заказа.

Глава VIII
ОЧИСТКА ВОДЫ

§ 22. СВОЙСТВА ВОДЫ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ

К качеству воды, подаваемой для питьевых нужд населения, предъявляют высокие санитарные требования.

Качество воды природных источников характеризуется ее физическими свойствами, химическим составом и бактериальными загрязнениями.

Не всякую природную воду можно употреблять не только в быту, но и на производстве. О пригодности воды судят по следующим качествам: прозрачность и цветность, привкусы и запахи, общее количество растворенных солей, щелочность и жесткость, активная реакция, окисляемость и бактериологическая загрязненность.

В настоящее время действует ГОСТ 2874-54, в котором приведены требования к качеству воды, используемой для питья, а также для предприятий пищевой промышленности. ГОСТом указываются допускаемые пределы ухудшения физических свойств воды и содержание в ней химических соединений.

Свойства воды природных источников изучают путем анализа проб воды, при помощи которых определяют наличие в ней различных веществ неорганического и органического происхождения, взвешенных коллоидных, растворенных и микроорганизмов.

Физические свойства воды характеризуются ее температурой, мутностью (или прозрачностью), количественным и качественным содержанием взвешенных веществ, цветностью, вкусом и запахом

Температура поверхностной воды колеблется в пределах от 0 до 28—30°. Грунтовые воды имеют на глубине более 10 *м* постоянную температуру 4—8°.

Прозрачность воды измеряют в стеклянном цилиндре, на котором нанесена шкала измерений в сантиметрах. При этом определяют толщину слоя воды, через который можно прочитать текст, отпечатанный типографским шрифтом (Снеллена), или рассмотреть нанесенный черной краской на белой пластинке знак в виде двух крестообразно расположенных линий толщиной 1 *мм* (крест).

Прозрачность воды различают по шрифту. Прозрачной считается вода в том случае, когда специальный стандартный шрифт, помещенный в воду, читается на расстоянии не менее 30 *см*. Прозрачность определяют и «по кресту». При этом расстояние до креста по вертикали должно быть не менее 250—300 *см*.

Мутность воды характеризуется содержанием в ней взвешенных веществ, степенью их дисперсности, а также веществ в коллоидном состоянии и измеряется в *мг/л*. Количественное содержание взве-

шенных веществ в воде определяется фильтрованием пробы воды через фильтры. Метод определения описан в ГОСТ 3351—46. Мутность речной воды меняется в течение года и сильно повышается в период дождей и паводков. Мутность осветленной воды должна быть не более 2 *мг/л*.

Цветностью воды называют окраску (обычно желтоватую), которую может иметь природная вода (главным образом болотного происхождения) при наличии гуминовых веществ; цветность измеряют в градусах путем сравнения исследуемой воды с эталонами цветности.

Цветность воды не должна превышать 20°.

Вода в природных источниках может иметь различный вкус, (привкус) и запах. Так, по вкусу вода может быть горьковатой, соленой, кислой, сладковатой, по запаху — травянистой, землистой, затхлой, болотной, рыбной. Запахи и привкусы воды оцениваются баллами; при температуре воды 20° наличие привкусов в ней не должно превышать 2 балла.

Химический состав природной воды бывает весьма разнообразным.

Пригодность воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения определяют следующие данные: активная реакция, жесткость воды, содержание в ней свинца, мышьяка, фтора, меди, цинка, железа.

Активная реакция (pH) воды показывает степень щелочности или кислотности воды и характеризуется концентрацией водородных ионов pH, обозначающих отрицательный логарифм концентрации ионов водорода, выраженный в *г-ион/л*. При нейтральной реакции воды $pH = 7$, что означает 10^{-7} *г* водородных ионов в 1 *л* воды, при кислой $pH < 7$ и при щелочной $pH > 7$.

В случае осветления или умягчения воды активная реакция должна быть не менее 6,5 и не более 9,5 pH.

Жесткость воды определяют содержанием в ней растворенных солей кальция и магния и измеряют ее в миллиграмм-эквивалентах на 1 *л*.

Для получения значения жесткости количество вещества (*мг/л*), характеризующего жесткость, должно быть разделено на его эквивалентный вес. В ряде зарубежных стран жесткость воды измеряют в немецких градусах (°H). 1° H жесткости выражает содержание в 1 *л* воды 10 *мг* CaO или 7,19 *мг* MgO. Жесткость, выраженную в немецких градусах, для перевода в *мг-экв/л* делят на 2,80 (1 *мг-экв/л* равен 2,8° H, а 1°H равен 0,356 *мг-экв/л*).

Жесткость, обусловленную наличием в воде двууглекислых солей кальция и магния, называют карбонатной или временной жесткостью, а обусловленную всеми остальными солями (хлориды, сульфаты, нитраты, кальция и магния) — некарбонатной или постоянной. Суммарную жесткость воды называют общей жесткостью.

Карбонатную жесткость легко устраняют нагреванием воды в открытом сосуде до температуры 90—100°. Соли постоянной жесткости выделяются при значительно более высоких температурах, т. е. под давлением.

Жесткость воды часто мешает использованию ее для хозяйственных, а также производственных целей.

В воде для хозяйственно-питьевых целей жесткость по ГОСТу не должна превышать 7 *мг-экв/л*. В исключительных случаях — по согласованию с органами санитарного надзора — допускается жесткость до 14 *мг-экв/л*, цветность до 35° и мутность до 3 *мг/л*.

Содержание различных химических элементов в питьевой воде должно быть не более: свинца 0,1 *мг/л*, мышьяка 0,05, фтора 1,5, меди 3,0, цинка 5,0, железа (при обезжелезивании) 0,3 *мг/л*.

Недопустимо высокое содержание в воде кислорода (O_2), углекислоты (CO_2) и сероводорода (CO_3) , так как они способствуют коррозии металлических и бетонных труб; вода с содержанием сероводорода не пригодна для питьевых и производственных нужд.

Бактериальная загрязненность воды зависит от количества вносимых в источник загрязнений со сточными водами, со стекающими дождевыми водами, от водопоя скота, от использования водоема для купания и спортивных целей и т. д.

Бактериальная загрязненность воды измеряется числом бактерий, содержащихся в 1 $см^3$ воды. Для здоровья опасны бактерии, являющиеся возбудителями инфекций и вызывающие желудочно-кишечные заболевания: брюшной тиф, паратиф, дизентерию, холеру. Такие бактерии называют патогенными.

О качестве воды в санитарно-эпидемиологическом отношении судят по присутствию в воде бактерий, называемых кишечной палочкой. Наличие в воде кишечных палочек указывает на загрязнение воды фекальными водами. Поэтому в стандарты качества питьевой воды во всем мире введен критерий кишечной палочки как надежный показатель бактериальной чистоты.

Наименьший объем воды в $см^3$, в котором обнаруживается присутствие кишечной палочки, называется коли-титром, а количество кишечных палочек в 1 *л* воды — коли-индексом. Для перевода коли-титра в коли-индекс нужно 1000 разделить на величину коли-индекса.

По ГОСТ 2874—54 количество кишечных палочек в 1 *л* питьевой воды должно быть не более 3, коли-титр не менее 300.

Кроме кишечной палочки, характеристикой бактериальной загрязненности воды является общее число бактерий в воде. В питьевой воде в 1 *мл* число бактерий не должно превышать 100.

На основании анализов воды в зависимости от целевого назначения водопровода решается вопрос о выборе более целесообразного метода очистки и обработки ее.

§ 23. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Степень очистки воды и состав сооружений для этой цели зависят от требований, предъявляемых к качеству воды, и от качества воды в источнике. Если вода источников водоснабжения не удовлетворяет требованиям ГОСТа для питьевых целей или для производства, то применяют следующие основные процессы очистки:

1) осветление, которое достигается путем отстаивания воды в отстойниках или осветлителях для выделения из воды взвешенных веществ и фильтрованием воды через фильтрующий материал;

2) обеззараживание (дезинфекция) для уничтожения болезнетворных бактерий, содержащихся в воде;

3) умягчение — уменьшение содержания в воде солей кальция и магния.

Другие способы обработки воды — обезжелезивание, опреснение, дегазация и стабилизация — применяют реже, главным образом для нужд производственных предприятий; описание их приводится в специальных курсах (В. А. Клячко, И. Э. Апельцин. Подготовка воды, Госстройиздат, Москва, 1962).

Очистка воды для питьевых целей состоит из следующих операций: коагулирование, осветление, фильтрование и обеззараживание при помощи хлорирования.

На рис. 53, *а* и *б* изображены принципиальные схемы станций для очистки воды. Насосы *1* подают исходную воду в смеситель *2* для ее смешивания с реагентами (коагулянтами), которые поступают через дозатор из рабочих баков *3*. Пройдя камеры реакций *4*, вода переходит в отстойник *5*. Освободившись от взвешенных веществ, вода поступает на фильтр *6*, окончательно осветляется и стекает в резервуар чистой воды *7*.

Для очистки воды должна быть предусмотрена возможность двойного хлорирования: предварительное хлорирование воды, поступающей на очистные сооружения, и вторичное хлорирование после очистных сооружений перед резервуаром чистой воды *8*.

Насосы второго подъема *9* подают чистую воду в разводящую сеть.

Очистные сооружения в системах водоснабжения проектируют с частичной автоматизацией. Автоматизируют процессы дозирования реагентов, выпуска осадка из отстойников и осветлителей, регулирования скорости фильтрования, промывки фильтров.

Из отстойников и осветлителей предусматривают автоматическое удаление осадка (шлама) при помощи фотодатчиков уровня, воздействующих на электрозадвижки, установленные на трубопроводах выпуска осадка.

Автоматизация очистных сооружений может строиться на электрическом, гидравлическом и гидроэлектрическом принципах. Наибольшие возможности имеет электроавтоматика, при которой можно осуществлять диспетчерское управление и контроль автоматизированными процессами на значительном удалении диспетчерских пунктов от автоматизируемых объектов.

Отдельные узлы водоснабжения (водозаборы, скважины, насосные станции II подъема, резервуары, водоводы) оборудуют комплексной автоматизацией с применением средств автотелеуправления и передачей на диспетчерский пункт только функции контроля.

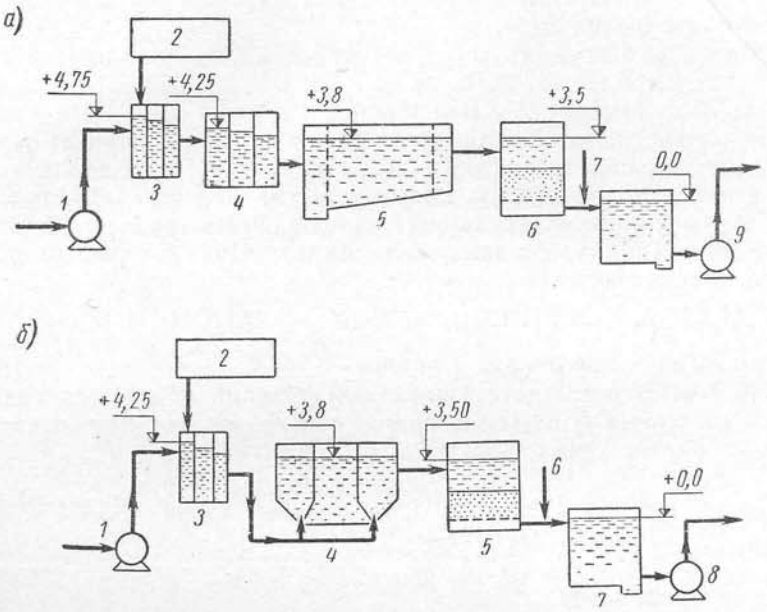


Рис. 53. Схема станций водоподготовки:

а — с камерой образования хлопьев, отстойниками и фильтрами; *1* — насос первого подъема; *2* — реагентный цех; *3* — смеситель; *4* — камера образования хлопьев; *5* — отстойник; *6* — фильтр; *7* — трубопровод для ввода хлора; *8* — резервуар очищенной воды; *9* — насос второго подъема; *б* — оборудованной осветлителями со взвешанным осадком и фильтрами: *1—3* — что и на рис. 53, *а*; *4* — осветлитель; *5* — фильтр; *6* — трубопровод для ввода хлора; *7* — резервуар очищенной воды; *8* — насос второго подъема

В последние годы в практику внедрены новые приборы, оправдавшие себя в условиях эксплуатации: мутномеры, цветномеры, концентратомеры, дозаторы, автоматические хлораторы, анализаторы остаточного хлора, ротаметры, дифманометры, мембранные и сильфонные, струйные и поплавковые реле, сигнализаторы и др.

§ 24. КОАГУЛИРОВАНИЕ ВОДЫ

Для ускорения процесса осаждения взвешенных веществ производят коагулирование воды, для чего в воду добавляют химические реагенты — так называемые коагулянты, которые, вступая в реакцию с содержащимися в воде солями, способствуют осаждению взве-

шенных и коллоидальных частиц. Раствор коагулянта приготовляют и дозируют на установках, называемых реагентным хозяйством.

Коагулирование является сложным процессом. Для очистки больших количеств воды необходимо иметь точный анализ ее и выявлять (иногда опытным путем) оптимальные условия коагулирования данной воды в различные времена года. В основном коагулянты укрупняют взвешенные вещества путем их слипания и ускоряют процесс осветления воды.

В качестве коагулянта в воду вводят соли алюминия или железа. Чаще всего применяют сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$, а также железный купорос $FeSO_4$ или хлорное железо $FeCl_3$. Доза коагулянта сернокислого алюминия или хлорного железа зависит от pH воды, количества взвешенных веществ, а также от времени отстаивания и колеблется в пределах $25 \div 125$ *мг/л*. Коагулянт вступает в химическую реакцию с находящимися в воде двууглекислыми солями (бикарбонатами) кальция и магния, которая протекает по уравнению:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 = 3CaSO_4 + 2Al(OH)_3 + 6CO_2.$$

Аналогично протекает реакция и с бикарбонатом магния $Mg(HCO_3)_2$. В результате химической реакции образуется гидроокись алюминия $Al(OH)_3$, которая сорбирует взвешенные частицы и в виде хлопьев выпадет в отстойнике.

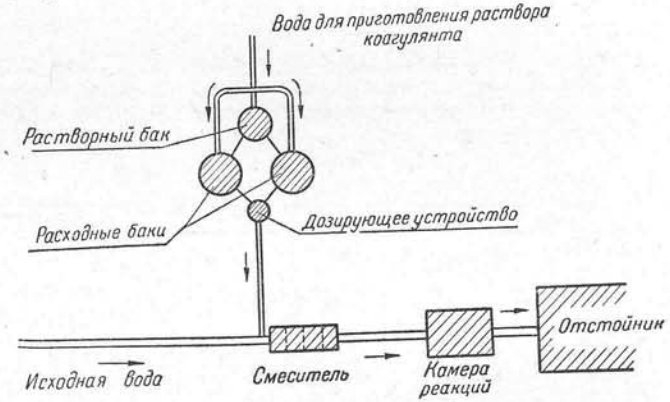


Рис. 54. Схемы установки для коагулирования воды

При недостаточной щелочности воды реакция образования гидроокиси не идет до конца. В таких случаях воду необходимо подщелачивать, добавляя в нее известь, соду или едкий натр.

Коагулянт вводится в воду предварительно растворенный. Для этого устанавливают растворный бак и два расходных бака, работающих попеременно для приготовления раствора (рис. 54) требуемой концентрации путем добавления воды.

Готовый раствор коагулянта поступает в дозировочный бачок (рис. 55), имеющий поплавковый клапан *1*, который поддерживает

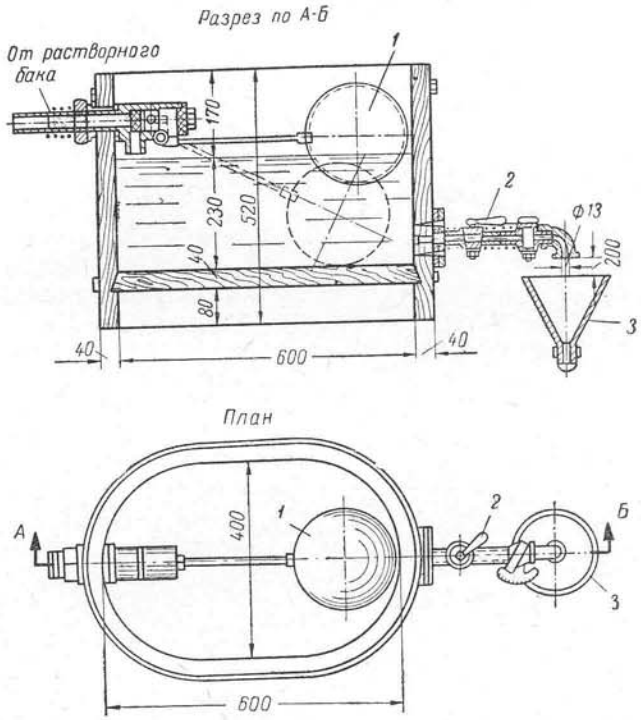


Рис. 55. Дозировочный бачок

в бачке постоянный уровень воды. Из дозировочного бачка раствор коагулянта через регулирующий кран *2* поступает в воронку *3*, а из нее по трубе в смеситель.

Кроме описанного, существуют дозаторы других систем. Например, В. В. Хованским предложен дозатор, устанавливаемый непосредственно в расходном баке (рис. 56). В последнее время для улучшения процесса агломерации хлопьев после коагуляции взвеси в исходную воду добавляют флокулянт полиакриламид.

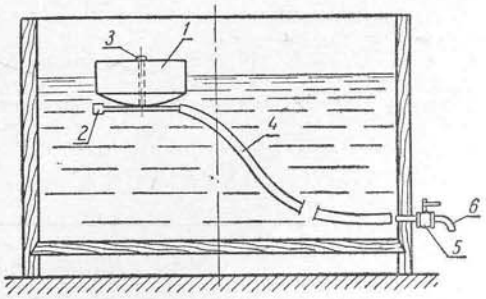


Рис. 56. Дозатор:
1 — поплавок; *2* — диафрагма; *3* — воздушная трубка; *4* — резиновый шланг; *5* — кран для включения и выключения дозатора; *6* — выпуск

Смесители. Для ускорения реакции коагулянт необходимо тщательно смешивать с водой. Смешивание происходит в смесителях, куда подают обрабатываемую воду. Распространенными типами смесителей являются перегородчатые, дырчатые, шайбовые, вертикальные (вихревые).

Процесс смешивания нужно заканчивать до начала образования хлопьев; поэтому время пребывания воды в смесителе не должно превышать 2 *мин*.

Смеситель перегородчатый (рис. 57) представляет собой лоток с перегородками под углом 45°. Здесь вода несколько раз изменяет направление движения и тщательно перемешивается с раствором коагулянта. Число перегородок принимают равным 5, скорость движения воды через щели в лотке не менее 0,6 *м/сек*.

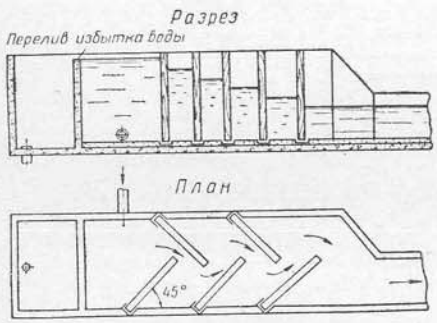


Рис. 57. Перегородчатый смеситель

Принимая ту или иную ширину лотка, определяют высоту слоя воды в нем.

Вода при прохождении через отверстия в перегородке (со скоростью 1 *м/сек*) перемешивается с коагулянтом.

Камеры хлопьеобразования. Из смесителя вода поступает в камеру реакции (хлопьеобразования), в которой она должна находиться от 20 до 30 *мин* для получения достаточно крупных хлопьев. Вода проходит камеру хлопьеобразования при непрерывном перемешивании с такой скоростью, чтобы не происходило выпадения и разрушения хлопьев. В зависимости от способа перемешивания применяют следующие камеры: водоворотные, вихревые, мешалочные, перегородчатые.

Водоворотные камеры реакций объединяют конструктивно с вертикальными отстойниками, выполняя их в виде центральной трубы (рис. 58). Камеры представляют собой трубу *1*, находящуюся внутри вертикального отстойника *2*. В этой трубе движение (вращение) воды происходит за счет силы струи воды, поступающей в камеру сверху со скоростью 2—3 *м/сек* по трубе *3* через одно или чаще через два сопла.

Внизу камеры устанавливают «гасители» (решетки *4*), которые останавливают вращательное движение воды.

Вихревая камера НИИ ВОДГЕО (рис. 59) представляет собой конус, обращенный вершиной вниз. Вода поступает в камеру хлопьеобразования снизу со скоростью 0,7 *м/сек*, а выходит из нее сверху; по мере подъема скорость уменьшается 4—5 *мм/сек*. Пребывание

воды в такой камере должно быть менее продолжительным, чем в водоворотных камерах, вследствие эффективного перемешивания воды и более быстрого образования хлопьев.

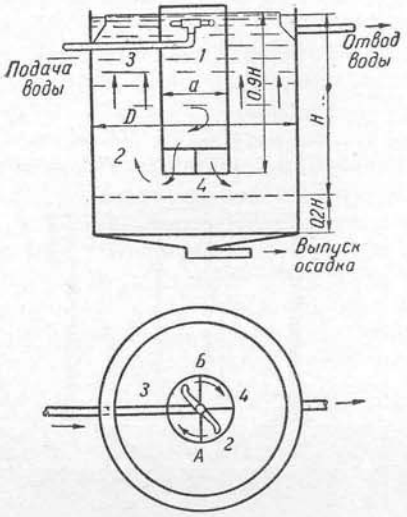


Рис. 58. Схема вертикального отстойника с водоворотной камерой образования хлопьев

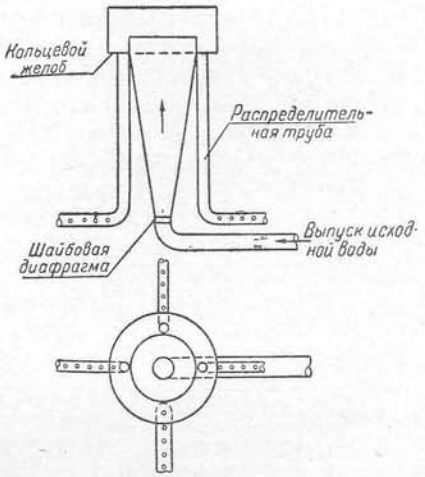


Рис. 59. Вихревая камера образования хлопьев

§ 25. ОСВЕТЛЕНИЕ ВОДЫ

Под осветлением воды понимают выделение из нее взвешенных веществ при непрерывном движении воды через специальные сооружения (отстойники, осветлители) с малыми скоростями. При малых скоростях движения воды содержащиеся в ней взвешенные вещества, удельный вес которых больше удельного веса воды, под действием силы тяжести осаждаются, образуя в отстойнике осадок.

В зависимости от направления движения воды отстойники разделяют на горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Горизонтальный отстойник (рис. 60) представляет собой резервуар прямоугольного сечения, продольная (более длинная) ось которого направлена по движению воды. Осветляемая вода по трубе *1* направляется в распределительный желоб *2*, имеющий ряд отверстий, служащих для более равномерного распределения потока воды по сечению отстойника. Скорость движения воды в этих отверстиях не должна превышать 0,4 *м/сек*. Осветленная вода поступает в другой желоб *3* и из него по трубе *4* отводится на фильтры. Осевшие частицы (шлам) скапливаются на дне, которое должно иметь уклон, обратный движению воды.

Время отстаивания для горизонтальных отстойников принимают обычно для коагулированной смеси не более 4 *ч*. Горизонтальные отстойники для осветления больших количеств воды могут разделяться по высоте на несколько параллельно включенных отделений (этажей). Преимущества этажных отстойников (предложение проф. П. И. Пискунова) — малая площадь застройки и меньший расход бетона. Такой отстойник построен на одной из крупнейших очистных станций Советского Союза.

Вертикальные отстойники (рис. 61) представляют собой круглый в плане, иногда квадратный, резервуар с коническим днищем

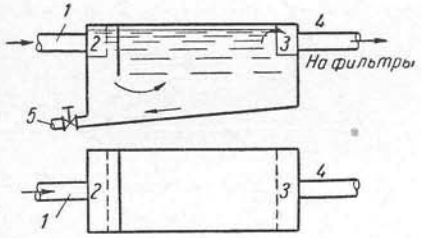


Рис. 60. Схема горизонтального отстойника:

1 — лоток; *2* — приемная камера; *3* — приемный желоб; *4* — на фильтр; *5* — для удаления осадка

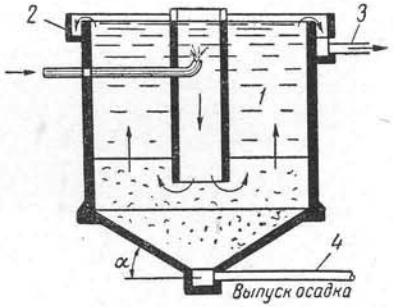


Рис. 61. Схема вертикального отстойника

1 — центральная труба; *2* — лоток; *3*—отводящая труба; *4* — трубопровод для удаления осадка

и центральной трубой, в которую подается осветляемая вода из камеры хлопье образования.

По выходе из центральной трубы в отстойник вода движется вверх с малой скоростью и сливается уже осветленной через борт концентрически расположенного желоба, откуда отводится на фильтр. Выпадающий на дно отстойника осадок периодически удаляется.

Скорость протекания воды в центральной трубе принимается от 30 до 75 *мм/сек*. Время отстаивания воды в отстойнике $T = 2$ *ч*. Скорость восходящего движения воды составляет 0,5—0,6 *мм/сек*.

Диаметр отстойника не должен превышать 12 *м*, а отношение диаметра к высоте отстойника обычно принимают не более 1,5.

Радиальные отстойники представляют собой круглые резервуары с малоконическим дном. Вода поступает в центральную трубу и из нее направляется в радиальном направлении к сборному лотку по периферии отстойника. Отстойники имеют небольшую глубину, осадок удаляют механизированным способом без нарушения работы отстойника. Радиальные отстойники сооружают диаметром от 10 *м* и более при глубине от 1,5—2,5 *м* (у стенки отстойника) до 3—5 *м* (в центре).

Выбор типа отстойника зависит от суточной производительности станции, общей ее компоновки, рельефа местности, характера грунтов и т. д. Вертикальные отстойники рекомендуется применять при суточной производительности до 3000 $м^3$. Горизонтальные отстойники применяют при производительности станции более 30 000 $м^3/сут$ как в случае коагулирования воды, так и без него.

Радиальные отстойники целесообразны при больших расходах воды (более 40 000 $м^3/сут$). Преимуществом этих отстойников по сравнению с прямоугольными горизонтальными является механизированное удаление осадка без прекращения работы отстойника. Их применяют при большой мутности речной воды (с коагулированием и без него) в основном для осветления производственной воды.

Осветлители со взвешенным осадком. Процесс осветления протекает значительно интенсивнее, если осветляемая вода после коагулирования пропускается через массу ранее образованного осадка, поддерживаемого во взвешенном состоянии током воды.

Такие осветлители дают более высокий эффект осветления воды, чем в обычных отстойниках, что объясняется более быстрым укруп-

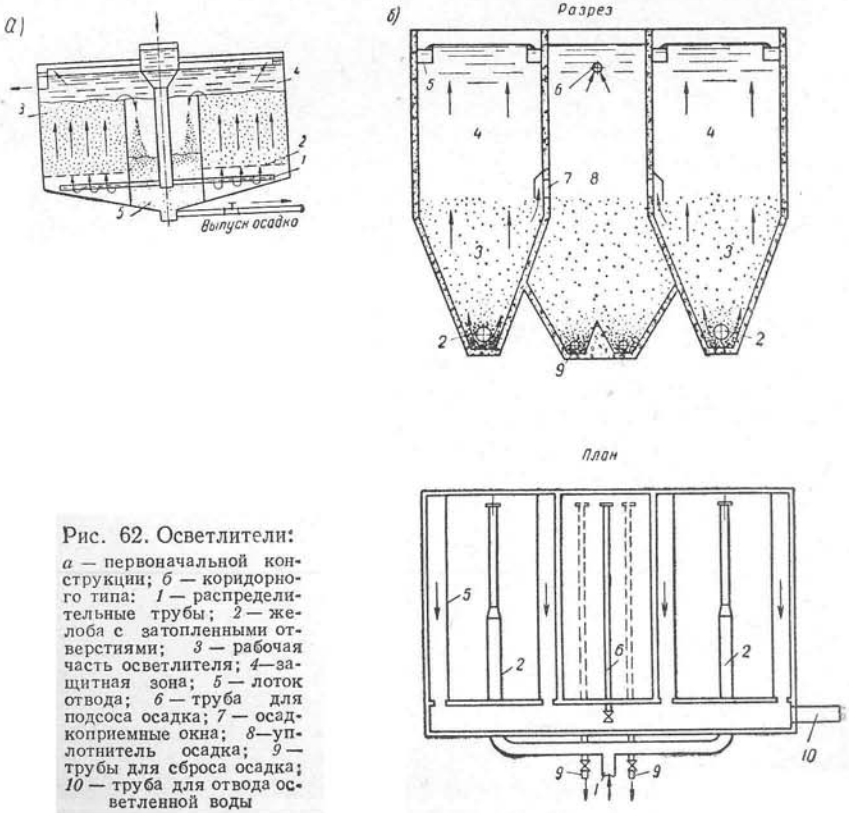


Рис. 62. Осветлители:

а — первоначальной конструкции; *б* — коридорного типа: *1* — распределительные трубы; *2* — желоба с затопленными отверстиями; *3* — рабочая часть осветлителя; *4*—защитная зона; *5* — лоток отвода; *6* — труба для подсоса осадка; *7* — осадкоприемные окна; *8*—уплотнитель осадка; *9* — трубы для сброса осадка; *10* — труба для отвода осветленной воды

нением и задержанием взвеси при прохождении коагулированной воды через взвешенный осадок.

Применение осветлителя со взвешенным остатком дает возможность по сравнению с обычным отстойником снизить расход коагулянта, уменьшить размеры сооружений и получить более высокий эффект осветления воды.

Осветлитель первоначальной конструкции представляет собой цилиндрический резервуар с шламоуплотнителем в центральной его части (рис. 62, а). Здесь вода с реагентом поступает в воздухоотделитель, затем проходит вниз в дырчатые распределительные трубы *1*, а далее — в отверстия дырчатого дна *2*.

Вода, проходя через слой взвешенного осадка *3*, выходит в зону осветления *4* и переливается в отводные желоба. В шламонакопитель *5* поступает излишек взвешенного осадка, откуда его периодически удаляют в канализацию.

Осветлитель коридорного типа (см. рис. 62, б) представляет собой прямоугольный резервуар. Коагулированная вода поступает в осветлитель по трубе *1* и через дырчатые трубы *2* распределяется в нижней (рабочей) части *3* осветлителя. Скорость движения воды в рабочей части должна быть такой, чтобы хлопья коагулянта находились во взвешенном состоянии. Этот слой способствует задержанию взвешенных частиц. Степень осветления воды при этом значительно выше, чем в обычном отстойнике.

Над рабочей частью находится защитная зона *4*, где взвешенного слоя нет. Осветленная вода отводится лотком *5* и трубами *10* для последующей обработки. Избыточное количество осадка посредством отсоса в трубу *6* отводится через окна *7* в осадкоуплотнитель *8*, где осадок уплотняется и периодически сбрасывается в канализацию по трубам *9*.

Восходящую скорость потока в рабочей части осветлителя принимают равной 1—1,2 *мм/сек*.

§ 26. ФИЛЬТРОВАНИЕ ВОДЫ

Фильтрование составляет последний этап осветления воды и производится после предварительного осветления воды в отстойниках или осветлителях. Процесс заключается в пропускании воды через слой мелкозернистого фильтрующего материала (речного или карьерного песка, дробленого антрацита).

Для очистки воды применяют фильтры скорые и медленные: скорые — с коагулированием воды, медленные — для обработки ее без коагулирования.

Для частичного осветления исходной воды с мутностью до 300 *мг/л*, используемой на производственные нужды, следует применять глубокозернистые фильтры.

По принципу действия и виду загрузки скорые фильтры разделяют на фильтры по направлению движения воды сверху вниз

(однопоточные) и с одновременным движением сверху вниз и снизу вверх (двухпоточные).

Однопоточные фильтры бывают с загрузкой из однородного фильтрующего материала (однослойные), с загрузкой из различных фильтрующих материалов (двухслойные фильтры).

Фильтры бывают безнапорные (открытые) и напорные (закрытые). Безнапорные скорые фильтры называют также самотечными.

Безнапорные скорые фильтры. Скорыми называют те фильтры, через которые вода проходит со скоростями 6—10 *м/ч* и более.

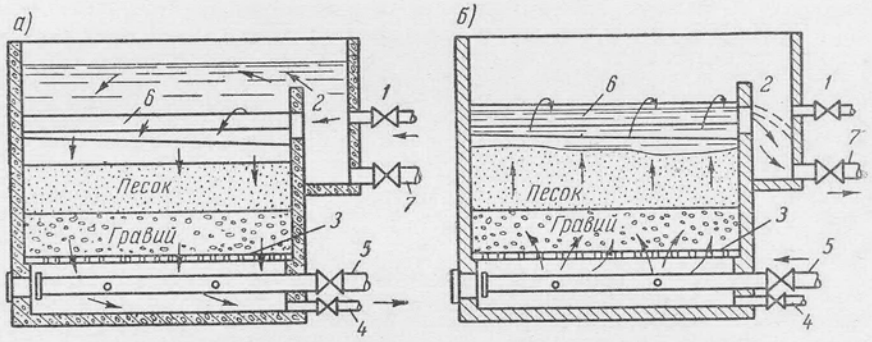


Рис. 63. Схема скоростного фильтра:
а — при фильтровании; *б* — при промывке

Название это дано в отличие от применявшихся ранее медленных фильтров, скорость фильтрации на которых равнялась 0,1—0,2 *м/ч*, без коагулирования.

Медленные фильтры в настоящее время применяют для очистки небольших количеств воды.

На скорый фильтр (рис. 63) вода поступает из отстойника или осветлителя по трубопроводу *1* в водоподводящий лоток *2*, а из него на фильтрующий материал посредством распределительных желобов. Вода проходит фильтрующий слой и поддерживающий его гравийный слой, уложенный на дырчатом днище *3*, а далее проходит в дренаж и по трубопроводу *4* отводится в резервуары чистой воды. Трубопровод *5* служит для подачи промывной воды через фильтрующий слой снизу вверх до желобов *6*, переливаясь через которые, загрязненная вода отводится по трубе *7* в водосток.

Промывка фильтра для восстановления фильтрующей способности материала заключается в подаче на фильтр снизу вверх больших масс воды. Эта вода захватывает отфильтрованные вещества, смывающиеся с поверхности песка вследствие взаимного трения частиц. Поднявшись до уровня желобов, мутная, загрязненная вода удаляется по ним с фильтра.

Скорые фильтры промывают 1—2 раза в сутки в зависимости от качества исходной воды. Интенсивность промывки принимают

не менее 12—18 *л/сек* на 1 $м^2$ площади фильтра; продолжительность промывки 6—5 *мин*.

Фильтрующий слой состоит из отсеянного кварцевого речного песка крупностью зерен 0,5—1,8 *мм* при толщине слоя 0,7—2,0 *м*. Поддерживающий гравийный слой состоит из разной крупности гравия размером от 2—4 до 16—32 *мм*, общей высотой до 0,4—0,5 *м* для трубчатых дренажей большого сопротивления. Дренажным

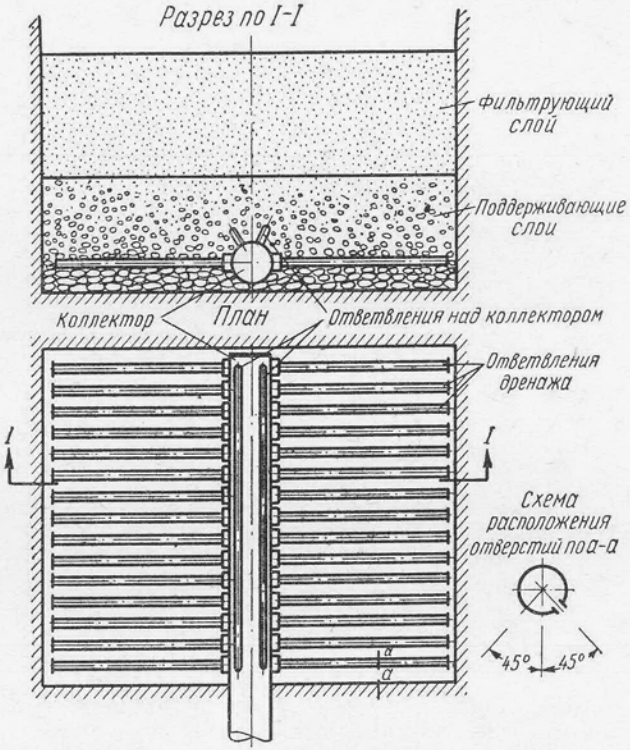


Рис. 64. Схема трубчатого дренажа большого сопротивления

устройством обеспечивается равномерный отвод фильтруемой воды, а также равномерное распределение воды для промывки фильтра.

Имеется много различных конструкций дренажа. В настоящее время применяют так называемые дренажи большого сопротивления. Такие дренажи бывают колпачковые и трубчатые. Наиболее распространены трубчатые дренажи, представляющие собой систему дырчатых чугунных или стальных труб, укладываемых параллельно на расстоянии 0,15—0,30 *м* друг от друга в нижних слоях гравия и присоединяемые к коллектору (трубе большого диаметра), расположенному в середине днища фильтра параллельно его длинной стороне (рис. 64).

На станциях фильтрования воды для улучшения процесса промывки фильтрующего материала применяют дополнительно поверхностную промывку (рис. 65) — смыв с поверхности фильтра.

В последнее время разработано много новых конструкций дренажных устройств, в частности щелевые колпачковые дренажи. Эти дренажи дают возможность отказаться от поддерживающих слоев гравия, из-за чего уменьшается высота и, следовательно, стоимость фильтра.

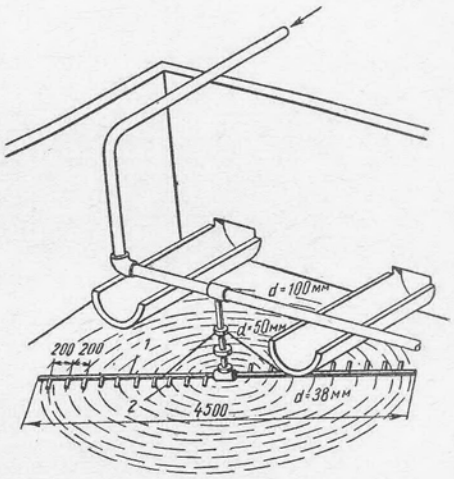


Рис. 65. Схема оборудования фильтра для поверхностной промывки

Фильтры двухпоточные. Академией коммунального хозяйства РСФСР разработан фильтр, названный двухпоточным или фильтром АКХ. Фильтры этой конструкции имеют производительность в 1,5 раза большую по сравнению с открытыми скорыми фильтрами, т. е. условно-расчетную скорость фильтрации принимают 12—15 *м/ч*.

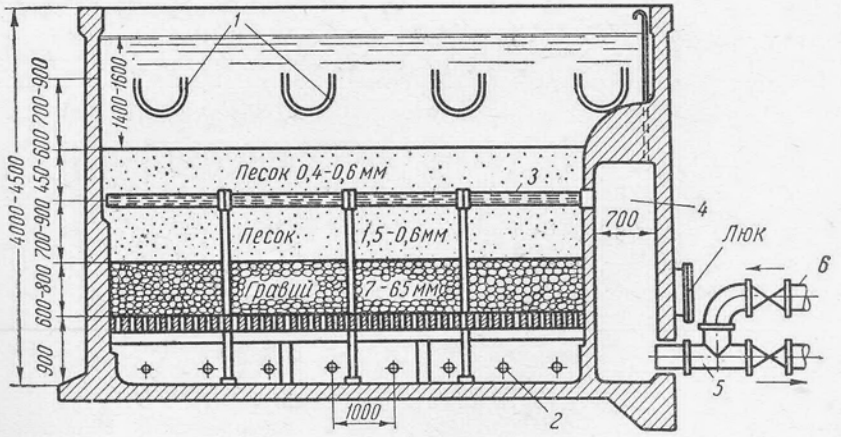


Рис. 66 а. Фильтр двухпоточный (конструкции АКХ РСФСР):
1 — желоб; *2* — трубы распределительной системы; *3* — щелевой дренаж; *4* — канал чистой воды; *5* — выход осветленной воды; *6* — промывная вода

Основная масса воды проходит тело фильтра снизу вверх. Часть воды, поступающей по желобам *1*, фильтруется сверху вниз (рис. 66 а).

Профильтрованная вода отводится трубчатым дренажом *3*, устраиваемым из щелевых асбестоцементных или винипластовых труб.

Промывная вода подается в дренаж для взрыхления верхнего слоя песка с интенсивностью 6—8 *л/сек* на 1 $м^2$. Затем промывная вода подается в распределительную систему *2* для промывки всего слоя загрузки с интенсивностью 13 — 15 *л/сек/м²* в течение 5—6 *мин*. Загрязненная вода сбрасывается в водосток по желобу *1*, карману *4* и трубе *6*.

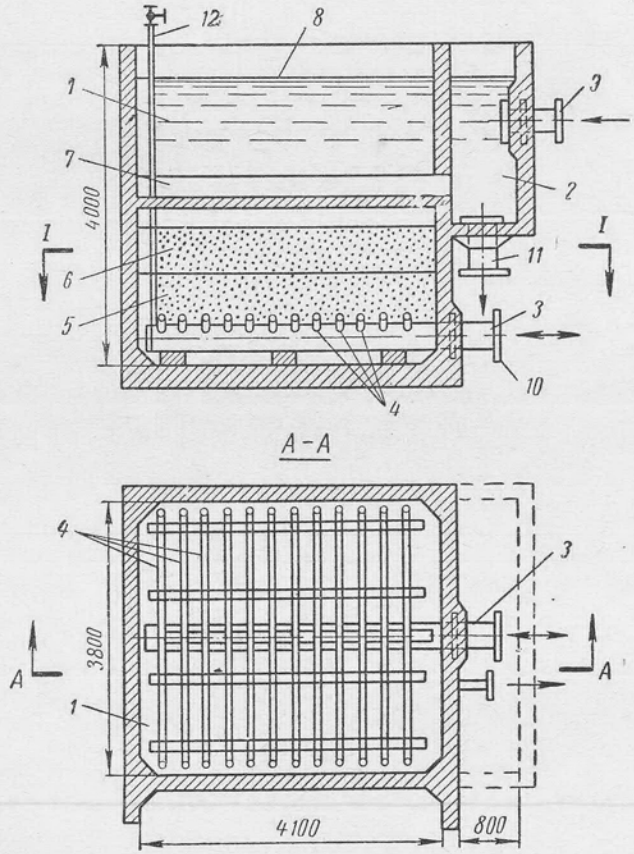


Рис. 66 б. Открытый двухслойный фильтр:

1 — резервуар фильтра; *2* — «карман» фильтра; *3* — коллектор дренажной системы; *4* — щелевой дренаж; *5* — кварцевый песок; *6*—дробленый антрацит; *7*—сборный желоб; *8* — уровень воды; *9* — подача воды на фильтрование; *10* — трубопровод для отведения фильтрата и подачи воды на промывку загрузки; *11* — трубопровод для отведения промывной воды; *12* — трубопровод для отведения воздуха из дренажной системы; *13* — трубопровод для опорожнения фильтра

Применение фильтров АКХ взамен скорых фильтров на действующих станциях увеличивает производительность при сохранении прежних производственных площадей, а при новом строительстве позволяет сократить объемы зданий и производственные площади фильтровальных отделений. Однако при этом усложняется и удорожается оборудование фильтров (увеличивается количество устанавливаемых задвижек).

Двухслойные фильтры. Дробленый антрацит обладает большей способностью задерживать загрязнения из воды, чем кварцевый песок. В последнее время применяют двухслойные фильтры, загруженные на высоту 400—500 *мм* дробленым антрацитом крупностью 0,8—1,8 *мм*, а внизу — на высоту 400—500 *мм* — кварцевым песком.

Эти фильтры показали хорошие результаты. Скорость фильтрования в двухслойном фильтре принимают до 10—12 *м/ч*, т. е. в 1,5—2 раза больше, чем в обычном фильтре. Следовательно, производительность двухслойного фильтра в 1,5—2 раза больше обычного при одинаковой их площади.

Двухслойные фильтры приняты в типовых проектах, утвержденных Госстроем СССР (рис. 66 б).

Ввиду сравнительной сложности оборудования фильтров АКХ двухслойные фильтры, появившиеся позднее фильтров АКХ, являются их серьезным конкурентом по производительности.

Контактные осветлители. Академией коммунального хозяйства РСФСР разработана теория и проведены опыты по исследованию работы сооружения нового типа, названного контактным осветлителем (рис. 67 а). При контактном осветлении воды исключаются отстойники и хлопьеобразователи, что позволяет уменьшить объемы очистных сооружений по сравнению с объемами сооружений обычного типа (рис. 67 б).

Действие контактного осветлителя основано на том, что при движении воды через слои зернистой загрузки коллоидные и взвешенные частицы прилипают к поверхности зерен и к ранее прилипшим частицам, т. е. на поверхности зерен коагулируются взвешенные и коллоидные примеси, обусловливающие мутность и цветность воды. Этот процесс значительно ускоряется при добавлении в воду коагулянта — сернокислого алюминия или железа.

Контактный осветлитель представляет собой резервуар, заполненный слоем зернистой загрузки, толщиной 2,3—2,6 *м* (крупность песка 0,5—2 *мм*, гравия 2—32 *мм*). Расчетная скорость восходящего потока воды, отнесенная ко всей площади осветлителя составляет 3—5 *м/ч*. Интенсивность промывки 13—15 *л/сек* на 1 $м^2$ в течение 7—8 *мин*. Контактные осветлители дают положительный результат только в случае очистки воды, с содержанием взвешенных веществ (после коагуляции) не свыше 150 *мг/л*.

Напорный фильтр представляет собой герметически закрытый стальной резервуар с фильтрующей загрузкой. Фильтры работают при давлении воды в них до 6 *ати*.

Напорные фильтры применяют главным образом для осветления воды на производственные нужды. Вода подается в фильтры под напором, который должен быть достаточен не только для фильтрования, но и для подачи прошедшей через фильтр воды потребителям. В этом случае отпадает необходимость в насосной станции второго подъема.

Вода потребителям подается через фильтры при помощи насосов, без разрыва струи. Потеря напора в самом фильтре составляет обычно 10—15 *м*. При напорном фильтровании предварительного отстаивания воды не производится. Скорость фильтрации в них 8—13 *м/ч*.

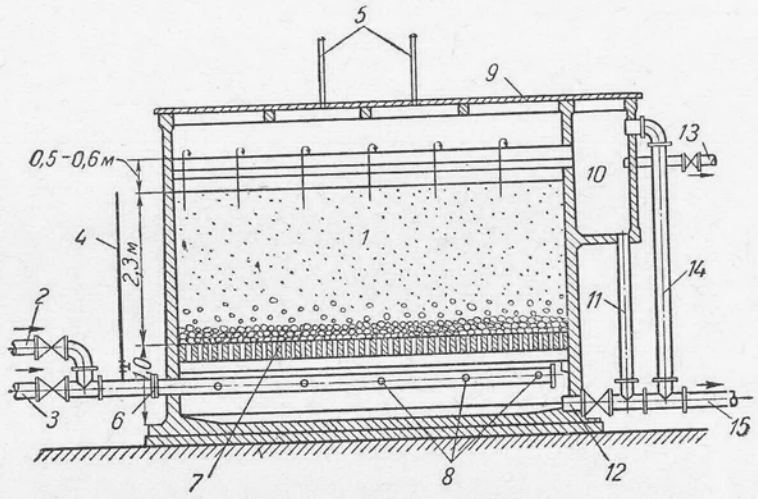


Рис. 67 а. Контактный осветлитель:

1 — зернистая загрузка; *2*— подача исходной воды; *3*— подача промывной воды; *4* — подача раствора коагулянта; *5* — воздушные трубы; *6* — смесительная шайба; *7* — колосниковая решетка; *8* — распределительные дырчатые трубы; *9*— разборный настил; *10* — сборный канал; *11* — отвод промывной воды; *12* — спускная труба; *13* — отвод осветленной воды; *14* — переливная труба; *15*— сток

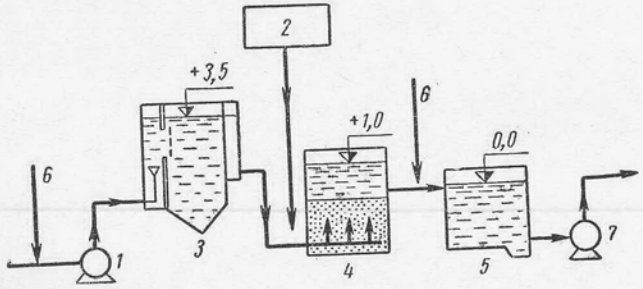


Рис. 67 б. Схема станции водоподготовки с контактными осветлителями:

1 — насос первого подъема; *2* — реагентный цех; *3* — входная камера с сетками; *4* — контактные осветлители; *5* — резервуар очищенной воды; *6* — трубопровод для ввода хлора; *7*— насос второго подъема

Недостаток этих фильтров заключается в трудности контроля, недоступности их осмотра в любой момент.

Напорные фильтры широко применяют в производственном водопроводе для грубого осветления воды, содержащей до 50—70 *мг/л* взвешенных веществ.

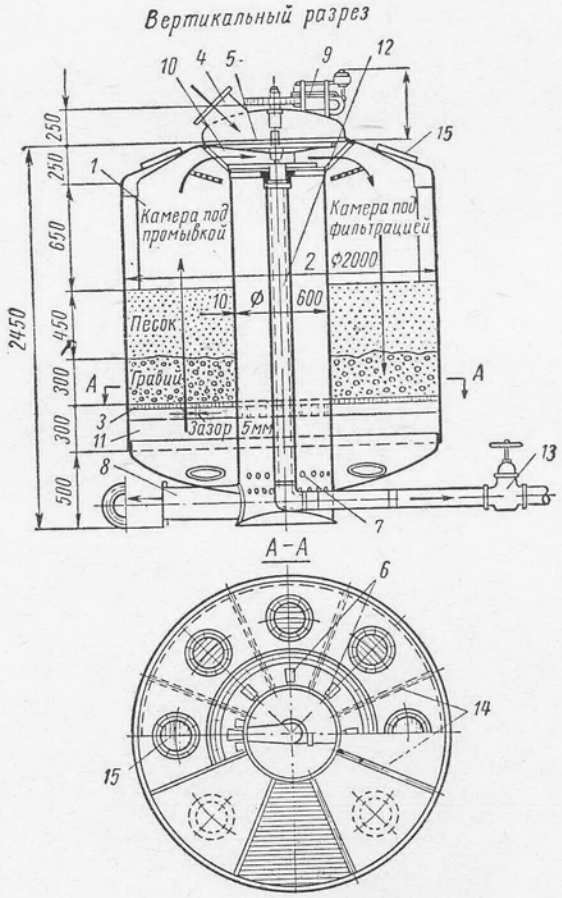


Рис. 68. Сверхскоростной фильтр системы Г. Н. Никифорова:

1 — кольцевой пояс фильтра; *2* — центральная шахта; *3* — дренажная решетка; *4* — напорный трубопровод исходной воды; *5* — неподвижный распределительный барабан; *6* — окна или щели для поступления воды из распределительного барабана в камеры фильтра; *7* — отверстия, соединяющие центральную шахту с поддренажным пространством; *8* — напорный трубопровод фильтрата; *9* — передаточные устройства с электромотором для вращения промывного патрубка; *10* — промывной патрубок с приемным отверстием; *11* — сплошное поддренажное пространство; *12* — неподвижный стояк для отвода промывной воды; *13* — задвижка сопротивления для регулирования интенсивности промывки; *14* — перегородки между камерами фильтра; *15* — люк у камеры фильтра

Сверхскоростные фильтры (напорные) системы Г. Н. Никифорова бывают двух типов: камерные и батарейные. Камерные фильтры (рис. 68) разделены на камеры, которые при помощи специального устройства последовательно и автоматически подвергают промывке в порядке очередности. Таким образом, при промывке одного отсека (камеры) остальные работают нормально. Каждый отсек выключается на промывку через 60 *мин*, а процесс промывки происходит за 9 *мин*. Автоматическая промывка позволяет увеличить скорость фильтрации до 26—60 *м/ч* и более.

Такие фильтры применяют в производственных водопроводах для грубого осветления воды, содержащей до 300 *мг/л* взвешенных веществ при эффекте осветления 70—80%. Камерные фильтры или фильтры-одиночки производительностью не выше 150 $м^3/ч$ ($D=3,0$) применяются для очистки воды на внутрицеховые технологические нужды.

Основное требование при проектировании очистных сооружений — наиболее рациональная компоновка их. Для этого принимают новые технические решения. Так, в одном здании можно сблокировать очистные сооружения, насосную станцию второго подъема, иногда и котельную для сокращения общей площади застройки, уменьшения длины трубопроводов и сокращения протяженности стен и фундаментов. Примером может служить блок фильтровальной станции (типовой проект), разработанный ГПИ «Водоканалпроект» Госстроя СССР (рис. 69).

Блок фильтровальной станции представляет собой двухэтажное здание. К фильтровальному залу с трех сторон примыкают обслуживающие помещения и насосная станция второго подъема.

В одноэтажной части здания расположены насосная станция, трансформаторная, диспетчерская и щитовая, реагентное хозяйство и оборудование, обеззараживающая установка, химическая и бактериологическая лаборатории, венткамеры, мастерская, конторы, бытовки и котельная.

Для интенсификации процесса растворения коагулянта применяют сжатый воздух от воздуходувок РМК-2. Отдозированный раствор коагулянта насосами КНЗ-3/23 подается в трубопровод исходной воды перед смесителем.

В двухэтажном помещении фильтровального зала станции располагают: железобетонный смеситель вертикальной конструкции с пирамидальной нижней частью, три железобетонных осветлителя и четыре железобетонных скорых фильтра. Осветлители приняты прямоугольной формы коридорного типа.

В каждом осветлителе имеются две рабочие камеры, суживающиеся книзу, и шламоуплотнитель, расширяющийся книзу между ними. Расчетное время уплотнения осадки составляет 5 *ч*.

Для фильтрации воды применяют скорые фильтры с загрузкой в два слоя: нижний слой — из кварцевого песка, верхний — из дробленого антрацита. Дренаж в фильтрах состоит из централь-

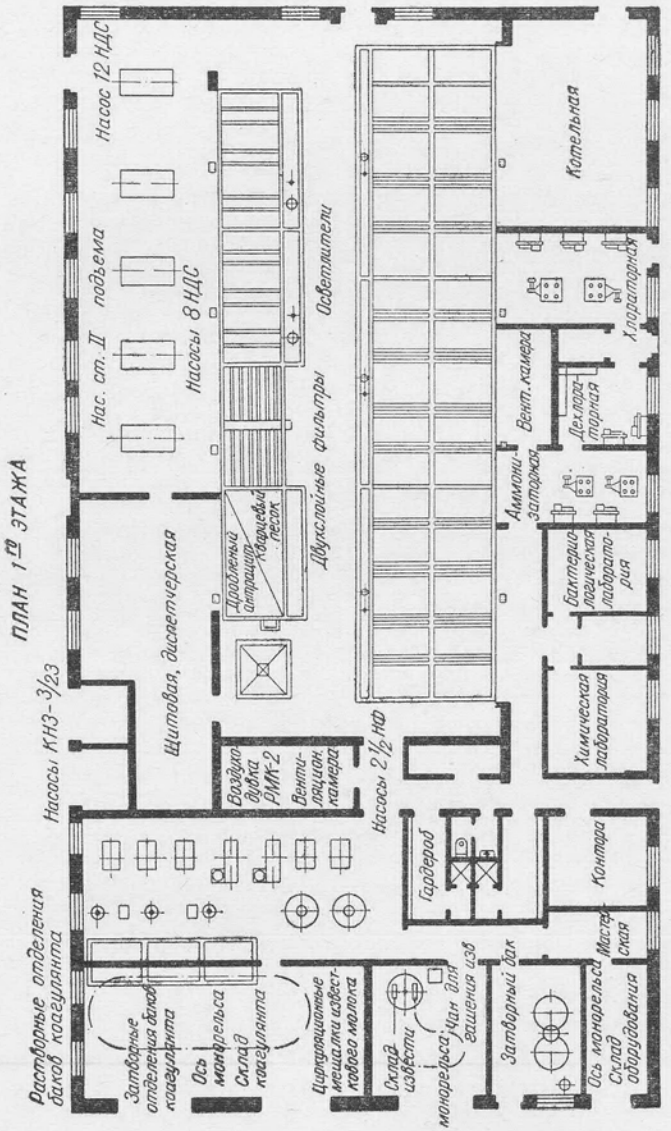


Рис. 69. Типовая насосно-фильтровальная станция. План первого этажа

ного стального коллектора с ответвлениями из винипластовых щелевых труб. Размеры щелей в трубах дают возможность загружать фильтры песком без поддерживающего гравийного слоя.

В диспетчерском помещении устанавливают панели управления насосами, панель сигнализации, щит КИП и пульт, с которого осуществляется управление насосной станцией первого подъема. Диспетчеру передают сигналы о состоянии работающих агрегатов и аварийные сигналы с дублированием их в фильтровальном зале. Управление процессом промывки фильтров производится с помощью специальных устройств (шкафов управления).

Для наблюдения за прохождением технологических процессов в насосно-фильтровальной станции устанавливают контрольно-измерительные приборы.

§ 27. ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ

При отстаивании и фильтровании воды задерживается бóльшая часть бактерий (98—99%). Среди оставшихся в воде бактерий могут быть и болезнетворные; поэтому воду после фильтрования, если она предназначается для хозяйственно-питьевых целей, необходимо обеззараживать.

Обеззараживание воды — уничтожение содержащихся в воде болезнетворных бактерий — может быть достигнуто:

1) введением в воду сильных окислителей, способных разрушать ферменты бактериальных клеток;

2) облучением воды ультрафиолетовыми лучами;

3) нагреванием воды до температуры 80° (пастеризация) — 100° (стерилизация);

4) воздействием ультразвуком;

5) введением в воду серебра или других металлов, обладающих олигодинамическим действием на микроорганизмы.

Практическое применение в практике водоснабжения пока нашли первые два метода.

В качестве окислителей применяют жидкий хлор и хлорную известь. Хлор, введенный в воду, образует хлорноватистую кислоту и соляную кислоту по уравнению

$$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HOCl + HCl.$$

Хлорноватистая кислота HOCl — соединение нестойкое, распадающееся на соляную кислоту и кислород

$$HOCl \rightleftarrows HCl + O.$$

Соляная кислота HCl соединяется с карбонатами, находящимися в воде, а кислород окисляет имеющиеся в воде органические вещества, в том числе и бактерии.

Необходимую дозу активного хлора определяют опытным путем на основе лабораторных данных о хлоропоглощаемости воды. Ориентировочно ее принимают для фильтрованной воды 0,5—1,0 *мг/л*, а

для исходной неочищенной воды из поверхностных источников — до 5 *мг/л*.

При повышенном содержании в воде гуминовых веществ дозу хлора увеличивают до 3—4 *мг/л*. Продолжительность его контакта с

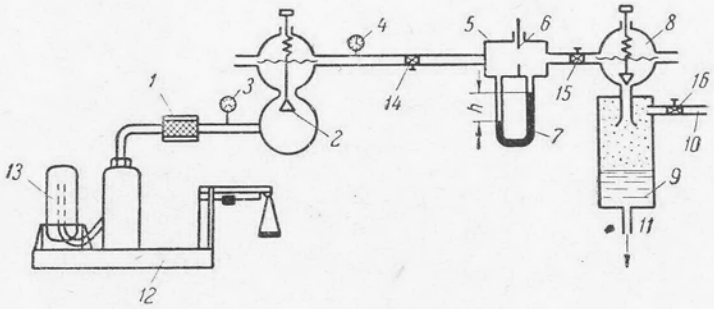


Рис. 70. Схема хлоратора:

1 — фильтр для газообразного хлора; *2* — редукционный клапан; *3* и *4*—манометры; *5* — распределительная камера дозатора; *6* — дозирующая шайба; *7* — дифференциальный манометр; *8* — обратный клапан; *9* — смесительный сосуд; *10* — напорная вода; *11* — выход хлорной воды; *12* — десятичные весы; *13* — хлорный и промежуточный баллоны; *14* и *15* — регулировочные вентили расхода хлористого газа; *16* — регулировочный вентиль подачи воды

водой должна быть не меньше 30 *мин* при условии интенсивного предварительного перемешивания. Более правильно было бы назначать дозу хлора по «остаточному» хлору, количество которого по ГОСТу должно быть в пределах 0,3—0,5 *мг/л*. При такой величине «остаточного» хлора может быть гарантирована полная дезинфекция хлорируемой воды. Дозу хлора определяют из такого расчета, чтобы в 1 *л* воды оставалось еще 0,3—0,5 *мг* хлора, не вступившего в реакцию. Это и является контролем за качеством дезинфекции воды.

Обеззараживают воду жидким хлором при помощи газодозаторов (хлораторов). На рис. 70 приведена схема устройства хлоратора.

Количество газа можно регулировать при помощи вентиля, пользуясь показаниями измерительного прибора. В хлораторе имеется смеситель, к которому через редукционный клапан подведена вода из водопровода.

Хлораторы бывают напорные и вакуумные.

В напорных хлораторах хлор находится под давлением выше атмосферного и в случае возможных неплотностей соединений труб и аппаратуры наблюдается утечка хлора в помещение.

В вакуумных хлораторах эта опасность для обслуживающего персонала отсутствует; при помощи редукционного клапана давление газа снижается до 0,1—0,2 *ати*, а при помощи инжектора создается вакуум. На рис. 71 изображен вакуумный хлоратор.

В установках небольшой производительности для хлорирования воды применяется раствор хлорной извести. Известь добавляют в воду в виде 1—2%-ного раствора. Заготовка и дозирование раствора извести аналогичны заготовке и дозированию коагулянта.

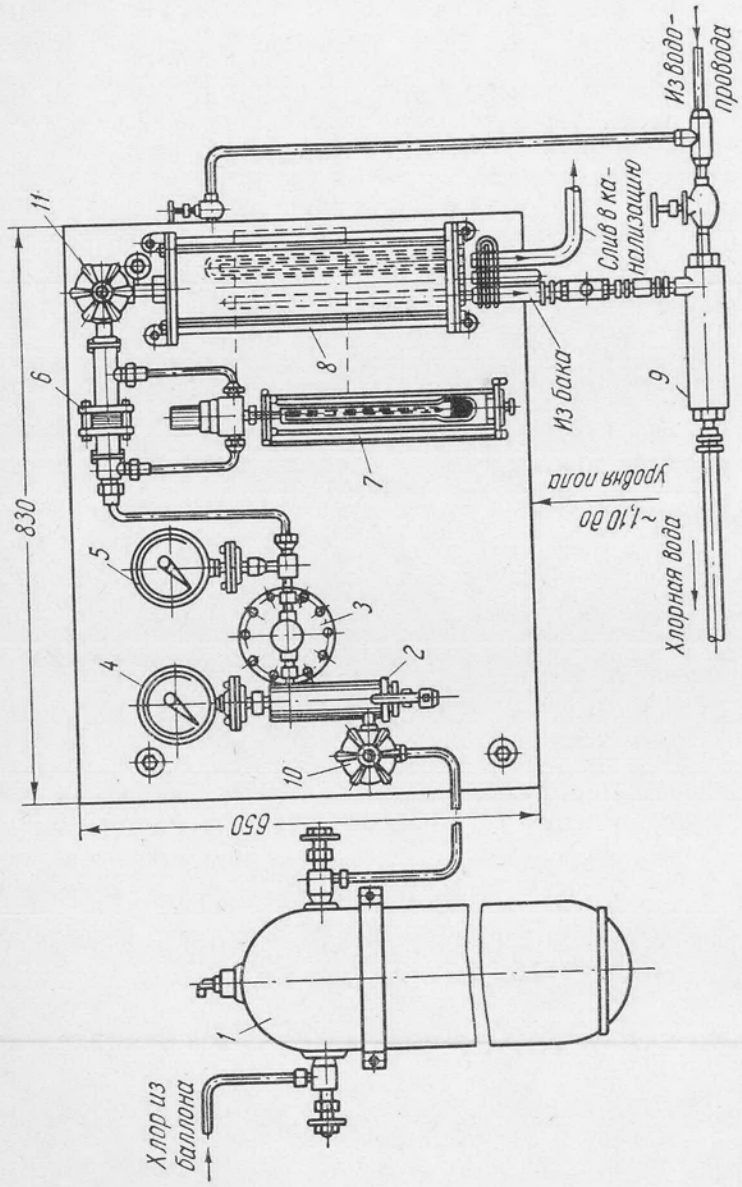


Рис. 71. Вакуумный хлоратор:
1 — промежуточный баллон; *2* — фильтр; *3* — редукционный клапан, понижающий давление газа, поступающего из баллона; *4* — манометр высокого давления; *5* — манометр низкого давления; *6* — измерительная шайба; *7* — измеритель дозы хлора (дифференциальный жидкостный манометр); *8* — смеситель; *9* — эжектор; *10* — вентиль для включения и выключения хлоратора; *11* — регулирующий вентиль

Введенный в воду хлор придает ей специфический привкус и запах, которые ощущаются при содержании хлора в воде в количестве 0,3—0,4 *мг/л* и более. Для удаления хлорного привкуса и запаха вводят в воду аммиак или раствор его солей. Аммиак вводится до хлорирования воды.

При предварительном хлорировании воды (до очистных сооружений) помимо бактерицидного действия хлор частично снижает цветность воды, улучшает процессы коагуляции взвеси, что позволяет уменьшить расход коагулянта и предотвращает гидробиологическое обрастание песка на фильтрах. Кроме того, постоянная дезинфекция всех очистных сооружений и коммуникаций трубопроводов улучшает их санитарное состояние. Дозу хлора для предварительного хлорирования назначают по лабораторным данным о хлоропоглощаемости воды.

Хлораторное помещение нужно изолировать от других. Вход в него устраивают снаружи. Для вентиляции помещения необходимо устанавливать вентилятор, создающий 12—кратный обмен воздухом с отсосом его у пола, так как хлорный газ тяжелее воздуха и скапливается внизу.

Способ дезинфекции путем бактерицидного облучения (ультрафиолетовыми лучами) известен уже давно. Академией коммуналь-

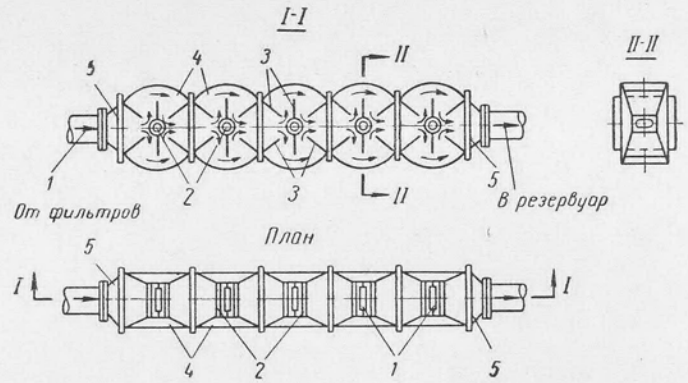


Рис. 72. Аппарат для обеззараживания воды ультрафиолетовыми лучами:
1 — вход воды; *2* — бактерецидные лампы; *3* — отражатели; *4* — корпус камер аппарата; *5* — выход обеззараженной воды

ного хозяйства РСФСР разработаны методы расчета и конструкции аппаратов для дезинфекции воды ультрафиолетовыми лучами.

В качестве источников излучения применяют аргоно-ртутные лампы низкого давления или ртутно-кварцевые лампы высокого давления. Размещать источники бактерицидного излучения можно как над поверхностью воды, так и под водой в кварцевых чехлах, защищающих источники излучения от влияния температуры воды. Бактерицидные установки (рис. 72) работают уже в ряде городов

и, очевидно, получат широкое распространение для обеззараживания хорошо осветленных вод с невысокой цветностью (не более 20°) с небольшим количеством коллоидных загрязнений, снижающих эффективность бактерицидного излучения.

Обеззараживание воды бактерицидными лучами имеет ряд преимуществ перед хлорированием. Эксплуатация устройства по облучению проще и безопаснее, чем при хлорировании из-за отсутствия помещений для хранения хлора. Расход электроэнергии составляет от 10 до 30 *квт* на 1000 $м^3$ обеззараживаемой воды.

Обеззараживание воды путем озонирования основано на окислительной способности озона. Установка для озонирования включает в себя аппараты для получения озоновоздушной смеси путем действия на эту смесь разрядов электрического тока высокого напряжения. Озонированный воздух смешивается с обеззараживаемой водой. Озон действует на бактерии быстрее хлора. Доза озона находится в пределах 0,5—5,0 *мг/л* в зависимости от содержащихся в воде веществ, способных окисляться.

Советские ученые проводят исследования по обеззараживанию воды ультразвуком. В поле ультразвуковых волн удается получить высокий бактерицидный эффект для всех видов изученных микроорганизмов. По-видимому, применение ультразвука в водопроводной практике будет иметь широкую перспективу.

§ 28. УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ

Устранение из воды солей жесткости, т. е. умягчение ее, необходимо производить для питания котельных установок, причем жесткость воды для котлов среднего и низкого давления должна быть не более 0,3 *мг-экв/л*. Умягчать воду требуется также для таких производств, как текстильное, бумажное, химическое, где вода должна иметь жесткость не более 0,7—1,0 *мг-экв/л*. Умягчение воды для хозяйственно-питьевых целей также целесообразно, особенно в случае, если она превышает 7 *мг-экв/л*.

Применяют следующие основные методы умягчения воды:

1) реагентный метод — путем введения реагентов, способствующих образованию малорастворимых соединений кальция и магния и выпадению их в осадок;

2) катионитовый метод, при котором умягчаемая вода фильтруется через вещества, обладающие способностью обменивать содержащиеся в них катионы (натрия или водорода) на катионы кальция и магния, растворенных в воде солей. В результате обмена задерживаются ионы кальция и магния и образуются натриевые соли, не придающие воде жесткость;

3) термический метод, заключающийся в нагревании воды до температуры выше 100°, при этом почти полностью удаляются соли карбонатной жесткости.

Часто методы умягчения применяют комбинированно. Например,

часть солей жесткости удаляют реагентным способом, а оставшуюся часть — с помощью катионного обмена.

Из реагентных методов содово-известковый способ умягчения является наиболее распространенным. Сущность его сводится к получению вместо растворенных в воде солей Ca Mg нерастворимых солей $CaCO_3$ и $Mg(OH)_2$, выпадающих в осадок.

Оба реагента — соду Na_2CO_3 и известь $Ca(OH)_2$—вводят в умягчаемую воду одновременно или поочередно.

Соли карбонатной, временной жесткости удаляют известью, не карбонатной, постоянной жесткости — содой. Химические реакции при удалении карбонатной жесткости протекают следующим образом:

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3 + 2H_2O.$$

При этом карбонат кальция $CaCO_3$ выпадает в осадок. При удалении бикарбоната магния $Mg(HCO_3)_2$ реакция идет так:

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 + 2CaCO_3 + 2H_2O.$$

Гидрат окиси магния $Mg(OH)_2$ коагулирует и выпадает в осадок.

Для устранения некарбонатной жесткости в умягчаемую воду вводят Na_2CO_3. Химические реакции при удалении некарбонатной жесткости следующие:

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 = CaCO_3 + Na_2SO_4;$$

$$Na_2CO_3 + CaCl_2 = CaCO_3 + 2NaCl.$$

В результате реакции получается углекислый кальций, который выпадает в осадок.

Дозы извести и соды при известково-содовом умягчении воды следует определять по формулам:

доза извести в расчете на CaO:

$$Д_и = 28\left[\frac{(CO_2)}{22} + Ж_к + \frac{(Mg^{2+})}{12} \pm \frac{D_к}{E_к} + 0{,}5\right] \text{ мг/л};$$

доза соды в расчете на Na_2CO_3

$$D_с = 53\left(Ж_{н.к} + \frac{Д_к}{E_к} + 1\right) \text{ мг/л},$$

где Mg^{2+} — содержание в воде магния, *мг/л*;

$Ж_{н.к}$ — некарбонатная жесткость воды, *мг-экв/л*;

$Ж_к$ — карбонатная жесткость воды, *мг-экв/л*;

$D_к$ — доза коагулянта, *мг/л*;

$E_к$ — эквивалентный вес коагулянта, *мг-экв/л*.

Практически реагентным методом удается снизить жесткость лишь до 1—2 *мг-экв/л*.

Для глубокого умягчения применяют такие вспомогательные мероприятия, как подогревание обрабатываемой воды примерно до 90°, при этом остаточная жесткость может быть доведена до 0,2—0,4 *мг-экв/л*. Без подогрева обработка воды проводится большими

избыточными дозами извести с последующим удалением этих избытков путем продувки воды углекислотой. Последний процесс называется рекарбонизацией.

На рис. 73 представлена схема реагентной водоумягчительной установки, в состав которой входят устройство для приготовления и дозирования растворов реагентов, смесители, камеры реакции, осветлители, фильтры.

Для умягчения равномерно подаваемой воды, поступающей непрерывно, применяют те же дозаторы растворов соды и извести, что и при коагулировании. Если же расход умягчаемой воды имеет колебания, применяют так называемые пропорциональные дозаторы.

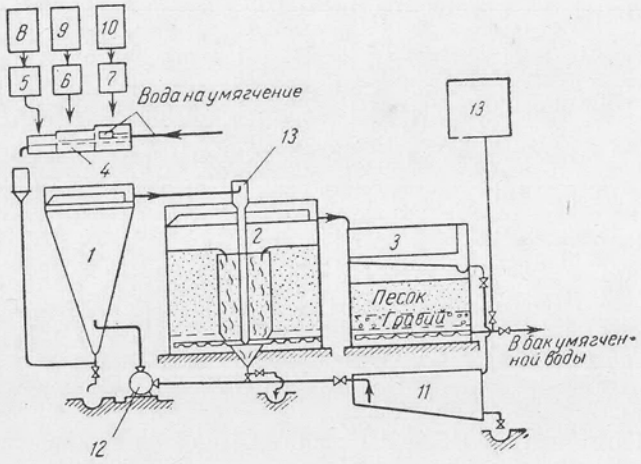


Рис. 73. Схема реагентного умягчения воды:
1 — камера реакций (вихревой реактор); *2* — осветлитель; *3* — кварцевый фильтр; *4* — смеситель; 5, 6 и 7 — дозаторы растворов реагентов; *8*, *9* и *10* — баки для растворения коагулянтов и соды для приготовления известкового молока; *11* — бак; *12* — насос; *13* — воздухоотделитель

Содово-известковый способ пригоден для умягчения воды с любым соотношением карбонатной и некарбонатной жесткости.

Недостатки содово-известкового способа умягчения заключаются в следующем: 1) вода не умягчается полностью; 2) установки для умягчения громоздки; 3) необходима тщательная дозировка соды и извести, чего трудно достичь из-за непостоянства состава умягчаемой воды и реагентов.

Катионитовый способ умягчения основан на способности веществ, называемых катионитами, обменивать содержащиеся в них катионы натрия Na^+ или водорода H^+ на катионы кальция или магния, растворенных в воде. В соответствии с этим различают натрий-катионитовый и водород-натрий-катионитовый методы умягчения воды.

При помощи катионитов вода умягчается на установке, состоящей из нескольких металлических напорных резервуаров, загруженных катионитом (рис. 74).

Необработанная вода поступает в фильтр по трубам *А*, *Б* и *В*; выпуск умягченной воды происходит по трубе *Г* При работе фильтра задвижки *2* и *5* открыты, а остальные (*1*, *3*, *4* и *6*) закрыты. Перед регенерацией фильтр промывают.

Для промывки фильтра вода из бака *Д* подается по трубе *Е* и проходит по дренам снизу вверх. Продолжительность промывки 20—30 *мин*, интенсивность 4—6 *л/сек* на 1 *м²*. Промывная вода с фильтров отводится по трубам *В*, *Б*, *Ж*, причем задвижки *4* и *3* открыты, а остальные закрыты.

Регенерирующий раствор катионита при регенерации подается по трубе *В*, проходит фильтр сверху вниз и сбрасывается по трубе *И*. В этом случае задвижки *1* и *6* открыты, остальные (*2*—*5*) закрыты; продолжительность регенерации около 30—60 *мин*, а отмывки от регенерирующего раствора 40—60 *мин*.

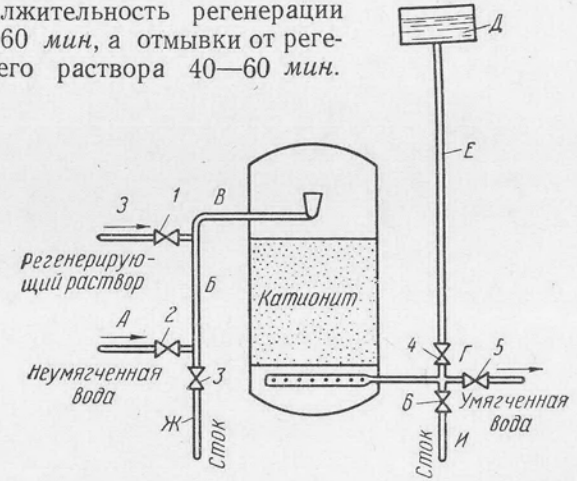


Рис. 74. Схема катионитовой водоумягчительной установки

Преимущества катионитового способа заключаются в следующем: 1) вода умягчается почти полностью; 2) дозировать нужно только раствор поваренной соли или серной кислоты; 3) фильтры изготовляют заводским способом. К числу недостатков этого способа следует отнести необходимость предварительного осветления воды, так как коллоидные и органические вещества обволакивают зерна катионитов и уменьшают их обменную способность.

Реагенты, применяемые при обработке воды, вводят в воду в следующих местах:

а) хлор (при предварительном хлорировании) — во всасывающие трубопроводы насосной станции первого подъема или в водоводы, подающие воду на станцию очистки;

б) коагулянт — в трубопровод перед смесителем или в смеситель;

в) известь для подщелачивания при коагулировании — одновременно с коагулянтом;

г) активированный уголь для удаления запахов и привкусов в воде до 5 *мг/л* — перед фильтрами. При больших дозах уголь следует вводить на насосный станции первого подъема или одновременно с коагулянтом в смеситель водоочистной станции, но не ранее чем через 10 *мин* после введения хлора;

д) хлор и аммиак для обеззараживания воды вводят до очистных сооружений и в фильтрованную воду. При наличии в воде фенолов аммиак следует вводить как при предварительном, так и при окончательном хлорировании.

Раствор коагулянта приготовляют в растворных баках, откуда его надлежит выпускать или перекачивать в расходные баки. Для подачи в воду заданного количества раствора коагулянта следует предусматривать установку дозаторов.

При использовании автоматических дозаторов, основанных на принципе изменения электропроводности воды в зависимости от примесей, известь для подщелачивания следует вводить после отбора коагулированной воды, идущей к дозатору.

К специальным видам очистки и обработки воды относятся: опреснение, обессоливание, обезжелезивание, удаление из воды растворенных газов и стабилизация. Все виды этих обработок воды описаны в соответствующих курсах*

Глава IX

ВОДОНАПОРНЫЕ БАШНИ, РЕЗЕРВУАРЫ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

§ 29. ВОДОНАПОРНЫЕ БАШНИ

Водонапорные башни с баками, предназначенными для хранения запаса воды, сооружают вследствие несоответствия подачи воды и ее потребления в отдельные часы, а также для подачи ее под необходимым напором во время остановки насосов.

В часы, когда подача воды насосами превышает ее потребление, бак водонапорной башни наполняется. В часы перерывов работы насосов или в часы, когда расход воды превышает производительность насосов, недостающее количество ее поступает в сеть из водонапорной башни.

В крупных городах ввиду большого и сравнительно равномерного потребления воды отпадает необходимость в водонапорной башне или резервуаре, так как соответствия режима работы насосов режиму водопотребления можно добиться ступенчатой работой насосов при достаточно высоком коэффициенте их использования.

* А. А. Кастальский, Д. М. Минц. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. Изд-во «Высшая школа», 1962.

Водонапорная башня (рис. 75, *а*) состоит из следующих основных элементов: водонапорного бака *1* и поддерживающей конструкции *2*.

Полезную емкость бака W и высоту поддерживающей конструкции, или высоту башни H (измеряемую от поверхности земли до низа днища бака), определяют путем расчета. Эта высота зависит от рельефа местности, этажности обслуживаемых зданий и гидравлических потерь напора в водопроводной сети. Величины W и H меняются в широких пределах. Емкость резервуара может быть от нескольких десятков до нескольких сотен кубических метров. Высоту водонапорной башни обычно принимают от 10 до 35 *м*. При наличии в городе естественных возвышенностей башни строят на них, и высоту башен тогда можно снизить до нескольких метров, а в ряде случаев водонапорную башню можно заменить водонапорными резервуарами.

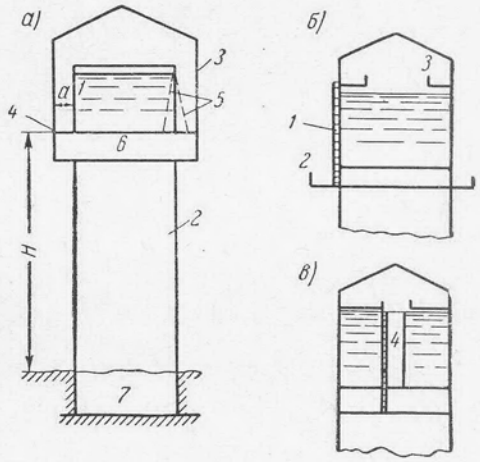


Рис. 75. Варианты водонапорной башни: *а* — шатровая; *б* и *в* — бесшатровые; *1* — резервуар; *2* — поддерживающая конструкция; *3* — шатер; *4* — проход; *5* — лестница; *6* — поддон; *7*—фундамент

Водонапорные башни в городах должны удовлетворять архитектурным требованиям, т. е. входить в архитектурный ансамбль того района города, где они расположены.

Для наблюдения за баком с водой во время эксплуатации и для предупреждения замерзания воды в баке его окружают шатром (рис. 75, поз. *3*).

В районах с низкими температурами при необходимости отапливать башню устраивают печное или центральное отопление. Вода в баке при постоянном ее обмене может не замерзать; в этих случаях ограничиваются только утеплением труб, размещая их в кожухе, а пространство между стенками трубы и кожуха заполняют теплоизоляционным материалом (торфом, опилками и т. п.). При этом необходимо, чтобы теплоизоляционный материал всегда оставался сухим; с этой целью короб обивают толем или кровельной сталью.

Для наблюдения за исправностью соединений труб и за состоянием теплоизоляционного материала в кожухе делают смотровые люки. Расстояние между стенками шатра и бака должно быть не

менее 0,65 *м* (для свободного прохода). Для спуска в бак с целью его осмотра устраивают лестницы.

Поддерживающие конструкции водонапорных башен сооружают из различных материалов: железобетона, металла, кирпича и дерева.

Наиболее распространены в настоящее время железобетонные башни. Опорная часть имеет форму или сплошного железобетонного

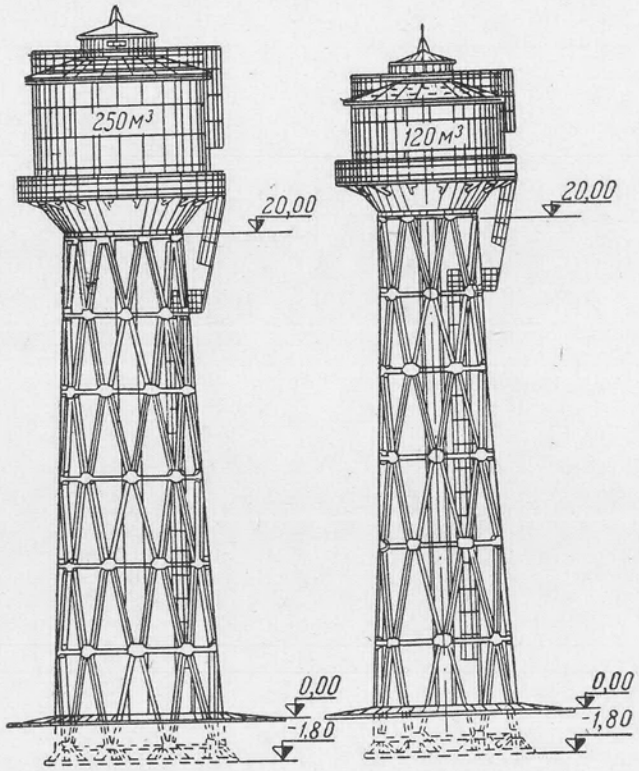


Рис. 76. Железобетонная водонапорная башня из сборных элементов

цилиндра или колонн, соединенных для жесткости поперечными связями. Резервуары в них выполняют чаще всего железобетонные, реже стальные. По типовым проектам института «Гипротрансстрой» сооружают железобетонные водонапорные башни из сборных элементов (рис. 76) для емкостей в 80, 120, 160, 200, 250 и 300 $м^3$, высотой 10, 12, 14, 16 и 20 *м*.

Кирпичные водонапорные башни имели довольно большое распространение, но в настоящее время почти полностью вытеснены железобетонными. Ствол их имеет цилиндрическую форму. Баки в

кирпичных башнях применяют металлические, иногда — железобетонные.

Металлические водонапорные башни сооружают редко (по соображениям экономии металла). В целях предохранения от коррозии металлические конструкции покрывают алюминиевой или масляной краской.

Деревянные башни сооружают во временных водопроводах и в небольших водопроводах колхозов и совхозов. На деревянных башнях устанавливают стальные баки с плоским днищем или деревянные баки из клепки, стянутые стальными обручами.

Необходимую емкость водонапорного бака W определяют по формуле

$$W_б = W_{ак} + W_н, \qquad (39)$$

где $W_{ак}$ — аккумулирующая емкость;

$W_н$ — емкость для хранения неприкосновенного противопожарного запаса воды.

Аккумулирующую емкость баков $W_{ак}$ в системах водопроводов определяют в зависимости от режима поступления воды в бак и расхода воды из него. Вода в водонапорные баки подается насосами.

Таблица 12

Определение емкости резервуара в % от суточного расхода воды

Часы суток	Количество потребляемой воды	Количество воды, подаваемой насосом	Поступление воды в бак	Расход воды из бака	Остаток воды в баке
1	2	3	4	5	6
0—1	1,5	4,17	2,67	—	8,81
1—2	1,5	4,17	2,67	—	11,48
2—3	1,5	4,17	2,67	—	14,15
3—4	1,5	4,17	2,67	—	16,82
4—5	2,5	4,17	1,67	—	18,49
5—6	3,5	4,17	0,67	—	19,16
6—7	4,5	4,17	—	0,33	18,83
7—8	5,5	4,17	—	1,33	17,50
8—9	0,25	4,17	—	2,08	15,42
9—10	6,25	4,17	—	2,08	13,34
10—11	6,25	4,17	—	2,08	11,26
11—12	6,25	4,17	—	2,08	9,18
12—13	5,0	4,17	—	0,83	8,35
13—14	5,0	4,17	—	0,83	7,52
14—15	5,5	4,17	—	1,33	6,19
15—16	6,0	4,17	—	1,83	4,36
16—17	6,0	4,16	—	1,84	2,52
17—18	5,5	4,16	—	1,34	1,18
18—19	5,0	4,16	—	0,84	0,34
19—20	4,5	4,16	—	0,34	0
20—21	4,0	4,16	0,16	—	0,16
21—22	3,0	4,16	1,16	—	1,32
22—23	2,0	4,16	2,16	—	3,48
23—24	1,5	4,16	2,66	—	6,14

Режим потребления воды характеризуется изменением расхода воды по часам суток.

Аккумулирующая емкость баков определяется посредством таблиц или совмещенных графиков водопотребления и подачи воды насосами.

Ниже дается пример определения аккумулирующей емкости водонапорных баков этими методами.

Емкость бака можно определить по табл. 12, которая имеет 6 граф. В графе 1 указываются часы суток, в графе 2 — расход воды в различные часы, в графе 3 — количество воды, подаваемой насосами, в графе 4 — поступление воды в бак (разность цифр граф 3 и 2), в графе 5—расход из бака (разность цифр граф 2 и 3), в графе 6 — количество воды в баке.

Данные графы 6 получают путем прибавления к имеющемуся количеству воды в баке поступления или расхода воды за данный час.

Принимается, что к моменту начала притока воды в резервуар (20 *ч*) воды в нем не было. Наибольшее число в графе 6 дает величину аккумулирующей емкости водонапорного бака.

В табл. 12 все емкости исчислены в % от суточного расхода воды. Возможно исчислять их в $м^3$.

Интегральный график для определения аккумулирующей емкости строят следующим способом: по оси абсцисс откладывают часы суток, начиная от 0 до 24 часов; по оси ординат — расход воды и количество подаваемой насосами воды.

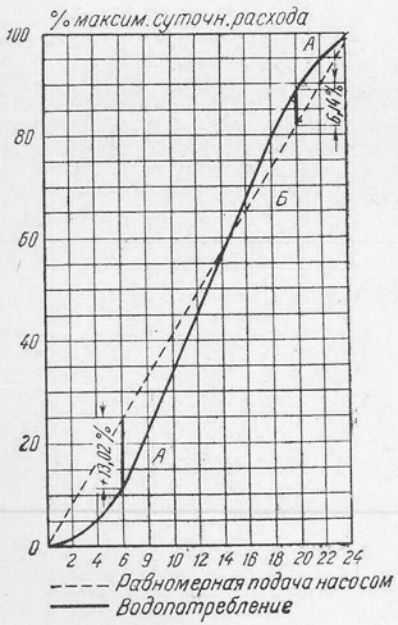


Рис. 77. Интегральный график потребления и подачи воды

В примере построения графика (рис. 77) сплошной чертой обозначен расход воды по часам суток, постепенно наращиваемый от 0 до 100%. Пунктирной линией обозначена подача воды насосами, также постепенно наращиваемая; предполагается, что насосы работают равномерно 24 *ч* в сутки.

В те часы, когда пунктирная линия расположена выше сплошной, вода накопляется в баке; в часы расположения сплошной линии выше пунктирной происходит расход воды из бака. Определяют наибольшие ординаты разности между обеими линиями, и сумма двух ординат (в данном примере 13,02 + 6,14 = 19,16%) дает необходимую величину бака.

При определении объема водонапорного бака к аккумулирующей его емкости необходимо прибавлять неприкосновенный противопожарный запас воды, рассчитанный для населенных мест: на 10-минутную продолжительность тушения одного внутреннего и одного наружного пожаров при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды.

Для промышленных предприятий должен содержаться запас воды на 10-минутный период тушения пожара внутренними пожар-

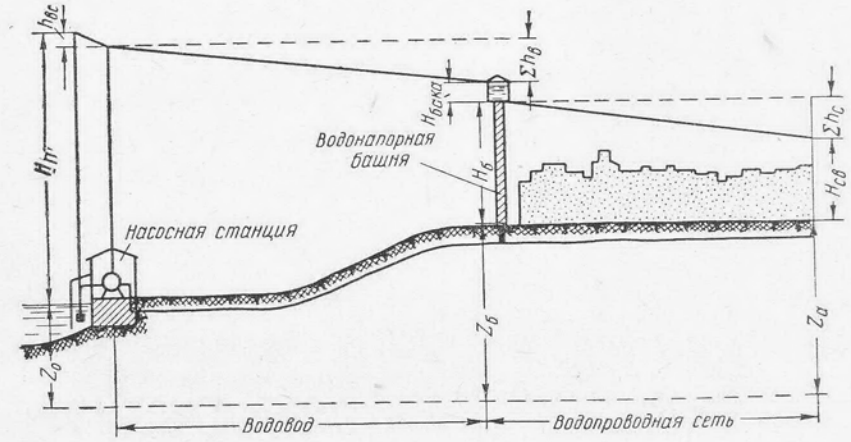


Рис. 78. Схема определения высоты водонапорной башни и напора насосов

ными кранами, а также спринклерами и дренчерными установками при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды.

По данным расчетов водопроводной сети определяют напор, который должны развивать насосы и высоту водонапорной башни.

Высоту водопроводной башни определяют, исходя из условия, чтобы при питании из башни был обеспечен требуемый свободный напор в наиболее удаленной (диктующей) точке при низком уровне воды в баке по формуле 40 (рис. 78).

$$H_Б = Z_а - Z_б + H_{св} + \sum_{Б}^{а} H, \qquad (40)$$

где $H_Б$ — высота водонапорной башни от поверхности земли до днища бака, *м*;

$Z_а$ и $Z_б$ — геодезические отметки поверхности земли соответственно в точке *а* и месте расположения водонапорной башни *б*; в процессе проектирования эти отметки определяют по горизонталям, нанесенным на генплане объекта;

$\sum_{Б}^{а} H$ — сумма потерь напора в участках сети по направлению от водонапорной башни до точки $а$ в период наибольшего расчетного водопотребления, *м вод. ст.* Сумму потерь напора определяют путем расчета водопроводной сети;

$H_{св}$ — требуемый свободный напор, *м вод. ст.*; это наименьший допускаемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке, определяемый по СНиПу (см. § 5).

Для сетей промышленных водопроводов требуемые свободные напоры определяют путем расчета внутренних водопроводных систем.

Диктующей точкой называют точку, ориентируясь на которую, получают наибольшую расчетную высоту водонапорной башни, а в безбашенной системе — высоту подъема воды насосами.

Чтобы найти диктующую точку и определить необходимую высоту водонапорной башни по формуле 40, необходимо производить расчеты с последовательной ориентировкой на различные точки объекта.

В простейшем случае, когда территория объекта горизонтальная и наибольший свободный напор требуется в точке, наиболее удаленной от водонапорной башни, необходимую высоту башни легко определяют по формуле 40.

Необходимую высоту водонапорной башни можно определить путем построения профилей и пьезометрических линий по трассам водопроводных линий сети (см. пример на стр. 67). При этом отпадает необходимость в расчетах по формуле 40.

Для определения полной высоты подъема воды насосами $H_{п}$ пользуются формулой

$$H_{п} = Z_{б} - Z_{о} + H_{Б} + H_{б} + H_{с} + H_{в}, \qquad (40')$$

где $Z_{о}$ — геодезическая отметка низкого уровня воды в источнике, из которого насосы забирают воду, *м*;

$Z_{б}$ — геодезическая отметка поверхности земли у водонапорной башни, *м*;

$H_{Б}$ — высота водонапорной башни от поверхности земли до днища бака, *м*;

$H_{б}$ — высота слоя воды в баке от днища до верхнего уровня воды, *м*;

$H_{с}$ — сумма потерь напора для преодоления сопротивлений во всасывающих трубах (с арматурой), *м*;

$H_{в}$ — сумма потерь напора в водоводах, *м*.

Как видно из рис. 78,

$$Z_{б} - Z_{о} + H_{Б} + H_{б} = H_{г},$$

где $H_{г}$ — наибольшая геодезическая высота подъема воды насосами, равная разности геодезических отметок высокого уровня воды в баке и низкого расчетного уровня воды в источнике R, *м*.

Вводя обозначение суммы потерь напора в водоводе и во всасывающей трубе $\sum_{R}^{б} H = H_{с} + H_{в}$ и производя замену в формуле (40′), получим расчетную формулу для определения $H_{п}$ в более общем виде:

$$H_{п} = H_{г} + \sum_{R}^{б} H. \qquad (40'')$$

Итак, полная высота подъема воды насосами (или полный напор насосов) слагается из геодезической высоты подъема воды и суммы потерь напора во всасывающих и напорных трубах.

Формулы для определения высоты водонапорной башни и высоты подъема насосов, полученные при рассмотрении схемы (рис. 78), применимы как к более простым, так и к более сложным системам водоснабжения и являются общими.

§ 30. РЕЗЕРВУАРЫ

Емкость подземных резервуаров определяют соответственно их назначению, а также с учетом их местоположения в системе водоснабжения.

Полную емкость W резервуаров при насосной станции второго подъема хозяйственно-производственно-противопожарной системы водоснабжения можно определить по формуле

$$W = W_{ак} + W_{ф} + W_{н} + W_{з}, \qquad (41)$$

где $W_{ак}$ — аккумулирующая емкость. Эту емкость определяют, пользуясь графиками или таблицами притока воды в резервуар и откачки воды из него по часам суток;

$W_{ф}$ — емкость для хранения запаса воды на промывку фильтров при их наличии. Величину $W_{ф}$ определяют с учетом типа и площади фильтров, интенсивности и продолжительности их промывки;

$W_{н}$ — емкость для хранения неприкосновенного противопожарного запаса воды. Величину $W_{н}$ определяют из расчета подачи воды на тушение пожара в течение трехчасового периода наибольшего водопотребления;

$W_{з}$ — запас воды, который определяют с учетом продолжительности работ, связанных с ликвидацией аварий, т. е. работ по обнаружению места аварий, опорожнении от воды аварийного участка, ликвидации аварий и наполнения участка водой после ремонта.

В том случае, когда резервуары выполняют роль водонапорных башен, отметку дна их определяют, как и отметку дна бака водонапорной башни. При объеме 2000 $м^3$ железобетонные резервуары устраивают круглые, а при большем объеме — прямоугольные.

В современных конструкциях предусматривают предварительное напряжение стенок резервуара, сборное покрытие из предварительно напряженных железобетонных панелей и сборные колонны.

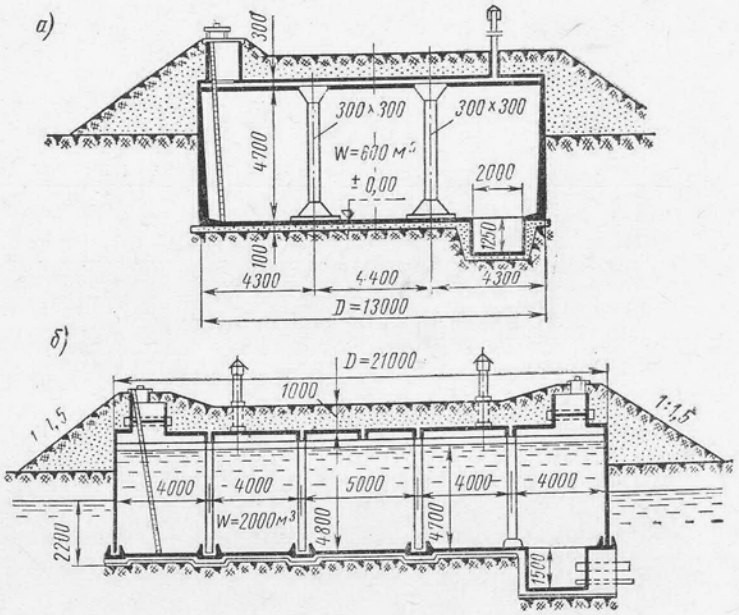


Рис. 79. Резервуары для воды:
а — из монолитного железобетона; *б* — сборного железобетона

Водоканалпроект разработал типы круглых резервуаров со сборными стенками и днищами.

Резервуары обычно заглубляют в землю настолько, чтобы вынутая земля была полностью использована для засыпки резервуара с целью утепления его сверху (рис. 79).

Для вентиляции резервуаров в их перекрытии устанавливают вентиляционные трубы.

§ 31. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Пневматические установки имеют то же назначение, что и водонапорные башни.

Необходимый напор создается давлением сжатого воздуха на поверхность воды в герметически закрытых стальных резервуарах. Существуют две системы пневматических установок: переменного и постоянного давления.

Пневматическая установка с переменным давлением приведена на рис. 80; она состоит из двух резервуаров: *1* — для воздуха и *2* — для воды. К последнему резервуару присоединяется труба *3*, подводящая воду к нему в период пополнения резервуара и отводящая воду в период расхода воды из резервуара. Задвижка *5* служит для выключения резервуара. Оба резервуара соединены между собой трубой *8* с вентилями *10*. Резервуар *1* заполняется воздухом от компрессора *9*. В резервуаре *2* имеются два клапана: *11* — для предупреждения попадания воздуха в водопроводную сеть из резервуара *1* через резервуар *2* и *12* — для предупреждения попадания воды из резервуара *2* в воздушный резервуар *1*. Кроме этих клапанов, устанавливают другую арматуру: предохранительный клапан для предупреждения образования вакуума, манометры, водомерные стекла.

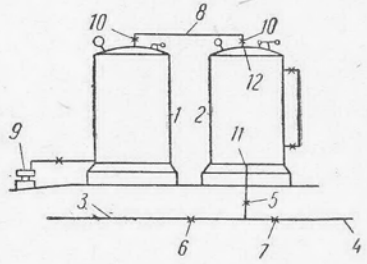


Рис. 80. Схема пневматической установки с переменным давлением

Подготовка установки к действию заключается в следующем. Открыв задвижку *5* и вентили *10*, заполняют водой резервуар *2*, откуда воздух поступает в резервуар *1*; после заполнения резервуара *2* водой закрывают задвижку. При помощи компрессора накачивают воздух в резервуар *1* до расчетного максимального давления. При открытии задвижки *5* вода из резервуара *2* будет поступать в распределительную сеть до момента посадки клапана. По мере расхода воды давление воздуха в резервуарах падает и в момент посадки клапана *11* будет минимальным. Следовательно, напор, под которым вода поступает из пневматической установки в сеть, будет изменяться от $P_{макс}$ до $P_{мин}$.

Резервуар *2* наполняется водой в те периоды, когда расход из сети будет меньше расхода воды, подаваемой насосами. В остальное время вода будет подаваться из резервуара *2* в сеть. Пополнять запас сжатого воздуха в резервуаре в практических условиях приходится крайне редко — 1—2 раза в месяц.

В малых установках может быть применен только один воздушно-водяной резервуар.

Пневматические установки постоянного давления отличаются от описанных тем, что воздух из воздушного резервуара поступает в водяной резервуар под постоянным давлением. Для этой цели на воздушной трубе *8*, соединяющей резервуары, устанавливают редукционный клапан, пропускающий воздух из воздушного резервуара под определенным постоянным давлением.

Системы постоянного давления крайне неэкономичны, и применяют их в тех редких случаях, когда колебание напора в сети недопустимо.

Расчет пневматических установок переменного давления заключается в определении максимального давления воздуха по формуле

$$(P_{макс} + 1) W_{возд} = (P_{мин} + 1)(W_{возд} + W_в), \quad (42)$$

где $P_{макс}$ — максимальное манометрическое давление воздуха в резервуаре *1* при заполнении водой резервуара *2*, *ати*;

$P_{мин}$ — минимальное манометрическое давление, требуемое по расчету, *ати*;

$W_{возд}$ — объем резервуаров для воздуха;

$W_в$ — объем резервуаров для воды.

Отношение минимального давления к максимальному, выраженное в абсолютных атмосферах (*ата*), равное отношению объемов резервуаров для воздуха к сумме объемов резервуаров для воздуха и для воды, обозначают через α:

$$\frac{P_{мин} + 1}{P_{макс} + 1} = \frac{W_{возд}}{W_{возд} + W_в} = \alpha. \quad (42')$$

Величину α рекомендуется принимать 0,6—0,75. При уменьшении числовой величины α увеличивается разность между $P_{макс}$ и $P_{мин}$, что уменьшает к. п. д. насоса, а при увеличении α увеличивается объем воздушных резервуаров, а следовательно, и расход металла на их изготовление.

Регулирующий объем резервуара для воды определяют теми же методами, что и объем бака водонапорной башни.

При устройстве пневматических установок во всех случаях целесообразно применять автоматизацию, что дает возможность в значительной мере уменьшить объемы воздушных и водяных резервуаров.

Пневматические установки в настоящее время применяют очень редко ввиду расхода большого количества металла, неэкономичности работы их и только в тех случаях, когда невозможно по каким-либо причинам устройство водонапорной башни.

§ 32. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Эксплуатация водопроводной сети и сооружений ведется по правилам, изложенным в инструкциях Министерства коммунального хозяйства РСФСР и других союзных республик*.

В городах органы, занимающиеся эксплуатацией водопроводов, находятся в ведении городских Советов депутатов трудящихся.

На промышленных предприятиях эксплуатацией водопровода и канализации ведает главный энергетик, а иногда главный механик.

---

* См. Правила технической эксплуатации водопроводов и канализации, утвержденные Министерством коммунального хозяйства РСФСР 29/XII 1964 г., № 382, М., Стройиздат, 1965.

Основной задачей эксплуатации водопроводной сети является обеспечение бесперебойного снабжения водой. С этой целью необходимо:

1) вести непрерывное наблюдение за работой и состоянием сети и оборудования;

2) своевременно промывать и прочищать водопроводные трубы;

3) предупреждать аварии и возможно быстрее ликвидировать их в случае возникновения.

Одной из главных задач работников эксплуатации водопроводной сети является устранение утечки воды из сети. Ликвидация аварий на сети и водоводах входит в обязанность аварийных бригад, которые должны иметь в своем распоряжении все необходимые технические средства.

Разрыв труб может произойти вследствие различных причин: от действия гидравлических ударов, температурных деформаций, вредных механических воздействий.

Быстро обнаружить аварию в водопроводной сети необходимо не только для прекращения утечки воды, но и для предотвращения затопления или подмыва различных объектов, путей, подвалов домов и др. Для обнаружения мест утечки применяют звукоулавливающие приборы (аквафоны, светоскопы).

При эксплуатации водоприемных сооружений ведут регулярные наблюдения за состоянием источника, уровнем воды, движением наносов, размывом берега, качеством воды, санитарным состоянием и глубинным льдом. При обнаружении нарушений нормального режима должны быть приняты меры к их ликвидации.

Особого внимания заслуживают сооружения для очистки воды. Оперативную работу выполняет дежурный по станции и другие работники станции. Они должны вести контроль за заготовкой растворов реагентов, правильностью их дозировки, наблюдать за уровнями воды в смесителе, камере реакций, отстойниках, фильтрах, резервуарах чистой воды, контролировать процесс хлорирования, а также следить за качеством подаваемой воды потребителям в водопроводную сеть.

Автоматизация работы очистных сооружений упрощает их эксплуатацию, содействует точности технологических процессов и снижает себестоимость очистки воды.

Подземные резервуары и водонапорные башни следует очищать от осадка (песка, ила) не реже одного раза в год с последующей дезинфекцией хлором. Резервуары проверяют также на утечку. Металлические баки окрашивают не реже одного раза в три года суриком на олифе.

Диспетчеризация организована на всех крупных водопроводах: общая для водопровода и канализации или отдельная, в зависимости от объема водопроводного и канализационного хозяйства. Диспет-

черские пункты дают оперативные распоряжения по обеспечению нормального режима водоснабжения (ликвидации повреждений). Диспетчерские пункты, как правило, должны быть оборудованы телеуправлением, телеизмерением и телесигнализацией. На диспетчерском пункте необходимо иметь чертежи сетей и сооружений, а также схемы энергопитания.

Глава X

ВОДОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

§ 33. КОЛИЧЕСТВО И КАЧЕСТВО ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ВОДЫ

Во время производства строительных работ вода необходима для хозяйственно-питьевых, противопожарных и производственных нужд строительства.

Расход воды на тушение пожаров на строительной площадке зависит от наличия легковозгораемых лесных материалов. Расчетный расход воды для тушения пожаров обычно равен от 10 до 20 *л/сек*.

Вода на производственные нужды стройплощадки. Сюда относится расход воды на следующие цели: для приготовления бетонной смеси и поливки бетонных конструкций, для промывки песка и гравия, в производстве каменных и штукатурных работ — для приготовления растворов и на самую кладку, для охлаждения двигателей, компрессоров и других машин, для мытья автомобилей.

Расход воды на производственные нужды определяется в соответствии с календарным планом производства работ.

В приложении III приведены расходы воды на производственные нужды согласно данным Всесоюзного научно-исследовательского института организации, механизации и оказания технической помощи строительству (ВНИОМТП).

Потребление воды на хозяйственно-питьевые нужды на строительстве принимается на 1 рабочего в смену 10—15 *л*; на прием душа 25—40 *л* (если по условиям работы прием душа необходим); на одного жителя временных рабочих поселков при водопользовании из уличных водоразборных колонок 30—50 *л/сут*.

При выборе источника водоснабжения строительных площадок следует учитывать качество воды, необходимой для производственных нужд.

Для приготовления бетонной смеси и поливки бетона допускается применять воду с водородным показателем pH не менее 4,0 и содержащей сульфаты в пересчете на SO_4^{2-} не более 1500 *мг/л*.

Для этих же целей (с применением всех цементов, за исключением глиноземистого) можно в отдельных случаях использовать морскую и аналогичную ей по составу другую минерализованную воду, общее содержание солей в которой не превышает 35 *г/л*, а содержание сульфатов — 2,7 *г/л*. Прочность бетона при затворении его морской водой снижается до 20%.

Не допускается затворять бетон водой из водоемов, загрязненных сточными жидкостями, содержащими жиры, растительные масла, полисахариды и кислоты. Следует также избегать использования болотных вод, содержащих гуминовые вещества.

Бетонные образцы, изготовленные на испытываемой воде, не должны понижать прочность более чем на 10% по сравнению с образцами, затворенными на питьевой воде.

§ 34. ВОДОПРОВОДЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

Водопроводные сети строительных площадок являются временными, устраиваемыми на период строительства. Резервуары, насосные станции, магистральные водопроводы необходимо сооружать с таким расчетом, чтобы их можно было использовать в качестве постоянных.

Затраты на устройство временных сооружений водопроводов должны быть минимальными. Поэтому для снабжения строительства водой необходимо использовать ближайшие действующие водопроводы. Если это экономически нецелесообразно или мощность постоянных водопроводов недостаточна, нужно сооружать ту часть постоянного водопровода для строящегося объекта, которая может обеспечить стройку водой.

Как правило, на стройплощадке сооружается один водопровод с подачей на все нужды воды питьевого качества как на стройплощадку, так и в рабочие поселки. Если в дальнейшем источником хозяйственно-питьевого водопровода промышленного предприятия будут служить подземные воды, вопросы снабжения водой строительства решаются более просто и можно эффективнее использовать в дальнейшем сооружения, входящие в систему временного водопровода. Для этого производится бурение одной или нескольких скважин по проекту постоянного водопровода в количестве, нужном для временного водопровода. Затем сооружают насосные станции, прокладывают водопроводные магистрали также по проекту постоянного водопровода.

Прокладка водопроводных труб малого диаметра, непригодных в дальнейшем, допустима только при срочности строительства и отсутствии труб большого диаметра.

Только в случае недостаточной мощности подземных вод и расположения строительства вблизи реки можно устроить два временных водопровода (рис. 81) — хозяйственно-питьевого из скважины и производственного из реки.

Временные сооружения для приема воды из открытых источников следует размещать вблизи от места расположения строительства.

Тип временного водоприемника выбирают с учетом профиля берега, колебаний уровня воды и геологических условий.

При пологом береге, небольшом колебании уровня воды и достаточной глубине воды в водоеме можно применять простейший

водоприемник, совмещенный с насосной станцией (рис. 82). Напорные линии укладывают по эстакаде, которая соединяет станцию с берегом. При этом длину всасывающих линий сокращают до минимума.

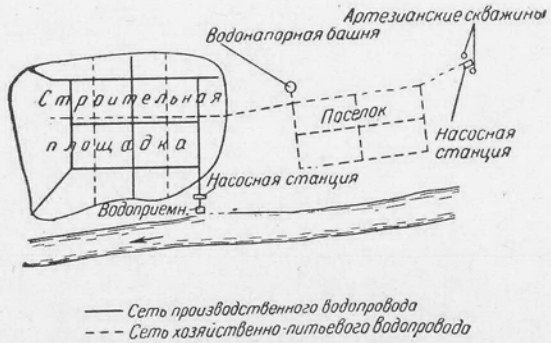


Рис. 81. Схема временных водопроводов строительства с получением воды из реки и артезианской скважины

Для кратковременного водоснабжения с приемом воды из реки применяют установку центробежного насоса на помосте или барже. В этом случае применяют гибкое соединение напорного патрубка на-

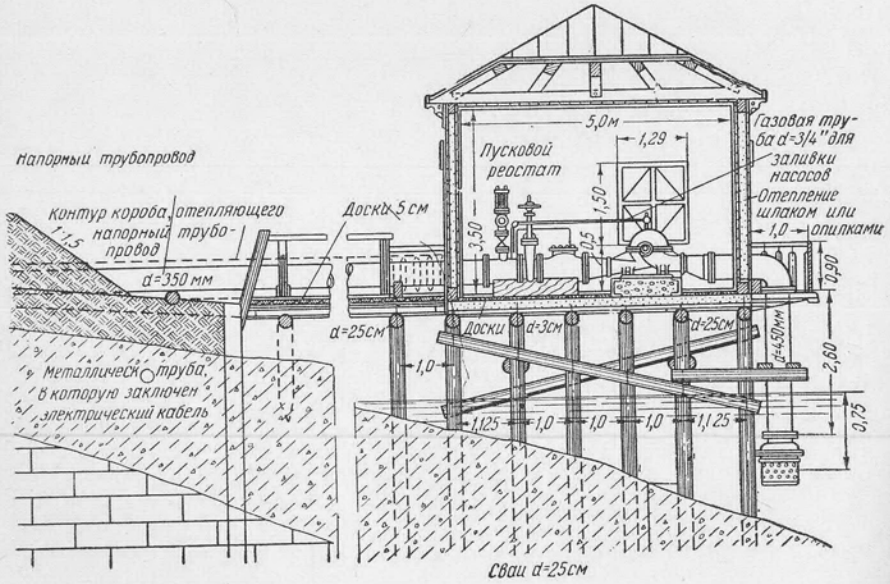


Рис. 82. Береговой водоприемник простейшей конструкции

соса с напорным водоводом, учитывая перемещения станции при колебании горизонта воды.

При крутом береге и больших колебаниях уровня воды применяют передвижные водоприемники (рис. 83). Насосы устанавливают в

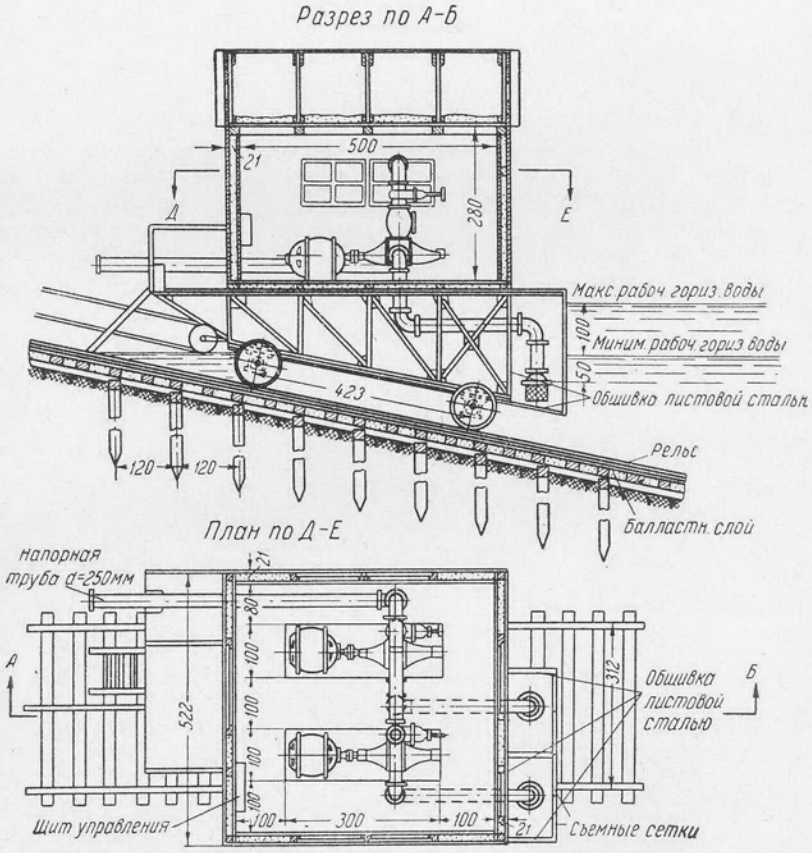


Рис. 83. Передвижной водоприемник

будке, которая с помощью лебедки передвигается на рельсах по мере изменения уровня воды в реке.

В этих случаях применяют также плавучие станции, которые расчаливают на якорях. Их необходимо защищать от сноса в периоды половодья и ледохода.

Трубы временного водопровода укладывают в грунт так же, как и трубы постоянного водопровода, т. е. ниже глубины промерзания грунта.

Кроме труб, укладываемых в грунт, на строительстве в некоторых случаях применяют трубы, прокладываемые по поверхности земли

или на эстакадах, а также гибкие рукава и шланги с быстроразъемными соединениями.

Особенно целесообразно применять для этих целей пластмассовые трубы.

Временные водонапорные башни сооружают обычно из дерева в виде системы стоек и подкосов из бревен, с горизонтальными схватками из пластин (см. рис. 91, а).

Для хранения запаса воды на противопожарные и производственные нужды иногда устраивают копаные резервуары (водоемы), откосы которых вымощены камнем. На водопроницаемых грунтах покрытие резервуара делают глинистое толщиной 30—40 *мм* или двухслойное асфальтовое по пенощебеночному основанию. Емкость временных резервуаров рассчитывают на пожарный 3-часовой запас воды. Радиус обслуживания строений пожарными водоемами при автонасосах и мотопомпах допускается не более 250 *м*, при ручных насосах — не более 150 *м*; этот радиус можно увеличить путем устройства водоразборных колодцев, связанных с водоемами посредством самотечных трубопроводов.

Глава XI

ВОДОСНАБЖЕНИЕ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Мероприятия партии и правительства по дальнейшему развитию сельского хозяйства предусматривают, в частности, проведение широкого комплекса работ по водоснабжению сельских населенных пунктов для удовлетворения производственных и питьевых нужд колхозов, совхозов, животноводческих ферм и других хозяйств как на освоенных, так и на целинных и залежных землях.

Упорядочение сельского водоснабжения является одной из важных задач.

Ввиду некоторых особенностей в сельском водоснабжении применяют наиболее простые решения по выбору и оборудованию источника водоснабжения, по механизации водоподъема.

Имеется довольно распространенное мнение, что сельское водоснабжение должно базироваться только на подземных водах. В действительности же иногда необходимо использовать и поверхностные воды (например, при отсутствии в данном районе подземных вод или при повышенной их минерализации).

Выбор источника сельского водоснабжения, типа водозабора, а также возможности и целесообразности использования подземных или поверхностных вод должен решаться в каждом случае на основе анализа природных гидрогеологических условий района.

В последние годы возникла необходимость в строительстве централизованных водопроводов для животноводческих ферм совхозов и колхозов, РТС и жилой застройки.

В сельской местности также следует различать водоснабжение для производственных целей, хозяйственно-питьевых нужд и тушения пожаров.

Под производственным водоснабжением на селе понимают подачу воды таким потребителям, как РТС, мастерские, гаражи, предприятия по переработке сельскохозяйственных продуктов, а также для водопоя и обслуживания скота и птиц.

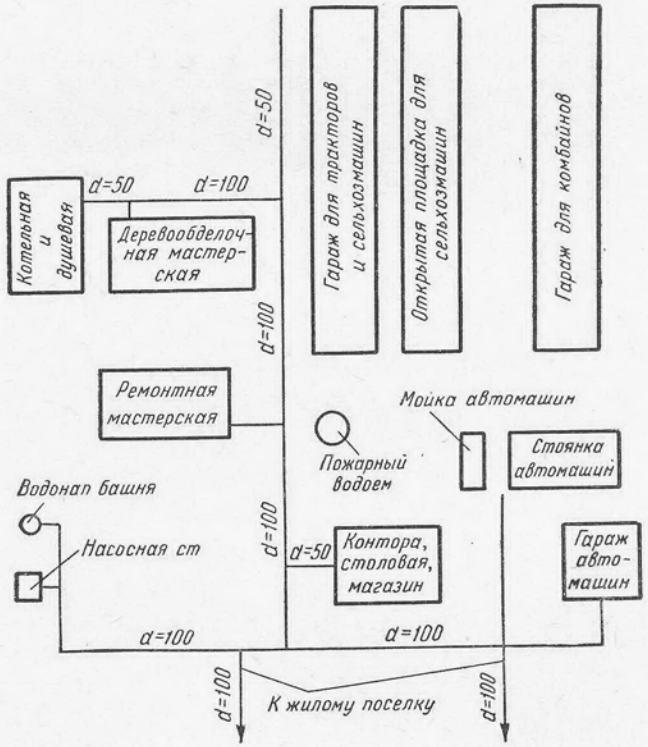


Рис. 84. Схема сельскохозяйственного водопровода

Водопровод сооружается единый с подачей воды питьевого качества всем потребителям, включая жилые районы путем ввода водопровода в дома или через уличные колонки. Схема сельскохозяйственного водопровода по типовому проекту Гипросельхоза представлена на рис. 84.

При выборе источника водоснабжения совхозов и колхозов из открытых водоемов предусматривают все необходимые сооружения для забора, подъема, очистки и раздачи воды. На селе нужно использовать более простые, дешевые и в то же время эффективные способы очистки воды.

В настоящее время для очистки небольших количеств воды в освоенных районах целинных и залежных земель применяют медленные фильтры, позволяющие обойтись без коагулирования воды, что упрощает эксплуатацию.

Снабженный хлораторной установкой медленный фильтр (рис. 85, *а*) на проточной воде является простейшим сооружением, позволяющим получить достаточно хорошо обеззараженную воду.

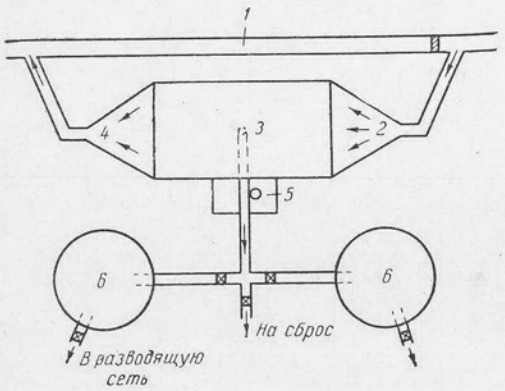


Рис. 85, *а*. Схема фильтрохлораторной установки:

1 — магистральный канал; *2* — подводящий канал; *3* — фильтр; *4* — отводящий лоток; *5* — хлоратор; *6* — резервуары чистой воды

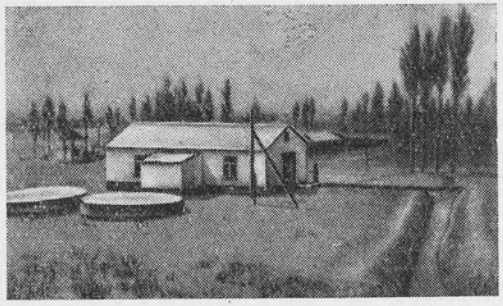


Рис. 85, *б*. Общий вид закрытой фильтрохлораторной установки

Фильтрохлораторная установка представляет собой искусственную площадку, состоящую из слоя песка и поддерживающего песок слоя гравия. Величину уклона поверхности песка следует принимать около 0,005, чтобы скорость течения воды в потоке над фильтром составляла примерно 0,25 *м/сек*. При такой скорости большая часть взвесей в воде уносится током воды. Толщина слоя воды, протекающей над фильтром (1—2 *см*), регулируется шибером-заслонкой, установленной на магистральном канале.

Фильтрующий слой имеет толщину 0,8 *м* и состоит из поддерживающего слоя гравия толщиной 0,25 *м*, слоя крупного песка (размеры зерен 1—2 *мм*) 0,05 *м* и слоя мелкого песка (размеры зерен 0,2—0,5 *мм*) 0,5 *м*.

По мере работы фильтра слой песка покрывается илом; один раз в 2—7 дней снимают верхний слой песка на глубину 2—3 *см* и заменяют его новым. Целесообразно один раз в год останавливать фильтр для смены всей фильтрующей загрузки.

Скорость фильтрования составляет 0,12—0,80 *м/ч*. При круглогодичной работе фильтр следует располагать в закрытом помещении.

Водоснабжение отдельно стоящих малоэтажных зданий или группы их можно осуществлять при помощи трубчатых или шахтных колодцев. Чтобы обеспечить круглосуточную подачу воды, следует установить водонапорный бак на чердаке здания. На одну-две квартиры достаточна емкость бака 0,5—1 $м^3$. Вода в резервуар подается из трубчатого колодца, установленного во дворе близ дома в специальном колодце.

Трубчатые буровые колодцы являются наиболее удобными для водоснабжения отдельно стоящих зданий по санитарным соображениям. Такие колодцы можно применять и для небольшого централизованного водопровода группы зданий.

Вода из трубчатых колодцев забирается центробежными (рис. 86, *а*) или штанговыми насосами (рис. 86, *б*). Глубина колодцев зависит от глубины залегания водонасосных горизонтов. Устье скважины выводится в подземную камеру или шахту. Подземную часть шахты устраивают бетонной или кирпичной с тщательной штукатуркой. Верх шахты выводят на поверхность земли минимум на 0,3 *м*. При наличии насоса следует над шахтой устраивать специальную будку. В случае установки штангового насоса необходимо принимать соответствующие меры против загрязнения скважины смазочными материалами.

Установку центробежного насоса следует считать наиболее надежной и удобной в эксплуатации. Однако устанавливать горизонтальный центробежный насос можно только при высоте всасывания не более 6—7 *м*. В противном случае приходится прибегать к более сложной установке вертикального центробежного насоса.

Трубчатые колодцы при близком залегании водоносного слоя оборудуют ручными насосами, включенными в конструкцию колодцев (рис. 87). Такие колодцы устраивают путем забивки в грунт стальной трубы (всасывающей трубы насоса) с установкой наконечника в водоносном слое на глубине до 6—7 *м*. Для обеспечения эксплуатации этих колодцев в зимнее время насос необходимо устанавливать в колодцах глубиной 2—2,5 *м*, тщательно утепляя его осенью.

Для перекачки воды применяют также поршневые насосы; из них наиболее распространены насосы БКФ.

При нецентрализованном водоснабжении применяют шахтные рытые колодцы, посредством которых следует забирать воду не из первого водоносного горизонта, а из второго, защищенного водоупором. Глубина таких колодцев не превышает 20 *м*. Стены их выполняют из бетона, кирпича, железобетонных колец, камня и лишь при отсутствии этих материалов из дерева. Обязательным условием для всех колодцев шахтного типа является устранение возможности загрязнения и обеспечение отвода дождевых вод.

Колодцы шахтного типа оборудуют центробежными или поршневыми насосами.

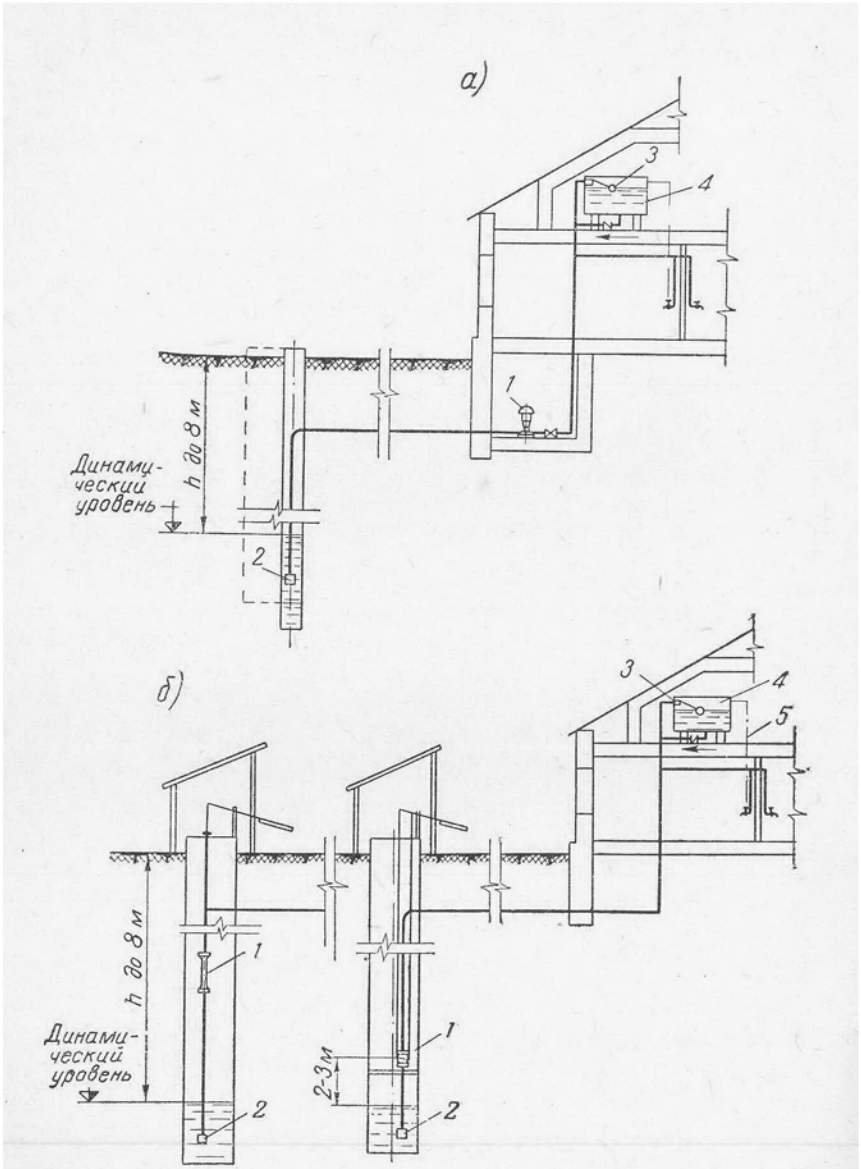


Рис. 86. Схемы установок для подъема воды из трубчатых колодцев:

а — центробежными насосами; *б* — штанговыми насосами: *1* — насос; *2* — приемный клапан; *3* — поплавковый клапан; *4* — бак; *5* — переливная труба

В системах местного водоснабжения применяют также герметично-закрытые пневматические напорно-регулирующие баки (напор обеспечивается давлением сжатого воздуха на поверхность воды в баке). Широкие возможности уменьшения емкости бака дает автоматизация пуска и остановки водоподъемников, которая позволяет уменьшить объем напорно-регулирующего устройства, снизить их стоимость, а также обеспечить бесперебойность их работы.

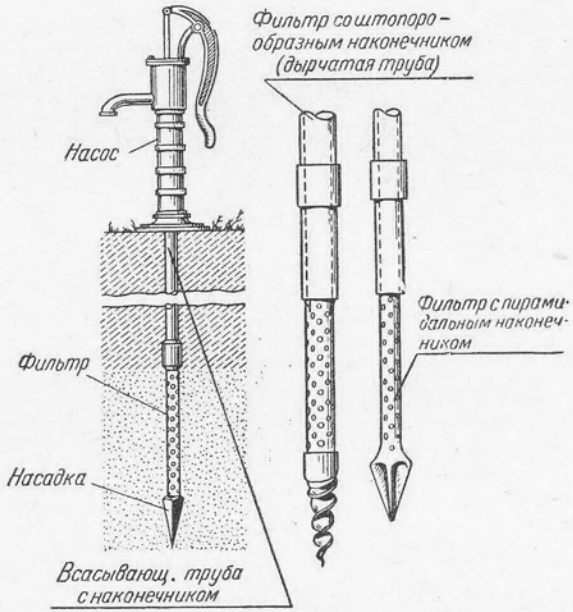


Рис. 87. Трубчатый колодец с поршневым насосом

Принципиальная схема автоматической водоподъемной установки с пневматическим напорно-регулирующим баком приведена на рис. 88.

Через приемную сетку *2* насос *3* с электродвигателем *1* всасывает воду и подает ее в напорный трубопровод *4* под давлением P_2. Часть бака *5* заполняется водой до уровня *I—I*, а имеющийся в баке воздух сжимается до давления P_1. Если расход воды меньше подачи насоса или водоразбор вообще прекращен, вода заполняет бак и повышает давление внутри него.

Когда уровень воды в баке повышается до линии *II—II*, а давление увеличивается до величины P_2, на которую отрегулировано реле давления *6*, происходит разрыв электрической цепи и выключение электродвигателя *1*. В дальнейшем вода подается к точкам водоразбора под действием давления воздуха внутри бака.

По мере опорожнения бака давление воздуха в нем падает. Когда оно достигнет начальной величины, на которую отрегулировано реле давления, последнее включает электродвигатель в работу и насос

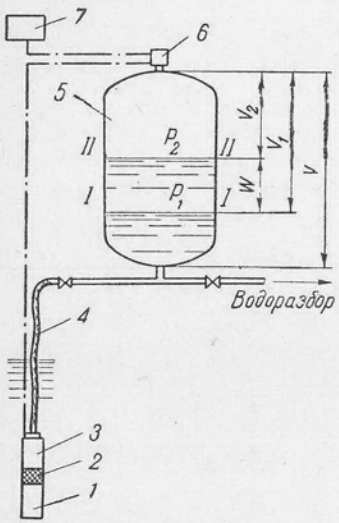


Рис. 88. Принципиальная схема автоматической водоподъемной установки с пневматическим баком:

1 — электродвигатель; *2* — приемная сетка; *3* — насос; *4* — напорный трубопровод; *5* — пневматический напорно-регулирующий бак; *6* — реле давления; *7* — управление

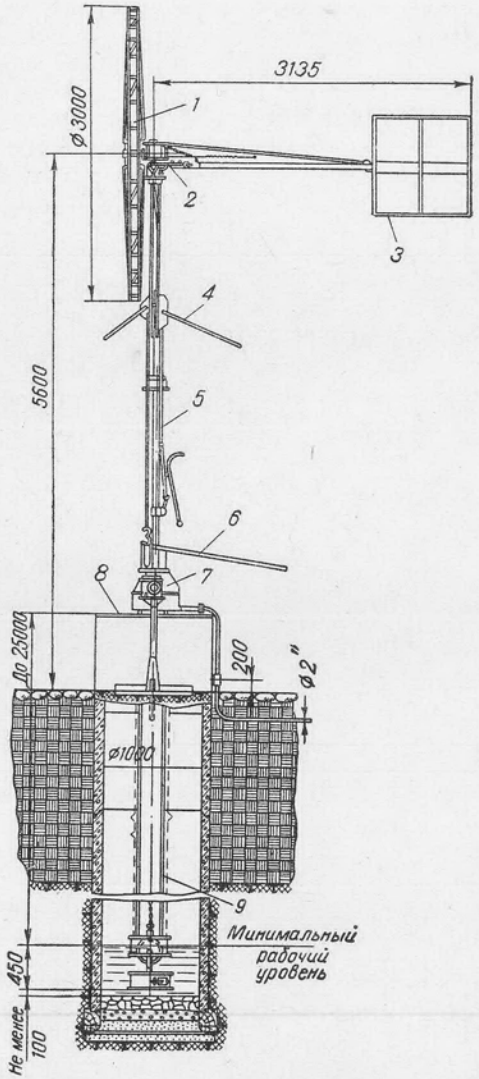


Рис. 89. Ветроводоподъемник:

1 — ветровое колесо; *2* — головка; *3* — хвост; *4* — растяжка; *5* — мачта; *6* — конный привод; *7* — нижний редуктор; *8* — крышка колодца; *9* — водоподъемник системы нории

вновь подает воду в бак, восстанавливая израсходованный запас.

Воздух можно подкачивать ручным насосом, небольшим компрессором, но целесообразнее устроить автоматическое пополнение воздуха.

Автоматизированные пневматические установки для систем с расходом до 15—20 $м^3/ч$ выгоднее систем с башнями.

В настоящее время серийно выпускают пневматические установки переменного давления с одним баком (Ву-21, Ву-7 и т. п.).

Ветроводоподъемник ВП-3 (рис. 89) предназначен для подъема воды из шахтных колодцев. Наиболее эффективно его можно ис-

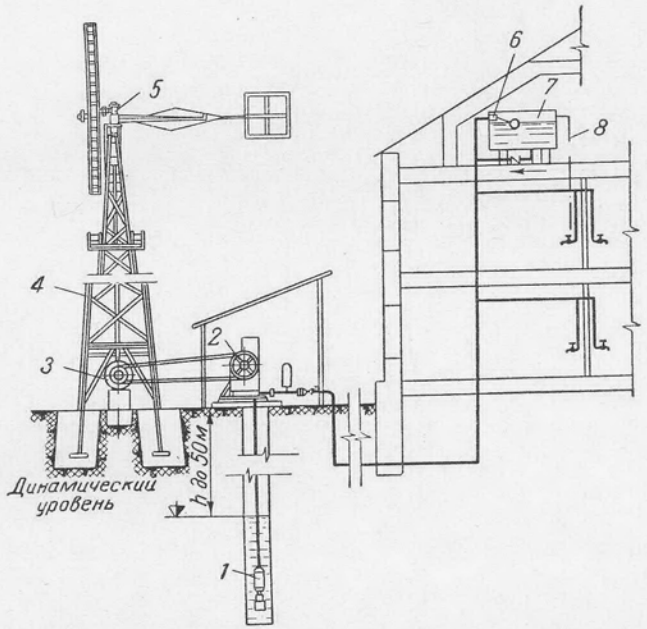


Рис. 90. Схема установки для подъема воды из шахтных и трубчатых колодцев с приводом от ветродвигателя:

1 — насос; *2* — водоподъемная лебедка; *3* — нижний редуктор; *4* — ветродвигатель; *5* — верхний редуктор; *6* — поплавковый клапан; *7* — бак; *8* — переливная труба

пользовать на пастбищах отгонного животноводства и полевых станах.

Ветроподъемник состоит из ветродвигателя, водоподъемника и резервного конного привода. Тихоходный ветродвигатель имеет следующие узлы: 18-лопастное ветровое колесо велосипедного типа диаметром 3 *м*, головку, хвост, мачту, нижний редуктор и опору. Головка представляет собой двухступенчатый редуктор, который соединяется с мачтой шарнирно, что обеспечивает свободный поворот головки с ветроколесом для использования ветра любого направления. Число оборотов ветрового колеса ограничивается автоматически — выводом из-под ветра за счет эксцентрической посадки колеса относительно оси мачты. Нижний редуктор служит для передачи вращения горизонтальному валу водоподъемника от вер-

тикального вала ветродвигателя или от конного привода (при безветрии).

Ветродвигатель ВП-3 целесообразно устанавливать в районах со среднегодовой скоростью ветра не менее 2 *м/сек*, при высоте подъема до 24 *м* (при помощи норм); он обеспечивает подачу воды до 3 $м^3/ч$.

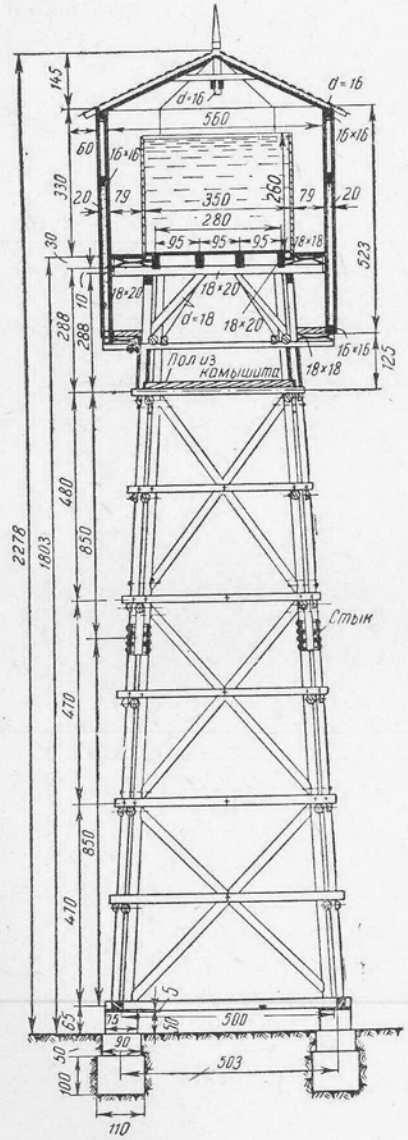


Рис. 91 а. Деревянная водонапорная башня

Применяют ветронасосные установки различной конструкции. Представляет интерес ветродвигатель Д-12 — быстроходный, саморегулирующийся, с трехлопастным колесом. Он предназначен для механизации трудоемких работ в сельском хозяйстве. Для привода поршневого насоса расходуется незначительная мощность, поэтому экономически целесообразно использовать ветродвигатели для целого комплекса работ.

Для приведения в действие поршневых насосов применяют ручные лебедки, электро- или ветроводоподъемник (рис. 90).

Ветряные двигатели изготовляет наша промышленность с диаметром колеса 5 *м* (тип ВД-5) и 8 *м* (ВД-8). Вращение, сообщаемое ветровому колесу, передается через пару конических шестерен шатунно-кривошипному механизму, приводящему в поступательное движение поршень насоса.

Двигатель ВД-8 при скорости ветра от 3 до 6 *м/сек* и при высоте подъема 10 *м* обеспечивает подачу воды от 5,5 до 14 $м^3/ч$, при увеличении подъема до 50 *м* подача воды снижается до 1—5 $м^3/ч$.

Для регулирования расхода воды при устройстве централизованного водопровода небольших населенных пунктов можно применять водонапорные башни

деревянные (рис. 91, *а*) или из сборного железобетона (рис. 91, *б*) (по типовому проекту Гипросельхоза). Башни имеют высоту 12 и 16 *м* с опорами из трех стоек из сборных железобетонных элементов.

Монтаж таких башен производят в такой последовательности. Из монолитного бетона выполняют три башмака *1*, в которые устанавливают стойки *2* квадратного сечения. Стойки связывают при помощи ригелей *3*. На верхние стойки *4* устанавливают верхние ригели *5*, которые принимают на себя и передают на вертикальные

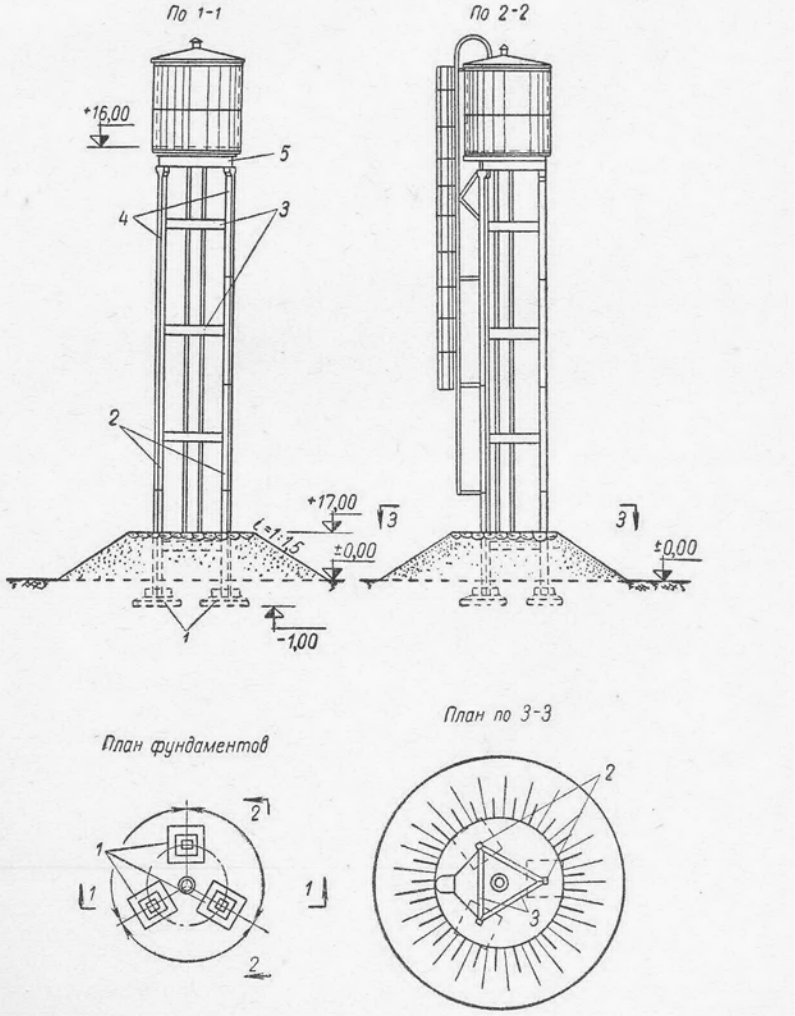


Рис. 91, б. Водонапорная башня из сборного железобетона

стойки (ветровые) нагрузки от бака. На верхние ригели укладывают по деревянным балкам сплошной дощатый настил, который является одновременно несущей конструкцией и утеплителем бака. Баки имеют емкость 25—50 $м^3$.

Глава XII
ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД

§ 35. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ВНУТРЕННИХ ВОДОПРОВОДОВ

Внутренний водопровод состоит из следующих элементов:

1) ввода — ответвления от наружной сети до входа его за наружную стену здания (обычно до водомера) для подачи воды от наружной сети в здание;

2) водомерного узла — водомера с арматурой для учета количества потребляемой воды;

3) внутренней сети — для подачи воды к водоразборным точкам;

4) водоразборной, запорной и регулирующей арматуры;

5) напорно-регулирующие емкости — водонапорных баков, устанавливаемых в случае недостаточного напора в наружной сети и при необходимости иметь некоторый запас воды;

6) насосных и пневматических установок для повышения и поддержания напора во внутренней сети при недостаточности его в наружной сети.

По внутреннему водопроводу вода подается через ввод от наружной водопроводной сети ко всем водоразборным точкам, находящимся в здании. Как и наружные водопроводы, по своему назначению различают хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные внутренние. Системы водопроводов по технико-экономическим обоснованиям могут быть объединенными и раздельными.

Хозяйственно-питьевые водопроводы в жилых, общественных и производственных зданиях предназначают для подачи потребителям воды, необходимой для питья, умывания, стирки, канализации, мытья полов и других хозяйственных нужд.

Производственные водопроводы сооружают на предприятиях для питания водой производственных агрегатов, охлаждения машин и других технологических процессов. Требования к качеству производственной воды могут быть различны. Однако хозяйственный водопровод используют для производственных целей в тех случаях, когда требуется питьевая вода для производственных нужд, например, в пищевой промышленности или когда расход воды для производственных нужд незначителен и потребные напоры одинаковы.

Противопожарные водопроводы как самостоятельные устраивают в тех случаях, когда объединение их с хозяйственно-питьевыми или производственными водопроводами по технико-экономическим требованиям нецелесообразно.

Для бесперебойной подачи воды ко всем точкам внутреннего водопровода требуется создание гидравлического напора в сети. Величину потребного напора определяют по формуле

$$H_{потр} = h_{геод} + h_{вв} + h_{вд} + \sum h_л + \sum h_м + h_р \; м\ вод.\ ст., \qquad (43)$$

где $h_{геод}$ — геометрическая высота подъема воды, определяется как разность геодезических отметок самого высокорасположенного крана и оси наружного водопровода в месте присоединения ввода;

$h_{вв}$ — потери напора на вводе;

$h_{вд}$ — потери напора в водомере;

$\Sigma h_л$ — сумма потерь напора по длине по расчетному направлению;

$\Sigma h_м$ — сумма местных потерь напора по расчетному направлению;

$h_р$ — рабочий (свободный) напор перед расчетным водоразборным краном, который принимается по табл. 20, $h_{вв}$, $h_{вд}$;

$\Sigma h_л$, $\Sigma h_м$ — определяют гидравлическим расчетом (см. пример в приложении VII).

Рабочим напором называют такой необходимый свободный напор перед водоразборным краном, при котором обеспечивается излив и подача расчетного расхода воды.

При проектировании внутренней сети здания, расположенного в черте города, управление городского водопровода должно сообщить данные о величине гарантийного напора $H_{гар}$ в месте, где расположено это здание.

Если гарантийный напор в городах и поселках или в сети промышленного предприятия меньше потребного $H_{потр}$, он не может обеспечить бесперебойное снабжение водой всех водоразборных точек здания и тогда необходимо установить насос.

Напор насоса $H_{нас}$ определяют как разность потребного и гарантийного напоров:

$$H_{нас} = H_{потр} - H_{гар}. \qquad (43')$$

Максимальный напор во внутренних водопроводных сетях, согласно СНиПу (гл. II Г.3.1-62), не должен превышать 60 *м*.

В зависимости от гарантийного напора в наружной водопроводной сети различают следующие системы внутренних водопроводов по способу создания потребного напора в них:

1) без повысительных установок;

2) с водонапорными баками (без насосов);

3) с постоянно или периодически действующими насосами;

4) с водонапорными баками и периодически действующими насосами;

5) с пневматической установкой.

Внутренний водопровод, действующий без повысительных установок под напором наружного водопровода (рис. 92, *а*), сооружают в том случае, когда напор в наружном водопроводе всегда достаточен для подачи необходимого количества воды к наиболее удаленным и высокорасположенным водоразборным точкам, т. е.

$$H_{гар} \geqslant H_{потр}. \qquad (43'')$$

Водопровод с водонапорным баком без насоса (рис. 92, *б*) применяют в тех случаях, когда напор в наружной сети обеспечивает подачу расчетного количества воды в часы наименьшего потребления воды, т. е. ночью $H_{гар} \geqslant H_{потр}$. Вода, поступившая в бак ночью, расходуется из него в дневные часы.

Водонапорные баки сооружают также в случае необходимости создания запаса воды или для обеспечения постоянного напора у водоразборных точек (например, в банях и прачечных).

Водопровод с повысительной установкой без водонапорных баков (рис. 92, *в*) применяют тогда, когда наружная сеть может всегда обеспечить подачу требуемого количества воды, но напора постоянно или периодически в ней не хватает, а режим водопотребления равномерен.

Если напор в наружной сети недостаточен периодически, то установка будет включаться в определенные часы. Такие установки обычно автоматизируют. Насосная установка, будучи оборудована реле (реле давления, см. рис. 123, *б*), для автоматического включения и выключения может действовать периодически.

Водопровод с насосами и водонапорными баками (рис. 92, *г*) применяют при постоянном недостатке напора в наружной сети. При этом насосная установка действует периодически, подавая воду к водопотребителям и пополняя водонапорные баки. Периодичность действия насосной установки достигается автоматически при помощи поплавкового реле в баке (см. рис. 123, *а*).

Водопровод с пневматической установкой применяют в тех же случаях, что и водопровод с насосом и напорным баком. В этом случае вместо обычного бака устанавливают водовоздушные баки или отдельно воздушный и водяной баки (рис. 92, *д*).

В зданиях применяют пневматические установки системы переменного давления.

Зонное водоснабжение. Водопроводы высоких жилых зданий обычно делятся по высоте на зоны. Нижние этажи питаются непосредственно от наружного водопровода, в верхние же этажи воду подают насосами (рис. 92, *е*, *ж*, *з*). В зданиях повышенной этажности одна зона обслуживает примерно 10—14 этажей; при этом давление в нижних этажах зоны хозяйственно-питьевого водопровода не должно превышать 5 *ати* и противопожарного — 6 *ати*.

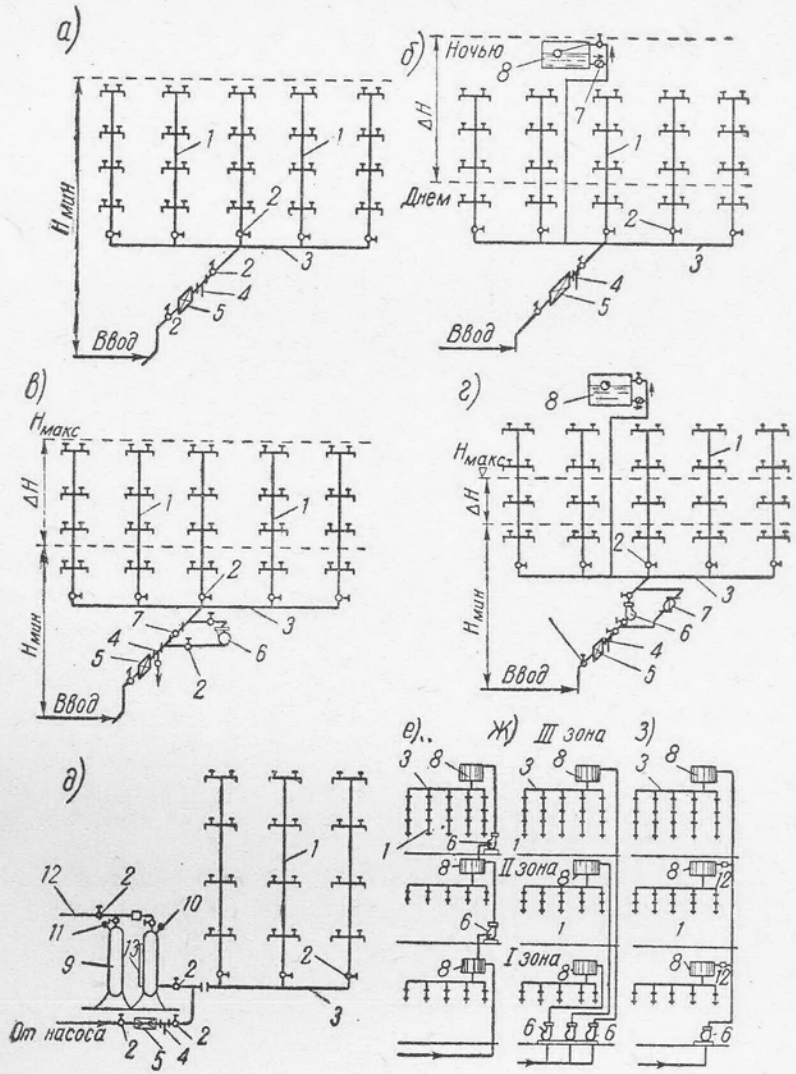


Рис. 92. Схемы внутренних водопроводов:

а — при постоянном достаточном напоре; *б* — при периодическом достаточном напоре, с баком и без насоса; *в* — при периодическом недостаточном напоре, с насосом без бака; *г* — при постоянном недостаточном напоре, с насосом и баком; *д* — при постоянном недостаточном напоре с пневматической установкой; *е* — зонные для многоэтажных зданий при последовательной подаче воды; *ж* — при параллельной подаче воды; *з* — то же, при подаче одним насосом во все зоны: *1* — стояки с ответвлениями к водоразборам; *2* — запорные краны и вентили; *3* — магистральные трубы; *4* — спускной кран; *5* — водомер; *6* — насос; *7* — обратный клапан; *8* — баки водяные; *9* — воздушный бак; *10*—воздухоспускной кран; *11* — предохранительный клапан; *12* — сжатый воздух (от компрессора); *13* — водомерное стекло

Системы внутренних водопроводов, расположенных по основной водопроводной магистрали, в значительной мере зависят от конструктивных решений зданий, а также от расположения санитарных узлов в жилых и общественных зданиях и от размещения оборудования, потребляющего воду, в производственных зданиях. Схемы сетей внутренних водопроводов просты и экономичны в тех случаях, когда санитарные узлы и водоразборные точки сгруппированы в определенных местах и расположены друг над другом.

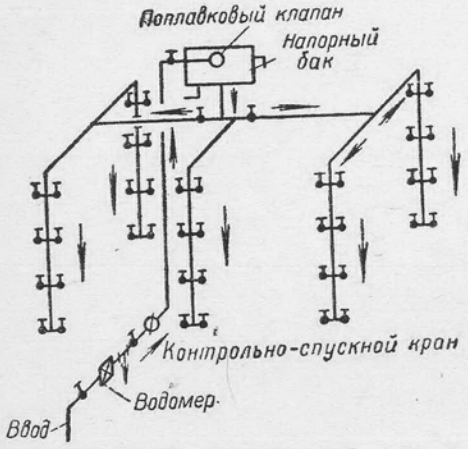


Рис. 93. Схема водопроводной сети с верхней разводкой

Водопроводные системы подразделяют на системы с нижней или верхней разводкой. При нижней разводке магистраль прокладывают в подвале преимущественно под потолком подвала или в первом этаже здания (под полом) в специальном канале. Такую трассировку сети широко применяют в жилых и общественных зданиях. При верхней разводке магистраль прокладывают под потолком верхнего этажа или в чердачном помещении. Верхняя разводка неудачна тем, что при укладке магистрали на чердаке необходимо утеплять магистраль для защиты ее от промерзания, а при аварии возможно просачивание воды через перекрытия.

Верхнюю разводку (рис. 93) обычно применяют в производственно-коммунальных предприятиях (банях, прачечных) и в производственных зданиях открыто, по фермам и стенам зданий.

При зонном водопроводе устраивают смешанные системы — с нижней разводкой для первой зоны и с верхней — для второй и последующих.

Внутренние сети устраивают тупиковые или кольцевые, с двумя или более вводами (рис. 94). Преимущество кольцевой сети заключается в ее большой надежности в отношении бесперебойности подачи воды потребителям. При аварии в кольцевой сети можно выключить аварийный участок без прекращения подачи воды по остальной части сети.

Тупиковые сети применяют главным образом в тех зданиях, где допускается перерыв в подаче воды в случае выхода из работы части или всей сети водопровода. Это могут быть жилые, административные, а иногда и промышленные здания. Кольцевые сети водоснабжения устраивают в зданиях, где недопустим перерыв в водоснабжении (например, в производственном предприятии, когда нарушение технологического процесса из-за отсутствия воды может вывести из строя оборудование), а также в высотных зданиях, в больницах, банях и т. д.

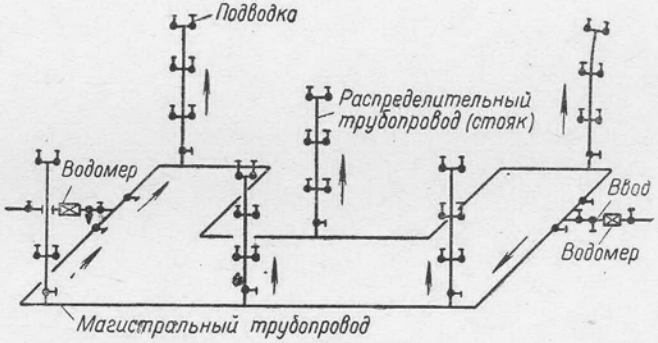


Рис. 94. Схема кольцевой водопроводной сети

§ 36. ВВОДЫ

Вводом называется ответвление от наружной сети до водомерного узла. Вводы (рис. 95) прокладывают с уклоном 0,003 от здания, обычно под углом 90° к его стене. При выборе места расположения ввода обязательно следует учитывать возможность установки водомера в здании непосредственно за первой его стеной в помещении теплом и доступном для осмотра.

В месте присоединения ввода к наружной сети сооружают колодец для размещения соединительных частей и задвижки.

В отдельных случаях разрешается устраивать одно ответвление на несколько зданий с прокладкой транзитных магистралей под зданиями и между ними.

В жилых зданиях объемом менее 70 тыс. $м^3$, а также в зданиях общественного назначения, имеющих не более двух лестниц на два этажа, допускается один ввод. В общественных зданиях и производственных предприятиях, перерыв работы водопроводных сетей в которых недопустим, устраивают два ввода и более. Сети противопожарных водопроводов с числом пожарных кранов более 10 нужно присоединить к наружной сети также не менее чем двумя вводами. При этом сети устраивают кольцевые или закольцованные вводами.

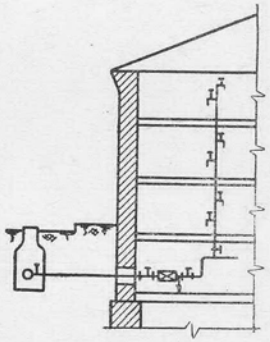


Рис. 95. Ввод в здание

Диаметр ввода определяют расчетом на пропуск максимального расхода воды в здание. При устройстве двух и более вводов их необходимо присоединять по возможности к различным участкам наружной водопроводной сети. Расчет водопроводных сетей, питаемых несколькими вводами, нужно производить, исходя из предположения, что один из вводов выключен на ремонт.

Вводы монтируют из следующих труб:

1) из чугунных при диаметре ввода 50 *мм* и более;

2) из стальных оцинкованных при диаметре вводов менее 50 *мм*, а также для ответвлений от наружных сетей, выполненных из стальных труб;

3) из пластмассовых при диаметре ввода до 100 *мм*.

Стальные трубы должны быть защищены от коррозии.

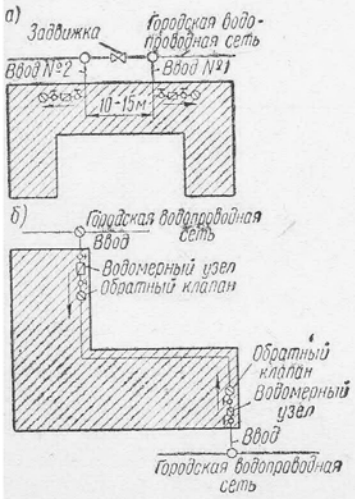


Рис. 96. Расположение в доме двух вводов водопровода: *а* — сближенные вводы; *б* — рассредоточенные вводы

В жилых помещениях устраивать вводы не допускается. Ввод и водомерный узел размещают в легко доступных для осмотра помещениях непосредственно за наружной стеной здания (не далее 1—2 *м*), имеющих температуру зимой не ниже 2°. Глубина заложения ввода принимается равной глубине заложения наружных сетей.

Ввод присоединяют к наружной сети одним из следующих способов (рис. 96):

1) при помощи тройника, заранее установленного при прокладке наружной водопроводной сети;

2) врезкой тройника в существующую водопроводную сеть.

Недостаток этого способа заключается в том, что необходимо выключить участок наружной сети, на котором производится присоединение, вследствие чего подача воды потребителям на время работы прекратится;

3) при помощи седелок (рис. 97), укрепляемых хомутами на трубе с высверливанием отверстия сверлильным аппаратом.

Седелку *1* и сверлильный аппарат прикрепляют хомутом *2* к наружной водопроводной трубе *3*. Между ними устанавливают резиновую прокладку *4*. К седелке привернут на резьбе пробочный кран *5*. Рама аппарата *6* соединяется с пробочным краном; сверло пропускают через отверстия пробочного крана и высверливают отверстие в теле трубы. Затем сверло вынимают, а пробочный кран закрывают. Сверлильный аппарат снимают, и к закрытому пробочному крану присоединяют ввод.

Поскольку с помощью седелок ввод можно присоединить к действующей водопроводной сети под напором без перерыва водоснабжения, такой способ получил наиболее широкое применение для присоединения ввода к действующей водопроводной сети. Однако

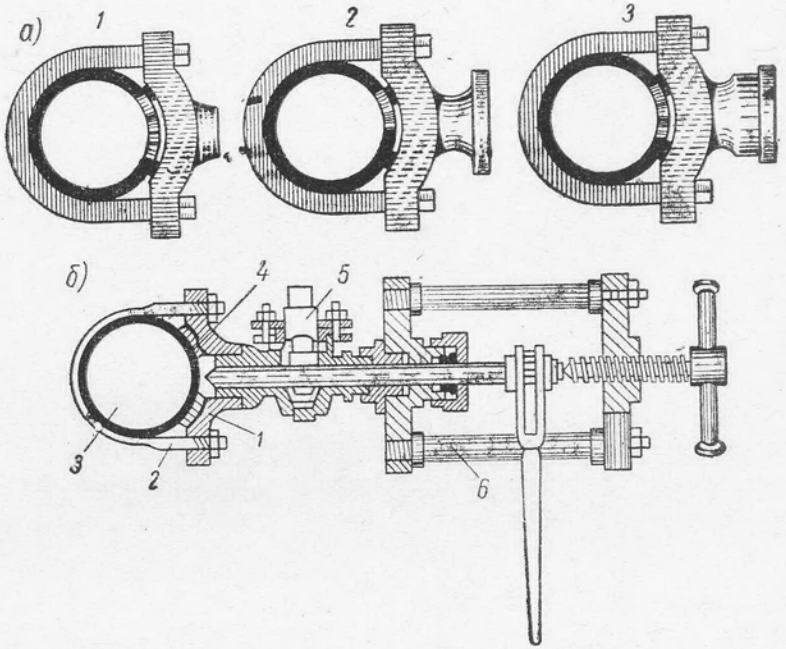


Рис. 97. Седелка для присоединения ввода к водопроводной магистрали:

а — тип седелок; *1* — с резьбой; *2* — с фланцем; *3* — с раструбом; *б* — схема присоединения сверлильного аппарата; *1* — седелка; *2* — хомут; *3* — труба; *4* — прокладка из листовой резины; *5* — пробочный кран; *6* — сверлильный аппарат

такой способ присоединения можно выполнить при диаметре ввода до 100 *мм* и отношение его диаметра к диаметру наружного водопровода не должно превышать одной трети, т. е.

$$d_{\text{прис}} \leqslant \frac{1}{3} D_{\text{нар}}.$$

Для прокладки вводов в фундаменте при постройке здания оставляют отверстия. В эти отверстия заделывают металлические футляры диаметром не менее чем на 200 *мм* больше диаметра ввода с устройством балки или разгрузочной арки для предохранения ввода при осадке здания. Кольцевое отверстие между трубой и металлическим футляром заделывают с обоих концов просмоленным канатом и мятой глиной; с внешней и внутренней стороны его заделывают цементным раствором (рис. 98, *а*). Вводы в подвал при наличии

грунтовых вод для лучшей гидроизоляции выполняют с применением сальника (рис. 98, *б*).

Расстояние по горизонтали от ввода водопровода до подземных трубопроводов должно быть не менее: а) до канализации при диаметре водопроводных труб до 200 *мм* — 1,5 *м*, при диаметре водопроводных труб более 200 *мм* — 3 *м*; б) до теплопроводов — 1,5 *м*; в) до газопроводов низкого давления — 1 *м*; г) до газопроводов среднего давления — 1,5 *м*.

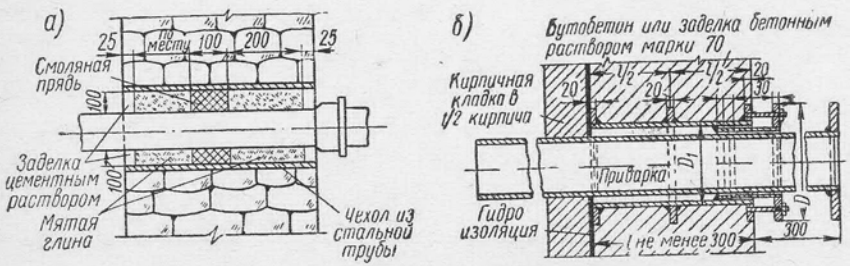


Рис. 98. Вводы в здание:
а — ввод в чехле; *б* — ввод в сальнике

§ 37. ВОДОМЕРЫ

Для учета расхода воды в зданиях устанавливают водомеры. Учет воды производится с целью определения стоимости израсходованной воды, а также для выявления утечки воды в случае неисправности арматуры, труб или фасонных частей.

Учет воды позволяет также определить фактические нормы ее потребления, необходимые для проектирования новых водопроводов и усовершенствования существующих.

В системах внутреннего водопровода применяют скоростные водомеры: крыльчатые, турбинные или комбинированные.

Скоростные крыльчатые водомеры с вертикальной крыльчаткой (рис. 99,*а*) применяют для учета небольших количеств воды. Корпус водомера отлит из металла или пластмассы, внутри него установлена на вертикальной оси целлулоидная или пластмассовая вертушка, вращаемая струей протекающей воды. Вращение вертушки передается шестеренками счетному механизму. Отсчет количества воды, прошедшей через водомер, фиксируется на круглых циферблатах.

Погрешность показаний новых водомеров при испытании не должна превышать ±2% для максимального и эксплуатационного расходов воды и ±3% для минимального; для водомеров, бывших в употреблении, погрешность допускается ± 5%. Калибр (диаметр прохода) крыльчатых водомеров составляет от 10 до 40 *мм* включительно.

Турбинные водомеры с горизонтальной вертушкой применяют для учета больших количеств воды. Вертушка представляет собой турбинку с металлическими винтовыми лопастями (рис. 99, *б*). Турбинка вращается на горизонтальной оси, совпадающей с осью трубы. Вращение турбинки передается червячной передачей шестеренке, надетой на вертикальную ось, и последней счетному механизму, регистрирующему количество протекающей воды. В водомере имеются струевыпрямители, выравнивающие струю воды перед водомером. Водомеры изготовляют диаметром от 50 до 200 *мм*.

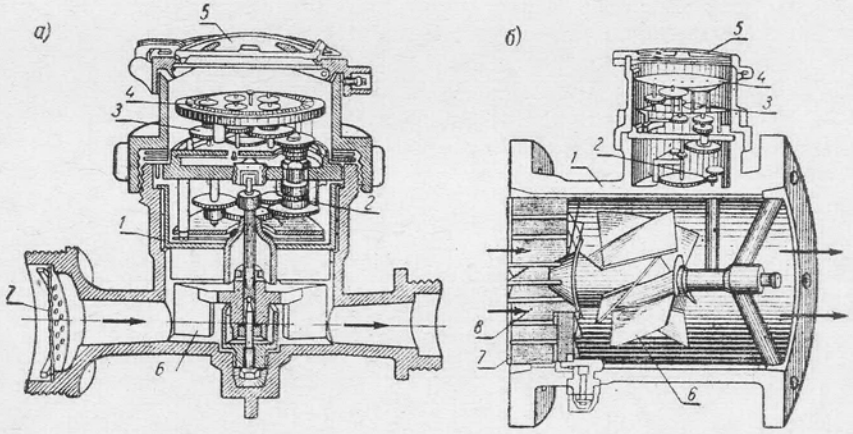


Рис. 99. Скоростные водомеры:
а — крыльчатый; *б* — турбинный: *1* — корпус; *2* — передаточный механизм; *3* — счетный механизм; *4* — циферблат; *5* — крышки; *6* — вертушка или турбина; *7* — сетка; *8* — струевыпрямитель

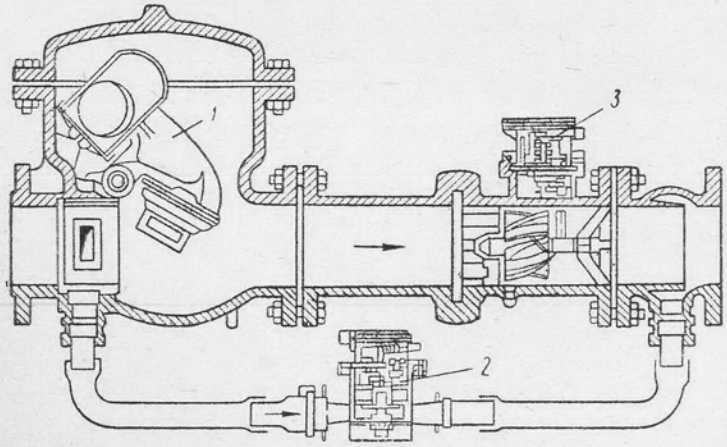


Рис. 100. Водомер комбинированный:
1 — весовой клапан; *2* — малый водомер; *3* — большой водомер

Для измерения расхода воды при значительных колебаниях его устанавливают комбинированные водомеры, смонтированные из двух: малого и большого; их снабжают особыми клапанами, автоматически переключающими движение воды с малого водомера на большой и обратно при изменении расхода воды.

Комбинированный водомер (рис. 100) имеет весовой клапан *1*. При небольших расходах работает только малый водомер *2*, при больших расходах клапан под напором воды поднимается и открывает доступ к большому водомеру *3*. Расход воды регистрируется двумя счетчиками, при учете их показания суммируются.

Водомеры монтируют без обводной (рис. 101, *а*) и с обводной (рис. 101, *б*) линией. Устройство обводной линии у водомера обязательно при наличии одного ввода, с тем чтобы и водомер и обводная линия

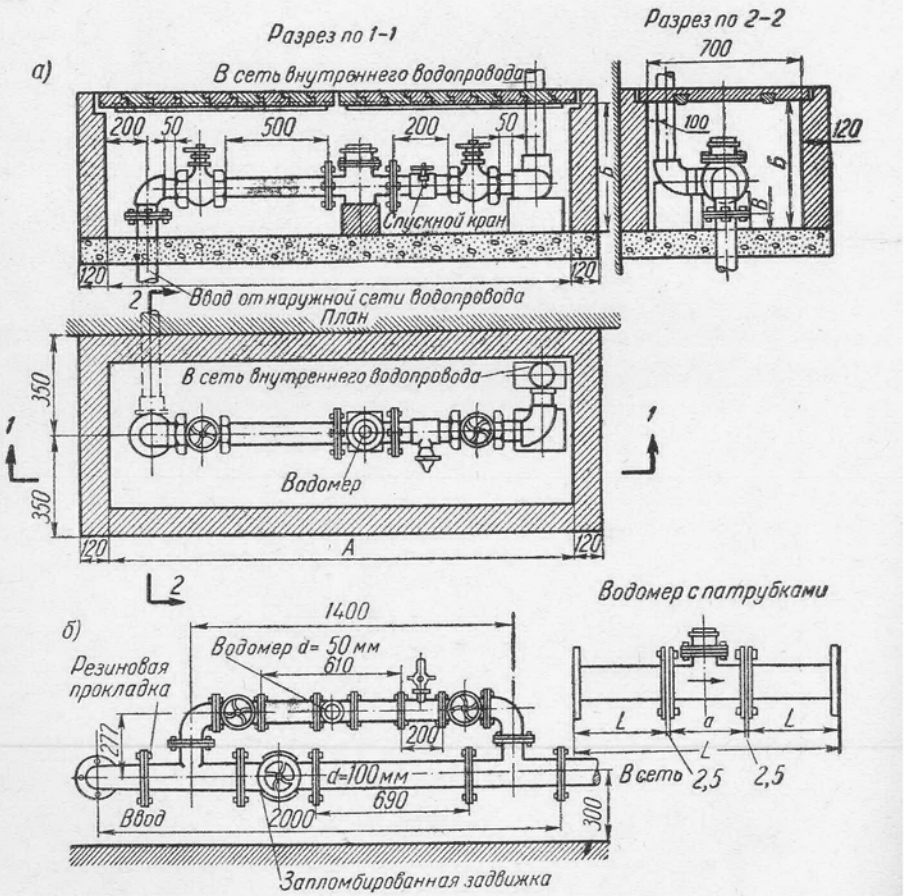


Рис. 101. Водомерные узлы:
а — без обводной линии; *б* — с обводной линией

были рассчитаны на пропуск общего расчетного расхода воды.

Крыльчатые водомеры следует устанавливать только горизонтально. Турбинные водомеры можно устанавливать как горизонтально, так и в наклонном или вертикальном положении при условии тока снизу вверх.

До и после водомера устанавливают запорную арматуру (вентили или задвижки). Ответвление от магистрального трубопровода устраивают только за вторым вентилем (после водомера). Между водомером и вторым вентилем (считая по движению воды) устанавливают контрольно-спускной кран в виде тройника с водоразборным краном или пробкой. Обводная линия включается в работу в случае снятия водомера для ремонта или смены его, а также там, где это предусмотрено при пожаре — для пропуска увеличенного расхода.

Подбор водомера. При подборе водомера необходимо учитывать его пропускную способность, которая различна для разных типов водомеров. Пропускная способность водомера определяется так называемым характерным расходом воды. Под таким расходом понимают количество воды, равномерно проходящее через водомер в течение 1 *ч* при потере в нем напора, равного 10 *м вод. ст.*

Водомеры нужно подбирать на максимальный расчетный расход воды в здание (с учетом противопожарного расхода) и проверять на пропуск малых расходов, составляющих 6—8% от среднечасового расхода. Подбирать водомеры следует по наибольшему расходу, или по потерям напора.

В жилых зданиях водомеры должны удовлетворять условию

$$Q_{сут} \leqslant 2Q_x \quad (44'),$$

где $Q_{сут}$ — суточный расход в здании, $м^3$;
Q_x — характерный расход водомера, $м^3$.

Таблица 13

Диаметр, расходы и характеристика водомеров

Типы водомеров	Калибр водомера, *мм*	Характерный расход, $м^3/ч$	Допускаемые расходы, *л/сек*		
			наибольший (кратковременный)	наибольший (при нормальной работе)	наименьший
Крыльчатые	15	3	0,4	0,25	0,03
	20	5	0,7	0,40	0,04
	30	10	1,4	0,85	0,07
	40	20	2,8	1,75	0,14
Турбинные	50	70	6	4,20	0,9
	80	250	22	12,50	1,7
	100	440	39	21	3
	150	1000	90	45	4,4
	200	1700	150	75	7,2

Потерю напора в водомере определяют по формуле

$$H = Q^2 S, \quad (44)$$

где H — потеря напора, *м*;

Q — расход воды, протекающей через водомер, *л/сек*;
S — сопротивление водомера, принимаемое по табл. 14.

Таблица 14

Сопротивление водомеров

Диаметр водомера, *мм*	15	20	30	40	50	80	100	150	200
S . . .	14,4	5,2	1,3	0,32	0,0265	0,00207	0,000675	0,00013	0,0000453

Водомер подбирают с учетом допустимых по нормам потерь напора, вычисляемых по формуле 44, или по характерному расходу (см. табл. 13).

По СНиП II-Г. 1-62 § 7.2 потери напора для хозяйственных расходов в крыльчатых водомерах не должны превышать 2,5 *м*, в турбинных водомерах —1 *м*; а при пожаре — соответственно 5 и 2,5 *м*.

Пример. Подобрать водомер для 72-квартирного жилого дома, каждая квартира оборудована мойкой, унитазом с низкорасполагаемым бачком, краном для ванны и умывальника. Расчетный секундный расход на вводе $Q = 3{,}9$ *л/сек*.

Решение. Определяем потерю напора по формуле 44 в крыльчатом водомере $Д = 40$ *мм*, для которого сопротивление составляет 0,32:

$$H = 0{,}32 \cdot 3{,}9^2 = 5{,}12 \text{ м вод. ст.}$$

По СНиПу допускается потеря напора для данного типа водомера до 2,5 *м*; следовательно, данный водомер не подходит. Принимаем следующий диаметр водомера $Д = 50$ *мм*, сопротивление которого составляет 0,0265.

Потеря напора по формуле 44 будет составлять

$$H = 0{,}0265 \cdot 3{,}9 = 0{,}47 \text{ м вод. ст.}$$

По СНиПу такая потеря напора у водомера считается допустимой, т. е. по СНиПу допускается потеря напора для данного типа водомеров до 1 *м вод. ст.*

Согласно СНиПу допускается подбирать водомер по характерному расходу (формула 44′), который должен удовлетворять условию $Q_{сут} \leqslant 2Q_x$. При этом

$$Q_{сут} = K_{сут} q_н n,$$

где $K_{сут}$ — коэффициент суточной неравномерности водопотребления, принимаемый равным 1,1—1,2;
$q_н$ — норма водопотребления на человека, *л/сек*;
n — число жителей в доме.

Пример. Подобрать водомер для 72-квартирного дома при $q_н = 300$ *л/сут*.

Принято по 5 человек в квартире, т. е. всего в доме $5 \cdot 72 = 360$ чел. Тогда

$$Q_{сут} = 1{,}1 \cdot 300 \cdot 360 = 118\,000 \text{ л/сут} = 118 \text{ м}^3\text{/сут}.$$

В результате имеем $118 < 70 \cdot 2 = 140$, что удовлетворяет условию. Поэтому принимаем водомер турбинный калибра 50 *мм*.

§ 38. ВНУТРЕННИЕ ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

Трубы и фасонные части. Внутренние сети хозяйственно-питьевых водопроводов и сети объединенных водопроводов диаметром до 70 *мм* включительно нужно монтировать из стальных оцинкованных труб, а сети большего диаметра из неоцинкованных труб (ввиду того что у нас оцинкованные трубы такого диаметра пока не изготовляются).

Изготовляемые в СССР стальные трубы выпускаются в широком ассортименте и подразделяются на сварные с продольным швом и цельнотянутые — без продольного шва. Последние допускается применять только в особых случаях для производственных водопроводов с давлением в трубах более 10 *ати*.

Стальные трубы оцинкованные покрыты снаружи и изнутри тонким слоем цинка, это покрытие в значительной мере предохраняет трубы от коррозии, воду — от загрязнения ржавчиной.

Стальные водогазопроводные сварные трубы изготовляют следующих видов:

1) обыкновенные — на рабочее давление до 10 *ати*, с внутренним диаметром (условный проход) от 10 до 125 *мм* или условным проходом от 10 до 150 *мм* (по ГОСТ 3262—62, табл. 15);

2) усиленные с большей толщиной стенок — на рабочее давление более 10 *ати* тех же диаметров;

3) облегченные — на рабочее давление до 6 *ати* диаметром 10—125 *мм*.

Таблица 15

Сортамент сварных труб по ГОСТ 3262—62

Трубы					
		обыкновенные		усиленные	
мм	наружный диаметр, *мм*	толщина стенки, *мм*	вес 1 *м* (без муфт), *кг*	толщина стенки, *мм*	вес 1 *м* (без муфт), *кг*
10	17	2,25	0,82	2,75	0,97
15	21,25	2,75	1,25	3,25	1,44
20	26,75	2,75	1,63	3,5	2,01
25	33,5	3,25	2,42	4	2,91
32	42,25	3,25	3,13	4	3,77
40	48	3,5	3,84	4,25	4,58
50	60	3,5	4,88	4,5	6,16
70	75,5	3,75	6,64	4,5	7,88
80	88,5	4	8,34	4,75	9,81
100	114	4	10,85	5	13,44
125	140	4,5	15,04	5,5	18,24

Трубы диаметром от 15 *мм* изготовляют с конической или цилиндрической резьбой на обоих концах и поставляют с муфтами из расчета по одной на каждую трубу. Длина труб неоцинкованных («черных») без резьбы принята от 4 до 12 *м*, а с резьбой оцинкованных — от 4 до 8 *м*.

Для того чтобы смонтировать сеть труб, состоящую из прямых участков с поворотами и ответвлениями, пользуются соединительными фасонными частями (фитингами).

Прямые участки стальных труб соединяют посредством муфт на короткой резьбе (неразъемное соединение, рис. 102, *а*) или сваркой, а сгоны (разъемное соединение, рис. 102, *б*) — на длинной резьбе.

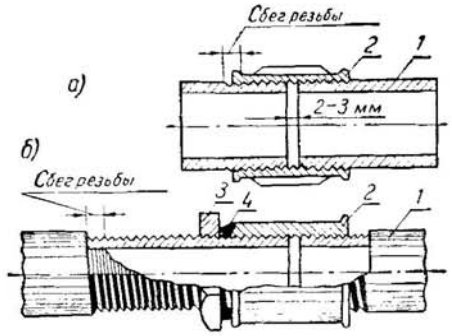


Рис. 102. Соединение труб:
а — соединение на короткой резьбе; *б* — соединение на сгоне; *1* — труба; *2* — муфта; *3* — контргайка; *4* — жгуты из уплотняющего материала

Короткая резьба труб по длине должна быть немного меньше половины длины муфты. В этом случае между концами соединяемых труб будет оставаться зазор 2—3 *мм*, что позволит заклинить муфту на сбеге резьбы. Короткую резьбу применяют для неразъемных соединений труб фасонными частями. Разъединить такое соединение на смонтированном трубопроводе можно, только разрезав трубы.

Сгон состоит из длинной резьбы, контргайки и муфты. Длина этой резьбы должна быть такой, чтобы при разъединении сгона свободно навинчивалась контргайка и муфта. В качестве уплотнителя соединения применяется льняная прядь на суриковой замазке или специальной пасте.

Коническая трубная резьба в отличие от цилиндрической имеет конусность по всей длине резьбы. Преимущества конической трубной резьбы заключаются в том, что она создает более плотное соединение.

Соединение труб на конической резьбе с фасонными частями, имеющими такую же резьбу, называют соединением «конус в конус». Если коническая резьба нарезана только на трубе, а в фасонной части и в арматуре имеется цилиндрическая резьба, то такое соединение называют «конус в цилиндр» и допускают при малых напорах (2—3 *ати*).

Фитинги (фасонные части) изготовляют из стали (ГОСТ 8964-59, рис. 103, *а*) или ковкого чугуна (рис. 103, *б*, ГОСТ 8943-59).

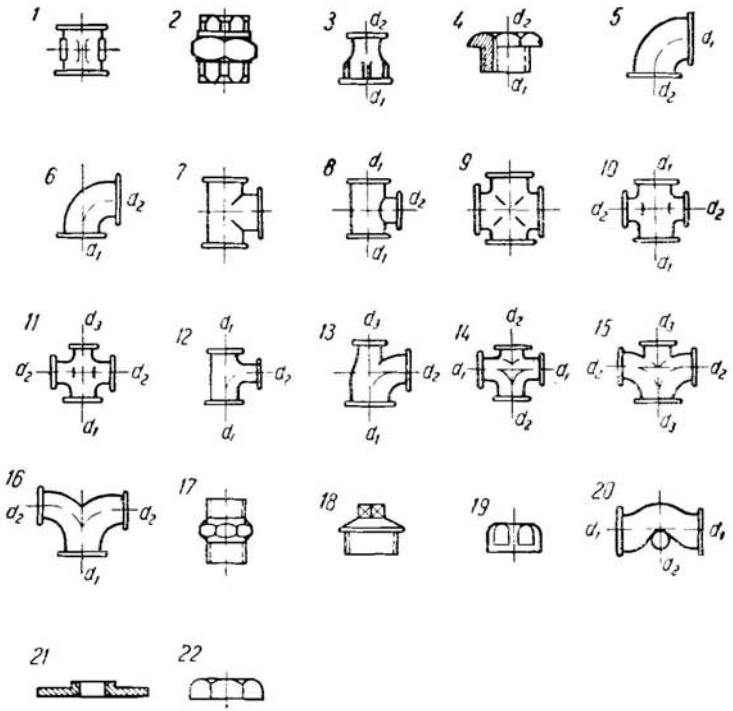


Рис. 103 а. Фасонные части из ковкого чугуна:
1 — прямая муфта; *2* — соединительная гайка; *3* — переходная муфта; *4* — футорка; *5* — угольник; *6* — переходный угольник; *7, 8* — тройники; *9 — 11* — крестовины; *12—16* — тройники и крестовины с плавными стволами; *17* — ниппели; *18* — пробки; *19* — колпачок; *20* — седелки для обхода труб; *21* — фланец с резьбой; *22* — контргайка

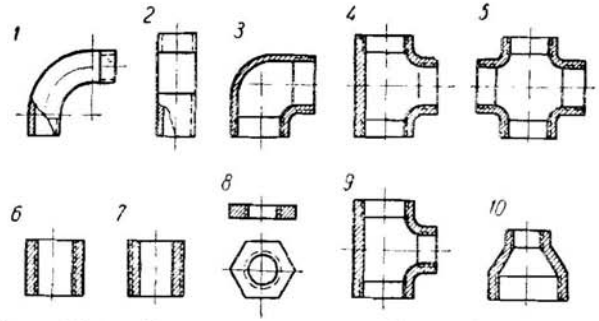


Рис. 103 б. Соединительные части (фитинги) стальные:
1 — отвод; *2* — сгон; *3* — угольник; *4* — тройник; *5* — крестовина; *6* — муфта; *7* — ниппель; *8* — контргайка; *9* — тройник; *10* — переходная муфта

Для ускорения и упрощения монтажа санитарных блоков при строительстве зданий поточно-скоростными методами применяют новые фасонные части (рис. 104).

Чугунные раструбные трубы (ГОСТ 5525—61) применяют для устройства вводов, а также для участков сети, прокладываемых в земле между корпусами зданий.

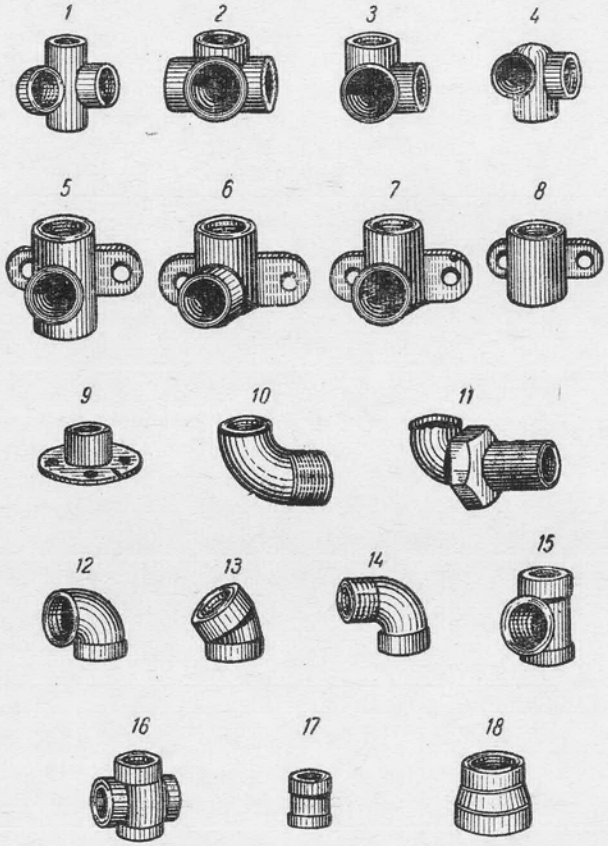


Рис. 104. Новые типы фасонных частей:

1 — крестовина разноплоскостная простая; *2* — то же, переходная; *3* — угольник с ответвлением; *4* — разноплоскостный тройник; *5—7* — тройники с приливами для крепления; *8* — муфта; *9* — муфта с фланцем для упора; *10* и *11* — отводы с наружной резьбой; *12—18* — отводы, тройники, крестовины, переходы для конической резьбы с утолщённой стенкой в месте расположения резьбы

Для устройства водопроводов в лабораториях и производственных предприятиях в случае особых требований применяют латунные, свинцовые, алюминиевые, стеклянные и другие трубы.

Пластмассовые трубы. Во внутренних водопроводных сетях в последние годы начали применять пластмассовые трубы. Они обладают достаточной механической прочностью, большой химической стойкостью, легкостью обработки и монтажа.

К преимуществам пластмассовых труб следует также отнести меньшие гидравлические сопротивления, чем чугунных или стальных труб, поэтому их пропускная способность на 8—10, а полиэтиленовых до 30% больше; их вес незначителен.

В системах противопожарных водопроводов пластмассовые трубы пока не применяют.

В качестве материала для водопроводных труб используют главным образом полиэтилен и полихлорвинил.

В настоящее время наша промышленность изготовляет винипластовые (поливинилхлоридные), полиэтиленовые трубы, а также фасонные части. Полиэтиленовые трубы изготовляют из полиэтилена низкой плотности (ПНП) и высокой плотности (ПВП). Эти трубы применяют в системах внутреннего водопровода; они работают под давлением 2, 5, 6 и 10 *кГ/см²*. Сортаменты труб приведены в табл. 15а и 15б.

Таблица 15а

Сортамент труб из полиэтилена низкой плотности

Условный проход D_y, *мм*	Наружный диаметр, *мм*		Тип Л, условное давление 2,5 *кГ/см²*			Тип С, условное давление 6 *кГ/см²*			Тип Т, условное давление 10 *кГ/см²*		
			Толщина стенки, *мм*			Толщина стенки, *мм*			Толщина стенки, *мм*		
	номинал	допускаемое отклонение (+)	номинал	допускаемое отклонение (+)	вес 1 *м*, *кг*	номинал	допускаемое отклонение (+)	вес 1 *м*, *кг*	номинал	допускаемое отклонение (+)	вес 1 *м*, *кг*
6	10	0,5	—	—	—	1,6	0,4	0,04	2	0,5	0,05
8	12	0,5	—	—	—	1,6	0,4	0,06	2	0,5	0,07
10	16	0,6	1,6	0,4	0,08	1,8	0,5	0,09	2,8	0,5	0,13
15	20	0,6	1,6	0,4	0,1	2,3	0,5	0,13	3,5	0,7	0,18
20	25	0,7	1,6	0,4	0,12	2,8	0,6	0,2	4,3	0,8	0,28
25	32	0,8	1,8	0,5	0,19	3,5	0,7	0,32	5,3	1	0,45
32	40	0,9	2	0,5	0,28	4,3	0,8	0,49	6,8	1,2	0,71
40	50	1,1	2,5	0,6	0,41	5,3	1	0,75	8,5	1,5	1,1
50	63	1,3	3	0,7	0,59	6,8	1,2	1,21	10,5	1,8	1,73
70	75	1,4	3,5	0,7	0,82	8	1,4	1,71	—	—	—
80	90	1,7	4,3	0,9	1,18	9,5	1,5	2,39	—	—	—
100	110	2	5,3	1	1,76	12	2	3,68	—	—	—
125	140	2,4	6,8	1,2	2,86	—	—	—	—	—	—
150	160	2,7	7,5	1,3	3,6	—	—	—	—	—	—

Примечания.

1. Трубы изготовляются в виде прямых отрезков длиной 6, 8, 10 и 12 *м* с допуском ± 50 *мм*.

2. Пример обозначения трубы, изготовленной из полиэтилена низкой плотности, с условным давлением $P_y = 6$ *кГ/см²* и условным проходом $D_y = 50$ *мм*: труба 6 — 50 ПНП, МРТУ6 № 05-918-63.

Таблица 15б

Сортамент труб из полиэтилена высокой плотности

Условный проход D_y, *мм*	Наружный диаметр, *мм*		Тип Л, условное давление 2,5 *кГ/см²*			Тип С, условное давление 6 *кГ/см²*			Тип Т, условное давление 10 *кГ/см²*		
			Толщина стенки, *мм*			Толщина стенки, *мм*			Толщина стенки, *мм*		
	номинал	допускаемое отклонение (+)	номинал	допускаемое отклонение (+)	вес 1 *м*, *кг*	номинал	допускаемое отклонение (+)	вес 1 *м*, *кг*	номинал	допускаемое отклонение (+)	вес 1 *м*, *кг*
6	10	0,5	—	—	—	—	—	—	2	0,5	0,06
8	12	0,5	—	—	—	—	—	—	2	0,5	0,07
10	16	0,6	—	—	—	—	—	—	2	0,5	0,09
15	20	0,6	—	—	—	—	—	—	2	0,5	0,12
20	25	0,7	—	—	—	2	0,5	0,16	2,3	0,6	0,18
25	32	0,8	1,6	0,5	0,17	2	0,5	0,2	2,9	0,6	0,29
32	40	0,9	1,6	0,5	0,21	2,3	0,5	0,29	3,7	0,8	0,44
40	50	1,1	1,6	0,5	0,27	2,9	0,6	0,45	4,6	0,9	0,68
50	63	1,3	1,8	0,5	0,38	3,6	0,8	0,71	5,8	1,1	1,08
70	75	1,4	2	0,5	0,49	4,3	0,9	1,06	6,9	1,2	1,53
80	90	1,7	2,1	0,5	0,62	5,1	1	1,54	8,2	1,4	2,18
100	110	2	2,7	0,6	0,97	6,3	1,2	2,14	10	1,7	3,24
125	140	2,4	3,5	0,7	1,58	8	1,4	3,44	12,8	2,1	5,26
150	160	2,7	4	0,8	2,06	9,1	1,6	4,47	14,6	2,4	6,86
200	225	3,7	5,5	1	3,94	12,8	2,1	8,8	—	—	—
250	290	4,5	6,9	1,2	6,15	—	—	—	—	—	—
300	315	5,2	7,7	1,4	7,75	—	—	—	—	—	—

Примечания.
1. Трубы изготовляют отрезками длиной 6, 8, 10 и 12 *м* с допуском ± 50 *мм*.
2. Пример обозначения трубы, изготовленной из полиэтилена высокой плотности 1-й рецептуры, с условным давлением $P_y = 6$ *кГ/см²* и условным проходом $D_y = 50$ *мм*; труба 6—50 ПВП-1, МРТУ6 № 05-917-63.

Полиэтиленовые фасонные части изготовляют в соответствии с нормалями машиностроения МН 3004-61 и МН 3018-61. Конструкция большинства фасонных частей (муфты, угольники, тройники, крестовины, переходы, футорки) предусматривает раструбы (табл. 15в), предназначенные для соединения с концами полиэтиленовых труб контактной сваркой.

В последнее время в НИИ санитарной техники разработано несколько новых фасонных частей: седелка, заглушка, тройник переходной, угольник 45°, муфта с крепежным фланцем.

Трубы из ПВХ выпускаются от самых малых условных проходов (6—8 *мм*) и до условного прохода 150 *мм*; изготовляют также трубы и бóльших диаметров (240 *мм* и даже выше), но производство их не носит серийного характера. Сортамент труб из ПВХ (винипласта), изготовляемых согласно нормали машиностроения МН 1427-61, приведен в табл. 29а.

Соединения пластмассовых трубопроводов могут быть разделены на две основные группы: неразъемные и разъемные. К неразъем-

Таблица 15в

Сортамент фасонных частей

Фасонные части	Условные проходы в *мм* полиэтиленовых фасонных частей, предусмотренных сортаментом					
	ПНП		ПВП			
	типы					
	Л	С	Т	С	Т	
Муфты	125—150	32—100	6—50	125—150	6—100	
Угольники	125—150	32—100	6—50	125—150	6—100	
Тройники	125—150	32—100	6—50	125—150	6—100	
Крестовины	—	32—50	10—50	—	10—50	
Переходы	125×80—150×125	40×32—100×80	10×6—50×40	125×80—150×125	10×6—100×80	
Угольник с крепежным фланцем	—	10—25	—	—	10—25	
Футорки	—	10—50	—	—	10—50	
Ниппели	—	10—50	—	10—50	—	
Соединение с накидной гайкой	—	10—50	—	10—50	—	
Фланцевое соединение	125—150	32—100	10—50	125—150	10—50	

Примечание. Скобы крепежные из полиэтилена изготовляют для труб $D_y = 10 - 50$ *мм*.

ным соединениям относят сварные соединения, а также клеевые. Как показали наблюдения, клеевые соединения обеспечивают достаточную надежность эксплуатации пластмассовых трубопроводов в системах внутреннего водопровода.

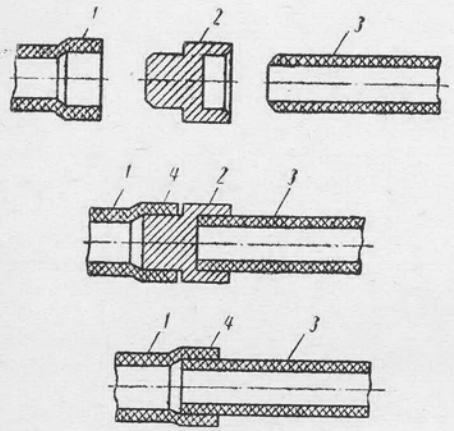


Рис. 105. Последовательность процесса контактной сварки полиэтиленовых труб в раструб:

1 — раструб; *2* — нагревательный инструмент; *3* — труба; *4* — слой оплавленного материала

Сварные соединения бывают встык и в раструб. Сварка производится при оплавлении соединяемых поверхностей источником тепла с последующим сопряжением под давлением. Сваркой встык можно изготовлять отводы и тройники.

Способ контактной сварки основан на одновременном оплавлении наружной поверхности конца трубы и внутренней поверхности раструба с последующим вдвиганием оплавленного конца трубы в оплавленный раструб (рис. 105).

Пластмассовые трубы не поддаются зарастанию коррозионными отложениями — их пропускная способность остается постоянной на все время эксплуатации. Пластмассовые трубы имеют низкую теплопроводность — это значительно снижает конденсат на наружных стенках труб.

К разъемным соединениям относят резьбовые и фланцевые соединения, соединения с накидной гайкой, с уплотнением по наружным поверхностям и раструбные с резиновыми уплотнительными кольцами.

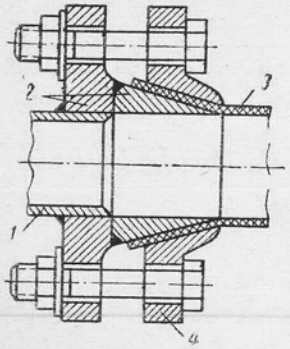


Рис. 106. Соединение полиэтиленовой трубы со стальной:

1 — стальная труба; *2* — фланец с конусом; *3* — полиэтиленовая труба; *4* — свободный фланец

Резьбовые соединения имеют ограниченное применение, а на тонкостенных трубах вообще не используют их. При крайней необходимости на толстостенных трубах применяют резьбу методом выдавливания, а тонкостенных наклеиванием втулки с наружной резьбой.

Фланцевые соединения делают для получения разъемных соединений, а также для соединения пластмассовых труб с металлическими (рис. 106).

Соединения с накидными гайками имеют большое количество конструкций и их широко применяют в системах внутреннего

водопровода. Такие соединения применяют и при устройстве вводов водопровода в здания для их присоединения к наружной сети (рис. 107).

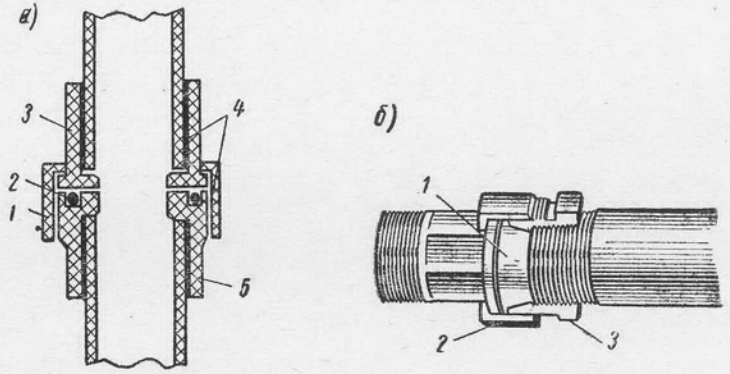


Рис. 107. Разъемные соединения труб:

а — из ПВХ для ввода водопровода: *1* — накидная гайка; *2* — резиновое уплотнительное кольцо; *3* — втулка под гайку; *4* — клеевой шов; *5* — втулка с резьбой; *б* — полиэтиленовых труб для ввода водопровода в здание: *1* — буртовая втулка с конусом; *2* — накидная гайка; *3* — втулка-зажим

Институтом «Мосинжпроект» разработаны конструкции универсального соединительного устройства заклинивающего типа, предназначенного для соединения труб из различных материалов (рис. 108).

Для соединения труб небольших диаметров (до 50 *мм*) используют муфты, а для труб больших диаметров — фланцы. Такие соединения способны обеспечить герметичность водопроводной сети при продольном изгибе труб на 6—8°.

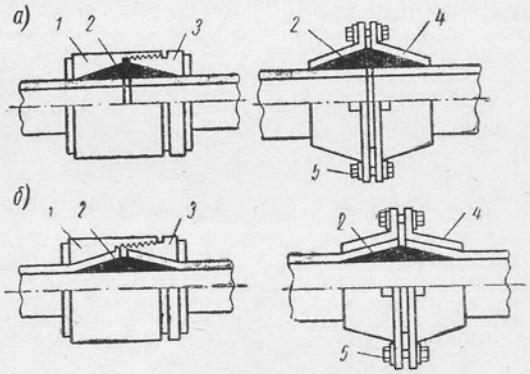


Рис. 108. Универсальные клиновые соединения:

а — жестких труб; *б* — гибких труб: *1* — стяжная полумуфта; *2* — уплотнительное кольцо; *3* — накидная полумуфта; *4* — стяжные фланцы; *5* — стягивающий болт с гайкой

Запорная и водоразборная арматура должна иметь независимое жесткое крепление к строительным конструкциям для того, чтобы усилия, возникающие при пользовании арматурой, не передавались на трубопроводы.

Несмотря на положительные монтажные и эксплуатационные качества пластмассовых труб, им присущи также и некоторые отрица-

тельные свойства, без правильного учета которых нельзя обеспечить правильную работу трубопроводов. Прежде всего необходимо принять во внимание значительное тепловое удлинение. Коэффициентом линейного расширения твердого ПВХ приблизительно в 7 раз боль-

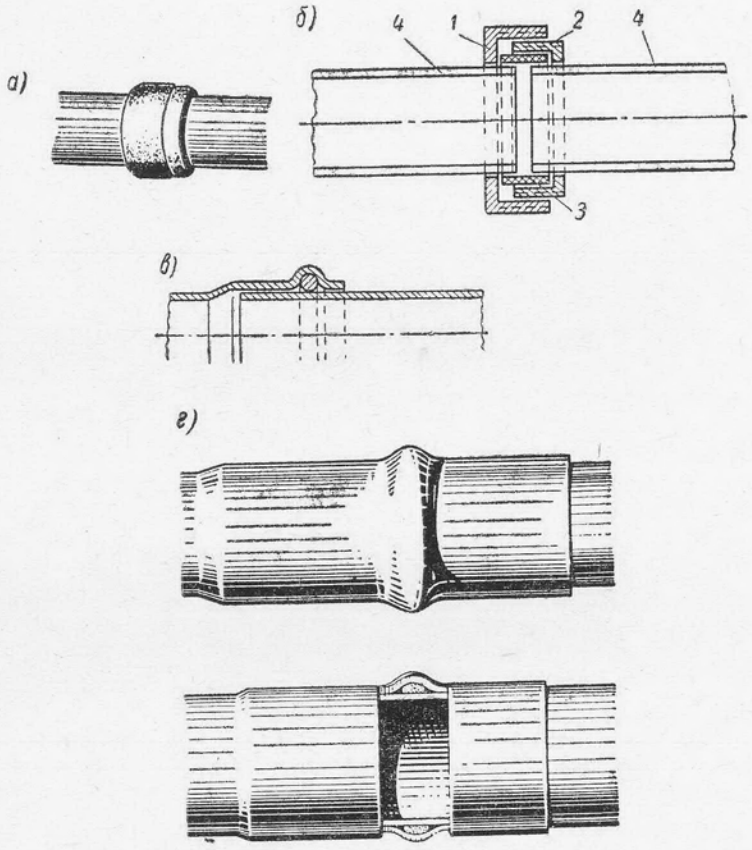


Рис. 109. Типы компенсирующих устройств пластмассовых труб:
а — компенсирующая соединительная муфта; *б* — разрез компенсирующей муфты: *1* — наружное кольцо; *2* — внутреннее кольцо; *3* — резиновое кольцо; *4* — труба; *в* — компенсирующее устройство с резиновым кольцом; *г* — двойной раструб

ше, чем у стали. Поэтому температурные изменения длины трубопровода должны восприниматься специальными компенсаторами или элементами самого трубопровода (рис. 109).

Трассировка сети. Трубы следует прокладывать прямолинейно и параллельно стенам здания так, чтобы протяженность трубопроводов была наименьшей, чтобы они не загромождали стен, не портили вида помещений и были доступны для осмотра и ремонта.

В зависимости от назначения и степени благоустройства здания применяют два способа прокладки труб: открытый и скрытый.

Открытая прокладка труб ведется по стенам, колоннам, балкам, фермам, под потолком непосредственно у пола, с закрытием труб плинтусами.

При скрытой прокладке трубы помещают в бороздах и нишах стен, закрываемых щитами, панелями, в бетонных блоках, в специальных монтажных шахтах, под полом, в специальных каналах, перекрываемых съемными щитами.

Применяют только такие способы скрытой прокладки труб, которые обеспечивают доступность для ремонта и наблюдения за трубопроводами.

Разводящие горизонтальные магистральные трубопроводы устраивают в жилых, общественных и в большинстве производственных зданий при нижней разводке, прокладывают в подпольных каналах, бороздах или подвалах.

Прокладывать трубы под полом в земле не допускается.

В большинстве случаев прокладку водопроводов в каналах совмещают с прокладкой других трубопроводов — отопления, горячего водоснабжения и пр.; при этом трубы холодного водопровода должны прокладываться ниже труб горячей воды или отопительных систем. Совместная прокладка с канализационными трубопроводами и газопроводами в каналах не допускается.

В местах ответвлений от трубопроводов и размещения арматуры над каналами устраивают люки.

Борозды (каналы) в стенах для скрытой прокладки труб оставляют при постройке здания; глубина их составляет 6,5—20 *см*, а ширина — в зависимости от числа и диаметра труб. Борозды закрывают панелями или щитами.

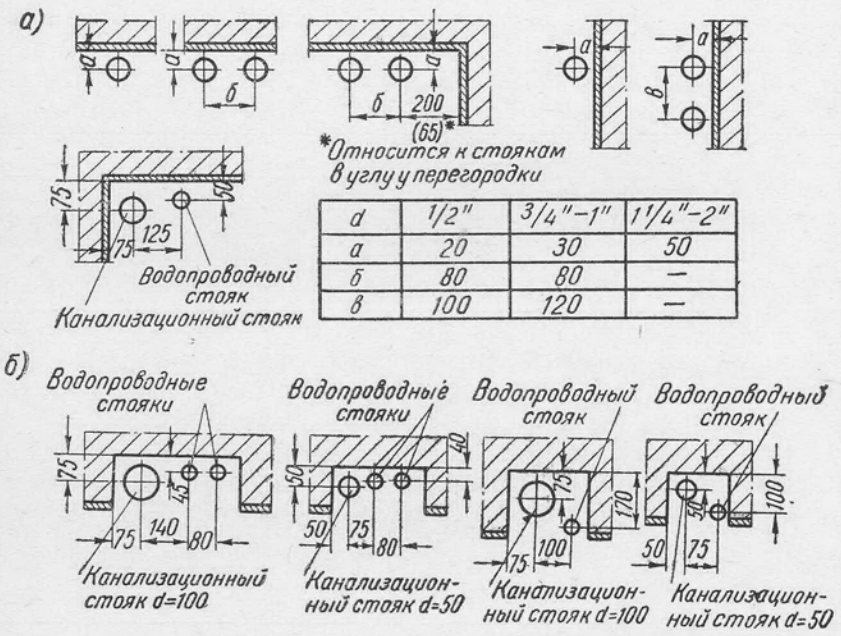
В монтажных блоках или бороздах может быть проложено несколько различных трубопроводов (стояки канализации и водопровода). В местах размещения арматуры, сгонов или накидных гаек в облицовочных панелях или щитах делают смотровые отверстия, закрываемые дверками и лючками.

В жилых домах и общественных зданиях с отделкой повышенного качества нужно применять скрытую прокладку трубопроводов. Монтажные положения водопроводных стояков, а также водопроводных и канализационных стояков в случае их прокладки в одной борозде представлены на рис. 110.

В производственных зданиях применяют открытую прокладку водопровода, при которой трубы более доступны для осмотра и ремонта. При открытой прокладке между трубой и штукатуркой стены оставляют зазор в 10—15 *мм*. Стены и колонны, к которым крепят трубы,предварительно оштукатуривают полностью или частично в виде полосы на месте прокладки. Трубы крепят к стенам, потолкам и колоннам при помощи крючьев, хомутов, подвесок, кронштейнов и дюбелей. (рис. 111).

При монтаже пластмассовых труб важно обеспечить надежность креплений. В случае применения металлических крепежных хомутов между наружной поверхностью труб и внутренней поверхностью хомута необходима эластичная прокладка из резины, войлока или иного мягкого материала; прокладки приклеивают к хомутам клеем БФ-2, БФ-10 и № 61.

Наиболее применяемыми типами пластмассовых креплений являются хомуты (скобы) крепежные двусторонние закрытые и откры-



d	1/2"	3/4"–1"	1 1/4"–2"
а	20	30	50
б	80	80	—
в	100	120	—

Рис. 110. Монтажные положения стояков:
а — открытая проводка водопроводных стояков и подводок; *б* — скрытая проводка канализационных и водопроводных стояков

тые (типа зажимов), а также односторонние крепежные детали, применяемые для закрепления горизонтальных участков трубопроводов. Неподвижные крепления получают путем установки с двух сторон крепежного хомута колец из ПВХ, прикрепляемых к трубе при помощи клея.

Некоторые типы креплений арматуры и труб из пластмасс к строительным конструкциям изображены на рис. 112.

При большом количестве трубопроводов для удобства эксплуатации их целесообразно размещать в монтажных шахтах или каналах. Размер сечения шахт от 0,5 × 0,5 *м* и более. Все трубопроводы в жилых и общественных зданиях окрашивают в те же цвета, что и стены.

В производственных помещениях в тех случаях, когда воздух и пары могут оказывать агрессивное действие на внешние поверхности труб, трубопроводы окрашивают кислотоупорными красками.

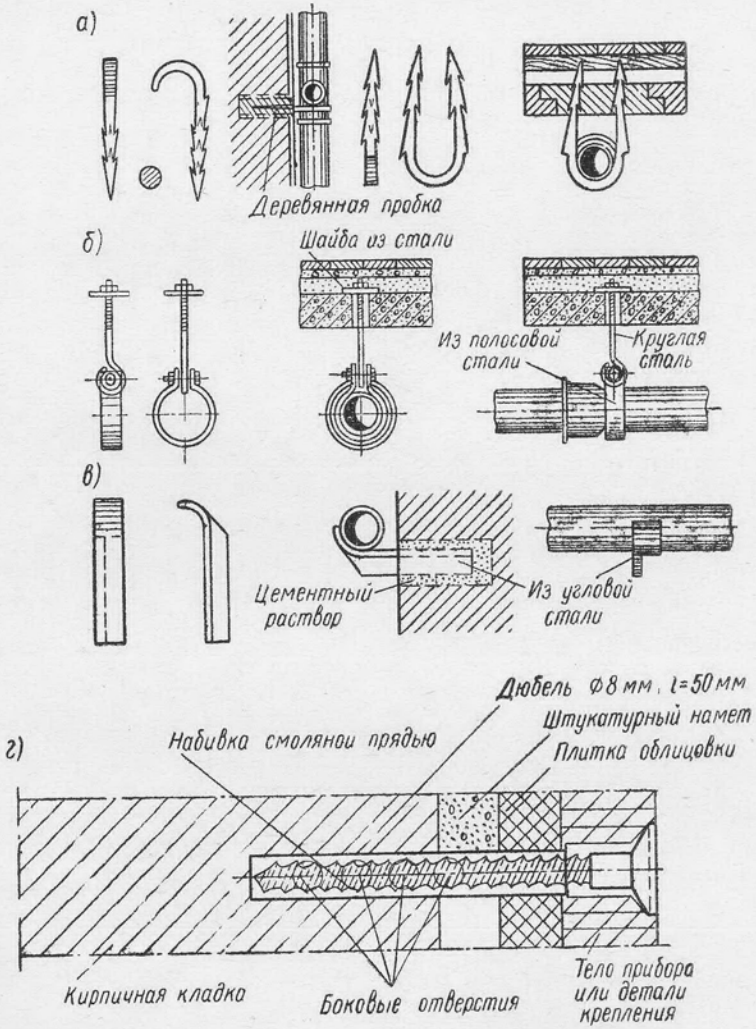


Рис. 111. Крепление трубопроводов:
а — с помощью крючьев и хомутов; *б* — на подвесках; *в* — на кронштейнах; *г* — на дюбелях

В производственных помещениях все трубопроводы одинакового назначения принято окрашивать одним цветом.

Соединять трубопроводы хозяйственно-питьевой воды с сетями, подающими воду не питьевого качества, не допускается.

Трубопроводы в производственных помещениях прокладывают в зоне, не занятой оборудованием. При этом нужно предохранять трубы от механических воздействий. Не допускается прокладывать водопроводные трубы в водостоках, дымовых и вентиляционных каналах. Возможность расположения питьевых и охлаждающих

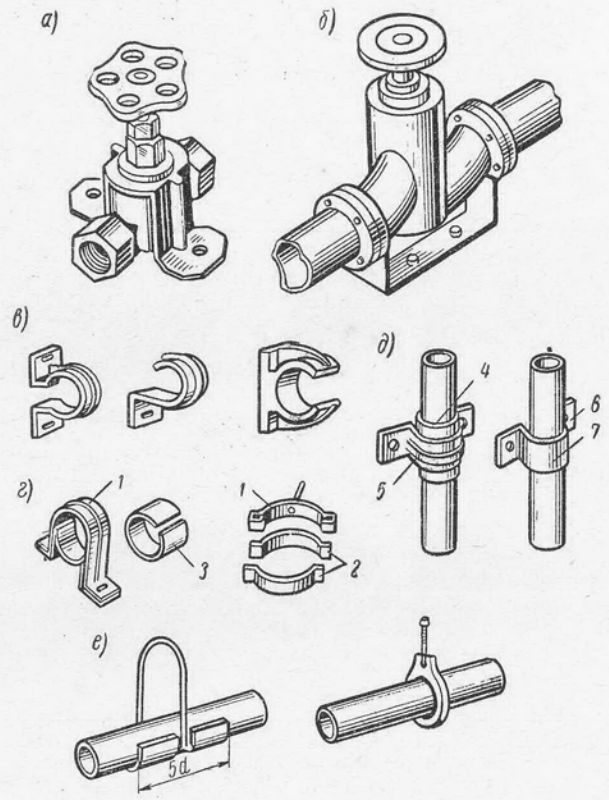


Рис. 112. Средства крепления арматуры и труб из ПВХ к строительным конструкциям:

а — способ крепления резьбового вентеля; *б* — способ крепления фланцевого вентиля; *в* — скобы крепежные полиэтиленовые по МН 1447-61—МН 1449-61; *г* — металлические крепежные скобы; *д* — способы получения неподвижного крепления; *1* — сталь; *2* — ПВХ; *3* — прокладка из мягкого материала; *4* и *6* — клеевые швы; *5* — скоба крепежная из полиэтилена; *7* — скоба крепежная из ПВХ; *е* — подвески

водопроводов в каналах, общих с тепловыми сетями, проверяют соответствующим тепловым расчетом.

Необходимо предусмотреть на зимнее время утепление той части сети, которую прокладывают в помещениях с пониженной температурой (в холодных лестничных клетках, в неотапливаемых подвалах,

складах), а также вблизи ворот и наружных дверей, где можно ожидать кратковременного снижения температуры до 0°.

Утепляющими материалами могут служить антисептированные просушенные опилки, торфяная крошка, стеклянная вата, глина с войлочными очесами (рис. 113); применяют также готовые сегменты из различных утеплителей заводского изготовления. Не допускается применять шлаки, содержащие серу. До применения торф

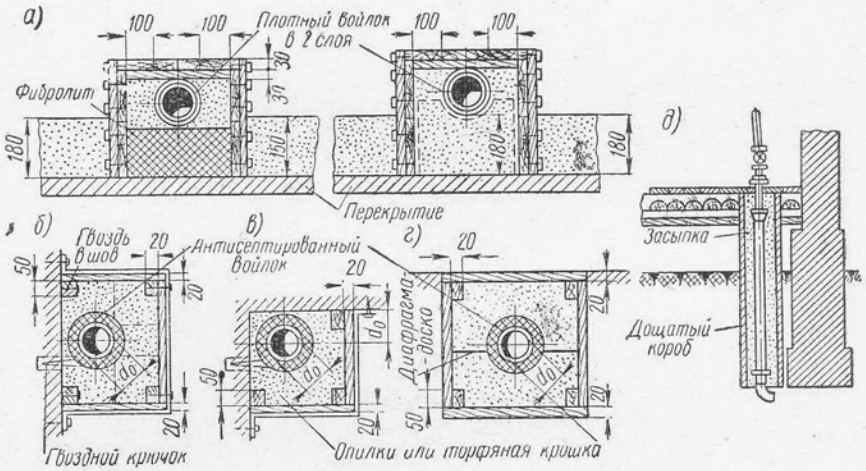


Рис. 113. Утепление труб:

а — над неотапливаемым помещением; *б* — по стене; *в* — под потолком; *г* — в полу; *д* — утепление ввода

необходимо просеять через мелкий и крупный грохоты и просушить. Сверху засыпную изоляцию покрывают для защиты от влаги слоем толя или рубероида. Толщину засыпной изоляции в зависимости от местных условий и материала принимают от 0,1 до 0,5 *м*.

Чтобы предохранить трубы от потения, на очищенную от ржавчины и покрытую масляной или битумной обмазкой поверхность труб наклеивают слой шевелина толщиной 15 *мм* или несколько слоев строительного картона с последующей шпаклевкой и окраской. Трубы, обернутые картоном, рекомендуется обмазывать слоем алебастра толщиной 20 *мм*.

З в у к о и з о л я ц и я с е т и. При монтаже водопроводной сети необходимо предусмотреть ее звукоизоляцию, особенно в жилых и общественных зданиях. При монтаже арматуры нужно следить за правильной установкой золотников в вентилях и кранах. При монтаже трубопроводов не применяют крутых отводов и резких переходов. Трубопроводы при прокладке через стены изолируют резиновыми футлярами, войлоком и другими звукоизоляционными материалами. Водопроводные краны нужно монтировать на специальных резиновых розетках. При установке насосов под фундамент

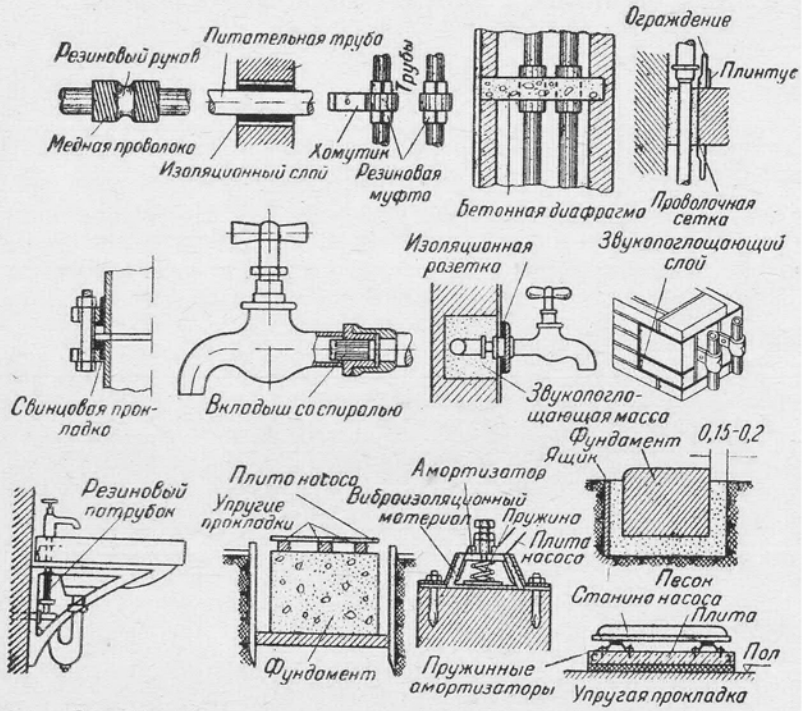


Рис. 114. Звукоизоляция труб, арматуры и насосов

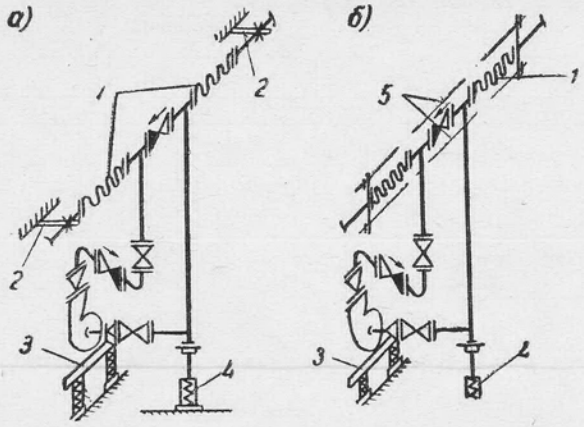


Рис. 115, *а* и *б*. Схема установки виброизолирующих гибких вставок:

а — к неподвижным опорам; *б* — на подвесках: *1* — виброизолирующие вставки; *2* — неподвижные опоры; *3* — виброизолирующее основание; *4* — виброизолирующие опоры; *5* — стяжные болты

рекомендуется применять звукоизолирующие материалы и амортизаторы (рис. 114).

Виброизолирующие гибкие вставки (рис. 115, *а, б*), виброизолирующие подвески и опоры (рис. 115, *в, г*) и опирание плиты фундамента на резиновый амортизатор (рис. 115, *д*) очень хорошо предупреждают передачу вибрации по трубам и через конструкции зда-

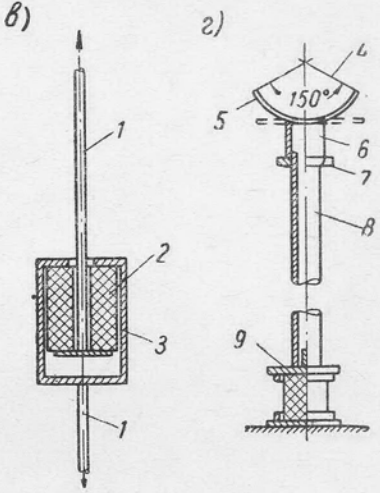


Рис. 115, *в* и *г*. Виброизолирующие подвески и опоры:

1 — подвеска; *2* — резиновый цилиндр; *3* — стальной цилиндр; *4* — по внешнему радиусу трубы; *5* — полосовая сталь толщиной 5 *мм*; *6* — муфта $d = 25$ *мм*; *7* — контргайка $d = 25$ *мм*; *8* — труба $d = 25$ *мм*; *9* — амортизатор (подбирается по нагрузке)

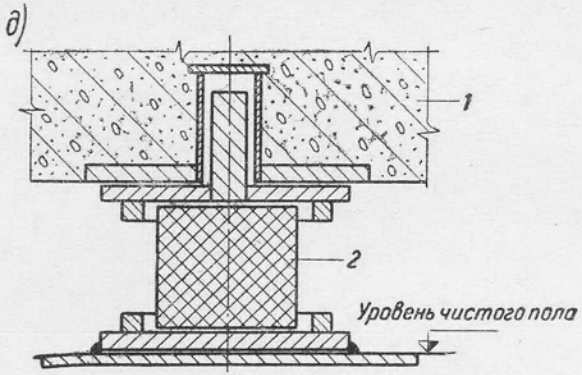


Рис. 115, *д*. Опирание плиты фундамента на резиновый амортизатор:

1 — железобетонная фундаментная плита; *2* — резиновый амортизатор

ний, а также предупреждают распространение звуковой волны через ограждающие конструкции помещения насосной.

Трубопроводы следует размещать в изолированных шахтах; недопустима установка стояков на стенах, смежных с жилыми помещениями.

§ 39. АРМАТУРА

Арматуру, устанавливаемую на внутренних водопроводных сетях, по назначению подразделяют на водоразборную, запорную, регулировочную, предохранительную и специальную (медико-санитарную и лабораторную).

Водоразборную арматуру устанавливают над санитарными приборами для разбора воды из водопроводной сети. Вся водоразбор-

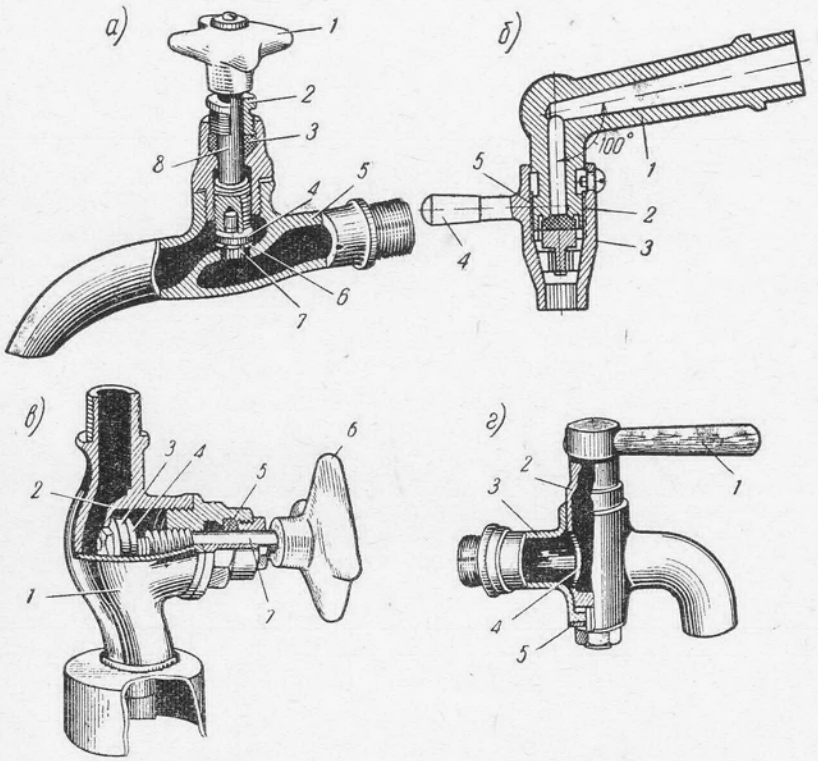


Рис. 116. Водоразборная арматура:

а — водоразборный кран «уточка»: *1* — маховичок; *2* — сальниковая втулка; *3* — сальниковая набивка; *4* — клапан; *5* — корпус крана; *6* — уплотнительная прокладка; *7* — седло; *8* — шпиндель; *б* — водоразборный кран бессальникового типа: *1* — корпус; *2* — седло; *3* — наконечник; *4* — рукоятка; *5* — кожаная прокладка; *в* — писсуарный кран: *1* — корпус; *2* — седло; *3* — уплотнительная прокладка; *4* — клапан; *5* — крышка корпуса; *6* — маховичок; *7* — шпиндель; *г* — банный кран: *1* — ручка; *2* — конусная пробка; *3* — корпус; *4* — окно; *5* — шайба

ная арматура (за исключением пробочных кранов) применяется вентильного типа с медленным (постепенным) открыванием для предохранения от гидравлических ударов и от разбрызгивания воды.

Водоразборная арматура. Водоразборный кран нового типа «уточка» (ГОСТ 8906—58, рис. 116, *а*) имеет излив бо-

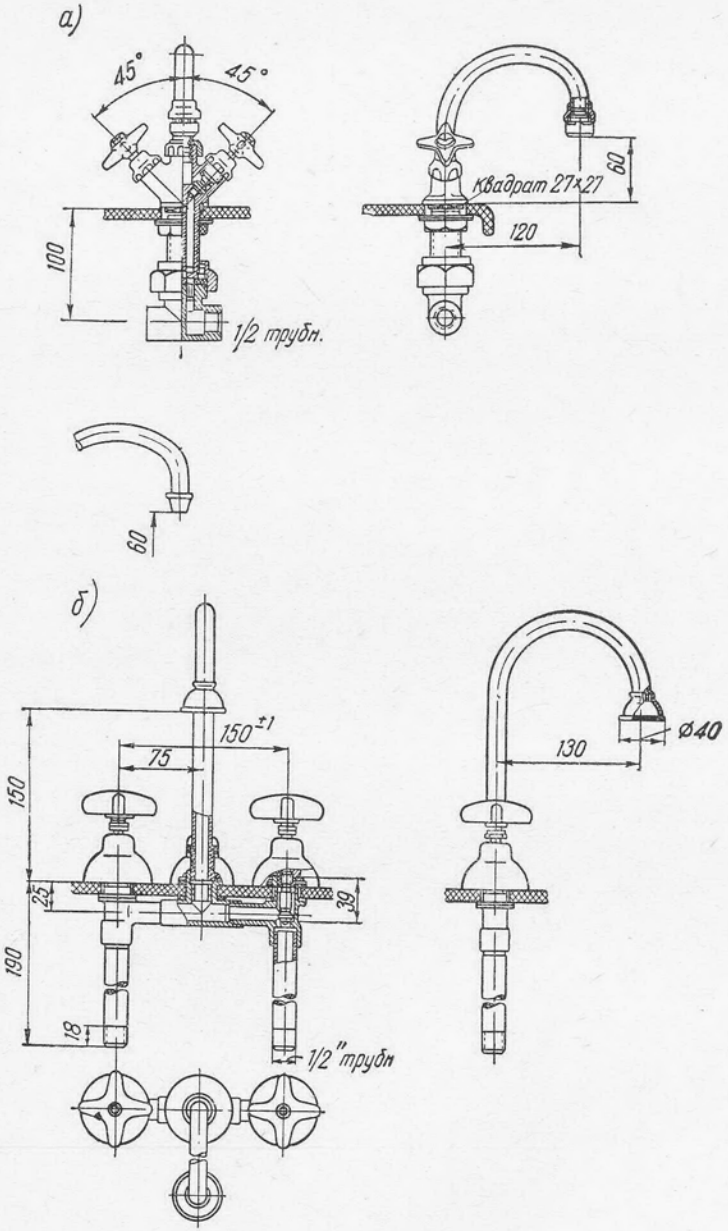


Рис. 117. Туалетная арматура:

а — смеситель для умывальника центральный, *б* — смеситель для умывальника с нижней камерой смешения

лее удлиненной формы, чем кран старой конструкции. Благодаря этому расстояние от стенки раковины или мойки до изливного носика увеличивается, что удобно для пользования.

Водоразборный кран бессальникового типа (рис. 116, *б*) имеет корпус *1* с седлом *2*. На наружную резьбу корпуса навернут наконечник *3* с рукояткой *4*. В средней части наконечника расположен клапан с кожаной прокладкой *5*. Когда рукоятку поворачивают против часовой стрелки, наконечник свинчивается по резьбе корпуса и между седлом и клапаном образуется зазор, через который проходит вода, изливаемая через носик крана. При повороте рукоятки в обратную сторону клапан с прокладкой закрывает проход седла, и подача воды прекращается.

Писсуарный кран (рис. 116, *в*) применяют для промывки писсуаров.

В местах, где требуется быстрый водоразбор (например, бани и прачечные), устанавливают краны пробочного типа (рис. 116, *г*) — так называемые банные краны. На водопроводных сетях, в которых давление превышает 1 *ати*, пробочные краны устанавливать не допускается. К водоразборной относится также туалетная и смесительная арматура.

Смесители для умывальников в зависимости от места установки подразделяют на настольные и настенные (ГОСТ 7941—56). Настольные смесители изготовляют трех типов: с верхней камерой смешения и центральной подводкой воды (центральный) (рис. 117, *а*); с верхней камерой смешения и раздельной подводкой воды; с нижней камерой смешения (рис. 117, *б*).

Настенные смесители, в зависимости от расположения трубки излива, изготовляют с наклонным изливом и вертикальным изливом. Трубка излива каждого смесителя должна свободно поворачиваться на 180°. На конце трубки излива должна быть металлическая сетка, раздробляющая струю воды, или наконечник для создания компактной струи. Металлическая сетка и наконечник должны быть взаимозаменяемыми.

Смесители для моек. В зависимости от места установки подразделяют на настольные и настенные (ГОСТ 7942—56). Настольные смесители изготовляют с верхней камерой смешения и центральной подводкой воды, а также с нижней камерой смешения. Настенные смесители в зависимости от расположения трубки излива изготовляют с верхним изливом (рис. 118, *а*) или с нижним (рис. 118, *б*). Трубка излива смесителя должна свободно поворачиваться на 180°. На конце трубки излива должен быть металлический наконечник для создания компактной струи воды.

Смесители для ванн в зависимости от типа душевого устройства подразделяют (ГОСТ 8224—56) на смесители со стационарной душевой сеткой (рис. 118, *в*) и смесители для ванн и умывальников (единый) с душевой сеткой на гибком шланге (рис. 118, *г*).

Настенный смеситель над умывальником и единый смеситель для

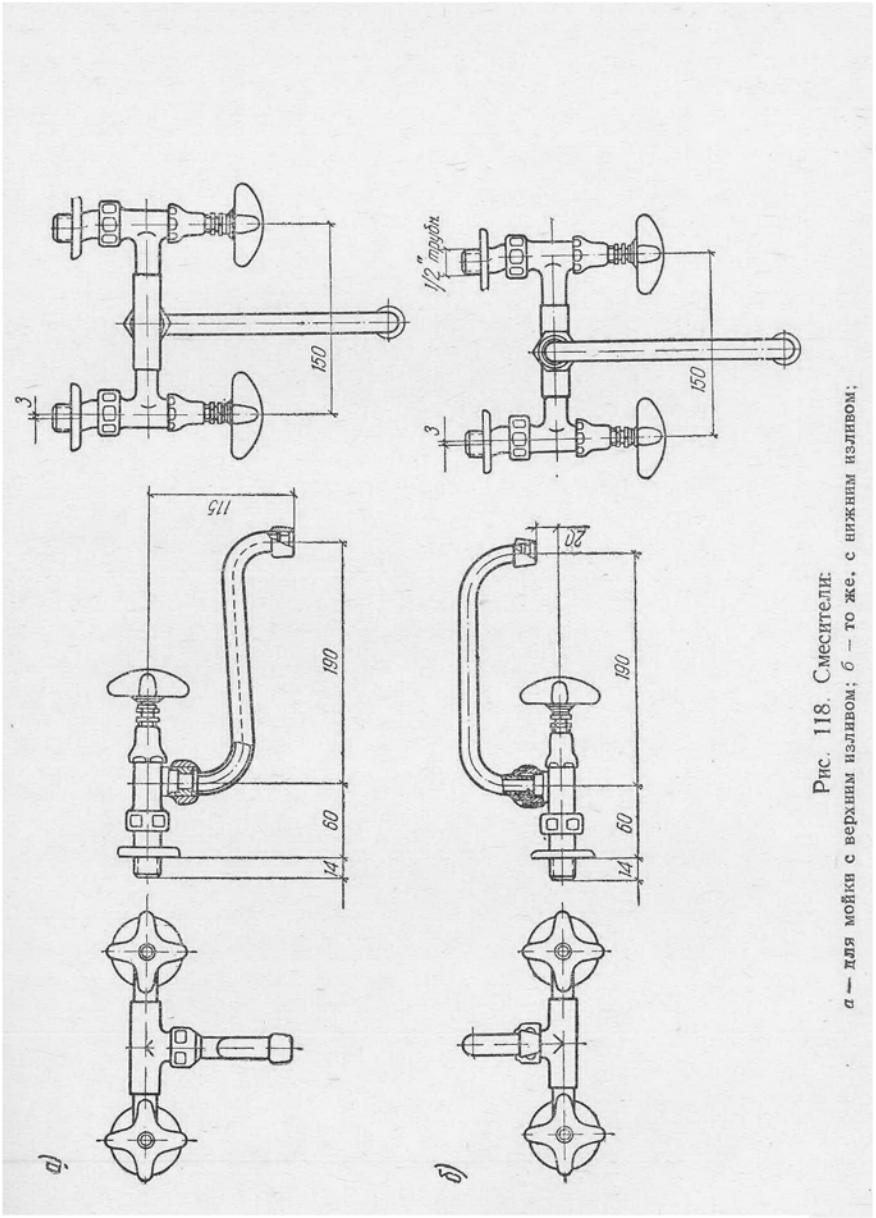


Рис. 118. Смесители:
а — для мойки с верхним изливом; *б* — то же, с нижним изливом;

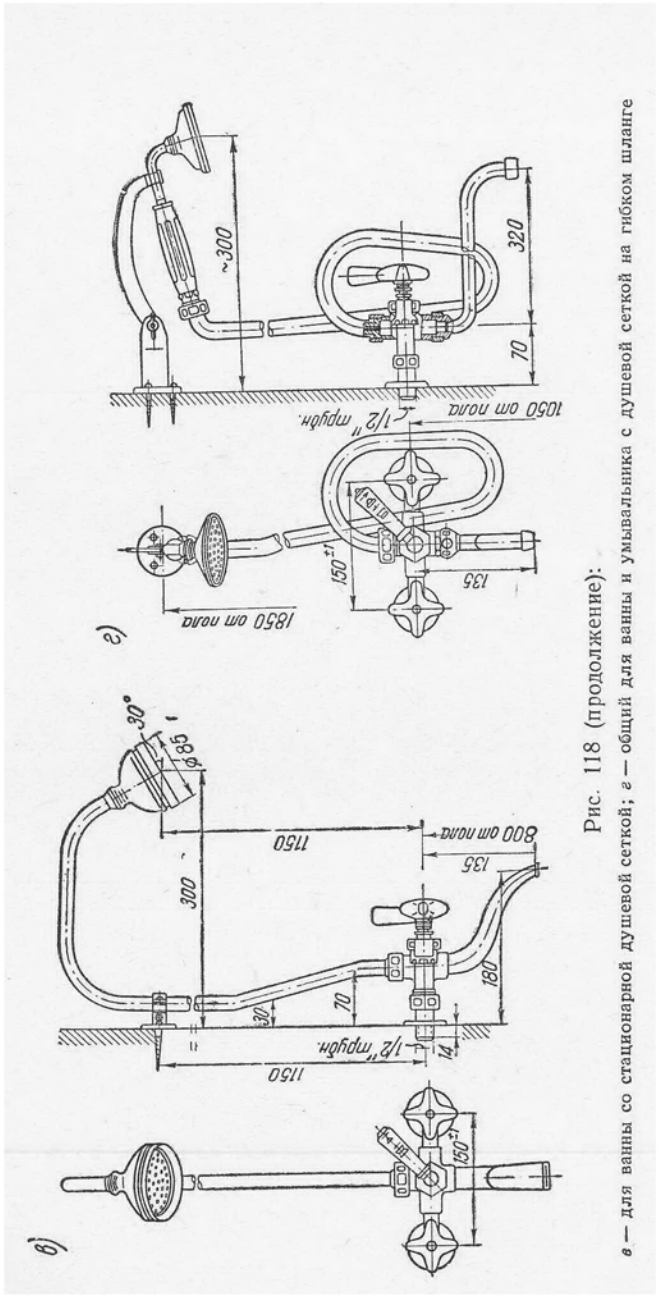


Рис. 118 (продолжение):

в — для ванны со стационарной душевой сеткой; *г* — общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге

ванн и умывальников с душевым устройством устанавливают на высоте 1 *м* от пола до центра их.

Шаровые краны (рис. 119) устанавливают внутри клозетных бачков и водонапорных баков; они предназначены для автоматического закрывания трубы при наполнении бака водой до высшего

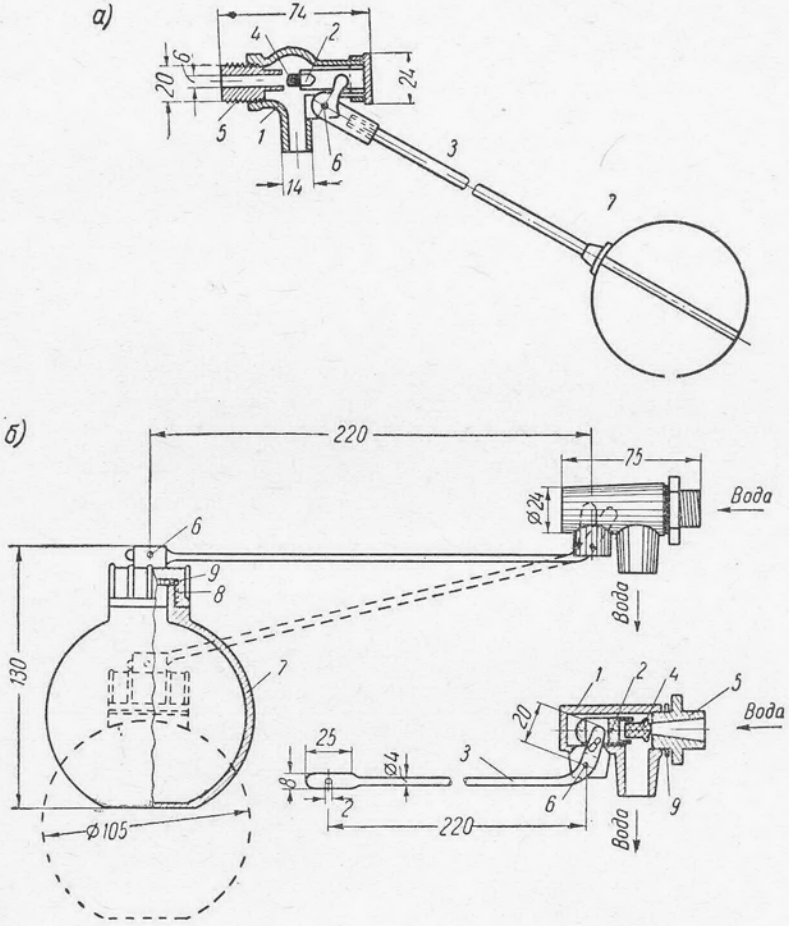


Рис. 119. Шаровой кран:

а — металлический; *б* — из пластмассы; *1* — корпус; *2* — золотник; *3* — рычаг; *4* — резина золотника; *5* — штуцер; *6* — ось; *7* — поплавок; *8* — крышка; *9* — резиновая прокладка

уровня. Как только вода достигла этого уровня, поплавок крана поднимается и прекращает поступление воды. Шары изготовляют из оцинкованной стали (рис. 119, *а*) и пластмассы (рис. 119, *б*). Последняя не подвергается коррозии, что обеспечивает бесперебойную работу крана и препятствует утечке воды.

Пожарный кран представляет собой запорный вентиль диаметром 50 или 65 *мм*, на корпусе которого с одной стороны имеется наружная резьба, а с другой — внутренняя (у обычного вентиля с обеих сторон резьбы внутренние). Пожарный кран ввертывается в тройник пожарного стояка, а к другой стороне крана присоединяется быстросмыкающаяся полугайка, к которой быстро зацепляются зубцы полугайки пожарного рукава, а последний посредством нажатия на резину и поворота плотно присоединяется.

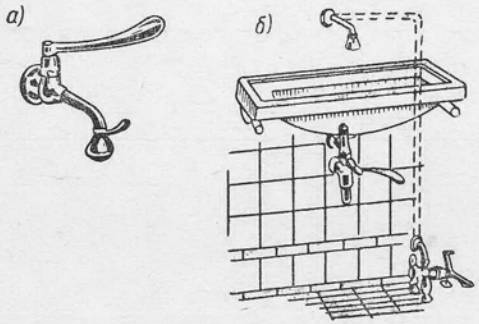


Рис. 120. Специальные краны для медицинских умывальников:
а — локтевой; *б* — ножной

В лечебных учреждениях, в операционной, предоперационной и других помещениях с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями устанавливают краны с локтевым, коленным или педальным рычагом (рис. 120). Водолечебные кабинеты физиотерапевтических отделений оборудуют лечебными душами, управление которыми сосредоточено на специальных кафедрах, где расположены пусковая аппаратура, термометры, манометры, а также смесители (см. § 102).

К лабораторной арматуре относят краны с наконечником для присоединения шланга (рис. 121, *а*), краны с удлиненными отростками (рис. 121, *б*) и со смесительным приспособлением (рис. 121, *в*).

Запорная арматура предназначена для выключения отдельных участков водопроводной сети.

В качестве запорной арматуры применяют вентили и задвижки. В вентилях с прямым штоком (рис. 122, *а*) создаются большие потери напора. В вентилях с наклонным штоком (рис. 122, *б*) потери напора меньше, потому что путь воды менее извилист. Чугунные задвижки применяют на трубопроводах диаметром 50 *мм* и более, а также на кольцевых с переменным движением воды.

Вентили, или задвижки, устанавливаются, в частности, на следующих местах:

у оснований пожарных стояков с количеством пожарных кранов на них 5 и более;

на всех ответвлениях от магистральных линий водопровода;

у оснований стояков хозяйственно-питьевой сети в зданиях с высотой 3 этажа и более; на ответвлениях в каждую квартиру, на подводках к клозетным бачкам, смывным кранам и водонагревательным колонкам;

перед наружными поливочными кранами;

перед умывальниками в больницах;

перед приборами и аппаратами специального назначения (лечебными, учебными, опытными и др.) — в случае необходимости;

на кольцевой разводящей противопожарной или хозяйственно-противопожарной сети из расчета выключения не более пяти пожарных кранов в одном этаже.

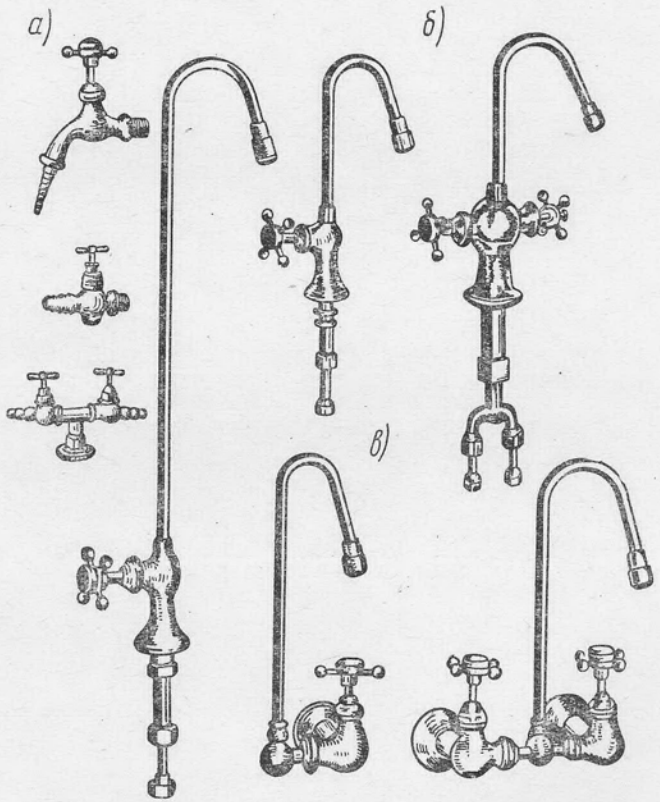


Рис. 121. Лабораторные краны:
а — с наконечником для шланга; *б* — с удлиненными отростками; *в* — со смесителями

В производственных зданиях задвижки и вентили устанавливают, кроме того, в следующих местах:

на магистральных линиях с расчетом выключения отдельных участков длиной не более 100 *м*;

на ответвлениях от магистральных линий с расчетом выключения не более 10 водоразборных производственных точек и не более 20 точек разбора воды на хозяйственно-питьевые нужды;

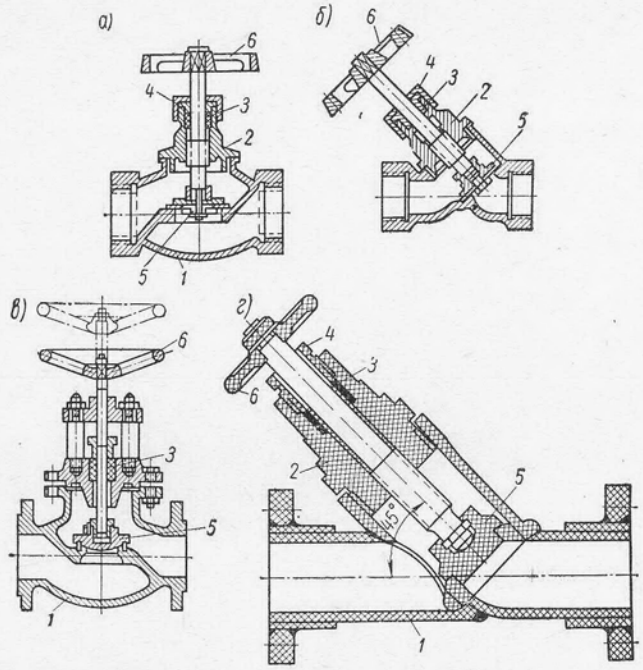


Рис. 122. Запорные вентили:
а — муфтовый; *б* — с наклонным штоком; *в* — фланцевый; *г* — с наклонным штоком из пластмассы; *1* — корпус; *2* — крышка корпуса; *3* — сальниковая набивка; *4* — крышка сальника; *5* — клапан; *6* — маховичок

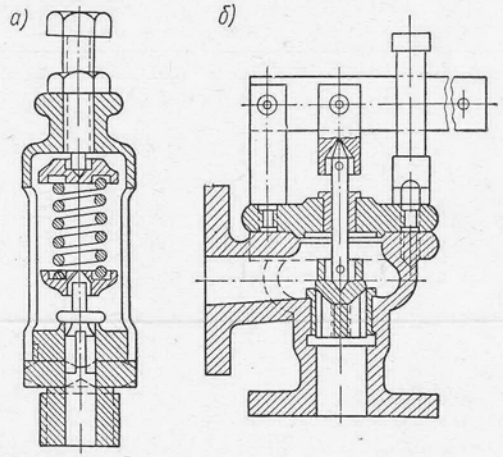


Рис. 123. Предохранительные клапаны:
а — пружинный; *б* — рычажный

у каждого производственного агрегата, в котором нужно часто регулировать подачу воды.

В случае подачи воды к производственному оборудованию, перерыв в работе которого является недопустимым (например, мартеновские печи), на каждом ответвлении от магистрали устанавливается задвижка.

К регулировочной арматуре относят редукционные и обратные клапаны.

Предохранительные клапаны устанавливают в тех местах, где возможно повышение давления сверх допустимого: в этом случае клапан автоматически выпускает воду и давление понижается. Клапаны бывают либо пружинные (рис. 123, *а*), либо рычажные с грузом (рис. 123, *б*), рассчитанным на определенное давление.

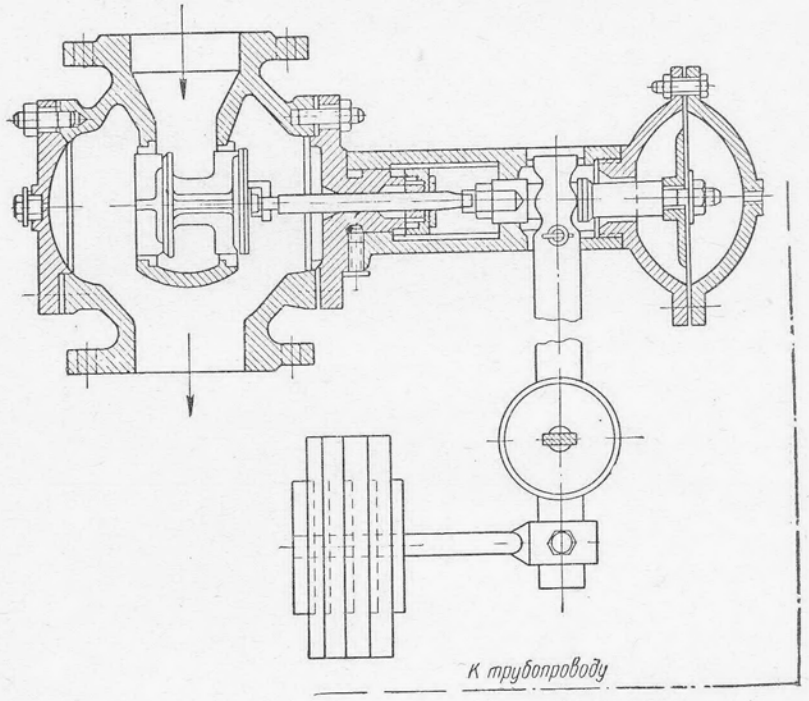


Рис. 124. Редукционный клапан

Редукционные клапаны (рис. 124) предназначены для понижения давления и поддержания его не выше определенной величины. Их устанавливают при пневматическом водоснабжении в высотных зданиях с многозонными системами водоснабжения для снижения давления в отдельных участках или зонах.

Обратные клапаны тарельчатые (рис. 125, *а*) и «захлопка» (рис. 125, *б*) устанавливают в тех случаях, когда в трубе допустимо движение воды только в одном направлении. При движении воды в требуемом направлении она приподнимает золотник или клапан и свободно проходит через него; при течении в обратном направлении золотник или клапан прижимается водой к седлу и закрывает проход.

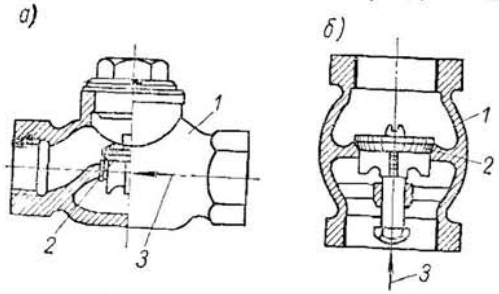


Рис. 125. Обратные клапаны:
а — тарельчатый; *б* — с захлопкой: *1* — корпус; *2* — клапан; *3* — направление потока

Глава XIII
НАСОСНЫЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ВОДОНАПОРНЫЕ БАКИ В СИСТЕМАХ ВНУТРЕННИХ ВОДОПРОВОДОВ

§ 40. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

При непосредственном заборе воды из наружной водопроводной сети насосы должны быть рассчитаны на подачу воды при наименьшем гарантийном давлении в этой сети. Необходимо, чтобы была обеспечена подача из наружной сети максимального расчетного расхода воды.

Насосы могут иметь автоматический, дистанционный или ручной пуск. При дистанционном пуске пожарных насосов пусковые кнопки устанавливаются у всех пожарных кранов, не обеспеченных необходимым напором в наружной сети.

Основными параметрами для выбора насосов являются подаваемое количество воды q *л/сек* или Q *м*^{3}*/ч*, которое должно быть не менее максимального расчетного расхода воды, и высота подачи воды H (*м*), которая определяется как разность расчетного и гарантийного напоров $H = H_р - H_г$.

В случае необходимости оборудования здания противопожарным водопроводом и устройстве единой хозяйственно-противопожарной

или производственно-хозяйственно-противопожарной сети должны быть установлены не только хозяйственные, но и пожарные насосы. Производительность их должна быть равна суммарному расчетному расходу воды для тушения пожара, производственных и хозяйственных нужд, за исключением расходов на души.

Для внутренних водопроводов применяют исключительно центробежные насосы, соединенные на одном валу с электродвигателями при помощи эластичной муфты.

Мощность электродвигателя к насосу указывают в каталогах заводов-изготовителей. Ориентировочно мощность определяется по формуле 19. Основными характеристиками здесь являются — потребная мощность, число оборотов, а также условия установки.

Мощность двигателей, приводящих в действие небольшие насосы, принимают с некоторым запасом на случай перегрузки.

Коэффициент запаса для двигателей мощностью до 0,8 *квт* принимают $K = 2$; то же, мощностью до 1,5 *квт*—$K = 1{,}5$; мощностью до 4,0 *квт*—$K = 1{,}2$.

На напорной линии у каждого насоса должны быть установлены: задвижка, обратный клапан и манометр, а на всасывающей линии — задвижка.

Насосы размещают преимущественно в отдельных помещениях или в котельных центрального отопления (при их наличии), но с устройством перегородки высотой не менее 1 *м*. Насосы устанавливают после водомера.

Насосные установки сооружают в здании как с водонапорным баком, так и без него.

Помещение, где устанавливают насосы, должно быть сухим, теплым, оборудованным освещением и вентиляцией; ограждающие конструкции должны быть из огнестойких или полуогнестойких материалов, а при установке пожарных насосов — из несгораемых материалов с пределом огнестойкости 1 *ч*. В помещениях, где установлены пожарные насосы, основной выход устраивают непосредственно наружу или на лестничную клетку.

Для ослабления шума, возникающего при работе насосов, применяют различные виды изоляции (см. § 38).

Ширину проходов между фундаментами насосов (боковой обрез) и стенами принимают не менее 0,7 *м*, от торцового обреза его не менее 1 *м*, а от торцового обреза со стороны электродвигателя не менее расстояния, необходимого для снятия ротора электродвигателя. Насосы малой производительности с всасывающими трубами диаметром 50 *мм* и менее допускается устанавливать на расстоянии 0,4 *м* от стен и перегородок.

Центробежные насосы, предназначенные для подачи хозяйственно-питьевой воды, не допускается располагать непосредственно под жилыми помещениями, детскими или групповыми комнатами детских учреждений, классами общеобразовательных школ, больничными помещениями, рабочими комнатами административных зда-

ний, аудиториями учебных заведений и другими подобными помещениями.

Хозяйственные насосы должны иметь резервные агрегаты.

Пожарные насосы, устанавливаемые в общественных зданиях, должны иметь резервные агрегаты в тех случаях, когда вода на внутреннее тушение пожара данного здания подается двумя струями.

На внутренних сетях хозяйственно-питьевых, производственных и противопожарных водопроводов должны быть предусмотрены, кроме рабочих насосов, резервные агрегаты. Количество резервных агрегатов для каждой группы насосов надлежит принимать: при количестве рабочих насосов от одного до трех—1; при количестве рабочих насосов от четырех до шести — 2 агрегата.

Для производственных водопроводов, когда перерыв в подаче воды может привести к значительному ущербу, количество резервных агрегатов следует принимать 2 при числе насосов от 1 до 6.

Установка пожарных насосов без резервных агрегатов допускается: в производственных зданиях, когда расход воды на наружное тушение пожаров данного здания не превышает 20 *л/сек*; во вспомогательных зданиях и в зданиях складов, не оборудованных средствами автоматического тушения пожаров.

Для насосов, перерыв в работе которых недопустим, должно быть предусмотрено бесперебойное питание энергией путем присоединения к двум независимым источникам ее. При одном источнике электроэнергии допускается установка резервных пожарных насосов с приводами от двигателей внутреннего сгорания.

§ 41. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Пневматические установки служат для создания напора в сетях внутреннего водопровода. Их применяют для водоснабжения отдельных зданий или группы с использованием местных источников водоснабжения.

Пневматические установки могут быть переменного и постоянного давления. Наиболее распространены в зданиях установки переменного давления. Принципиальные схемы и конструкции пневматических установок, а также способы их расчета приведены в § 31.

Давление сжатого воздуха в пневматических баках должно обеспечить необходимый напор у всех потребителей к моменту их опорожнения, а в баках, содержащих расход воды на тушение пожара. — до израсходования противопожарного запаса воды.

В зданиях чаще всего устанавливают один общий воздуховодяной бак.

Для внутренних водопроводов хозяйственно-питьевого назначения максимальное давление $P_{макс}$ принимает не более 6 *ат*.

Величину рабочей емкости пневматических баков определяют как емкость при автоматическом включении насосов

В системах хозяйственно-противопожарных водопроводов пневматические баки должны содержать дополнительный неприкосновенный объем, равный 10-минутному расчетному расходу воды на тушение пожара внутренними кранами, спринклерами и дренчерами при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды. В случае автоматизации неприкосновенный запас воды уменьшается до 5-минутного расхода.

Пуск и остановку насосов пневматических установок следует автоматизировать при помощи реле давления, устанавливаемых на резервуарах; они действуют на магнитные пускатели электромоторов.

Пневматические баки помещают в отдельных отапливаемых помещениях, в том числе в подвальных, либо в первом этаже здания. В многоэтажных зданиях допускается располагать их в верхних этажах.

Пневматические установки, используемые для тушения пожара, должны устанавливаться в отдельных помещениях I и II степени огнестойкости, имеющих отдельный выход наружу или в лестничную клетку.

Верх резервуаров пневматической установки не должен доходить до перекрытия более чем на 1 *м*, а расстояние между резервуарами и от резервуаров до стен должно составлять не менее 0,7 *м*.

§ 42. ВОДОНАПОРНЫЕ БАКИ

Если напор в наружной сети водопровода периодически бывает недостаточен и не обеспечивает подачу расчетных количеств воды в зданиях, устанавливают водонапорные баки. Они служат для создания запаса воды в часы достаточного напора сети с целью бесперебойного снабжения водой потребителя в любое время.

Водонапорные баки размещают на чердаке или на верхних этажах здания. Проходы между прямоугольными баками и стенами следует оставлять не менее 0,7 *м*, со стороны поплавкового клапана — 1 *м*, а при круглых баках — соответственно 0,5 и 0,8 *м*. Бак устанавливают на высоте не менее 0,5 *м* над полом для удобства эксплуатации и закрывают крышкой с лазом. Помещения для установки баков должны быть не ниже 2,2 *м*, при этом от крышки бака до перекрытия нужно иметь расстояние не менее 0,6 *м*.

В помещении, где установлены баки, устраивают освещение и вентиляцию; в зимнее время температуру в них нельзя допускать ниже +2°.

Под баком делают поддон из досок, обитых листовой сталью для предохранения перекрытий от сырости при конденсации на поверхности резервуара влаги или течи из него. Обычно поддон устанавливают на настиле из досок толщиной 5 *см*, а резервуар — на деревянных брусьях, уложенных на поддоне. Брусья и дощатый настил антисептируют.

Водонапорные баки (рис. 126) оборудуют следующими трубами:

подающей —(питающий) трубой с установкой на ней поплавкового клапана (рекомендуется устанавливать два клапана); подающую трубу присоединяют к баку на высоте 50-100 *мм* от верхней кромки бака до верха трубы;

расходной трубой, которую присоединяют к баку выше его дна на 50 *мм* (эту трубу можно соединить с подающей,

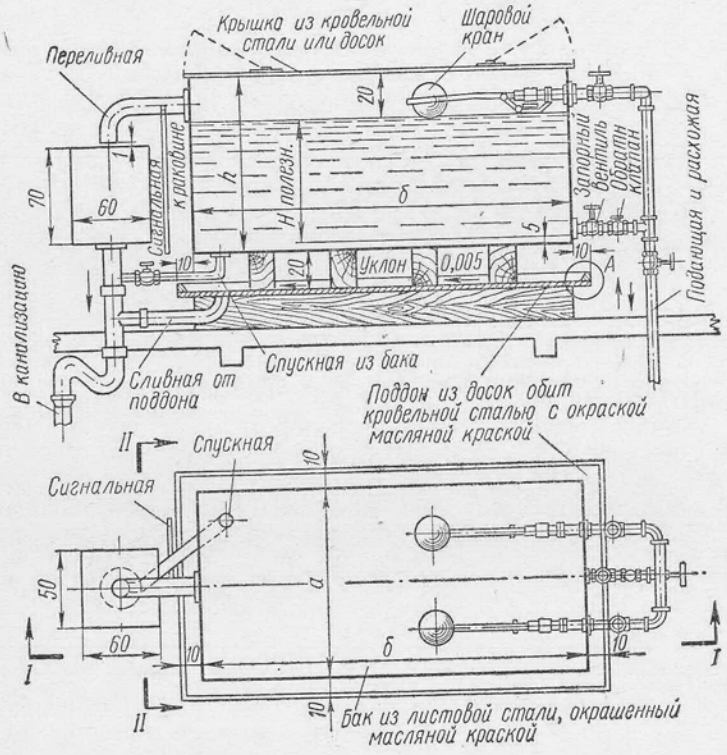


Рис. 126. Водонапорный бак

устанавливая в этом случае на расходной трубе обратный клапан, пропускающий воду только из бака);

переливной трубой, присоединяемой к баку на расстоянии не менее 150 *мм* от его верха. Диаметр воронки переливной трубы должен в 2 раза превышать диаметр подающей трубы. Переливная труба должна заканчиваться на расстоянии не менее 25—50 *мм* над приемным бачком или воронкой канализационной трубы;

сигнальной трубой диаметром 15—20 *мм*, присоединяемой к баку на 50 *мм* ниже низа переливной трубы (конец ее располагают над раковиной контрольного пункта). Такую трубу устанавливают при отсутствии сигнализации уровня воды в баке;

спускной трубой, присоединяемой к днищу бака и переливной трубе с задвижкой; спускная труба служит для удаления осадков со дна в переливную трубу, и для выпуска воды из бака;

водоотводной трубой диаметром 25 *мм* для удаления воды с поддона.

Баки должны иметь указатели уровня воды и устройства для передачи их показаний на насосные станции.

Емкость бака в производственных зданиях определяют по технологическому заданию, обычно для подачи залповых расходов воды.

Емкость бака в жилых зданиях при автоматическом пуске должна быть не менее 5% суточного расхода, а при ручном пуске не менее 20% суточного расхода воды.

В водонапорных баках может содержаться неприкосновенный запас на 10-минутный расход пожарными кранами при максимальном водоразборе в течение этого времени на другие нужды.

При автоматически включаемых насосах объем неприкосновенного противопожарного запаса допускается снизить до размеров, рассчитанных на 5-минутную продолжительность тушения пожара.

Водонапорные баки устанавливают также в тех зданиях, где для работы водопровода требуются строго определенные напоры, не зависящие от колебания напора в уличной сети (бани, прачечные и др.), а в жилых и общественных зданиях — в случае исключительной необходимости.

§ 43. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИМИ ВОДОПРОВОДАМИ

Правильную работу внутренних водопроводов можно создать путем автоматического включения и выключения электродвигателей насосов в зависимости от изменения уровня воды в водонапорном баке, давления и скорости воды в трубопроводе. Для этой цели применяют реле и регуляторы, описанные ниже.

Поплавковые реле (рис. 127,*а*) автоматически включают электродвигатель насоса при понижении уровня в водонапорном баке и автоматически выключают его при наполнении бака до верхнего расчетного уровня. Если нет водонапорного бака, насосы можно автоматически включать и выключать при помощи реле давления (рис. 127,*б*) электроконтактного манометра. При минимальном установленном давлении воды в сети *1* посредством передаточного механизма *2* и контактной стрелки *3* замыкается контакт и включается насос; при повышении давления контакты разъединяются и насос выключается.

Струйное реле (рис. 127,*в*) предназначено для контроля за движением жидкости и управления электродвигателем насоса. При помощи струйного реле можно включить пожарный насос. Это включение производится при начавшемся движении воды в трубе вслед-

ствие открытия пожарного крана для тушения возникшего пожара.

В системах хозяйственно-противопожарных водопроводов струйное реле устанавливают у основания каждого пожарного стояка.

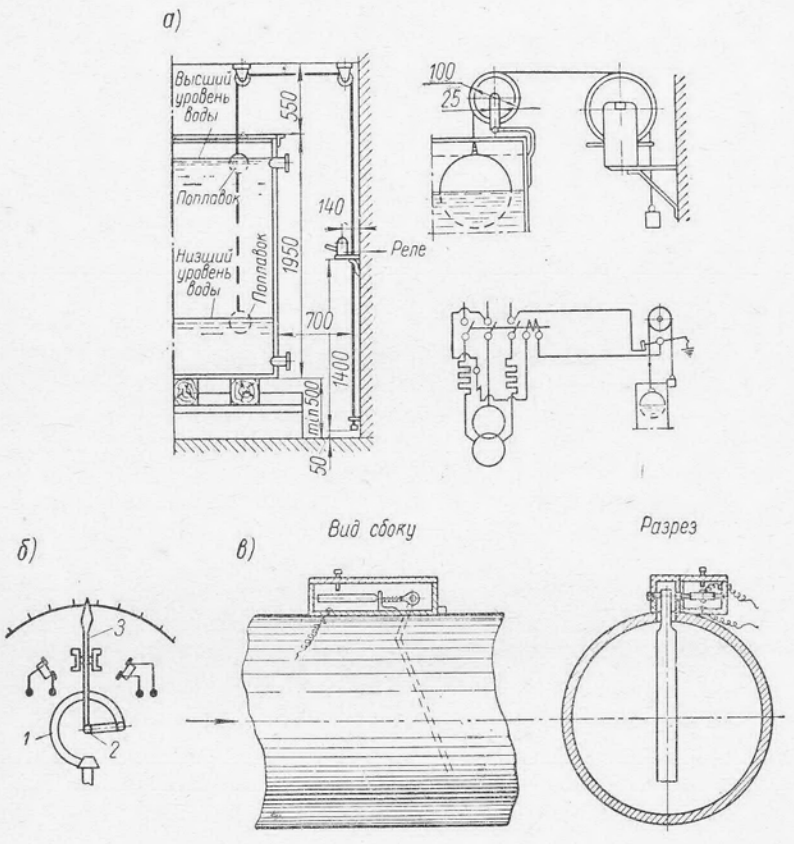


Рис. 127. Приборы автоматического оборудования:
а — поплавковый включатель (реле уровня); *б* — схема контактного манометра (реле давления); *в* — струйное реле

В пневматической установке применяют диафрагмовые регуляторы давления (рис. 128) для автоматического включения насосов. Регуляторы устанавливают в верхней части воздушного бака. В зависимости от величины давления происходит перемещение поршня или диафрагмы. При понижении давления пружина отжимает рычаг и включает двигатель и, наоборот, при повышении давления поршень поднимается и выключает электрическую цепь.

Диафрагмовый регулятор (пускатель) имеет камеру *1* под диафрагмой *2*, соединенную с воздушным баком; давление сжатого в ре-

зервуаре воздуха уравновешивается пружиной *3*, отжимающей вниз шток, связанный с диафрагмой; шток управляет системой рычагов *4*, включающих и выключающих электрическую цепь.

Автоматические установки обычно снабжают световой (или звуковой) сигнализацией, отмечающей включение или выключение насосов.

Автоматизация повысительных установок повышает надежность работы сетей и удешевляет их обслуживание. Поэтому установки с ручным включением применяют все реже.

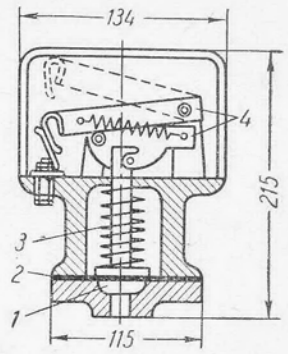


Рис. 128. Диафрагмовый регулятор давления

Глава XIV

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВНУТРЕННИЕ ВОДОПРОВОДЫ

§ 44. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ВОДОПРОВОДЫ

Средствами противопожарной защиты в зданиях служат противопожарные водопроводы, вода из которых для тушения пожара подается посредством пожарных кранов, и специальные противопожарные спринклерные и дренчерные устройства.

Основное требование к противопожарным системам внутреннего водопровода — постоянная готовность их к действию.

Согласно нормам и техническим условиям проектирования внутреннего водопровода жилых и общественных зданий (СНиП II-Г. 1-62) устройство внутренних противопожарных водопроводов обязательно в следующих зданиях:

а) в жилых домах высотой 12 этажей и выше, в зданиях общежитий, гостиниц и школ-интернатов высотой 4 этажа и выше;

б) в административных зданиях и в зданиях учебных заведений высотой 6 этажей и более;

в) в санаториях, домах отдыха, в зданиях больниц и других зданиях лечебно-профилактических учреждений, в зданиях детских яслей и садов, магазинов и вокзалов при объеме каждого здания 5000 $м^3$ и более;

г) в кинотеатрах, клубах и домах культуры со зрительными залами на 200 мест и более;

д) в помещениях, расположенных под трибунами на стадионах с вместимостью трибун 5000 зрителей и более.

Внутренние противопожарные водопроводы не следует устраивать в коммунально-бытовых зданиях, в предприятиях общественного питания, во встроенных в жилые здания высотой до 12 этажей помещениях детских садов, яслей, магазинов, поликлиник и учреждений объемом менее 5000 $м^3$ каждое.

Расчетные противопожарные расходы. При объединенном хозяйственно-противопожарном водопроводе расчетные расходы составляют сумму противопожарного и хозяйственного расходов на расчетных участках водопроводной сети.

Нормы расхода воды и число струй на тушение внутренних пожаров в жилых и общественных зданиях приведены в табл. 16.

Расход воды на внутреннее пожаротушение с помощью пожарных кранов надлежит принимать:

в производственных зданиях — из расчета двух пожарных струй производительностью не менее 2,5 *л/сек* каждая;

в вспомогательных зданиях — из расчета одной пожарной струи производительностью не менее 2,5 *л/сек*;

в зданиях складов или в частях зданий, заключенных между противопожарными стенами, объемом более 25 000 $м^3$ — из расчета одной пожарной струи производительностью не менее 2,5 *л/сек*;

в зданиях, оборудованных средствами автоматического пожаротушения (спринклерными и дренчерными установками) — из расчета одной пожарной струи производительностью не менее 2,5 *л/сек*.

При определении расчетных расходов воды на тушение пожаров следует учитывать одновременное действие пожарных кранов со спринклерными или дренчерными установками.

Таблица 16

№ п/п	Характеристика зданий	Число струй	Расход воды на 1 струю, *л/сек*
1	Жилые дома высотой от 12 до 15 этажей, административные здания, общежития, гостиницы, учебные заведения всех категорий, школы-интернаты, пансионаты, санатории, магазины, вокзалы, лечебные учреждения, детские сады и ясли объемом до 25 000 $м^3$. Помещения, расположенные под трибунами на стадионах, с трибунами вместимостью до 20 000 зрителей включительно	1	2,5
2	Административные здания, общежития, гостиницы, учебные заведения, школы-интернаты, санатории, магазины, вокзалы, лечебные учреждения, детские сады и ясли объемом более 25 000 $м^3$, кинотеатры и клубы с числом мест в зрительном зале до 300 включительно. Помещения, расположенные под трибунами на стадионах, с трибунами вместимостью более 20 000 зрителей	2	2,5
3	Кинотеатры, клубы и дома культуры с числом мест в зрительном зале более 300	2	5

Примечания.

1. Внутренние противопожарные водопроводы в клубах и Домах культуры с числом мест в зрительном зале 600 и более и в театрах проектируют по специальным нормам.

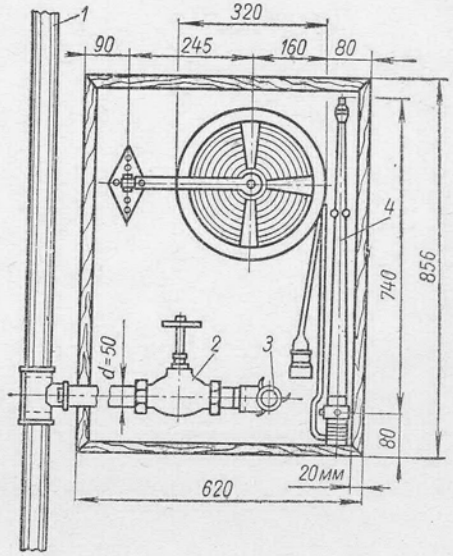
2. Проектирование спринклерных и дренчерных устройств ведут по нормам и техническим условиям проектирования спринклерных и дренчерных установок СН 75-59.

3. Указанные в табл. 16 расходы воды на одну струю уточняют в зависимости от необходимого радиуса действия компактной части струи, но принимают не менее 2,5 *л/сек*.

Одновременное действие спринклерных и дренчерных установок учитывают в том случае, когда совместное их действие требуется по условиям тушения пожаров.

В жилых зданиях пожарные краны устанавливают на лестничных клетках.

В административных, общественных и производственных зданиях пожарные краны следует устанавливать преимущественно у выходов из помещений или на площадках отапливаемых лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах или проходах — в наиболее заметных местах.



Расстояние между пожарными кранами назначают с учетом радиуса действия струи, расположения оборудования и принятой длины шланга.

Пожарные краны размещают на высоте 1,35 *м* от уровня пола в предусмотренных для этой цели нишах в специальном шкафчике с застекленными дверцами (рис. 129).

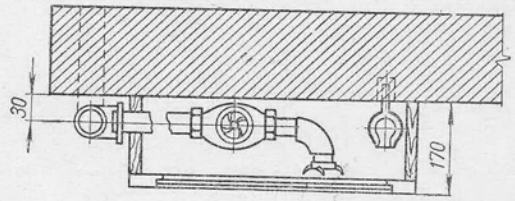


Рис. 129. Установка пожарного крана в шкафчике:
1 — стояк; *2* — пожарный кран; *3* — полугайка «Рот»; *4* — брандспойт

Каждый пожарный кран необходимо снабдить пожарным рукавом (шлангом) одинакового с ним диаметра, длиной 10 или 20 *м*. В шкафчиках хранят пожарный рукав с брандспойтом. Пожарный рукав к крану и брандспойт к рукаву присоединяют посредством быстросмыкающихся полугаек «Рота» (рис. 130) с резиновой прокладкой, обеспечивающей плотность соединения.

Для получения пожарных струй производительностью до 4 *л/сек* (табл. 17) следует применять пожарные рукава и краны диаметром 50 *мм*, а для струй большей производительности — 70 *мм*. Пожарный ствол (брандспойт) на одном конце имеет диаметр, равный диаметру рукава (50 или 70 *мм*), и заканчивается быстросмыкающейся полу-

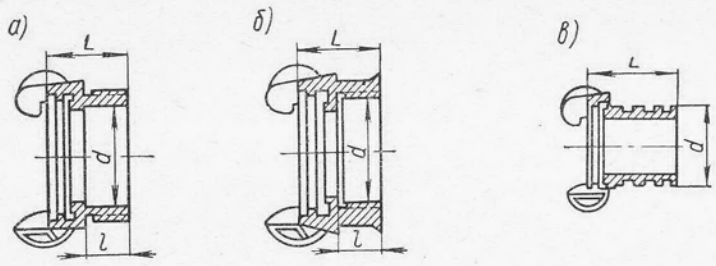


Рис. 130. Полугайки:
а — с наружной резьбой; *б* — с внутренней резьбой; *в* — для соединения с рукавом

гайкой; на другом его конце имеется наконечник (спрыск) диаметром в 13, 15, 19 или 22 *мм*

Расчет сети противопожарного водопровода производят с учетом действия наиболее высоко расположенных и удаленных от вводов пожарных кранов, причем расход на пожаротушение пожаров

Таблица 17

Производительность пожарных струй и напор у пожарных кранов в зависимости от диаметра спрысков и радиуса действия компактной части струи

Высота компактной струи, *м*	Диаметр спрыска наконечника пожарного ствола, *мм*								
	13			16			19		
	производительность пожарной струи, *л/сек*	напор у пожарного крана в *м* при рукавах длиной		производительность пожарной струи, *л/сек*	напор у пожарного крана в *м* при рукавах длиной		производительность пожарной струи, *л/сек*	напор у пожарного крана в *м* при рукавах длиной	
		10 *м*	20 *м*		10 *м*	20 *м*		10 *м*	20 *м*
Пожарные краны диаметром 50 *мм*									
6	2,5	18,9	19,8	2,5	9,2	10,2	3,5	9,6	11,4
8	2,5	18,9	19,8	2,9	12	13,2	4,1	12,9	15,4
10	—	—	—	3,4	15,8	17,4	4,6	16,8	19,9
12	2,6	20	21	3,7	20	22,1	5,2	21,6	25
14	2,9	25,1	26,4	4,2	24,2	27	5,7	25,4	30,4
16	3,2	31,3	32,8	4,6	29,7	32,9	6,2	30,6	36,5
18	3,6	39	41	5,1	36	40	6,8	36,7	42,8
20	4	49,7	51,6	5,8	44,1	49	7,5	44,3	53

Примечания.
1. Напоры у пожарных кранов исчислены для непрорезиненных рукавов.
2. Радиус действия компактной части пожарной струи принимают равным высоте помещения, считая от пола до наивысшей точки сгораемой или трудносгораемой конструкции помещения (перекрытия, покрытия или стен). При несгораемых конструкциях помещения радиус действия компактной части пожарной струи принимают равным высоте расположения над полом помещения сгораемых оборудования, материалов и изделий.

принимают на каждую струю не 2,5 *л/сек* (что является минимальной нормой), а в зависимости от создаваемого напора и применяемого спрыска (табл. 17).

Постоянный свободный напор у внутренних пожарных кранов должен создавать компактные струи в соответствии с данными табл. 18, причем под компактной пожарной струей подразумевается расстояние от спрыска до такого сечения струи, в котором в круге диаметром 38 *см* струя несет 90%, а в круге диаметром 26 *см* — 75% количества воды, вышедшей из спрыска.

Необходимый напор у пожарного крана в метрах определяют по формуле

$$H_к = h_с + h_{рук}, \tag{45}$$

где $h_с$ — необходимый напор у спрыска для создания требуемой компактной струи (зависит от диаметра спрыска);
$h_{рук}$ — потеря напора в пожарном рукаве, *м*.

Напор у спрыска в зависимости от компактной струи определяется по формуле

$$h_с = \frac{\alpha S_к}{1 - \varphi \alpha S_к}, \tag{45'}$$

где α — коэффициент, представляющий собой отношение высоты вертикальной раздробленной струи к компактной, вытекающей из спрыска (табл. 18);
$S_к$ — требуемая высота компактной струи или радиус действия струи R;
φ — коэффициент, зависящий от диаметра спрыска d, *мм*:

$$\varphi = \frac{0{,}25}{d + (0{,}1d)^3}. \tag{45''}$$

При $d = 13$ *мм* $\varphi = 0{,}0165$,
» $d = 16$ *мм* $\varphi = 0{,}0124$,
» $d = 19$ *мм* $\varphi = 0{,}0097$.

Таблица 18

Значение коэффициента α

$S_к$	6	8	10	12	16
α	1,19	1,19	1,19	1,20	1,24

Потерю напора в рукаве $h_{рук}$ определяют по формуле

$$h_{рук} = AlQ^2, \qquad (46)$$

где l — длина рукава, *м*;

Q — производительность пожарной струи, *л/сек*;

A — характеристика рукава (для непрорезиненного рукава):

при $d = 50$ *мм* $A = 0{,}012$,
» $d = 70$ *мм* $A = 0{,}00385$.

В жилых домах и административных зданиях и в зданиях коридорного типа каждое изолированное помещение должно обслуживаться не менее чем одной струей, а в производственных категории А и Б и категории В объемом более 1000 $м^3$ — двумя струями.

При подсчете потребного напора перед краном в первую очередь определяют потребный напор перед спрыском; в зависимости от него находят расход, который будет давать спрыск по формуле

$$q = \sqrt{Bh_c} \ л/сек, \qquad (46')$$

где B — коэффициент, зависящий от диаметра спрыска:

при $D_c = 13$ *мм* $B = 0{,}346$,
» $D_c = 16$ *мм* $B = 0{,}793$,
» $D_c = 19$ *мм* $B = 1{,}577$.

Расход воды должен быть не меньше нормируемого.

Пример. Определить рабочий напор перед краном $Д = 70$ *мм* при расчетном расходе 5 *л/сек*, длине пенькового рукава 10 *м*, диаметре спрыска 19 *мм* и требуемой высоте компактной струи 12 *м*.

Р е ш е н и е. Определяем напор перед спрыском по формуле 45′

$$h_c = \frac{1{,}20 \cdot 12}{1 - 0{,}0097 \cdot 1{,}20 \cdot 12} = 16{,}7 \ м \ вод. \ ст$$

Подсчитываем расход воды, который дает спрыск по формуле 46′,

$$q = \sqrt{1{,}577 \cdot 16{,}7} = 5{,}14 \ л/сек, \quad \text{что} > 5 \ л/сек.$$

Напор в пеньковом рукаве по формуле 46 будет равен

$$h_{шл} = 0{,}00385 \cdot 5{,}14^2 \cdot 10 = 1 \cdot 0{,}1 \ м \ вод. \ ст.$$

Напор у крана определяем по формуле 45

$$h_{кр} = 1{,}01 + 16{,}7 = 17{,}71 = 18 \ м \ вод. \ ст.$$

Для облегчения расчета по указанным формулам составлена таблица значений напоров перед краном $h_{кр}$ в зависимости от расходов воды, при различных значениях $S_к$, длинах рукавов и диаметров спрыска. В табл. 17 потери напора исчислены для пеньковых рукавов; они больше чем в прорезиненных. В условиях эксплуатации применяют как пеньковые, так и прорезиненные рукава.

§ 45. СПРИНКЛЕРНЫЕ И ДРЕНЧЕРНЫЕ УСТАНОВКИ

Особым видом водопроводных противопожарных систем являются спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерные установки предназначены для автоматического тушения возникшего пожара с одновременной подачей сигнала тревоги. Как наиболее надежные их применяют в помещениях повышенной пожарной опасности.

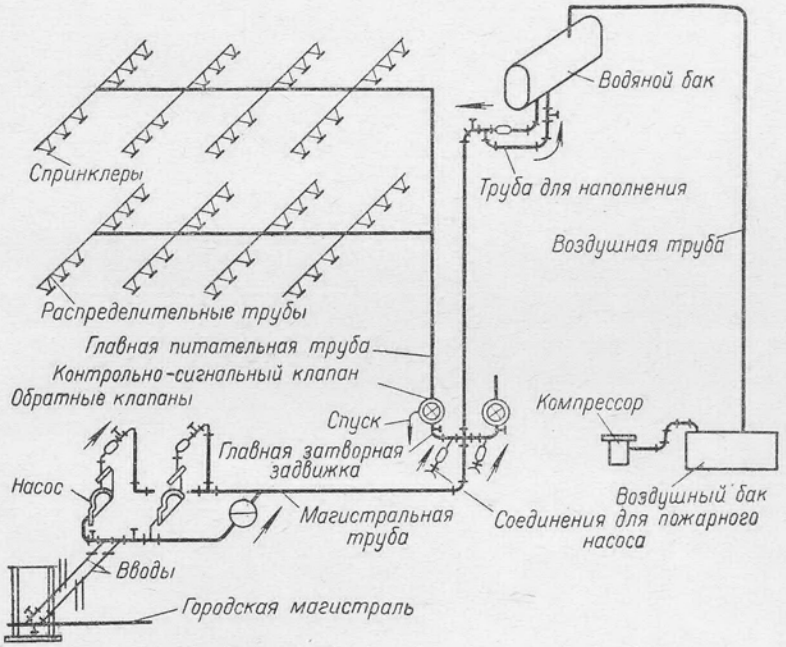


Рис. 131. Схема спринклерной установки

Спринклерная установка (рис. 131) состоит из следующих основных элементов: спринклерных головок; сети труб; контрольно-сигнальных клапанов, водопитателей.

Спринклерные головки — специальные насадки (рис. 132) — ввертывают в трубы на расстоянии около 3—4 *м* одна от другой. Отверстия спринклеров закрыты стеклянными клапанами *5*, удерживаемыми замком из медных или латунных пластинок *6—8*. Последние спаяны легкоплавким сплавом (припоем) с температурой плавления 72, 93, 141 и 182°. При повышении температуры, вызываемой пожаром, припой распаивается и замок *6—8* падает, открывая при этом отверстие спринклера. Вода, вытекающая под напором через отверстие, разбрызгивается при помощи розетки *3*.

На магистрали спринклерной сети имеется контрольно-сигнальный клапан, который при движении через него воды дает сигнал о пожаре.

Спринклерная сеть состоит из следующих трубопроводов: магистрального (питательного), подводящего воду от водопитателя к контрольно-сигнальному клапану;

подводящего трубопровода и соединяющего питательные трубопроводы с водоисточником;

распределительных трубопроводов, на которых устанавливают спринклеры.

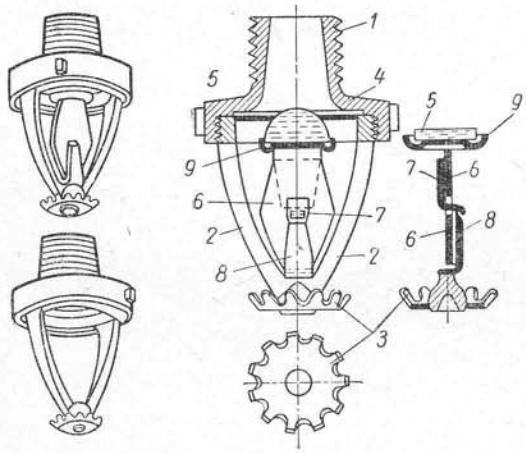


Рис. 132. Спринклерная головка:
1 — бронзовый корпус; 2 — рама; *3* — розетка; *4* — диафрагма; *5* — стеклянный клапан; *6*—8 — замок; *9* — медная шайба

Все трубопроводы монтируют из стальных труб с конической резьбой, с уклоном в сторону стояков от 0,01 до 0,005 в зависимости от диаметров.

Различают следующие спринклерные системы:

водяные, т. е. заполненные водой, применяемые в помещениях, в которых гарантируется в течение года температура воздуха выше +4°;

воздушные, заполненные сжатым воздухом; их устраивают в неотапливаемых помещениях, где температура постоянно или временно бывает ниже 0°;

воздушно-водяные (переменные), которые при положительных температурах заполнены водой, а зимой, при отрицательных температурах, — только воздухом.

Диаметры трубопроводов спринклерных установок определяют расчетом; для предварительных подсчетов рекомендуется подбирать эти диаметры по табл. 19.

Таблица 19

Диаметры трубопроводов спринклерной сети

Диаметр труб, *мм*	25	32	40	50	70	80	100	150
Число питаемых спринклеров . . .	3	5	9	18	28	46	86	150

Контрольно-сигнальный клапан (рис. 133) служит для подачи воды в спринклерную сеть через главную задвижку *1* с одновременной сигнализацией о пожаре при помощи водяной турбины *2* и колокола *3*. Как только открывается хотя бы один спринклер в помещении, давление в сети над контрольным клапаном *4* падает. Более высокое давление воды снизу выводит тарельчатый клапан *5* из равновесия, приподнимает его; поступающая снизу вода попадает к водяной турбине по трубопроводу *6*.

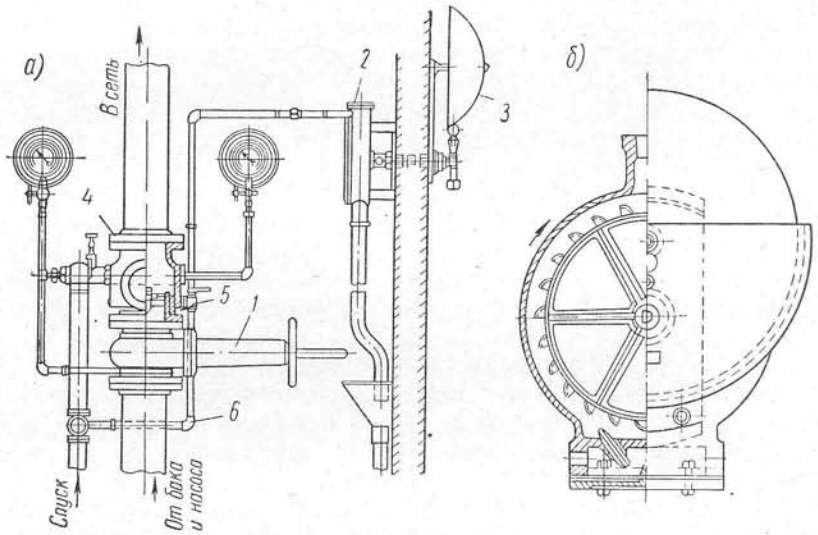


Рис. 133. Контрольно-сигнальный клапан:
а — общая схема; *б* — деталь водяной турбины

Площадь пола, защищаемая одним спринклером, в помещениях с повышенной пожарной опасностью не должна превышать 9 $м^2$, в остальных случаях — 12 $м^2$.

Спринклерные установки в зданиях разделяют на секции, обслуживаемые отдельными контрольно-сигнальными клапанами. В одной секции спринклерной установки должно быть не более 800 спринклеров с учетом диаметра контрольно-сигнального клапана.

В качестве основного водопитателя спринклерных установок могут быть следующие сооружения: городские и промышленные водопроводы; естественные и искусственные водохранилища; системы каптажа грунтовых вод и артезианские скважины.

В качестве автоматического водопитателя можно применять водонапорные баки, пневматические установки, хозяйственно-противопожарные или производственные водопроводы, обеспечивающие в любое время подачу расчетного количества воды под необходимым напором. Для определения расчетных расходов воды на

тушение пожаров следует учитывать одновременное действие пожарных кранов со спринклерными или дренчерными установками.

Емкость воздушно-водяных баков пневматических установок и водонапорных баков при автоматическом включении насосов должна быть равна 3 $м^3$ при расчетном расходе воды на внутреннее тушение пожара до 35 *л/сек* и 6 $м^3$ при расходе воды >35 *л/сек*.

Нормы расхода воды на спринклерные установки необходимо принимать следующие:

а) при автоматическом включении пожарных насосов в течение 1 *ч* с момента возникновения пожара от основного водопитателя (хозяйственно-противопожарные или производственные водопроводы, запасные резервуары) в зданиях категорий А, Б, В при объеме здания: до 100 тыс. $м^3$ — 30 *л/сек*; при объеме от 100 тыс. до 200 тыс. $м^3$ — 35 *л/сек*; от 200 тыс. до 300 тыс. $м^3$ — 40 *л/сек*; более 300 тыс. $м^3$ — 50 *л/сек*.

В остальных зданиях, подлежащих оборудованию спринклерными установками, расход воды определяют гидравлическим расчетом, но не более 30 *л/сек*;

б) при ручном включении пожарных насосов во всех зданиях, подлежащих оборудованию спринклерными установками, расход воды принимают в течение первых 10 *мин* от автоматического водопитателя (водонапорные баки, пневматические установки, хозяйственно-противопожарные и производственные водопроводы, обеспечивающие потребный расход и напор) в количестве 10 *л/сек* и в течение последующего часа от основного водопитателя расход воды принимается в соответствии с указанием п. «а»;

в) при питании спринклеров непосредственно от наружной сети без установки пожарных насосов расход воды на спринклерные установки принимают в течение 1 *ч* с момента возникновения пожара в соответствии с указанием п. «а».

Гидравлический расчет спринклерных водопроводов производят на два случая питания сети: от автоматического водопитателя и от основного водопитателя.

Дренчерные (автоматические) установки предназначены для орошения вертикальных плоскостей или для создания водяных завес для защиты от огня отдельных частей зданий или помещений.

Дренчер представляет собой обыкновенный открытый спринклер без диафрагмы, клапана и замка. Изготовляют дренчеры лопаточного или розеточного типа с диаметром выходного отверстия 12,7; 10 и 8 *мм*. Расстояние между дренчерами, предназначенными для орошения площадей, не должно превышать 3 *м*, а между дренчерами и стенами или перегородками — 1,5 *м*.

Расстояние межлу дренчерами, предназначенными для орошения вертикальных плоскостей или для создания водяных завес, определяется из расчета расхода воды не менее 0,5 *л/сек* на 1 *м* ширины орошаемой плоскости или проема.

Дренчерные установки применяют в гаражах для изоляции стоянки автомашин, в театрах для орошения занавеса, отделяющего сцену от зрительного зала, а также в некоторых промышленных зданиях. В случае угрозы переброски огня при пожаре включается дренчерная установка, и вода, выливаясь через открытые дренчеры, образует водяную завесу, защищающую здание от распространения огня.

Автоматическое включение дренчерных установок обеспечивается следующими побудительными устройствами: тросовыми системами с легкоплавкими замками, гидравлическими или пневматическими системами, электрическими системами с датчиками.

Диаметры питательных и распределительных труб определяют расчетом.

Напор у водопитателя $H_в$ определяется по формуле

$$H_в = H + H_р + \sum h + H_{кск} \; м \; вод. \; ст.,$$

где H — расчетный напор у наиболее удаленного и высоко расположенного спринклера или дренчера (обычно принимаемый 5 *м*);

$H_р$ — разность геодезических (геометрических) отметок между наиболее высоко расположенным спринклером или дренчером и водопитателем, *м*;

Σh — суммарные потери напора в трубопроводах спринклерной или дренчерной системы, *м*;

$H_{кск}$ — потери напора в контрольно-сигнальном клапане (клапан группового действия), *м*.

§ 46. ВОДОПРОВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВКИ УЛИЦ, ПАРКОВ И СКВЕРОВ

Для поливки территории, прилегающей к жилым, общественным и производственным зданиям, применяют поливочные краны. Один поливочный кран должен обслуживать до 70 *м* периметра здания. Поливочные краны присоединяют к сети внутреннего водопровода и размещают с наружной стороны здания в нише (рис. 134,*а*). С внутренней стороны устанавливают запорный вентиль для выключения поливочного крана на зиму.

Для поливки зеленых насаждений в парках и скверах прокладывают водопроводную сеть на глубину 0,5—0,7 *м* с уклоном в сторону канализации для опорожнения поливочной сети водопровода от воды на зимнее время. На сети поливочного водопровода устраивают колодцы с чугунным люком (рис. 134,*б*), в которых устанавливают поливочные краны.

Поливочный кран представляет собой запорный вентиль диаметром 20-25-32 *мм* с ввернутой в него быстросмыкающей полугайкой для присоединения рукава. Трубы к поливочным кранам в земле прокладывают на глубине 0,5—0,7 *м* с опорожнением от воды в зимнее время.

Число поливок в течение суток зависит от климатических условий. Расход воды на одну поливку принимают равным 0,4—0,5 *л/м²* для усовершенствованных улиц, площадей и для зеленых насаждений — 1,0—6,0 *л/м²*.

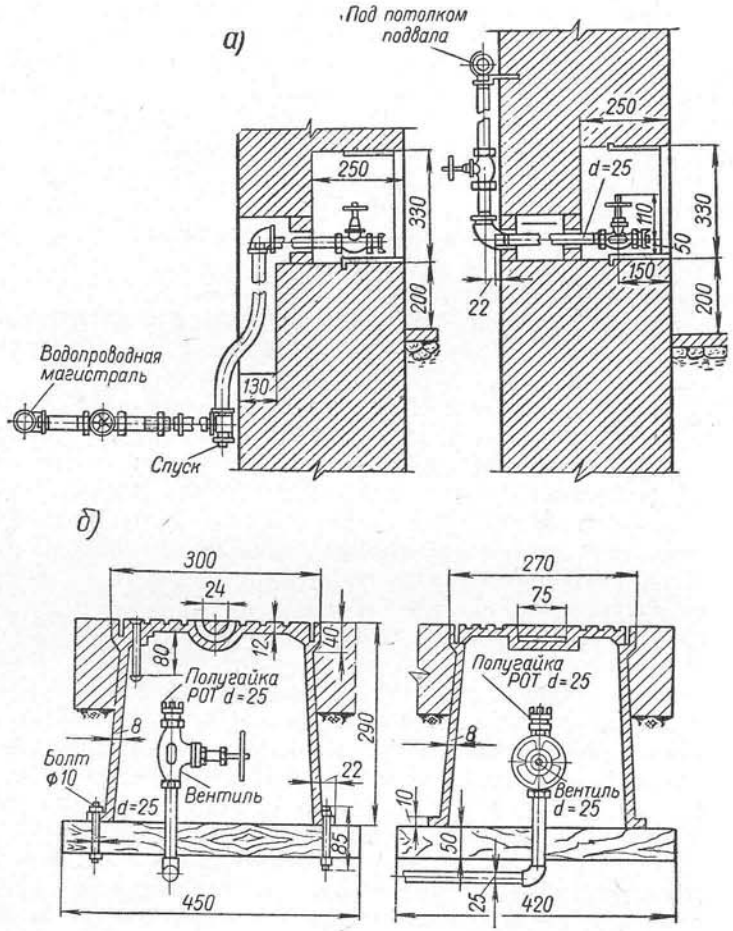


Рис. 134. Размещение поливочных кранов:
а — в здании; *б* — в колодце

Поливочные краны применяют для смыва загрязнений со стен и пола в производственных помещениях, в общественных уборных, умывальных, душевых и в мыльных отделениях бань. Размещают краны на стенах и колоннах на высоте 1,25 *м* от пола.

Согласно санитарным нормам проектирования промышленных предприятий, в горячих цехах требуется организовать специальное производство газированной и подсоленной воды. Необходимо предусмотреть в цехах места площадью 2—3 *м²* для установок, вырабатывающих подсоленную газированную воду.

Вода для питья в производственных зданиях подается посредством установок газированной воды, подаваемой к установке из хозяйственной питьевой сети или питьевых фонтанчиков (рис. 135). Такие фонтанчики устанавливают на сети хозяйственно-питьевого водопровода на расстоянии друг от друга не более 75 *м*.

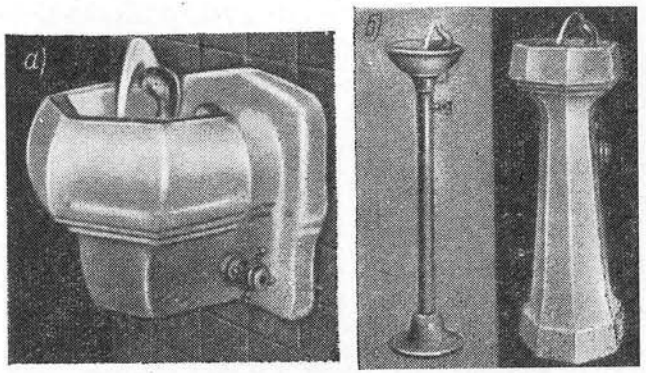


Рис. 135. Типы питьевых фонтанчиков:
а — настенный; *б* — на стойке и тумбе

§ 47. ФОНТАНЫ, ИХ УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ

Фонтаны, являясь украшением парков, скверов и дворовых участков, улучшают санитарно-гигиенические условия — они увлажняют воздух и частично очищают его от пыли.

При выборе того или иного типа фонтана необходимо учитывать месторасположение, рельеф и окружающую застройку с тем, чтобы построенный фонтан увязать с общим комплексом архитектурной композиции.

Воду в фонтаны подают по одной из основных схем, приведенных на рис. 136. Для небольших фонтанов вода может подаваться от городского водопровода со спуском использованной воды в водосточную сеть (рис. 136,*а*). Для увеличения высоты струи можно применять насосную подкачку (рис. 136,*б*), и вода сбрасывается в водосток.

В больших фонтанах для экономного расходования воды применяют рециркуляцию ее при постоянном пополнении бассейна от

городского водопровода (рис. 136,*в*). Бассейн фонтана служит резервуаром, из которого вода забирается насосной установкой, устраиваемой под фонтаном или в одном из ближайших зданий.

В парках со значительным падением горизонталей следует использовать родники и речки, расположенные выше парка, для на-

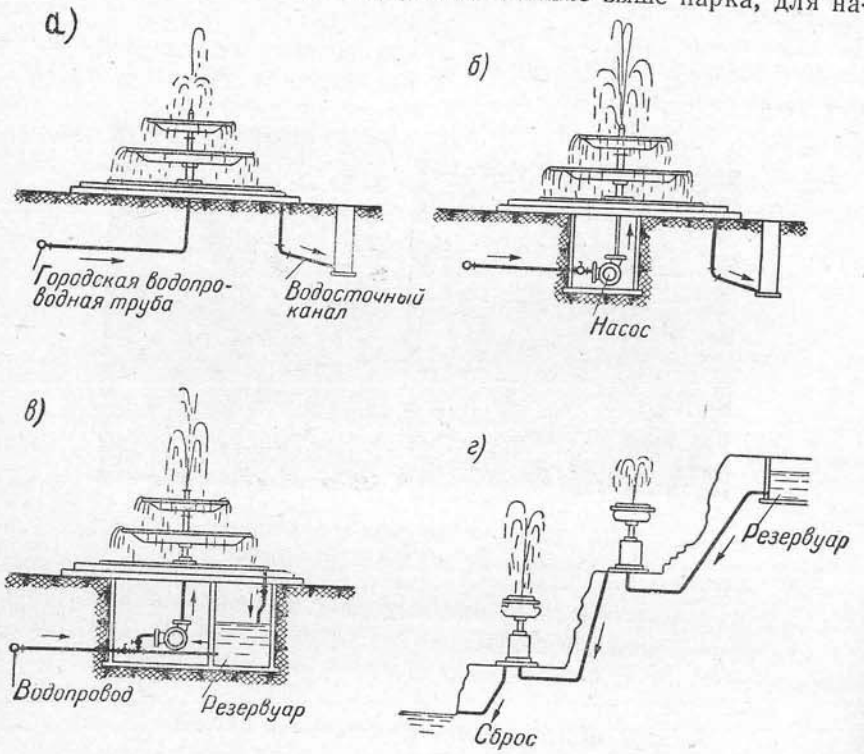


Рис. 136. Основные схемы фонтанов:
а — со спуском воды в водосточную сеть; *б* — то же, с подкачкой; *в* — с оборотом воды; *г* — с использованием напора вышестоящего водоема

капливания воды в водохранилищах или в резервуарах, устраиваемых на высоте, обеспечивающей нормальное питание водой фонтанной системы (рис. 136, *г*).

Фонтаны устраивают и многоструйные, с вертикальным или наклонным направлением струи.

Формы струй, высота их и расход воды зависят от типа и диаметра наконечников, их расстановки, углов наклона к вертикали, напора воды перед наконечниками.

На рис. 137 изображены основные типы фонтанных наконечников:

а — наконечник для образования большой сплошной струи и нескольких мелких струй, которые создаются при выходе воды через небольшие отверстия в верхнем фланце тройника;

б — наконечник, с помощью которого вода подсасывается из бассейна и увлекается силой основной струи; применение такого наконечника уменьшает расход свежей воды;

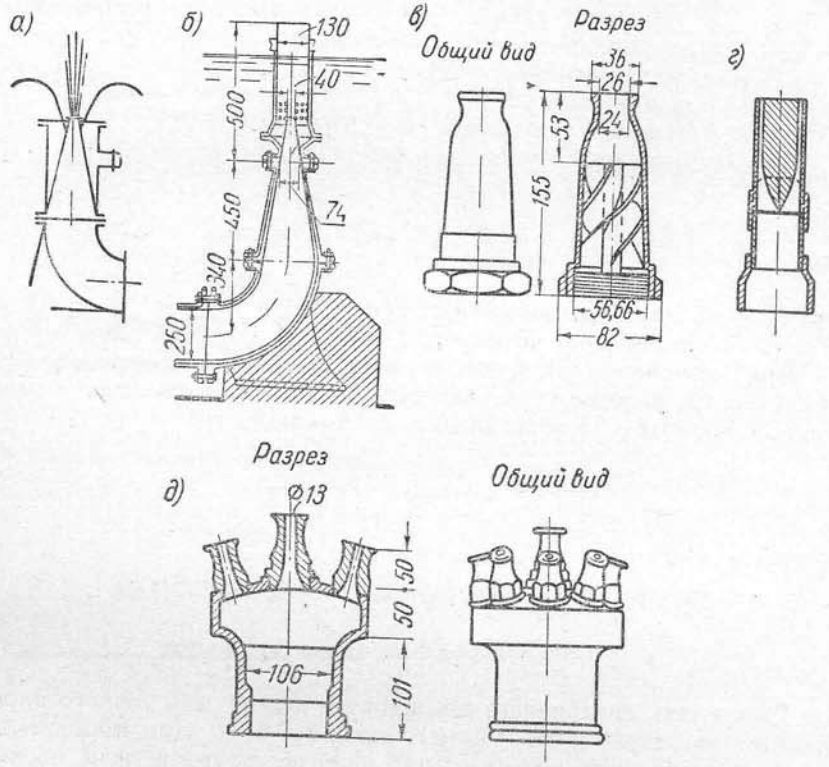


Рис. 137. Фонтанные наконечники и насадки:
а — для образования сплошной струи; *б* — с подсосом; *в* — с соплом; *г* — с сердечником; *д* — многоструйный

в — наконечник с соплом, в котором находится стержень со спиралью; струя, проходя через мундштук, начинает вращаться, в результате чего получается широкий сноп брызг, освежающий воздух;

г — наконечник с внутренним металлическим сердечником, который позволяет экономно расходовать воду и вместе с тем создает впечатление мощной сплошной струи;

д — насадка с отверстиями для нескольких струй.

Зависимость между величиной напора у насадки (спрыска) опре-

деленного диаметра и количеством вытекающей из насадки воды выражается следующей формулой гидравлики:

$$Q = \mu F \sqrt{2gH}, \qquad (47)$$

где Q — расход воды, *м³/сек*;
μ — коэффициент расхода воды через насадку, принимаемый в зависимости от формы наконечника;
F — площадь сечения отверстия насадки, *м²*;
H — напор у насадки, *м*;
g — ускорение силы тяжести (9,81 *м/сек²*).

Необходимый напор у насадки фонтана определяют по формуле

$$H = \frac{S_в}{1 - S_в \varphi}, \qquad (47')$$

где $S_в$ — высота вертикальной струи;
φ — определяется по формуле 45″.

При устройстве фонтанов необходимо предусмотреть перелив и слив воды, а также установку вентилей для каждой группы фонтанных насадок для возможности их выключения.

Глава XV

РАСЧЕТ СЕТИ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА

§ 48. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ

Расчет сети внутреннего водопровода делают для точного определения диаметров труб и потерь напора в сети. Для выполнения расчета необходимо прежде всего определить расчетный расход воды.

Расчетный расход воды в жилых и общественных зданиях, в бытовых помещениях производственных и вспомогательных зданий определяют по числу водоразборных кранов и подводок к санитарным приборам различного назначения; при этом формулы по определению расчетных расходов учитывают одновременность действия водоразборных кранов.

Для удобства расчета за единицу расхода воды (эквивалентная единица) принимают расход из водоразборного крана у раковины диаметром 15 *мм*, равный 0,2 *л/сек*. Нормативные расчетные расходы различными санитарными приборами и соответствующие им величины эквивалентных единиц приведены в табл. 20. Там же указаны диаметры подводок к отдельно стоящим приборам.

Таблица 20

Расчетный расход воды водоразборными кранами, диаметры подводок, эквиваленты и свободные напоры

Приборы	Эквиваленты	Расход воды, *л/сек*	Диаметры условного прохода, *мм*	Постоянный свободный напор, *м*
Кран у раковины	1	0,2	15	2
» у умывальника	0,33	0,07	10—15	2
» у писсуара настенного	0,17	0,035	10—15	2
» у мойки	1—1,5	0,2—0,3	15—20	2
» смывной у унитаза	6—7	1,2—1,4	25—32	5—7
» у видуара	1	0,2	15	2
Смывной бачок	0,5	0,1	10—15	2
Смеситель у ванны с водонагревателем на твердом топливе	1	0,2	15	3—5
Смеситель у ванны с централизованным горячим водоснабжением	1,5	0,3	15	3—5
Подводка к газовому водонагревателю у ванны	1	0,2	15	4
Душ в групповых установках	1	0,2	15	4
Душ в квартирах	0,67	0,14	15	2
Бидэ и гигиенический душ	0,35	0,07	10—15	2
Питьевой фонтанчик	0,17	0,035	10—15	1
Кран водоразборной колонки в мыльной (банный кран)	2	0,4	20	2
Кран у лабораторной раковины	0,5	0,1	10—15	2
Кран у лабораторной мойки	1	0,2	15	2
Восходящий душ	1,5	0,3	20	2

Примечание. Расходы воды, указанные в таблице, отвечают средним условиям работы кранов и положены в основу расчетов по определению максимального секундного расхода.

Расчетный секундный расход воды в жилых зданиях определяют по формуле

$$Q = 0{,}2 \sqrt[\alpha]{N} + KN, \qquad (48)$$

где N — суммарное количество эквивалентов в жилом доме или на расчетном участке части дома;
α — показатель корня, принимается в зависимости от нормы потребления воды (см. табл. 21);
K — коэффициент, принимаемый в зависимости от суммы эквивалентов (см. табл. 22).

Таблица 21

Значение величины α в зависимости от потребления воды на 1 человека в сутки

Норма потребления воды на одного жителя, *л/сут*	100	125	150	200	250	300	350	400
Значение α	2,2	2,16	2,15	2,14	2,05	2	1,9	1,85

Таблица 22

Значение коэффициента K в зависимости от величины N

Количество эквивалентов N	до 300	301—500	501—800	801—1200	более 1200
Значение K	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006

Расчетный секундный расход воды в жилых домах в зависимости от количества эквивалентных единиц водоразбора приведен в приложении 1*.

Пример 1. Определить расчетный расход воды на вводе в жилом 40-квартирном доме; в каждой квартире установлены раковина, умывальник, ванна, унитаз со смывным бачком. Квартиры имеют центральное горячее водоснабжение. Норма водопотребления — 300 *л* на 1 *чел/сутки*.

Решение. Определяем число эквивалентных единиц на одну квартиру (по табл. 20).

Водоразборный кран у раковины — 1,0; кран-смеситель у умывальника — 0,33; кран-смеситель у ванны—1,5; кран у клозетного бачка — 0,5; итого ≈ 3,5 эквивалента.

Всего на весь дом $N = 40 \cdot 3{,}5 = 140$ эквивалентов. По таблице приложения I при норме потребления воды 300 *л* на 1 *чел/сут* определяем расход воды $Q = 2{,}65$ *л/сек*.

Расчетный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в общественных зданиях — гостиницах, общежитиях, больницах, санаториях, домах отдыха, пионерских лагерях, банях, поликлиниках, амбулаториях, учебных заведениях, административных зданиях, магазинах, пансионатах, в детских яслях, садах, школах-интернатах — следует принимать по формуле

$$Q = a \cdot 0{,}2\sqrt{N}, \qquad (49)$$

где Q — расчетный расход воды, *л/сек*;

N — суммарное количество водоразборных кранов на расчетном участке в эквивалентных единицах;

a — коэффициент, принимаемый в зависимости от назначения здания по табл. 23.

Таблица 23

Значение коэффициента α

Коэффициент	Название здания					
	бани, детские сады и ясли	поликлиники и амбулатории	административные здания и магазины	учебные заведения и общеобразовательные школы	больницы, санатории, дома отдыха и пионерские лагеря	гостиницы и общежития, школы-интернаты, пансионаты
a	1,2	1,4	1,50	1,80	2,0	2,50

* См. СНиП II-Г. 1-62. М., Госстройиздат, 1962.

Пример 2. Определить расчетный расход воды в больнице, в санузлах которой установлены: 20 клозетных бачков, 10 моек, 16 умывальников, 10 ванн 10 писсуаров.

Решение. Определяем суммарное количество водоразборных кранов в эквивалентных единицах по табл. 20: $20 \cdot 0{,}5 + 10 \cdot 1{,}5 + 16 \cdot 0{,}33 + 10 \cdot 1{,}5 + 10 \cdot 0{,}035 = 45{,}63 \approx 46$ эквивалентов.

По таблице приложения II при коэффициенте $a = 2$ расход воды $Q = 2{,}70$ *л/сек*.

Расчетный секундный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в бане, прачечной, в зрелищных и спортивных зданиях, в бытовых помещениях промышленных предприятий, в предприятиях общественного питания определяют по проценту одновременного действия по формуле:

$$Q = \sum \frac{q_п nP}{100} \text{ л/сек}, \qquad (50)$$

где Q — расчетный расход воды, *л/сек*;

$q_п$ — расчетный расход воды однотипным водоразборным прибором, *л/сек*;

n — количество однотипных водоразборных приборов;

P — процент одновременного действия водоразборных приборов, принимаемый по табл. 24.

Таблица 24

Наименование приборов и оборудования	Бытовые помещения промышленных предприятий	Предприятия общественного питания	Кинотеатры, клубы и спортивные сооружения	Театры и цирки	Бани	Прачечные
Умывальники	100	80	80	60	30	80
Смывные бачки	30	60	70	50	50	50
Писсуары	30	50	100	80	50	50
Души	100	100	100	100	100	100
Мойки в буфетах	50	—	100	100	—	—
Моечные ванны	—	30	—	—	—	—
Раковины	33	40	—	—	—	—
Машины посудомоечные	—	100	—	—	—	—
Картофелемойки	—	100	—	—	—	—
Картофелечистки	—	100	—	—	—	—
Котлы варочные	—	60	—	—	—	—
Кипятильники	—	100	—	—	—	—
Ванны	—	—	—	—	50	—
Питьевой фонтанчик	30—60	—	30	—	30	30
Банный кран и души	—	—	—	—	—	100

Примечания.

1. Расход воды поливочными кранами, питьевыми фонтанчиками и бидэ не учитывается.
2. Процент одновременного действия раковин, моек и других приборов, не указанных в табл. 24, принимают по данным технологической части проекта.

Пример. Определить расчетный расход воды на вводе в бытовое помещение промпредприятия, в котором установлено 16 смывных бачков высокорасполагаемых, 8 писсуаров, 16 умывальников с кранами смесителями и 20 кранов смесителей душей.

Решение. Определение расчетных расходов воды производим по данным табл. 20 и 24. Для удобства вычисления данные расчеты сводим в табл. 25.

Таблица 25

Расчетные расходы воды для бытовок промышленного предприятия

Наименование водоразборных точек	Расчетный расход Q, *л/сек*	Процент одновременного действия P	Число одноименных приборов n	Расчетный расход группой одноименных приборов, *л/сек*
Смывные бачки	0,1	30	16	0,48
Писсуары	0,035	100	8	0,28
Краны-смесители умывальников	0,1	100	16	1,60
Краны-смесители душей	0,2	100	20	4,0
	Итого расчетный расход $Q =$ 6,36 *л/сек*			

Расчетные расходы воды в производственных зданиях на технологические цели определяют по технологическому проекту для каждого производственного агрегата с учетом режима расхода или на единицу продукции.

Например, если требуется определить расчетный расход воды на технологические цели с выпуском продукции A единиц в смену, пользуются следующей формулой:

$$Q = \frac{Aq}{8 \cdot 3600} \quad л/сек, \qquad (51)$$

где A — выпуск единиц продукции в смену;

q — расход воды на выпуск единицы продукции, *л/сек*.

Производственные или хозяйственно-питьевые водопроводные сети, предназначенные также для тушения пожаров, необходимо рассчитывать на подачу пожарного расхода воды при наибольшем ее производственном или хозяйственно-питьевом расходе в секунду.

Расчетный расход воды на тушение пожаров принимают по табл. 16.

§ 49. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТИ

Гидравлический расчет сети имеет своей целью определение наиболее экономичных диаметров труб при пропуске расчетных расходов воды внутреннего водопровода и обеспечение подачи воды ко всем водоразборным точкам здания.

Гидравлический расчет сети проводят в следующем порядке:

1) устанавливают норму водопотребления и расчетные расходы воды водоразборными точками;

2) выбирают расчетное направление. За расчетное направление принимают направление от водомера на вводе до самой удаленной и высокорасположенной водоразборной точки, до которой сумма гидравлических потерь может явиться наибольшей или, наоборот, от наиболее удаленной точки до водомера на вводе;

3) на аксонометрической схеме сети намечают расчетные участки. За расчетный участок принимают отрезок сети, заключенный между двумя ответвлениями сети;

4) определяют расчетные расходы воды по расчетным участкам сети по формулам (48, 49 и 50);

5) задаются диаметрами труб для пропуска расчетных расходов воды с учетом допустимых экономических скоростей, для чего пользуются таблицами для гидравлического расчета труб*. Для внутренних водопроводов допустимыми скоростями считают для магистралей и стояков не более 1,5 *м/сек*, на подводках к отдельным приборам не более 2,5 *м/сек*, в магистралях в противопожарных водопроводах не более 5 *м/сек*. Наиболее экономичными скоростями следует считать от 0,9 до 1,2 *м/сек*;

6) по таблицам определяют потери напора на отдельных участках сети и по всей длине расчетного направления. Определяют суммарные потери напора в сети для преодоления сопротивления трения по длине и местных сопротивлений.

Местные потери напора принимают в процентах от величины потерь напора по длине:

а) в сети хозяйственно-питьевого водопровода — 30%;

б) в сети объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода — 20%;

в) в сети противопожарного водопровода — 10%.

г) если при сопоставлении гарантийного напора в городской сети $H_{гар}$ с требуемым по расчету $H_{потр}$ выясняется недостаток гарантийного, принимают повысительную установку (водонапорный бак, пневматическую установку или насос с двигателем к нему).

В системах с баками дополнительно определяют высоту установки бака с учетом необходимости создания свободного напора у приборов и величину емкости бака и рассчитывают подающие и разводящие трубопроводы бака при максимальных расчетных расходах воды.

Диаметры труб для пропуска расчетных расходов воды подбирают, ориентируясь на вышеприведенные экономичные скорости движения воды в трубах. Однако ориентировочные диаметры труб

---

*Ф. А. Шевелев. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных и асбестоцементных водопроводных труб. М., Госстройиздат, 1962.

можно предварительно назначать в зависимости от числа водоразборных кранов, пользуясь табл. 26.

Таблица 26

Число водоразборных кранов	1	3	6	12	20	30	50	75
Диаметр труб, *мм*	10	15	20	25	32	40	50	70

Потери напора на трение в стальных трубах внутренних водопроводных сетей рекомендуется определять по таблицам для гидравлического расчета водопроводных труб, а также по формуле

$$i = Aq^2,$$

где i — потери напора в сети на трение в *мм* на 1 *м*;

A — удельное сопротивление трубы данного диаметра (определяют по табл. 27 при скоростях движения воды в трубах 1,2 *м/сек* и более, при скоростях, меньших 1,2 *м/сек*, величина A принимается с коэффициентом K, приведенным в табл. 28);

q — расход воды, *л/сек*.

Таблица 27

Величины удельного сопротивления A для стальных труб (ГОСТ 3262—62)

Диаметр труб, *мм*	Величина A для Q, *л/сек*	Диаметр труб, *мм*	Величина A для Q, *л/сек*
10	32,95	50	0,01108
15	8,809	50	0,01108
20	1,643	70	0,002893
25	0,4367	80	0,001168
32	0,09386	100	0,0002674
40	0,04453	125	0,00008623
		150	0,00003395

Таблица 28

Величина коэффициента K

Скорость, *м/сек*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Величина K	1,41	1,28	1,20	1,15	1,115	1,085

Продолжение табл. 28

Скорость, *м/сек*	0,8	0,9	1	1,1	1,2	—
Величина K	1,06	1,04	1,03	1,015	1,0	—

§ 50. ИСПЫТАНИЕ И ПРИЕМ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Системы водоснабжения перед сдачей в эксплуатацию должны быть испытаны гидравлическим давлением. В ходе приема системы водопровода нужно установить исправность трубопроводов, исправность действия кранов санитарных приборов и смывных устройств. Приемку внутренних сетей водопровода производят на основании результатов гидравлического испытания и наружного осмотра смонтированной системы*.

Сети хозяйственно-питьевого, противопожарного и производственного водопровода испытывают гидравлическим давлением, равным рабочему давлению плюс 5 *ати*, но не более 10 *ати*. Продолжительность испытания должна составлять 10 *мин*, в течение которых давление не должно снижаться более чем на 5 *м* (0,5 *ати*).

Изолируемые трубопроводы испытывают до нанесения на них изоляции. При приеме водопровода необходимо выполнить следующую работу:

просмотреть всю техническую документацию на выполненные работы — чертежи с пояснительной запиской и с нанесенными на чертежах изменениями проекта, допущенными при монтаже, а также документы согласования этих изменений; провести внешний осмотр качества монтажа системы и оборудования и сверить проект с работами, выполненными в натуре;

испытать арматуру на отсутствие утечки;

проверить исправность действия насосных установок;

проверить эффективность действия пожарных кранов.

При приеме нужно предъявить акты на скрытые работы и акты промежуточной приемки оборудования и системы; паспорта оборудования и акты испытания оборудования, труб, арматуры и монтажных деталей.

---

* См. СНиП-Г. 1—62. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений. Правила производства и приемки работ, Стройиздат, 1968.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

КАНАЛИЗАЦИЯ

Глава XVI
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КАНАЛИЗАЦИИ

Под канализацией принято понимать совокупность инженерных сооружений, служащих для приема сточных вод, транспортирования их к очистным сооружениям, очистки, обеззараживания сточных вод и утилизации полезных веществ, содержащихся в них, и сброса очищенных сточных вод в водоем (рис. 138).

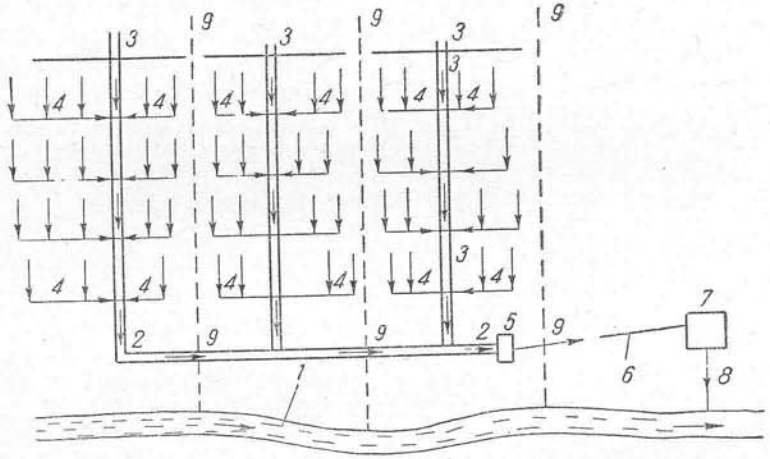


Рис. 138. Принципиальная схема канализования города:
1 — река; *2* — главный коллектор; *3* — районные коллекторы отдельных бассейнов стока; *4* — уличные коллекторы; *5* — главная насосная станция; *6* — напорный водовод; *7* — очистная станция; *8* — выпуск очищенной жидкости в реку; *9* — водораздельные линии

Получающаяся после использования воды для хозяйственно-бытовых и производственных целей сточная жидкость должна быть удалена от места ее образования по трубам, в основном самотеком. К сточной жидкости относят также и атмосферные осадки, стекающие с территории населенных мест, промышленных предприятий во время выпадения дождей и таяния снега.

Сточные воды подразделяют на три основные группы: бытовые или хозяйственно-фекальные; производственные; атмосферные или дождевые.

В свою очередь бытовые сточные воды подразделяются на две подгруппы: хозяйственные — поступающие из раковин, моек, умывальников, ванн, трапов; фекальные — поступающие из уборных в результате смыва водой фекалий и мочи.

К бытовым сточным водам относят также сточные воды, поступающие из бань, прачечных и душевых помещений.

Производственные сточные воды образуются в результате использования воды в производственных процессах промышленных предприятий (смыв окалины, охлаждение печей и машин, обработка металла, окрашивание тканей и т. п.).

Атмосферные сточные воды образуются в результате смывания пыли, мусора и т. п. выпадающими дождями или тающим снегом с поверхности территории города или промышленного предприятия.

Загрязненность сточной жидкости характеризуется количеством загрязнений, содержащихся в единице объема — концентрациях, измеряемой в *мг/л* или в *г/м*^{3}.

Для поддержания санитарного благоустройства населенных мест и промышленных предприятий предусматривают своевременное удаление загрязненных сточных вод с занимаемой ими территории.

Хозяйственно-бытовые сточные воды содержат минеральные, органические и бактериальные загрязнения. К минеральным загрязнениям относят — песок, глину, шлак, растворы минеральных солей, кислот и щелочи. Органические загрязнения бывают растительного и животного происхождения (остатки плодов, растений, физиологические выделения, органические кислоты и пр.). К бактериальным загрязнениям относят различные бактерии, грибки, водоросли и пр.

Количество загрязнений хозяйственно-бытовых сточных вод в единице объема зависит от степени разбавления их водой, расходуемой на бытовые нужды жителями. Чем больше расходуется воды на одного жителя, тем менее загрязненной будет сточная жидкость.

Производственные сточные воды отличаются большим разнообразием. В зависимости от технологического процесса промышленного предприятия сточные жидкости могут содержать загрязнения: а) преимущественно органические; б) преимущественно минеральные; в) смешанные.

Производственные сточные воды могут содержать ядовитые вещества (стоки гальванических цехов), а также болезнетворные бактерии (сточные воды кожевенных заводов, шерстомоечных фабрик, мясокомбинатов, биофабрик и т. п.).

По видам загрязнений производственные сточные воды можно подразделить на следующие группы:

а) загрязненные производственные сточные воды, которые требуется очищать перед их выпуском в водоемы;

б) условно чистые производственные сточные воды, к которым относят воды от охлаждения производственных агрегатов и конденсационные. Эти воды иногда используют повторно или спускают в водоемы без очистки.

Атмосферные сточные воды обычно сбрасывают в водоем без очистки.

Состав сточной жидкости изучают с целью правильно определить следующие условия и обстоятельства:

а) способы очистки сточной жидкости;

б) возможность утилизации ценных веществ, содержащихся в сточной жидкости и осадке (жиров, удобрений и пр.);

в) возможность использования сточной жидкости в качестве оборотной воды;

г) материалы труб и каналов, по которым будет отводиться сточная жидкость, и наметить меры предохранения от химического воздействия на них сточной жидкости.

§ 51. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ

Различают следующие основные системы канализации: общесплавную, раздельную (полную и неполную), полураздельную и комбинированную.

Общесплавная система канализации состоит из единой канализационной сети для отведения сточных вод всех категорий на очистные сооружения (рис. 139, *а*). Общесплавную систему иногда применяют с ливнеспусками *I* и *II*, устраиваемыми на главном коллекторе *1—2*. При этом часть хозяйственно-фекальных сточных вод, смешанных с дождевыми водами в период сильных дождей, сбрасывают в водоем без очистки. Такой сброс допускается санитарным надзором при значительном (двух-, пятикратном) разжижении хозяйственно-фекальных сточных вод дождевыми водами. Величину сбрасываемого количества сточной жидкости определяют по санитарным и экономическим соображениям.

Полная раздельная система канализации состоит из двух и более подземных сетей (рис. 139, *б*).По одной из сетей *3—2* (или нескольким) отводят хозяйственно-бытовые и загрязненные производственные сточные воды на очистные сооружения. По другой сети *4* отводятся атмосферные воды и условно чистые производственные сточные воды (т. е. содержащие незначительное количество загрязнений) в ближайший водоем без очистки.

При **неполной раздельной системе канализации** сооружается одна сеть для отведения хозяйственно-бытовых и загрязненных производственных сточных вод. Атмосферные воды отводятся открытыми каналами, лотками, кюветами или канавами. **Полураздельная система** отличается от полной раздельной тем, что в местах пересечения коллекторов бытовой сети трубопроводами ливневой сети устанавливают соединительные камеры (рис. 139,*в*). Эти камеры позволяют направить на очистные сооружения вместе с бытовыми сточными водами первые порции атмосферных вод, являющихся наиболее загрязненными (рис. 139,*в*, поз *II*).

Атмосферные воды от небольших дождей и первые, смывающие грязь с поверхности потоки больших дождей поступают на очистные сооружения. При больших дождях основная, слабозагрязненная масса дождевых вод сбрасывается без очистки в водоем через соединительные камеры — ливнеспуски (рис. 139,*г*).

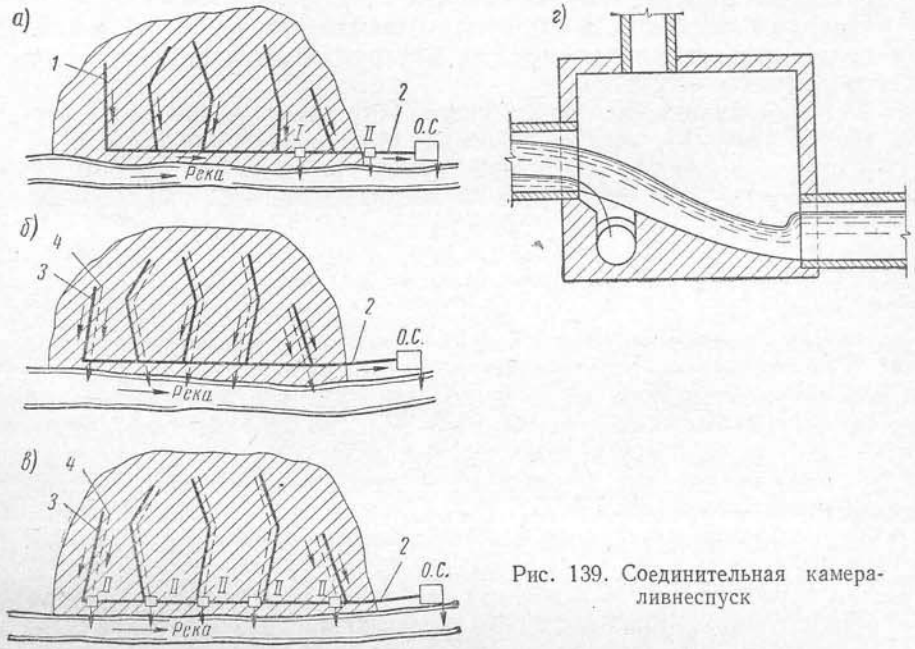


Рис. 139. Соединительная камера-ливнеспуск

Вопрос о совместном отведении бытовых и производственных сточных вод надлежит решать в каждом отдельном случае, исходя из состава последних.

Каждая система канализации имеет свои преимущества и недостатки. Выбор системы может быть решен с учетом всех конкретных условий проектирования.

Общесплавную систему канализации целесообразно применять:

при наличии на территории канализования мощных водоемов, а также до трех районных насосных станций с высотой подъема до 20 *м*;

в том случае, когда сточные воды можно спустить в водоем после механической очистки.

Неполную раздельную систему канализации целесообразно применять как первую очередь строительства полной раздельной системы канализации.

Полную раздельную систему канализации применяют в тех случаях, когда возможен сброс всех дождевых вод во внутригородские водные протоки, и если по условиям рельефа местности необходимо иметь более трех районных насосных станций.

При отсутствии явно выраженных факторов в пользу той или иной системы канализации выбор следует производить на основании сравнения технико-экономических и санитарно-гигиенических показателей вариантов, а при особых требованиях в части сброса загрязненных дождевых вод во внутригородские водоемы — по полураздельной системе.

Наиболее широко в нашей стране устраивают раздельные системы канализации, которые позволяют быстро улучшать санитарные условия на канализуемых территориях при меньших, сравнительно с другими системами, первоначальных затратах.

§ 52. СХЕМА КАНАЛИЗАЦИИ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Канализация включает в себя следующие основные элементы внутреннюю канализационную сеть в зданиях;

наружную дворовую или внутриквартальную канализационную сеть;

наружную уличную самотечную канализационную сеть;

насосные станции для перекачки сточных вод и напорные водоводы;

сооружения для очистки и утилизации сточных вод и осадка;

выпуски сточных вод в водоем.

Сточная жидкость в зданиях поступает в санитарные приборы или приемники, а затем в трубы внутренней канализационной сети.

На рис. 140,*а* приведена схема внутренней канализации здания. Сточная жидкость поступает в приемники *1* и далее по отводным трубам *2* в стояк *3*. Из стояка жидкость поступает через выпуск *6* и дворовую сеть *7* в смотровые колодцы 8 за пределы здания, через соединительную линию *9* в городской колодец *10* канализационной сети.

Чтобы исключить проникновение газов из канализационной сети в помещения, приемники сточной жидкости блокируют с сифонами (гидравлическими затворами). Последние являются либо конструктивными элементами санитарных приборов (унитаз, бидэ, трап и т. п.) либо их устанавливают под санитарными приборами, как самостоятельные элементы (под раковинами, умывальниками, ванной и др.).

Каждый канализационный стояк является не только трубопроводом, отводящим сточную жидкость, но и элементом, через который удаляются газы (вентиляция) из городской канализационной сети. Поэтому он обязательно должен быть выведен за пределы кровли здания на высоту не менее 0,7 *м*.

Разность температуры наружного воздуха и воздуха в канализационных коллекторах создает условия для тяги. Дворовые или внутриквартальные сети заканчивают контрольным колодцем (*кк*), располагаемым у границы двора или квартала.

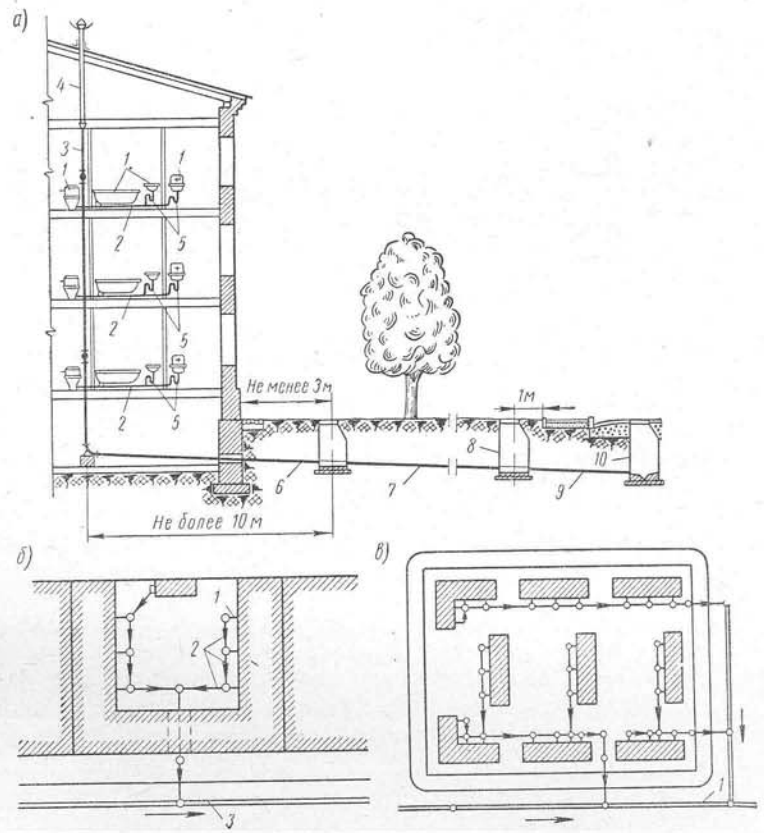


Рис. 140. Схемы внутренней канализации здания и дворовой внутриквартальной канализационной сети:

а — разрез внутренней канализационной сети: *1* — приемники сточных вод; *2* — отводные трубы; *3* — стояк; *4* — вытяжная труба с дефлектором; *5* — гидравлический затвор; *6* — выпуск; *7* — дворовая сеть; *8* — контрольный колодец; *9* — соединительная ветка; *10*—городской колодец; *б* — дворовая канализационная сеть: *1* — выпуск; *2* — дворовая сеть; *3* — уличная сеть; *в* — схемы квартальной канализационной сети: *1* — уличная сеть

Сточная жидкость после контрольного колодца по соединительной ветке поступает в уличную канализационную сеть, а далее по сети самотеком направляется на очистные сооружения. Очищенную сточную жидкость спускают в водоем (реки, озера и т. п.) после обеззараживания.

Если сточную жидкость невозможно отвести на очистные сооружения самотеком, устраивают насосные станции перекачки. При этом насосами перекачивают сточную жидкость на очистные сооружения (главная насосная станция) или в более высоко расположенные участки сети (районные насосные станции). Условно чистые сточные воды, содержащие весьма малое количество загрязнений, и атмосферные осадки спускают кратчайшими путями в водоемы без очистки при раздельных системах канализации.

Глава XVII

ВНУТРЕННЯЯ КАНАЛИЗАЦИЯ. СИСТЕМЫ И ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД

§ 53. СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

В зданиях в зависимости от характера и степени загрязнения сточных вод проектируют следующие системы канализации:

1) бытовую — для отвода сточных вод от санитарных приборов (унитазов, раковин, умывальников, ванн, моек, душей и др.);

2) производственную — для отвода производственных сточных вод (одна или несколько в зависимости от состава и количества сточных вод);

3) объединенную — для отвода хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод при соответствующей системе наружной канализации;

4) дождевую (внутренние водостоки) — для отвода атмосферной воды с крыш здания в наружную сеть.

Производственные сточные воды, содержащие ядовитые и другие вредные вещества, необходимо отводить через особую внутреннюю сеть. В зависимости от концентрации сточной жидкости назначают материал отводных труб.

Производственные сточные воды, содержащие горючие жидкости, значительное количество взвешенных веществ, жиров, масел и кислот, до выпуска их в наружную канализационную сеть должны подвергаться соответствующей очистке, нейтрализации, усреднению и т. д. в соответствии с требованиями специальных норм.

В производственных зданиях в сеть дождевой канализации спускают условно чистые производственные сточные воды.

Система внутренней канализации состоит из следующих основных элементов:

приемников сточной жидкости (умывальники, раковины, унитазы, писсуары, трапы);

гидравлических затворов — сифонов;

сети труб, состоящей из сети внутри здания и выпусков из здания;

устройств для осмотра и прочистки трубопроводов (ревизии, смотровые колодцы, прочистки);

установок для местной обработки сточных вод (песколовки, жироуловители, грязеотстойники, бензиноуловители, разбавители, нейтрализаторы), если они требуются в зависимости от состава сточной жидкости.

§ 54. ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД

В санитарно-бытовом узле благоустроенного жилого здания устанавливают следующие санитарно-технические приборы или приемники сточной жидкости: ванну или полуванну (глубокий душевой поддон); умывальник, унитаз со смывным устройством, бидэ, а в кухнях — мойку или раковину.

В санитарно-бытовых узлах общественных зданий и в общежитиях дополнительно необходимо устанавливать душевые устройства, писсуары, или уриналы, питьевые фонтанчики, трапы, напольные клозетные чаши и другие приемники сточной жидкости.

К санитарно-техническим приемникам сточной жидкости предъявляют следующие основные требования:

а) конструкция и форма приемников должны обеспечивать гигиеничность и удобство пользования, надежность и безопасность эксплуатации; возможность содержания их в чистоте; поверхность приемников должна быть гладкой, препятствующей впитыванию и отложению пыли и грязи на ней;

б) приемники должны иметь минимальные размеры и вес, не допускать непроизводительных расходов воды;

в) они должны иметь декоративно-защитное покрытие, термически стойкое при температуре сливаемой воды до 90° и коррозионноустойчивое при наличии щелочных или кислых сред;

г) необходимо обеспечить одинаковый срок службы различных деталей в приборе или же возможность легкой смены быстроизнашиваемых деталей;

д) приемники сточной жидкости должны быть снабжены гидравлическим затвором (сифоном), расположенным на выпуске под прибором или в конструкции самого прибора. При установке раковин, моек и писсуаров следует применять преимущественно сифоны-ревизии, при установке ванн — напольные сифоны, при установке умывальников — бутылочные сифоны;

е) конструкция приемников должна удовлетворять условиям индустриальных методов монтажа на строительстве, размещения в объемных санитарно-технических кабинах и блоках.

Приборы необходимо располагать в санитарных узлах наиболее компактно с целью экономии площади (при обеспечении требований комфорта) и с учетом требований массового сборного строительства и необходимости блокировки санитарного узла с кухней или с са-

нитарным узлом соседней квартиры, чтобы обеспечить хорошие условия эксплуатации при минимальной длине отводных труб.

Унитазы и клозетные чаши. Унитазы изготовляют из керамики (фаянс или полуфарфор), клозетные чаши — из фаянса и чугуна.

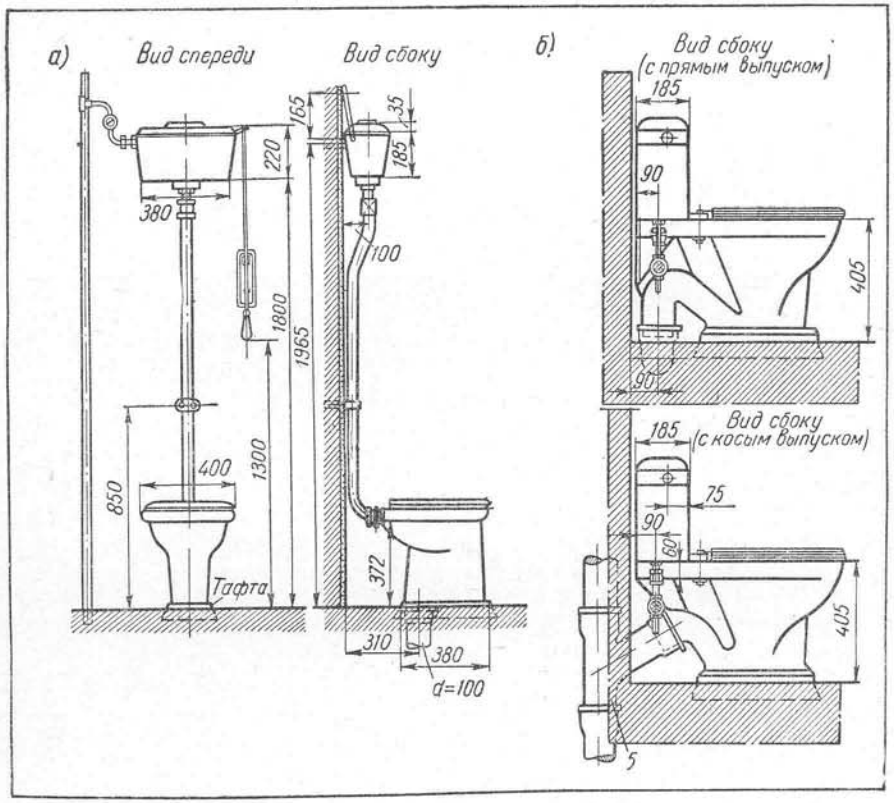


Рис. 141. Унитазы:

а — с высоко располагаемым бачком, с вертикальным выпуском на тафте; *б* — с низко располагаемыми бачками с прямым выпуском в перекрытии и с косым выпуском над перекрытием

Унитазы подразделяют: по конструкции чаши—на тарельчатые и воронкообразные (выполаскивающие и сифонирующие), по способу установки — на напольные, устанавливаемые ни тафте при деревянных полах и консольные, прикрепляемые специальными кронштейнами или устройствами к стене; по типу отвода — с косым выпуском (под углом 30° к горизонтали), присоединяемым к канализационному трубопроводу над перекрытием, и с вертикальным выпуском, присоединяемым к канализационному трубопроводу в пределах перекрытия (рис. 141).

Тарельчатые унитазы (рис. 142, *а*, *б*) применяют для оборудования санузлов большинства жилых и общественных зданий. В задней стенке чаши расположена горловина для присоединения смывной трубы. Гидравлический затвор образуется вертикальной разделяющей перегородкой внутри корпуса чаши.

В основании унитаза имеется прилив с четырьмя отверстиями для шурупов, которыми прибор крепится к полу. Унитаз промывают струей воды, поступающей из клозетного бачка через смывную трубу. На один смыв с высокорасполагаемого бачка расходуется 6—8 *л* воды.

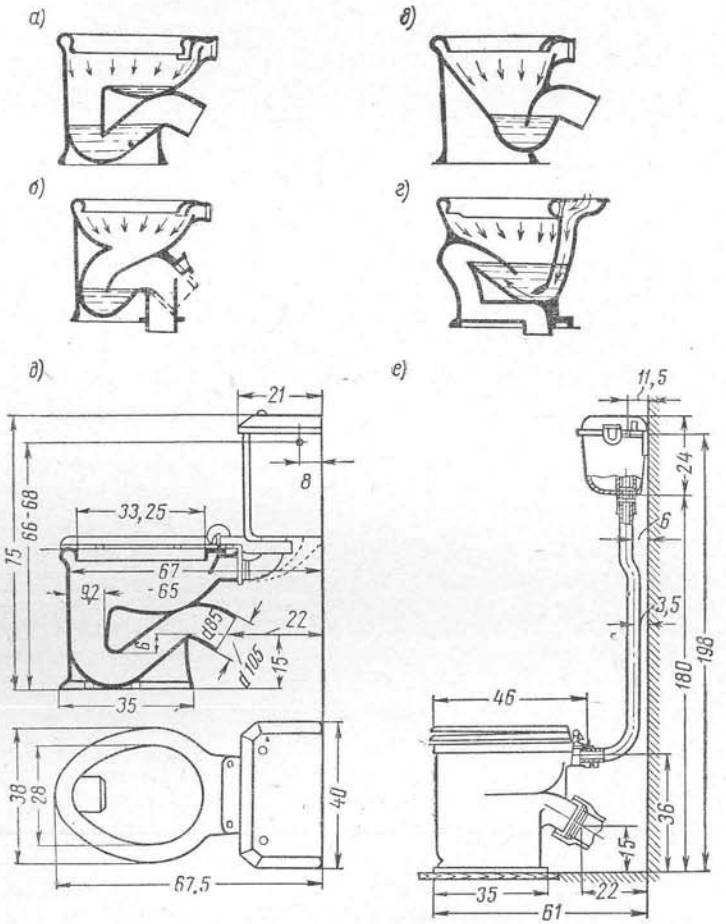
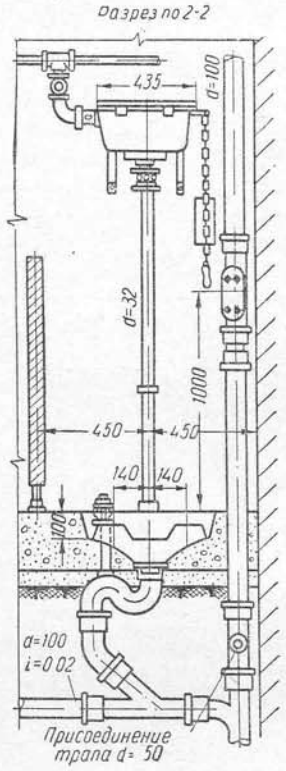


Рис. 142. Типы унитазов и схемы их установки:

а и *б* — тарельчатые унитазы; *в* — воронкообразный выполаскивающий унитаз; *г* — воронкообразный сифонирующий унитаз; *д* — установка тарельчатого унитаза с низкорасполагаемым бачком; *е* — установка унитаза с высокорасполагаемым бачком

Воронкообразные унитазы (рис. 142,*в*, *г*) имеют воду только в гидравлическом затворе.

Клозетные напольные чаши (рис. 143) применяют в групповых уборных промышленных зданий с отдельно устанавливаемым гидравлическим затвором $d = 100$ *мм* под прибором.



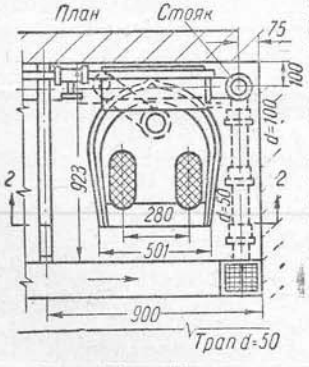


Рис. 143. Напольная чугунная чаша

Промывные устройства подразделяют по принципу действия: на полуавтоматические, обеспечивающие порционное поступление воды на смыв при кратковременном нажатии на пусковое устройство; контактного действия, подающие воду только во время нажатия на пусковое устройство (краны смывные, контактные, предназначаемые для жилых зданий).

К промывным устройствам предъявляют следующие требования:

1) конструкция их должна предохранять от попадания бактерий и иных загрязнений из канализации в водопроводную сеть;

2) промывка должна обеспечивать полное и быстрое смывание нечистот после нажима руки на цепочку, кнопку или рычаг;

3) расходование воды на промывку должно быть экономное в количестве, достаточном для полного смыва загрязнений.

Смывные бачки изготовляют из чугуна, керамики и пластмасс.

По месту установки смывные бачки подразделяют на высокорасполагаемые, на высоте 1,8 *м* над полом (до низа бачка); размещаемые непосредственно на полочке унитаза; унифицированные, которые можно установить при любом расположении бачка.

В смывных бачках конструкции «Экономия» (рис. 144, *а*), выпускаемых в соответствии с ГОСТ 3311—59, сифон устроен в виде колена; спускной клапан подвешен к стальному рычагу сифона. Полезная емкость бачка 7,5 *л*. При нажиме на рычаг вода, находящаяся в бачке, попадает в смывную трубу и создает разрежение в сифоне, вследствие чего он заряжается и высасывает воду из бачка в течение 4—5 *сек*. При опорожнении бачка поплавок опускается, открывая клапан, через который вода снова поступает в бачок.

В настоящее время выпускают керамические смывные бачки высокорасполагаемые, низкорасполагаемые и непосредственно соединенные с унитазом, с металлической арматурой, состоящей из поплавкового клапана и спускового клапана с резиновой грушей

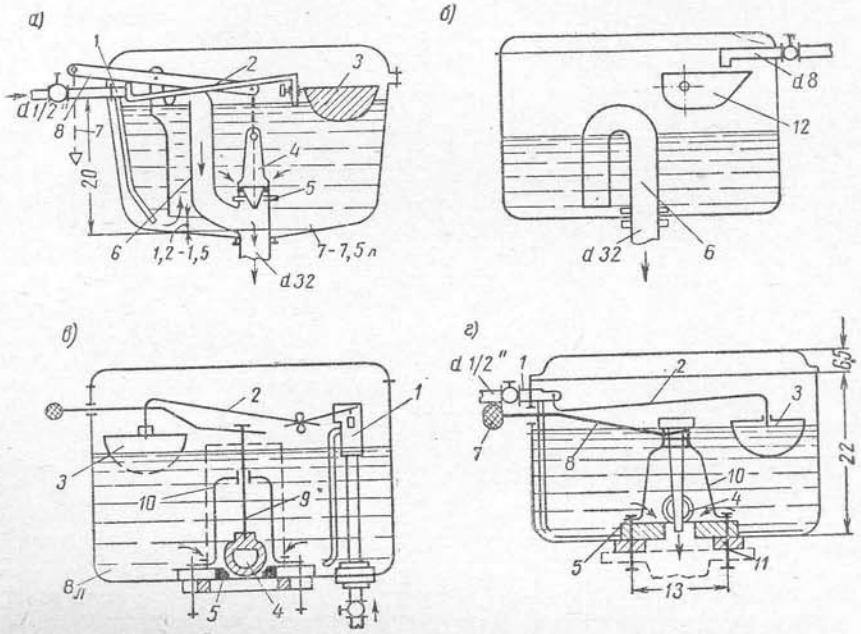


Рис. 144. Схемы конструкций смывных бачков:

а —«Экономия-3» (высокорасполагаемый); *б* — для автоматической периодической промывки (высокорасполагаемый); *в* — «Компакт» (низкорасполагаемый); *г* — пластмассовый унифицированный: *1* — поплавковый клапан; *2* — рычаг поплавка; *3* — поплавок; *4* — донный клапан; *5* — опорное кольцо клапана; *6* — сифон; *7* — ручка; *8* — рычаг; *9* — шток клапана с наконечником; *10* — дуга стойки; *11* — крепежные болты; *12* — опрокидывающийся ковш

(рис. 145). При нажиме на рычаг груша поднимается и всплывает на поверхность воды. Через отверстие в штуцере вода устремляется в унитаз. При понижении уровня воды в бачке груша засасывается водой в воронку и плотно закрывает отверстие штуцера.

Клозетные бачки изготовляют также из пластмассы. Они являются унифицированными, и можно применять как высоко-, так и низкорасполагаемые приборы (рис. 146).

Смывные краны подразделяют: по месту установки — на открытые и встроенные в стену; по конструкции — с ручным (кнопочным), ножным или автоматическим пуском (от фотоэлемента). Их выпускают двух типов — поршневые и диафрагмовые (рис. 147). Краны монтируют непосредственно над унитазом на вы-

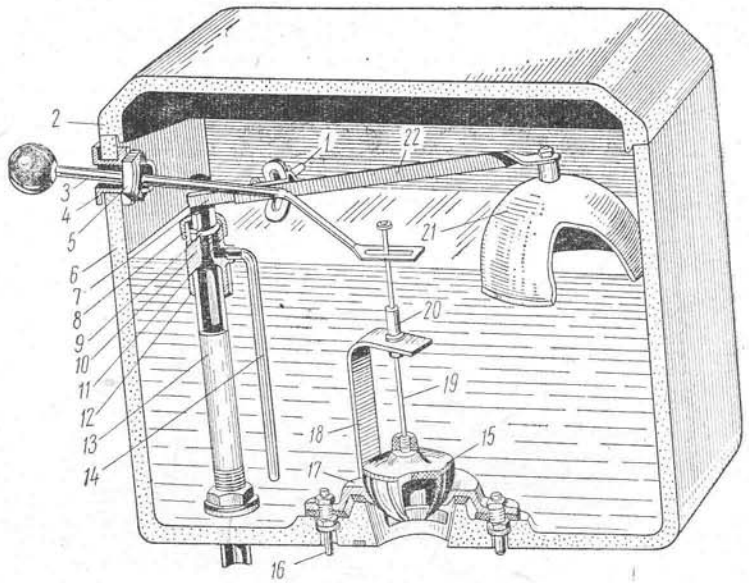


Рис. 145. Керамический смывной бачок:

1 — винт рычага; *2* — крышка корпуса; *3* — рычаг груши; *4* — втулка; *5* — гайка втулки; *6* — корпус; *7* — рычаг поплавкового клапана; *8* — соединительная гайка; *9* — стержень золотника клапана; *10* — втулка; *11* — резиновая диафрагма; *12* — корпус поплавкового клапана; *13* — труба; *14* — наливная труба; *15* — резиновая груша; *16* — шпильки; *17* — седло груши; *18* — направляющая стойка; *19* — тяга; *20* — втулка; *21* — поплавок; *22* — рычаг поплавка

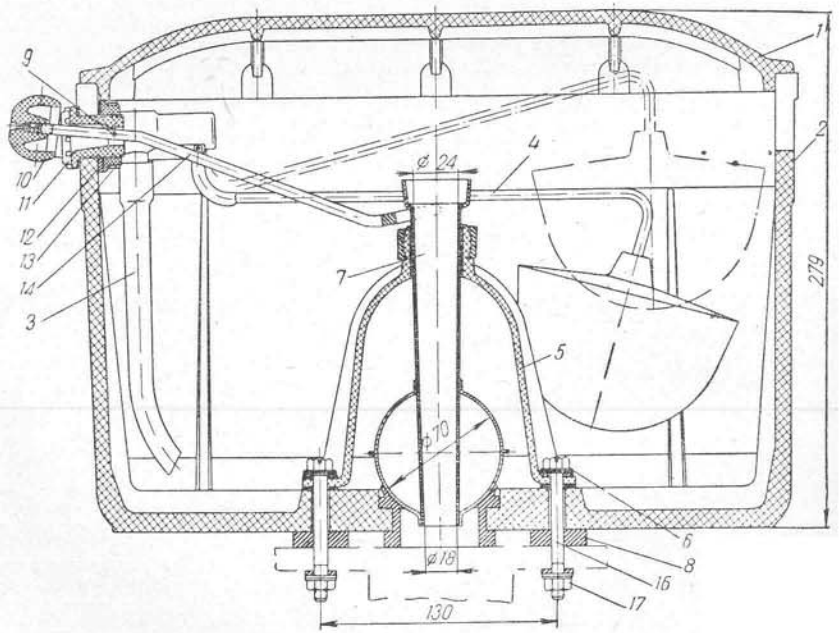


Рис. 146. Смывной бачок из пластмассы:

1 — крышка; *2* — корпус; *3* — клапан; *4* — кольцо; *5* — стойка; *6* — прокладка; *7* — седло; *8* — подкладка; *9* — ось; *10* — переходный фланец; *11* — втулка; *12* — прокладка; *13* — контргайка; *14* — рычаг; *15* — поплавковый поршневой клапан; *16* — болт; *17* — шайба

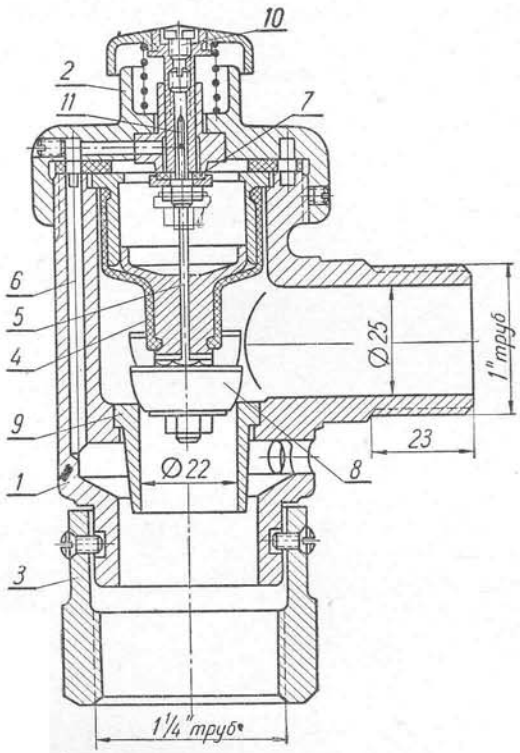


Рис. 147. Смывной кран диафрагмовый:

1 — чугунный корпус; *2* — крышка; *3* — муфта; *4* — резиновая диафрагма; *5* — шток; *6* — обводной канал; *7* — клапан; *8* — запорный клапан; *9* — седло; *10* — кнопка; *11* — регулировочный винт

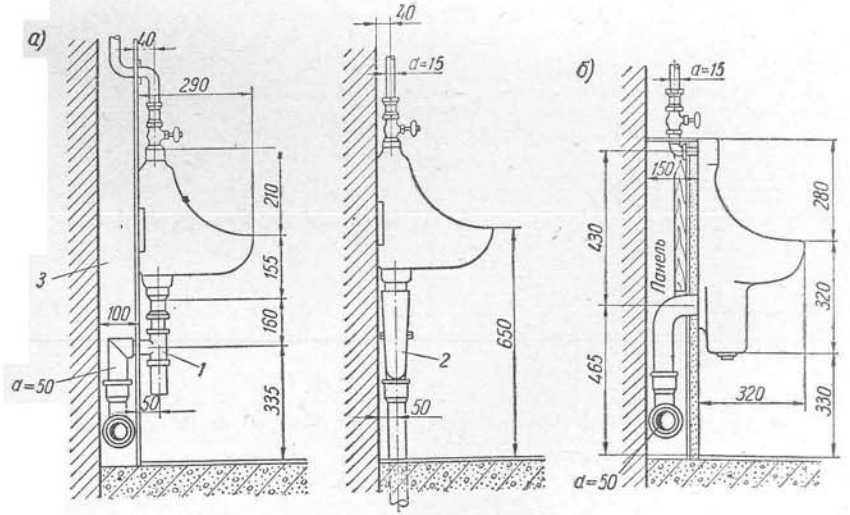


Рис. 148. Писсуары настенные:

а — с приставным сифоном; *б* — с цельноотлитым сифоном; *1* — бутылочный сифон; *2* — двухоборотный сифон—ревизия; *3* — борозда в стене размером 100×120 *мм*

соте 0,8 *м* от пола. Для работы кранов необходим напор не менее 8 *м*. Недостаток их заключается в сложности конструкции, возможности засорения внутренних деталей и необходимости систематического наблюдения за их работой.

Писсуары, устанавливаемые в общественных уборных, размещают вместе с унитазами или клозетными чашами в общем помещении. Писсуары применяют двух видов — настенные и напольные; изготовляют их по ГОСТ 755—62 из керамики (фаянса или полуфарфора).

Настенные индивидуальные писсуары (рис. 148, *а*) укрепляют на стене посредством двух или четырех шурупов на высоте 0,65 *м* от пола в уборных для взрослых и 0,50—0,45 *м* — в школах и детсадах. Промывку их производят писсуарными кранами.

В настенных фаянсовых писсуарах нового типа имеются цельноотлитые гидравлические затворы (рис. 148, *б*). Промывная труба подключается к писсуару сзади, в верхней части, посредством штуцера и 20-миллиметровой соединительной трубки.

Применяют также напольные писсуары, состоящие из одной или нескольких секций (рис. 149), и лотковые плиточные писсуары. Дно и стенки последних облицовывают керамическими плитками на высоту 1,5 *м*. Дну придают уклон 0,01. Длину лотка принимают не менее 1,8 *м*, наименьшую глубину — 50 *мм* и ширину не менее 300 *мм*. Непрерывная промывка писсуаров производится по продольной распределительной трубе с отверстиями.

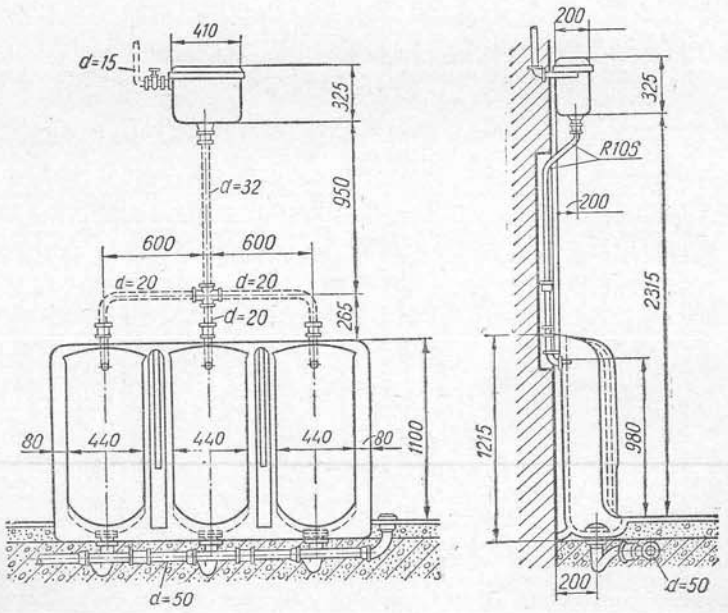


Рис. 149. Писсуар напольный секционный с автоматическим промывным бачком

§ 55. ОБОРУДОВАНИЕ УМЫВАЛЬНЫХ, ВАННЫХ И ДУШЕВЫХ

В душевых и умывальных комнатах устанавливают групповые или индивидуальные умывальники (последние преимущественно в жилых домах). Изготовляют умывальники по ГОСТ 754—47; 4550—60 и 7288—60.

Умывальники по конструкции разделяют на умывальники со спинкой (рис. 150, *а*); без спинки (рис. 150, *б*), устанавливаемые на

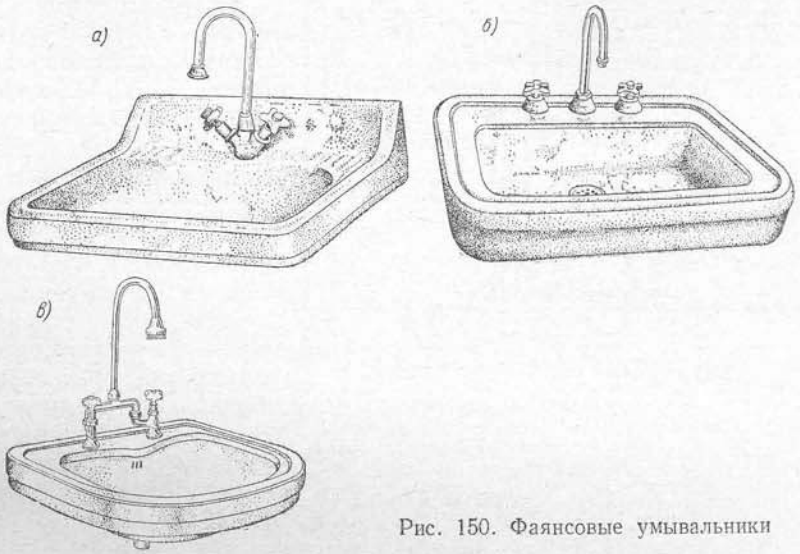


Рис. 150. Фаянсовые умывальники

стенах и перегородках, имеющих стойкое влагоупорное покрытие; умывальники полукруглые с цельноотливным выпуском (рис. 150, *в*).

По форме бортов умывальники бывают прямоугольные, полукруглые, вогнутые спереди, суженные к стенке.

Размеры умывальников в зависимости от длины подразделены на пять групп: по длине — от 450 до 650 *мм*, по ширине — от 300 до 550 *мм*; глубина чаши — от 120 до 170 *мм*.

Умывальники укомплектовывают соответствующей арматурой: туалетными или смесительными кранами, выпусками, гидравлическим затвором и кронштейнами для их установки.

В зданиях общественного назначения применяют умывальники групповые, например круглые (рис. 151), и индивидуальные. Последние устанавливают группами с одним гидравлическим затвором

диаметром 50 *мм* (рис. 152) при количестве умывальников не более 6.

Умывальники устанавливают обычно на высоте 0,8 *м* от пола до борта умывальника; для школьников младших классов на высоте 0,7 *м*; в детских садах— 0,6 *м* для старшего возраста и 0,5 —для младшего.

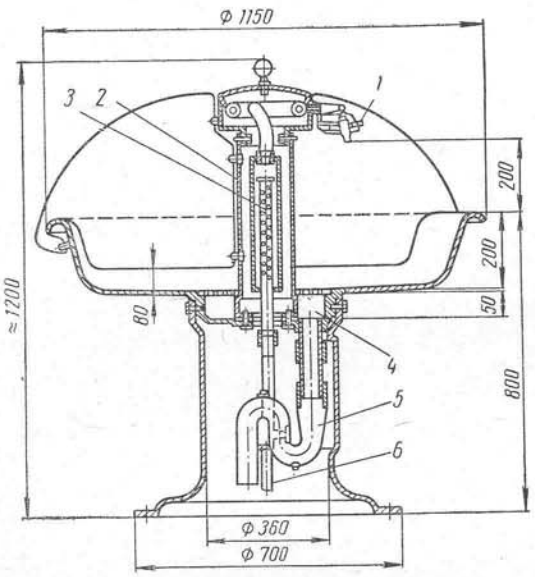


Рис. 151. Групповой умывальник:
1 — туалетный кран; *2* — колонка; *3* — смеситель; *4* — выпуск; *5* — сифон; *6* — подводка горячей и холодной воды

Ванны подразделяют на купальные, сидячие и полуванны (глубокие поддоны).

Ванны изготовляют по ГОСТ 1154—60 круглобортные и прямобортные (рис. 153). Емкость ванн до отверстия, называемого переливом, составляет 225—325 *л*.

Прямобортные ванны удобны для герметического сопряжения с ограждением конструкции.

Съемные или стационарные панели, применяемые для ограждения сторон ванны, не примыкающих к стенам, изготовляют из асбестоцемента, армоцемента или пластмассы.

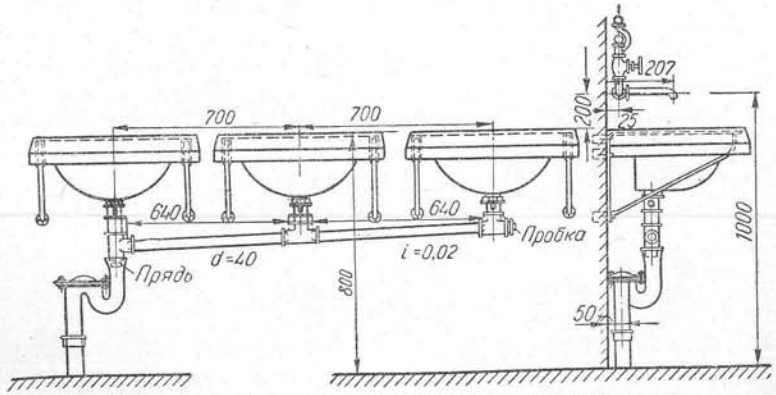


Рис. 152. Групповая установка индивидуальных умывальников

В последние годы освоен выпуск сидячих ванн размером 1200×700 *мм* при глубине 500 *мм*, а также универсальных полуванн (полибан). На дне ванны предусмотрен выступ для сидения.

В облицованных плитками ваннах (встроенных) для доступа к выпуску и гидравлическому затвору нужно оставлять люк размером

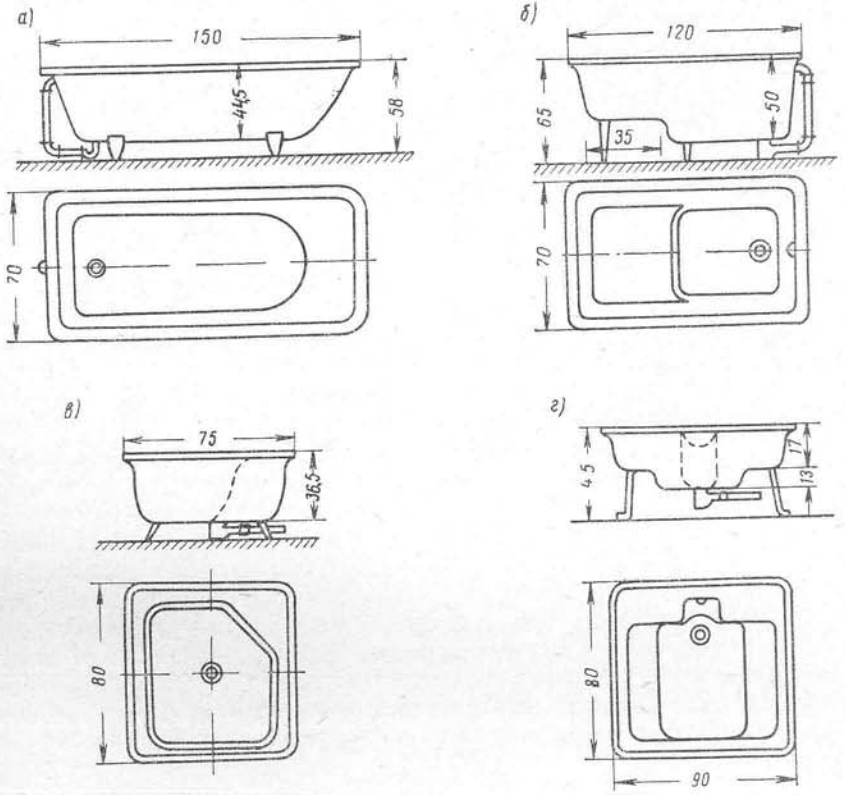


Рис. 153. Основные виды чугунных прямобортных ванн:
а — облегченная; *б* — сидячая; *в* — полуванна; *г* — универсальная ванна (полибан)

300×300 *мм*. Ванны, устанавливаемые на ножках, должны иметь высоту борта над полом 0,6—0,65 *мм*.

В Западной Европе и США применяют удобные в эксплуатации пластмассовые ванны. Поверхность их полируют для большей гигиеничности и придания ваннам красивого внешнего вида. Вследствие малого веса пластмассовых ванн для их устойчивости применяют рамы (рис. 154).

При напольных гидравлических затворах отпадает необходи-

мость заделывать гидравлический затвор в перекрытие, облегчается прочистка его и ремонт.

Напольные гидравлические затворы устанавливают под ванной над полом и присоединяют к выпуску посредством накидной гайки.

Души по своей конструкции подразделяют на следующие виды:

а) душ стационарный — душевое устройство с жестко закрепленной душевой трубкой. Стационарный душ может иметь шарнирную или регулируемую душевую сетку;

б) душ с гибким шлангом (резиновым с металлическим оплетением или без него), позволяющим более удобно и широко использовать душевую сетку;

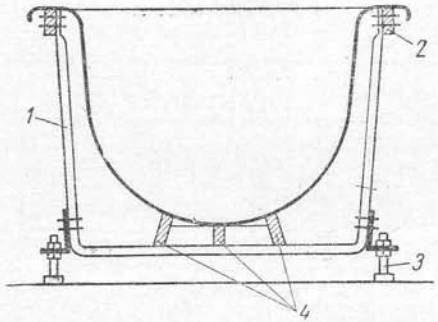


Рис. 154. Опорная рама для пластмассовой ванны:

1 — рама из металлических труб, одна на каждом конце ванны; *2* — продольные деревянные брусья; *3* — регулируемые ножки; *4* — продольные деревянные брусья, верхние стороны которых покрыты цельными полосами из войлока

в) душ с индивидуальным смесителем — душевая установка, позволяющая самостоятельно регулировать температуру смешанной воды;

г) душ с групповым смесителем — душевая установка на несколько мест, оборудованная групповым смесителем.

Души, применяемые для гигиенических и лечебных целей, устанавливают на предприятиях, в больницах, в общежитиях, гостиницах, банях, в жилых домах над ваннами. Кроме того, душ устраивают на физкультурных площадках, в отдельных встроенных душевых кабинах, а также в душевых павильонах. Вода изливается из душевых сеток диаметром 100—125 *мм*, расположенных на высоте 2,1—2,3 *м*. В полу ванных помещений общего пользования необходимо устанавливать трапы диаметром 50 *мм*.

Для индивидуальных и групповых душевых, располагаемых на междуэтажных перекрытиях, рекомендуется применять душевые поддоны (рис. 155). Стенки кабин монтируют на металлическом каркасе, прикрепленном к поддону.

Размер душевой индивидуальной кабины в плане должен быть не менее 1 $м^2$. При групповой установке с общей раздевальной душевые кабины следует устраивать размером не менее 0,9×0,9 *м* и отделять одну от другой перегородками высотой не менее 2 *м*.

Пол, а также перекрытие в душевых необходимо настилать водонепроницаемые. Уклон пола в сторону лотка или трапа назначается в пределах 0,01—0,2.

Вода от душей стекает в трапы или лоток шириной не менее 0,2 *м* при начальной глубине 0,05 *м* и с уклоном 0,01 в сторону трапа.

Индивидуальные гигиенические восходящие души бидэ (рис. 156) устанавливают в ванных комнатах жилых зданий, лечебных учреждениях и на производственных предприятиях в комнатах личной гигиены женщин.

Раковины устанавливают в кухнях жилых зданий (при отсутствии горячего водоснабжения), а также в специальных помещениях общественных зданий.

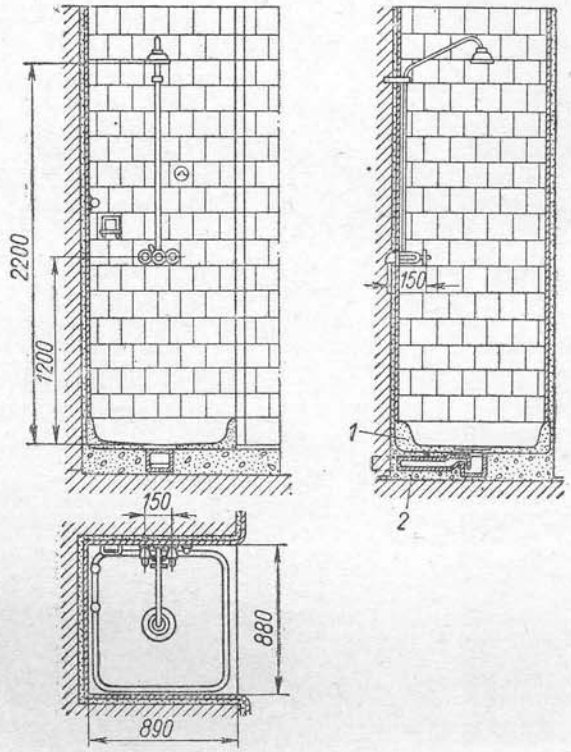


Рис. 155. Установка душевого поддона:

1 — душевой поддон; *2* — сифон

Раковины (ГОСТ 8631—57) изготовляют прямоугольной и полукруглой формы, по конструкции — с цельноотлитой спинкой (рис. 157,*а*) или с отъемной спинкой, размерами чаши 600×500 и 400×350 и глубиной ее 150 *мм*. Высота спинки 300 *мм*. Раковины изготовляют из чугуна, стальные, армоцементные, из пластмасс и керамики.

Чаша раковины имеет приваренные кронштейны для крепления к стене. Выпускное отверстие раковины защищено дырчатой ре-

шеткой. Высота от пола до борта раковины 0,8 *м*; водоразборный кран устанавливают на высоте 1,1 *м* от пола.

Мойки (рис. 157,*б*) устанавливают в кухнях жилых квартир при наличии горячего водоснабжения (вместо раковин), в столовых и ресторанах. Мойки изготовляют по ГОСТ 7506—60 с цельноотлитыми стенками с одним и двумя отделениями.

Выпуски у моек имеют решетку и пробку. Глубина чаш моек должна быть 180—200 *мм*. С правой или левой стороны мойки к чаше ее приделывают дренажную полочку длиной 450 *мм*.

Мойки изготовляют из чугуна, стали (в том числе из нержавеющей), керамики и пластмассы.



Рис. 156. Индивидуальный гигиенический душ бидэ

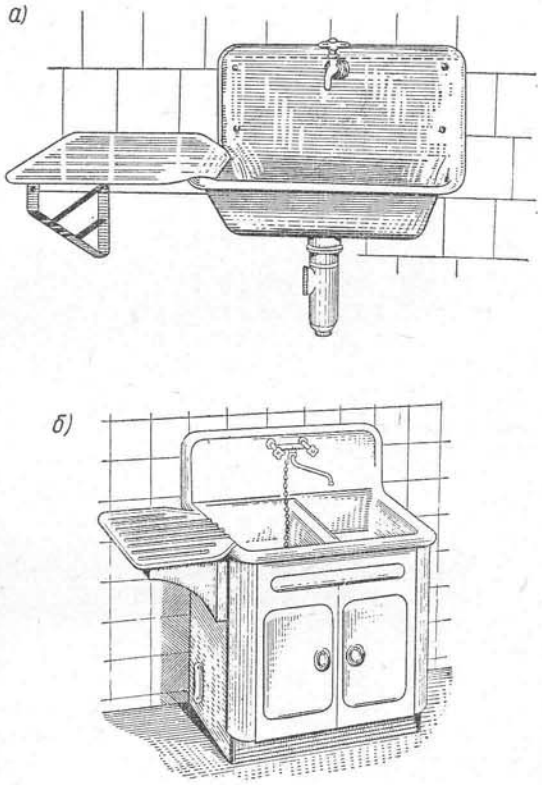


Рис. 157. Раковина и мойка:
а — чугунная прямоугольная раковина с цельноотлитой спинкой; *б* — мойка с двумя отделениями

Наибольшее удобство пользования и гигиеничность обеспечивают мойки, встроенные в стол-шкафчик или подстолье.

Трапы предназначают для приема сточной жидкости с поверхности пола и удаления их в канализационную сеть. Трапы предусматривают в групповых уборных, ванных и душевых, банях, прачечных, в производственных и в других помещениях, где вода попадает на пол или когда полы моют из поливочных кранов.

Трапы изготовляют диаметром 50 и 100 *мм* (рис. 158). По направлению выпуска трапы бывают прямые (с горизонтальным отводом

ным патрубком), косые (с отводом под 45°), колпаковые (с вертикальным отводом по центру трапа).

Не допускается размещать трапы над вестибюлями и кухнями.

Трапы заделывают в конструкцию перекрытий по гидроизоляции (по осмоленной мешковине, ковру из пергамина на клебемассе) для создания водонепроницаемости. Пол делают с уклоном 0,005 — 0,01 по направлению к трапам.

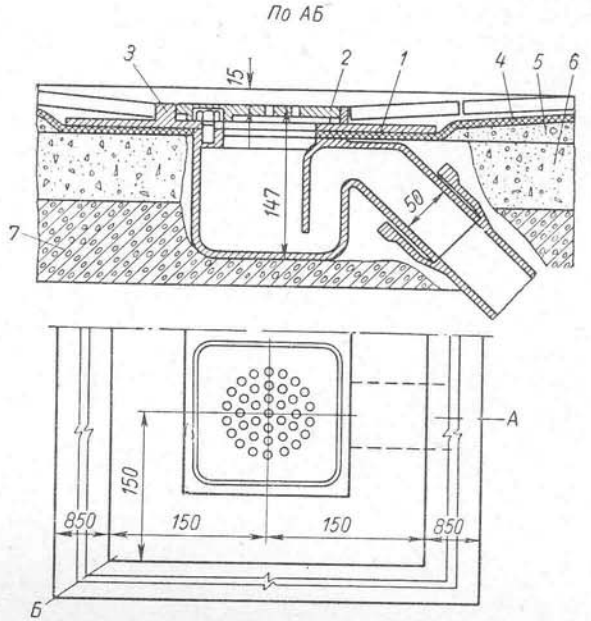


Рис. 158. Конструкция трапа:
1 — плита; *2* — решетка; *3* — борт плиты; *4* — гидроизоляция; *5* — цементная подливка; *6* — шлакобетон; *7* — железобетонная плита

Трапы в душевых помещениях устанавливают из расчета:
трап диаметром 50 *мм* — на 1—2 душа;
трап диаметром 100 *мм* — на 3—4 душа.

При расположении трапов в лотках допускается устанавливать один трап диаметром 100 *мм* на каждые 8 душей. В уборных, оборудованных тремя и более унитазами, необходимо устанавливать трап диаметром 50 *мм* и поливочный кран.

Питьевые фонтанчики устанавливают в зданиях общественного назначения (вокзалах, больницах, коммунальных зданиях), в производственных помещениях, а также в парках культуры и отдыха.

Фонтанчики изготовляют двух видов: настенные и напольные на тумбе или стойке. Эти приборы имеют чаши для приема изливаемой воды и отвода ее в канализацию и оборудованы насадками, соз-

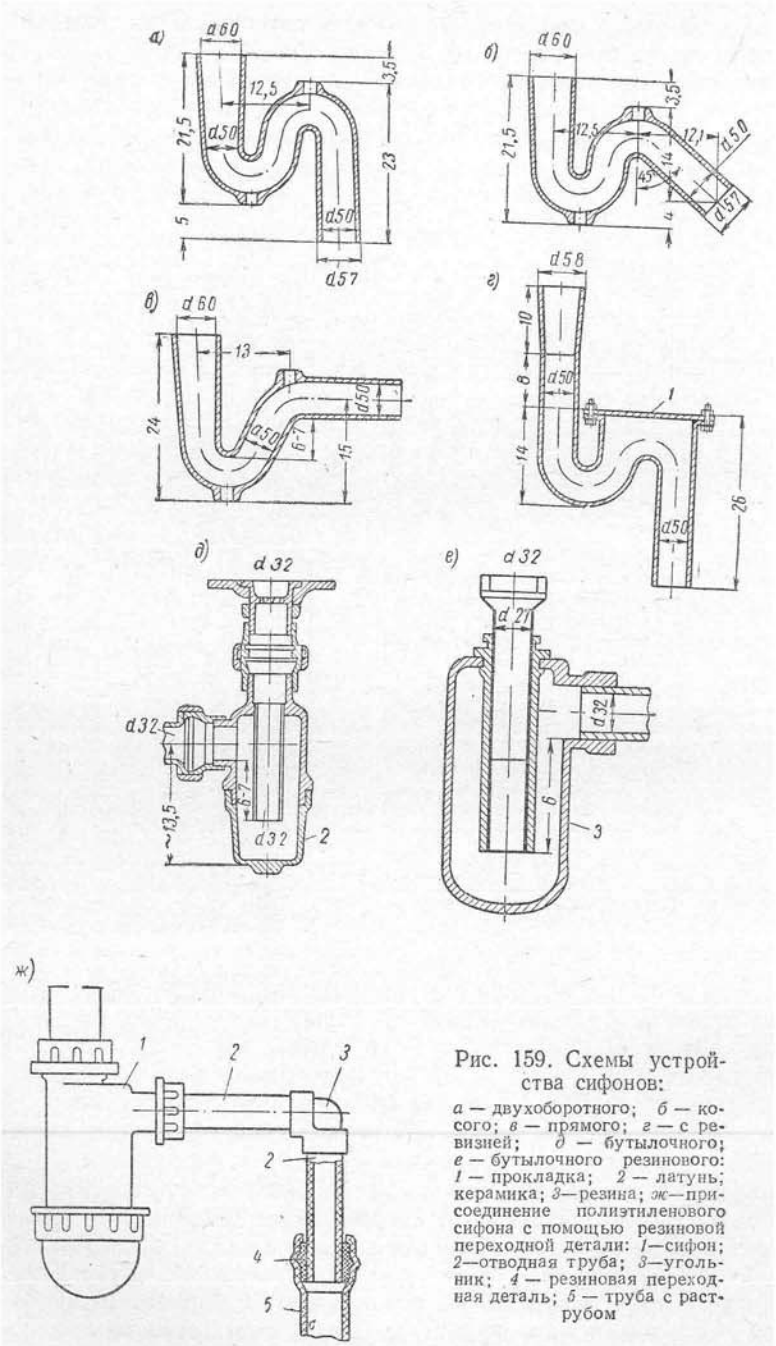


Рис. 159. Схемы устройства сифонов:

а — двухоборотного; *б* — косого; *в* — прямого; *г* — с ревизией; *д* — бутылочного; *е* — бутылочного резинового: *1* — прокладка; *2* — латунь; керамика; *3*—резина; *ж*—присоединение полиэтиленового сифона с помощью резиновой переходной детали: *1*—сифон; *2*—отводная труба; *3*—угольник; *4* — резиновая переходная деталь; *5* — труба с раструбом

дающими струю для питья. В производственных помещениях и в местах общественного пользования фонтанчики устанавливают на высоте от пола до борта чаши 0,9 *м*, а в детских садах и школах — 0,75 *м*. На дне чаши имеется выпуск диаметром 25 *мм* с решеткой, соединенный с двухоборотным сифоном внутри постамента. Условия применения и размещения фонтанчиков рассмотрены в § 46.

Гидравлические затворы, или сифоны, препятствуют прониканию газов из сети канализации в помещение. Их устанавливают под приборами (умывальниками, раковинами, мойками, ваннами) или в конструкции самого прибора (унитазы, трапы, душевые поддоны).

Глубина гидравлического затвора (или уровень воды в сифоне) от 55 до 70 *мм* (в клозетных чашах — 60 *мм*).

Сифоны (рис. 159) подразделяют по конструкции на двухоборотные (косые или прямые), бутылочные, сифоны-ревизии. При установке раковин, моек и писсуаров следует применять преимущественно сифоны-ревизии; при установке умывальников — бутылочные сифоны и при установке ванн — напольные сифоны.

Сифоны имеют диаметр 32, 50 и 100 *мм*. Их изготовляют из чугуна, пластмасс, резины, керамики и цветных сплавов.

Напольные гидравлические затворы имеют снизу два отверстия для прочистки, которые закрываются пробкой на резьбе, и одно отверстие сбоку для присоединения переливной трубы от ванны.

Эти гидравлические затворы делают разъемные, что облегчает их прочистку.

§ 56. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ТРУБЫ И ФАСОННЫЕ ЧАСТИ

Сеть внутренней бытовой канализации монтируют из чугунных канализационных труб. Для сети дождевой и производственной канализации применяют чугунные, керамические, бетонные, асбестоцементные и пластмассовые трубы.

Чугунные канализационные трубы преимущественно применяют в системах внутренней канализации, включая и выпуски до колодцев дворовой сети.

Чугунные канализационные трубы (рис. 160, *а*) изготовляют (ГОСТ 6942—54) раструбными, диаметром 50, 100 и 150 *мм*, со стенками толщиной от 4 до 5 *мм*. Длина их составляет 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750 и 2000 *мм*.

Такие трубы изготовляют с удлиненным (компенсационным) раструбом (рис. 160, *б*). При компенсационном раструбе упро-

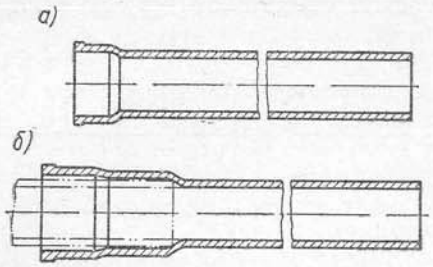


Рис. 160. Чугунные канализационные трубы:

а — обыкновенная; *б* — с компенсационным раструбом

щается соединение узлов канализационных трубопроводов, поскольку можно вдвигать трубу в раструб на разную глубину.

Соединение стыков труб нужно делать водонепроницаемым; с этой целью кольцевое пространство раструба тщательно законопачивают просмоленным канатом в $^2/_3$ глубины раструба. Оставшееся пространство зачеканивают цементом.

Более совершенным и простым способом является заделка раструбов быстросхватывающимся цементом, который обладает спо-

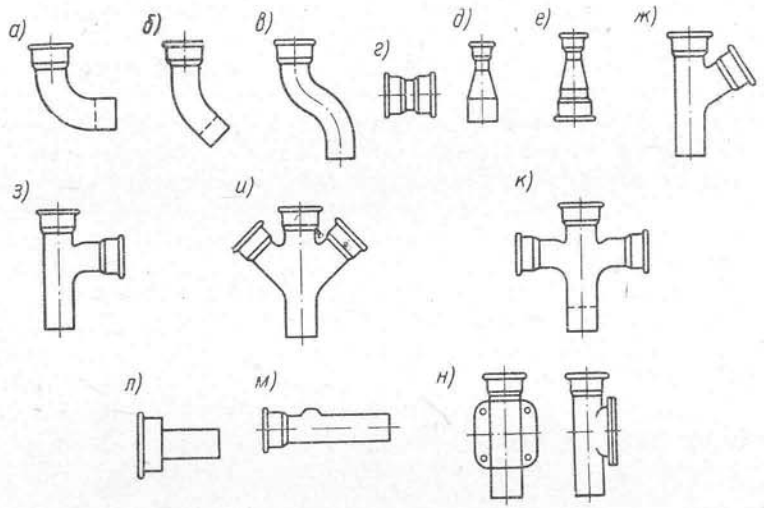


Рис. 161. Чугунные фасонные части для соединения раструбных канализационных труб:

а — колено; *б* — отвод; *в* — отступ; *г* — муфта строительная; *д* — переход одно-раструбный; *е* — переход двухраструбный; *ж* — тройник косой; *з* — тройник прямой; *и* — крестовина косая; *к* — крестовина прямая; *л* — патрубок; *м* — патрубок с отростком; *н* — ревизия

собностью расширяться при твердении и самоуплотняться. Применение такого цемента для заливки раструбов значительно ускоряет процесс сборки труб, устраняет необходимость конопатки раструбов смоляной прядью; чеканка заменяется заливкой быстросхватывающего цемента в раструб.

Трубы, укладываемые в подвалах, кладовых, угольных складах, рекомендуется защищать коробками от возможных повреждений.

Для соединения труб применяют также следующие раструбные чугунные фасонные части (рис. 161):

муфты с двумя раструбами (*г*) — для соединения безраструбных концов труб;

колена под углом 90° и отводы (*а*, *б*) под углом 110, 135 и 150°, устанавливаемые в местах поворота трассы труб;

двухраструбные или однораструбные переходные муфты (*д*, *е*) — для соединения труб разных диаметров;

тройники и крестовины (рис. 161, *ж*, *з*, *и*, *к*) с различными углами ответвлений (60 и 45°) — для соединения в узлах;

отступы (*в*) с относом в 75 и 150 *мм* — для обхода выступающих частей строительных конструкций;

патрубки для соединения чугунных труб с керамическими (таперы) (*л*); патрубки с отростками для соединения стальных труб (*м*);

ревизии (рис. 161,*н*), представляющие собой патрубки с боковыми отверстиями, которые закрываются крышкой с резиновой прокладкой на болтах. Ревизии устанавливают на стояках для прочистки труб.

Для зданий из крупносборных железобетонных конструкций применяют укрупненные фасонные части (рис. 162) с целью замены одной частью нескольких рядом установленных фасонных частей по ГОСТ 6947—63. В результате этого уменьшается число соединений, например, пологие отводы, заменяющие два отвода, восьмерик симметричный и пятерик для присоединения отводных линий от

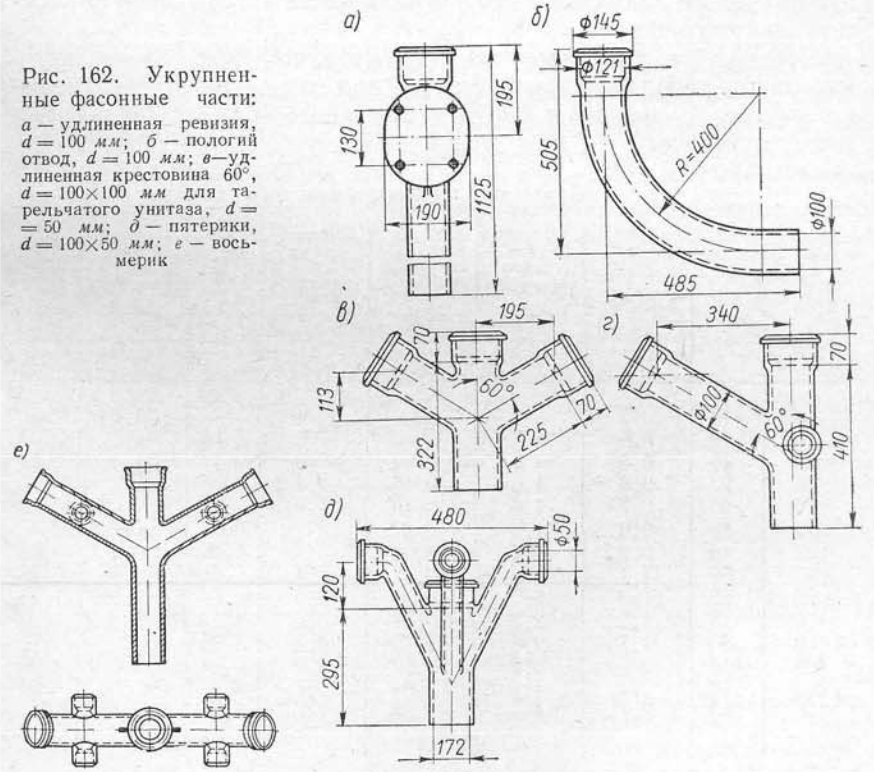


Рис. 162. Укрупненные фасонные части:

а — удлиненная ревизия, $d = 100$ *мм*; *б* — пологий отвод, $d = 100$ *мм*; *в* — удлиненная крестовина 60°, $d = 100 \times 100$ *мм* для тарельчатого унитаза, $d = 50$ *мм*; *д* — пятерики, $d = 100 \times 50$ *мм*; *е* — восьмерик

нескольких санитарных приборов-унитазов с косым выпуском, умывальников, раковин, моек и ванн.

Стальные трубы для внутренней канализации разрешается применять в исключительных случаях, когда нельзя заменить их другими (например, отводные трубы диаметром до 50 *мм*).

Керамические раструбные трубы условным проходом от 125 до 600 *мм* по ГОСТ 286—54 применяют для подпольной части внутренних водостоков, для внутренней канализационной производственной сети, а также для дворовой канализационной сети.

Бетонные и железобетонные трубы, изготовляемые по ГОСТ 6482—53, условным проходом от 150 *мм* и выше укладывают в дворовых участках канализации. Применяют их значительно реже, чем керамические.

Асбестоцементные безнапорные трубы (ГОСТ 1839—48) внутренним диаметром от 100 до 600 *мм*, изготовляемые нашими заводами, применяют в канализации главным образом для наружных сетей. Эти трубы можно применять в бальнеологических сооружениях и производственных зданиях; при этом нужно иметь в виду слабую сопротивляемость их ударам и относительную хрупкость.

Стеклянные, пластмассовые, текстолитовые, диабазовые, латунные трубы целесообразно применять для отвода агрессивных жидкостей, по отношению к которым описанные выше трубы недостаточно устойчивы.

Таблица 29а

Сортамент винипластовых труб

Условный проход, D_y, *мм*	Наружный диаметр, *мм*		Толщина стенки, *мм* (номинал)	Вес 1 *м*, *кг*	Толщина стенки, *мм* (номинал)	Вес 1 *м*, *кг*	Толщина стенки, *мм* (номинал)	Вес 1 *м*, кг
	номинал	допускаемое отклонение (+)	при условном давлении P_y, *кГ/см²*					
			2,5		6		10	
6	10	0,5	—	—	—	—	1,6	0,07
8	12	0,5	—	—	1,6	0,08	1,8	0,09
10	16	0,6	—	—	1,6	0,12	1,8	0,12
15	20	0,6	1,6	0,15	1,8	0,16	2	0,17
20	25	0,7	1,6	0,19	1,8	0,21	2	0,22
25	32	0,8	1,8	0,27	2	0,29	2,5	0,36
32	40	0,9	1,8	0,34	2	0,37	3,1	0,55
40	50	1,1	2	0,47	2,4	0,56	3,9	0,86
50	63	1,3	2,2	0,65	3	0,86	4,9	1,35
70	75	1,5	2,5	0,88	3,6	1,23	5,8	1,9
80	90	1,7	2,8	1,18	4,3	1,76	7	2,73
100	110	2	3,2	1,63	5,3	2,64	8,5	4,06
125	140	2,4	4	2,59	6,7	4,21	10,8	6,54
150	160	2,7	4	2,96	7,7	5,54	12,4	8,57

Примечание. Длина трубы 6—8 *м*.

Пластмассовые трубы. Наибольшее применение во внутренней канализации получили трубы из поливинилхлорида ПВХ (табл. 29а). Диаметр их примерно равен стальным трубам, длина же может превышать сотни метров.

Представляет интерес «масштабный» метод изготовления фасонных деталей, используемый Швейцарской фирмой «Rohren — Kellerag». Согласно этому методу устанавливают определенные соотношения между различными частями фасонных деталей (рис. 163). Основной измеритель x (равный номинальному диаметру трубопровода) определяет длину детали, либо расстояние от конца детали (не считая раструба) до оси изгиба или ответвления. Длины различных частей деталей пропорциональны x. Масштабный метод значительно облегчает производство, а также проектирование канализационной сети.

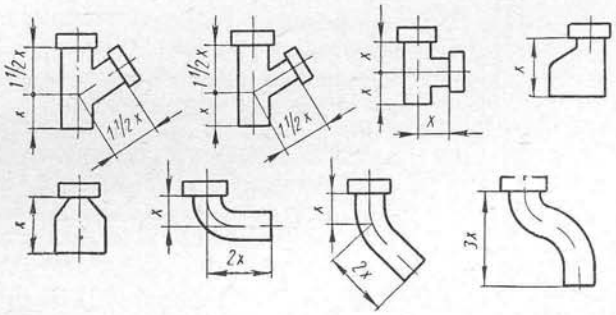


Рис. 163. Канализационные фасонные части из пластмасс, изготовленные по «масштабному» методу

Фасонные части соединяют с трубопроводами контактной сваркой встык; хотя такие соединения имеют ряд недостатков. Основной из них — это зависимость прочности соединений от квалификации монтажника и точного соблюдения технологических операций.

Наиболее распространенным является раструбное соединение с уплотнительным кольцом (рис. 164); это соединение допускает различные колебания температур жидкости. За рубежом фирмы рекламируют раструбное соединение на клею или резиновых кольцах — разъемное соединение (рис. 165). Разъемное соединение, что особенно важно, может служить компенсатором, воспринимающим температурные удлинения.

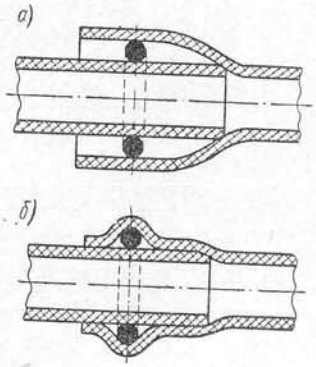


Рис. 164. Оформление раструба с резиновым кольцом на строительной площадке: *а* — форма раструба до нагревания; *б* — форма раструба после нагревания

С 1963 г. начат выпуск безнапорных винипластовых канализационных труб $Д_у = 50$, 100 и 150 *мм* с комплектом фасонных частей, изготовляемых литьем под давлением. Толщина стенок этих труб соответственно 2; 2,7 и 4 *мм*. Трубы и фасонные части соединяются при помощи раструба с желобком, в который помещается уплотнительное кольцо из мягкой резины. Такое соединение допускает некоторые осевые смещения труб без нарушения герметичности и разгружает их от осевых напряжений.

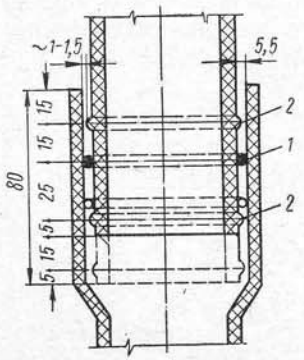


Рис. 165. Компенсирующее соединение для канализационных стояков из поливинилхлорида:
1 — резиновое кольцо; *2*—ограничительный поясок

Сортамент канализационных труб из полиэтилена приведен в табл. 29б.

Таблица 29б

Сортамент канализационных труб из полиэтилена высокой плотности (размеры в мм)

Условный проход $Д_у$, *мм*	$Д$		S		S_1 не менее	d_1		d_2		l	l_1	l_2	r	r_1	c
	номинал	допускаемое отклонение (+)	номинал	допускаемое отклонение (+)		номинал	допускаемое отклонение (+)	номинал	допускаемое отклонение (+)						
50	48,6	0,6	2	0,5	1,6	49,4	0,6	58	0,6	40	30	11	4,3	2,1	1
100	107,5	0,8	2,7	0,6	2,5	108,5	0,8	119,1	0,8	75	60	14	5	2,5	1,3
150	160	1,2	4	0,8	3,5	161,4	1,2	174,9	1,2	100	80	16	6	3	2

Вес в *кг* при строительной длине L

250	500	750	1000	1500	2000	3000
0,09	0,17	0,25	0,32	0,48	—	—
0,32	0,55	0,79	1,04	1,52	2,01	—
—	—	—	—	—	4,3	6,35

При прокладке труб из ПВП (полиэтилена высокой плотности) требуются более частые крепления, чем при монтаже чугунных трубопроводов. Расстояния между креплениями принимают следующие:

$Д_в$ *мм*,	Шаг креплений, *м*	
	на горизонтальных участках	на вертикальных участках
50	0,4	1
100	0,8	1,5
150	1	2

Между металлическими хомутами и трубами укладывают прокладки из резины толщиной не менее 2 *мм* или прокладки из ПНП полиэтилена низкой плотности толщиной 1,5 *мм* и шириной 25 *мм* с буртиками, предохраняющими выскальзывание прокладки из хомута.

В местах пропуска через стальные конструкции трубы из пластмасс прокладывают в гильзах (рис. 166), внутренний диаметр которых должен быть больше наружного диаметра канализационных труб: для $D = 50$ *мм* на 9 *мм*, для $D = 100$ *мм* на 11 *мм*. Длина гильзы равна толщине перекрытия плюс 20 *мм*.

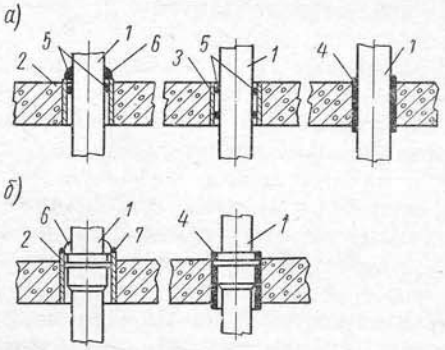


Рис. 166. Пропуск канализационных трубопроводов из ПВП через междуэтажное перекрытие:
а — пропуск трубы; *б* — раструбных соединений; *1* — труба; *2* — гильза из кровельной стали; *3* — гильза из отрезка трубы с разрезанной вдоль оси стенкой; *4* — рубероид в два слоя; *5* — резиновое кольцо; *6* — цементная заделка; *7* — льняная прядь, пропитанная раствором полиизобутилена

Для соединения асбестоцементной трубы с канализационной поливиниловой трубой того же диаметра используют специальный патрубок (рис. 167).

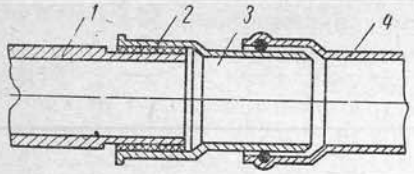


Рис. 167. Соединение полиэтиленовой трубы с асбестоцементной:
1 — асбестоцементная труба; *2* — прядь, пропитанная полиизобутиленом; *3* — соединительный патрубок; *4* — пластмассовая труба

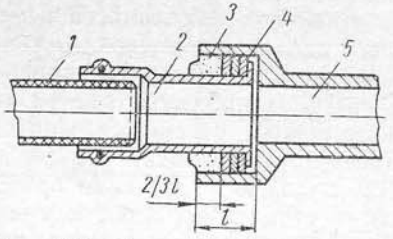


Рис. 168. Соединение полиэтиленовой трубы с керамической:
1 — полиэтиленовая труба; *2* — раструбная вставка с отбортовкой; *3* — цементная заделка; *4* — прядь; *5* — керамическая труба

Трубы из пластмасс соединяют с керамическими того же диаметра раструбной вставкой с отбортованным гладким концом (рис. 168).

Глава XVIII
КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

§ 57. КОНСТРУКЦИИ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

Внутренняя канализационная сеть (см. рис. 140) состоит из следующих элементов: отводных труб *2*, принимающих жидкость из приемников *1*, стояков *3*, выпусков *6*, вытяжных труб *4* и устройств для прочистки *5*.

Отводные трубы, отводящие сточную жидкость из приемников в стояки, прокладывают по стенам, по полу или подвешивают под потолком. В современном строительстве трубы, как правило, прокладывают по полу. Отводные трубы, прокладываемые по полу или под потолком, не разрешается делать длиннее 10 *м*. Прокладка труб большей длины допускается в подвалах и других помещениях, где их можно уложить с необходимым уклоном.

Подвесные трубы под потолком разрешается маскировать коробами, подшивными потолками и т. п. Недопустима прокладка подвесных труб над жилыми помещениями, кухонными плитами, кладовыми съестных припасов, а также в производственных помещениях, в которых установлен особый санитарный режим.

Стояки устанавливают по всей высоте здания в местах размещения санитарных приборов и по возможности ближе к унитазам, так как от них поступает наиболее загрязненная сточная жидкость. Стояки прокладывают вертикально, открыто или в бороздах соответствующего размера. При прокладке в бороздах против ревизии необходимо оставлять отверстия с закрывающейся дверкой.

Диаметр стояка по всей высоте должен быть не меньше наибольшего диаметра отводной трубы, примыкающей к стояку.

В жилых домах устанавливают стояки диаметром в 50 и 100 *мм*, в системах производственной канализации при большой нагрузке допускаются стояки больших диаметров. Если среди приборов имеется хотя бы один унитаз, диаметр стояка принимают не менее 100 *мм*. При размещении приемников по этажам друг над другом число стояков сводится к минимуму (до одного на санитарно-кухонный узел). Раструбы в стояке, как правило, должны быть направлены вверх.

В **выпуски** стекает сточная жидкость из отдельных стояков или группы стояков и выводится за пределы здания к ближайшему смотровому колодцу дворовой или внутриквартальной сети.

Диаметр выпуска нужно принимать не менее диаметра стояка; угол соединения с дворовой линией — не менее 90° к направлению движения жидкости. В месте присоединения выпуска к дворовой сети сооружают смотровой колодец. Расстояние от наружной стены здания до оси смотрового колодца принимают не менее 3 *м*.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более:

для трубопроводов диаметром		50 *мм*—10 *м*
» »	»	100 *мм*—15 *м*
» »	» более	100 *мм*—20 *м*.

Выпуск может быть общим для двух и более стояков; в этом случае стояки присоединяют в подвале к одному стояку, соединенному с выпуском. Допускается присоединять к одному колодцу 2—3 выпуска. Выпуски выполняют из чугунных канализационных труб.

В местах прохода выпуска через фундамент здания оставляют такое отверстие, чтобы между кладкой и телом трубы оставался прозор не менее 15 *см*, заделываемый жирной мятой глиной. В бетонном фундаменте для устройства отверстия закладывают гильзу из трубы большого диаметра.

Вытяжные трубы являются продолжением стояков; их выводят через чердак на 0,7 *м* выше кровли здания. От пола чердака и выше вытяжные трубы устраивают из листовой стали толщиной 1—1,5 *мм* или асбестоцементные. Вытяжные трубы предназначены для вентиляции как внутренней, так и наружной сети канализации с целью удаления различных вредных и взрывоопасных газов (аммиака, сероводорода, ацетилена, метана, а в некоторых производственных стоках — паров бензина, бензола и др.).

D_0	D_1	D_2	D_3
50	105	190	250
100	165	240	300

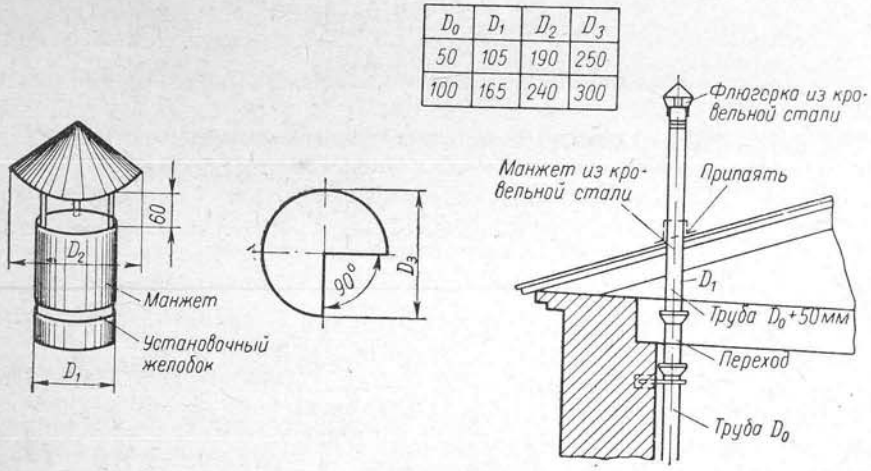


Рис. 169. Флюгарка

Канализационные сети вентилируются естественным путем, т. е. за счет притока свежего воздуха через щели люков наружных смотровых колодцев Вытяжные трубы перекрывают сверху флюгаркой (рис. 169).

Диаметр вытяжных труб, проходящих по чердаку и выше крыши, должен быть на 50 *мм* больше диаметра труб стояка, так как в зимнее время сечение их уменьшается из-за того, что на внутренней поверхности труб образуется иней. В местностях с теплым климатом увеличивать диаметр вытяжных труб не нужно.

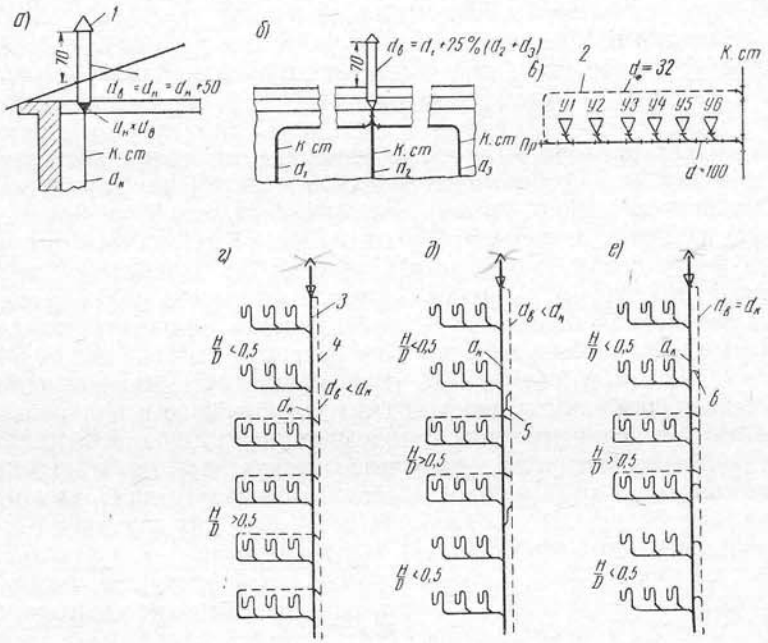


Рис. 170. Схемы вентиляционных устройств канализационных систем:
а — вытяжная труба на канализационном стояке; *б* — вытяжная труба на группу канализационных стояков; *в* — вентиляция групповой установки унитазов (более шести); *г* — специальный вентиляционный стояк при скорости более 4 *м/сек*; *д*—система с перемычками; *е* — двухтрубная система канализации с перепусками: *1*—дефлектор (вытяжка); *2* — вентиляционный трубопровод; *3* — сточный стояк; *4* — вентиляционный стояк; *5* — перемычка; *6* — перепуск

В месте пересечения вытяжного стояка с кровлей запаивают манжет из листовой стали в качестве гидроизоляции.

Специальные вентиляционные стояки устанавливают в жилых и общественных зданиях (рис. 170) обязательно в тех случаях, когда расчетные расходы в канализационных стояках составляют: в стояках $d = 50$ *мм* — более 2 *л/сек*; в стояках $d = 100$ *мм* — более 9 *л/сек*, в стояках $d = 150$ *мм* — более 20 *л/сек*.

Диаметр вентиляционного стояка принимают в зависимости от диаметра сточного стояка по таблице, приведенной ниже.

Диаметр сточного стояка, *мм*	50	100	150
Диаметр вентиляционного стояка, *мм*, не менее . . .	40	70	100

Отводные трубы, к которым присоединено более 6 унитазов, должны иметь независимо от этажности здания дополнительные вентиляционные стояки или трубы диаметром в 40 *мм*, присоединяемые к высшей точке отводных труб.

Вентиляционные стояки гарантируют сохранение гидравлических затворов у приемников, так как перепуски у стояков на отводных трубах уравновешивают давление воздуха.

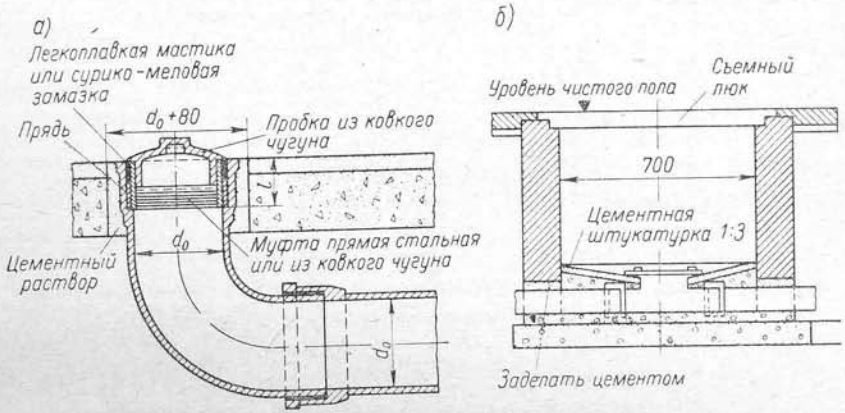


Рис. 171. Ревизия и прочистка:
а — прочистка; *б* — ревизия в ревизионном колодце

В случае крайней необходимости вентиляционный стояк можно использовать как аварийный для перепуска сточной жидкости.

Прочистку канализационной сети производят через ревизии с крышками на болтах или прочистки (рис. 171, *а*); при установке ревизий на подземных трубопроводах их размещают в специальных ревизионных колодцах (рис. 171, *б*).

Прочистку у санитарных приборов и приемников производственной сточной жидкости производят через сифон-ревизию.

Ревизии устанавливают в следующих местах трубопроводов:

а) на стояках при отсутствии на них отступов устанавливают ревизии в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов — также и в вышерасположенных над отступами этажах. Ревизии устанавливают на высоте 1,0 *м* от пола до центра ревизии, но не

менее чем на 0,15 *м* выше борта присоединенного прибора. В зданиях высотой более 5 этажей ревизии на стояках должны быть установлены не реже чем через три этажа;

б) в начальных участках (по движению стоков) отводных труб при трех и более приборах, под которыми нет ревизий, устанавливают прочистки;

в) на поворотах горизонтальных участков сети при углах поворота более 30° устанавливают ревизии или прочистки;

г) на прямолинейных горизонтальных участках устанавливают ревизии или прочистки согласно табл. 29в.

Таблица 29в

Диаметр труб, *мм*	Характеристики сточных вод			Вид прочистного устройства
	производственные сточные воды незагрязненные	хозяйственно-фекальные и производственные, близкие к ним по составу	производственные, содержащие большое количество взвешенных веществ	
	Расстояние *мм*			
50	15	12	10	Ревизия
50	10	8	6	Прочистка
100—150	20	15	12	Ревизия
100—150	15	10	8	Прочистка
200	25	20	15	Ревизия

Все горизонтальные трубопроводы укладывают с уклонами, которые должны быть не менее указанных в табл. 30.

Таблица 30

Уклон сетей внутренней хозяйственно-фекальной и производственной канализации

Диаметр труб, *мм*	Уклон сети для отвода бытовых и соответствующих им по концентрации производственных сточных вод		Наименьший уклон сети для отвода производственных сточных вод	
	нормальный	минимальный	для условно чистых вод	для загрязненных вод
50	0,035	0,025	0,020	0,030
75	0,025	0,015	0,015	0,020
100	0,020	0,012	0,008	0,012
125	0,015	0,010	0,006	0,010
150	0,010	0,007	0,005	0,007
200	0,008	0,005	0,004	0,005

Примечание. Наибольший уклон для горизонтальных труб канализационных линий не должен превышать 0,15, за исключением коротких ответвлений от прибора (длиной не более 1,5 *м*).

Для отвода производственных сточных вод кроме труб применяют бетонные или кирпичные лотки. Дно лотков имеет очертание в виде полуокружности при уклоне не менее 0,01. Ширину лотков следует принимать не менее 200 *мм*, начальную глубину — не

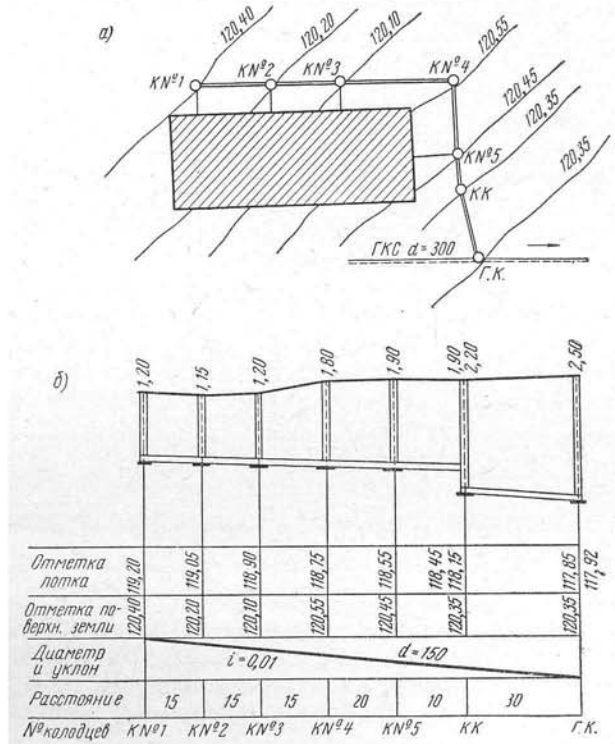


Рис. 172. Дворовая канализационная сеть:
а — план участка с нанесенной сетью; *б* — профиль сети

менее 250 *мм*. Преимущество лотков по сравнению с закрытыми трубопроводами заключается в удобстве их прочистки.

Дворовые и внутриквартальные сети. В дворовую сеть сточная жидкость стекает от выпусков из здания и далее отводится через контрольный колодец по соединительной линии в уличный коллектор (рис. 172).

Совокупность дворовых канализационных линий, соединенных между собой внутри квартала, называют внутриквартальной канализационной сетью. Последний колодец дворовой или внутриквартальной линии, который называется контрольным, размещают не далее 1—1,5 *м* от красной линии (границы участка).

Соединительная линия прокладывается от контрольного колодца до колодца городской уличной сети.

Диаметр соединительной трубы принимают не менее диаметра дворовой или внутриквартальной линии и не более диаметра уличного коллектора.

Дворовые линии труб, как и внутриквартальные, рекомендуется прокладывать параллельно фундаментам зданий, на расстоянии от них не менее 3 *м* для предотвращения осадки фундамента.

Диаметр дворовых или внутриквартальных сетей канализации принимают равным 150 *мм*. Уклоны труб принимают с учетом рельефа местности и отметок лотков смотровых колодцев уличной сети и выбирают их так же, как и для наружных канализационных сетей.

На дворовых и внутриквартальных линиях устраивают смотровые колодцы: в местах присоединения выпусков из зданий, на поворотах линий и в местах изменения уклона. Расстояния между колодцами на прямых участках не должны превышать 50 *м* при трубах диаметром 150—600 *мм* и 75 *мм* при трубах диаметром 600—1400 *мм* и более. Трубы присоединяют к колодцу таким образом, чтобы угол между осями входящей в колодец и выходящей из него трубы был не менее 90°, так как при присоединении под острым углом трубы засоряются из-за выпадения в них осадка.

§ 58. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ

Количество санитарных приборов в проектируемом здании зависит от числа обслуживаемых приборами людей и назначения помещений, где эти приборы будут размещены. Количество и тип санитарных приборов определяют при разработке архитектурного проекта здания, руководствуясь данными табл. 31, 32 и 33.

На промышленных предприятиях уборные и душевые размещают в бытовых помещениях.

В крупных промышленных зданиях отдельные уборные (санузлы) встраивают в производственную площадь, поскольку расстояние от уборной до наиболее отдаленного рабочего места не должно превышать 100 *м*.

Бытовые помещения располагают как в самом производственном здании, так и в отдельно стоящем.

В душевых и уборных промышленных предприятий устанавливают следующие санитарные приборы: души, унитазы, писсуары, умывальники, восходящие души (в помещениях для личной гигиены женщин), мойки, трапы.

Вне бытовых помещений устанавливают питьевые фонтанчики и трапы около них.

В групповых уборных, располагаемых в 1-м этаже, допускается устанавливать напольные чаши. При этом одна кабина должна быть оборудована фаянсовым унитазом.

Таблица 31

Основные данные для определения количества санитарно-технических приборов в общественных зданиях

Наименование помещений	Максимальное количество людей, обслуживаемое одним прибором								
	клозетная чаша		писсуар	умывальник	раковина	мойка	ванна	душ	восходящий душ (или биде)
	в мужской уборной	в женской уборной							
Общежития при норме потребления воды 85 *л*	18	12	18	8	18	—	—	—	—
То же, 100—150 *л*	18	12	18	8	18	18	—	40	50
Учреждения	40	30	40	40	—	—	—	—	—
Театры, кино, цирки, клубы	50	35	25	100	—	—	—	—	—
Столовые, рестораны на одновременное пребывание посетителей (количество мест за столиками)	80	60	40	50	—	—	По заданию	—	—
Больницы до	15	10	15	15	—	—	»	—	15
Бани на одновременное пребывание моющихся (по количеству мест в раздевальной)	50	35	25	50	10—12 на банный кран	—	—	—	—
Для обслуживающего персонала (при устройстве отдельной уборной)	40	30	40	40	—	—	—	—	—
Общественные уборные:									
а) на площадях и улицах	5000	5000	2500	—	—	—	—	—	—
б) в парках и на стадионах и при одновременном посещении	500	500	250	—	—	—	—	—	—
в) на пляжах при одновременном посещении	75	75	40	—	—	—	—	—	—

Примечание. Норма в душевых при индивидуальных кабинах — 4 человека на 1 душевую сетку. При наличии общей раздевальни на 1 душевую сетку допускается 9 человек (3 места на 1 душ). Продолжительность работы душа для обслуживания 1 человека 40 *мин*.

В уборных промышленных предприятий как групповых, так и индивидуальных рекомендуется применять унитазы фаянсовые или из полуфарфора.

В мужских уборных число писсуаров должно быть равно количеству унитазов. Писсуары следует применять настенного типа, фаянсовые или напольного типа керамические.

Таблица 32

Количество работающих, обслуживаемых одной душевой сеткой в различных производствах

Количество работающих, обслуживаемых одной душевой сеткой	Характер производства
7	Производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях, но вызывающие загрязнение одежды, рук и тела (п. I в)
	Производственные процессы, требующие особого санитарного режима для обеспечения качества продукции: связанные с переработкой пищевых продуктов, с производством стерильных материалов (перевязочных), сывороток, вакцин (п.IV а и б)
5	Производственные процессы, проходящие в помещениях с загрязненным воздухом, либо связанные с напряженной физической работой или с выделением вредностей (пп.II б-ж; III)
10	Производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях, с выделением конвекционного тепла (п.II а)
20	Производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях, но вызывающие загрязнение одежды и рук (п.I б)

Умывальники устанавливают в специальных помещениях или в помещениях гардероба.

Количество умывальных кранов в умывальных производственных зданий определяют в зависимости от количества максимально работающих в смену.

Один умывальный кран в различных производствах предназначается на 10—20 человек в зависимости от вида производства.

Количество умывальных кранов в умывальниках для административно-конторского персонала определяют из расчета 40 человек на 1 умывальный кран.

Дополнительные умывальники устанавливают:

1) в помещениях для личной гигиены женщин — из расчета 1 умывальник на 2 восходящих душа;

2) в помещении для кормления грудных детей.

Питьевые фонтанчики размещают в производственных зданиях с таким расчетом, чтобы расстояние от наиболее отдаленного рабочего места до питьевого фонтанчика не превышало 75 *м*.

Таблица 33

Количество унитазов в уборных промышленных зданий

Количество работающих в одной смене	Количество унитазов	
	в женских уборных	в мужских уборных
До 25 человек	1	1
От 26 до 40 »	2	2
» 41 » 55 »	3	3
» 56 » 70 »	4	4
» 71 » 85 »	5	5
» 86 » 100 »	6	5
От 101 до 125 человек	7	6
» 126 » 150 »	8	6
» 151 « 175 »	9	7
» 176 » 200 »	10	7
» 201 » 225 »	11	8
» 226 » 250 »	12	8
» 251 » 275 »	13	9
» 276 » 300 »	14	9
» 301 » 325 »	15	10
» 326 » 350 »	16	10
» 351 » 375 »	17	11
» 376 » 400 »	18	11
» 401 » 425 »	19	12
» 426 » 450 »	20	12
» 451 » 475 »	21	13
» 476 » 500 »	22	13
Более 500 »	22+ по одному унитазу на каждые 40 человек сверх 500	13 + по одному унитазу на каждые 50 человек сверх 500

Полудуши необходимо проектировать на тех производственных процессах, которые выделяют много тепла (особенно лучистого), из расчета 1 полудуш на каждые 15 человек, непосредственно связанных с выполнением этих процессов. Полудуши следует размещать вблизи рабочих мест.

Определение расчетного количества сточной жидкости. Расчетное количество сточной жидкости от отдельных санитарных приборов, а также диаметры и уклоны отводных труб от приборов определяют по табл. 34.

В каждой квартире жилого дома устанавливают четыре следующих санитарных прибора: унитаз с низко- или высокорасполагаемым клозетным бачком, мойку или раковину, ванну и умывальник.

В жилых и общественных зданиях повышенной этажности со значительным числом санитарных приборов диаметры канализационной сети определяют гидравлическим расчетом.

Расчетное секундное количество сточной жидкости определяют так же, как и для водопровода, по эквивалентам. За единицу эк-

Таблица 34

Расчетные данные по отводу воды от санитарных приборов, диаметры и уклоны отводных труб

Наименование санитарных приборов	Эквивалент	Водоотведение, *л/сек*	Диаметр отводной трубы, *мм*	Наименьший уклон отводной трубы
Раковина	1	0,33	50	0,025
Унитаз со сливным бачком	4,5	1,5	100	0,012
То же, с промывным краном	3,6—4,2	1,2—1,4	100	0,012
Писсуар	0,15	0,05	50	0,020
То же, лотковый на 1 *м*	0,18	0,06	—	—
То же, с автоматической промывкой	1,00	0,33	50	0,02
Умывальник (без пробки)	0,2	0,07	40—50	0,02
Мойка на одно отделение	2	0,67	50	0,025
Мойка на два отделения	3	1,0	50	0,025
Ванна	2	0,67	50	0,020
Душ-выпуск через трап	0,6	0,2	50	0,025
Гигиенический душ и бидэ	0,45	0,15	50	0,020
Питьевой фонтанчик	0,10	0,035	25—50	0,01—0,02
Трапы:				
диаметром 50 *мм*	—	—	50	0,025
» 100 »	—	—	100	0,012

Примечание. Нормы водоотведения и коэффициенты неравномерности для технологического оборудования определяют технологическим проектом.

вивалента принимают усредненный расход воды от одной раковины, равный 0,20 *л/сек*.

Расчетное количество сточной жидкости в участках внутренних канализационных сетей жилых и общественных зданий определяют по формуле

$$q_{\text{расч}} = q_{\text{в}} + q_{\text{пр}}, \qquad (52)$$

где $q_{\text{расч}}$ — расчетный расход сточной жидкости, *л/сек*;
$q_{\text{в}}$ — расчетный расход в сети водопровода здания, определяемый по формулам 48 и 49;
$q_{\text{пр}}$ — расчетный расход прибора с максимальной величиной отведения воды, *л/сек*, определяемый по табл. 34.

Расчетный расход хозяйственно-бытовой сточной жидкости в производственных зданиях и бытовых помещениях следует определять по формуле

$$Q = \sum \frac{q_{\text{пр}}\, nP}{100} \ л/сек, \qquad (53)$$

где Q — расчетный расход сточной жидкости, *л/сек*;
$q_{\text{пр}}$ — расчетный расход сточной жидкости одним однотипным санитарным прибором, *л/сек*;
n — количество однотипных санитарных приборов;
P — процент одновременного действия санитарных приборов, который принимают для умывальников 100%, для душей 100%, для унитазов — при количестве установленных унитазов от 3 до 6—25%, от 7 до 10—20%, от 11 до 20—15%, от 21 до 100—10%, свыше 100 — 5%.

Расчетный расход производственных сточных вод надлежит определять по технологической части проекта с учетом режима поступления стоков от оборудования.

Диаметры труб, их уклон, наполнение в трубах и скорость определяют так же, как в трубах наружной сети.

Для проверки пропускной способности пользуются таблицами (см. приложение IV) или графиками, в которых приводят готовые значения q и v для разных диаметров труб и для разных заполнений h/d (где h — высота заполнения).

Глава XIX

КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

§ 59. МЕСТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

Когда производственная сточная жидкость сильно загрязнена, необходимо предусмотреть устройство около соответствующих цехов местных очистных установок. К ним относятся: решетки, песколовки, грязеотстойники, жиро- и бензиноуловители, охладители.

Решетки служат для улавливания из сточной жидкости крупных нерастворимых частиц и предметов. Во внутренней канализации применяют простые плоские съемные решетки со щелями 15—40 *мм* соответственно размерам улавливаемых примесей. Угол наклона решетки принимают в 60—70° к горизонтальной плоскости.

Песколовки (рис. 173) применяют для осаждения из сточной жидкости песка и других минеральных веществ; устанавливают их по возможности вблизи приемников, например около овощемоек в предприятиях общественного питания. Песколовки изготовляют из металла, бетона, железобетона. Скорость протока жидкости через песколовку принимают от 0,10 до 0,30 *м/сек* в зависимости от крупности и удельного веса осаждаемых частиц и типа песколовки.

Продолжительность хранения осадка в песколовках устанавливается не более 2 суток.

Грязеотстойники предназначены для улавливания грязи, песка, бензина и других веществ, засоряющих воду (у гаражей — для пропуска сточных вод после мойки автомашин).

Грязеотстойники представляют собой проточные отстойные резервуары горизонтального типа (рис. 174).

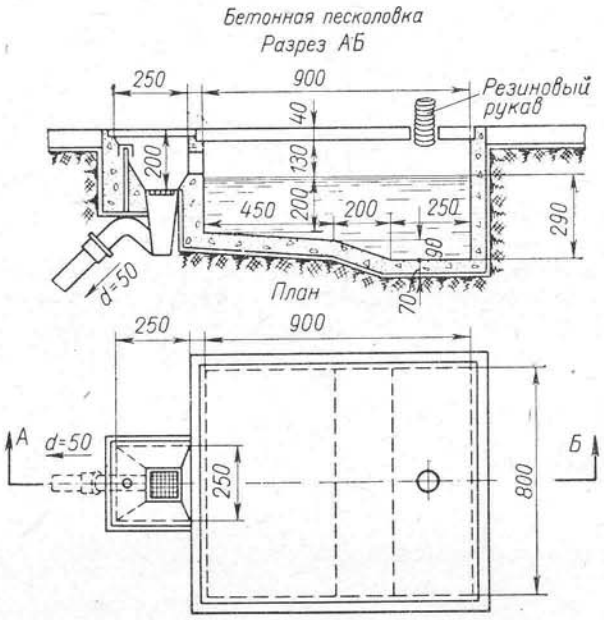


Рис. 173. Песколовки

Количество сточных вод от мойки одной автомашины принимают от 150 до 550 *л* с расходом на каждое моечное место 1 *л/сек*. Продолжительность мойки 10 *мин*, скорость протока 3—5 *мм/сек*. В среднем количество грязи от мытья легковой машины составляет от 2 до 3 *л*, грузовой — от 3 до 4 *л*; удельный вес осадка — 1,5.

Грязеотстойники сооружают бетонные, железобетонные или кирпичные с соответствующим гидроизоляционным покрытием.

Жироуловители (рис. 175) применяют для улавливания жира из сточной жидкости столовых и фабрик-кухонь с целью последующей его утилизации. Поэтому в трубы, обслуживаемые жироуловителем, хозяйственно-бытовая сточная жидкость не должна поступать. Жироуловители устанавливают в подсобных помещениях при условии герметичности жироуловителя и легкого к нему доступа для очистки.

Жироуловители устраивают из бетона, железобетона и кирпича. Емкость жироуловителя принимают не менее 50 *л*.

Наибольшая глубина жидкости в жироуловителе не должна превышать 1 *м* (по данным Академии коммунального хозяйства РСФСР им. К. Д. Памфилова); объем для всплывающей массы должен составлять не менее 25% от полного объема жироуловителя; время пребывания жидкости в жироуловителе следует принимать от 10 до 15 *мин*. Целесообразно сооружать жироуловители емкостью более 300 *л* с продуванием сточных вод воздухом.

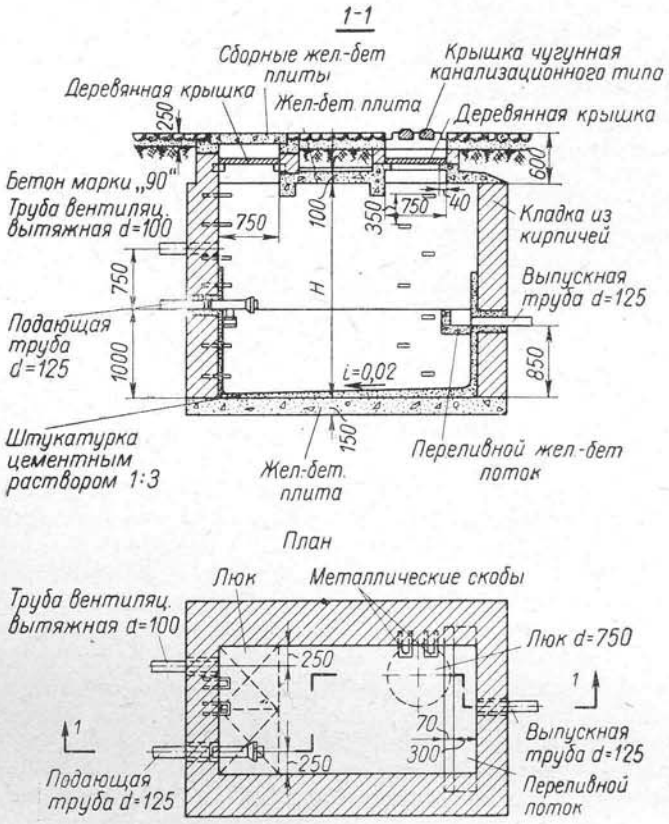


Рис. 174. Грязеотстойник

Бензиноуловители устанавливают вне здания для улавливания бензина, керосина и других горючих жидкостей, содержащихся в сточной жидкости, от гаражей, автостоянок, а также некоторых производственных цехов.

При наличии в сети воспламеняющихся жидкостей создается опасность взрыва. Взрыв происходит при содержании в сточной жидкости бензина или бензола в количестве, равном 1—1,4% от

ее объема. Пары бензола вступают в реакции с газом (метаном), находящимся в канализационной сети, в результате чего образуется легко воспламеняющаяся смесь.

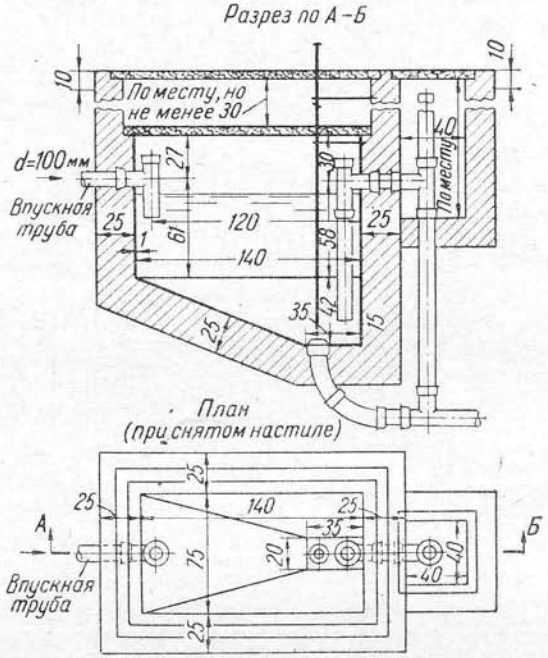


Рис. 175. Жироуловитель системы АКХ РСФСР

Принцип действия бензиноуловителя (рис. 176) заключается в том, что бензин как более легкая жидкость (удельный вес 0,8) по сравнению с водой поднимается вверх и удаляется по трубке.

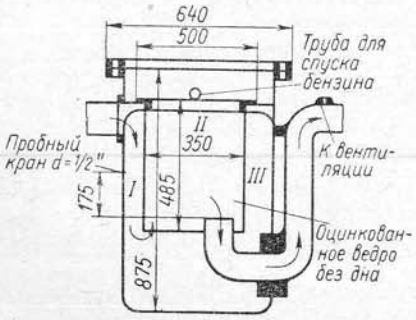


Рис. 176. Бензиноуловитель

Бензиноуловитель размещают вне гаража либо в виде отдельного сооружения, либо в комбинации с грязеотстойником. Бензиноуловители рассчитывают на улавливание до 95% горючих жидкостей из сточной жидкости, проходящей через бензиноуловитель. Объем выделительной камеры, предназначенной для приема сточной жидкости, должен не менее чем в 30 раз превышать максимальный секундный приток сточной

жидкости. Бензиноуловители делают из огнестойких материалов; они должны быть герметичными.

При наличии местных установок нужно прокладывать обводную линию, по которой спускают воду во время очистки установки (по согласованию с санитарным надзором).

Устройство канализации в подтопляемых помещениях. В местностях, периодически затопляемых паводковыми водами, санитарные приборы в первых этажах зданий устанавливают так, чтобы их борты были выше уровня паводковых вод.

Когда санитарные приборы установлены ниже уровня высоких паводковых вод, сточная жидкость из них отводится по обособленной канализационной сети. Поэтому прокладывают две независимые сети: первую, так называемую верхнюю, обслуживающую приборы, установленные в верхних этажах, и вторую, нижнюю — для приборов, которые могут быть затоплены паводковыми водами.

На выпусках (из здания) нижней сети устанавливают в смотровых колодцах задвижки, при помощи которых нижняя сеть выключается на время паводка, и пользование приборами на весь этот период прекращается.

Смотровые колодцы нижней сети имеют двойные чугунные крышки утяжеленной конструкции; нижнюю крышку плотно закрывают и осмаливают.

Если приемники сточной жидкости размещены в подвальных помещениях ниже уровня люка ближайшего смотрового колодца, то может возникнуть опасность затопления помещения сточной жидкостью через приемники при засорении дворовой сети. В этих случаях на трубах, отводящих сточную жидкость от приемников, необходимо установить специальне канализационные задвижки, закрываемые на период ликвидации подпора в наружной сети.

Задвижки размещают в легкодоступных местах. Если отводная труба расположена ниже пола, то задвижку устанавливают в кирпичном или бетонном колодце диаметром не менее 0,7 *м*.

§ 60. ПЕРЕКАЧКА СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ИЗ ЗДАНИЙ

Сточную жидкость перекачивают из зданий в наружную сеть в тех случаях, когда приемники ее находятся ниже уровня труб наружной канализационной сети (например, в глубоких подвалах, станциях метро и других подземных сооружениях). В таких случаях сточную жидкость направляют в сборные резервуары, из которых ее перекачивают насосами или другими водоподъемниками (рис. 177).

Такие сборные резервуары размещают вне зданий.

Резервуары для хозяйственно-бытовой сточной жидкости сооружают бетонные, железобетонные, кирпичные с соответствующей гидроизоляцией. Их оборудуют вытяжной и проточной вентиля-

цией, а также сигнализацией для предупреждения о переполнении резервуара.

Насосы для перекачки сточной жидкости применяют специальных типов — канализационные, кислотоупорные, песковые и другие, в зависимости от состава сточной жидкости.

Необходимо предусматривать установку насосов «под залив», а также автоматическое включение и выключение насосов.

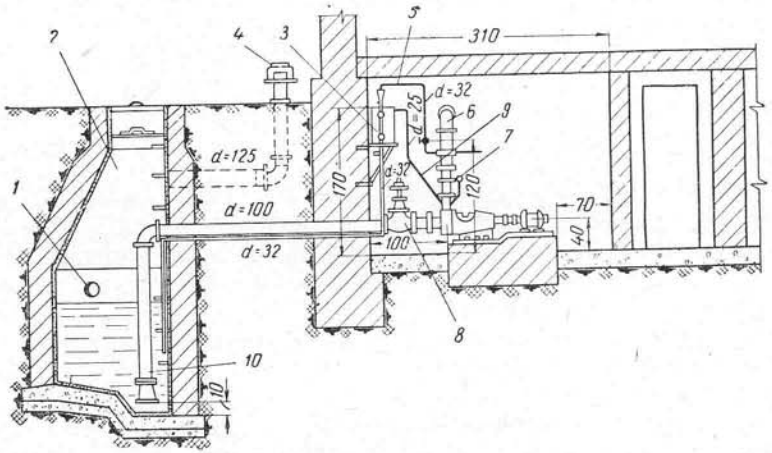


Рис. 177. Насосная для перекачки сточной жидкости:

1 — приток от внутренней канализации; *2* — резервуар; *3* — бачок для заливки насоса; 4 — вентиляция; *5* — труба от водопроводной сети; *6* — напорный трубопровод; *7* — манометр; *8* — задвижка; *9* — намывная труба; *10* — всасывающий трубопровод

Для подъема небольших количеств сточных вод при значительном заглублении отводных канализационных трубопроводов используют пневматические установки.

§ 61. МУСОРОПРОВОДЫ

Кроме жидких отбросов, которые удаляются через санитарные приборы в канализацию, обычно имеются твердые отбросы растительного и животного происхождения: остатки пищи, овощей и фруктов, кости, бумага и др. В среднем на 1 жителя мусора накапливается 0,5 *кг* в сутки. Своевременное удаление мусора необходимо для борьбы с болезнетворными микроорганизмами, возбудителями болезней.

В жилых зданиях высотой 5 этажей и более устраивают мусоропроводы или механизированные установки для мусора. Практически применяют чаще других следующие основные способы удаления мусора: холодные или горячие мусоропроводы, мусородробилки и спуск в канализацию.

Холодные (сухие) мусоропроводы устраивают в стене, выходящей на лестничную клетку, одновременно с ее кладкой в виде вертикального канала (шахты) диаметром 400—500 *мм* из асбестоцементных или железобетонных труб (рис. 178). В верхней части мусоропровод выводят на чердак и оборудуют устройством для вентиляции шахты и приспособлениями для прочистки в случаях, если произойдет засорение шахты, а также и для периодической дезинфекции внутренней поверхности канала.

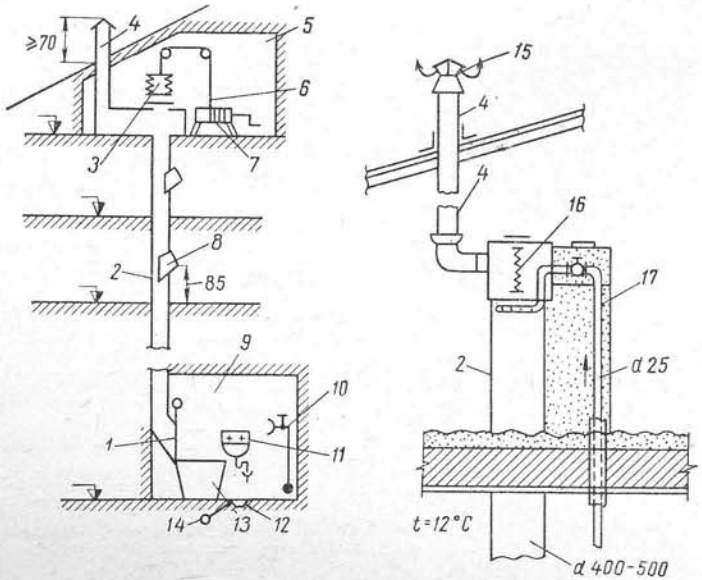


Рис. 178. Схема мусоропровода в зданиях:

1 — затвор (шибер); *2* — ствол $d = 400 \div 500$ *мм*; *3* — ерш; *4* — вентиляция (вытяжка); *5* — верхняя камера; *6* — трос; *7* — лебедка; *8* — приемный клапан; *9* — нижняя камера; *10* — поливочный кран $d = 25$ *мм*; *11* — раковина; *12* — трап; *13* — бункер (сборник) от 0,36 до 1 $м^3$; *14* — в канализацию; *15* — дефектор; *16* — обогреватель; *17* — подача воды

Стволы мусоропроводов нельзя располагать в наружных стенах зданий, так как они неизбежно охлаждаются и промерзают и, кроме того, в них образуется обратная тяга. Мусоропровод следует размещать таким образом, чтобы один ствол его обслуживал не менее двух квартир.

Для сбрасывания мусора в стенке ствола устанавливают герметические мусороприемные клапаны (рис. 179). Их устраивают в виде вращающегося сектора из стали или чугуна с резиновым уплотнением на высоте 0,8—1 *м* от пола до низа клапана. Конструкция клапана исключает поступление запаха и пыли при сбрасывании в шахту мусора; размеры его в пределах 0,2—0,3 *м*.

Внизу канал мусоропровода заканчивается мусороприемной камерой, расположенной в подвале или первом этаже здания с выходной дверью во двор. Минимальные размеры камеры: высота 2,5 *м*, ширина и длина по 1,5—2,0 *м*. Общую площадь камеры следует принимать не менее 3 $м^2$ в первом этаже и не менее 4 $м^2$ в подвале. Объем бункера рассчитывают на трехсуточное количество мусора, хотя бункер очищают ежедневно. Зимой в камере поддерживается температура до 12° при помощи прибора отопления.

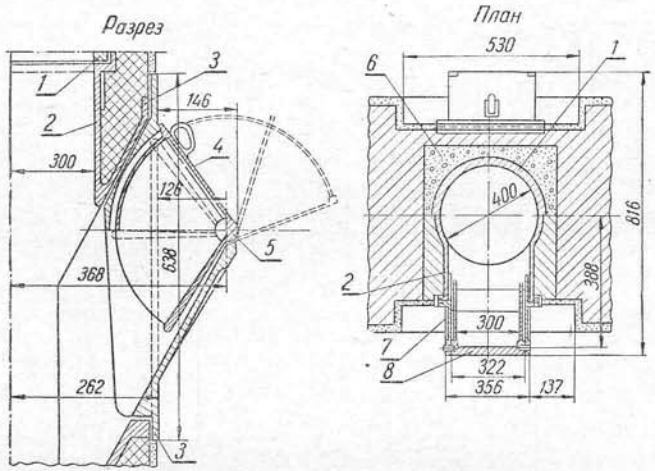


Рис. 179. Приемный клапан мусоропровода:
1 — асбоцементная труба; *2* — чугунный раструб; *3* — прокладка; *4* — резина; *5* — загрузочный клапан; *6* — заполнение кирпичным щебнем на растворе; *7* — коробка клапана; *8* — клапан

Горячий (огневой) мусоропровод, получивший распространение в США, отличается от холодного тем, что мусор из ствола попадает в мусоросжигательную печь, а стволы служат дымоходами для удаления продуктов сгорания. Стволы и мусоросжигательную печь выкладывают из кирпича. Для более интенсивного горения вертикальную решетку ставят так, чтобы воздух, подходящий из поддувала, обтекал горячую массу мусора сбоку и сверху. Ствол вверху переходит в обычную дымовую трубу.

Сжигают мусор один раз в сутки, обычно в ночное время; в остальное время система работает как холодный мусоропровод. При сжигании стволы хорошо дезинфицируются горячими газами, температура которых доходит до 200°. К недостаткам этих систем относится сложность эксплуатации (нужно выводить 30—40% золы и шлака и необходимо добавочное топливо для сжигания мусора). У нас эти мусоропроводы имеют небольшое распространение (в Харькове). Горячие мусоропроводы следует рекомендовать

в лечебных учреждениях, где требуется уничтожение и обеззараживание различных отходов.

Домовые отбросы удаляют путем размельчения их, разбавления водой и сброса в канализацию.

Академией коммунального хозяйства РСФСР установлено, что сплавлять измельченный домовой мусор по сети канализации и обрабатывать его совместно со сточной жидкостью на городских очистных сооружениях вполне возможно и особых затруднений в работе сети и очистных сооружений не создают. Тот же вывод подтверждает ряд работ научно-исследовательских институтов США.

Мусородробилка режущими устройствами может перемалывать мягкие и твердые пищевые отходы.

Расход воды для превращения массы в жижу на 1 *кг* пищевых отходов составляет в среднем 8—10 *л*.

Однако широкого применения мокрые мусоропроводы не получили, так как они недостаточно гигиеничны, при их эксплуатации расходуется много воды и электроэнергии.

Глава XX
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА И КАНАЛИЗАЦИИ

От степени разработки основного документа-проекта зависит выполнение и качество монтажных работ.

Основными задачами проектирования являются следующие: внедрение индустриальных методов производства и механизации строительных процессов; применение типовых и стандартных деталей, конструкций и сооружений; широкое использование новейших видов оборудования; снижение стоимости строительства и сооружений.

§ 62. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТОВ

Проектирование зданий выполняется в 2 стадии:

а) проектное задание со сводным сметно-финансовым расчетом;

б) рабочие чертежи.

С разрешения инстанции, утверждающей задание на проектирование, разрешается проектирование несложных объектов в одну стадию.

Для зданий исключительной сложности при наличии особых условий допускается промежуточная стадия доработки проектного задания.

В проектном задании в общей пояснительной записке дается описание систем внутренних водопроводов и канализаций здания,

приводится сметно-финансовый расчет. Для сложных объектов прикладывают чертежи в виде схем.

В рабочие чертежи входят чертежи всех элементов систем внутренних водопроводов и канализации, принятые предварительно в утвержденном проектном задании. К ним прилагают необходимые гидравлические расчеты, указывают объемы работ и спецификации требуемых материалов.

В состав рабочих чертежей входят следующие проектные материалы:

1) план участка в масштабе 1 : 500 с нанесением красных линий границ застройки, наружных сетей водоснабжения, канализации, их диаметров, глубины заложения колодцев, а также всего подземного хозяйства участка;

2) поэтажные планы зданий в масштабе 1 : 100 с нанесением приборов и оборудования проектируемых сетей и их основных элементов с указанием длин, диаметров и уклонов. Все стояки, пожарные краны, санитарные приборы нумеруются;

3) схемы водопроводных сетей в аксонометрических проекциях с указанием арматуры, диаметров труб и их длины в масштабе 1 : 100. Участки сети нумеруют в соответствии с разбивкой их, принятой при расчете;

4) разрезы по канализационным стоякам в масштабе 1 : 100 по вертикали и 1 : 200 по горизонтали с указанием приборов, отводных линий, фасонных частей и основных отметок заложения выпусков, диаметров трубопроводов и их уклонов;

5) профили самотечных дворовых труб от выпусков зданий до смотровых колодцев дворовой сети, а также профили всех дворовых линий с нивелирными отметками и с указанием глубин колодцев в масштабе 1 : 100 — по вертикали, а по горизонтали — 1 : 500;

6) деталировочные чертежи отдельных узлов, конструкций и установок (насосных установок, резервуаров и пр.) в масштабе 1 : 10—1 : 50;

7) расчетно-пояснительная записка или примечания на чертежах. В записке должны быть указаны расчетные расходы, приведен гидравлический расчет внутренней водопроводной сети, насосных установок, водонапорных баков и других установок; на чертежах должны быть указаны объемы работ, подсчитанные на основе действующих сметных норм, приведена подробная спецификация материалов и оборудования.

Задача проектировщиков — максимально внедрять в проекты санитарно-технические кабины, пространственные блоки — шахты, укрупненные фасонные части заводского изготовления, а также фасонные части из пластмасс и других неметаллических материалов.

На рабочих чертежах нужно показать условные обозначения, причем основные из них (рис. 180) являются обязательными.

Для проектирования необходимы архитектурно-строительные и технологические исходные данные.

К архитектурно-строительным данным относят следующие:

а) генеральный план участка здания или предприятия с горизонталями и указанием наружных сетей, к которым должны быть присоединены водопровод и канализация с нанесением всех колодцев, арматуры, указанием диаметров труб, их уклонов, а также глубины заложения; данные о грунтах и грунтовых водах;

б) планы этажей и разрезы зданий или цехов с размещением

Условные обозначения							
Канализация					Водопровод		
Эскиз			Наименование		Эскиз	Наименование	
			Клозетная чаша фаянсовая			Водомер	
			Бачки смывные			Ручной насос	
			Писсуары			Предохранительный клапан	
			Раковина полукруглая			Обратный клапан	
			Раковина прямоугольная			Задвижка	
			Умывальное корыто			Души	
			Мойка кухонная			Кран-смеситель	
			Умывальник фаянсовый			Пробковый кран	
			Ванна			Вентиль запорный	
			Трап квадратный			Водоразборный кран	
			Трап круглый		ПК	Пожарный кран	
			Смотровой колодец			Водогазопроводная труба стальная	
			Ревизионный колодец			Водопроводная труба чугунная	
			Переходная муфта			Центробежный насос	
		К	Канализационная труба (проектируемая)			Канализационная труба (существующая)	
		Д	Водосточная труба				

Рис. 180. Условные обозначения приборов канализации и водопровода

оборудования, к которому подводится вода, и санитарных приборов;

в) данные гарантийного напора.

К технологическим данным относят: производственное оборудование; требуемое количество воды; напоры перед агрегатами; количество и качество сточной жидкости от оборудования; режим водопотребления и водоотведения; количество смен и число людей, занятых в сменах по цехам, с указанием процента пользующихся душами.

§ 63. УВЯЗКА ПРОЕКТОВ ВОДОПРОВОДА И КАНАЛИЗАЦИИ С АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫМ РЕШЕНИЕМ

При разработке архитектурно-строительной части проекта архитекторы, инженеры-конструкторы и строители должны уделять надлежащее внимание вопросам проектирования систем водоснабжения и канализации, поскольку они заметно влияют на архитектурно-планировочные и конструктивные решения проектируемых зданий.

В связи с этим при строительном проектировании зданий необходимо стремиться к наибольшей компактности санитарных узлов, обеспечивать беспрепятственное прохождение труб через нижележащие помещения.

Архитектору — автору проекта жилого здания — необходимо знать габариты типизированных санитарных узлов и индустриальные методы монтажа типовых элементов.

В строительных чертежах необходимо указать размеры ниш для приборов, борозд и каналов для скрытой прокладки труб, отверстий для пропуска труб в перекрытиях и фундаментах. Отсутствие этих данных нередко приводило в прошлом к ненужным дополнительным работам и переделкам.

Производители работ должны иметь в виду, что отклонения от проектных размеров перегородок, балок и других частей здания могут осложнить монтаж санитарных приборов и сетей труб.

В настоящее время приняты следующие строительные допуски при производстве строительно-монтажных работ:

а) по высоте этажа между отметками чистых полов ± 15 *мм*;

б) отклонение отверстий в перекрытиях от их общей вертикальной оси ± 10 *мм*;

в) отклонение осей перегородок по этажам от общей вертикальной плоскости ± 20 *мм*;

г) для других строительных размеров не более ± 20 *мм*.

Применение типовых элементов санитарно-технического оборудования значительно ускоряет строительные и монтажные работы, повышает их качество и снижает стоимость.

Применять санитарно-технические монтажные блоки можно при типовой планировке помещений уборных, ванных комнат и кухонь, где сосредоточено водопроводно-канализационное оборудование.

Монтаж санитарно-технических устройств в зданиях, подготовку к нему, отдельные этапы и всю работу в целом выполняют в соответствии с утвержденным графиком общестроительных и смежных работ. Следует отметить, что в общей смете строительства стоимость санитарно-технического оборудования составляет не менее 10%, а иногда и доходит до 15% (включая стоимость лифта); для малометражных квартир или лечебных учреждений эта сумма значительно возрастает.

§ 64. ПЛАНИРОВКА САНИТАРНЫХ УЗЛОВ В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

В состав санитарного узла жилого здания обычно входит ванная или умывальная комната, уборная и установка раковины или мойки на кухне.

Уборная в квартирах должна быть размером не менее $0{,}9 \times 1{,}4$—$1{,}5$ *м* при открывании дверей внутрь и $0{,}9 \times 1{,}2$ *м* при открывании их наружу.

Внутренний объем ванных комнат, оборудованных газовыми нагревателями, должен быть не менее 12 $м^3$. При газовых колонках дверь из ванной открывается наружу. В однокомнатных квартирах допускается устанавливать совмещенный санузел, т. е. унитаз в ванной комнате. Вместо ванн иногда устанавливают душевые поддоны; размеры помещения для него примерно такие же, что и для клозета.

Планировка санитарных узлов квартиры должна удовлетворять санитарно-гигиеническим и экономическим требованиям, а также требованиям индустриализации монтажа и удобства эксплуатации. Для этого в первую очередь необходимо размещать санитарный узел так, чтобы можно было присоединить все санитарные приборы к одному канализационному и одному водопроводному стоякам при минимальной длине трубопроводов.

В массовом жилищном строительстве применяют типовые монтажные санитарно-технические блоки и санитарно-технические кабины. Для этого в типовых секциях жилых зданий необходимо обеспечить наиболее целесообразное размещение санитарно-технического оборудования и наилучший его подбор; предусмотреть универсальное расположение трубопроводов для кабин всех конструкций, добиваясь при этом того, чтобы трубные коммуникации были малотрудоемкие в монтаже, легко доступны для осмотра и ремонта и надежны в эксплуатации. Полностью механизировать предварительную сборку трубопроводов и деталей в укрупненные узлы, блоки, санитарно-технические кабины можно только при типовой планировке помещений санузлов.

При планировке санузлов надо учитывать следующее: нежелательно размещать уборную рядом с жилыми комнатами; не устанавливать смывной бачок на стене, отделяющей уборную от жилой комнаты; не допускается располагать кухни, уборные, душевые и ванные над жилыми комнатами. Вентиляцию санитарных узлов и кухни следует предусматривать через отдельные вытяжные каналы. При планировке нужно предусмотреть минимальные раз-

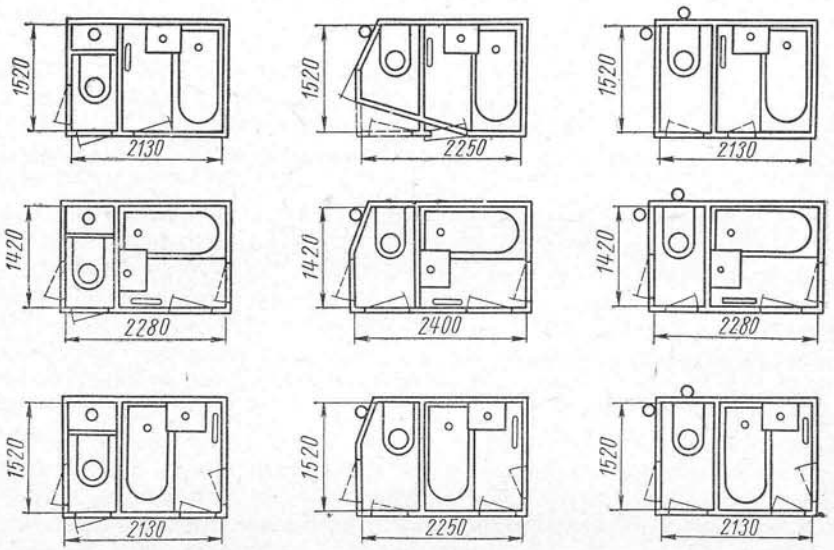


Рис. 181. Варианты типовых планировок санитарных узлов

рывы между приборами, обеспечивающие в то же время удобство пользования ими.

Институтом экспериментального проектирования жилища (рис. 181), а также Моспроектом разработаны типовые планировки санитарных кухонных узлов как раздельные, так и совмещенные.

При проектировании и оборудовании санитарных узлов следует предусматривать встроенные керамические вешалки, подставки для мыльниц и другую гарнитуру.

Санитарные узлы в общественных зданиях размещают, придерживаясь размеров, указанных на чертеже (рис. 182).

В уборных на три очка и более нужен трап (люк) диаметром 100 *мм* для стока воды при мытье пола и стен. На водопроводном стояке на высоте 1,25 *м* от пола устанавливают поливочный кран диаметром 25 *мм* с быстросмыкающейся полугайкой для присоединения резинового шланга с брандспойтом.

Расчетная температура в уборной должна быть в пределах 15°; вентиляцию в них устраивают с искусственным побуждением

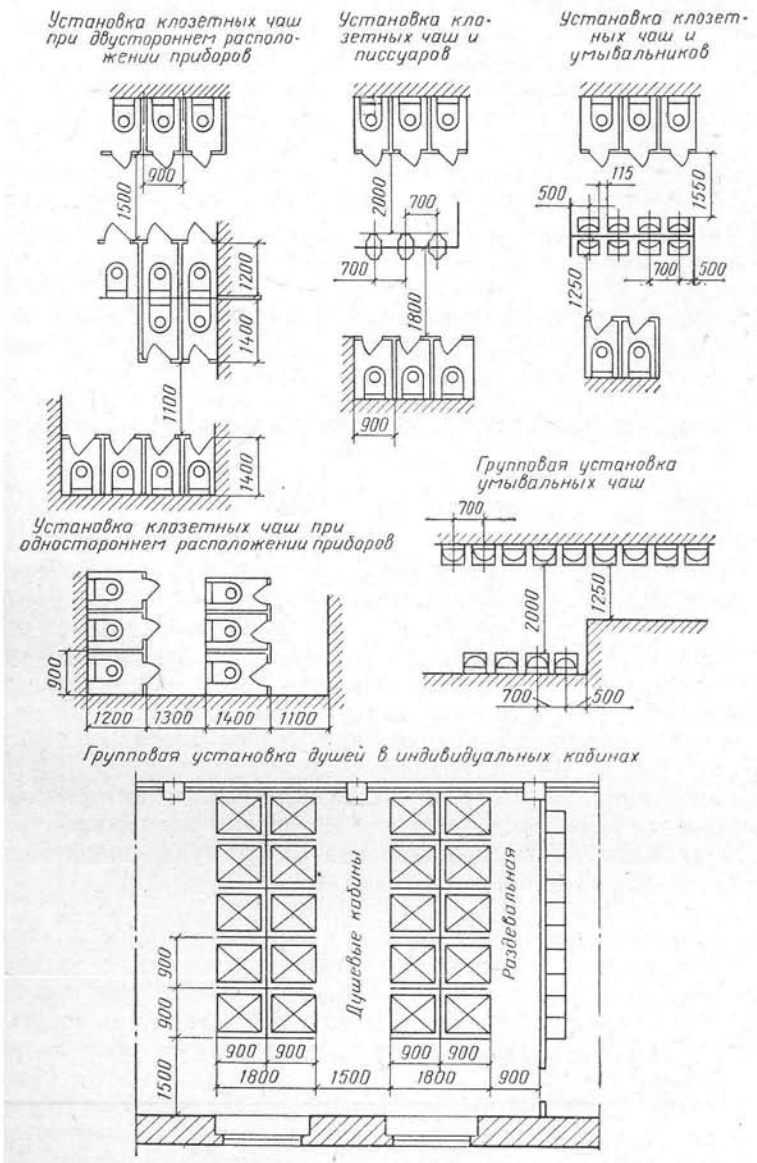


Рис. 182. Схемы расположения санитарных приборов в общественных зданиях и бытовых помещениях предприятий

при обмене воздуха в 50 $м^3$ на очко. Ближе к входу размещают умывальники, затем специальное оборудование.

Групповые души устанавливают в бытовых помещениях производственных предприятий, стадионах, городских душевых павильонах, банях, гостиницах, больницах и санаториях. Размеры кабин принимают равными 0,9×0,9 *м*, ширину прохода между двумя рядами душей — 1,5 *м*, расстояние между кабинами и стеной — 0,9 *м*. При числе душей более пяти гардероб размещают в особом помещении; при этом на одного человека принимается 0,5 *м* скамьи.

Индивидуальные душевые кабины для продолжительного пользования делают размером 1×1 *м*; перед кабиной ставят шкафы для одежды. Смеситель следует устанавливать непосредственно у входа, чтобы можно было пользоваться им, не входя в душевую.

§ 65. ПРОЕКТИРОВАНИЕ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ БЛОКОВ И КАБИН

В настоящее время в связи с массовым строительством крупноблочных и крупнопанельных зданий решают по-новому вопросы индустриализации монтажа санитарно-технических устройств.

В этих целях применяют новое оборудование и укрупненные фасонные части, например унитаз с напольным выпуском под углом 30°, гидравлический затвор под ванной, крестовины и тройники с удлиненными отростками, восьмерики, пятерики, удлиненные ревизии. Благодаря применению таких разноплоскостных фасонных частей уменьшается количество обычных фасонных частей в типовых секциях жилых зданий.

В последние годы созданы различные типы санитарно-технических кабин, которые полностью изготовляют на заводах. Такие кабины являются наиболее рациональными укрупненными элементами санитарно-технических устройств.

При этом отпадает надобность в выполнении на площадке различных строительных и монтажных работ — в устройстве перегородок, полов, дверей и фрамуг в уборной и ванной, в установке санитарных приборов и облицовке стен плиткой. Строители должны лишь с помощью специальных траверс за петли, приваренные к закладным деталям, поставить на предназначенное место санитарную кабину.

Экономические расчеты показывают, что по сравнению с существующими методами устройства уборных и ванн (с помощью санитарно-монтажных блоков) применение санитарных кабин уменьшает трудовые затраты на строительстве и соответственно сокращает сроки возведения зданий. Заводское изготовление полностью готовых кабин обеспечивает резкое повышение качества строительства и благоустройства жилищ.

Перевозка санитарных кабин на монтажные площадки производится на трайлерах, а установка — с помощью кранов. Санитарная кабина оборудуется электроосвещением, зеркалом, мыльницей, полочками и тому подобной гарнитурой. После установки узла на место остается лишь произвести стыкование стояков водогазоснабжения и канализации, а также вентиляционных каналов.

Для размещения стояков канализации, горячего и холодного водоснабжения оставлена монтажная шахта, в которую можно попасть из уборной через специальную дверцу.

По сравнению с санитарно-техническими блоками санитарные кабины имеют следующие преимущества:

а) все трубопроводы санитарной кабины, будучи незаделанны-

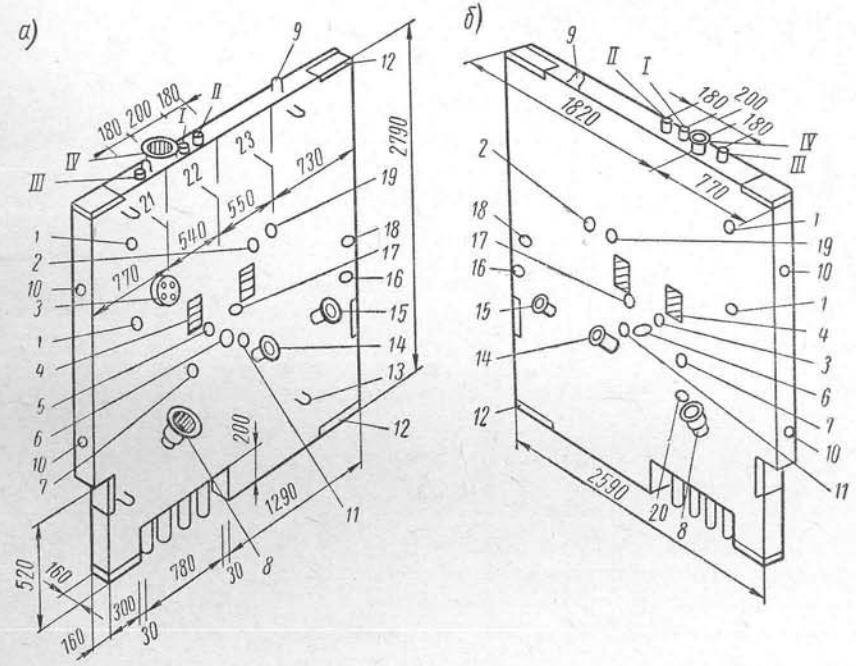


Рис. 183. Санитарно-технический блок:

а — правый фасад; *б* — левый фасад блока; *I* — стояк холодной воды; *II* — стояк горячей воды; *III* — циркуляционный стояк горячей воды; *IV* — канализационный стояк; *1* — присоединение полотенцесушителя; *2* — подводка холодной воды к смесителю; *3* — ревизия; *4* — деревянная пробка для крепления умывальника; *5* — подводка к запорному вентилю горячей воды; *6* — присоединение выпуска от умывальника; *7* — подводка к запорному вентилю холодной воды и бачку унитаза; *8* — присоединение выпуска от унитаза; *9* — петля для подъема блока при монтаже; *10*—деревянная пробка для крепления дверной коробки; *11* —присоединение разводки холодной воды; *12*—закладная пластина для сварки; *13*—петля для подъема блока из опалубки; *14* — присоединение выпуска от ванны; *15* — присоединение выпуска от мойки; *16* — подводка холодной воды к смесителю мойки; *17* — подводка к запорному вентилю холодной воды; *18* — подводка горячей воды к смесителю мойки; *19*—подводка горячей воды к смесителю; *20* — подводка холодной воды к бачку унитаза; *21* — ось унитаза; *22* — ось умывальника; *23* — ось ванны

ми в бетон, остаются доступными для ремонта во время эксплуатации;

б) нет надобности в установке в таких квартирах ванной, унитаза, умывальника и соответствующей арматуры. Повышается индустриальность монтажа;

в) с применением готовых санитарных кабин одновременно монтируется вентиляция кухонь, уборных и ванн.

В настоящее время применяется несколько типов санитарно-технических кабин, различающихся по планировке, конструкции ограждающих поверхностей и по весу.

По конструкции ограждающих стен кабины можно разделить на массивные и облегченные.

К кабинам с массивными стенами относят карамзитобетонные и из прокатных панелей; к облегченным — асбестоцементные, древесностружечные, гипсоволокнистые и др.

К перспективным конструкциям кабин можно отнести следующие: кабины со стенами из крупноразмерных асбестоцементных листов; кабины со стенами из прокатных гипсобетонных панелей; тонкостенные железобетонные или гипсобетонные кабины; кабины из водостойких древесностружечных плит, облицованных пластмассовой пленкой или эмалированных.

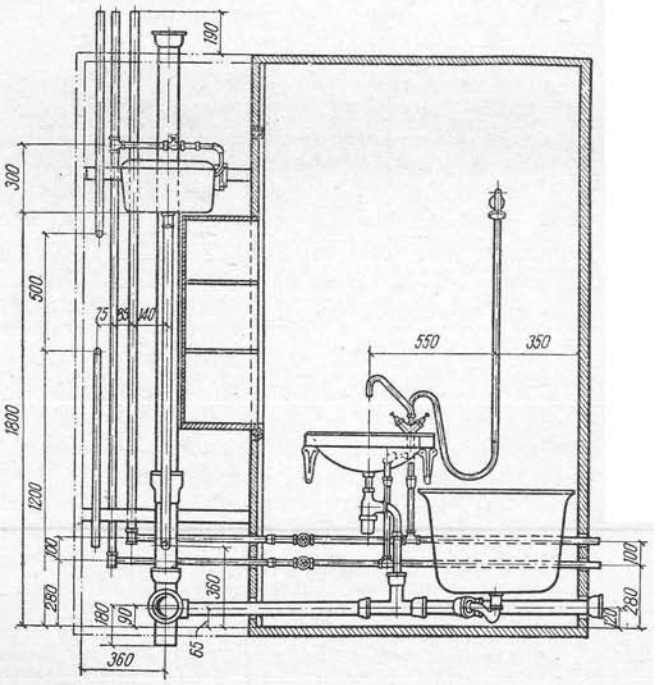


Рис. 184. Санитарно-техническая кабина (разрез)

Планировочная схема кабины зависит от типа санитарного оборудования, размера санузла (совмещенный или разобщенный), местоположения кабины в плане квартиры, типа перекрытий.

Санитарно-технические блоки (рис. 183) собирают из унифицированных элементов ограждающих конструкций, узлов трубопроводов.

Конструкции санитарно-технических кабин, применяемых в настоящее время в сборном строительстве, имеют много унифицированных вариантов. На рис. 184 изображена сборно-монолитная конструкция объемной санитарной кабины. В комплект ее оборудования входит ванна размером 1500×700 *мм*, унитаз с косым выпуском и высокорасполагаемым бачком, умывальник размером 560×420 *мм*, настольный смеситель, единый для ванны и умывальника, полотенцесушитель, присоединенный к системе отопления или горячего водоснабжения.

Имеющаяся в кабине монтажная шахта размером 400×750 *мм* позволяет вести монтаж на строительстве с двух сторон, не заходя внутрь кабины. В связи с этим описываемый тип кабины пригоден для двух вариантов примыкания к несущей стене.

Кроме того, в шахтах указанного размера можно расположить туалетный шкафчик.

Глава XXI

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАРУЖНОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

Канализационная сеть является одной из составных частей канализационных сооружений. Стоимость сети часто составляет 60—70% стоимости всей системы канализации, а поэтому расчету ее, проектированию и устройству уделяется особое внимание.

Наши советские ученые академик Н. Н. Павловский, профессора Н. Ф. Федоров, Б. О. Ботук, С. В. Яковлев и другие внесли большой вклад в дело разработки вопросов гидравлики канализационной сети, создание методов и приемов расчета, правильного проектирования сети, уменьшения стоимости ее.

Основные данные. Для проектирования канализации необходимо иметь следующие основные материалы и данные:

1) утвержденный проект планировки канализуемого объекта со схемой планировки территории в масштабе 1 : 10 000 — 1 : 5000 для городов и поселков и 1 : 2000—1 : 500 для промышленных предприятий с горизонталями через 0,5 — 1,0 *м*;

2) данные о количестве сточной жидкости и режиме ее стока;

3) сведения о водоемах, находящихся вблизи канализуемого объекта (расходы, уровни и состав воды);

4) геологические и гидрогеологические данные о верхних слоях грунтов;

5) сведения о количестве атмосферных осадков.

При проектировании канализационной сети решают следующие задачи: определяют бассейны канализования; намечают трассировку сети; определяют и назначают начальную глубину заложения труб; определяют расчетные расходы для расчетных участков сети; производят гидравлический расчет и конструирование сети; составляют продольные профили; проектируют сооружения на канализационной сети (насосные станции перекачки, смотровые колодцы).

В качестве руководящих материалов при проектировании канализации используют «Строительные нормы и правила», часть II, раздел Г, глава 6 (СНиП II-Г. 6-62), в которых содержатся нормативные материалы по стадиям проектирования, выбору системы канализации, выбору и определению размеров канализационных сооружений, определению расчетных расходов сточных вод, гидравлический расчет канализационных сетей, технологический расчет очистных сооружений и др.

Канализационные сооружения должны обеспечивать обработку расчетного количества сточной жидкости (расхода), которая будет поступать в канализацию к концу расчетного периода.

Расчетным периодом действия канализации называют промежуток времени, в течение которого проектируемые сооружения канализации будут пропускать расход, на который они рассчитаны без необходимости их реконструкции и расширения.

Расчетные периоды назначают на основе перспективного проекта планировки канализуемого объекта с учетом очередности его строительства. Для городов этот период определяется в 20 — 25 лет, а для промышленных предприятий он равен сроку, когда они вступят в работу на полную производительность.

Поэтому строительство канализационных сооружений осуществляют по очередям, причем начинают с наиболее ответственных сооружений, обеспечивающих отвод всей сточной жидкости от капитальных многоэтажных зданий. В первую очередь надо строить сеть в тех районах, где имеются капитальные многоэтажные здания, от которых поступает наибольшее количество сточной жидкости.

Исходными материалами для разработки проекта канализации города и промышленного предприятия служат соответственно проект планировки города и генеральный план предприятия, учитывающие перспективы их развития.

Для канализуемого города или поселка нужно знать расчетную численность населения. Эта величина зависит от плотности населения, от этажности зданий и плотности застройки. Плотностью населения района называют число жителей, приходящихся на 1 *га* площади кварталов (за вычетом площади улиц).

Зная плотность населения P *чел/га* и площадь кварталов S при заданной степени благоустройства, находят расчетное население N (человек):

$$N = PS.$$

Плотность населения в среднем на 1 *га* можно принимать: в районах многоэтажной застройки (5—9 этажей) — 300—500 человек, в районах малоэтажной застройки (2—3 этажа) — 200—300 человек, в районах индивидуальной застройки — 50—100 человек.

§ 66. ТРАССИРОВКА СЕТИ

Под трассировкой канализационной сети понимают определение месторасположения уличных сборных коллекторов в плане. Основная задача при трассировке сети заключается в том, чтобы наибольшее количество сточной жидкости отводилось по трубам и каналам самотеком.

Рациональная трассировка сетей по улицам и проездам города является предпосылкой их экономичности. Трассировке предшествует разбивка канализуемого города на бассейны стока и канализования.

Бассейны канализования определяются границами территорий районов города, обслуживаемых единой системой самотечных коллекторов. При этом устанавливают общую схему расположения коллекторов для различных бассейнов, определяют место расположения насосных станций. Границы бассейнов наносят на план населенного пункта с горизонталями.

Трассировка сети зависит от большого числа факторов. Так, при трассировке сети необходимо учитывать: а) рельеф местности для уменьшения глубины заложения труб и отвода сточных вод самотеком; б) местоположение очистных сооружений; в) намеченное место выпуска сточной жидкости в водоем: г) принятую систему канализации; д) характер застройки кварталов; е) очередность строительства.

Канализационную сеть, обслуживающую бассейн, трассируют по направлению от водоразделов к тальвегам. Обычно уличные коллекторы проектируют перпендикулярно горизонталям местности в направлении к пониженным местам бассейнов. Главные коллекторы направляют вдоль берегов рек, по долинам, если возможен спуск в них сточных вод от уличных (боковых) коллекторов. По главному коллектору сточная жидкость отводится за пределы канализуемого объекта.

Канализационную сеть укладывают с соответствующим уклоном так, чтобы сточная жидкость самотеком направлялась к очистным сооружениям (рис. 185). Для городов с плоским рельефом трассировка канализационной сети значительно сложнее, так как даже при малой длине канализационной линии получается боль-

шое заглубление ее, что в свою очередь вызывает необходимость устройства районных станций перекачки.

В нормальных грунтовых условиях наибольшая глубина заложения канализационной сети допускается до 7—8 *м* при производстве работ открытыми траншеями. Поэтому при заглублении коллектора, приближающемся к 7—8 *м*, следует ставить районную

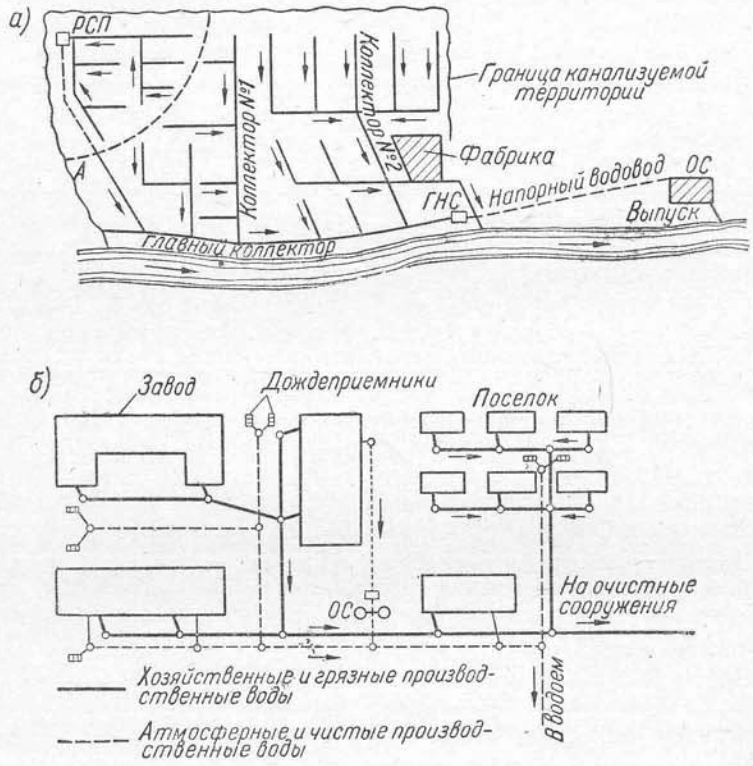


Рис. 185. Канализация города и промпредприятия:
а — города; *б* — промышленного предприятия с поселком; *ГНС* — главная насосная станция; *РСП* — районная станция перекачки; *ОС* — очистные сооружения

насосную станцию и перекачивать воду в следующий колодец, откуда канализационная линия начнется с минимальной допустимой глубиной заложения.

На рис. 186 приведены простейшие типовые схемы канализационной сети, устраиваемые в различных сочетаниях.

Применить в чистом виде каждую из приведенных схем не всегда возможно; поэтому часто приходится прибегать к смешанным схемам канализации, комбинируя их в зависимости от местных условий и рельефа местности.

Глубину заложения канализационных труб по экономическим соображениям следует принимать по возможности наименьшей.

Наименьшую глубину канализационных труб рекомендуется определять на основании опыта работы канализации, находящейся в данном районе или в аналогичных условиях. Уменьшать глубину заложения лотка труб против принятой в данном районе допускается при утеплении труб или при температуре сточных вод, исключающей необходимость утепления труб.

При отсутствии опыта эксплуатации для данных местных условий наименьшую глубину заложения лотка допускается принимать для труб диаметром до 500 *мм* — на 0,3 *м*, а для больших труб — на 0,5 *м* менее наибольшей глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 *м* до верха трубы, считая от планировочной отметки. Трубопроводы, заложенные на глубине менее 0,7 *м*, считая до верха их, должны быть предохранены от возможного повреждения наземным транспортом.

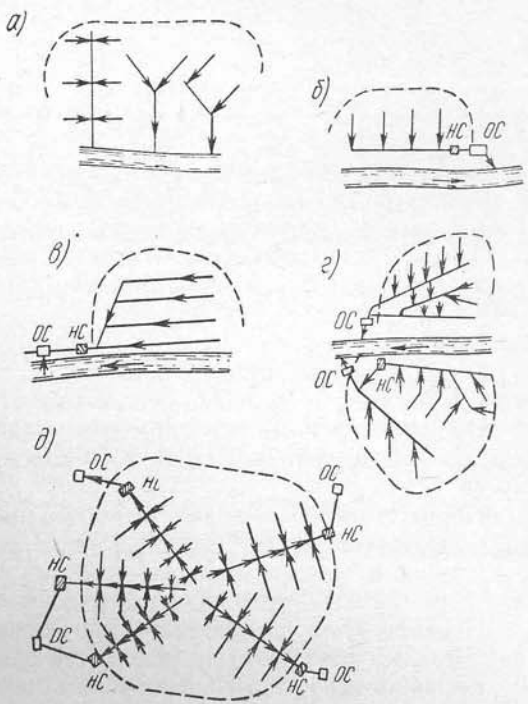


Рис. 186. Схемы канализационной сети:
а — перпендикулярная; *б* — пересеченная; *в* — веерная, или параллельная; *г* — зонная, или поясная; *д* — радиальная, или децентрализованная

Глубина заложения труб уличной сети во многом зависит от так называемых диктующих точек — низких мест в пределах канализуемого района. Эти точки определяют начальную глубину заложения канализационных труб. В данном районе глубина заложения наружной сети зависит также от глубины заложения дворовой и внутриквартальной сети и определяется по формуле

$$H = h + il + z + \Delta d, \qquad (54)$$

где H — глубина заложения лотка уличной трубы (коллектора):
h — глубина заложения лотка в начальном колодце дворовой сети;

i — принятый уклон дворовой сети;
l — расстояние от начального колодца дворовой или внутриквартальной сети до колодца уличной сети;
z — разница в отметках поверхности земли у верхнего колодца дворовой сети и у колодца уличной трубы;
Δd — разница в диаметрах уличной и дворовой сети у места их соединений.

§ 67. НОРМЫ ОТВЕДЕНИЯ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ И РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ

Норму отведения сточных вод, т. е. среднесуточное количество сточной жидкости, приходящейся на 1 жителя, пользующегося канализацией, принимают равной норме потребления воды. Ее определяют в зависимости от степени оборудования зданий внутренними санитарно-техническими устройствами. Эти нормы приведены в табл. 1.

В нормы отведения воды входят все виды ее расхода (расход на бани, прачечные, школы, столовые, учреждения и пр.), за исключением расхода на поливку улиц и зеленых насаждений.

Производственные предприятия направляют в канализацию как производственную, так и хозяйственно-бытовую сточные жидкости.

Нормы отведения хозяйственно-бытовой сточной жидкости на промышленных предприятиях приведены в табл. 2.

Нормы отведения производственной сточной жидкости определяют по данным технологического проекта.

Неравномерность притока сточной жидкости учитывают путем введения коэффициента неравномерности.

Неравномерность отвода сточной жидкости учитывают суточным коэффициентом неравномерности $K_{сут}$ (отношение максимального суточного расхода сточной жидкости к среднесуточному расходу) и часовым коэффициентом неравномерности $K_{час}$ (отношение максимального часового расхода к среднечасовому расходу сточной жидкости в сутки с максимальным водоотведением).

Определение расчетных расходов сточной жидкости. Расчетным расходом называют то количество сточной жидкости, на которое должны быть рассчитаны канализационные сооружения, в том числе и канализационная сеть.

При определении расчетного расхода хозяйственно-бытовых сточных вод следует пользоваться общим коэффициентом неравномерности, приведенным в табл. 35.

Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод для расчета канализационной сети принимают в зависимости от среднего расхода также согласно табл. 35.

Таблица 35

Средний расход сточной жидкости, *л/сек*	5	15	30	50	100	200	500	800	1250 и более
Общий коэффициент неравномерности притока . .	2,2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,25	1,2	1,15

Примечание. При промежуточных значениях расхода сточных вод коэффициент неравномерности определяется интерполяцией.

Среднесуточное расчетное количество бытовой сточной жидкости определяют по формуле

$$Q_{ср.\ сут} = \frac{Nq_i}{1000}\ м^3. \qquad (55)$$

Канализационную сеть рассчитывают на максимальный секундный расход $Q_{макс.сек}$ по формуле

$$Q_{макс.\ сек} = \frac{Nq_i K_{сут} K_{час}}{86\,400}, \qquad (56)$$

где N — расчетное население;
q_i — норма отведения воды на 1 жителя, *л/сут*, пользующегося канализацией;
$K_{сут}$ — коэффициент суточной неравномерности;
$K_{час}$ — коэффициент часовой неравномерности.

Расчетные расходы производственных сточных вод промышленных предприятий принимают по техническому проекту с учетом технологического процесса.

Хозяйственно-фекальные и душевые сточные воды промышленных предприятий определяют по соответствующим нормам (см. § 3).

Расчетный расход сточной жидкости в *л/сек*, который приходится на 1 *га* канализуемой территории, называют модулем стока. Величину его определяют по формуле

$$Q_{уд} = \frac{q_i P}{86\,400}\ л/сек, \qquad (57)$$

где P — плотность населения на 1 *га*;
q_i — норма отведения жидкости на 1 жителя, *л/сут*.

Модуль стока определяют для каждого квартала, отличающегося от другого по плотности населения и норме водоотведения. Записи по определению расчетных расходов вносят в таблицу по форме, приведенной в табл. 36.

Таблица 36

Определение расчетного расхода бытовых сточных вод по модулю стока

№ квартала	Площадь квартала F, *га*	Модуль стока, *л/сек* на 1 *га*	Средний секундный расход, *л/сек*	Общий коэффициент неравномерности	Расчетный расход, *л/сек*
3	2,1	$q_0=\frac{q_1 P}{86\,400}$	$q_{ср.сек}=q_0 F$	$K_{общ}=K_{сут}K_{час}$	$q_{рас}=q_{ср.сек}K_{общ}$

§ 68. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТИ

Для гидравлического расчета канализационных лотков, труб и каналов применяют формулы установившегося и равномерного движения:

$$Q=\omega v, \tag{58}$$

$$v=C\sqrt{Ri}, \tag{59}$$

где Q — расход сточной жидкости, *м³/сек*;
ω — площадь живого сечения потока, *м²*;
v — скорость течения сточной жидкости, *м/сек*;
R — гидравлический радиус сечения, равный $\frac{\omega}{P}$, т. е. отношение площади живого сечения к смачиваемому периметру, *м*;
i — гидравлический уклон, принимаемый равным уклону трубы, т. е. разности отметок лотка труб в начале и в конце к длине участка;
C — коэффициент, учитывающий шероховатость стенок труб.

Гидравлический расчет следует производить по формулам турбулентного движения, учитывающим различную степень турбулентности потока в зависимости от скорости движения сточной жидкости.

При квадратичном режиме турбулентного движения можно пользоваться формулой Н. Н. Павловского

$$C=\frac{1}{n}R^y, \tag{60}$$

где n — коэффициент шероховатости;
y — переменный показатель степени, зависящий от шероховатости труб n, формы и размеров каналов (или гидравлического радиуса).

Коэффициент n принимают в зависимости от материала труб.

Для облегчения техники расчета по этой формуле составлены таблицы.

Формулу (59) можно представить в виде

$$i=\frac{\lambda}{\Delta R}\cdot\frac{v^2}{2g}, \tag{61}$$

где λ — коэффициент сопротивления трения по длине;
g — ускорения силы тяжести, *м/сек²*.

Коэффициент сопротивления трения по длине λ определяют по формуле, учитывающей различную степень турбулентности потока (СНиП II-Г. 6-62):

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}}=-2\lg\left(\frac{\Delta_э}{13{,}68R}+\frac{a_2}{Re}\right), \tag{62}$$

где Re — число Рейнольдса;
R — гидравлический радиус, *см*;
$\Delta_э$ — эквивалентная шероховатость, *см*;
a_2 — безразмерный коэффициент, учитывающий характер шероховатости труб.

Значение $\Delta_э$ и a_2 для труб из разных материалов принимают по табл. 12 (СНиП II-Г. 6-62).

Для облегчения техники расчета по этой формуле также составлены специальные таблицы*. Структура таблиц для гидравлического расчета очень проста.

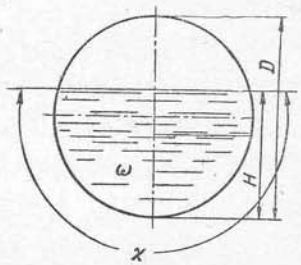


Рис. 187. Заполнение канализационных труб круглого сечения

При гидравлическом расчете канализационных труб по таблицам можно найти пропускную способность Q, *л/сек*, и соответствующую скорость течения v, *м/сек*, для разных уклонов и наполнений труб. Например, для пропуска расхода $Q=23{,}7$ *л/сек* при имеющемся уклоне 0,004 труба диаметром 250 *мм* будет обеспечивать пропуск данного расхода сточной жидкости при нормальной величине наполнения $h=0{,}6\,d$ и скорости $v=0{,}77$ *м/сек*.

Наполнением называют отношение расчетного слоя воды в трубе (h) к диаметру трубы (рис. 187).

Сети хозяйственно-бытовой канализации рассчитывают на неполное заполнение труб. Свободное пространство над жидкостью требуется для вентиляции канализационных сетей и удаления образующихся в результате органических веществ вредных газов,

* А. А. Лукиных и Н. А. Лукиных. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров. Госстройиздат, 1956.

Н. Ф. Федоров, Л. Е. Волков. Гидравлический расчет канализационных сетей. Стройиздат, 1968.

а также для возможного кратковременного повышения уровня жидкости.

Рекомендуется принимать расчетные наполнения для труб и каналов в следующей зависимости от диаметра труб:

150—300 *мм*—	не	более	0,6	диаметра	трубы
350—450 *мм*—	»	»	0,7	»	»
500—900 *мм*—	»	»	0,75	»	»
более 900 *мм*—	»	»	0,8	»	»

Полное наполнение труб допускается для водостоков, в общесплавной канализации, а также для душевых и банно-прачечных вод и при кратковременных сбросах прочих сточных вод.

Расчет канализационной сети производят по средней или так называемой самоочищающей скорости.

Под самоочищающей скоростью понимают ту минимальную среднюю скорость движения сточной жидкости по трубам, когда при максимальном расчетном отводе жидкости в ней не выпадают взвешенные частицы и происходит смывание ранее осевших в трубе частиц при минимальном отводе.

При расчетном наполнении труб сети бытовой канализации скорости следует принимать:

для	труб	диаметром	150— 250 *мм*	—0,7	*м/сек*
»	»	»	300— 400 *мм*	—0,8	»
»	»	»	450— 500 *мм*	—0,9	»
»	»	»	600— 800 *мм*	—0,95	»
»	»	»	900—1200 *мм*	—1,15	»

Наибольшую расчетную скорость для металлических труб принимают равной 10 *м/сек*, для неметаллических труб — 5 *м/сек*.

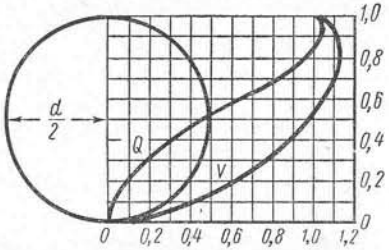


Рис. 188. График зависимости скоростей и расходов сточных вод от степени наполнения

Скорость в трубах малых диаметров при малых количествах сточной жидкости, при расчете сети, может получиться меньше самоочищающей скорости. В таких случаях необходимо предусмотреть устройства для систематической промывки труб.

Для проверки пропускной способности также пользуются таблицами или графиками, в которых приводятся значение q и v для разных диаметров труб d и для разных наполнений —h/d.

На рис. 188 приведены кривые изменения скоростей и расходов в трубах круглого сечения в зависимости от степени наполнения. По оси абсцисс отложены величины скоростей v и расходов q, выраженных в долях от скорости и расхода при полном наполнении, а по оси ординат — наполнение коллектора.

Из рис. 188 видно, что с увеличением наполнения трубы

скорость возрастает соответственно увеличению гидравлического радиуса.

Для нахождения q пользуются графиком, показывающим зависимость между v, q и h/d.

§ 69. ПРИМЕР РАСЧЕТА НАРУЖНОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

Требуется произвести гидравлический расчет главного коллектора (участка *1—6*), трасса которого показана на рис. 189 при следующих данных:

1) плотность населения $p = 350$ человек на 1 *га*;

2) среднесуточная норма водоотведения 200 *л/сут*;

3) расчетный сосредоточенный расход сточной жидкости от фабрики с учетом коэффициента неравномерности составляет 10 *л/сек*;

4) начальная глубина заложения дворовой сети принята с учетом промерзания 1,8 *м* равной 1,5 *м* (до лотка);

5) в точке *2* сеть принимает сосредоточенный расход 3,6 *л/сек*.

Р е ш е н и е. Для определения количества сточной жидкости каждый квартал поселка разбиваем на участки стока (*а*, *б*, *в*, *г*). Далее определяем площади этих участков, а также вычисляем удельный расход с 1 *га*:

$$q_{уд} = \frac{200 \cdot 350}{86\,400} = 0{,}81 \ л/сек.$$

Расчетные расходы сточных вод с площадей стока определяем умножением удельного расхода на площадь стока.

Путевой расход участка находим суммированием расходов с отдельных площадей, прилегающих к расчетному участку.

Расчетные участки могут иметь транзитный расход, поступающий из вышележащих участков, и боковой, поступающий от присоединения сети. Данные расчета наружной канализации сведены в табл. 37.

Таблица 37

Ведомость расчетных расходов коллектора № 1

№ расчетн. участков	№ кварталов	Попутный и боковой расходы: F, *га*	q_0, *л/сек*	Q, *л/сек*	Транзитный Q, *л/сек*	Итого $Q_{ср}$ *л/сек*	$K_{общ}$	Расч. расх. бытов. сточн. вод	Соср. расх. от пром., *л/сек*	Расчетн. расход Q, *л/сек*
1—2	1а	0,36	0,81	0,29	—	0,29	2,2	0,6	—	0,6
2—3	1г, 2б	1,32	0,81	1,07	0,29	1,36	2,2	3,0	—	3,0
3—4	1б, 1в, 3а 4а, 2в	2,12	0,81	1,72	1,36	3,08	2,2	6,8	—	6,8
4—5	2а, 2г, 4г	2,29	0,81	1,85	3,08	4,93	2,2	10,9	10	20,9
5—6	3б, 3в, 3г 4б, 4в	4,51	0,81	3,66	4,93	8,59	2,2	18,9	10	28,9

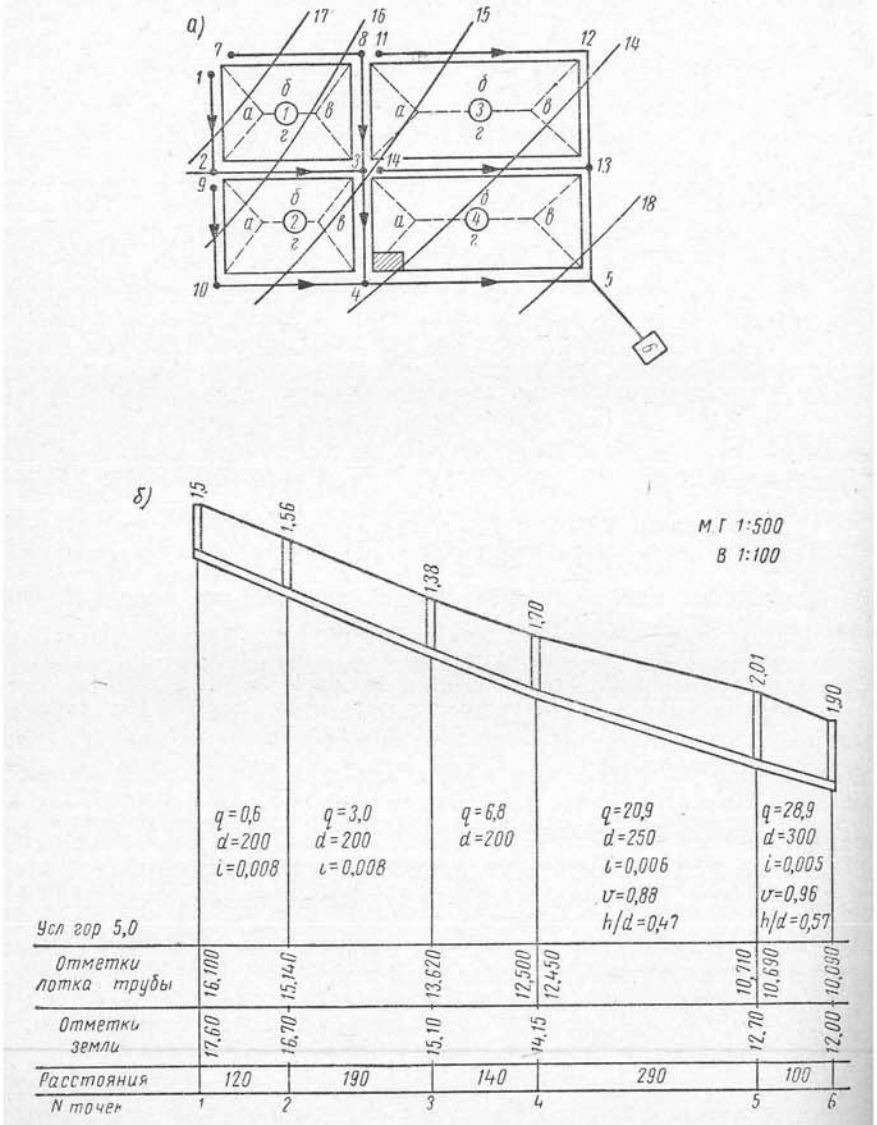


Рис. 189. Схема канализационной сети группы кварталов (*а*) и ее профиль (*б*)

Коэффициенты общей неравномерности ($K_{общ}$) приняты согласно СНиП II-Г. 6-62. Гидравлический расчет производим по таблицам Н. Ф. Федорова. Данные расчета сведены в табл. 38. по которым составлен профиль канализационной сети (рис. 189, *б*).

Таблица 38

Данные расчета хозяйственно-бытовой канализационной сети

№ участков сети	Расчетный расход Q, л/сек	Длина участка L, м	Диаметр D, мм	Уклон I	Скорость υ, м/сек	Наполнение		Падение уклона, м
						$\frac{h}{d}$	h	
1—2	0,6	120	200	0,008	—	—	—	0,96
2—3	3,0	190	200	0,008	—	—	—	1,52
3—4	6,8	140	200	0,008	—	—	—	1,12
4—5	20,9	290	250	0,006	0,88	0,47	0,12	1,74
5—6	28,9	100	300	0,006	0,96	0,57	0,14	0,60

Продолжение табл. 38

Отметки земли		Отметки поверхности воды		Отметки лотка		Заглубление	
начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
17,60	16,70	—	—	16,100	15,140	1,50	1,56
16,70	15,10	—	—	15,140	13,620	1,56	1,38
15,10	14,15	—	—	13,620	12,500	1,38	1,65
14,15	12,70	12,570	10,830	12,450	10,710	1,70	1,99
12,70	12,00	10,830	10,230	10,690	10,090	2,01	1,91

Глава XXII

КАНАЛИЗАЦИОННАЯ СЕТЬ И ЕЕ УСТРОЙСТВО

§ 70. ТРУБЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ СЕТИ

Трубы, применяемые для прокладки канализационной сети, должны быть непроницаемыми для жидкости и газов, достаточно гладкими, устойчивыми против коррозии, а также против влияния высоких температур. Такие же требования предъявляют и к стыковым соединениям труб.

Для самотечной канализационной сети применяют керамические, асбестоцементные, железобетонные и пластмассовые трубы. Закрытые каналы любой формы поперечного сечения собирают из

заранее изготовленных железобетонных элементов или керамических блоков. Для напорной сети канализации, а также для прокладки дюкеров применяют чугунные, стальные, железобетонные и асбестоцементные трубы.

Керамические раструбные трубы широко применяют в канализации; их изготовляют диаметрами от 125 до 600 *мм* (ГОСТ 286—54).

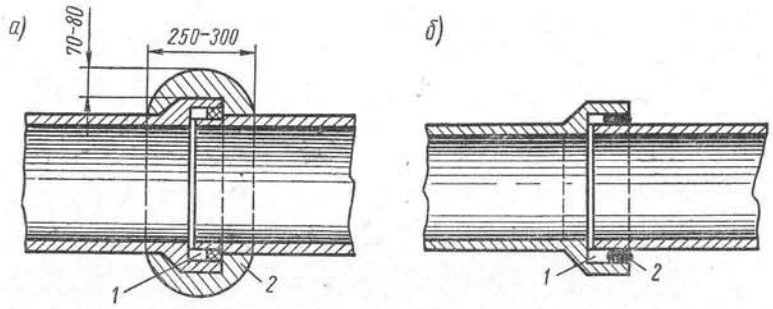


Рис. 190. Керамическая труба и заделка стыка:
1 — смоляная прядь; *2* — асфальтовая мастика

Трубы из тугоплавких и огнеупорных глин изготовляют длиной 0,8—1,2 *м*. Для устройства дренажей изготовляют гончарные трубы без раструбов диаметром от 25 до 250 *мм*, длиной 333 *мм* ГОСТ (8411—62).

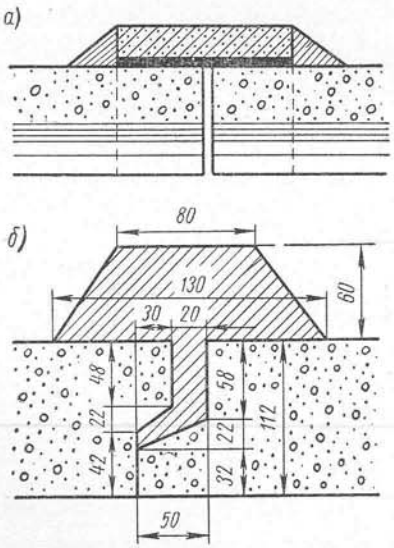


Рис. 191. Заделка стыков бетонной трубы

Соединение труб. Канализационные трубы соединяют при помощи раструба (рис. 190, *а*, *б*), муфт и фальцев (рис. 191, *а*, *б*). Стыки труб в месте их соединений должны быть прочны, водонепроницаемы, эластичны и устойчивы против коррозии и влияния резких колебаний температур. Для заделки стыков раструбных труб применяют асфальт, битум и асбестоцемент. При заделке стыков кольцеобразное пространство между раструбами и трубой плотно законопачивают просмоленной паклей на 1/2 длины раструба. Оставшуюся полость раструба заделывают асфальтобитумной мастикой, асбестоцементом или глиной (см. рис. 190, *а* и *б*).

К преимуществам заделки стыков асфальтом и асбестоцементом следует отнести эластичность и стойкость этих соединений от воздействия на них различных химических веществ, содержащихся в сточной жидкости. Стыки асфальтом нельзя заполнять при температуре сточной жидкости выше 40° и при содержании в ней бензина или других растворителей асфальта.

Заделка стыков труб глиной допускается, если вблизи нет древесных насаждений.

Асбестоцементные трубы, применяемые для канализационных самотечных сетей (безнапорных), изготовляют заводским способом по ГОСТ 1839—48; внутренний диаметр их от 100 до 600 *мм*.

Соединяют трубы при помощи цилиндрических асбестоцементных муфт с уплотнением их резиновыми кольцами (см. рис. 39).

Асбестоцементные трубы водонепроницаемы, кислотоупорны, легки по весу, диэлектричны, имеют малый коэффициент шероховатости, дешевле керамических труб. Но асбестоцементные трубы хрупки, вследствие чего к ним нужно бережно относиться при перевозке и укладке.

Широко применяют бетонные трубы диаметром 200—600 *мм* и железобетонные безнапорные, изготовляемые диаметром от 300 до 2500 *мм* по ГОСТ 6482—63.

Лучшим способом изготовления труб можно считать центробежный, при котором получаются стенки из относительно плотного бетона.

Перспективно применение для наружной канализационной сети пластмассовых труб (см. § 38).

Развитие производства сборного железобетона и мощные механизированные строительные машины, которыми оснащены наши стройки, позволяют применять сборные железобетонные каналы из блоков, изготовляемых на заводе или стройплощадке (рис. 192).

В настоящее время применяют специальные цементы и защитные покрытия, предохраняющие бетон от воздействия агрессивных вод, что исключает опасность разрушения канализационных бетонных коллекторов.

При большом заглублении крупные железобетонные каналы сооружают методом щитовой проходки; при этом коллекторы устраивают из отдельных блоков. Щит для проходки представляет собой металлический цилиндр (рис. 193, *а* и *б*) сечением 1,5 *м* и более: его проталкивают в грунт гидравлическими домкратами, которые размещают позади щита. По мере продвижения щита на всю длину домкратов производят монтаж коллектора из заранее заготовленных блоков. Поперечное сечение канала, построенного щитовым способом, изображено на рис. 193, *в*.

Для спуска рабочих, подачи необходимых материалов для выемки грунта в начале и в конце участка устраивают шахты на расстоянии 100—200 *м* друг от друга с установкой подъемных механизмов.

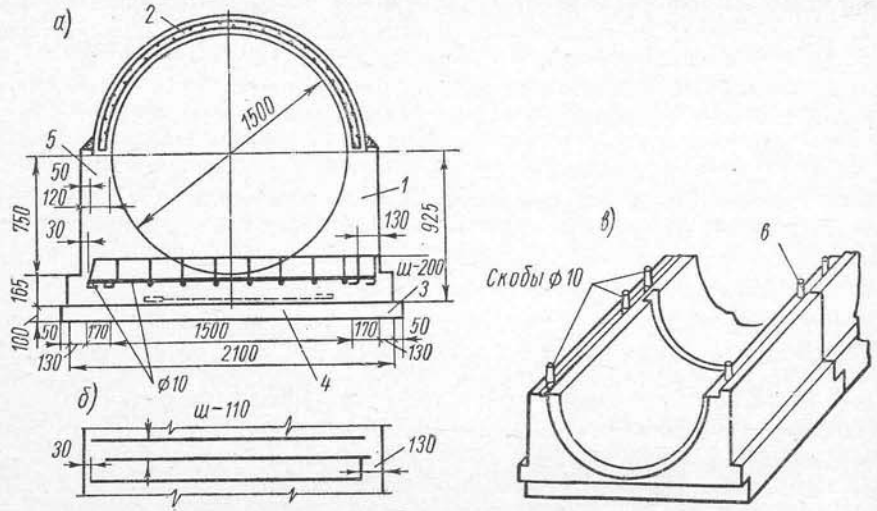


Рис. 192. Конструкция сборного железобетонного коллектора с двухшарнирным полуциркульным сводом:

а — поперечное сечение коллектора диаметром 1500 *мм*; *б* — рабочая арматура стула коллектора (в плане); *в* — изометрия стула; *1* — бетон марки 150; *2* — бетон марки 300; *3* — бетон марки 75 (подготовка); *4* — монтажная арматура стула диаметром 6—8 *мм*; *5* — блок стула; *6* — заделка стыка

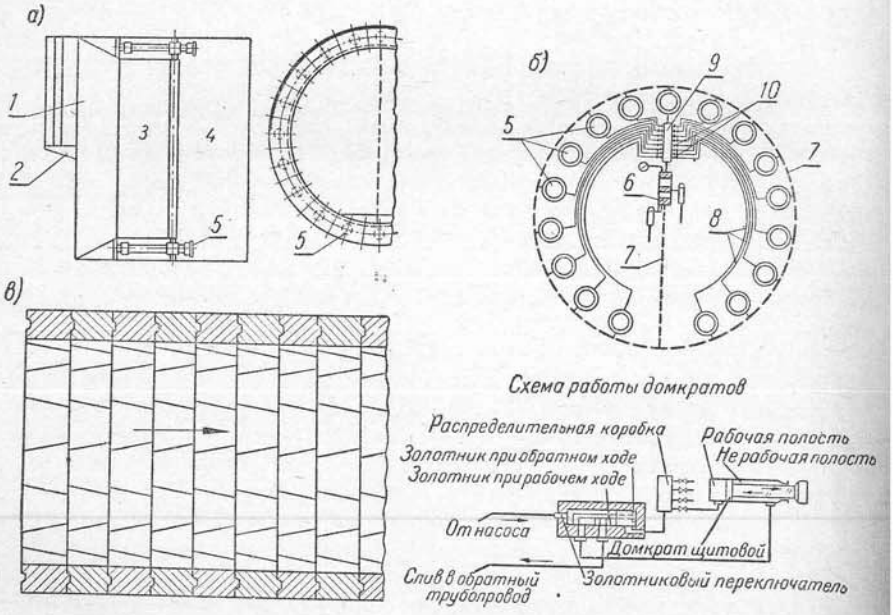


Рис. 193. Щитовой способ подземных проходок:

1 — режущая часть; *2* — козырек; *3* — опорная часть; *4* — хвостовая часть; *5* — гидравлические домкраты; *6* — золотниковый переключатель; *7* — обратный коллектор; *8* — трубки, подводящие воду к коллекторам; *9* — распределительная коробка; *10* — вентиль

Прокладывать коллекторы можно также путем горизонтального проталкивания обсадных труб. В этом случае роль щита выполняют обсадные трубы, которые проталкивают также домкратами. Выборку грунта производят вручную.

Этот способ, так же как и щитовой, применяют для бестраншейной прокладки коллекторов под насыпями железных дорог и под уличными проездами без разрушения покрытий мостовых. Оба способа широко применяют в городах с интенсивным движением транспорта.

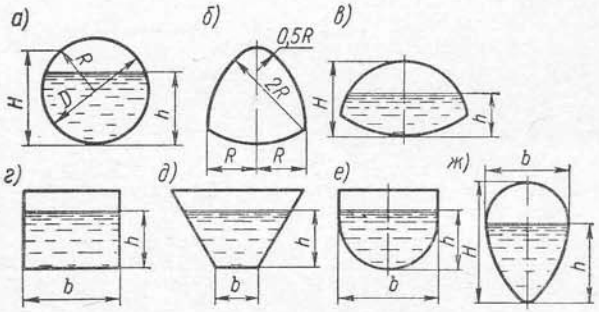


Рис. 194. Формы поперечного сечения канализационных коллекторов и каналов

Материал труб выбирают с учетом свойств сточной жидкости, условий транспортирования и прокладки их и возможности изготовления на месте постройки с использованием местных строительных материалов.

При строительстве канализационных сетей применяют следующие формы поперечного сечения труб и каналов (рис. 194): *а* — круглые; *б* — шатровые; *в* — лотковые; *г* — прямоугольные; *д* — трапецеидальные; *е* — полукруглые; *ж* — яйцевидные.

Трубы и каналы должны удовлетворять гидравлическим, статическим, экономическим и эксплуатационным требованиям. Больше других применяют трубы круглого сечения, которые особенно целесообразны для малых и средних диаметров. Для коллекторов большего размера могут оказаться целесообразнее другие формы поперечного сечения.

§ 71. КОЛОДЦЫ НА КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

Для наблюдения за канализационной сетью и для прочистки труб сооружают смотровые колодцы из бетона или железобетона и реже из кирпича.

Колодцы состоят из бетонного основания с лотком, рабочей камеры, горловины и чугунного люка с крышкой.

Бетонные и железобетонные смотровые колодцы собирают на месте из готовых колец (блоков), заранее заготовленных на заводе (рис. 195). Детали железобетонные для сборных круглых колодцев водопроводных и канализационных сетей изготовляют согласно ГОСТ 8020—56.

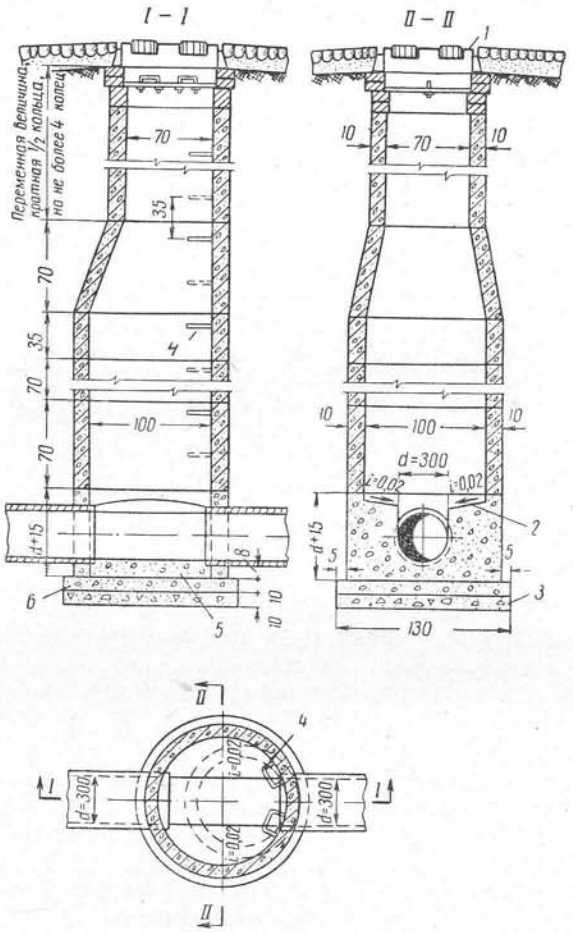


Рис. 195. Канализационные колодцы из сборных железобетонных колец:

1 — чугунный люк с крышкой; *2* — штукатурка цементным раствором состава 1 : 2 с железнением; *3* — щебеночная подготовка; *4*—скобы; *5*—бетон марки 90; *6*—бетон марки 50

Кирпичные колодцы (рис. 196) на трубопроводах диаметром до 600 *мм* делают круглыми в плане, а на трубопроводах диаметром более 600 *мм* — прямоугольными. Толщина кирпичной кладки принята в один кирпич; мокрых грунтах — в два кирпича.

В водонасыщенных грунтах стенки колодцев штукатурят снаружи цементным раствором состава 1 : 2 с добавлением церезита. Кирпичные колодцы допускается применять только при надлежащем обосновании.

Л о т к и. Трубы в колодцах соединяют при помощи лотков в днищах колодцев, открытых сверху и соединяемых в концах с трубами.

Лотки в колодцах выполняют из бетона; внутреннюю поверхность их оштукатуривают цементным раствором и железнят. Концы труб нужно жестко заделывать в стены колодца заподлицо с внутренней поверхностью лотка.

Соединение труб производится

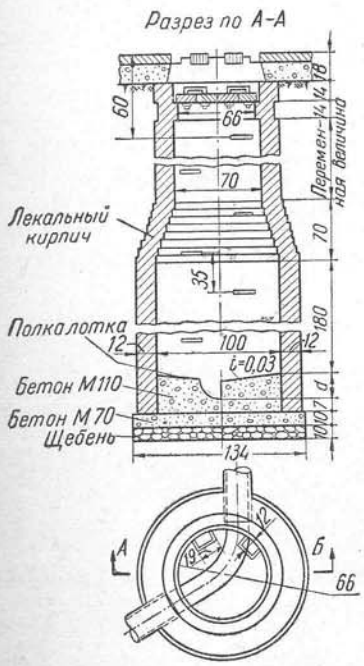


Рис. 196. Канализационные колодцы из кирпича

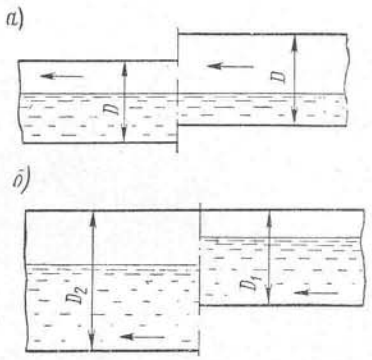


Рис. 197. Соединение канализационных труб в колодцах:

а — по уровням воды; *б* —«шелыга в шелыгу»

или «по воде» (рис. 197, *а*), или «шелыга в шелыгу» (рис. 197, *б*). Такое сопряжение обеспечивает плавность течения жидкости и исключает подпор в узловых точках или переходах по лоткам в трубу большего диаметра.

В зависимости от типа смотровые колодцы разделяют на колодцы без перепада и перепадные.

Смотровые колодцы предназначают для периодического осмотра и очистки канализационной сети. Расстояние между смежными смотровыми колодцами на прямых участках (СНиП II-Г. 6-62.) следует принимать для труб диаметром от 150 до 600 *мм* — 50 *м*; более 600 до 1400 *мм* — 75 *м*; диаметром более 1400 *мм* — 150 *м*.

Смотровые колодцы сооружают в местах поворотов сети, при-

чем угол поворота лотков принимают на менее 90° (острые углы не допускаются), а также в местах присоединений.

Узловые смотровые колодцы сооружают во всех точках присоединения боковых участков к основному коллектору, причем присоединение более трех труб не допускается.

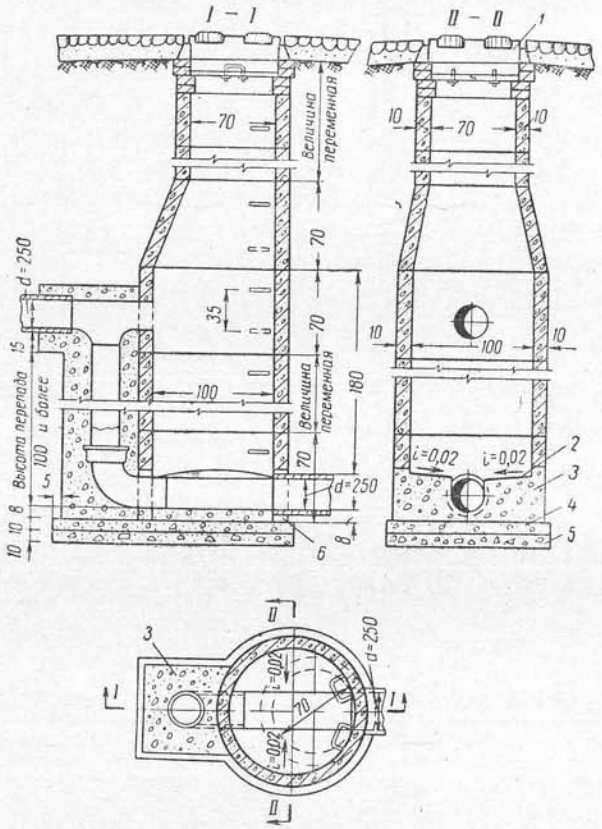


Рис. 198. Перепадный колодец:

1 — чугунный люк с крышкой; *2* — штукатурка цементным раствором состава 1 : 2 с железнением; *3*—бетон марки 90; *4* — бетон марки 50; *5* — щебеночная подготовка; *6* — заделка цементным раствором

Перепадные колодцы (рис. 198) сооружают в следующих случаях: а) для уменьшения глубины заложения трубопроводов; б) во избежание превышения максимально допустимой скорости движения сточной жидкости или резкого изменения этой скорости и в местах присоединения боковых линий к глубоко заложенному коллектору; в) при пересечениях с подземными сооружениями;

г) при затопленных выпусках на последнем перед водоемом колодце.

Высоту перепада в колодце следует принимать при диаметре труб: до 200 *мм* включительно — не более 4 *м*, от 250 до 400 *мм* — не более 3 *м*, от 400 до 600 *мм* — не более 2 *м*.

§ 72. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ РЕК И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Для транспортирования сточной жидкости через реки и овраги укладывают дюкеры. Дюкер состоит из двух или более линий труб, уложенных под рекой (рис. 199) или оврагом в виде эстакады.

Для устройства дюкера под рекой применяют стальные трубы, которые укладывают на глубине не менее 0,5 *м* от дна реки

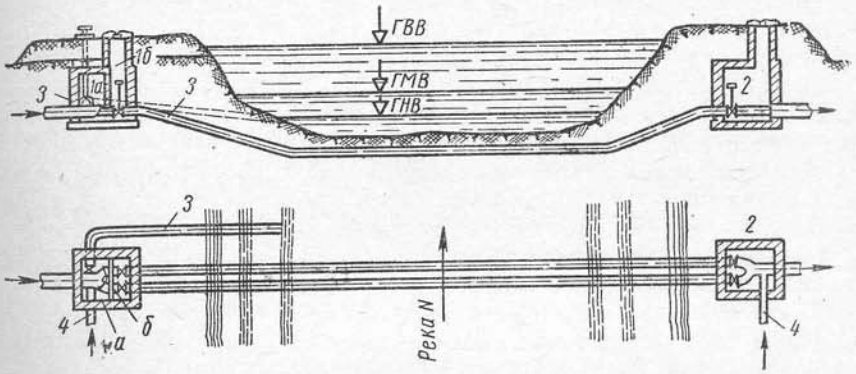


Рис. 199. Схема дюкера:

1 — входная камера (*а* — мокрая часть, *б* — сухая часть); *2* — выходная камера; *3* — аварийный выпуск (промывочная труба); *4*— присоединения в камеры дюкера

до шелыги трубы. Дюкер представляет собой трубу, состоящую из трех участков: среднего, укладываемого почти горизонтально, нисходящего и восходящего. В дюкере движение жидкости может происходить только тогда, когда напор h, создаваемый разностью отметок горизонтов воды перед входом в дюкер z_1 и после выхода из него z, будет больше суммы гидравлических сопротивлений, возникающих в дюкере при движении по нему жидкости.

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации в начале дюкера сооружают входную камеру, а в конце — выходную. Входная камера состоит из двух изолированных отделений: в одном размещают открытый лоток, перекрываемый щитом, в другом — концы труб дюкера с задвижками. Из лотка сточная жидкость может быть направлена в любую трубу дюкера. К входной камере присоединяют трубу аварийного выпуска с задвижкой.

Под железнодорожными путями канализационные трубы укладывают в футляре или в тоннеле. Эти работы обычно ведут без перерыва движения поездов.

При наличии сухих оврагов (тальвегов), а также низины иногда устраивают эстакады, по которым укладывают канализационные трубы с расчетным уклоном. Для предупреждения замерзания трубы укладывают в деревянные короба, заполняя промежутки между стенками трубы и короба теплоизоляционным материалом (торфом или опилками). При длинной эстакаде предусматривают люки для прочистки труб.

§ 73. СТРОИТЕЛЬСТВО, ИСПЫТАНИЕ И ПРИЕМКА КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

При больших объемах земляных работ по сооружению канализационной сети их выполняют механизмами.

Прокладка сети осуществляется открытым и закрытым способами. К закрытому способу прибегают при большой глубине заложения сети и при интенсивном движении транспорта. В этом случае наиболее прогрессивным способом является щитовая прокладка с применением механизированного щита. При открытом способе производства работ траншеи делают с откосами или с вертикальными стенками. В последнем случае стенки траншей крепят для предохранения от обвалов.

При прокладке канализационной сети требуется строго соблюдать уклоны, предусмотренные проектом.

При разбивке трассы центры смотровых колодцев фиксируют в натуре кольями. Над центрами колодцев устанавливают обноски, к которым прибивают Т-образные постоянные визирки (рис. 200).

Глубину траншей и правильность укладки труб по заданному уклону проверяют при помощи ходовой визирки. Длину последней принимают равной расстоянию от верхней грани постоянной визирки до лотка трубы на данном участке.

Для проверки прямолинейности укладки труб в плане между центрами обносок натягивают тонкую проволоку и при помощи подвижного отвеса, спущенного вниз траншеи, проверяют положение оси трубы.

Напорные и самотечные канализационные трубопроводы в грунтах, за исключением плывунных, болотистых и других слабых грунтов, следует укладывать непосредственно на выровненное и при необходимости утрамбованное дно траншеи без устройства искусственного основания.

В скальных грунтах трубы в траншеях следует укладывать на подушку толщиной не менее 10 *см* из песчаного, гравелистого грунта или жел.-бетонных плит (рис. 201, *а*). В болотистых и других слабых грунтах трубы необходимо укладывать на искусственное основание (рис. 201, *б*), конструкция и размеры которого в каждом отдельном случае должны быть определены в проекте.

При приемке канализационной сети проверяют соответствие выполненных работ проекту, правильность отметок и уклонов труб (нивелировкой лотков в колодцах), прямолинейность каждого участка между двумя соседними колодцами и герметичность стыковых соединений и труб.

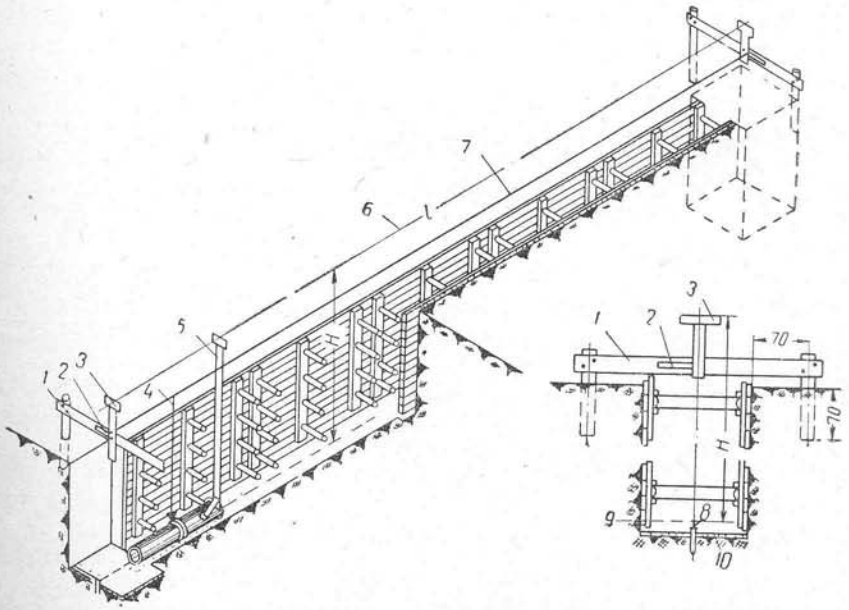


Рис. 200. Укладка труб:

1 — обноска; *2* — полочка; *3* — визирка неподвижная; *4* — отвес; *5* — ходовая визирка; *6* — линия визирования; *7* — бечева или проволока; *8* — шуруп; *9* — уровень лотка колодца; *10* — бетон

Прямолинейность участка трубопроводов проверяют, просматривая его на свет. Для этого в одном колодце устанавливают источник света, в другом — зеркало. Отражение в зеркале прямолинейно уложенных труб имеет форму круга. Отклонение изображения от формы круга по горизонтали допускается до $^1/_4$ диаметра трубы; по вертикали отклонений не должно быть. Отклонения в нивелирных отметках лотков колодцев допускается до 0,005 *м*.

Проверку стыковых соединений и труб самотечных канализационных линий на герметичность производят двумя методами: на пропуск воды из трубы в грунт (эксфильтрация) и на поступление грунтовой воды в трубы (инфильтрация).

Инфильтрацию в трубы, уложенные в мокрых грунтах, определяют до засыпки траншей, предварительно заполнив грунтом толь-

ко зазоры между стенками траншеи и труб. Уровень грунтовых вод нужно в этом случае поднять до естественной отметки. На эксфильтрацию канализационную сеть испытывают при открытых траншеях только в особых случаях (при укладке в лессовидных грунтах, в районах водосборов и т. п.).

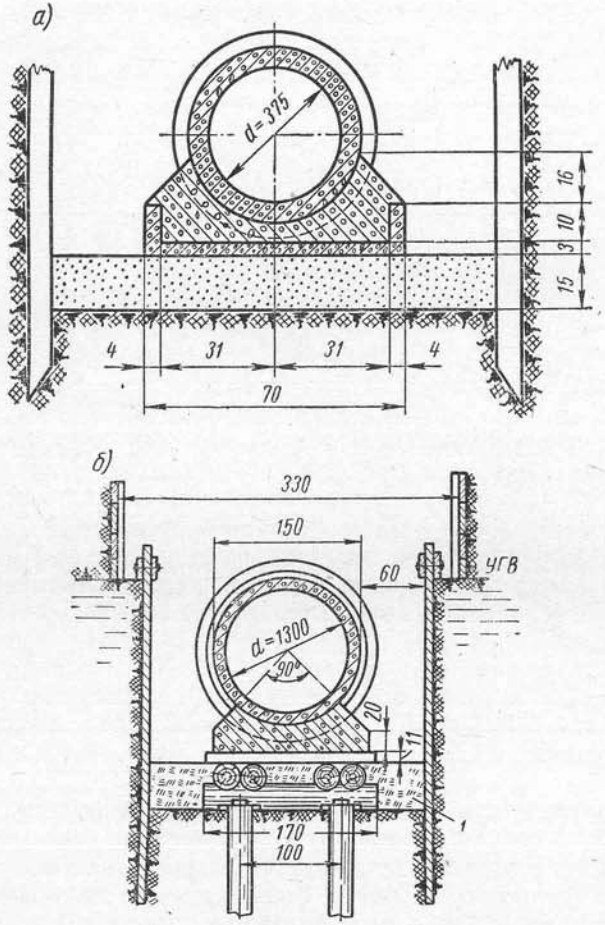


Рис. 201. Устройство оснований для труб:
а — в виде железобетонных плит; *б* — в виде ростверка на сваях: *1* — утрамбованная глина

Суточная инфильтрация или эксфильтрация не должна превышать в среднем следующих величин на 1 *км* участка:

для керамических труб: до 150 *мм* — 7 $м^3$; 200 *мм* — 12 $м^3$; 250 *мм* — 15 $м^3$; 300 *мм* — 18 $м^3$; 350 *мм* — 20 $м^3$; 400 *мм* — 21 $м^3$; 450 *мм* — 22 $м^3$; 500, 550 и 600 *мм* — 23 $м^3$;

для бетонных, железобетонных и асбестоцементных труб: до 150 *мм* — 7 $м^3$; 200 *мм* — 20 $м^3$; 300 *мм* — 26 $м^3$, 350 *мм* — 30 $м^3$; 400 *мм* — 32 $м^3$; 450 *мм* — 34 $м^3$; 500 *мм* — 36 $м^3$; 550 *мм* — 38 $м^3$; 600 *мм* — 40 $м^3$ (см. СНиП III—Г. 4—62).

Для труб диаметром более 600 *мм* поступление воды или ее утечку можно увеличить на 10% на каждый добавочный дециметр диаметра трубы.

Если во время испытаний были получены большие значения утечек, через месяц делают вторую проверку. В случае неудовлетворительных результатов второй проверки устраняют дефекты в соответствующем участке уложенных труб.

Указанные нормы инфильтрации действительны при среднем напоре грунтовых вод на испытуемом участке до 4 *м*, считая от лотка трубы до уровня грунтовых вод. При большей высоте напора нормы увеличиваются на 10% на каждый метр напора сверх 4 *м*.

После укладки и испытания труб траншеи засыпают на высоту 0,2—0,3 *м* и выше шелыги трубы грунтом без камней, комьев и т. п. При этом промежутки между стенками труб и траншеи заполняют грунтом, тщательно уплотняя его. Недостаточное уплотнение вызывает просадку грунта, а иногда и труб.

§ 74. ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

Для нормальной эксплуатации сети с целью бесперебойной ее работы необходимо проводить систему мероприятий. Основные из них следующие:

1) профилактическая (предупредительная) промывка и прочистка сети от осадков;

2) устранение случайных засорений труб и каналов;

3) своевременный текущий и капитальный ремонты сети и ликвидация аварий;

4) надзор за производством работ и прием в эксплуатацию вновь уложенных уличных и дворовых сетей;

5) предохранение подвальных помещений от затопления;

6) контроль за соблюдением правил техники безопасности.

При гидравлической прочистке труб диаметром до 350 *мм* в трубу вводят резиновый шар, диаметром меньше диаметра трубы на 1—2 *см*. Шар прикрепляют к тросу или веревке (рис. 202, *а*) и заводят в прочищаемый участок сети. Затрудняя течение сточной воды, шар создает подпор (высотой 0,6—1,5 *м*), который и продвигает шар по трубе потоком сточной воды.

Под механическим воздействием движущегося резинового шара, а также вследствие местного увеличения скорости потока взмученный осадок перемещается к низовому колодцу. Осадок или извлекают из низового колодца, или сплавляют по сети.

Совершенно аналогичен принцип работы деревянных цилиндров, применяемых для прочистки труб диаметром более 0,35 *м*

и каналов любой формы поперечного сечения. Для прочистки труб диаметром 0,2—0,25 *м* применяют футбольные или баскетбольные мячи в кожаной или брезентовой оболочке, помещаемые в сетку из тонкого троса (рис. 202,*б*).

В последнее время для механической прочистки применяют диск-сигару (рис. 202, *в*), двухдисковый щит, диск-рыхлитель, рыхлитель-ерш, гидромеханический щит. Продвигают их по трубе так же, как и шары.

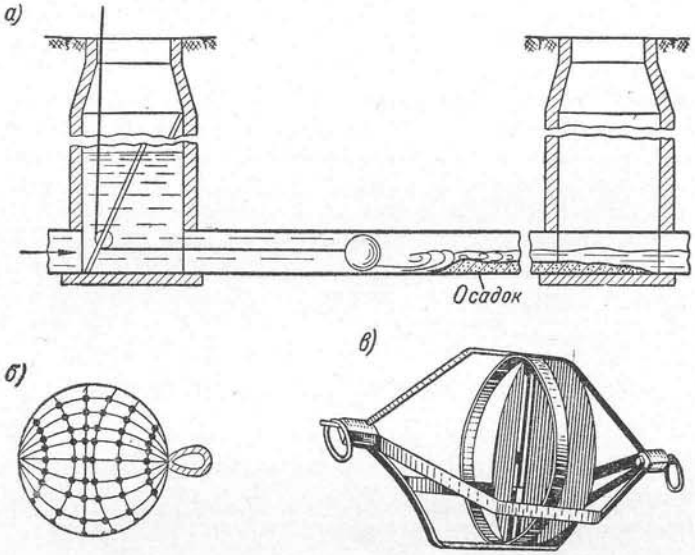


Рис. 202. Прочистка канализационных труб

При промывке, прочистке и ремонте сети необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. Некоторые газы, выделяющиеся из сточной жидкости (метан, углекислый газ), опасны для здоровья. Вредные газы удаляют или путем открывания двух соседних колодцев или при помощи ручного вентилятора. В случае необходимости пользуются противогазами.

Глава XXIII
ДОЖДЕВАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ (ВОДОСТОКИ)

Дождевую канализацию строят для организованного отвода с территорий городов, поселков и промышленных предприятий атмосферных вод (дождевой и от таяния снега). Организованный отвод атмосферных осадков является одним из требований благоустройства населенных мест и промышленных территорий.

Если отвод ливневых вод не организован, значительные массы воды могут скапливаться на поверхности улиц, проездов и застроенных территорий, что нарушает нормальное движение транспорта, и иногда приводит к затоплению низко расположенных участков и подвалов зданий.

По существующим санитарным нормам атмосферные воды разрешается спускать в естественные водоемы без очистки в черте населенных мест.

Дождевую канализацию различают двух видов: внутреннюю, предназначаемую для отвода атмосферной воды с крыш зданий, и наружную — для отвода атмосферной воды с территории городов, поселков и промышленных предприятий.

§ 75. ВНУТРЕННИЕ ВОДОСТОКИ

Внутренние водостоки предназначают для приема и удаления атмосферных осадков, выпавших на покрытия зданий, с которых возможно внутреннее отведение воды.

Такие водостоки устраивают, как правило, в многопролетных промышленных зданиях с бесчердачным покрытием при наличии световых фонарей, а также пологих и плоских кровель.

В современном строительстве крупнопанельные, крупноблочные и каркасно-панельные жилые здания строят с плоскими или скатными кровлями. Дождевые и талые воды с таких кровель целесообразно удалять также через внутренние водостоки.

Внутренние водостоки состоят из следующих основных элементов:

1) водосточных воронок, отводящих воду с покрытий;
2) отводных труб, соединяющих водосточные воронки со стояками;
3) стояков, принимающих воду от водосточных воронок;
4) подпольной сети, состоящей из боковых ветвей и сборных коллекторов, принимающих воду от стояков;
5) отдельных устройств на сети (колодцы, прочистки и пр.);
6) выпусков, соединяющих коллекторы внутренних сетей с наружной сетью ливневой канализации.

Для полного и быстрого удаления с крыш ливневых и талых вод требуется, чтобы крыши и ендовы имели уклоны не меньше 0,01.

Внутренние водостоки устраивают только в отапливаемых зданиях. В неотапливаемых помещениях их применяют только в виде исключения; при этом в зимнее время необходимо обогревать стояки и воронки, предотвращая их от замерзания.

В сеть внутренних водостоков производственных зданий отводят условно чистую производственную сточную жидкость и стоки от питьевых фонтанчиков.

Приемные воронки, трубы и колодцы внутренних водостоков

размещают с учетом расположения элементов зданий (колонн, балок и т. д.), коммуникаций и оборудования.

Водосточные воронки предназначены для приема стекающей по крыше атмосферной воды, а также для задерживания крупных частиц, приносимых к воронке стекающей водой.

Конструкция соединения воронок с покрытием должна иметь плавный переход покрытия к воронке, минимальное количество изгибов водоизоляционного ковра, водонепроницаемость в месте установки воронок.

Расстояние между воронками на скатных крышах назначают с учетом интенсивности ливней и пропускной способности воронок.

Площадь, обслуживаемую одной воронкой, принимали 400 *м*²; в новейших установках — 600 *м*² и более. В ендовах крыш промышленных зданий воронки устанавливают на расстоянии не более 48 *м* одна от другой.

У всех деформационных швов (температурных и осадочных) устанавливают по одной воронке с каждой стороны шва. У брандмауэров нужно обязательно устанавливать две воронки (по одной с каждой стороны стены).

Стояки диаметром 100 *мм* монтируют из чугунных канализационных труб, а также из пластмассовых труб (см. табл. 29*а* и 29*б*) при высоте стояков больше 10 *м* из чугунных и асбестоцементных напорных труб.

Диаметр труб стояка должен быть не менее диаметра обслуживаемых ими отводящих труб. При установке стояков в местах, где возможно их повреждение (у проездов и входов), их следует защищать коробами. На стояках на высоте 1 *м* от пола устанавливают ревизии.

В жилых домах прокладку стояков следует предусмотреть в лестничных клетках у стен, не смежных с жилыми комнатами; в общественных зданиях — в лестничных клетках, коридорах и других подсобных помещениях.

Водосточную сеть, отводящую воду от стояков в наружную сеть, прокладывают под полом первого этажа, иногда в подвале; в жилых же и общественных зданиях допускается прокладывать ее в чердачных помещениях, лестничных клетках и подвале. Трубы для этого применяют асбестоцементные, керамические, железобетонные, а в отдельных случаях чугунные канализационные (выпуски диаметром 150 *мм*).

Минимальную глубину начального заложения подпольной части сети назначают с учетом подземного хозяйства здания и принимают 0,5—0,6 *м* от пола до верха трубы.

Внутреннюю сеть водостоков присоединяют к наружной в смотровых колодцах. Смотровые колодцы и прочистки на внутренней водосточной сети устраивают в местах поворотов, при изменении диаметров и на прямых участках на расстоянии не более 30 *м* друг от друга.

При проектировании внутренних водостоков на скатных крышах в качестве расчетного принимают часовой слой осадков 50, 65 или 75 *мм* в зависимости от климатических условий.

Расчет водосточных систем ведут в соответствии с формулами, таблицами и картами, имеющимися в указаниях по проектированию внутренних водостоков зданий (СН 264-63).

Расчетное наполнение принято для труб диаметром 100—125 *мм* — 0,5 *d*, для труб диаметром 150 *мм* — 0,65 *d*. Трубы диаметром 200 *мм* и более расчитывают на полное наполнение. Минимальная скорость в трубах принята равной 0,7 *м/сек*, максимальная — 3—4 *м/сек*.

Применительно к принятым условиям работы сети назначают следующие минимальные уклоны для подпольных труб:

для труб диаметром 100 *мм* $i = 0{,}008$
» » » 125 *мм* $i = 0{,}006$
» » » 150 *мм* $i = 0{,}005$
» » » 200 *мм* $i = 0{,}004$

Для подвесных труб минимальный уклон следует принимать равным 0,005.

В случае спуска условно чистых производственных сточных вод в сеть внутренних водостоков необходимо рассчитать трубы на пропуск их.

Внутренние водостоки жилых домов устраивают с выпуском в подземную дождевую сеть, если вблизи от здания имеется дождевая канализация, или с наружным выпуском.

Если внутренние водостоки присоединены к наружной дождевой канализации, то поступление теплого воздуха обеспечено и водосточные воронки работают бесперебойно в течение круглого года.

Открытые (наружные) выпуски необходимо устраивать возможно короткими, чтобы они меньше охлаждались наружным воздухом. Кроме того, гидравлический затвор, устраиваемый

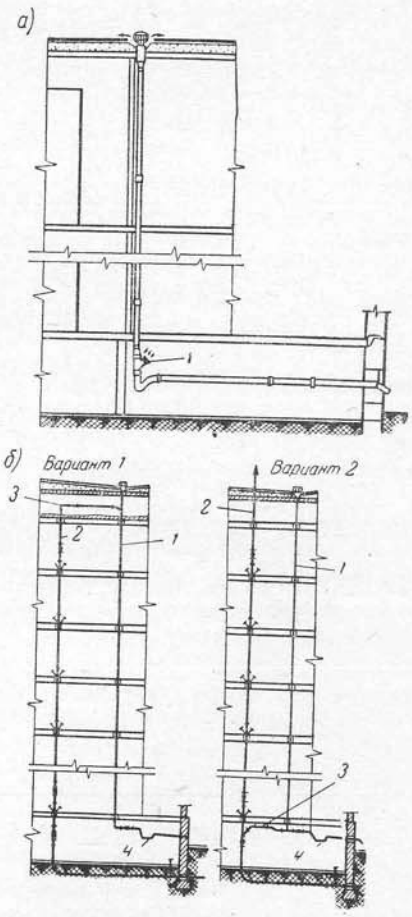


Рис. 203. Схема подачи воздуха:
а — из помещения; *б*—из сети хозяйственно-бытовой канализации: *1*—водосточный стояк; *2* — канализационный стояк; *3* — перемычка; *4* — сифон

для предотвращения поступления в систему холодного воздуха, следует располагать дальше от наружной стены, непосредственно у стояка, что предотвращает замерзание воды в затворе.

Теплый воздух можно подводить по следующим двум схемам:

1) из подвала или первого этажа — в специальный тройник на водосточном стояке (рис. 203, *а*);

2) из сети бытовой канализации — по специальной перемычке (рис. 203, *б*).

Водосточные стояки более целесообразно устанавливать в лестничных клетках зданий или в нишах помещений (не замоноличенными) в стены.

Отводные трубы служат для соединения одной или нескольких

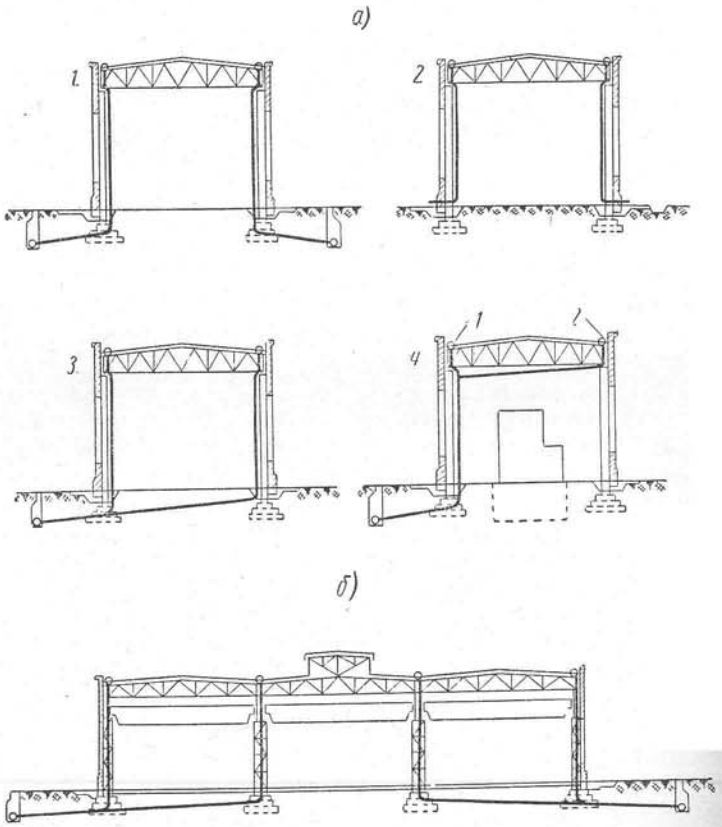


Рис. 204. Основные схемы внутренних водостоков:

— однопролетных промышленных зданий: *1* — система с одной воронкой на стояке, с выпуском в ливневую сеть; *2* — система с одной воронкой на стояке с выпуском на улицу; *3* — система с несколькими воронками и самотечным подпольным трубопроводом; *4* — система с несколькими воронками и самотечным подвесным трубопроводом; *б* — то же и многопролетных промышленных зданий

водосточных воронок со стояком; диаметр их должен быть не менее выпускаемого патрубка воронки (обычно 100 *мм*).

Отводные трубы должны обеспечивать расчетную пропускную способность водосточных воронок и незамерзаемость их при подтаивании снега на кровле. Основные схемы водосточных систем представлены на рис. 204, *а* для однопролетных промышленных зданий.

При выборе схемы внутренних водостоков рекомендуется предусматривать:

присоединение к одному стояку минимального количества воронок.

На рис. 204 представлены схемы водосточных систем многопролетных промышленных зданий.

Подвесные трубопроводы с несколькими воронками рекомендуется располагать на расстоянии H, равном не менее 12 диаметров патрубка воронки, от поверхности кровли, что обеспечивает увеличение пропускной способности воронок. Расстояние от поверхности кровли до подвесных трубопроводов, соединяющих только одну воронку со стояком, не лимитируется.

Трубы водостоков прочно прикрепляют к строительным конструкциям (фермам, балкам, стенам) при помощи хомутов, подвесок или крючьев. На отводных трубах диаметром до 150 *мм* устанавливают ревизии для прочистки через 15 *м*, а на трубах большего диаметра — через 20 *м*.

Конструкцию водосточных воронок следует принимать в зависимости от назначения здания и конструкции кровли.

Для жилых зданий с плоской не эксплуатируемой кровлей рекомендуется применять воронки с условным проходом патрубка в 80 *мм* (рис. 205, *а*).

Для промышленных и общественных зданий с незаполняемой водой плоской и скатной кровлей рекомендуется применять воронки типа Вр9 условным проходом патрубка в 100 *мм* (рис. 205, *б*).

Для промышленных зданий с плоской заполняемой водой кровлей следует применять воронки типа Вр8 условным проходом патрубка в 100 *мм* (рис. 205, *в*).

Для оборудования систем внутренних водостоков применяют трубы и фасонные части из поливинилхлорида. Водосточная воронка, выполненная из этого материала, присоединяется к сети при помощи раструбных патрубков (верхнего с отбортовкой и нижнего с желобком), причем верхний патрубок имеет два уплотнительных кольца (рис. 206, узел *А*).

Как было сказано, системы внутренних водостоков с открытыми выпусками воды во избежание охлаждения трубопроводов при отрицательных температурах наружного воздуха и образования наледей должны иметь на открытых выпусках водяные затворы высотой 100 *мм* (см. рис. 203, *а* и *б*).

Обычно водяной затвор водосточного стояка собирается из

стандартных канализационных деталей, изготовленных из пластмассы: четыре отвода 135° и ревизии (рис. 206, узел *Б*).

Открытый выпуск из металлической трубы с раструбом (рис. 206,

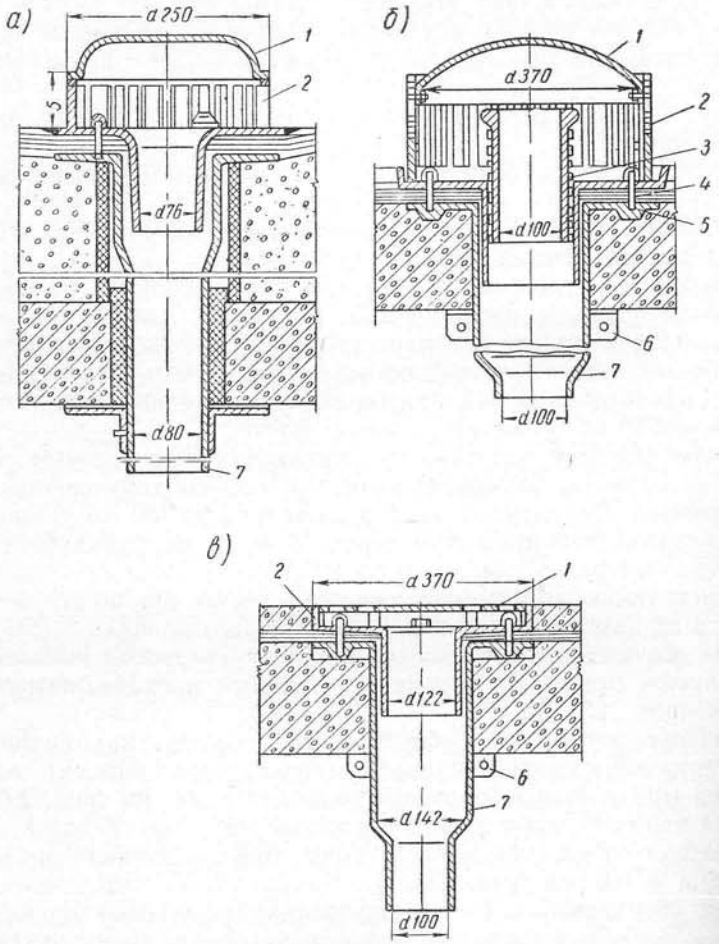


Рис. 205. Типы водосточных воронок:

а — воронка типа Вр7; *б* — воронка типа Вр9; *в* — воронка типа Вр8; *1* — колпак; *2* — решетка; *3* — вставной стакан (патрубок); *4* — глухая гайка; *5* — прижимное кольцо; *6* — хомут; *7* — сливной патрубок

узел *В*) соединяют с трубами из поливинилхлорида при помощи обычных резиновых уплотнительных колец.

Необходимо поступление к воронке теплого воздуха из системы водостоков. Исследования НИИсантехники* показали, что наиболее

* П. В. Лобачев. Внутренние водостоки зданий. Стройиздат, 1967.

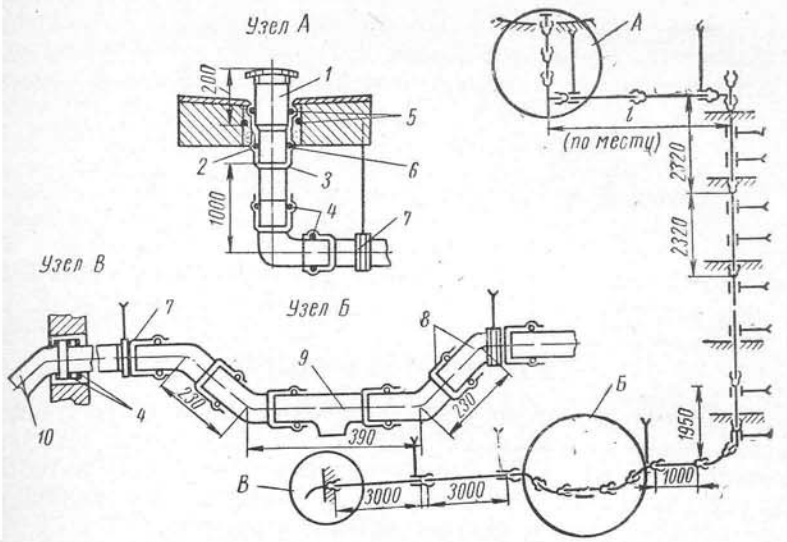


Рис. 206. Схема пластмассового водосточного стояка с узлами водосточной воронки и водяного затвора:

1 — водосточная воронка $d = 100$ *мм*; *2* — раструбный патрубок с отбортовкой $d = 100$ *мм*; *3* — раструбный патрубок с желобком $d = 100$ *мм*; *4* — уплотнительные резиновые кольца; *5* — обжимные резиновые кольца; *6* — клеящая лента «Коропласт»; *7* — металлический хомут с прокладкой из ПНП; *8* — отвод 135° $d = 100$ *мм*; *9* — ревизия $d = 100$ *мм*; *10* — открытый выпуск

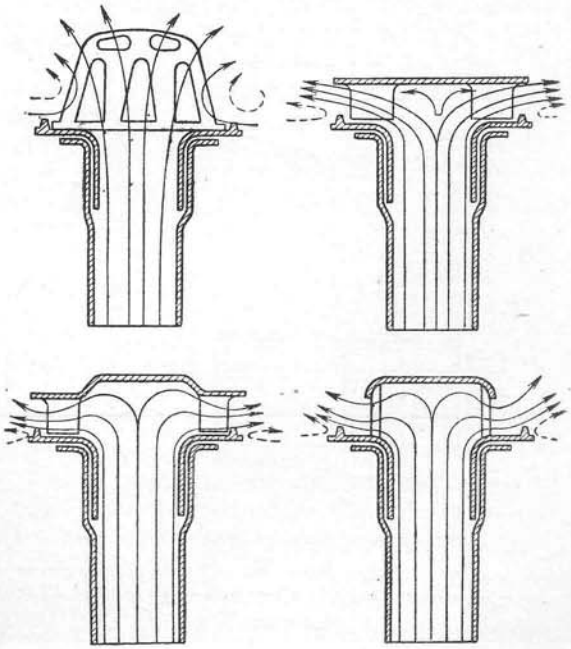


Рис. 207. Схема воздушных потоков в купольных решетках различной конструкции

совершенная конструкция водосточных воронок — с куполами, выполненными с «глухим» верхом. Объяснение этому можно найти в схеме на рис. 207, где показано движение воздуха в воронках различного типа. Из схемы видно, что в воронках с решеткой в верхней части купола теплый воздух не обогревает наиболее удаленные «диктующие» точки воронок.

Лабораторные теплотехнические исследования водосточных воронок показали, что наиболее совершенна воронка с удлиненным патрубком прижимного фланца и куполом с глухим верхом. Размеры прижимных фланцев и колпаков должны быть по возможности меньшими.

§ 76. НАРУЖНЫЕ ВОДОСТОКИ

Наружные водостоки следует проектировать по кратчайшим направлениям до ближайших поверхностных водоемов и оврагов. В зависимости от рельефа местности водосточная сеть имеет один или несколько выпусков (рис. 208), что определяется технико-экономическими сравнениями нескольких вариантов.

В наружную дождевую канализацию входят следующие сооружения: дождеприемники для приема воды, стекающей с улиц и

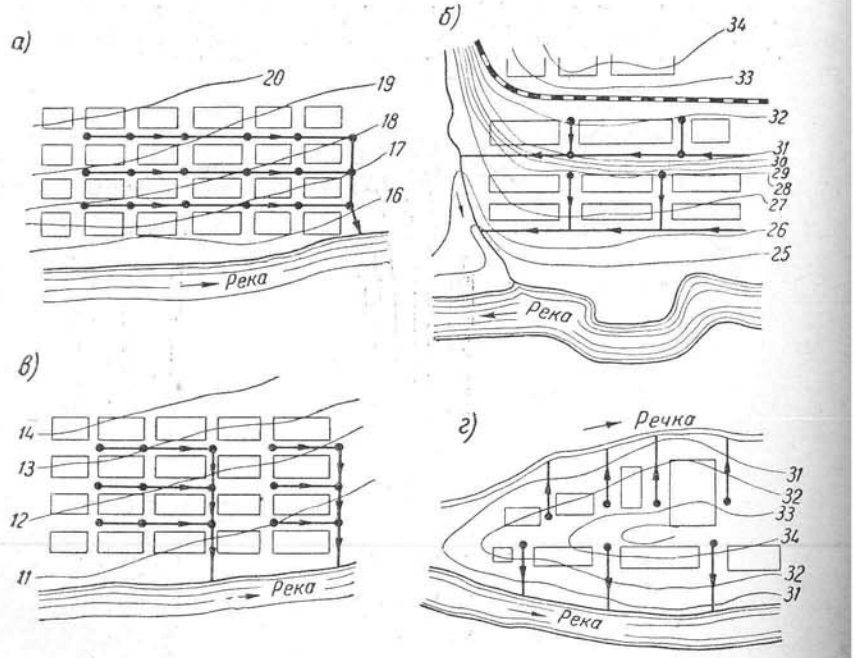


Рис. 208. Схемы водосточной сети:
а — параллельная схема с одним выпуском; *б* — то же, с двумя выпусками; *в* — поясная; *г* — радиальная

дворов; подземная сеть труб; смотровые и перепадные колодцы; выпуски.

Для проектирования дождевой канализации необходимо иметь следующие основные исходные материалы:

а) план канализуемой территории с указанием границ перспективного развития застройки отдельных районов (в масштабе 1:5000—1 : 10 000 с горизонталями через 0,5—1 *м*);

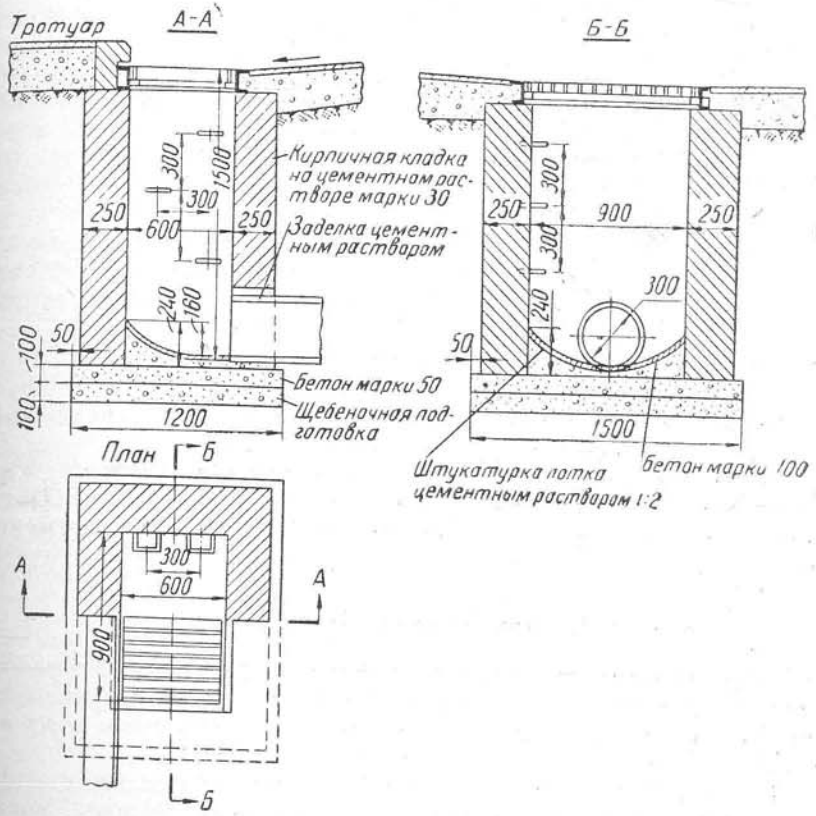


Рис. 209. Дождеприемник

б) данные о типе покрытий улиц, дворов и пр.;

в) данные о количестве атмосферных осадков.

Для приема ливневой воды с поверхности земли строят дождеприемники — кирпичные или бетонные колодцы (рис. 209), перекрываемые решетками. Ширина отверстий между стержнями решетки рекомендуется 50 *мм*.

Дождеприемники устанавливают во всех пониженных местах улиц и у перекрестков улиц (вне линий переходов улиц пешехо-

дами). Расстояние между ними принимают от 50 до 80 *м* в зависимости от продольного уклона улиц и ширины их.

Расстояние от дождеприемника до первого смотрового колодца должно быть не больше 40 *м*, диаметр отводных линий — 300 *мм*.

Начальную глубину заложения труб в верхней части коллектора назначают с учетом заложения лотка отводного патрубка дождеприемника и его уклона.

Глубину заложения дна дождеприемника определяют в соответствии с наименьшей глубиной заложения дождевой канализационной сети, с учетом климатических и грунтовых условий. На сети ливневой канализации размещают смотровые колодцы во всех точках, где меняется направление водостоков в плане, изменяется их уклон и диаметр.

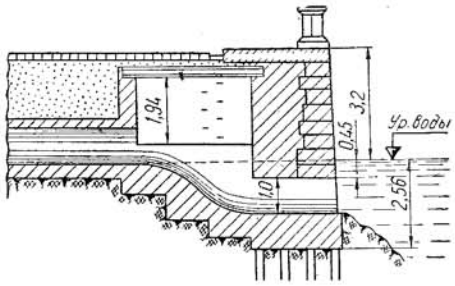


Рис. 210. Выпуск ливневой канализации

Наибольшее расстояние между смотровыми колодцами принимают: при d до 600 *мм* — 50 *м*, от 600 до 1400 *мм* — 75 *м*, более 1400 — 150 *м*.

Поворот водостоков в плане делают по кривым с радиусами, равными 3—5 диаметрам водостока.

Выпуск атмосферных вод бывает различных конструкций в зависимости от профиля берега водоема, типа крепления берега, количества отводимых атмосферных вод и стоимости сооружения (рис. 210).

§ 77. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ

Количество выпадающей в данной местности дождевой воды измеряют на метеорологических станциях дождемерами-самописцами. Эти приборы показывают как количество выпавшей дождевой воды, так и продолжительность осадков.

Для определения количества дождевой воды при расчете ливневой канализации необходимо знать продолжительность дождя, его интенсивность и повторяемость.

Расчет дождевой сети следует вести по методу предельных интенсивностей.

Величину расчетного расхода дождевых вод рекомендуется вычислять по формуле

$$Q = q\psi F, \tag{63}$$

где q — расчетная интенсивность дождя, *л/сек* на 1 *га*;

ψ — коэффициент стока, зависящий от интенсивности и продолжительности дождя и вида поверхности;

F — площадь бассейна стока в *га*, принимаемая в соответствии с рельефом местности и планировкой населенного пункта.

При этом коэффициент стока можно определить по формуле

$$\psi = Z_{ср}\, q^{0,2}\, t^{0,1}, \tag{64}$$

где Z — средний коэффициент поверхности бассейна стока (см. табл. 10 и 11 СНиП II-Г. 6-62.);

q — интенсивность дождя, *л/сек* на 1 *га*;

t — продолжительность дождя, *мин*.

Расчетную продолжительность дождя принимают как сумму времени добегания дождевых вод: 1) до уличного лотка или коллектора (время поверхностной концентрации); 2) по уличным лоткам до дождеприемника; 3) по трубам канализационной сети до рассчитываемого сечения.

Время поверхностной концентрации дождевого стока следует принимать равным 5—10 *мин*.

Время протекания дождевых вод по уличным лоткам определяют по формуле

$$t_л = 1{,}25\,\frac{l_л}{v_л}, \tag{65}$$

где $l_л$ — длина лотка, *м*;

$v_л$ — скорость течения дождевых вод в конце лотка, *м/сек*;

1,25 — коэффициент, учитывающий постепенное нарастание скорости дождевых вод.

При отсутствии записей дождемеров расчетную интенсивность определяют по формуле 66

$$A = 20^n q_{20}\,(1 + C \lg P), \tag{66}$$

где q_{20} — интенсивность дождя для данной местности (продолжительностью 20 *мин* при $P =$ 1 год, *л/сек* на 1 *га*)*;

P — период однократного превышения расчетной интенсивности дождя в годах, определяемый по п. 2.7 СНиП II-Г. 6-62;

n и C — коэффициент, учитывающий климатические особенности районов СССР;

n — значение величин параметра.

Гидравлический расчет трубопроводов водосточной сети делают по тем же формулам, что и бытовой канализационной сети. Наполнение труб принимают полное. Минимальную самоочистную скорость при полном наполнении принимают 0,70 *м/сек*, наибольшую скорость в водостоках — до 4 *м/сек*.

---

* Значение q_{20} следует определять по рис. 1 и 2 СНиП II-Г. 6-62, значение C по рис. 3 и значение n по рис. 4 и 5 того же СНиПа.

Глава XXIV
КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

Канализационные насосные станции сооружают для перекачки сточной жидкости из коллекторов, имеющих большое заглубление, к очистным сооружениям, а также для подъема воды из коллекторов глубокого заложения в коллекторы с меньшим заложением.

В первом случае станции называют главными, во втором — станциями подкачки (перекачки, рис. 211).

Учитывая неравномерность притока сточной жидкости, при насосных станциях строят приемные резервуары, размещаемые в нижней подземной части здания станции. Для определения емкости резервуаров составляют график притока сточной жидкости, совмещенный с графиком работы перекачивающего насоса.

Емкость приемного резервуара у насосной станции принимают в зависимости от следующих факторов: притока сточной жидкости к насосной станции, производительности насосов, принятого режима их работы (не менее 5-минутной производительности одного из насосов, но без преувеличения, так как при большом увеличении емкости резервуара он превратится в отстойник, что недопустимо). При автоматизации емкость приемного резервуара принимают, исходя из расчета, что насосы включают в работу до 5 раз в течение 1 *ч*.

Насосная станция, кроме приемного резервуара, состоит из машинного зала, насосного оборудования, коммуникаций всасывающих и нагнетательных труб, вспомогательных устройств и помещений.

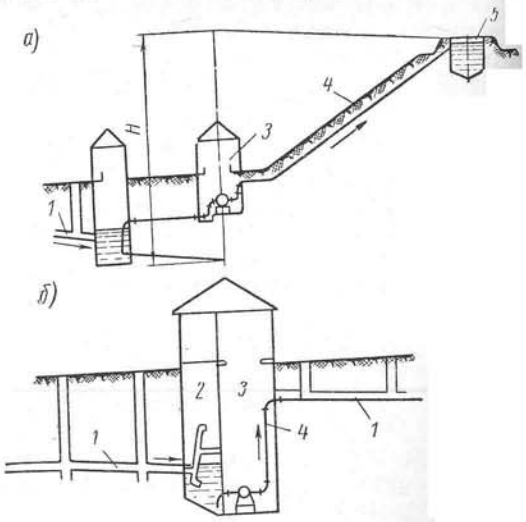
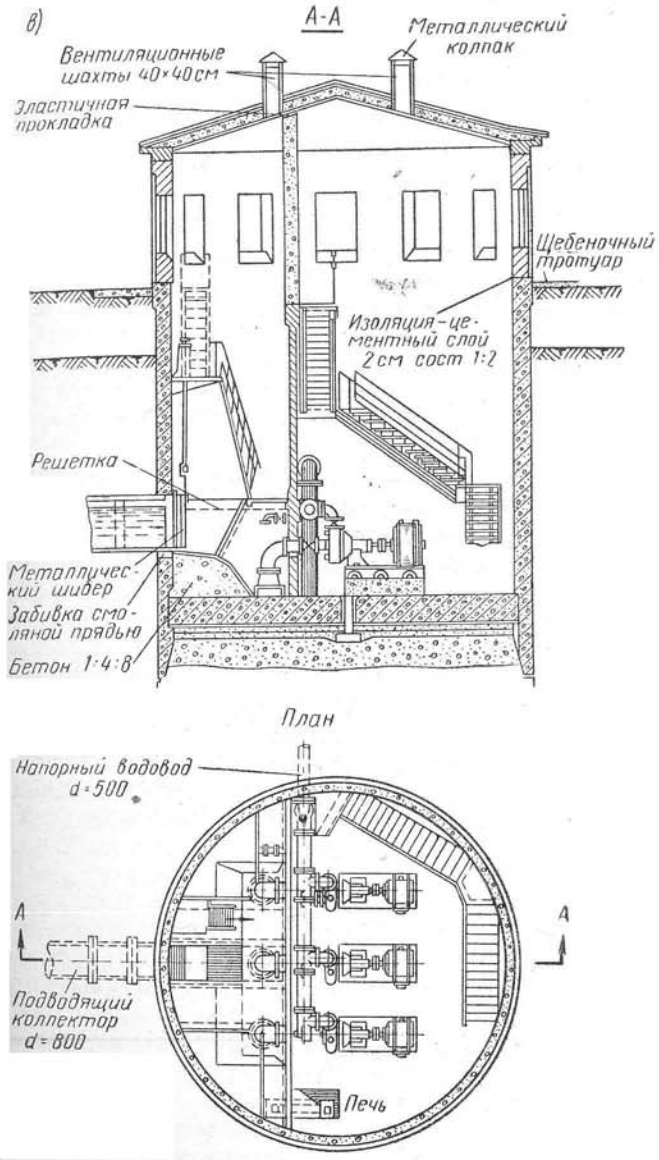


Рис. 211. Канализационная насосная станция:
а — на очистные сооружения; *б* — из заглубленного коллектора в вышележащий, *в* — типовая Н. С.; *1* — самотечный коллектор; *2* — приемный резервуар с решетками; *3* — машинное отделение; *4* — напорный водовод; *5* — очистные сооружения



Машинное отделение является основной частью насосной станции. Размеры его в плане определяются количеством и габаритами насосных агрегатов и схемой размещения трубопроводов. Для установки 2—3 насосов широко применяют типовые насосные станции (рис. 211, *в*), которые обычно сооружают опускным способом.

Место канализационной насосной станции определяют с учетом рациональной глубины заложения коллектора, геологических и гидрогеологических условий, а также возможности устройства аварийного выпуска.

Дно приемного резервуара планируют с уклоном 0,01—0,02 в сторону приямка, в котором размещают всасывающие трубы насосов.

Для улавливания крупных отбросов служит решетка со стержнями из полосовой стали или круглой стали с прозорами, ширина которых зависит от механических примесей, содержащихся в этих стоках. Задержанные на решетке отбросы удаляют ручным или механическим способом при количестве их более 0,1 *м*³/*сут*. На крупных станциях отбросы направляют в дробилку, где их измельчают и потом сбрасывают в подводящий коллектор перед решеткой.

Чтобы обеспечить бесперебойную работу насосной станции, в ней устанавливают резервные агрегаты. Подача энергии к двигателям насосных агрегатов должна быть бесперебойной. Для предохранения от затопления приемного резервуара перед канализационной насосной станцией строят аварийный выпуск; по этому выпуску неочищенную сточную жидкость в случае аварии спускают в естественный водоем или в овраг. Устраивать аварийные выпуски допускается по согласованию с органами санитарного надзора.

Помещение приемного резервуара в совмещенных станциях нужно отделить от машинного зала и бытовых помещений сплошной стеной. В приемном резервуаре необходимо иметь искусственную вентиляцию с пятикратным обменом воздуха в течение 1 *ч*. Для машинного зала необходим одно-трехкратный обмен воздуха в 1 *ч* (в станциях производительностью до 1000 *м*³/*сут* допускается естественная вентиляция).

Насосные агрегаты должны быть расположены ниже уровня жидкости в резервуаре, поэтому они самозаливаются и всегда готовы к пуску в работу.

Насос подбирают по требуемому напору и максимальной производительности насосной станции.

Насосные станции канализации проектируют преимущественно автоматические. Насосы основные и дренажные включаются автоматически в зависимости от уровня жидкости в резервуарах и приямках с помощью уровнемеров поплавкового или электродного типов. В больших насосных станциях автоматизируется также работа механических грабель по программе, задаваемой командным прибором.

В автоматизированных шламовых насосных станциях предусматривается предварительное взмучивание сточной жидкости в приемном резервуаре до перекачки стоков и опорожнения напорного трубопровода в приемный резервуар после остановки насоса.

Центробежные насосы для перекачки сточной жидкости конструктивно отличаются от водопроводных насосов тем, что они не должны засоряться отбросами, содержащимися в сточной жидкости. Поэтому такие насосы строят одноколесными без направляющих аппаратов; на корпусе насоса и входном патрубке устраивают люки-ревизии для прочистки.

Заводы-изготовители выпускают насосы для перекачки сточной жидкости следующих марок: Ф; ФВ; Нф; НФВ (Ф — фекальный; ФВ — фекально-вертикальный и т. д.).

Глава XXV
СОСТАВ СТОЧНЫХ ВОД

Советские ученые провели большую работу в области очистки сточных вод как производственных, так и бытовых. Весьма ценные исследования в области механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод проведены профессорами А. И. Жуковым, Н. А. Базякиной, С. В. Яковлевым, Я. А. Карелиным, С. М. Шифриным и др.

§ 78. СОСТАВ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ И ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Сточные воды, содержащие растворимые и нерастворимые примеси и загрязнения, отводят за пределы канализуемого населенного места и спускают в водоем; перед спуском их необходимо очистить до такой степени, чтобы они не оказывали вредного влияния на водоем и чтобы качество воды в водоеме не снижалось ниже установленных санитарных норм.

Спуск в водоем неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод ухудшает качество воды в водоеме (цвет, вкус, запах), уменьшает содержание кислорода в ней, а содержащиеся в сточных водах вредные и даже ядовитые вещества могут оказать пагубное воздействие на флору и фауну водоема.

Все загрязнения в сточной жидкости разделяют на минеральные, органические и бактериальные.

К минеральным загрязнениям относят песок, глинистые частицы, соли, щелочи, шлак и другие вещества, состав которых особенно разнообразен в производственных сточных водах.

Органические загрязнения бывают растительного и животного происхождения. К растительным загрязнениям относят остатки плодов, овощей, растительные масла, гуминовые вещества и пр.

Загрязнениями животного происхождения считают физиологические выделения людей и животных, органические кислоты и пр.

К бактериальным загрязнениям относят живые микроорганизмы — дрожжевые и плесневые грибы, мелкие водоросли и различные бактерии. Среди огромной массы бактерий в бытовой сточной жидкости имеются безвредные (сапрофитные) и болезнетворные бактерии (патогенные), в частности возбудители желудочно-кишечных инфекций (брюшного тифа, дизентерии и холеры). Кроме того, в сточной жидкости содержится большое количество яиц глистов.

Характер загрязнений и количество их в производственных сточных жидкостях весьма различны и зависят от технологических процессов, рода обрабатываемого сырья, удельных норм расхода воды и др. В некоторых производственных сточных водах могут содержаться кислоты, красители, ядовитые вещества (циан, мышьяк, соли тяжелых металлов). Нельзя дать какую-либо типовую характеристику этих сточных вод.

§ 79. БИОХИМИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ПОТРЕБНОСТЬ В КИСЛОРОДЕ

Органические вещества в присутствии кислорода подвержены процессу окисления. Скорость этого процесса зависит от наличия свободного кислорода, содержащегося в сточной жидкости и в воде водоема. Минерализация органического вещества является конечным процессом очистки сточной жидкости.

Окисление органических веществ происходит в присутствии кислорода также при содействии микроорганизмов — минерализаторов. Поэтому создание условий, наиболее благоприятствующих жизнедеятельности таких организмов, можно считать основной целью очистки сточных вод.

Процессы минерализации органических веществ, протекающие при активном участии аэробных бактерий (для жизнедеятельности которых необходим свободный кислород), называют *аэробными*.

Процессы минерализации, происходящие при активном участии анаэробных бактерий (живущих и развивающихся без доступа кислорода), принято называть *анаэробными*.

При недостаточном количестве кислорода окисление будет происходить медленно. Поэтому важно определить количество кислорода, которое необходимо для окисления органических веществ, находящихся в сточной жидкости, до такой степени, чтобы последняя стала стабильной, т. е. неспособной загнивать в дальнейшем и пригодной для спуска в водоем. В последнем кислород по мере его израсходования пополняется из воздуха.

Процесс окисления проходит две фазы, следующие друг за другом. В первой фазе окисляются в основном углерод и водород, давая в результате углекислоту и воду; во второй окисляется азот сначала до солей азотистой кислоты — нитритов, а затем до

солей азотной кислоты — нитратов. Последняя фаза называется нитрификацией.

Процесс окисления подчиняется определенному закону, который можно выразить формулой

$$L_t = L_a 10^{-k_1 t} , \qquad (67)$$

где L_t — количество кислорода, необходимое для окисления органического вещества по прошествии времени t;

L_a — количество кислорода, необходимое для окисления органического вещества, имеющегося в начале процесса;

k_1 — коэффициент пропорциональности, или константа скорости биохимического потребления кислорода.

Константа скорости окисления k_1 для многих сточных жидкостей при температуре 20° равна 0,10, а при температуре 30° — 0,158. Чем выше температура, тем больше эта константа.

Проникновение кислорода из воздуха в водоем подчиняется тому же закону, что и потребление кислорода. Это количество можно определить по формуле

$$D_t = D_a \cdot 10^{-k_2 t} , \qquad (68)$$

где D_a — начальный дефицит кислорода (недостача до полного насыщения);

D_t — дефицит кислорода после времени t;

k_2 — константа скорости растворения кислорода, зависящая от температуры среды, состояния поверхности и условия перемешивания воздуха с водой. С повышением температуры константа скорости растворения кислорода также повышается.

Величина константы k_2 для предварительных подсчетов при температуре воды 20° может быть принята равной 0,20.

Кислород может растворяться в воде лишь до определенного предела насыщения, который зависит от температуры воды и от давления. Например, при температуре воды 0° и давлении 760 *мм рт. ст.* предел насыщения воды кислородом составит 14,62 *мг/л*, при температуре воды 20° — 9,17 *мг/л*.

Степень загрязненности сточной жидкости органическими веществами можно определить по количеству кислорода, необходимого для окисления органических веществ. Эта величина называется биохимической потребностью в кислороде, обозначается она сокращенно БПК и выражается количеством кислорода (в *мг/л* или *г/м*^{3}).

Полное окисление органического вещества происходит в течение более 100 суток при температуре жидкости 20°. Для практических целей вполне достаточно определить 20-суточную или даже 5-суточную БПК.

Биохимическая потребность в кислороде при 20-суточной пробе при температуре 20° рекомендуется правилами технической эксплуатации как стандартное определение.

Количество потребного кислорода в течение первых пяти дней составляет 68% полной его потребности. Величина БПК показывает количество кислорода, потребного на окисление только органических веществ. Исследования показывают, что $БПК_{20}$ отстоенной хозяйственно-бытовой сточной жидкости составляет 40 *г/сут* на 1 человека, пользующегося канализацией.

Концентрация органических веществ в сточной жидкости зависит от норм потребления воды: чем больше норма — тем меньше БПК.

БПК бытовых сточных вод в *мг/л* можно определить в зависимости от нормы водоотведения по формуле

$$L_{20} = \frac{a \cdot 1000}{q},$$

где L_{20} — $БПК_{20}$, *мг/л*;

a — $БПК_{20}$, *г/сут* на 1 человека;

q — норма водоотведения, *л/сут* на 1 человека.

С увеличением нормы потребления воды концентрация органических загрязнений уменьшается. БПК производственной сточной жидкости различна. (Например, БПК вод коксохимических заводов достигает 500 *мг/л*, БПК вод заводов синтетического каучука — 30 000 *мг/л*).

В практике проектирования приходится учитывать смесь хозяйственно-бытовой и производственной сточной жидкости.

БПК смеси бытовых и производственных сточных вод $L_с$ определяют по формуле

$$L_с = \frac{L_б Q_б + L_п Q_п}{Q_б + Q_п}, \qquad (69)$$

где $L_б$ и $L_п$ — $БПК_{20}$ бытовых и производственных сточных жидкостей, *мг/л*;

$Q_б$ и $Q_п$ — суточный расход бытовых и производственных сточных жидкостей, $м^3/сут$.

При определении БПК одновременно следует учитывать стойкие органические вещества, которые не затрагиваются биохимическим процессом.

Определяют еще химическую потребность в кислороде (ХПК). Общее количество кислорода, необходимое для перевода углерода органических соединений в углекислоту, водорода в воду, азота в аммиак, серы в серный ангидрид, называется химической потребностью в кислороде и обозначается ХПК. Для хозяйственно-бытовых и городских сточных вод $БПК_{20}$ составляет 86% ХПК. У производственных сточных вод $БПК_{20}$ равно 20—80% ХПК.

§ 80. УСЛОВИЯ СПУСКА СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ВОДОЕМЫ

В воде любого водоема содержится некоторый запас кислорода, который можно использовать для окисления органических веществ, поступающих в водоем вместе со сточной жидкостью. Следовательно, водоем может очищаться с течением времени естественным путем.

Самоочищение водоема заключается в минерализации внесенных в него органических веществ, которая происходит в результате физических, химических и биохимических процессов.

При проектировании очистных сооружений необходимо учитывать самоочищающую способность водоема. Однако последняя ограничена в отношении приема большого количества сточной жидкости.

Для определения степени очистки сточной жидкости необходимо знать следующие величины:

Q — секундный расход воды в реке, $м^3$;

q — секундный расход спускаемой сточной жидкости, $м^3$;

a — количество растворенного в реке кислорода, *мг/л*;

$б_1$ — норму остаточного кислорода в реке, *мг/л*;

$б$ — БПК спускаемых сточных вод, *мг/л*.

Уравнение кислородного баланса в речной воде после спуска в нее сточной жидкости составляют в соответствии с требуемой нормой остаточного кислорода; оно имеет вид

$$Qa - qб = б_1 (Q + q), \ мг/л. \qquad (70)$$

Отсюда

$$б = \frac{Q}{q}(a - б_1) - б_1.$$

Величина $б$ характеризует степень очистки сточной жидкости.

Пример. Расход воды в реке 10 $м^3/сек$; содержание кислорода 8 *мг/л*; норма остаточного кислорода $б_1 = 4$ *мг/л*; количество спускаемых сточных вод 0,5 $м^3/сек$.

Тогда допустимая концентрация загрязнения сточных вод будет равна

$$б = \frac{10}{0{,}5}(8 - 4) - 4 = 76 \ мг/л.$$

Таким образом, если сточные воды города имеют БПК = 300 *мг/л*, то в этом случае необходимо снизить ее при помощи искусственной очистки на сооружениях на 300—76 = 224 *мг/л**.

Приведенная формула баланса кислорода в водоеме не учитывает естественной реаэрации водоема.

---

* Подробный расчет дается в специальных курсах, например в учебнике «Канализация» А. И. Жукова [и др.]. Стройиздат, 1964.

Наряду с выявлением БПК сточной жидкости определяют ее кислотность и щелочность. Правила спуска сточной жидкости в водоем не допускают сброса сточной жидкости с повышенной кислотностью или щелочностью. Сточные жидкости с повышенной кислотностью или щелочностью подвергают нейтрализации и только после этого направляют на очистные сооружения.

В настоящее время много рек и водоемов загрязнены сточными водами, и самоочищающая способность этих водоемов весьма ограничена.

Как отмечалось выше, третья сессия Верховного Совета РСФСР пятого созыва, состоявшаяся в октябре 1960 г., приняла «Закон об охране природы». Среди многих мероприятий по охране природных богатств этот закон предусматривает защиту от загрязнения поверхностных и подземных вод.

Условия спуска промышленных сточных вод в общественные водоемы строго регламентированы существующими нормами и правилами. В частности, эти условия строго определены в зависимости от категорий водоема, изменения количества водоема, смешанных со сточной жидкостью, взвешенных веществ, растворенного кислорода, БПК, допустимость ядовитых веществ и пр. Кроме того, нормируется окраска, запахи и привкусы воды.

Правилами предусмотрено, что содержание взвешенных веществ в воде водоема после смешения в ней сточной жидкости не должно увеличиваться более чем на 0,25—0,75 *мг/л* для водоемов соответственно первой и второй категорий. Чтобы обеспечить в водоеме нормальную жизнь населяющих его организмов и способность его к самоочищению, необходимо после спуска сточной жидкости иметь в воде кислорода не меньше 4 *мг/л*.

Спуск сточной жидкости, в которой могут находиться возбудители заболеваний, в водоемы первой категории запрещен, а в водоемы других категорий может быть разрешен только после ее предварительного осветления и дезинфекции. Реакция воды в сточной жидкости после очистки не должна быть ниже 6,5 и выше 8,5 pH.

Если учитывать самоочищающую способность водоема, то можно экономично и обоснованно запроектировать очистные сооружения. Поэтому при их проектировании необходимо пользоваться данными гидрогеологических и гидрометрических исследований, а также данными о кислородном балансе водоема БПК и др.

Расчет для определения необходимой степени очистки сточной жидкости перед выпуском в водоем ведут по взвешенным веществам, потреблению кислорода, БПК смеси сточных вод и воды водоема, допустимой концентрации токсических веществ в воде и pH водоема.

Глава XXVI

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ И СХЕМЫ ОЧИСТНЫХ СТАНЦИЙ

§ 81. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

Очистка бытовой сточной жидкости производится механическим, биологическим и химическим методами.

Производственные сточные воды очищают физико-химическими и химическими методами, из которых наиболее часто применяют нейтрализацию, экстракцию и эвапарацию.

При механической очистке из сточной жидкости удаляют загрязнения, находящиеся в ней в нерастворенном и частично коллоидальном состоянии. Содержащиеся в сточной жидкости отбросы (бумаги, тряпки, кости, очистки от овощей, различные производственные отходы) предварительно задерживаются решетками.

Загрязнения минерального происхождения (песок, шлак и др.) осаждаются в сооружениях, называемых песколовками.

Основную массу загрязнений органического происхождения, находящихся во взвешенном состоянии, осаждают из сточной жидкости в отстойниках, которые по своей конструкции и по характеру движения в них сточной жидкости бывают горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Выпадающие в отстойниках нерастворенные вещества (осадок) периодически удаляют для последующей обработки.

Для очистки малых (до 25 $м^3/сут$) количеств сточной жидкости применяют также гнилостные резервуары (септики), представляющие собой горизонтальные отстойники, в которых выпадающий осадок накапливается в течение длительного периода и перегнивает. Кроме того, применяют двухъярусные отстойники, являющиеся комбинацией горизонтального отстойника (верхняя часть) и гнилостной камеры для сбраживания выпадающего осадка (нижняя часть).

Осадок из горизонтальных, вертикальных и радиальных отстойников с преобладающим содержанием веществ органического происхождения подвергается сбраживанию (разложению) в специальных сооружениях, называемых метантенками.

После сбраживания осадок из септиков, двухъярусных отстойников и метантенков подвергается обезвоживанию, которое осуществляется путем естественной сушки осадка на открытом воздухе на специальных иловых площадках или искусственными методами — вакуум-фильтрацией, термической сушкой. После отделения воды (обезвоживания) сброженный осадок можно использовать как удобрение.

Механический метод позволяет выделить из сточной жидкости 60—80% нерастворенных загрязнений.

Типовые схемы сооружений для механической очистки сточной жидкости приведены на рис. 212.

На схеме *1* изображены септик, иловые площадки, обеззараживание; на схеме *2* — двухъярусные отстойники, иловые площадки,

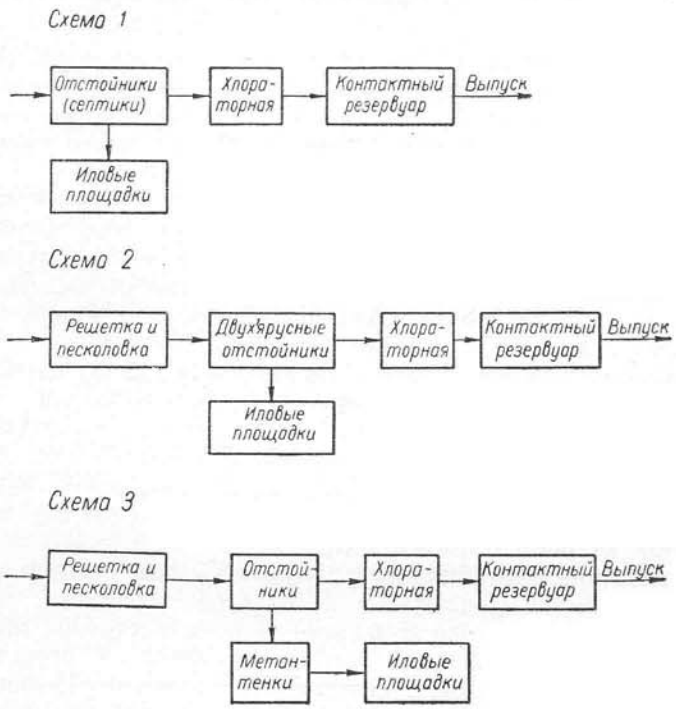


Рис. 212. Схемы очистных сооружений для механической очистки сточных жидкостей

обеззараживание; на схеме *3* — отстойники, метантенки, иловые площадки, обеззараживание.

Двухъярусные отстойники целесообразно применять для очистки сточных вод небольших и средних населенных мест при количестве сточной жидкости до 10 тыс. $м^3/сут$. Очистные сооружения по схеме *3* рекомендуются для населенных мест с количеством сточной жидкости свыше 10 тыс. $м^3/сут$.

При биологической очистке удаляют из сточной жидкости наиболее мелкие взвешенные вещества, оставшиеся после механической очистки, и основную часть коллоидальных и растворенных веществ. В результате аэробных биохимических процессов, протекающих при биологических методах очистки,

органическая часть указанных веществ минерализуется. В итоге полной биологической очистки получается незагнивающая жидкость, содержащая растворенный кислород и нитраты.

Биологическую очистку ведут либо в условиях, близких к естественным, либо в искусственно созданных. В первом случае естественная биологическая очистка сточной жидкости происходит на полях орошения, полях фильтрации и в биологических прудах.

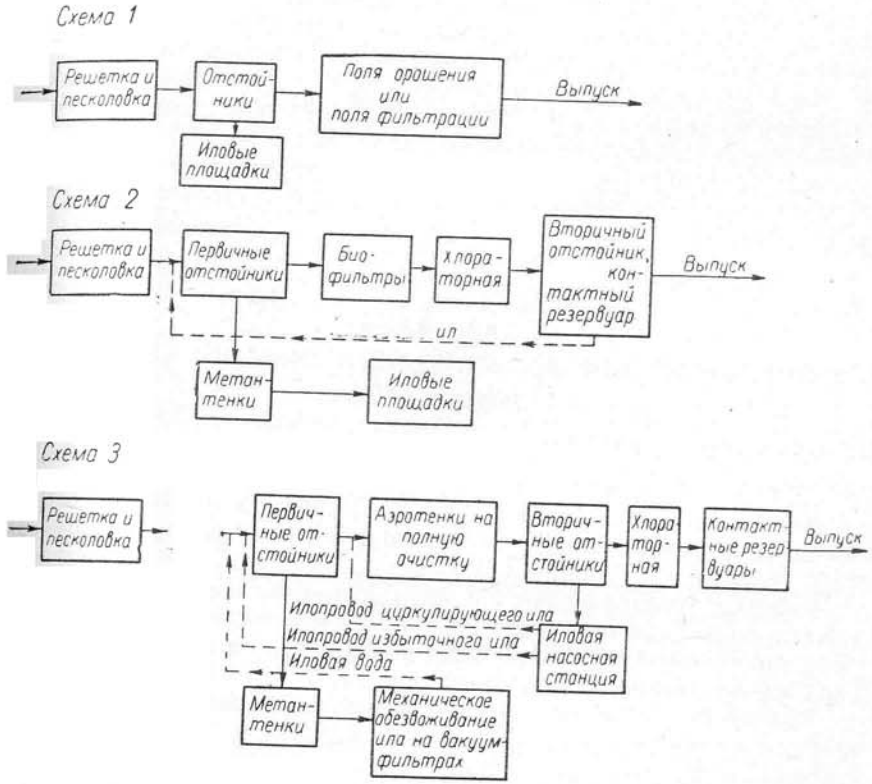


Рис. 213. Схемы очистных сооружений для биологической очистки сточных жидкостей

Во втором случае искусственная биологическая очистка производится на таких сооружениях, как биологические фильтры и аэротенки.

Осветленную сточную жидкость, получающуюся в процессе очистки, выпускают в водоем (реку, озеро и пр.) после ее обеззараживания посредством хлорирования.

В процессе биологической очистки, так же как и механической,

получаются большие количества осадка (ила), который направляется в метантенк для сбраживания.

Для естественной биологической очистки отводят и специально оборудуют поля орошения или поля фильтрации (рис. 213, схема *1*). Очистные станции с биофильтрами (рис. 213, схема *2*) сооружают для средних и малых населенных пунктов.

Очистные станции аэрации с аэротенками (схема *3*) строят для очистки сточных вод в крупных городах.

Обработку осадка из первичных и вторичных отстойников производят в метантенках; затем осадок обезвоживают, т. е. подсушивают на иловых площадках или в вакуум-фильтрах.

При химическом методе очистки в сточные воды вводят реагент, способствующий коагуляции и увеличивающий процент задержания нерастворенных веществ. Применяют также нейтрализацию и флотацию. При флотации в сточную жидкость добавляют флотореагенты и воздух, способствующие всплыванию загрязнений.

Глава XXVII
СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

§ 82. РЕШЕТКИ

Решетки сооружают для задержания крупных отбросов, содержащихся в сточной жидкости (тряпок, бумаги, частиц овощей и пр.).

Решетки устанавливают на пути движения жидкости поперек канала, подводящего сточную жидкость к очистной станции. Схема решетки, установленной на Кожуховской станции аэрации Московской канализации, приведена на рис. 214.

Количество отбросов, задерживаемых решеткой, зависит от ширины прозоров и формы стержней. Решетка с прямоугольными стержнями задерживает наибольшее количество отбросов. Ширину прозоров решеток перед очистными сооружениями следует принимать в 16 *мм*. Количество задерживаемых отбросов составляет при ручной очистке решетки 5—4 *л*, при механической очистке 6—5 *л* на 1 человека в год. Влажность отбросов достигает 80%.

Расчет решеток сводится к определению ее размеров (ширины, числа прозоров, площади живого сечения) по расходу сточных жидкостей, а также потерь напора при движении жидкости через решетки.

Скорость воды в прозорах решетки должна быть такой, чтобы отбросы не проходили вместе с ней через прозоры; она должна

быть не более 0,8 *м/сек* при среднем протоке сточных вод и не более 1 *м/сек* при максимальном протоке.

Если количество отбросов с решеток превышает 0,1 *м³/сут*, то необходимо предусматривать механизированное удаление отбросов, при этом решетки следует очищать непрерывно. Для этого применяют механизированные грабли, которые двигаются вдоль

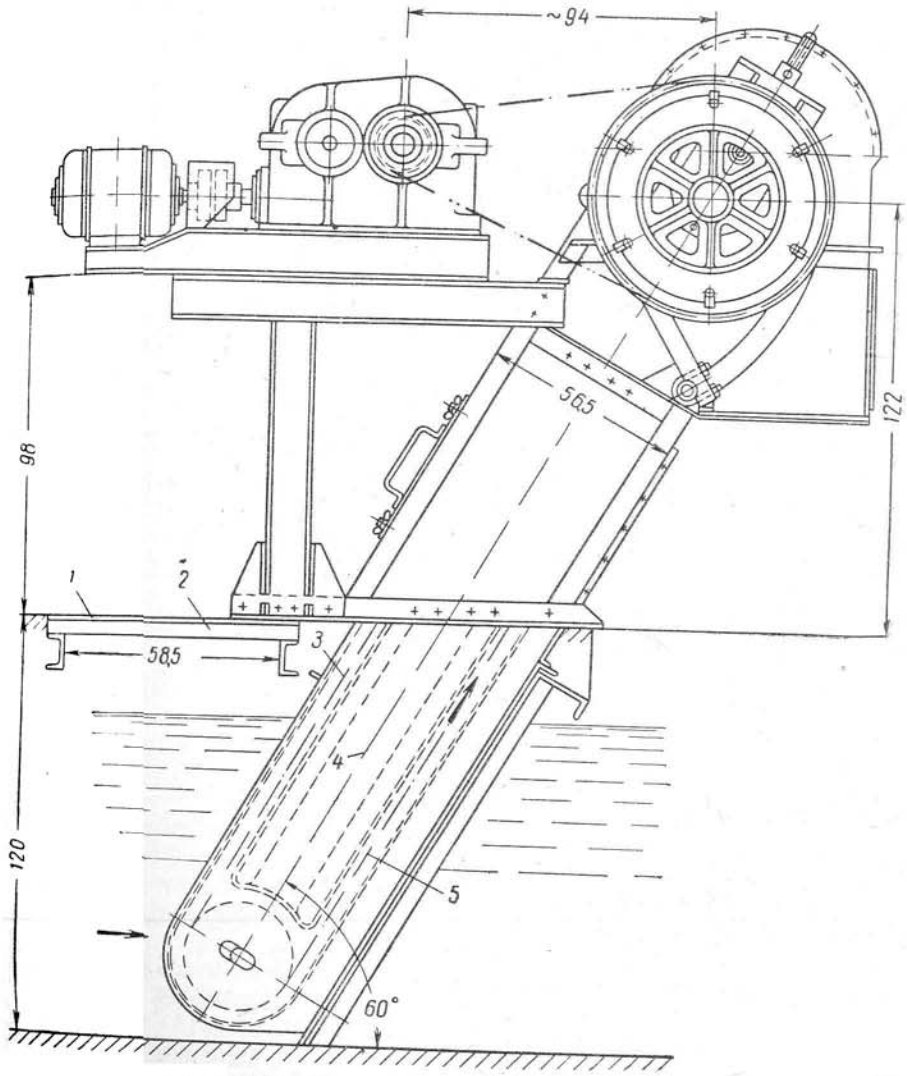


Рис. 214. Решетка с механизированной очисткой:
1 — решетка; *2* — грабли; *3* — бесконечная цепь; *4* — транспортер; *5* — ось цепи

решетки на шарнирно-пластиночной цепи. Снимаемые с решетки отбросы передаются транспортером в дробилку для измельчения, откуда их сбрасывают в поток сточной жидкости.

За рубежом большое распространение получили комминуторы — вращающиеся решетки, производящие одновременно и измельчение задержанных отбросов. Отечественной промышленностью начато освоение комминуторов.

При количестве задерживаемых отбросов менее 0,1 *м³/сут* решетки очищают вручную граблями 1—2 раза в сутки. Снимаемые с решетки загрязнения складывают в приемник и отвозят на свалку.

§ 83. ПЕСКОЛОВКИ

Песколовки задерживают минеральные вещества: песок, золу и подобные им частицы, содержащиеся в сточной воде.

При производительности очистных сооружений более 100 *м³/сут* устройство песколовок обязательно, так как песок и другие тя-

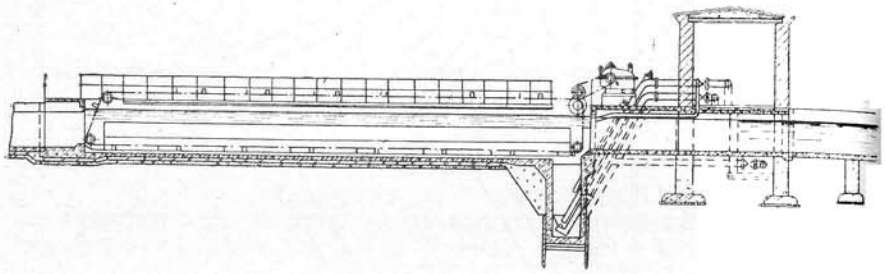


Рис. 215. Горизонтальная песколовка

желые минеральные вещества отрицательно влияют на работу отстойников.

Песколовки применяют двух типов: горизонтальные — при движении жидкости в горизонтальном направлении и вертикальные, когда жидкость движется вертикально вверх.

Материалом для песколовок служит в основном железобетон.

Горизонтальная песколовка (рис. 215) состоит из рабочей части, в которой движется поток сточной жидкости и осадочной части; назначение последней собирать и хранить выпавший песок для его удаления. Объем камер для песка следует принимать не больше двухсуточного объема выпадающего осадка; угол наклона стенок камеры к горизонту — не менее 50°. Песок осаждается на дно в результате понижения скорости протока воды до 0,15—0,3 *м/сек*. Скопившийся песок из небольших песколовок удаляют вручную, а из крупных при количестве его более 0,5 *м³/сут* — при помощи норий, эрлифтов и гидроэлеваторов. Песок следует отвозить на

специально отведенные площадки с ограждающими валиками высотой 1—2 *м*.

Опыт эксплуатации горизонтальных песколовок показывает, что при хорошей их работе можно осадить 65—75% всех минеральных загрязнений, находящихся в сточной воде.

Вертикальная песколовка (рис. 216) также состоит из рабочей и осадочной частей. Осадок выпадает в конусную часть, а жидкость поднимается вверх и, переливаясь, попадает в отводной лоток.

Количество осадка, задерживаемого в песколовках, составляет 0,02 *л* на 1 человека в сутки при влажности осадка 60% и объемном весе 1,5.

При расчете горизонтальных песколовок учитывают скорость выпадения и оседания частиц песка заданной крупности.

Глубина проточной части песколовки h_1 не должна превышать 1 *м*. К глубине проточной части при расчете нужно прибавлять глубину осадочной части h_2, которая определяется по объему выпадающего в песколовке осадка и продолжительности периода между очистками. Обычно рекомендуется принимать $h_2 \approx 0{,}5h_1$. Кроме того, над уровнем протекающей воды в песколовке нужен запас высоты h_3 не менее 0,2—0,3 *м*. Таким образом,

$$H_{общ} = h_1 + h_2 + h_3 \text{ м}. \qquad (71)$$

Вертикальные песколовки рассчитывают по нагрузке на площадь водного зеркала (100—130 *м³/м² · ч*).

Глубину цилиндрической (проточной) части вертикальной песколовки h определяют в зависимости от времени пребывания в ней жидкости в скорости подъема потока. Скорость вертикального движения воды в песколовке не должна превышать 0,05 *м/сек* при максимальном расходе и 0,02 *м/сек* при минимальном; время осаждения принимается в пределах 1—3,5 *мин*.

§ 84. ОТСТОЙНИКИ

Отстойники по своей конструкции подразделяют на горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Отстойники предназначают для осаждения нерастворенных и частично коллоидных загрязнений преимущественно органического происхождения. Выделению из сточной жидкости подлежат взвешенные вещества как тонущие (оседающие), так и плавающие. Отстойники сооружают проточными; сточная жидкость движется в них с незначительными скоростями в пределах 0,5—7 *мм/сек*. Продолжительность отстаивания принимают в пределах 0,75—1,5 *ч*. Количество выпадающего осадка следует принимать 0,5—0,8 *л/сут* на 1 человека при влажности осадка в 95%, что соответствует примерно 40 *г* осадка по сухому веществу.

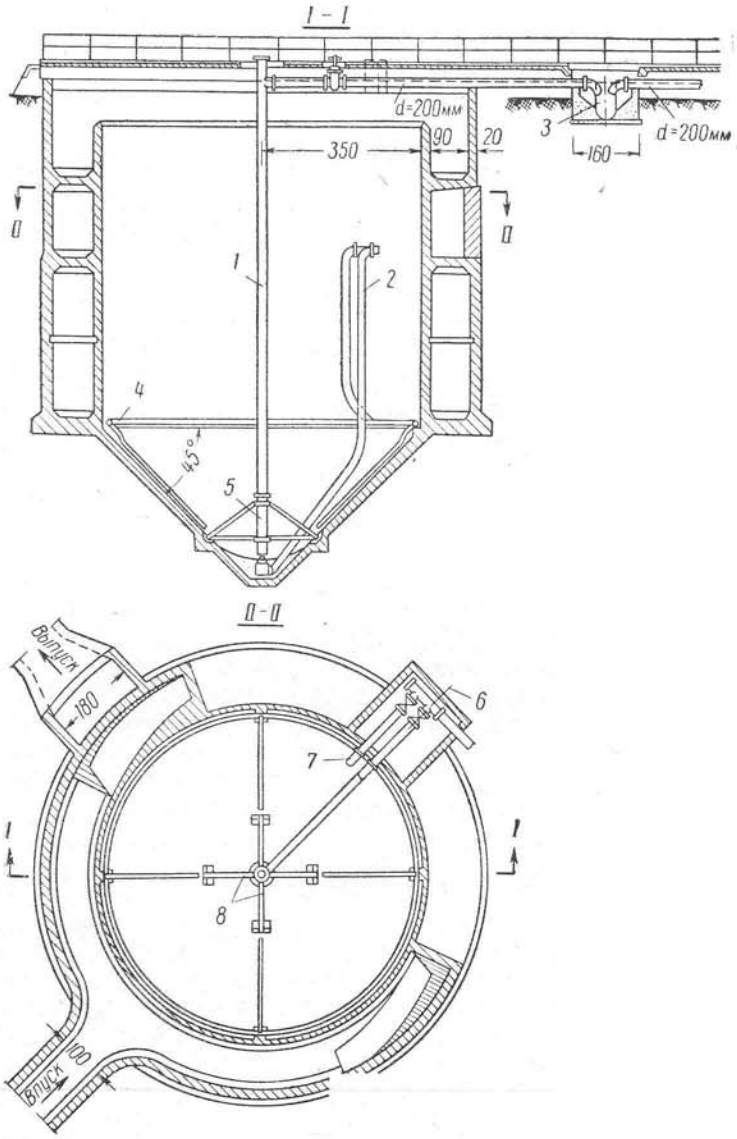


Рис. 216. Схема вертикальной песколовки:
1 — напорная труба гидроэлеватора; *2* — труба для подачи рабочей воды к гидроэлеватору; *3* — отводной железобетонный лоток; *4* — кольцо смыва; *5* — гидроэлеватор; *6* — ось колодца; *7* — к кольцу смыва; *8* — опоры гидроэлеватора

По назначению отстойники разделяют на первичные и вторичные. Первые применяют до сооружений для биологической очистки, а вторые после биологической очистки. Основная часть взвешенных веществ, содержащихся в сточной жидкости, задерживается в первичных отстойниках.

В целях повышения эффекта отстаивания в последние годы начали применять продувку сточной жидкости сжатым воздухом в канале перед отстойниками или путем устройства специальных сооружений — биокоагуляторов. Научные работники Академии

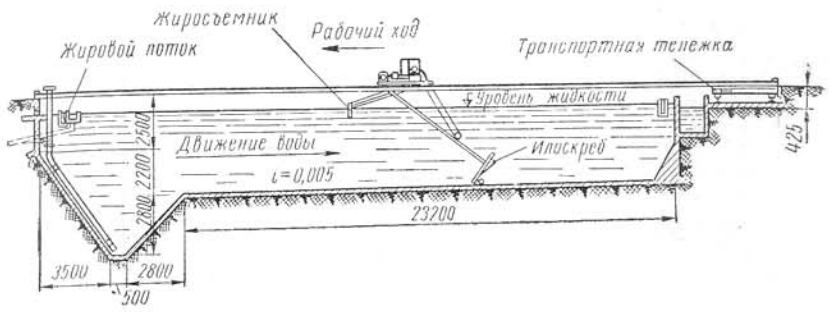


Рис. 217. Горизонтальный отстойник

коммунального хозяйства канд. техн. наук И. О. Постников и О. И. Цитович, а на Щукинской станции (Москва) докт. техн. наук С. В. Яковлев применили для очистки сточной жидкости биокоагуляторы, в которых отстаивание сточной жидкости происходит при предварительной аэрации с добавлением активного ила.

Биокоагуляторы предусматривают на очистных станциях с аэротенками и биофильтрами и проектируют их в виде сооружений, совмещенных с отстойниками вертикального типа (см. § 92).

Горизонтальные отстойники представляют собой прямоугольные в плане резервуары со скребками (рис. 217) и без них с числом секций не менее двух. Сточная жидкость подводится в переднюю часть, протекает вдоль отстойника до противоположного конца, и осветленная жидкость сливается в отводной канал.

Для удержания всплывающих веществ в отстойниках устанавливают доски, погруженные в жидкость у входного отверстия на глубину 0,35—0,3 *м*, а у выходного — не более 0,25 *м*.

В начале отстойника осадка выпадает больше, чем в конце, поэтому дно отстойника устраивают с уклоном в сторону, противоположную движению в нем жидкости.

Продольный уклон днища в сторону приямка принимают равным 0,01—0,02 при наличии механических скребков для сбора выпавшего осадка и 0,05 при отсутствии скребков.

В начале отстойника устраивают приямок, в который поступает

осадок со всего днища, откуда он удаляется через иловую трубу под гидростатическим напором не менее 1,5 *м*.

Расчет малых отстойников сводится к определению их полезного объема по продолжительности отстаивания. В последующем выбирают рабочую глубину, а также соотношение между длиной и шириной. Крупные отстойники рассчитывают по скоростям движения сточной жидкости и выпадения частиц*. Объем иловой части отстойника определяют по количеству осадка, выпадающего в нем. Период накопления осадка для первичных и вторичных отстойников после биофильтров принимают не более 2 суток, а для вторичных отстойников после аэротенков — не более 2 *ч*.

Расчетную глубину зоны отстаивания при проектировании принимают 1,5—4 *м* в зависимости от производительности очистных сооружений.

Длину отстойника определяют по формуле

$$L = 1{,}2\,vt, \qquad (72)$$

где v — расчетная скорость движения жидкости, *мм/сек*;

t — продолжительность отстаивания.

Нейтральный слой служит для предохранения уже осевшего осадка от взмучивания его протекающей водой. Высоту нейтрального слоя обычно принимают на 0,4 *м* выше днища (на выходе из отстойника).

Высоту борта от уровня воды до верха стенок отстойника принимают не менее 0,3 *м*.

Общая высота горизонтального отстойника складывается из рабочей проточной его части H, нейтрального слоя h_1, иловой части h_2 и высоты борта h_3:

$$H_{общ} = H + h_1 + h_2 + h_3. \qquad (73)$$

Вертикальный отстойник представляет собой цилиндрический железобетонный резервуар с коническим днищем (рис. 218). Сточная жидкость поступает через специальную трубу в нижнюю часть отстойника, откуда медленно поднимается вверх к переливному борту. Осадок выпадает на дно отстойника.

Продолжительность отстаивания для первичных вертикальных отстойников принимают 1,5 *ч*, для вторичных после обычных биофильтров — 0,75 *ч*, после аэротенков на полную очистку — 1,5 *ч*.

Скорость движения воды в отстойнике принимают от 0,5 до 0,7 *мм/сек*. Уклон стенок днища должен составлять 45° к горизонту для создания лучших условий сползания выпавшего осадка. Это позволяет проще, чем в других отстойниках, отделять жидкость от осадка.

---

* Теория расчета горизонтальных отстойников, разработанная подробно проф. А. И. Жуковым, описана в специальной литературе.

Осадок из конической части отстойника периодически удаляется через илопроводную трубу, опущенную до основания отстойника, под действием гидростатического напора, в 1,5—2 *м вод. ст.*

Верхний конец этой трубы выводится выше уровня воды на 0,4 *м*, чтобы можно было промывать и прочищать ее.

Глубину проточной части для первичных отстойников принимают равной 2,7—3,8 *м* и не менее 1,5 *м* для вторичных, диаметр отстойников — не более 10 *м*.

Скорость движения жидкости в центральной трубе с отражательным щитом не должна превышать 30 *мм/сек*. Скорость движения сточной жидкости в щели между нижней кромкой центральной трубы и поверхностью отражательного щита в первичных отстойниках должна быть меньше 20 *мм/сек*, во вторичных — до 15 *мм/сек*.

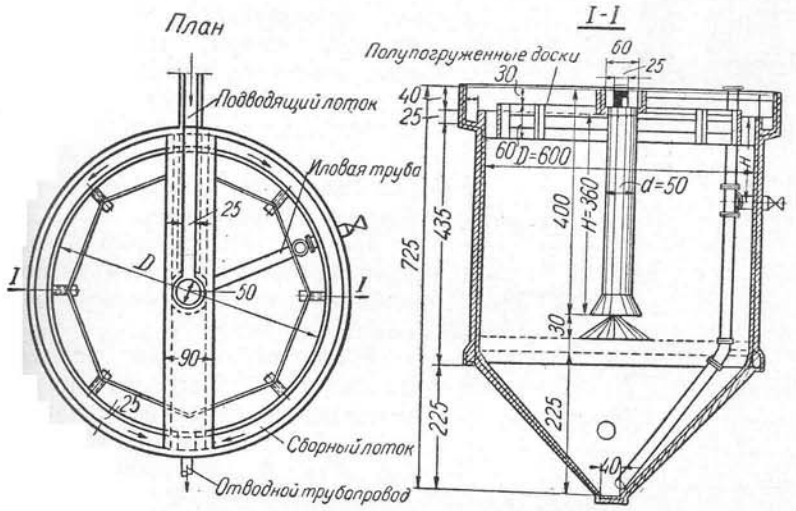


Рис. 218. Вертикальный отстойник

Объем иловой камеры определяют по объему выпадающего осадка: для первичных и вторичных отстойников после биофильтров — за период не более 2 суток, а для вторичных отстойников после аэротенков — не более 2 *ч*.

Общая высота вертикальных отстойников слагается из высоты проточной части h_1, нейтрального слоя h_2, иловой части h_3 и высоты борта над уровнем воды h_4:

$$H_{общ} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4. \qquad (74)$$

Радиальный отстойник представляет собой круглый в плане резервуар глубиной не более 4 *м*. Сточная жидкость поступает в

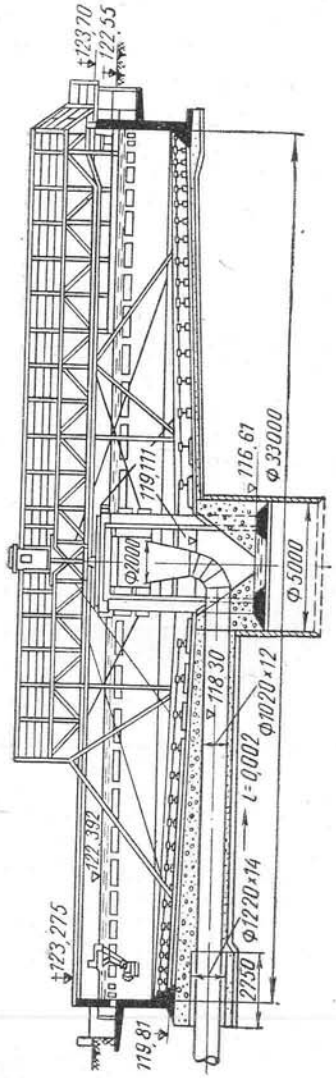


Рис. 219. Радиальный отстойник

центральную трубу, а из нее движется в радиальном направлении к периферийному сборному желобу.

Дно отстойника имеет уклон по направлению от периферии к центру не менее 0,02 для первичных остойников и 0,001—0,003— для вторичных.

Выпавшие частицы сгребаются в приямок особыми скребками, укрепленными на радиальной раме, вращающейся вокруг центральной опоры. Приямок этот расположен в центральной части отстойника, и оттуда осадок по трубе удаляется под гидростатическим давлением или специальными насосами для дальнейшей обработки в метантенках.

На рис. 219 изображен радиальный отстойник Курьяновской станции аэрации Московской канализации.

Расчет отстойников производят по нагрузке. Нагрузку на 1 $м^2$ поверхности первичных отстойников принимают в пределах 1—3,5 $м^3/ч$, а для вторичных отстойников — 1,5—2 $м^3/ч$; объем иловой камеры определяют из расчета выпавшего осадка в течение 4 *ч*.

Радиальные отстойники строят диаметром не менее 16 *м*. Отношение диаметра отстойника к глубине его цилиндрической части для первичных и вторичных отстойников колеблется в пределах от 6 до 10; оборот илоскребка на подвижной ферме — за 20—30 *мин*.

Тип отстойника выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов — с учетом расположения сооружений по высоте и гидрогеологических условий.

Горизонтальные отстойники рекомендуется применять на очистных сооружениях производительностью более 15 000 $м^3/сут$. Допускается применять их и при меньшей производительности очистных сооружений, особенно при наличии слабых грунтов с высоким уровнем грунтовых вод.

Вертикальные отстойники применяют на очистных сооружениях производительностью до 30 000 $м^3/сут$ (при одиночных отстойниках) и до 50 000 $м^3/сут$ (при многоячейковых отстойниках) в случае расположения их на плотных грунтах, при низком уровне грунтовых вод на площадке очистных сооружений.

Радиальные отстойники рекомендуется применять при проектировании очистных сооружений производительностью более 20 000 $м^3/сут$.

Глава XXVIII
ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА

§ 85. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ОСАДКА

Одной из сложных операций при очистке сточной жидкости является удаление и обработка осадка (ила), задерживаемого первичными отстойниками, и избыточного активного ила — со вторичных.

В сыром неперегнившем состоянии осадок опасен в санитарном отношении, издает неприятный запах и плохо сохнет. Неперегнивший осадок непригоден для перевозки, что ограничивает его использование.

Обработка осадка сбраживанием широко применяется в практике очистки хозяйственно-бытовой сточной жидкости. Осадок, обработанный в перегнивателях, теряет гнилостный запах, приобретает однородную зернистую структуру, хорошо отдает при сушке влагу.

Для обработки осадка служат следующие основные сооружения: септики, двухъярусные отстойники (эмшеры) и метантенки.

Перегнивший осадок черного или темно-бурого цвета представляет собой однородный по составу ил пористого строения. Этот сброженный осадок содержит азот, фосфор и калий, которые хорошо усваиваются растениями, и поэтому широко используется для удобрения полей. Однако использовать перегнивший осадок возможно только после понижения его влажности, которая обычно составляет 90—97%. В качестве удобрений влажной осадок малопригоден, поэтому его необходимо подсушивать. Подсушка производится на иловых площадках. За короткое время ил теряет 20—25% влаги, причем объем осадка уменьшается в 2—3 раза.

Исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, показали, что наилучшие результаты дает механическое обезвоживание и термическая сушка осадка.

Септики рассчитаны на пребывание в них сточной жидкости в течение 2,5—3 суток. Продолжительность хранения осадка от 180 дней до 1 года. Устройство септиков простое, эксплуатация их несложная. Рекомендуется сооружать септики для обработки небольшого количества сточной жидкости поселков, совхозов, домов отдыха, отдельных зданий, а также установок временного типа (см. гл. XXXI).

§ 86. ДВУХЪЯРУСНЫЕ ОТСТОЙНИКИ

Двухъярусные отстойники (рис. 220) сооружают для осветления сточной жидкости, сбраживания и уплотнения выпавшего осадка. Они представляют собой цилиндрической или прямоугольной формы резервуары, в верхней части которых расположены один или два осадочных желоба, выполняющие функции горизонтального отстойника. В желоб выпадают из воды (при небольшой скорости ее движения) взвешенные вещества, которые проваливаются через щели в иловую камеру для перегнивания.

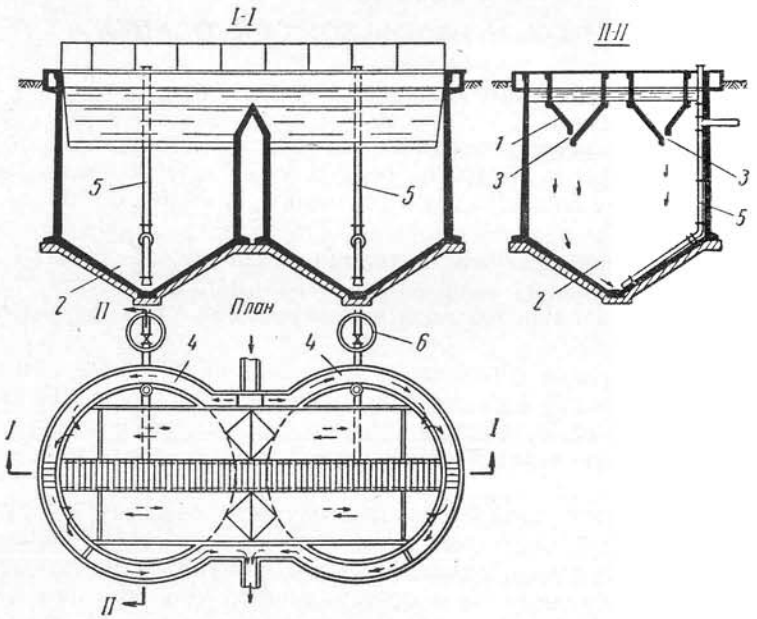


Рис. 220. Спаренный двухъярусный отстойник:
1 — осадочные желоба; *2* — гнилостная камера; *3* — щели; *4* — водосливные желоба; *5* — иловая труба; *6* — выпуски сброженного ила

Осветленная сточная жидкость направляется в водоем или для дальнейшей биологической очистки. Нижняя часть желоба имеет уклон 50° и щели шириной 0,15 *м*. Нижние грани осадочного желоба перекрывают одна другую на 0,15—0,25 *мм*. Такое устройство щели предотвращает возможность заражения осветленной воды продуктами гниения, которые выделяются при брожении осадка.

Иловая камера отделяется от желобов (отстойников) так называемым нейтральным слоем. Высоту этого слоя от низа щели желоба до верхнего уровня осадка в иловой камере принимают в 0,5 *м*; уклон конического днища камеры делают не менее 30° для лучшего сползания ила. Скорость движения сточной жидкости в желобах принимают до 2 *мм/сек*, а продолжительность отстаивания жидкости в них принимают 1,5—2,0 *ч* по максимальному притоку.

В начале и в конце осадочной части желобов устанавливают доски: наполовину погруженные в жидкость входную — для равномерного распределения входящего потока сточной жидкости, выходную — для удержания всплывающих частиц. Высоту отстойной части желобов обычно принимают не больше 2 *м*.

Ил из двухъярусного отстойника удаляют для подсушивания через трубы диаметром 200 *мм* под давлением столба воды. Процесс перегнивания осадка длится 60—180 дней; в течение этого времени объем его уменьшается приблизительно в 2 раза.

Расчет отстойника заключается в определении размеров осадочного желоба и иловой камеры. Осадочный желоб рассчитывают по тем же нормативам и формулам, что и горизонтальные отстойники.

Объем иловой камеры двухъярусных отстойников определяют в зависимости от средней зимней температуры сточных вод по данным СНиП II-Г. 6-62. (табл. 32). Двухъярусные отстойники строят обычно для очистных станций производительностью до 10 000 $м^3/сут$.

§ 87. МЕТАНТЕНКИ

Метантенками называют резервуары обычно цилиндрической или прямоугольной формы, в которых происходит сбраживание осадка, поступающего из первичных и вторичных отстойников. Получающийся в результате брожения осадка газ собирается в газовом колпаке, расположенном в верхней части газонепроницаемого перекрытия, откуда по газопроводу отводится для использования. Сооружают метантенки из железобетона, они имеют коническое днище и обычно неподвижное перекрытие (рис. 221), последнее может быть и подвижным плавающим.

Для ускорения процесса брожения осадок подогревают и перемешивают. Подогрев ила производят обычно путем ввода в иловую

камеру перегретого пара или при помощи змеевиков, по которым циркулирует горячая вода.

Перемешивают сырой осадок с общей массой созревшего при помощи насосов или эжекторов, забирающих ил из нижней части камеры и подающих его в верхнюю часть гидроэлеваторами совместно с насосами, либо при помощи специальных мешалок.

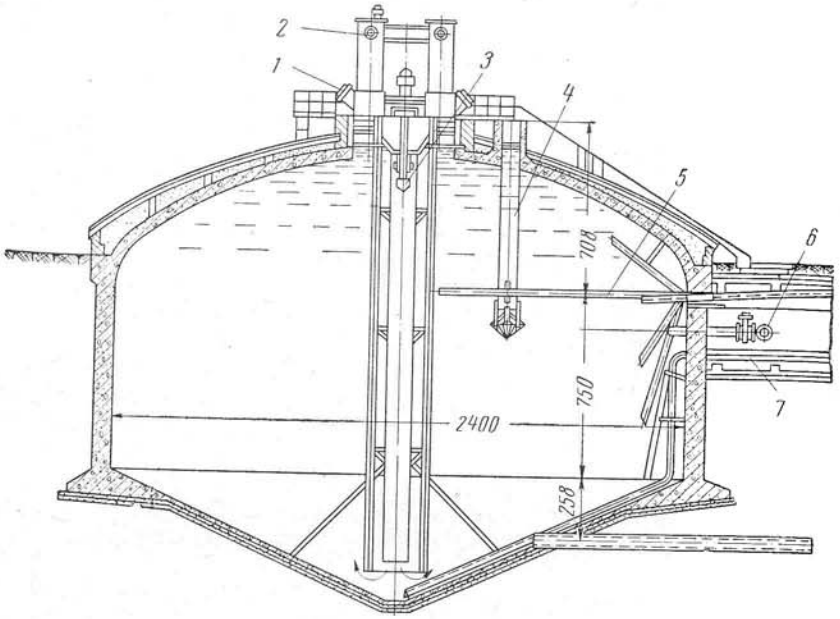


Рис. 221. Метантенк с неподвижным перекрытием:
1 — смотровой люк; *2* — газопровод $d = 200$ *мм*; *3* — пропеллерная мешалка; *4* — переливная труба; *5* — трубопровод $d = 250$ *мм* для загрузки осадка и активного ила; *6* — инжектор для подогрева метантенка; *7* — трубопровод $d = 250$ *мм* для выгрузки сброженного осадка

Ускорить процесс перегнивания осадка можно путем регулирования температуры, изменения суточной дозы загрузки свежего осадка и тщательного перемешивания его с перегнившим илом.

Свежий осадок из отстойника подается в метантенк сверху, сброженный ил удаляется из нижней его части по трубе на иловые площадки для подсушки, так как он имеет влажность до 97%.

Различают два процесса брожения: мезофильное, происходящее при температуре 33°, и термофильное, при температуре 53°.

При термофильном брожении с увеличением температуры в метантенках создаются условия для ускорения распада органических веществ, в результате чего требуется меньший объем сооружений, так как сокращается срок нахождения осадка в них.

По конструкции метантенки подразделяют на два основных типа: с жестким незатопляемым перекрытием и с плавающим перекрытием. Проф. С. М. Шифрин на основании проведенных им исследований рекомендует для строительства метантенки с плавающим перекрытием, имеющем ряд преимуществ перед метантенками с жестким перекрытием. На крупных очистных станциях для сбора и хранения образующегося в метантенках газа устраивают газгольдеры. Этот газ можно использовать в качестве топлива в котельных установках.

Расчет объема метантенков ведут, исходя из заданной интенсивности сбраживания органической части осадка*. Суточную дозу загрузки метантенков принимают в пределах 6—8% от их полезного объема при мезофильном брожении и 12—15% при термофильном.

Объем метантенков определяют по так называемой суточной дозе загрузки осадка P по формуле

$$W_{\text{расч}} = \frac{0{,}8\,N \cdot 100}{P}, \qquad (75)$$

где 0,8 — количество ила, осажденного в отстойниках, на 1 человека в сутки, *л*;

N — число людей, пользующихся канализацией.

Кроме определения объема метантенка необходим расчет вспомогательных устройств: приспособлений для перемешивания осадка и подогрева ила, газового хозяйства и пр.

Органическое вещество осадка состоит главным образом из протеинов (аминокислот), углеводов и жиров.

В метантенке на 1 $м^3$ осадка получается 12—16 $м^3$ газа: 70% метана и 30% углекислого газа.

§ 88. ИЛОВЫЕ ПЛОЩАДКИ И МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКА

Обезвоживание осадков производят на специальных спланированных участках — так называемых картах или иловых площадках, которые ограждены со всех сторон земляными валиками до 1,5 *м* (рис. 222). Перегнивший в метантенке ил имеет влажность в среднем от 94 до 97%. На иловых площадках его нужно подсушить в среднем до влажности 75—80%, при которой его объем уменьшается и делается возможной его перевозка.

Высоту оградительных валиков принимают равной 0,5—1,5 *м* с шириной поверху не менее 0,7 *м*. Профильтрованную воду отводят в водоем через дренаж, устраиваемый в грунте. Если же грунт водонепроницаем (глина, суглинок), то сооружают искусствен-

* Расчет по интенсивности сбраживания см. в книге А. А. Карпинского «Новые достижение в технологии сбраживания осадков сточных вод». Изд-во МКХ РСФСР, 1959.

ное основание из слоя песка толщиной 0,2 *м* и слоя гравия, щебня или шлака толщиной 0,2 *м*.

Дну площадки придают уклон 0,01 — 0,02 по направлению к дренам. Для дрен применяют гончарные трубы диаметром 75 *мм*,

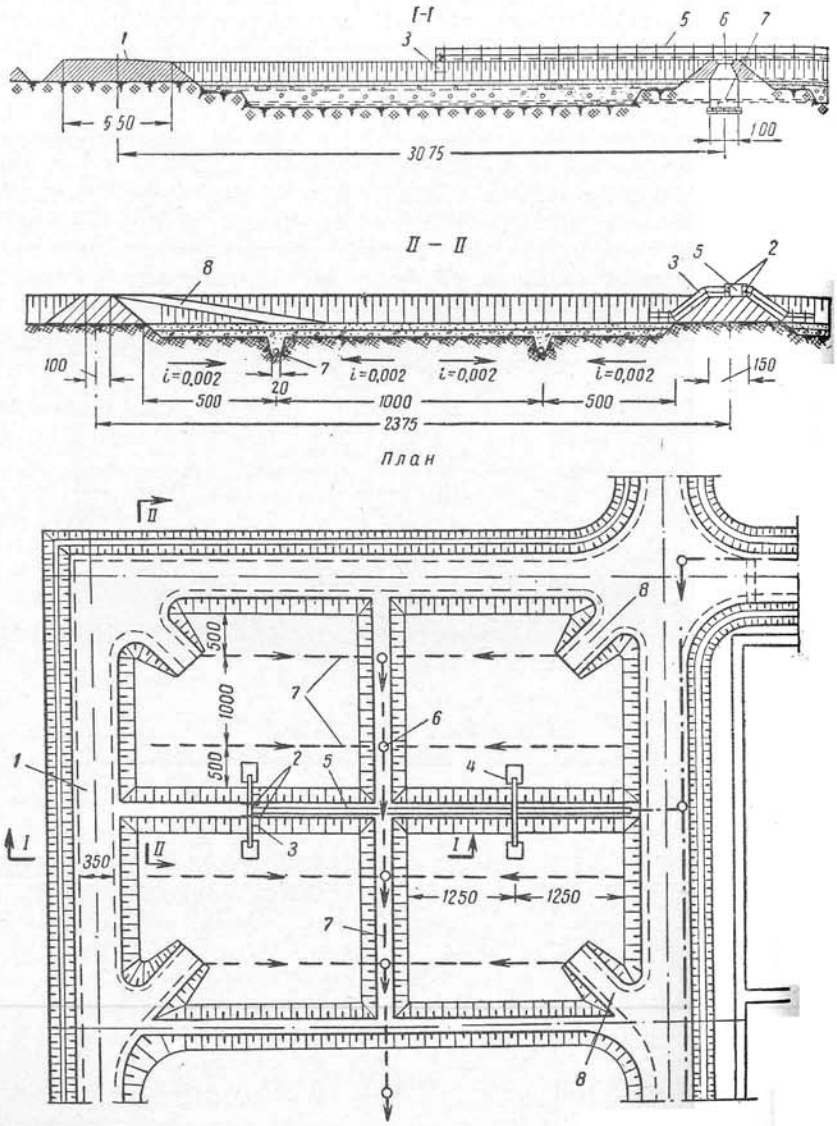


Рис. 222. Иловые площадки:

1 — дорога; *2* — шиберы; *3* — сливной лоток; *4* — щит у лотка; *5* — иловой лоток; *6* — дренажный колодец; *7* — дренажная труба; *8* — съезд на карту

укладываемые на расстоянии 4—10 *м* друг от друга. Уклон дрен принимают 0,003; глубина заложения их не менее 1—1,2 *м*.

Отдельные карты (участки) иловых площадок для удобства эксплуатации делают шириной 10—20 *м*, длину же принимают в зависимости от местных условий. Ил подводится к картам по трубам или лоткам, в которых устраивают выпуски. Трубы или лотки укладывают с уклоном не менее 0,01.

Место иловых площадок выбирают с таким расчетом, чтобы ил поступал на их поверхность самотеком.

Для механизированной уборки, погрузки и транспортирования подсушенного осадка на иловых площадках проектируют дороги для автотранспорта и средств механизации.

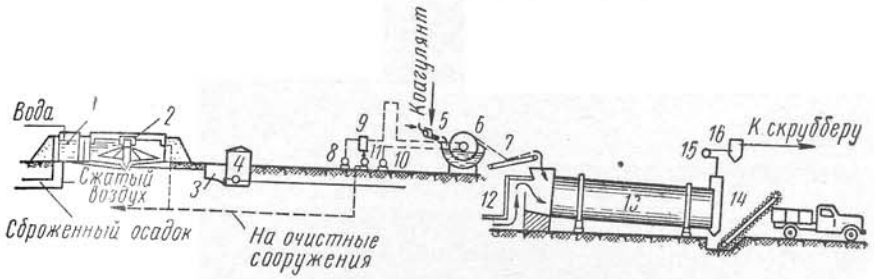


Рис. 223. Схема обезвоживания и термической сушки осадка:

1 — смеситель; *2* — отстойник-илоуплотнитель; *3* — резервуар отмытого осадка; *4* — иловая насосная станция; *5* — смеситель осадка с коагулянтом; *6* — вакуум-фильтр; *7* — транспортер; *8* — вакуумный насос; *9* — ресивер; *10* — компрессор; *11* — насос для откачки иловой воды; *12* — печь; *13* — барабанная сушилка; *14* — ковшовый элеватор; *15* — вентилятор; *16* — циклон

Расчет иловых площадок производят по слою осадка, который можно высушить в течение года на единице площади. Нагрузку на иловые площадки следует принимать в пределах 1—3,5 $м^3$ в год на 1 $м^2$ площади в зависимости от качества подсушиваемого осадка, грунтовых и климатических условий.

Коэффициент фильтрации ила колеблется в пределах от 0,4 до 4 *м/сут*, а ила с песком — от 4 до 100 *м/сут*.

На крупных станциях применяют механическое обезвоживание осадка с помощью вакуум-фильтров (рис. 223) и термическую сушку. Вакуум-фильтр представляет собой горизонтальный барабан, обтянутый капроновой или хлорвиниловой фильтрующей тканью. Барабан, разделенный на несколько секторов и частично погруженный в корыто со сброженным осадком, медленно вращается. В секторах его, прогруженных в корыто, вакуум-насосом создается вакуум, в результате чего осадок прилипает к фильтрующей ткани, а вода, пройдя через эту ткань, попадает внутрь барабана, откуда отводится по трубе, осадок же отделяют от ткани ножом. Обезвоженный осадок имеет влажность 78—80%.

Осадок, снятый с ткани вакуум-фильтра, подвергается дальнейшей сушке до влажности 10—25%. Существуют различные приемы сушки осадка термическим путем. Наиболее рациональным методом является сушка осадка в барабанных сушилках.

Цехи вакуум-фильтров и барабанных сушилок целесообразно блокировать, располагая вакуум-фильтры над сушилками.

В барабанную сушилку поступают дымовые газы с температурой на входе 700—800°. Выходящие газы с температурой 250° рекомендуется использовать в скрубберах или теплообменниках для подогрева осадка, подаваемого в метантенки. После термической сушки осадок можно использовать в качестве удобрения.

Глава XXIX
СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

Посредством биологического способа очистки сточную жидкость очищают от мельчайших взвешенных частиц, оставшихся после механической обработки и от содержащихся в ней органических веществ, растворенных и коллоидных. Органические вещества, как известно, способны соединяться с кислородом — окисляться. Окисление органических веществ протекает при наличии свободного кислорода в сточной жидкости. Кроме органических веществ, сточная жидкость имеет большое количество микроорганизмов (до 10 и более миллионов бактерий в 1 *см*³).

Биологические методы очистки основаны на использовании жизнедеятельности микроорганизмов, которые вызывают быстрое окисление органических веществ, находящихся в сточной жидкости в коллоидальном и растворенном состояниях. В результате аэробных биохимических процессов, протекающих при биологических методах очистки, органическая часть сточной жидкости минерализуется.

В зависимости от условий, в которых происходят аэробные биохимические процессы, сооружения для биологической очистки можно разделить на две группы.

К первой группе относят сооружения, в которых биологическая очистка происходит в естественных условиях (как в верхних слоях почвы, так и водоемах). Такими сооружениями являются поля орошения, поля фильтрации и биологические пруды.

Ко второй группе относят сооружения, в которых биологическая очистка осуществляется в искусственно созданных условиях. Такими сооружениями являются биологические фильтры и аэротенки.

Биологическую очистку сточной жидкости применяют тогда, когда по местным условиям одной механической очистки недостаточно. При механической очистке БПК сточной жидкости можно снизить примерно на одну треть; из остальных двух третей органических ее загрязнений большую часть удаляют на сооружениях биологической очистки

§ 89. ПОЛЯ ОРОШЕНИЯ И ПОЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ

Полями орошения называют специально подготовленные земельные участки для биологической очистки сточной жидкости в естественных условиях с одновременным использованием влаги и удобрительных веществ, содержащихся в сточной жидкости для выращивания сельскохозяйственных культур. Поля орошения подразделяют на коммунальные и земледельческие*.

Поля фильтрации предназначены только для биологической очистки сточной жидкости без выращивания на них сельскохозяйственных культур.

Сущность процесса биологической очистки сточной жидкости на полях состоит в том, что при фильтрации через почву в верхнем слое на поверхности ее частиц адсорбируются взвешенные и коллоидальные вещества, которые со временем образуют в порах грунта микробиальную пленку. Микробы этой пленки в присутствии кислорода воздуха, проникающего в почву через поры, окисляют органические вещества, извлекая их из сточной жидкости.

Поля орошения и поля фильтрации состоят из спланированных земельных участков, называемых картами. Карты по периметру ограничены земляными валиками. Подаваемая на поля сточная жидкость распределяется по отдельным картам системой открытых лотков или каналов, называемых разводными каналами, совокупность этих каналов образует оросительную сеть. Размеры карт определяют в зависимости от рельефа местности, способа полива и общей площади. Обычно размеры карт полей принимают в 5—8 *га*. При этом отношение ширины карты к ее длине составляет 1 : 4—1 : 5.

В целях улучшения процесса очистки и увеличения нагрузки на поля сточную жидкость предварительно осветляют в отстойниках. При отстаивании из сточной жидкости выделяется в осадок до 80% яиц гельминтов, в результате чего загрязнение ими почвы уменьшается.

Размер коммунальных полей орошения следует определять по так называемой норме нагрузки, которую принимают в пределах от 10 до 90 *м*³/*га* в сутки, в зависимости от среднегодовой температуры воздуха, вида выращиваемых культур (огородные или полевые), характера грунтов и глубины залегания грунтовых вод.

* Временные нормы и технические условия проектирования земледельческих полей орошения (ВН и ТУ), 1957.

Полезную площадь полей орошения определяют по формуле

$$F_{\text{под}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{Q_{\text{нагр}}}, \qquad (76)$$

где $Q_{\text{сут}}$ — приток сточных вод, $м^3/сут$;

$Q_{\text{нагр}}$ — нагрузка сточных вод на поля, $м^3/га$ в сутки

Нормы нагрузки уточняются на основании опыта эксплуатации полей, работающих в аналогичных условиях.

Как отмечалось выше, территорию полей орошения разбивают на карты, оборудованные оросительной и осушительной сетями.

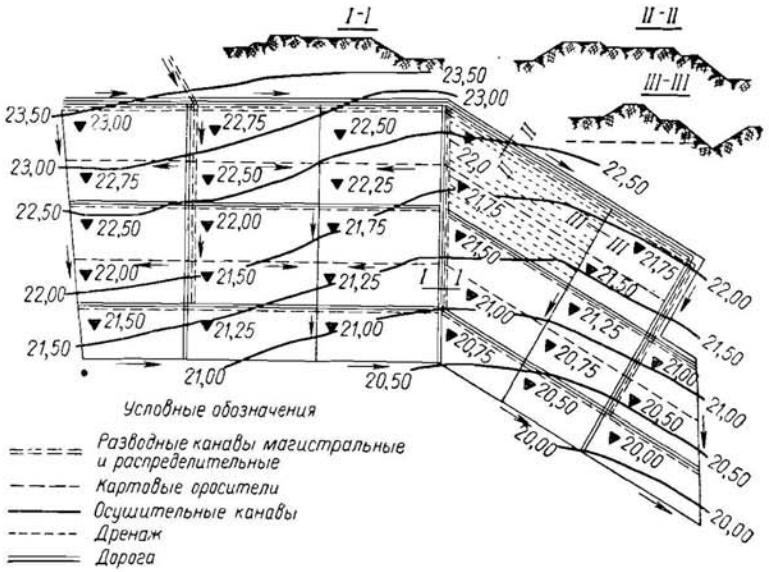


Рис. 224. Схема полей орошения

Оросительную сеть полей (рис. 224) делят на постоянную (магистральные и рапределительные трубопроводы), временную (переносные трубопроводы, временные оросители) и поливную (борозды, полосы) Трубопроводы постоянной сети укладывают на глубине 0,7—1,2 *м* от поверхности земли

Поверхность отдельных карт полей орошения следует планировать с учетом равномерного распределения на них жидкости.

На отдельные карты (участки) полей орошения сточная жидкость подается не постоянно, а периодически. Перерывы между поливами принимаются от 2 до 10 дней, в зависимости от рода высаженных культур и от климатических условий В дни, когда поливки не требуется, сточную жидкость направляют на резервные поля фильтрации, устаиваемые вблизи полей орошения.

Площадь резервных полей фильтрации при полях орошения принимают равной до 25% основной площади полей орошения. Зимой применяют так называемое послойное орошение. В значительной части сточная жидкость не фильтруется, а намораживается слоем примерно в 0,5—0,8 *м*.

Оттаявшая на участке сточная жидкость сбрасывается в водоем во время весеннего паводка.

Осушительная сеть состоит из дренажа, сборной сети, отводящих каналов и выпусков. Расстояние между дренами в зависимости от вида грунта принимают равным от 8 до 25 *м*.

Отводящие линии состоят из открытых каналов и предназначаются для отвода дренажной воды от ряда участков. Ширину открытых сборных канав принимают не менее 0,4 *м*, уклон — не менее 0,0003 и не более 0,002.

Для полей орошения следует выбирать открытые участки земли со спокойным рельефом местности, с водопроницаемыми грунтами (песчаные, супесчаные и легко суглинистые грунты).

Поля фильтрации являются исключительно очистными сооружениями; сельскохозяйственные культуры на них не выращивают

Сточную жидкость, направляемую для очистки на поля фильтрации, необходимо предварительно осветлять в отстойниках для того, чтобы предупредить заиливание почвы (см. рис. 213).

Полезную площадь полей фильтрации определяют, исходя только из фильтрационных свойств грунтов и степени их увлажненности.

Нормы нагрузки осветленных сточных вод на поля фильтрации принимают в пределах от 50 до 250 $м^3/га$ в сутки, в зависимости от характера грунтов, среднегодовой температуры воздуха и глубины залегания грунтовых вод.

Для устройства оросительной и осушительной сетей, дорог, оградительных валиков карт и посадки древесных насаждений должна быть предусмотрена дополнительная площадь, которую при предварительных расчетах принимают в размере до 25% при площади полей более 1000 *га* и 35% при площади их менее 1000 *га*

Не менее 2 раз в году участки полей орошения и полей фильтрации перепахивают для поддержания верхних слоев почвы в разрыхленном состоянии.

Эффект очистки сточной жидкости на полях орошения и полях фильтрации достаточно высок.

На полях орошения можно использовать удобрительные свойства сточных вод. Поэтому переход к искусственным методам биологической очистки в каждом случае должен быть мотивирован.

Биологические пруды представляют собой искусственно созданные неглубокие водоемы для биологической очистки сточной жидкости.

При очистке сточной жидкости в прудах происходит процесс, аналогичный процессу самоочищения естественных водоемов.

Пруды обычно устраивают из нескольких секций (от двух до пяти), в которые вода поступает последовательно по мере ее очищения. Пруды делают глубиной не более 1 *м* и не менее 0,5 *м* — в зависимости от климатических условий. При небольшой глубине прудов обеспечивается хорошее прогревание воды и проникновение света до дна пруда.

Устраивать пруды, в частности, целесообразно при наличии водоема с чистой водой для разбавления сточной жидкости. Наличие в разбавленной сточной жидкости питательных веществ позволяет использовать их для разведения рыб. В этом случае отстоенные воды должны быть разбавлены в 3—5 раз речной или полностью очищенной сточной водой.

Пруды устраивают в качестве самостоятельных сооружений для биологической очистки сточной жидкости или в сочетании с другими сооружениями; в последнем случае пруды используют для доочистки не полностью очищенной сточной жидкости.

Площадь прудов определяют по нагрузке, которую принимают в зависимости от концентрации загрязнений отстоенной сточной жидкости и от температурных условий от 250 $м^3/га$ в сутки для отстоенных сточных вод без разбавления и до 5000 $м^3/га$ в сутки для биологически очищенной сточной жидкости.

В зимнее время эффект очистки прудов падает, так как после образования ледяного покрова процесс окисления органических веществ вначале замедляется, а затем почти полностью прекращается. В это время происходит намораживание сточной жидкости. Это обстоятельство ограничивает применение их в северных и средних районах СССР для доочистки загрязненной сточной жидкости.

§ 90. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ

Биологические фильтры (биофильтры) представляют собой искусственные окислители органических веществ, загруженные грубозернистым отсортированным материалом (щебень из прочных горных пород и керамзит). Окислительные процессы зависят от условий воздухообмена.

По производительности биофильтры непрерывного действия подразделяют на капельные и высоконагружаемые.

По способу подачи воздуха их делят на биофильтры с естественной и искусственной вентиляцией. Последние называют аэрофильтрами.

Капельные биофильтры допускается применять производительностью не более 1,000 $м^3/сут$ для полной очистки сточной жидкости — до $БПК_{20} = 15$ *мг/л*.

Высоконагружаемые биофильтры проектируют на полную очистку ($БПК_{20} = 15$ *мг/л*) производительностью до 50 000 $м^3$ в сутки.

Капельные биофильтры непрерывного действия иногда называют перколяторными или окислительными. Эти биофильтры состоят из следующих элементов: непроницаемого основания, дренажа, боковых стенок, фильтрующего загрузочного материала — шлака или щебня — и распределительных устройств.

Днище фильтра делают из бетона толщиной 10—15 *см* или из кирпича, поставленного на ребро, с цементной обмазкой.

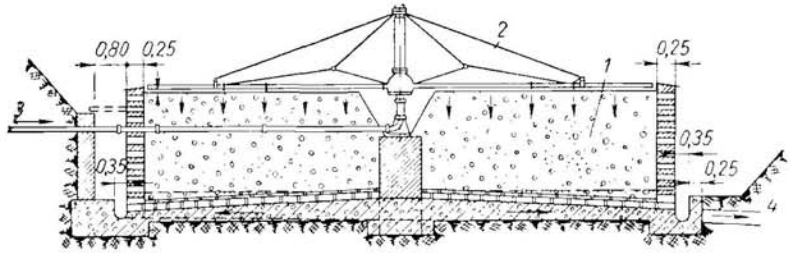


Рис. 225. Круглый биофильтр с кирпичными стенками:
1 — загрузочный материал (шлак, щебень); *2* — вращающийся водораспределитель; *3* — труба, подводящая сточную жидкость; *4* — отводная труба

Высоту загрузочного материала в теле биофильтра принимают не менее 1,5 и не более 2 *м*.

Для распределения сточной жидкости по поверхности биофильтра применяют распределители разных систем, неподвижные или подвижные.

Осветленная в первичных отстойниках сточная вода самотеком или под напором подается во вращающийся водораспределитель (рис. 225) для орошения поверхности фильтров или в спринклерную сеть через дозирующие баки.

Равномерно распределяемая по поверхности биофильтра сточная жидкость протекает через толщу фильтрующего материала, лежащего на дырчатом днище биофильтра, затем поступает на сплошное непроницаемое днище, с которого стекает к отводным лоткам и отводится по ним из биофильтра.

На поверхности фильтрующего материала образуется биологическая пленка, густо заселенная аэробными микроорганизмами, которые минерализуют задержанные на поверхности пленки органические вещества.

Эффект очистки биофильтров очень высок, например БПК выходящей сточной жидкости снижается на 85% и более.

Расчет биофильтра сводится к определению объема фильтрующего материала. Кроме того, необходим расчет вспомогательных и распределительных устройств для орошения и лотков для пропуска и сбора осветленной сточной жидкости.

Объем загрузки фильтра определяют по формуле

$$W = \frac{Q(L_a - L_t)}{M}, \qquad (77)$$

где L_t — остаточная $БПК_{20}$ сточных вод, $г/м^3$;
L_a — $БПК_{20}$ сточных вод, $г/м^3$;
Q — среднесуточный расход сточных вод, $м^3$;
M — окислительная мощность на 1 $м^3$ загрузки, $г$ кислорода в сутки (принимается по табл. 35 СНиП II-Г. 6-62 от 150 до 300 $г/сут$).

В целях лучшего распределения сточной жидкости площадь одного фильтра (в плане) принимают не больше 1400—1500 $м^2$

Высоконагружаемые биофильтры отличаются от капельных, кроме искусственной вентиляции, большей высотой слоя загрузки и большей крупностью загрузочного материала (40—100 *мм*).

По принципу действия высоконагружаемые биофильтры подразделяют на работающие на неполную и на полную биологическую нагрузку.

По способу очистки высоконагружаемые биофильтры устраивают одноступенчатые и двухступенчатые. Последние применяют при необходимости дополнительного улучшения качества очистки.

По способу подачи воздуха высоконагружаемые биофильтры могут быть с естественной и искусственной вентиляцией. Эти биофильтры представляют собой железобетонный резервуар с двойным днищем, и водонепроницаемыми боковыми стенками. Нижнее днище сплошное, а верхнее — дырчатое; на последнем размещают фильтрующий материал (щебень).

По высоте высоконагружаемые биофильтры можно подразделить на низкие — до 2 *м* и высокие — от 2 до 9—20 *м* (башенные фильтры). Высокие биофильтры предназначены для полной биологической очистки сточных вод, низкие — для частичной.

Расчет высоконагружаемых биофильтров производят в такой последовательности: а) устанавливают допустимую для подачи на биофильтр $БПК_{20}$; б) подбирают необходимый коэффициент рециркуляции; в) определяют общую площадь биофильтров; г) подсчитывают общий объем фильтрующей среды.

Биофильтры большой высоты (башенные) при соответствующем обосновании можно применять для очистных станций производительностью до 50 000 $м^3$ в сутки для полной и частичной очистки сточной жидкости. Рабочую высоту фильтров принимают от 8 до 16 *м* и более в зависимости от БПК жидкости. поступающей на биофильтр*.

Кафедра канализации МИСИ им. Куйбышева испытывала биофильтр с пластмассовой загрузкой, дающий хорошие показатели.

* См. табл. 38 СНиП II-Г. 6-62. Госстройиздат, 1962.

Расчет биологических фильтров производится по окислительной мощности (см. табл. 35 СНиП II-Г. 6-62).

Исследования высоконагружаемых биофильтров позволили проф. С. В. Яковлеву предложить более совершенный метод их расчета, применимый для любой степени очистки любой высоты фильтров*.

§ 91. АЭРОТЕНКИ

Аэротенками называют сооружения для биологической очистки предварительно осветленной сточной жидкости. Процесс очистки протекает в движущемся потоке жидкости при искусственном введении в него так называемого активного ила, а также кислорода воздуха как источника жизнедеятельности бактерий.

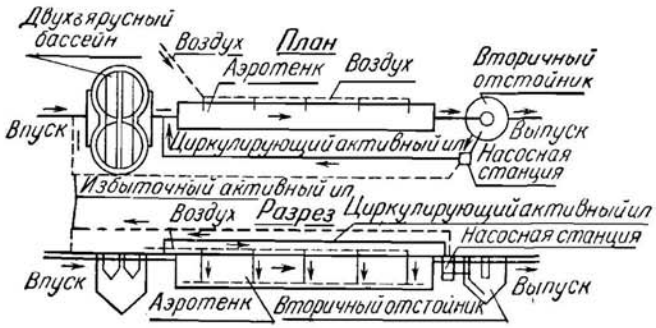


Рис. 226. Схема аэротенка, рассчитанного на полную очистку

Аэротенки представляют собой длинные железобетонные или бетонные резервуары прямоугольного сечения. Активный ил — это скопление аэробных микроорганизмов в виде хлопьев — минерализаторов, обладающих также адсорбирующими свойствами и способностью минерализовать органические вещества, находящиеся в очищаемой сточной жидкости

На рис. 226 показана схема установки с аэротенками на полную очистку сточной жидкости. Смесь сточной жидкости с активным илом из аэротенка направляется во вторичный отстойник, где активный ил отделяется от очищенной сточной жидкости. Оттуда одна часть ила перекачивается в канал перед аэротенком для повторного использования (этот ил называют циркулирующим), а другая, избыточная часть ила (его прирост) направляется для его последующей обработки в метантенках.

* С. В. Яковлев. Искусственные биологические окислители и методы их расчета. Госстройиздат, 1959.

Необходимый для окислительных процессов воздух подают в аэротенки воздуходувками. Сжатый воздух обеспечивает интенсивное перемешивание сточной жидкости с активным илом.

В зависимости от количества вдуваемого воздуха и продолжительности пребывания сточной жидкости в аэротенке можно получить различную степень ее очистки. Аэротенки проектируют либо на полную биологическую очистку, либо на частичную.

В природных водоемах на распад органических веществ потребовалось бы 7—20 дней. В аэротенках же на биологическую очистку предварительно осветленной сточной жидкости требуется всего

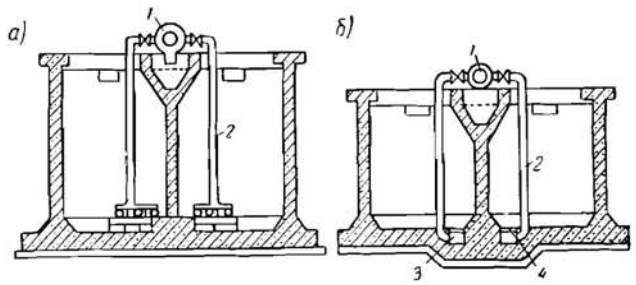


Рис. 227. Подача воздуха в аэротенк:
а — с дырчатыми трубами; *б* — с фильтросными пластинами; *1* — воздуховод; *2* — воздушные трубки; *3* — канал для подвода воздуха; *4* — фильтросные пластины

6—12 *ч*. В зависимости от местных санитарных условий аэротенки можно использовать для неполной очистки; при этом продолжительность аэрации сокращается до 2—4 *ч*.

Сжатый воздух для продувания сточной жидкости распределяется либо по дырчатым трубам, либо через пористые фильтросные пластины (рис. 227).

В соответствии со СНиП II-Г.6-62, указанные аэраторы (пористые пластины и фильтросные трубы) характеризуются константой аэратора K, которая принимается равной 12 *г/м*^{4} для пористых пластин и 6 *г/м*^{4} для дырчатых труб.

Выбор типа, определение емкости аэротенков и необходимого для обеспечения их работы расхода воздуха необходимо производить в зависимости от следующих исходных данных: состава поступающей сточной жидкости; биохимической потребности отстоенной сточной жидкости в кислороде; требуемой степени очистки; эффективности использования кислорода воздуха (типа аэратора, рабочей глубины аэротенка, дефицита кислорода).

Дефицит кислорода для неполной биологической очистки принимают равным 1,0, а для полной биологической очистки равным 0,5.

Кроме одноступенчатых аэротенков с регенерацией или без нее, работающих на полную или частичную очистку, применяют также аэротенки-смесители, двухступенчатые аэротенки, аэротенки со ступенчатой аэрацией и аэротенки-отстойники.

На Тушинской станции аэрации (Москва) один из действующих аэротенков был переоборудован под сооружение нового типа — аэротенк-отстойник АКХ РСФСР.

Аэротенк-отстойник (рис. 228) представляет собой комплексное сооружение, в котором проходит как аэрация сточной жидкости с активным илом, так и вторичное отстаивание.

Сооружение разделяется перегородкой на две зоны: аэрации и отстаивания.

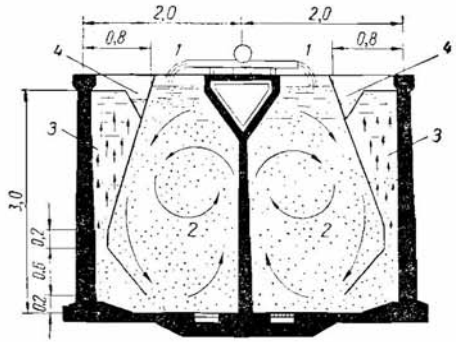


Рис. 228. Аэротенк-отстойник:
1 — подача сточной жидкости; *2* — зона аэрации; *3* — зона отстаивания; *4* — сборный лоток

Сточная жидкость после механической очистки на первичных отстойниках или на биокоагуляторах подается в аэротенк рассредоточенно по всей длине последнего. Сбор и удаление очищенной жидкости из зоны отстаивания производятся продольным сборным лотком. Активный ил находится как в зоне аэрации, так и в зоне отстаивания в виде взвешенного слоя.

Ил задерживается в зоне отстаивания и подсасывается в зону аэрации.

Удалять избыточный ил из аэротенка-отстойника можно из зоны аэрации (в торце сооружения) или из зоны отстаивания (из нижней ее части) через 30 *м* по длине сооружения.

Количество избыточного ила для городских стоков принимают равным 120 *г* сухого вещества на 1 *м*^{3} жидкости; для промышленных стоков — в зависимости от их БПК.

Экономическая целесообразность строительства аэротенков — отстойников очевидна, и их следует считать перспективными типами канализационных сооружений.

Для очистных станций производительностью до 10 000 *м*^{3}/*сут* при высокой концентрации органических загрязнений рекомендуются аэротенки с механической аэрацией. В них аэрация осуществляется мешалками или роторами.

Вторичные отстойники и илоуплотнители. Сточная жидкость, вытекающая из аэротенков, содержит большое количество ила, а прошедшая биофильтры — биопленку.

Для ее осветления сооружают вторичные отстойники (рис. 229),

где активный ил и частицы отработанной бактериальной пленки осаждаются.

Конструкция вторичных отстойников почти не отличается от конструкции первичных. Они также бывают горизонтальными, вертикальными и радиальными

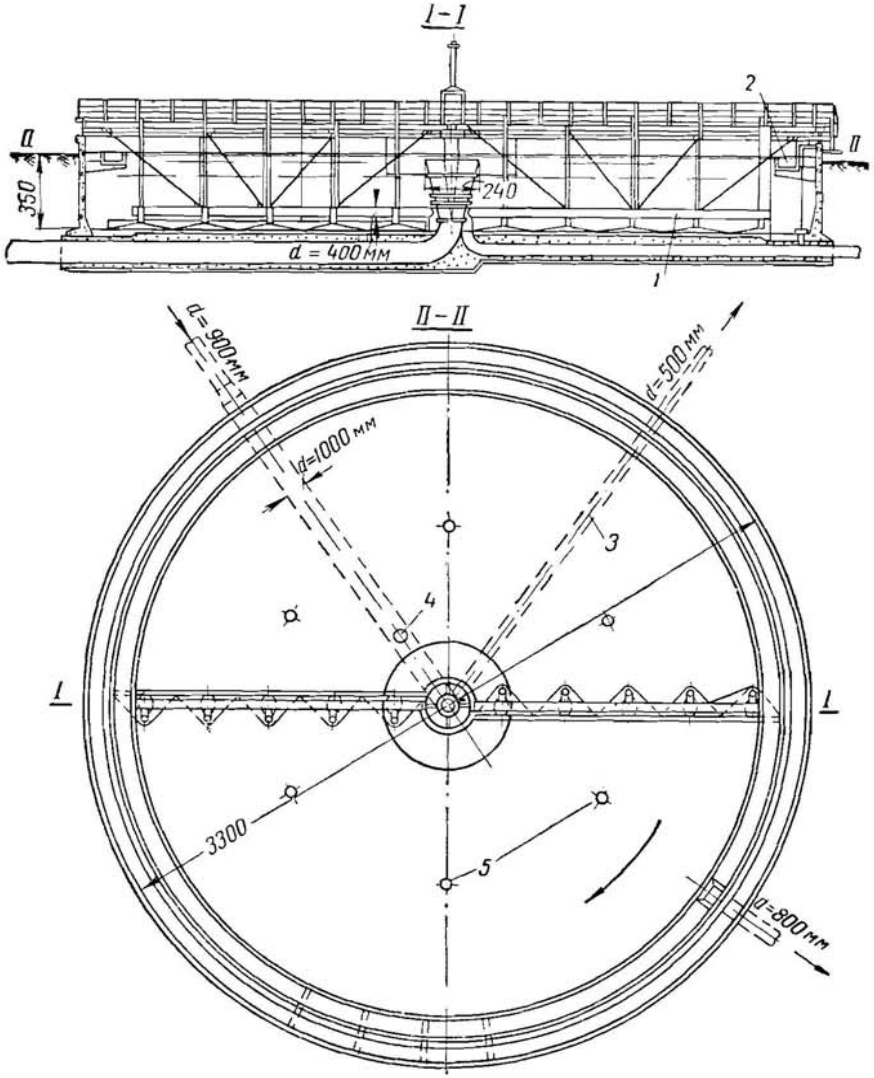


Рис. 229. Вторичный отстойник с илососами:
1 — илосос; *2* — сборный лоток воды; *3* — иловая труба; *4* — люк $d = 40$ *см*; *5* — клапаны в днище $d = 10$ *см*

При расчете вторичных отстойников скорость движения сточной жидкости принимают равной для горизонтальных и радиальных отстойников 0,5 *мм/сек*; для вертикальных отстойников 5 *мм/сек*, продолжительность отстаивания после аэротенков равна 1,5 *ч*, а после высоконагружаемых биофильтров — 0,75 *ч*.

Активный ил из вторичных отстойников частично перекачивается снова в аэротенк. Количество циркулирующего ила составляет 30—50% и более от очищаемой в аэротенке жидкости. Избыточный активный ил иногда направляют на илоуплотнители. Илоуплотнители служат для уменьшения влажности активного ила перед подачей его в метантенки с 99,2—99,5 до 97%. При этом объем уменьшается в 4—6 раз. По конструкции илоуплотнители бывают вертикальными и радиальными. Время уплотнения принимают в радиальных уплотнителях 9—15 *ч*, в вертикальных — 10—16 *ч*.

§ 92. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ АЭРАЦИЯ И БИОКОАГУЛЯЦИЯ

Для повышения эффективности отстаивания применяют преаэраторы, биокоагуляторы и осветлители с естественной аэрацией.

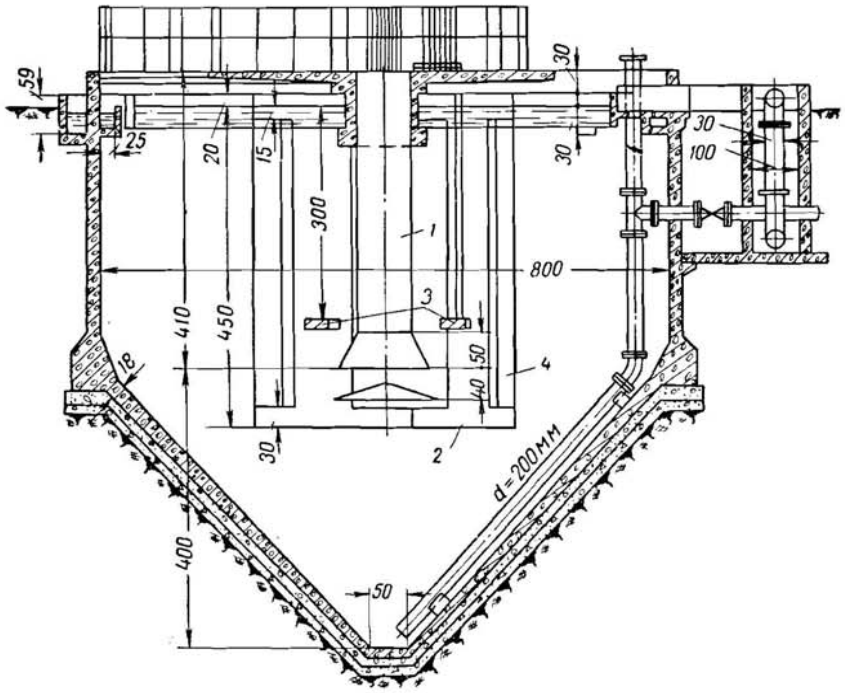


Рис. 230. Биокоагулятор (разрез)

Преаэраторы сооружают перед первичными отстойниками, а биокоагуляторы совмещают с отстойниками вертикального типа.

Предварительная аэрация осуществляется в специальных резервуарах — преаэраторах или подводящих каналах перед первичными отстойниками, а также в камерах флокуляции. При этом сточную жидкость перед отстаиванием предварительно продувают воздухом в течение 10—20 *мин*. Иногда с добавкой активного ила.

Эффективность задержания взвешенных веществ при использовании преаэраторов с последующим отстаиванием повышается до 65%, а $БПК_{20}$ снижается на 15%.

Количество воздуха, подаваемого в преаэратор, составляет 0,5 $м^3$ на 1 $м^3$ сточной жидкости

Биокоагуляторы сооружают в виде вертикальных отстойников с камерой биокоагуляции в центре (рис. 230).

Сточная жидкость по центральной трубе *1* поступает в камеру биокоагуляции *2*. В камеру добавляют активный ил или биопленку. Воздух вводится в камеру с помощью так называемых фильтросных пластин *3*. Воздушная смесь движется в камере вверх и по карманам *4* спускается вниз, направляясь в зону отстаивания. Продолжительность аэрации 20 *мин*. В зоне отстаивания вода проходит через взвешенный слой, осветляется и отводится по кольцевому лотку. Количество взвешенных веществ снижается на 75%, а $БПК_{20}$ — на 35%. Подача воздуха составляет 0,5 $м^3$ на 1 $м^3$ сточной жидкости. Активный ил или биопленка должны регенерироваться в специальном резервуаре в течение 24 *ч*.

Глава XXX

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД, ИХ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ И ВЫПУСК

Производственные сточные воды в зависимости от вида производства бывают различного состава. Чтобы правильно выбрать метод их очистки, предварительно нужно определить кислотность, щелочность, БПК и другие свойства сточной жидкости.

При проектировании канализации промышленных предприятий необходимо решить следующие вопросы: а) отыскать способы уменьшения количества загрязненных производственных сточных вод предприятий путем применения более рациональных технологических процессов и выяснить возможность частичного или полного оборотного водоснабжения или использования сточных вод одного цеха в других цехах; б) целесообразность извлечения и использования ценных веществ, содержащихся в сточных водах данного предприятия.

Расчетное количество и состав производственных сточных вод, поступающих на канализационные сооружения предприятия, необходимо принимать в проекте по заданию технологов и с учетом условий канализования.

Сточные воды, не загрязняющиеся в процессе производства, как правило, следует использовать в системах оборотного водоснабжения.

Выпускать производственные сточные воды в городскую канализацию допускается только в тех случаях, когда их поступление не нарушает работу сети и очистных сооружений городской канализации.

Производственные сточные воды можно отводить в городскую канализационную сеть после их предварительной обработки.

В производственных сточных водах не должно содержаться таких взвешенных примесей и плавающих веществ, которые могут по своей величине и количеству засорить трубы городской канализационной сети, а также веществ, которые могут отлагаться на дне и стенках труб. К таким веществам и предметам относят взвеси минерального происхождения (окалину, металлическую стружку, известь, песок, гипс, и т. п.), вещества органического происхождения (волокна, мездра, каныга и др.), а также всплывающие вещества (смола, жиры и т. п.).

Не допускается отводить в городскую сеть производственные сточные воды, оказывающие коррозирующее действие на материал труб и элементы сооружений канализации, являющиеся токсичными, а также содержащие горючие примеси (бензин, нефть) и растворимые газообразные вещества, могущие вызвать взрыв на канализационных сетях и сооружениях.

Сточные воды, содержащие опасные бактериальные загрязнения (бактерии сибирской язвы, сапа и др.), перед выпуском в городскую канализацию необходимо обеззаразить.

Некоторые производственные сточные воды можно очищать теми же методами, которые были описаны выше. Так, механическую очистку предусматривают в тех случаях, когда сточные воды содержат в основном минеральные примеси, биологическую — при наличии примесей органического происхождения.

Если указанные методы не эффективны, прибегают к химическим или физико-химическим методам очистки.

§ 93. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

Химические методы очистки заключаются в выделении загрязнений путем химических реакций между загрязнениями сточных вод и реагентами. К таким реакциям относят: реакции окисления и восстановления, в результате которых происходит перевод загрязнений в новые соединения, обладающие способностью выпадать

в осадок, выделяться в виде газов. Наиболее часто применяют нейтрализацию, иногда в сочетании с коагуляцией.

Процесс коагулирования состоит в добавлении к сточной жидкости реагента, способствующего быстрому выделению из нее мелких взвешенных веществ, которые при простом отстаивании не осаждаются. Реагент (коагулянт) обычно добавляют в сточную жидкость до ее направления в отстойники.

В качестве коагулянта применяют полиакриламид, железный купорос $FeSO_4$, сернокислый глинозем $Al_2(SO_4)_3$. Коагулянт вводят в виде раствора крепостью 6—10%. Сточная жидкость, смешанная с раствором коагулянта в смесителе ершового или перегородчатого типа, направляется в отстойник, в котором происходит осаждение взвешенных веществ.

В качестве стимулятора процессов коагуляции применяют полиакриламид.

Нейтрализация сточной жидкости происходит при ее химическом взаимодействии с веществами, придающими воде нейтральную реакцию. Производственные сточные жидкости от шахт, химических, машиностроительных, металлургических, нефтеобрабатывающих и других заводов содержат повышенное количество кислот или шелочей.

Спускать эти жидкости в водоемы разрешается при условии снижений кислотных или щелочных загрязнений до допустимых концентраций водородных ионов pH. При нейтральной реакции $pH = 7$, при кислой $pH \leqslant 7$ и щелочной $pH > 7$ (Данные о pH см. на стр. 92).

При нейтрализации производственных сточных вод следует учитывать количество взаимно нейтрализующихся кислот и щелочей, а также щелочной резерв городских стоков или водоемов, в которые эти воды сбрасываются.

Нейтрализацию кислых или щелочных сточных вод можно осуществлять следующими способами:

1) смешиванием кислых и щелочных сточных вод перед спуском их в канализационные сети;

2) смешиванием сточных вод с реагентом в пропорциях, необходимых для нейтрализации;

3) фильтрацией сточных жидкостей через нейтрализующие материалы;

4) использованием активной реакции городских сточных жидкостей или водоемов.

Если нейтрализацию жидкостей производят путем фильтрации, то в качестве фильтрующего материала применяют известняк, мрамор и доломит. Обычно этот способ используют для нейтрализации солянокислых и азотнокислых, а также сернокислых вод при содержании в сточной жидкости не более 5 *г/л* серной кислоты.

Для перемешивания кислых и щелочных сточных жидкостей строят специальные резервуары-усреднители, в которых происходит взаимная нейтрализация сточных жидкостей. В качестве усреднителей могут быть использованы пруды, рассчитанные не менее чем на суточное пребывание в них сточной жидкости.

Нейтрализацию путем добавления реагента производят тогда, когда смешивание сточных жидкостей и использование активной щелочности водоема не приводят к необходимым результатам, т. е. сточная жидкость остается кислой или щелочной. В этом случае окончательную нейтрализацию осуществляют путем добавления реагента.

Контакт реагента со сточной жидкостью, необходимый для завершения реакции, осуществляется в специальных камерах реакции — нейтрализаторах. Нейтрализатор может быть совмещен с отстойником.

§ 94. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

К физико-химическим методам очистки сточной жидкости относятся: экстракция, сорбция, эвапорация, кристаллизация, флотация, ионный обмен, электролиз, электродиализ, использование гидроэлектрического эффекта и т. д.

При экстракции сточную жидкость смешивают с растворителем, в котором данный вид загрязнения растворяется в большей степени (например, для удаления фенола из сточной жидкости в нее вводят бензол). Растворитель подают снизу. Вследствие того, что его удельный вес меньше удельного веса сточной жидкости, растворитель поднимается вверх.

Загрязненная вода, которую подводят сверху (рис. 231, *а*), встречает на своем пути растворитель и отдает ему загрязняющие вещества. Очищенная вода отводится снизу, загрязненный растворитель (экстрагент) — сверху.

При сорбции загрязняющие сточную жидкость вещества либо поглощаются телами твердых веществ (абсорбция), либо осаждаются на его активно развитой поверхности (адсорбция). В третьем случае (химсорбция) происходит химическое взаимодействие загрязненного вещества с твердым телом.

Для очистки производственной сточной жидкости чаще всего пользуются адсорбцией. Для этого к очищаемой сточной жидкости добавляют сорбент (твердое тело) в размельченном виде и перемешивают их. Сорбент, насыщенный загрязнениями, отделяют путем отстаивания или фильтрации. В качестве сорбента применяют золу, торф, каолин, коксовую мелочь, активированный уголь и др.

Эвапорацией называют отгонку водяным паром летучих веществ, которые загрязняют сточную жидкость. Эвапорация производится в периодически действующем аппарате или в непрерывно действующих дистилляционных колонках.

Схема эвапорационной установки представлена на рис. 231, *б*. Сточная жидкость (например, содержащая фенол), нагретая

в теплообменнике, поступает в колонну, через которую навстречу движению сточной жидкости пропускают острый пар. Летучие загрязнения сточной жидкости переходят в пар. Насыщенный загрязнениями пар поступает в поглотительную колонну, где он очищается от загрязнений.

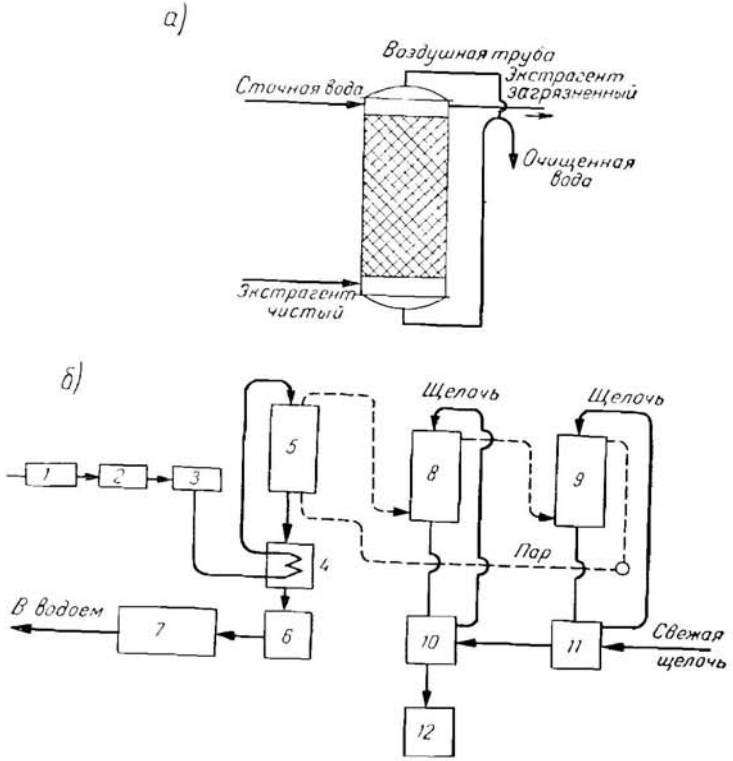


Рис. 231. Схемы физико-химических методов очистки жидкости:
а — непрерывной экстракции; *б* — схема эвапорационной установки; *1* — отстойник; *2* — смолоотделитель; *3* — аппарат для подкисления сточной жидкости серной кислотой; *4* — теплообменник; *5* — эвапорационная колонка; *6* — сборник обесфененной воды; *7* — аппарат для биологической доочистки; *8* и *9* — скрубберы для промывки пара; *10* и *11* — приемники свежей щелочи; *12* — сборник отработанной щелочи

Если сточную жидкость нужно очистить от фенола, то пар освобождают от него пропусканием через нагретый до 100° раствор щелочи.

При флотации происходит процесс, основанный на всплывании дисперсных частиц вместе с пузырьками воздуха. Всплывание происходит за счет создания пены, обволакивающей частички примесей и удаляемой из воды вместе с ними. Для создания пены воду насыщают пузырьками мелкодиспергированного воздуха.

Твердые частицы взаимодействуют с пузырьками воздуха на границе раздела трех фаз: частица-воздух, частица-вода, вода-воздух.

Частицы, содержащиеся в сточной воде (эмульгированная нефть и др.), прилипают к поверхности раздела вода-пузырек воздуха и всплывают на поверхность воды.

При кристаллизации производственные сточные воды очищают путем выделения из нее загрязнений в виде кристаллов. Кристаллизация обычно происходит в естественных прудах и водоемах выпариванием, так как процесс возможен при повышенной концентрации загрязнений.

При ионном обмене из сточной жидкости (водных растворов) извлекаются катионы и анионы при помощи ионитов.

При электролизе или электродиализе происходят расщепление молекул, их преобразования или концентрация ионов у электродов. Электрогидравлический эффект, возникающий при разрядке тока высокого напряжения может быть использован для разрушения сложных молекул загрязнителей (например красителей).

§ 95. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

При механической очистке сточных вод из них выделяют нерастворимые и частично коллоидные примеси. К механической очистке относят следующие методы: процеживание, отстаивание, фильтрование, удаление нерастворенных примесей гидроциклонами и в центрифугах.

Процеживание воды производят на ситах или решетках в зависимости от величины и гидравлических свойств выделяемых частиц. Крупные вещества задерживаются при помощи решеток, более мелкие — при помощи сит. Процеживанием выделяют из сточных вод плавающие вещества, в основном волокнистые загрязнения.

Для удаления из сточной жидкости микроскопических твердых частиц применяют микропроцеживатели. В этом случае обычно требуется предварительная очистка сточных вод.

Способом отстаивания из производственных сточных вод выделяют нерастворенные и частично коллоидальные загрязнения минерального и органического происхождения.

Для очистки вод от нерастворенных примесей используют отстойники специального назначения: шламоотстойники, нефтеловушки, смолоуловители, сгустители и др.

Отстаивание целесообразно применять в рудной, углеобогатительной, химической, металлургической промышленности для осветления сточных вод при использовании их в системе оборотного водоснабжения.

Для отстаивания сооружают преимущественно горизонтальные и радиальные отстойники с механизированным удалением осадка.

Для очистки сточных вод, содержащих всплывающие примеси (нефть, смолы, жиры и др.), также применяют отстаивание. Для очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты, используют нефтеловушки; при большом количестве жиров для их удаления устраивают жироловки. Имеются унифицированные конструкции нефтеловушек, разработанные Гидроспецпромстроем, Гипронефтезаводом и Гипротрубопроводом.

В сточных водах коксохимических заводов и газогенераторных станциях содержатся смолы и различные смолообразователи. Грубодиспергированные смолы выделяют из вод путем простого отстаивания; тонкодиспергированные же смолы — отстаиванием с коагулированием и фильтрованием.

Способом фильтрования задерживают нерастворенные примеси, не осевшие при отстаивании. Для этой цели используют песчаные, диатомитовые и сетчатые фильтры с фильтрующим слоем. Песчаные фильтры применяют при очистке производственных сточных вод в тех случаях, когда отстаивание не дает нужного эффекта. Иногда используют двухслойные фильтры: в нижнем слое загружается песок, в верхнем — антрацитовая крошка. На предприятиях бумажной промышленности для улавливания волокон применяют сетчатые и вакуумные фильтры.

Центрифуги и гидроциклоны используют для осветления производственных сточных вод и сгущения осадка. Гидроциклон представляет собой металлический сосуд конической формы. Под влиянием центробежной силы при вращательном движении частицы взвешенных веществ скапливаются у стенок и сползают вниз. Гидроциклоны бывают двух видов: напорные и безнапорные.

§ 96. ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ И ВЫПУСК ЕЕ В ВОДОЕМЫ

Обеззараживание сточной жидкости. После очистки сточной жидкости тем или иным способом содержание бактерий в ней резко уменьшается. Однако число бактерий, остающихся в сточной жидкости, прошедшей механическую и даже эффективную биологическую очистку, может достигать нескольких миллионов в 1 $см^3$.

Полностью уничтожить болезнетворные бактерии в сточной жидкости можно лишь путем обеззараживания ее. С этой целью обычно производят хлорирование сточной жидкости.

В зависимости от степени очистки сточной жидкости в последующем ее хлорируют непрерывно или периодически.

Количество активного хлора, вводимого на единицу объема сточной жидкости, называют дозой хлора; она исчисляется в граммах на 1 $м^3$ ($г/м^3$).

Ориентировочная доза хлора для осветленной сточной жидкости, прошедшей механическую очистку, — 30 $г/м^3$; для сточной жидкости, прошедшей биологическую очистку, доза составляет всего 10—15 $г/м^3$. Концентрация хлора в растворе должна быть 2,5%.

После введения раствора хлора необходимо тщательно перемешать его с очищенной сточной жидкостью. Продолжительность контакта хлора с жидкостью должна быть не менее 30 *мин*. Хлорирование сточной жидкости производится в специальных контактных резервуарах, устраиваемых по типу горизонтальных или вертикальных отстойников. В тех случаях, когда очищенная вода проходит по трубам, каналам или лоткам от станции очистки до водоема в течение 30 *мин*, контактных резервуаров можно не устраивать.

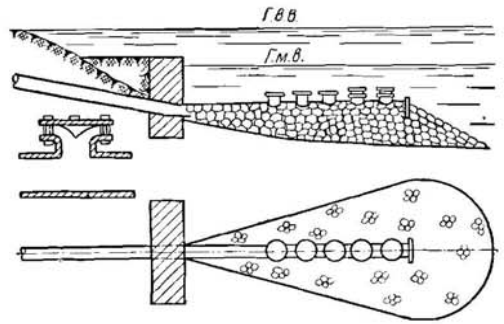


Рис. 232. Рассеивающий выпуск сточной жидкости

Наличие остаточного хлора в очищенной сточной жидкости после 30-минутного контакта в количестве 0,2—1 *мг/л* служит показателем эффективности обеззараживания. Обеззараженная вода спускается в водоем.

Выпуск сточной жидкости в водоемы. Сооружения для сбрасывания очищенной сточной жидкости в водоемы называют выпусками. Приемниками очищенной сточной жидкости в большинстве случаев являются реки. Чтобы предохранить реки от загрязнения сточной жидкостью, необходимо создать хорошие условия для более полного смешивания выпускаемой очищенной сточной жидкости со всей массой воды, протекающей в реке, поэтому выпуск сточной жидкости следует устраивать на некотором расстоянии от берега реки.

В зависимости от скорости течения воды в водоеме, наличия притоков, глубины водоема, рельефа дна полное смешивание сточной жидкости с водой водоема может произойти на том или ином расстоянии от их выпуска. Выпуски сточной жидкости в водоем устраивают береговые или русловые. Лучшее смешивание сточной жидкости с водой водоема обеспечивают рассеивающие выпуски, располагаемые в фарватере реки, где скорости течения наибольшие.

На рис. 232 изображен рассеивающий выпуск сточной жидкости в реку. На трубе установлены стояки с фланцами. К фланцам прикрепляют на некотором расстоянии заглушки с припаянными

насадками для лучшего рассеивания выходящей из них сточной жидкости.

Для равномерного распределения сточной жидкости в потоке речной воды заглушки над фланцами устанавливают на разной высоте, увеличивая ее в конце трубы. Конец трубы заглушают фланцами.

С целью предохранения трубы от повреждения проходящими судами место выпуска ограждают сигнальными устройствами.

Глава XXXI
МАЛАЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

При проектировании канализации малых селений, групп и отдельных зданий принятый проектом вариант должен быть обоснован технико-экономическими расчетами и согласован с соответствующими инстанциями.

В качестве первичных отстойников при количестве сточных вод до 25 $м^3$ в сутки обычно применяют септики; а при расходах более 25 $м^3$ в сутки применяют двухъярусные отстойники.

Для биологической очистки сточных вод, поступающих от малых населенных мест и отдельных объектов, можно применять следующие устройства и сооружения: поля фильтрации, поля орошения, поля подземной фильтрации (при количестве сточных вод не более 15 $м^3$ в сутки); песчано-гравийные фильтры (при количестве сточных вод не более 15 $м^3$ в сутки), капельные биофильтры, башенные биофильтры (при суточном количестве сточных вод более 100 $м^3$), биологические пруды.

Таблица 39

Санитарно-защитные зоны (разрывы)

Типы сооружений	Расстояние от жилых зданий, *м*
Поля подземной фильтрации пропускной способностью сточных вод до 15 $м^3$ в сутки	15
Поля орошения коммунального типа площадью до 1 *га*	50
Поля орошения коммунального типа площадью более 1 *га*	150
Поля фильтрации площадью до 0,5 *га*	100
Поля фильтрации площадью более 0,5 *га*	200
Сооружения для механической и искусственной биологической очистки (с иловыми площадками) производительностью до 50 $м^3$ в сутки	100
То же, производительностью более 50 $м^3$ в сутки	150
Биологические пруды	200

Очистные сооружения следует располагать с подветренной стороны по отношению к ближайшему жилому зданию или группе зданий с учетом преобладающего направления ветров теплого периода года, а также вниз по течению грунтовых вод от водозаборных сооружений, питающихся этими водами.

Санитарно-защитные зоны (разрывы) для очистных сооружений малых канализаций (производительностью до 200 $м^3$ в сутки) следует принимать по табл. 39.

§ 97. ПОЛЯ ПОДЗЕМНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Наиболее гигиеничным методом обработки сточной жидкости в сооружениях местной канализации следует считать устройство септика с подземной фильтрацией сточной жидкости через систему дрен или через фильтрующий колодец (рис. 233).

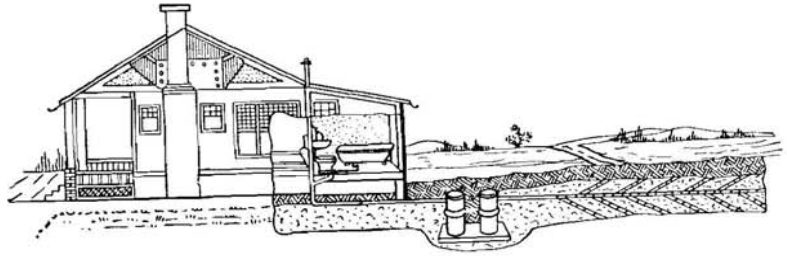


Рис. 233. Местная канализация отдельного здания

Септик (рис. 234) представляет собой отстойник, в котором одновременно происходит осветление сточной жидкости и длительное хранение и перегнивание взвешенных веществ, выпавших в осадок (ил).

Осадок хранится от 6 до 12 месяцев. Осадок под влиянием анаэробных микроорганизмов разрушается, превращаясь частью в газообразный продукт, а частью в растворимые минеральные соединения.

Септики могут быть одно-, двух- и трехкамерные. При поступлении жидкости более 5 $м^3$ в сутки каждую камеру следует устраивать из двух одинаковых отделений.

Расчет септика состоит в определении его отстойной и иловой части. В двухкамерных септиках объем первой камеры принимают равным 0,75 расчетного объема, а трехкамерных — 0,5 объема. При этом объем второй и третьей камер должен составлять 25% расчетного объема.

Полный расчетный объем септика следует принимать: при расходе сточных вод до 5 $м^3$ в сутки — не менее 3-кратного притока; при расходе более 5 $м^3$ в сутки — не менее 2,5-кратного притока.

Указанные расчетные объемы септиков принимают, исходя из условия очистки их, не менее одного раза в год.

Минимальные размеры септика следующие: глубина (считая от уровня воды) 1,3 *м*, ширина 0,75 *м*, длина или диаметр 1 *м**.

Впуск сточной жидкости и выпуск ее из септика производятся через простые тройники, концы которых опущены ниже корки,

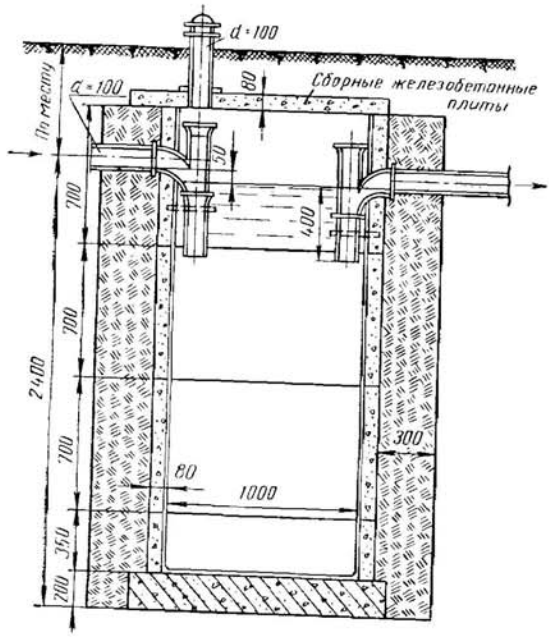


Рис. 234. Однокамерный септик из железобетона

образующейся на поверхности септика в результате перегнивания осадка.

При таком устройстве всплывающие в септике на поверхность вещества (из которых образуется корка) не проходят в дренирующую сеть и не засоряют ее.

Осадок из септика используют в качестве удобрений для сада и огорода, компостируют с торфом, землей или закапывают.

Для сельской местности в США рекомендуют сборные септики из керамических труб (рис. 235) без дозирующих устройств. Двухсекционный септик (при $d = 0{,}6$—$0{,}7$ *м* каждой секции) может обслуживать семью в 6 человек (при уборной, раковине и ванне).

* Строительные нормы и правила, часть II, раздел Г, глава 6 (СНиП II-Г. 6-62). Госстройиздат, 1962.

Такие септики устанавливают на бетонное основание. Септики подобной конструкции оправдали себя в эксплуатации.

Для небольших изолированно стоящих больниц применяют септики с фильтрующим устройством (рис. 236, *а*) через загрузочный материал (шлак или битый кирпич) с последующим выпуском осветленной сточной жидкости под почву).

Расстояние от жилых зданий до септика следует принимать не менее 5 *м*.

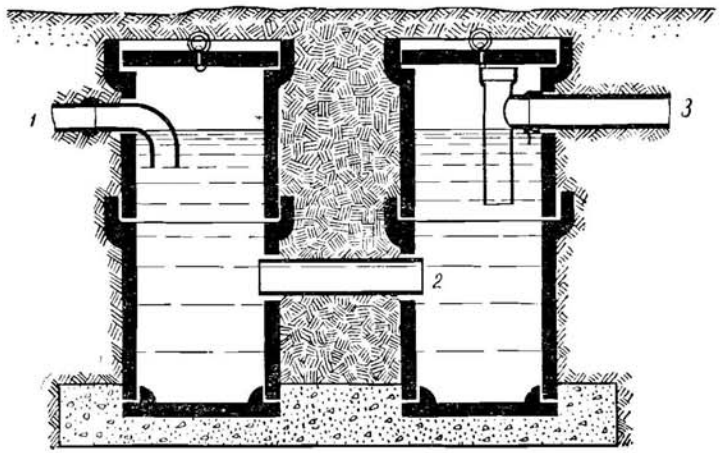


Рис. 235. Двухсекционный септик из керамических труб:
1 — впуск сточной жидкости; *2* — перепуск; *3* — выпуск осветленной сточной жидкости

От сооружений для забора грунтовых вод септик должен находиться не ближе чем на 30 *м*.

Подземной фильтрацией называют способ очистки бытовой жидкости, прошедшей обработку в септике, путем распределения ее и фильтрации в грунт посредством дренажей сети.

При эксплуатации систем подземной фильтрации сточная жидкость не загрязняет воздух и не привлекает мух. Поэтому в санитарно-техническом и экономическом отношении систему канализации малоэтажных зданий с подземной фильтрацией сточных вод следует признать наиболее перспективной.

Систему подземной фильтрации рекомендуется устраивать на участке с хорошей водопоглощаемостью грунта (песок, супесь, суглинок) при расположении оросительных труб выше уровня грунтовых вод не менее чем на 1 *м* и не глубже 1,2 *м* от поверхности земли.

Схемы сети подземной фильтрации и сооружение фильтрующих канав изображены на рис. 237.

Уклон дрен в фильтрующих канавах принимают равным 0,005. Расстояния между дренами устанавливают в зависимости от характера грунта от 1 до 4 *м*. Длина прямых участков не должна превышать 25 *м*.

Материалом для сооружения дренажной сети служат раструбные керамические трубы диаметром 100 *мм*, укладываемые без заделки раструбов, а также гончарные трубы и лотки из каменных

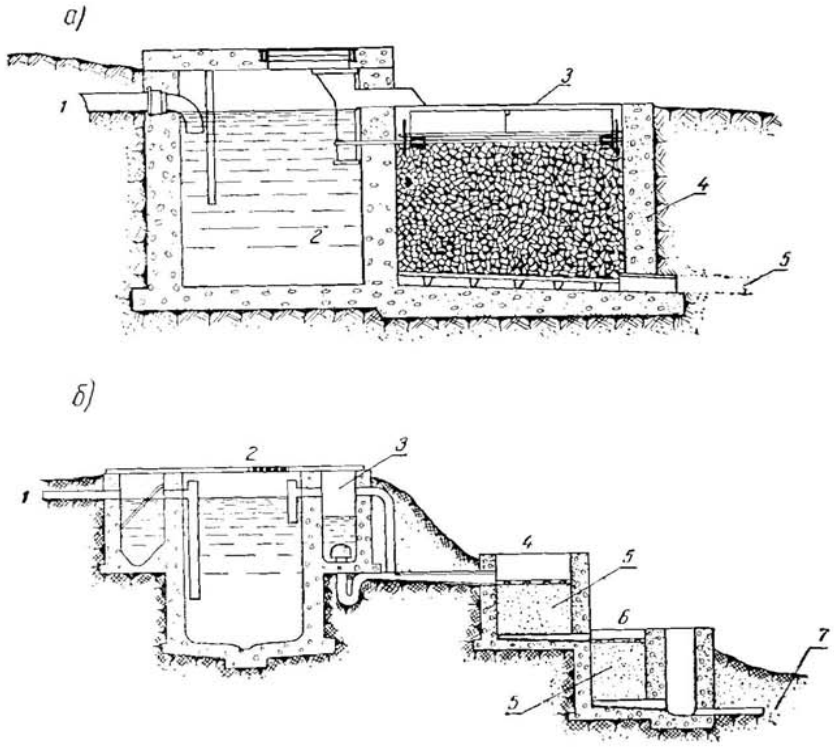


Рис. 236. Септики:

а — с фильтрующим устройством: *1* — впуск; *2* — септик; *3* — фильтр; *4* — битый кирпич или шлак; *5* — выпуск осветленной жидкости; *б* — септик с двойной фильтрацией: *1* — впуск; *2* — отстойник (септик); *3* — дозатор; *4* — первичный фильтр; *5* — клинкерный кирпич или шлак; *6* — вторичный фильтр; *7* — выпуск

плит. Во временных сооружениях допускается применять деревянные лотки, фашины или каменную наброску щебня.

Нагрузка сточной жидкости на оросительную сеть дренажных труб полей подземной фильтрации для районов со среднегодовым количеством атмосферных осадков в 500 *мм* оросительных труб в сутки допускается следующая: в супеси — 8,0—16,0 *л/м*, в песках — 16,0—30,0 *л/м*.

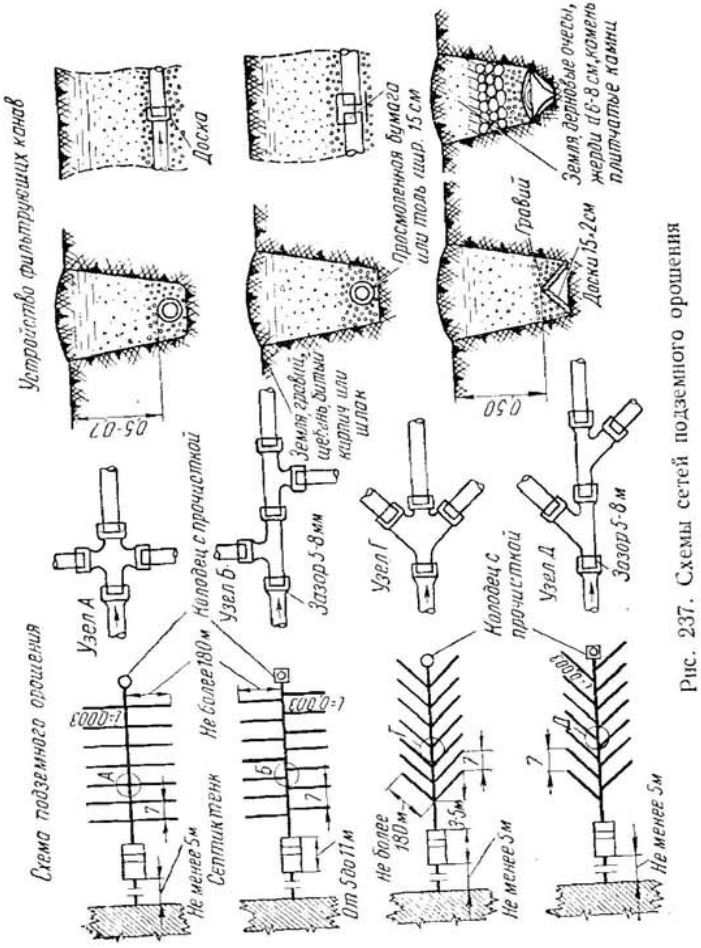


Рис. 237. Схемы сетей подземного орошения

Для районов со среднегодовым выпадением осадков более 600 *мм* нормы нагрузки следует увеличить на 20—30%.

Дренажную сеть для подземной фильтрации целесообразно укладывать неглубоко, с тем чтобы сточная жидкость распределялась в почве в более близких к поверхности слоях, но исключающей возможность промерзания дрен.

Ориентировочно глубину заложения дренирующей сети можно принять равной для северных и восточных районов 0,5—1,0 *м*, для западных и южных районов 0,3—0,7 *м*, но не более 1,2 *м*.

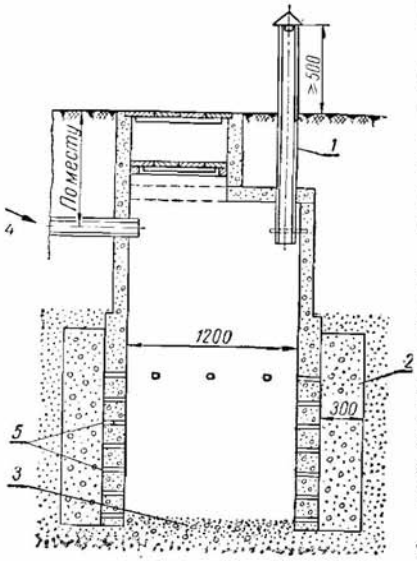


Рис. 238. Фильтрующий колодец:
1 — вентиляция; *2* — щебень; *3* — щебень; и гравий; *4* — впуск сточной жидкости; *5* — отверстия

В средней и северной полосе СССР нужно предохранять почву от промерзания в месте расположения дрен. Например, после первого большого снегопада следует покрывать эту поверхность наибольшим слоем снега.

При отсутствии площадей под дренажную сеть для подземного орошения применяют фильтрующие колодцы с разрешения санитарной инспекции. Сооружают их в тех случаях, когда на глубине 1,5—2 *м* имеются пески или супеси при глубоком залегании грунтовых вод (рис. 238).

Фильтрующие колодцы устраивают для удаления и очистки только хозяйственных сточных вод (от раковин, умывальников, ванн и душей) в тех случаях, когда другое устройство канализации затруднительно по местным условиям. Если перед фильтрующим колодцем устроен септик, и уже осветленная сточная жидкость направляется в него, в этом случае фильтрующий колодец заменяет подземную фильтрацию через оросительную сеть.

Фильтрующие колодцы сооружают круглые или квадратные, из бетона или кирпича и в редких случаях из дерева. Глубину их доводят до верхнего уровня водопоглощающих грунтов.

Фильтрующей поверхностью колодца считается боковая поверхность его ниже выпуска и площадь дна.

Внутренний диаметр колодца принимают от 1,2 до 2 *м*, глубину дна до ввода — не менее 0,5 и не более 1,5 *м*.

Фильтрующий колодец следует размещать так, чтобы расстояние от него до жилого дома было не менее 10 *м*, до бурового колодца глубиной свыше 30 *м* — не менее 15 *м*, до колодца глубиной менее 30 *м* — не менее 50 *м**.

Централизованная система канализации населенных мест позволяет создать полное благоустройство жилищ (установка раковин, промывных уборных, ванн и душей).

Необходимо, однако, отметить, что в поселках с экстенсивной застройкой канализационные трубопроводы достигают значительной длины, и стоимость канализационной сети в расчете на 1 человека получается более высокой, чем в городах. Поэтому при проектировании и застройке новых поселков следует учитывать особенности рельефа местности и экономические возможности застройщиков.

При выборе метода очистки сточной жидкости и места расположения очистных сооружений в небольших поселках необходимо в первую очередь выявлять возможность и целесообразность сельскохозяйственного использования очищенной сточной жидкости для земледельческих полей орошения. Последние обычно проектируют на землях совхозов и колхозов для круглогодового приема сточных вод, используемых в дальнейшем для удобрения и орошения.

§ 98. ТИПЫ МАЛЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Сооружения для искусственной биологической очистки сточной жидкости небольших населенных мест следует компоновать, не копируя компоновку очистных станций больших городов с размещением отдельных сооружений в самостоятельных зданиях. Подобное решение требует больших капитальных и эксплуатационных затрат.

Компактное расположение очистных сооружений в одном капитальном здании (блокировка) удешевляет эксплуатацию и дает возможность комплексно механизировать процессы эксплуатации.

На рис. 239 приведена примерная схема сооружений для искусственной биологической очистки с биофильтром диаметром 18 *м* производительностью 200 $м^3$ в сутки, размещенной в одном здании. В этом же здании расположена насосная станция, оборудованная вертикальными насосами 2НФУ-в, размещенными в колодцах *1*. Насосы подают сточную жидкость в двухъярусный отстойник *2* диаметром 6 *м*. Далее сточная жидкость поступает на биологический фильтр, который сооружен в виде кольца шириной 4,6 *м* вокруг двухъярусного отстойника. Предусмотрена хорошая естественная вентиляция помещения.

Сточная жидкость из биологического фильтра поступает в контактный вертикальный отстойник *3* диаметром 2,6 *м*. Предварительно, перед поступлением сточной жидкости в отстойник, в нее

* П. А. Спышнов. Благоустройство зданий. Госстройиздат, 1950.

подается раствор хлорной извести, приготовляемой в хлораторной *4*. Осадок из контактного отстойника выпускается в резервуар насосной станции и перекачивается вместе со сточной жидкостью в двухъярусный отстойник. В пределах здания предусмотрены иловые площадки *5* для подсушки осадка, поступающего из двухъярусного отстойника.

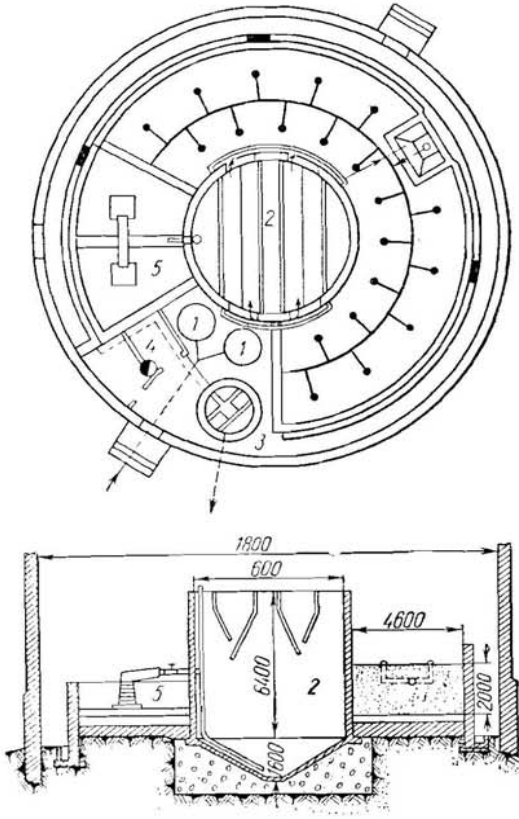


Рис. 239. Схема очистной станции с биофильтром:
1 — приемные колодцы; *2* — двухъярусный отстойник; *3* — контактный резервуар; *4* — хлораторная; *5* — иловые площадки

Проект биологической станции создан ГипроНИИ, по данным которого общий объем здания станции составляет 2100 *м*³. На рис. 240 приведена схема очистных сооружений для биологической очистки с аэрофильтром, размещенным также в круглом здании. Производительность ее 500 *м*³/*сут*.

Станция состоит из двухъярусного отстойника, аэрофильтра, хлораторной, вторичного отстойника. Иловые площадки не предусмотрены, так как проектируется вывозка неподсушенного ила на поля. Хлораторная размещена на втором этаже, над горизонтальными вторичными отстойниками.

Внутренний диаметр станции равен 15 *м*, и благодаря применению аэрофильтра производительность ее получается достаточно высокой.

На рис. 241 показаны план и разрезы очистных сооружений для биологической очистки, расположенные вместе со станцией перекачки в прямоугольном здании. Производительность ее 150 *м*³/*сут*.

В комплекс сооружений входят: насосная станция с приемным

резервуаром *1*, прямоугольный двухъярусный отстойник *2*, биофильтр *3*, хлораторная *4*, вторичный отстойник *5*, иловые площадки *6*. Ил из горизонтальных вторичных отстойников удаляют в приемный резервуар станции перекачки.

Иловые площадки запроектированы в специальном помещении, расположенном около двухъярусного отстойника. Большая пло-

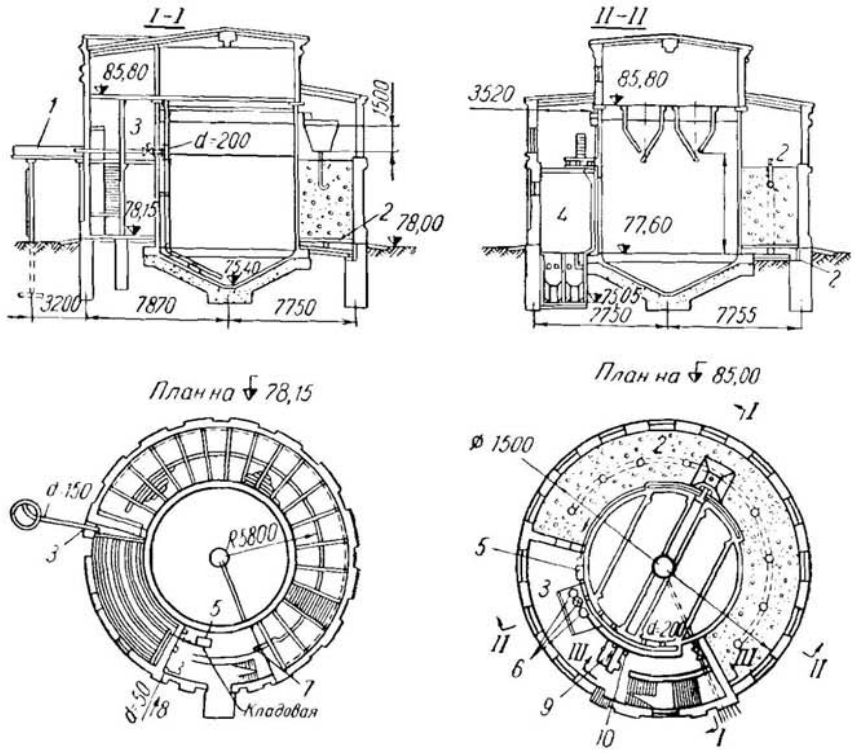


Рис. 240. Схема очистной станции с аэрофильтром:
1 — лоток; *2* — воздушная труба $d = 75$ *мм*; *3* — выпуск осветленной сточной жидкости; *4* — труба $d = 75$ *мм* для подвода воздуха; *5* — дозирующий бачок; *6* — затворный и растворимый баки; *7* — подача воздуха от вентилятора; *8* — ввод; *9* — ларь для хлорной извести; *10* — напорный иловый трубопровод $d = 75$ *мм*

щадь окон, открываемых в теплое время года, обеспечивает хорошее проветривание помещения. На зимний период предусмотрена искусственная вентиляция здания.

На очистной станции Дюлькен (ФРГ) все три стадии (первичное отстаивание, биологическая очистка в аэротенке и вторичное отстаивание) объединены в одном комбинированном сооружении (рис. 242), в котором вода движется в радиальном направлении.

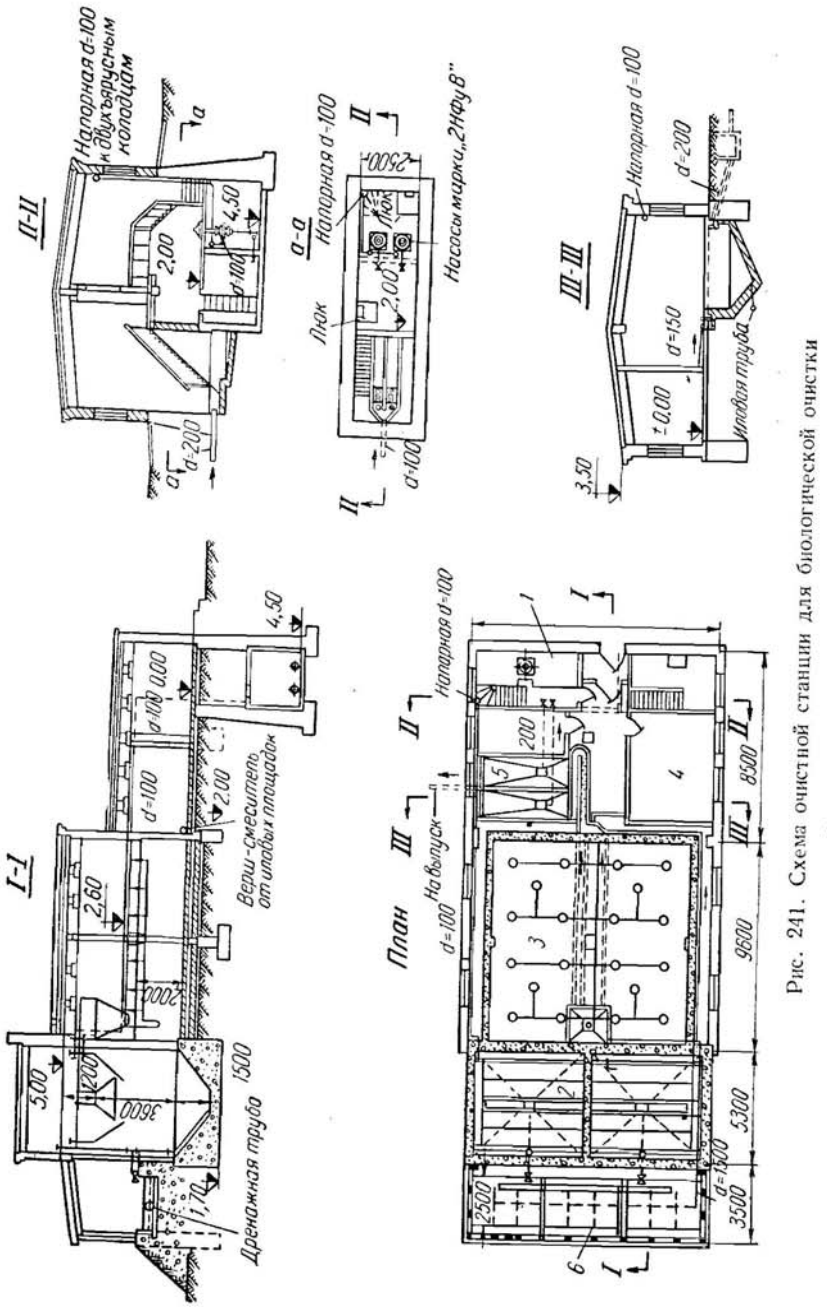


Рис. 241. Схема очистной станции для биологической очистки

Очистная установка представляет собой резервуар наружным диаметром 33,3 *м*, разделенный на три отделения цилиндрическими перегородками. Вокруг центрального резервуара предварительного отстаивания диаметром 20 *м* с глубиной у стенки 1,5 *м* устроена кольцевая камера аэрации шириной в 2,7 *м* и глубиной 2,4 *м*, а вокруг последней — кольцевой вторичный отстойник шириной в 1,8 *м* и глубиной 2,1 *м*.

Сточная вода поступает снизу в первичный отстойник через впускное устройство, состоящее из решетки у конца подающей

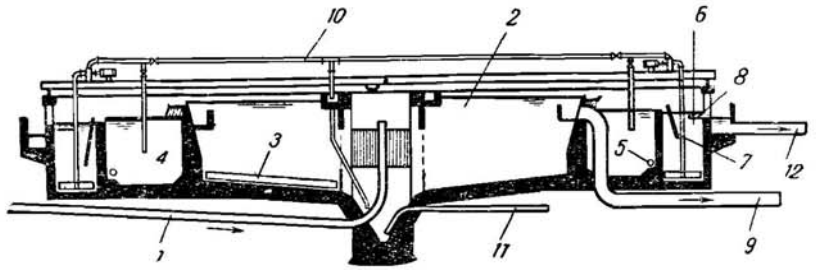


Рис. 242. Очистная установка с концентрически расположенными сооружениями:

1 — впуск сточных вод; *2* — первичный отстойник; *3* — скребковый механизм; *4* — аэротенк; *5* — воздуховод; *6* — вторичный отстойник; *7* — наклонный щит; *8* — сборный лоток с зубчатым водосливом; *9* — выпуск сточных вод из первичного отстойника; *10* — илопровод избыточного ила; *11* — иловая труба; *12* — выпуск очищенных вод

трубы и второй, так называемой успокоительной, решетки, отстоящей от первой на некотором расстоянии. Осветленная вода переливается через стенку резервуара и равномерно отдельными струйками разбрызгивается в камере аэрации при помощи закрепленного на кромке стены перфорированного кольцевого металлического листа. Такой выпуск отстоенных вод способствует равномерному распределению стоков в камере аэрации, а также снижает количество пены, образующейся на её поверхности. Осевший в первичном отстойнике осадок механическим скребком сгребается в центральный приямок. Скорость вращения скребка 2 *об/мин*.

На дне аэротенка у наружной стены проложен кольцевой трубопровод для подачи воздуха. От трубопровода отходят вертикальные отростки с пористыми воздухораспределительными трубками. Аэротенк работает по одноступенчатой схеме без регенерации.

Из камеры аэрации сточная жидкость по всей периферии стенки поступает под наклонный щит вторичного отстойника. Щит должен иметь уклон 1 : 4. Поднимаясь из-под наклонного щита, очищенная сточная жидкость собирается в лотки с зубчатыми водосливами и уходит по отводному лотку.

Сечение между низом щита и боковой стенкой рассчитывают на пропуск суммарного расхода сточной жидкости и возвратного активного ила при скорости в 2 *мм/сек*, а сечение между низом щита и днищем — на тот же суммарный расход при скорости 1,7 *мм/сек*. Сечение между низом щита и внешней стенкой рассчитывают только на расход сточных вод при скорости в 1 *мм/сек* (3,6 *м/ч*).

Над сооружением помещается мостовая ферма, ось вращения которой совпадает с осью первичного отстойника. На ферме установлены иловые насосы и смонтированы коммуникации трубопро-

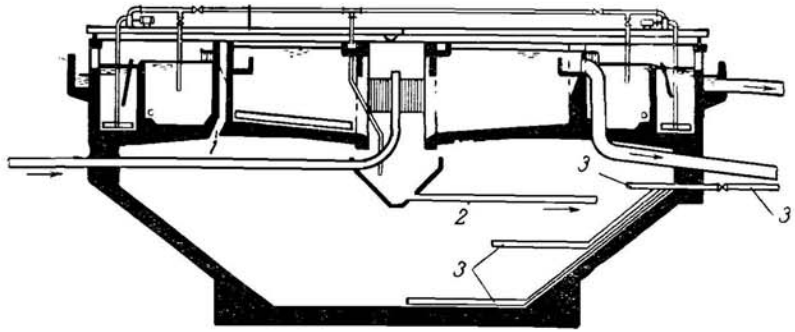


Рис. 243. Очистная установка, совмещенная с метантенком:
1 — выпуск газов брожения:, *2* — впуск ила в метантенк; *3* — циркуляционные трубопроводы и выпуск сброшенного ила

водов. Насосы забирают активный ил, осевший во вторичном отстойнике, возвратный ил рециркулирует в камере аэрации, а избыточный подается в центральный приямок первичного отстойника. Активный ил подают в камеру аэрации под водой в направлении, противоположном вращению мостовой фермы. Этим достигается равномерное распределение активного ила по всему объему камеры аэрации. Из центрального приямка ил выпускают по иловой трубе.

К мостовой ферме крепят механический иловой скребок. В случае объединения комбинированной (блокировочной) очистной установки с метантенком последний размещают снизу (рис. 243).

Блокировочные очистные станции можно сооружать в поселках, обслуживающих от 2 тыс. жителей и более. Практически такие станции можно проектировать на любое количество жителей, увеличивая число работающих сооружений.

Радиальный концентрический отстойник имеет следующие особенности. Загрузка камеры аэрации по всей ее площади жидкостью, поступающей непосредственно из первичного отстойника, происходит равномерно, без использования дополнительного трубопровода. Вода во вторичный отстойник поступает по всей его площади

также равномерно. Движение жидкости в первичном отстойнике — радиальное; все приспособления для сбора и транспортирования осадка смонтированы на мостовой ферме. Продолжительность пребывания осадка во вторичном отстойнике небольшая, так как при повороте фермы на 180° весь шлам, отложившийся на дне, собирают и удаляют. Конструкции сооружений — простые, малогабаритные, удобные в обслуживании.

Производительность концентрических отстойников можно увеличить, если построить перед ними выравнивающий (буферный) резервуар и предварительную аэрацию стоков.

В США и Канаде различные фирмы изготовляют заводским способом компактные канализационные установки для очистки сточных вод от поселков, торговых центров, отелей, больниц, школ и др. Производительность установок может составлять от 4 до 2000 $м^3$ в сутки из расчета обслуживания от 10 до 5000 человек.

Эти установки выпускают в виде агрегатов, или они состоят из отдельных узлов, поставляемых на место трайлерами. Компактные канализационные установки рассчитаны на механическую и полную биологическую очистку.

По применяемым способам очистки сточных вод и конструктивному выполнению канализационные установки подразделяют на следующие три основных типа:

первый тип, когда сточные воды очищают без первичного отстаивания в аэротенках по так называемой схеме продолженной аэрации или по схеме полного окисления;

второй тип — очистку ведут на биофильтрах (двухступенчатая биофильтрация или высоконагружаемые биофильтры с рециркуляцией);

третий тип — очистку сточных вод производят также в аэротенке, но по способу биосорбции (контактной стабилизации).

Более широко применяют установки первого типа. Процесс полного окисления характеризуется длительной (обычно в течение 24 *ч*) аэрацией, во время которой органические вещества полностью окисляются, или, как говорят, сгорают. В этом процессе отсутствует первичное отстаивание. Камера аэрации совмещается с вторичнным отстойником. Осевший во вторичном отстойнике активный ил перекачивают эрлифтом в камеру аэрации.

За длительный период аэрации органические вещества разлагаются в аэробных условиях, принимая форму тонких взвесей (или растворяются) и выносятся со стоком в водоем.

Поскольку количество образующегося избыточного осадка незначительно, специального оборудования для его обработки и удаления не предусматривают. В случаях накопления избыточного ила его удаляют из системы в сток*.

---

* Центральный институт научной информации. Опыт зарубежного строительства. Вып. 11, Госстройиздат, 1963.

Глава XXXII

ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

§ 99. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА СТОЛОВЫХ И ФАБРИК-КУХОНЬ

Санитарно-технические устройства столовых и фабрик-кухонь имеют особенности из-за необходимости производить в них заготовку и варку продуктов, приготовление обедов, мойку посуды и другие вспомогательные работы. При этом потребляется значительное количество воды и пара и получаются разнообразные стоки.

В овощном цехе устанавливают картофелемойки (рис. 244, *а*) и картофелечистки. Производительность картофелемоек равна 700—2000 *кг* овощей в 1 *ч*. Подача воды и спуск стоков периодический — через 5 *мин*.

На картофелечистках (рис. 244, *б*) вымытый картофель очищается от кожуры с помощью карборундовых дисков и воды. Производительность картофелечисток около 250 *кг/ч*.

В мясном цехе для обмывания мясных продуктов устанавливают стальные оцинкованные или бетонные мойки на 1 или 2 отделения. Спускают стоки из моек через решетку, установленную в одном из углов мойки и через 50 *мм* выпускную трубу в половой трап. Мойки оборудуют подводками горячей и холодной воды.

В рыбном цехе очищают и заготавливают рыбу в мойках такого же типа, что и в мясном цехе, но к мойкам подводят пар для ошпаривания рыбы.

В моечном отделении чугунные, эмалированные или стальные оцинкованные мойки с одним или несколькими отделениями оборудуют кранами-смесителями для горячей и холодной воды.

В супово-соусном отделении кухни устанавливают раковины с подводками горячей и холодной воды. Воду подводят также по трубам $d = 15$ *мм* к каждому варочному котлу кухни. Для обмывки и поливки пола в производственных помещениях устанавливают внутренние поливочные краны $d = 25$ *мм*.

Внутренний водопровод предприятий общественного питания устраивают объединенный (хозяйственно-питьевой и производственный). Схема разводки его кольцевая с питанием от двух вводов.

Горячее водоснабжение осуществляют от центральных систем путем установки пароводонагревателей, получающих пар или из местной котельной или из системы теплофикации. При централизованном горячем водоснабжении горячую воду подводят ко всем мойкам, раковинам, умывальникам и в душевые при цехах.

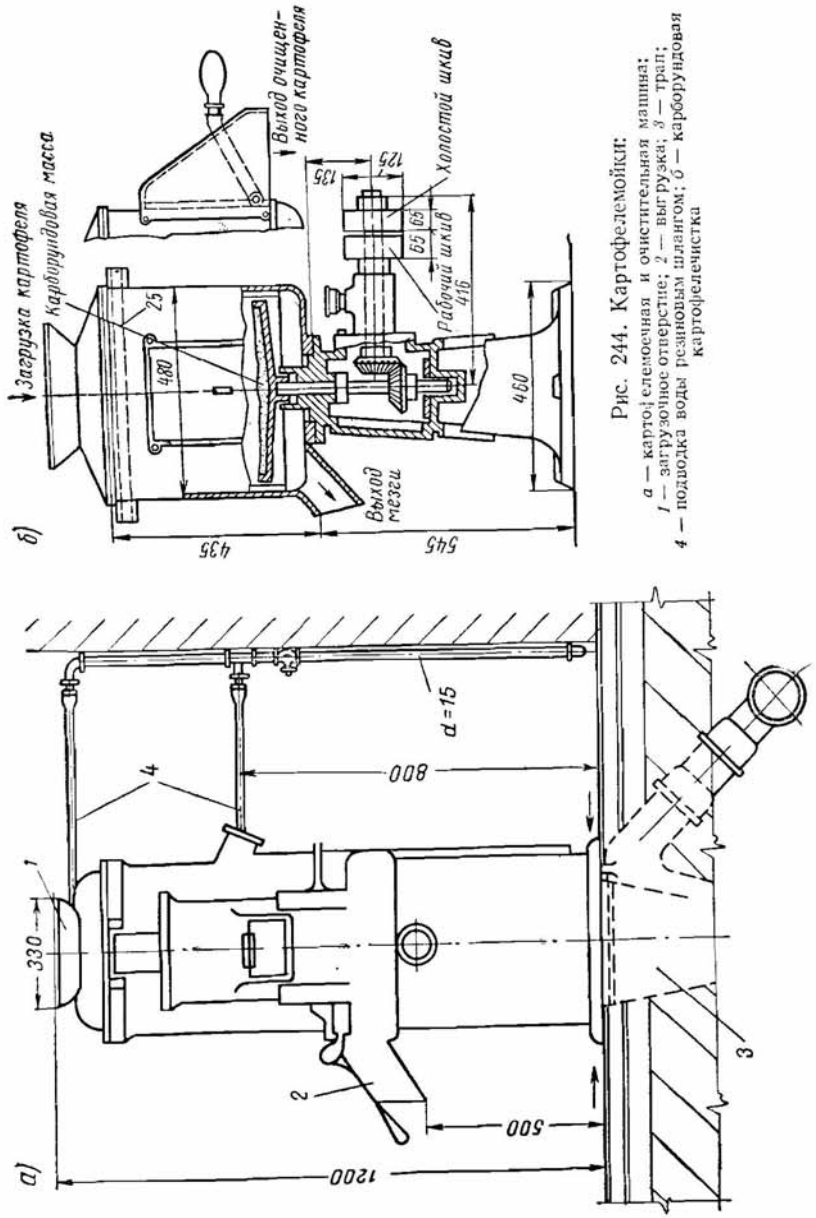


Рис. 244. Картофелемойки:
а — картофелемоечная и очистительная машина; *1* — загрузочное отверстие; *2* — выгрузка; *3* — трап; *4* — подводка воды резиновым шлангом; *б* — карборундовая картофелечистка

Канализационные сточные воды предприятий общественного питания перед сбросом в наружную канализацию должны быть предварительно обработаны. Сточные воды от моечных машин овощных цехов проходят через песколовки; от картофелечисток — через резервуары для улавливания крахмала из очисток и кожуры и только после этого спускают в хозяйственно-бытовую канализацию.

Сточные воды от моек, раковин мясного, рыбного цехов и супово-соусного отделения пропускают через грязеотстойник и жироуловитель (см. рис. 174 и 175). Жироуловители располагают вне здания.

Все мойки продуктов и посуды присоединяются к канализации через трапы с обязательным устройством воздушных разрывов над ними.

Половые трапы для отвода стоков от моек применяют размером 100 *мм*.

В небольших столовых горячую воду для мойки посуды, продуктов и других хозяйственных целей получают от нагревательного змеевика, размещенного в кухонной плите и соединенного циркуляционной трубой с напорным резервуаром, который устанавливают под потолком помещения кухни. При наличии газовых сетей в столовых, фабриках-кухнях подогрев воды, варка пищи производятся от нагревателей варочных котлов и кухонных плит, оборудованных газовыми горелками.

Расходы холодной воды на отдельные технологические нужды и приборы, устанавливаемые в производственных помещениях общественных столовых и фабрик-кухонь, приведены в табл. 40.

Таблица 40

Процент одновременного действия санитарных приборов и оборудования в предприятиях общественного питания

Наименование приборов и оборудования	Процент одновременного действия санитарных приборов	Расход воды приборами, *л/сек*
Умывальники	80	0,07
Смывные бачки	60	0,1
Писсуары	50	0,035
Души	100	0,2
Моечные ванны	30	0,3
Раковины производственные	40	0,2
Машины посудомоечные	100	0,3
Картофелемойки	100	0,1
Картофелечистки	100	0,2
Котлы варочные	60	0,3
Кипятильники	100	0,035

Душевые кабины устанавливают в предприятиях с количеством посадочных мест до 100 — одну кабину, свыше — две.

§ 100. ВОДОПРОВОД И КАНАЛИЗАЦИЯ ГАРАЖЕЙ

Размеры гаражей и оборудование обслуживающих и вспомогательных помещений зависят от числа машин, размещаемых в них. Небольшие гаражи до 10 машин не имеют отдельных помещений для технического обслуживания. В крупных гаражах (с числом машин 50 и более), кроме отделений стоянок машин, могут быть помещения для профилактического осмотра и ремонта машин, для регулирования двигателей, посты мойки машин, также помещения различных мастерских (механических, вулканизации и пр.), вспомогательные помещения — бытовки, административные и конторские помещения.

Гаражи оборудуют хозяйственно-питьевым объединенным производственно-противопожарным водопроводом. У ворот и в других местах гаражей устанавливают противопожарные краны, обеспечивающие расход воды во внутренней сети из расчета двух струй по 2,5 *л/сек*.

Вода требуется в гаражах для заправки радиаторов и мойки машин, для зарядки аккумуляторов, для хозяйственно-бытовых и противопожарных целей. В зимнее время для заправки радиаторов используют подогретую воду (до 20°), если имеются безгаражные стоянки автомашин.

Мойка машин внутри гаражей производится над моечными ямами с помощью поливочных кранов и присоединенных к ним рукавов с наконечниками. Для мытья кузовов автомашин применяют один или два рукава, подающие воду под давлением не выше 3—4 *ат* (во избежание повреждения окраски машин). Для мойки шасси нужно более высокое давление воды (до 10 *ат*). Диаметры рукавов принимают 25 *мм*, наконечников 16 *мм* и меньше (до 6—4 *мм*). В крупных гаражах машины моют посредством специальных моечных машин, подающих воду с давлением до 10 *ат*.

Для поливки полов в гаражах устанавливают поливочные краны диаметром 25 *мм*.

Канализационные стоки от гаражей выпускают двумя раздельными сетями. Стоки от мойки машин и полов, могущие содержать песок, грязь, бензин и масло, объединяют в одну сеть и направляют в грязеотстойник (рис. 174) и бензоуловитель (рис. 176), после чего выпускают в сеть водостоков или в сеть производственной и хозяйственно-бытовой канализации.

Прочие стоки от санитарных приборов и душевых отводятся непосредственно в сеть хозяйственно-бытовой канализации.

Крупные гаражи имеют сеть внутренних водостоков, которую посредством нескольких выпусков из зданий объединяют с наружной сетью водостоков.

Нормы расхода воды для гаражей, определяемые числом машин, указаны в табл. 41.

Таблица 41

Расчетный расход воды на мойку одного автомобиля

Тип автомобиля	Расход воды при ручной мойке, *л*	Расход воды при механической мойке, *л*
Легковой	500—700	1000—1500
Грузовой	700—1000	1500—2000
Автобус	800—1200	1500—2000

При обоснованных технико-экономических расчетах в отдельных случаях допускается устраивать оборотное водоснабжение в целях сокращения расхода воды на мойку автомашин.

Нормы расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и коэффициенты часовой неравномерности водопотребления следует принимать по табл. 2. Расход воды на душевые определяют из расчета 500 *л/ч* на одну душевую сетку.

Вопросы тушения пожаров решают в соответствии с требованиями СНиП II-Д. 9-62 и СНиП II-Г. 3-62. В целях защиты автомашин от пожара в крупных гаражах каждое отделение стоянки гаража разбивают на несколько зон, в которых можно устраивать полуавтоматические противопожарные водопроводы. Каждая зона по всему периметру защищается водяной завесой (см. § 45).

Расчетные расходы на тушение пожаров при хранении автомобилей на открытых площадках принимают в следующих размерах:

при хранении более 200 автомобилей . . 15 *л/сек*
» » от 101 до 200 » . . 10 »
» » от 50 до 100 » . . 5 »

Расчетный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды следует определять по количеству проектируемых приборов в соответствии с главой СНиП II-Г. 2-62 «Внутренний водопровод производственных и вспомогательных зданий. Нормы проектирования».

§ 101. САНИТАРНЫЕ ПРИБОРЫ В ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

В лечебных учреждениях: больницах, поликлиниках, амбулаториях, санаториях и т. п. — помимо санитарных приборов общего назначения устанавливают специальные санитарные приборы, которые можно легко дезинфицировать и содержать в чистоте. Этой цели лучше всего удовлетворяют фаянсовые приборы.

Их форма должна быть возможно более простой, без лишних углублений и внутренних углов, затрудняющих очистку.

К числу санитарных приборов для лечебных учреждений относятся больничные сливы (видуары), медицинские и хирургические умывальники, промывные камеры, лечебные ванны, сидячие и ножные ванны, специальные мойки, различные души, промывные плевательницы, автоклавы и др.

Видуары (рис. 245) предназначены для обмывания горшков и подкладных суден. Устанавливают их обычно в больницах, ро-

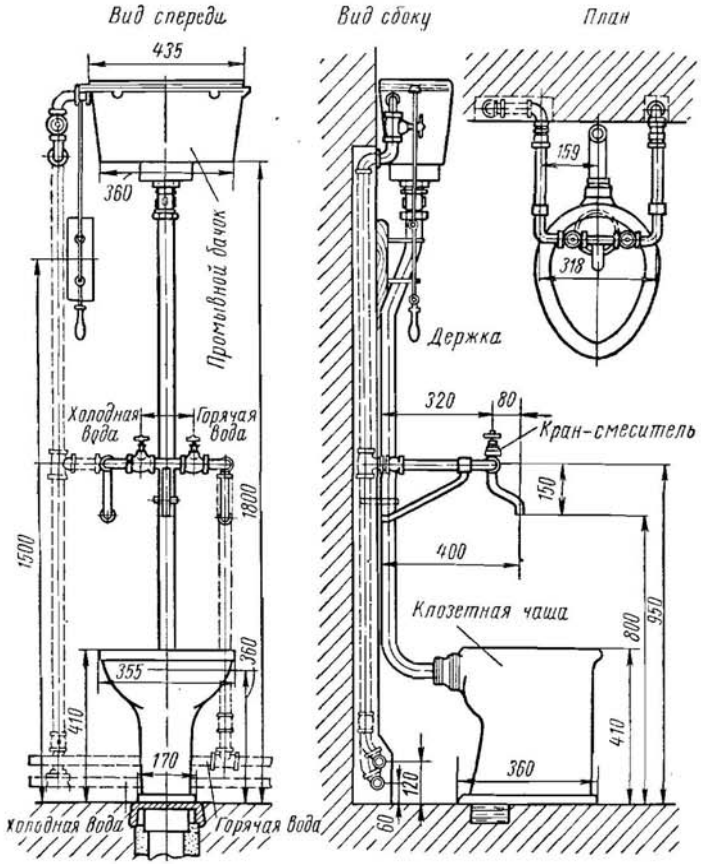


Рис. 245. Видуар

дильных домах, яслях, боксах инфекционных отделений и т.д Над прибором предусмотрен кран-смеситель для холодной и горячей воды.

Мойка, применяемая для обмывания коечных клеенок, показана на рис. 246.

Холодная и горячая вода подводится к мойке по трубам диаметром в 15 *мм*.

Чаши хирургических умывальников в предоперационных комнатах на 50 *мм* не доходят до задней стены, что допускает удобную очистку их со всех сторон.

Для умывальников применяют смесительную арматуру с аэраторами, которые насыщают воду воздухом, обеспечивают ровную струю и устраняют брызги и шум при изливании воды.

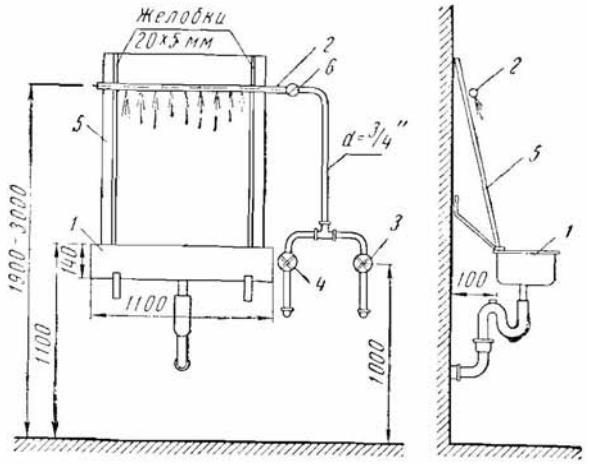


Рис. 246. Мойка для обмывания коечных клеенок:
1 — раковина; *2* — перфорированная труба; *3* — вентиль горячей воды; *4* — вентиль холодной воды; *5* — наклонная панель; *6* — обратный клапан

Краны для пуска воды в умывальниках, устанавливаемых в хирургических кабинетах, открывают локтем (рис. 247, *а*), при помощи педали (рис. 247, *б*) или от фотоэлемента (рис. 247, *в*). Ко всем умывальникам подводится горячая и холодная вода; они оборудуются кранами-смесителями.

В современных лечебных заведениях применяют термосмесители. Они автоматически поддерживают температуру смешанной воды на заданном уровне и не допускают ожогов при пользовании. На рис. 248 показана установка группы лечебных умывальников со встроенными термосмесителями.

Ванны устанавливают обычного типа — чугунные эмалированные, длиной 1,7 *м*, емкостью до перелива 225 *л*. Для лечебных процедур с агрессивными водами (углекислыми, серными, кислородными и др.) устанавливают лечебные ванны с кислотоупорной эмалью. Медицинские ванны имеют бóльшие размеры, чем обычные.

В больницах и поликлиниках устанавливают стерилизаторы различного назначения. Стерилизация перевязочного материала

обычно производится паром низкого давления в специальных автоклавах.

Физиотерапевтические отделения. Физиотерапевтическое отделение имеет водолечебные кабинеты, которые размещают отдельно или общим с грязелечебным.

В водолечебном отделении устанавливают следующее оборудование: а) души — струевой (Шарко), циркулярный, восходящий,

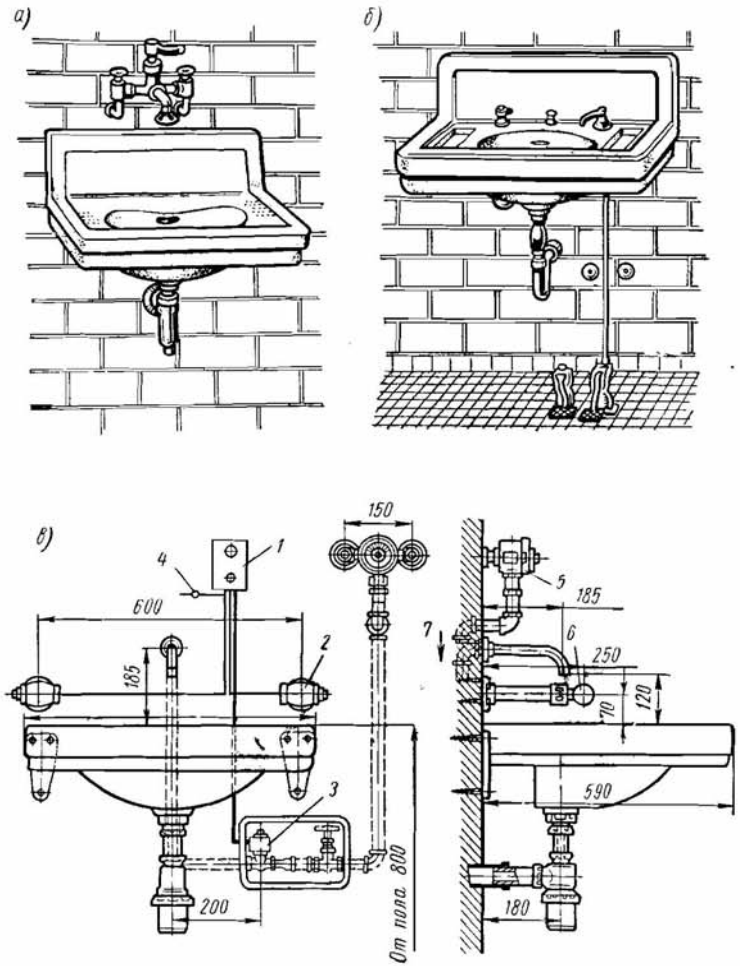


Рис. 247. Умывальники медицинские:
а — с пуском воды локтем; *б* — с пуском воды при помощи педали; *в* — с пуском воды от фотоэлемента; *1* — блок автоматики; *2* — фотосопротивление; *3* — соленоидный клапан; *4* — однополюсный выключатель; *5* — термосмеситель; *6* — лампа; *7* — к соленоидному клапану

пылевой, игольчатый и др; б) ванны — общие, сидячие, углекислые, кислородные, соляно-хвойные, серные и др.; в) оборудование для обливания, растирания и массажа под струей воды; г) световые, паровые, суховоздушные ванны; д) лечение проточной водой — ванны для рук и ног, гидромассаж в бассейне и т. д.

Искусственно углекислые и кислородные ванны приготовляют в специальных колонках, из которых насыщенная углекислотой или кислородом вода подводится к ванне для смешивания с обычной

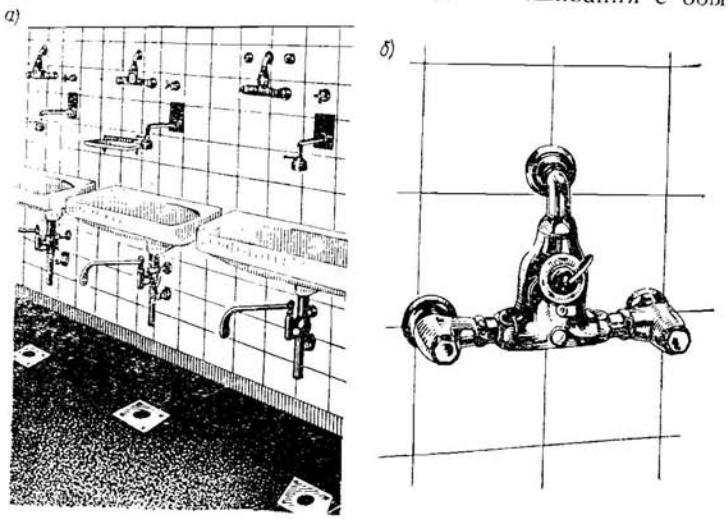


Рис 248. Группа умывальников с термосмесителями:
а — общий вид; б — термосмеситель

водой. Колонка работает при напоре воды не менее 2 *ат*; поэтому ее необходимо присоединить к системе водоснабжения водолечебной кафедры*, если таковая обеспечена повышенным давлением. Ванны для удобства обслуживания больных устанавливают так, чтобы к ним можно было подойти с трех сторон.

Расчет пропускной способности ванного отделения ведется, исходя из времени в 30 *мин* на каждого больного, включая время на наполнение и опорожнение ванны.

§ 102. ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВОДОЛЕЧЕБНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

Водопроводно-канализационное оборудование физиотерапевтических отделений и корпусов лечебных учреждений в основном состоит из ванн и душей. Обычно устанавливают чугунные эмали-

* Водолечебная кафедра служит для размещения всей пусковой арматуры. Ее описание см. на стр. 385—386.

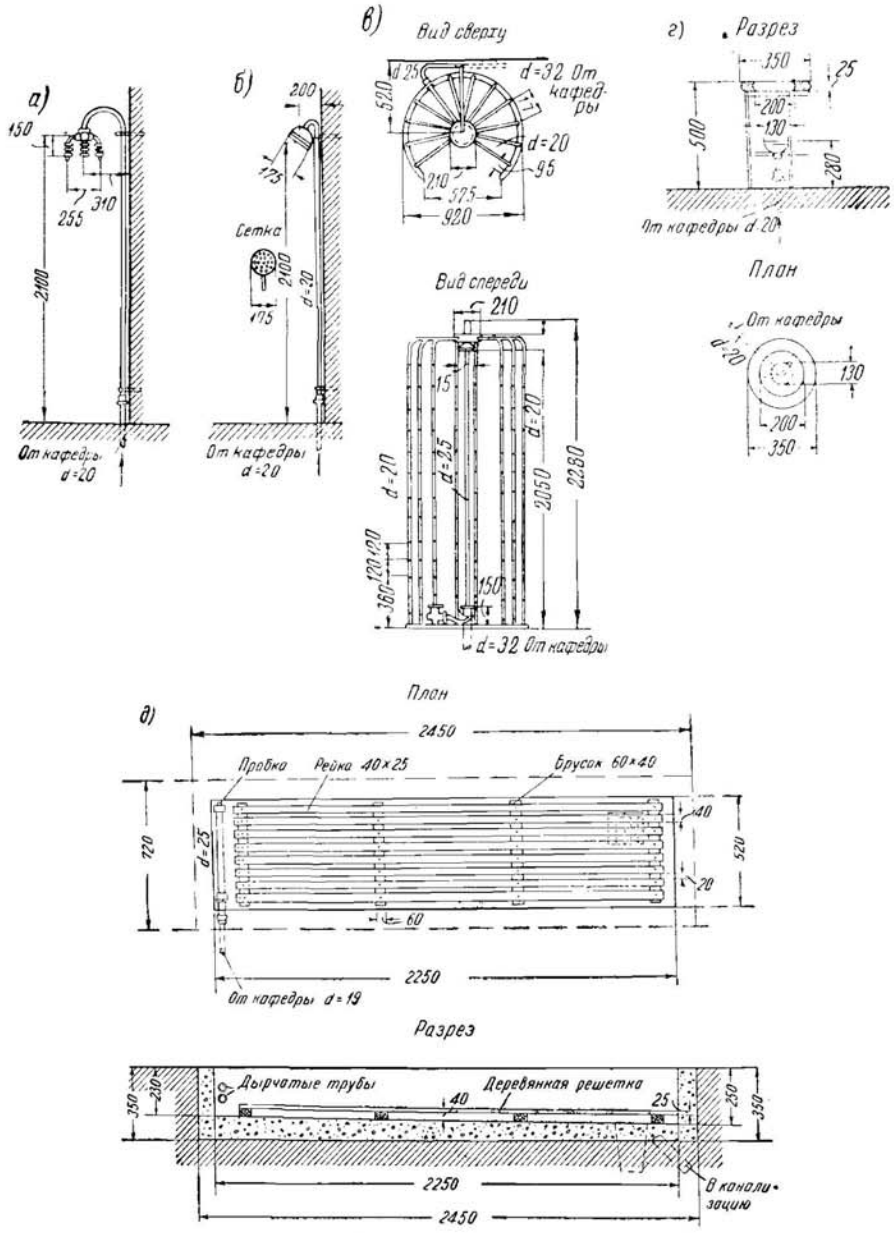


Рис. 249. Специальные лечебные души:
а — игольчатый; *б* — пылевой; *в* — циркулярный; *г* — восходящий; *д* — ножной

рованные ванны; для углекислой воды лучше пользоваться фаянсовыми или чугунными ваннами с кислотоупорной эмалью.

Обычно водяные процедуры в ваннах рассчитывают на 10—15 *мин.* Для быстрого наполнения и опорожнения ванн вместо смесительной арматуры устанавливают отдельно краны холодной и горячей воды диаметром в 20—25 *мм*, а выпуски применяют крестовые диаметром в 40—50 *мм* или же выпускают воду в лоток с трапом.

Большое удобство представляют передвижные ванны (на колесах), наполняемые холодной и горячей водой из стационарно установленных кранов с удалением воды через трап в полу.

Водолечебные души разделяют на две категории: общего и местного действия.

К душам общего действия относятся: игольчатый, пылевой, циркулярный (ребристый), восходящий, ножной.

Игольчатый душ (рис. 249, *а*) устроен по аналогии с дождевым душем. В днище душевой сетки диаметром 175 *мм* ввинчены насадки длиной в 25 *мм* с проходом 1,0—1,2 *мм*. Насадки дают ряд игольчатых струек. Диаметр подводящей трубы равен 25 *мм*.

Пылевой душ (рис. 249, *б*) состоит из никелированного шарового резервуара диаметром 7 *см*, в который ввинчены 4 наконечника с насадками-распылителями. Для пульверизации воды служит сердечник в насадках с винтовым гребнем. Диаметр подводящей трубы 25 *мм*.

Циркулярный (ребристый) душ (рис. 249, *в*) состоит из 11 вертикальных трубок диаметром по 25 *мм*, установленных на сборной трубе диаметром 50 *мм*. Питательную трубу диаметром в 32 *мм* присоединяют сверху к диску, перед которым устанавливают вентиль. Наружный диаметр циркулярного (ребристого) душа 90—100 *см*. По внутренней образующей вертикальных труб расположены отверстия диаметром в 1 *мм*.

Под верхним диском помещается душевая сетка с отверстиями диаметром 1,2 *мм*, дающими дождевую струю под углом 15—20°.

Конструкция струевого душа (Шарко) высокого давления выполнена из гибкого резинового рукава с медным наконечником для направления струи на больного. Последнего помещают на расстоянии 4—4,5 *м* от наконечника у стены или перед специальным экраном (щитом).

Напор воды у наконечника 2,5—4 *кГ/см*². Температура смешанной воды 28—32°.

Шотландский или струевой душ переменной температуры на кафедрах новейших конструкций выполняется в виде двух душей Шарко, работающих каждый от самостоятельного смесителя и дающий каждую струю определенной температуры через свой рукав и наконечник. Во время процедуры на больного направляется попеременно то одна, то другая струя из обоих непрерывно действующих рукавов.

Душами местного действия являются восходящий и ножной проточный.

Восходящий душ изображен на рис. 249, *г*. Его сетка диаметром 100 *мм* расположена под стульчиком, состоящим из железного треножника с верхним кольцевым сиденьем из дерева. Сиденье расположено над полом на 50 *см*, высота душевой сетки равна 25 *см*. Сетка дает дождевую струю, направленную вверх под углом расхождения не больше 10°. Диаметр подводящей трубы 20 *мм*.

Ножной проточный душ (рис. 249, *д*) состоит из двух дырчатых трубопроводов диаметром 25 *мм*, размещенных у торцовой стенки бассейна с отверстиями диаметром 0,5—1 *мм*, расположенными через 3 *см*, под углом 10° к горизонту. Бассейн имеет размеры 2,25×0,5 *м*, с заглублением в пол на 0,25 *м* или представляет собой ванну размером 0,4×0,4 *м*, глубиной 0,25 *м*.

В родильных отделениях для обмывания новорожденных применяют специальные мойки (ванны) на одно или два отделения с подводкой воды от центральной системы горячего водоснабжения или от индивидуального парового, газового или электрического водонагревателя. Мойки снабжены аккумулятором горячей воды и оборудованы водоуказателем, термометром, смесителем с ответвлением к душевым сеткам в виде гибкого резинового или металлического шланга.

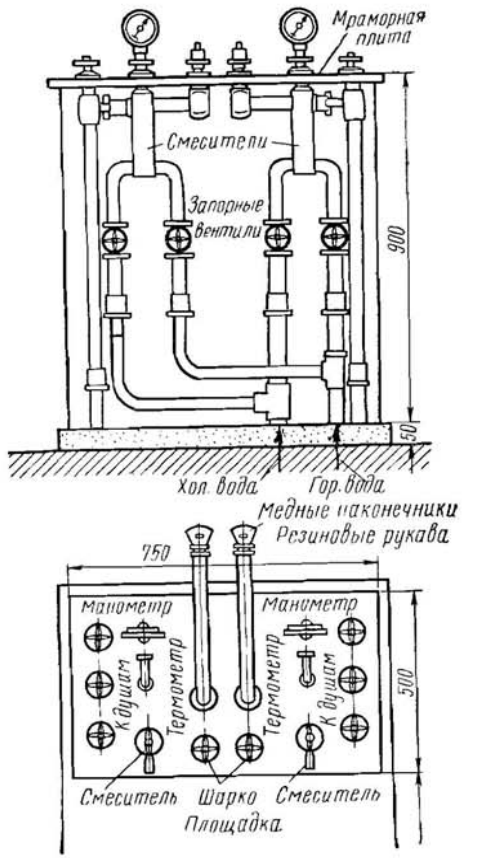


Рис. 250. Душевая кафедра

Водолечебные кафедры устраивают для управления всеми перечисленными лечебными душами. Пусковая арматура объединяется на кафедре на специальной мраморной плите, устанавливаемой на столе в виде железного остова (рис. 250) с боковыми стенками из влагоустойчивого материала. Размеры кафедры 0,5×1,2 *м*, высота ее 0,9 *м*.

В задней стене устроена двухстворчатая дверка. Для водолечебных душей необходимо создать постоянство температуры воды и напора. Для этого душевая кафедра оборудуется соответствующими измерительными приборами для точного установления температуры и давления струи.

Все детали управления монтируют на столе (мраморной плите), где установлены восемь вентильных кранов для душей: дождевого, игольчатого, пылевого, восходящего, циркулярного (ребристого), сидячей ванны и ножного проточного душа (общий вентиль), а также два пусковых крана для душей Шарко.

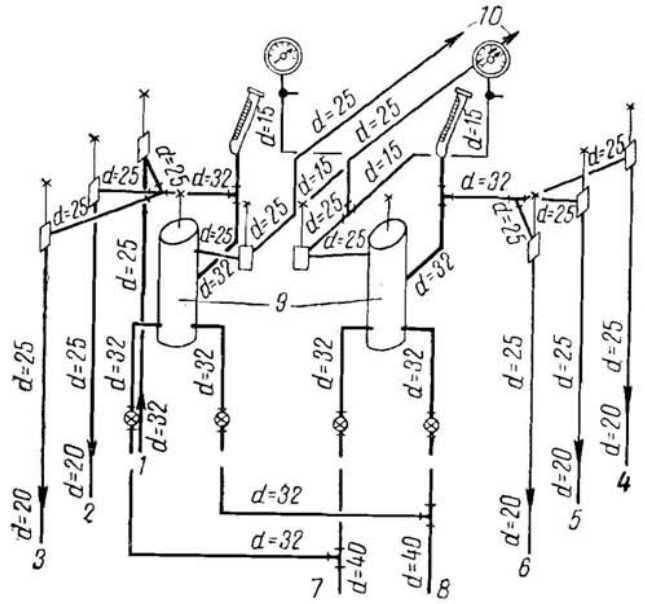


Рис. 251. Схема трубопроводов душевой кафедры:
1 — к циркулярному душу; *2* — к пылевому душу; *3* — к дождевому душу; *4* — к восходящему душу; *5* — к игольчатому душу; *6* — к сидячей ванне; *7* — холодная вода; *8* — горячая вода; *9* — смеситель; *10* — к струевому душу

Кроме того, на кафедре монтируют 2 смесителя с температурой воды 15—50°, 2 манометра (до 5 *ати*, статический и динамический), 2 термометра (до 100°) и 2 резиновых рукава с медными наконечниками для струевых душей.

Монтаж трубопроводов в кафедре и к душевым установкам, обслуживаемым от кафедры, показан на рис. 251.

В лечебных учреждениях устанавливают термосмесители для автоматического регулирования температуры смешиваемой воды

на заданном уровне, устанавливаемые на умывальниках, в душевых и у лечебных ванн.

При прекращении подачи в смеситель холодной или горячей воды щели, имеющиеся в его золотнике, мгновенно перекрываются, и поступление воды в излив прекращается.

Для включения и выключения смесителя необходимо установить за ним запорный вентиль.

Оборудование грязелечебного отделения. Одним из наиболее эффективных методов физиотерапии является грязелечение.

Непосредственно грязевая процедура длится от 10 до 30 *мин*, а со всеми манипуляциями по укладке больного со смазыванием его грязью и ее удалением продолжительность всей процедуры составляет 30—60 *мин*.

Грязелечебное отделение состоит из процедурных помещений с душами, грязевой кухни для подготовки и нагрева грязи перед потреблением и грязехранилища. Для персонала имеется пропускник с душем.

Грязехранилище располагают обычно в подвале с температурой не ниже +4°.

Грязь хранится в бетонных или деревянных бассейнах числом не менее 3—4; каждый бассейн вмещает месячный запас слоем не толще 1,25 *м*. После опорожнения бассейнов в них собирают отработанную грязь для регенерации, т. е. восстановления ее лечебных свойств и повторного применения.

Регенерационный процесс продолжается 4 месяца; его можно повторять до 2—3 раз.

При трехкратном обороте и 15% потерь массы объем бассейна для хранения грязи должен рассчитываться на $n = 1000$ процедур по 20 *кг* каждая. При удельном весе масс $s = 1{,}5$ объем составит

$$W = \frac{n \cdot 20 \cdot 1{,}5}{3S} = \frac{1000 \cdot 20 \cdot 1{,}15}{3 \cdot 1{,}5} = 5100 \text{ л}, \text{ или } 5{,}1 \text{ м}^3.$$

Полезная площадь бассейна при толщине слоя грязи в 1,25 *м* будет равна

$$F = \frac{5{,}10}{1{,}25} = 4{,}08 \approx 4{,}1 \text{ м}^2.$$

Из бассейна грязь подается в грязевую кухню, расположенную непосредственно над грязехранилищем. Подают грязь в ведрах по специальному лифту или в случае необходимости по лестнице.

Грязевая кухня и подготовительное помещение при ней служат для обработки грязи и ее нагревания. Перемешивают грязь и предварительно нагревают в аппарате, состоящем из наклонного металлического цилиндра диаметром 300 *мм* и длиной 2,0 *м*, через который проходит вращающийся вал с винтообразно распределен-

ными ножами. При прохождении грязевой массы через мешалку она нагревается до 46° паром, пущенным в паровую рубашку.

Применение котлов с паровыми змеевиками нужно признать менее целесообразным, так как при этом не обеспечивается равномерный нагрев массы.

Температуру грязи, применяемую для апликаций, устанавливают в соответствии с предписаниями врачей (46—52°); поэтому иногда требуется дополнительно нагревать массу в водяной бане.

Баня состоит из 3—4 ванн, наполненных водой, в которые на решетке устанавливают ведра (рис. 252).

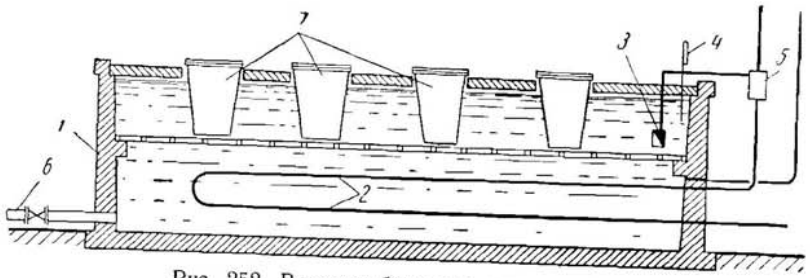


Рис. 252. Водяная баня для подогрева грязи:
1 — железобетонный резервуар; *2* — змеевик; *3* — термореле; *4* — термометр; *5* — регулятор расхода пара; *6* — спуск в канализацию; *7* — ведра с грязью

Нагревают воду в ванне паровым змеевиком, причем каждая ванна нагревается только до одной какой-либо определенной температуры (48, 50, 52° и т. д.).

Постоянная температура воды поддерживается термостатом. Предельная температура нагрева 56°, так как при более высокой температуре грязевая масса теряет свои лечебные свойства.

Процедурные помещения состоят из общих залов и отдельных кабинок на 1—2 кушетки. При процедурной имеется душевая, в которой предусмотрены душевые рожки, ванна и несколько душей с гибкими рукавами для слабосильных. Напор воды у сеток должен быть минимальным (0,5—0,7 *м*), поскольку функция душа здесь — обмывание грязи, а не водные процедуры.

Число мест в душевой принимают равным 50% больных, одновременно получающих процедуры. Больным гинекологическими болезнями процедуры отпускаются в специальных кабинках с индивидуальным душевым отделением.

Сточные воды из душевых пропускают через грязеотстойник для предохранения канализационной сети от засорения.

Задержанная в отстойнике грязь не используется для процедур повторно, поскольку она может стать разносчиком инфекции.

Из грязевой кухни в процедурную грязь подают в ведрах по лифту и затем развозят на тележках. Отработанная грязь в тех

же ведрах транспортируется обратно в грязехранилище. Подготовка к процедурам заключается в обмазывании больного грязью и укутыванием его в брезент, клеенку и одеяло. Брезенты по окончании процедуры поступают в моечную, которая помещается в грязевой кухне или в подготовительной. Моют брезенты в ванне малого размера, и выходящая из нее вода пропускается через грязеотстойник.

При четырех ваннах температура нагрева может быть: в первой ванне 46°, во второй 48, в третьей 50 и в четвертой 52°.

Среднее количество грязи от одной процедуры принимается в 1,5 ведра при емкости ведра 8—10 *л*, что при удельном весе грязевой массы 1,5—1,6 составляет около 20 *кг*.

Количество тепла, необходимого для нагрева грязи, определяется из выражения

$$Q = GT(t - t_н)\,1{,}15 \;\; ккал,$$

где G — количество грязи, *кг*;

T — теплоемкость грязи, принимаемая равной 0,7;

t — температура нагревания грязи (45—46°);

$t_н$ — начальная температура грязи.

Коэффициент 1,15 принимают для учета непроизводительной потери тепла.

Водоснабжение и данные для его расчета. Для водоснабжения лечебных учреждений обычно устраивают общий хозяйственнопротивопожарный водопровод. Трубопроводы монтируют преимущественно скрытыми.

Здесь особое значение имеет принятие мер против распространения шума при работе хозяйственного насоса (звукоизоляция). Для обеспечения работы пожарной сети при недостатке напора устанавливается пожарный насос. По СНиП II-Г. I-67 здания лечебных учреждений объемом до 5000 $м^3$ не нуждаются в пожарном оборудовании. Особое внимание должно быть уделено водоснабжению гидропатического (водолечебного) отделения.

Так как поддержание постоянной температуры в смесителях душевой кафедры зависит главным образом от постоянства напора в подводящих трубопроводах холодной и горячей воды, необходимо прокладывать к кафедре самостоятельную водопроводную линию от самого ввода воды в здание (от водомера). Присоединять к этой линии какие-либо другие водоразборы, кроме кафедры, не допускается.

Последняя должна быть обеспечена в точке присоединения с трубопроводом, расчитанным на напор не менее 3 *ати*, а у вылета из брандспойта струевого душа — не ниже 2 *ати*. Если напор во внутренней сети больше указанного, то его необходимо снизить до требуемой нормы постановкой редукторов (редукционных клапанов) на подводках к кафедре.

Водопроводную сеть холодной воды, обслуживающую производственные, хозяйственные и противопожарные нужды лечебных учреждений, рассчитывают описываемым ниже способом.

Расчетные секундные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в больницах, санаториях, домах отдыха, поликлиниках и амбулаториях определяют по формуле 49.

Противопожарный водопровод. Устройство внутренних противопожарных водопроводов обязательно в санаториях, домах отдыха, в зданиях больниц и других зданиях лечебно-профилактических учреждений объемом свыше 5000 $м^3$ (см. табл. 16).

Водопровод в лечебных учреждениях рассчитывают на совместный хозяйственно-питьевой — противопожарный расход воды.

Канализация. Канализационная сеть в зданиях лечебных учреждений в основном не отличается какими-либо особенностями.

Трубопроводы в них монтируют преимущественно скрытно.

Подвесные линии и ревизионные отверстия в помещениях медико-санитарного назначения (перевязочных, палатах и др.) не допускаются.

В общих уборных для больных и в отдельных для персонала принимают:

1 унитаз в мужских уборных	на	15	больных	или 40	служащих
1 писсуарная чаша » »	»	15	»	» 40	»
1 унитаз в женских уборных	»	10	»	» 30	»
1 умывальник в общей умывальной	»	15	»	» 40	»
1 душ в общих душевых	»	15	»	» 40	»

Отвод сточной воды от душей в процедурных помещениях и от моек для брезентов в грязелечебницах производится через особый канализационный трубопровод в грязеотстойник, устраиваемый по принципу пескоуловителей, после чего стоки поступают в общую сеть хозяйственно-фекальной канализации.

§ 103. БАНИ И ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

По характеру купальных устройств различают следующие виды общественных бань:

Бани русского типа, служащие для группового обмывания из шаек в мыльной и имеющие души для обмывания и парильные;

комбинированные бани, имеющие мыльное отделение, ванно-душевое (или душевое) отделение, парильную и в отдельных случаях купальные бассейны.

По количеству мест в раздевальных бани подразделяют:

а) малые сельского и поселкового типа — на 10—26 мест;

б) средние — на 50—100 мест;

в) крупные — на 200—300 мест.

В банях на 50 мест и более должны иметься мужские и женские отделения. Бани вместимостью менее 50 мест допускается проектировать для поочередного обслуживания мужчин и женщин.

Средние бани проектируют с расчетом использования их в качестве санитарных пропускников с передвижными дезинфекционными камерами; в банях вместимостью 200 мест и более должны иметься стационарные дезинфекционные камеры в зданиях бань.

В банях на 100 мест и более рекомендуется сооружать плавательные бассейны.

Вместимость ванно-душевых отделений принимают из расчета до 15% вместимости бани, с делением на равные доли по числу кабин для мужчин и женщин.

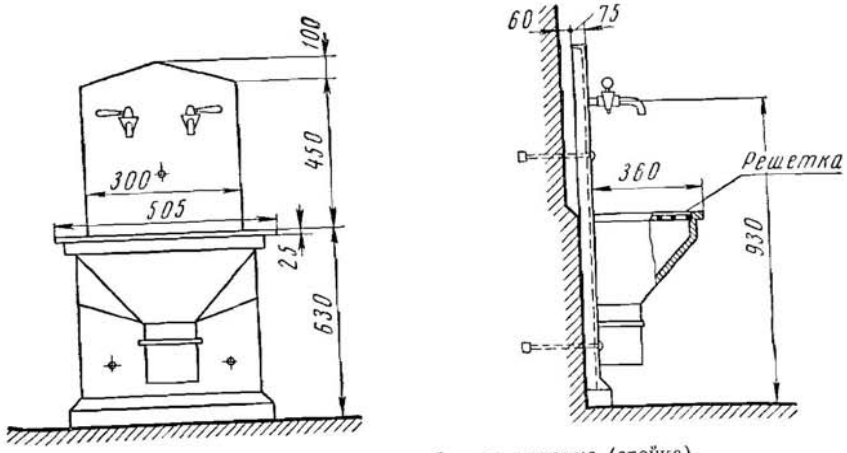


Рис. 253. Банная водоразборная колонка (стойка)

Мыльное отделение оборудуют банными стойками с подводкой горячей и холодной воды (рис. 253) из расчета одной банной стойки на 6—8 мест в мыльной.

Краны применяют пробочного типа. На каждые 12 мест в мыльной устанавливают один душ для обмывания; на 50 мест — 1 восходящий и 1 ребристый душ с числом мест 100 и более.

Особенностью водоснабжения бань является устройство двух сетей, обеспечивающих хозяйственно-питьевой и технологический водопровод. На технологические нужды воду подают через запасные баки емкостью не менее часового расхода воды.

Сеть хозяйственно-питьевого водопровода устраивают с нижней разводкой магистралей, а технологического — с верхней (рис. 254).

В банях на 200 мест и более устраивают два ввода от наружной водопроводной сети.

Трубопроводы рассчитывают на два случая: на подачу воды под напором от сети наружного водопровода или собственного источника водоснабжения и на подачу воды из баков к самому отдаленному

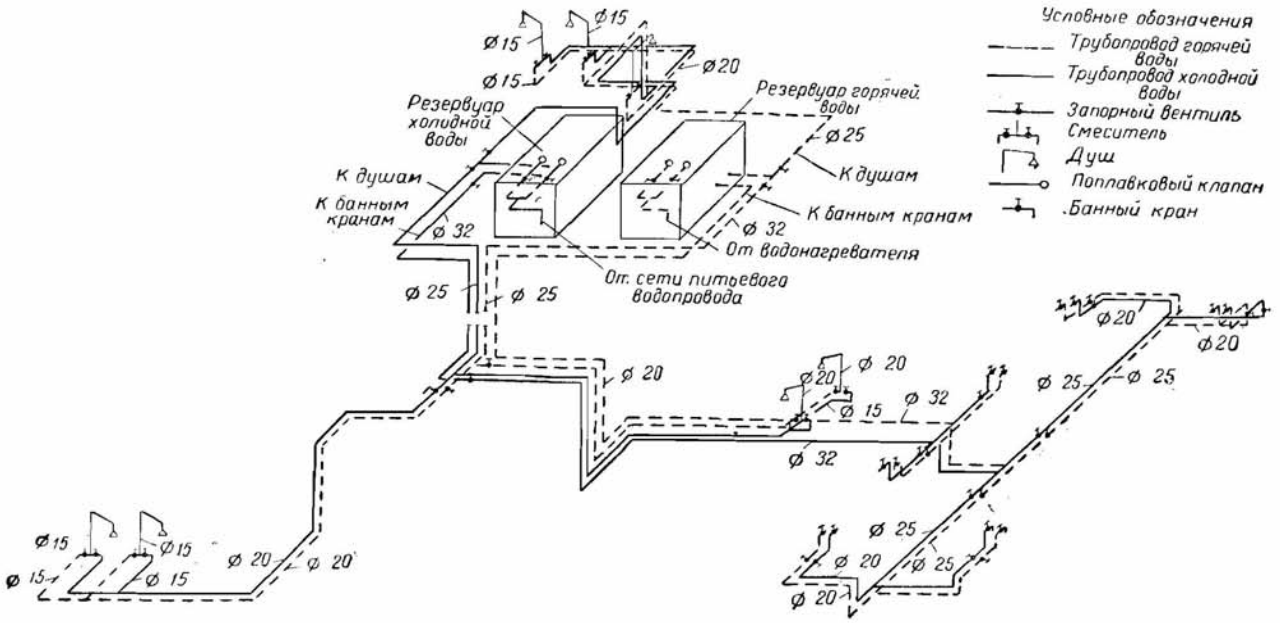


Рис. 254. Схема внутреннего водопровода и горячего водоснабжения бани

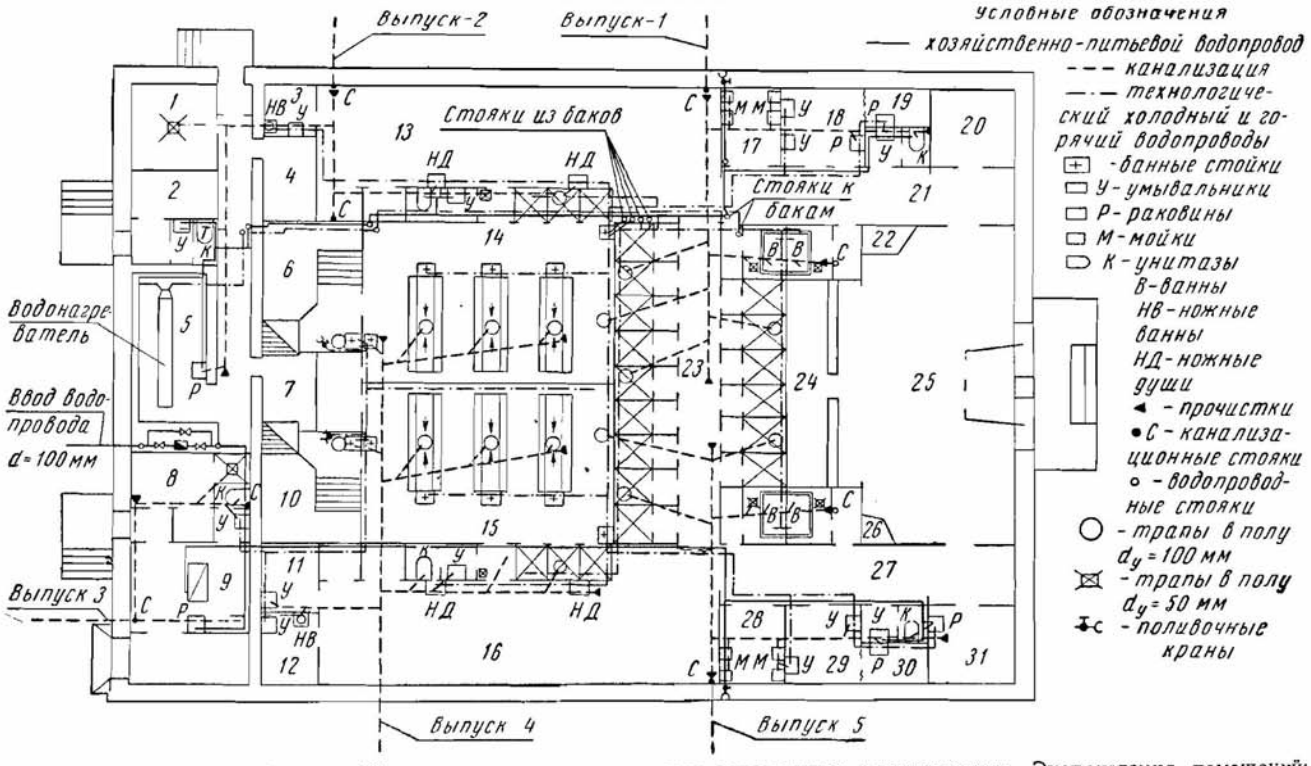


Рис. 255. Типовой план бани на 101 место с нанесенными сетями водопровода и канализации. Эксплуатация помещений: *1* — разгрузочная, *2* — загрузочная; *3* и *12* — мозольный оператор; *4* — электрощитовая; *5* — бойлерная; *6* — парильная; *7* — топочная; *8* — комната кочегара; *9* — котельная; *10* — парильная; *11* — комната персонала; *13* — мужская раздевальная; *14* — мужская мыльная; *15* — женская мыльная; *16* — женская раздевальня; *17* — буфет; *18* — парикмахерская; *19* — подсобная; *20* — контора; *21* и *27* — ожидальная: *22* — киоск; *23* — ванно-душевое отделение (мужское и женское); *24* — гардероб; *25* — вестибюль; *26* — касса; *28* — буфет; *29* — парикмахерская; *30* — подсобная; *31* — пункт бытового обслуживания

и наиболее неблагоприятно расположенному водозаборному устройству.

Расчетные расходы воды для технических сетей определяют по процентам одновременного действия однотипного оборудования, а для хозяйственно-бытовых — по эквивалентам (см. формулы 49 и 50). Противопожарный водопровод в банях не устраивают.

На рис. 255 изображен план бани на 101 место с нанесенными сетями водопровода и канализации.

Плавательные бассейны в банях устраивают на 30—60 человек емкостью от 200 до 1000 $м^3$ и более. Длина бассейнов 12—25 *м*, ширина 6—15 *м* и глубина 0,7—3,5 *м*.

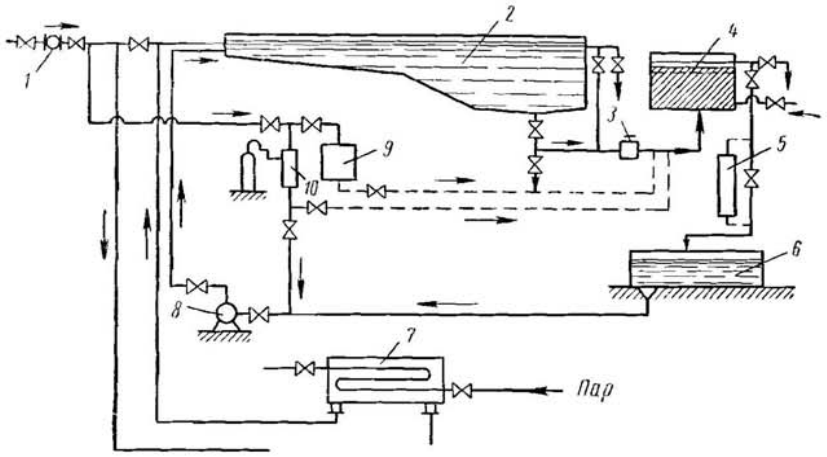


Рис. 256. Схема водоснабжения плавательного бассейна:

1 — водомер; *2* — бассейн; *3* — грубый фильтр; *4* — фильтр; *5* — установка бактерицидного облучения; *6* — резервуар; *7* — теплообменник; *8* — насос; *9* — установка для коагулирования; *10* — хлоратор

На рис. 256 приведена схема водоснабжения плавательного бассейна.

Температуру воды в бассейнах принимают: для взрослых 22°, для детей 24°. Вода должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874—54 «Вода питьевая».

Для обновления воды в бассейнах устраивают циркуляцию. Циркулирующую воду перед поступлением в бассейн фильтруют и дезинфицируют хлором. Кроме того, ежесуточно добавляют свежую воду не менее 10% от объема воды в бассейне.

При бассейнах устраивают душевые установки, через которые пропускают купающихся перед входом их в бассейны и водяные дорожки (канавы) с проточной водой для обмывания ног.

Диаметр подводящего трубопровода рассчитывают на заполнение бассейна в течение 5—6 *ч*. Диаметры циркуляционных труб должны обеспечить обновление воды не менее 50% емкости бассейна в 1 *ч*.

Диаметры труб канализации рассчитывают на полное опорожнение бассейна за 1—3 *ч*. В качестве источников тепла в первую очередь следует стремиться использовать тепло ТЭЦ и районных котельных.

Сточные воды от бань отводят в городскую канализацию или на местные очистные сооружения.

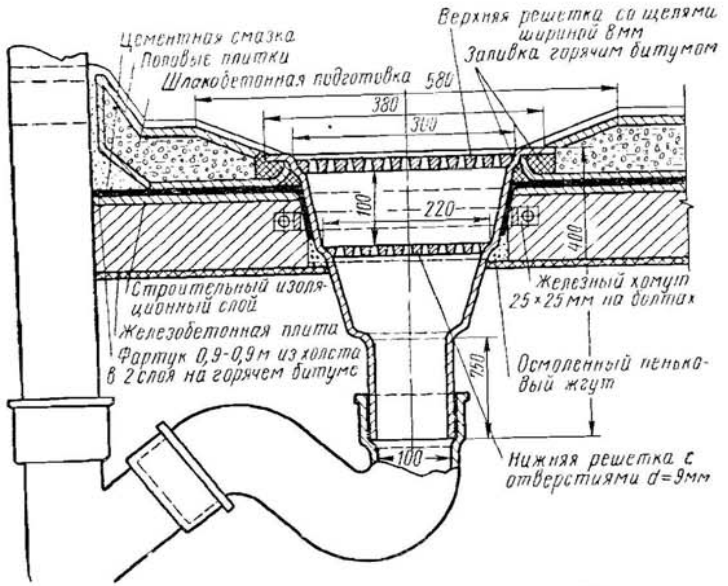


Рис. 257. Банный трап с двумя решетками

Сбор и отвод сточных вод с полов мокрых помещений производятся по трапам диаметром в 100 *мм* и лоткам с начальной глубиной не менее 5 *см* и уклоном 0,012—0,015.

Банные трапы (рис. 257) устанавливают из расчета один на 3—4 душевые сетки или на одну ванну, или на каждые 8 мест в мыльной. При устройстве лотков допускается устанавливать один трап диаметром в 100 *мм* на 6—8 душевых сеток или на 2 ванны, или на 10—12 мест в мыльной.

Диаметры канализационных труб и выпусков, отводящих сточные воды из мыльных и парильных, принимают равными 100 *мм*. В банях вместимостью в 100 мест и более рекомендуется устраивать теплоуловители; при этом систему технологической и хозяйственно-бытовой канализации устраивают раздельно.

В банях предусматривают следующее оборудование: водоразборные колонки — 1 колонка на 8 мест в мыльной и 1 на 5 мест

в парильной; душевые кабины — 1 на каждые 12 мест и банные трапы.

Пример. Определить расчетный расход воды на вводе в бане вместимостью 100 мест; подобрать диаметр ввода.

В бане установлено 4 унитаза, 8 умывальников, 15 водоразборных колонок, 10 душей для обмыва, 5 поливочных кранов для уборки помещений, 4 ножных и 2 ребристых душа, 2 ножные ванны.

Р е ш е н и е. 1. Определяем расчетный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды:

$$q_{хоз} = 0{,}2\alpha \sqrt{N},$$

где $\alpha = 1{,}2$ (см. табл. 23) и $N = 0{,}5 \cdot 4 + 0{,}33 \cdot 8 = 4{,}64$. Отсюда

$$q_{хоз} = 1{,}2 \cdot 0{,}2 \sqrt{4{,}64} = 0{,}52 \text{ л/сек}.$$

2. Определяем расчетный расход воды на технологические нужды. Проценты одновременного действия и расчетные расходы принимаем по табл. 20 и 24.

$$q_{техн} = q_0 \alpha_n,$$

где α — процент одновременного действия, принимаемый по табл. 24;
q — расчетные расходы воды по табл. 20;
n — количество водоразборных кранов.

После подстановки имеем

$$0{,}40 \cdot 1{,}15 + 0{,}20 \cdot 1 \cdot 10 + 0{,}40 \cdot 0{,}50 \cdot 5 + 0{,}12 \cdot 0{,}3 \cdot 4 + 0{,}12 \cdot 0{,}3 \cdot 2 + 0{,}40 \cdot 1 \cdot 2 =$$
$$= 6 + 2{,}0 + 1{,}0 + 0{,}14 + 0{,}07 + 0{,}8 = 10{,}1 \text{ л/сек}.$$

$$q = q_{хоз} + q_{техн} = 0{,}52 + 10{,}01 = 10{,}53 \text{ л/сек}.$$

§ 104. ПРАЧЕЧНЫЕ И ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

По характеру обслуживания различаются следующие группы прачечных:

домовые — для самообслуживания населения;

коммунальные — для обслуживания отдельных граждан (стирка принадлежащего им индивидуального белья);

ведомственные — для обработки белья, принадлежащего организациям (заводам, больницам и т. п.).

По характеру оборудования прачечные бывают механизированные, полумеханизированные и ручные. В настоящее время большинство прачечных имеют полную или частичную механизацию.

Процесс обработки белья в прачечной разделяют на три основные группы операций:

а) подготовка белья, облегчающая удаление из него загрязнений;

б) удаление загрязнений;

в) отделка очищенного белья.

К первой группе операций относятся метка, сортировка, замачивание, бучение (кипячение), ко второй — стирка, полоскание, к третьей — подсинивание белья, отжимка, сушка и глажение, для некоторых сортов белья еще и подкрахмаливание.

Коммунальные прачечные проектируют производительностью в 1000, 2000, 5000, 7500, 10 000 *кг* сухого белья в смену и размещают в отдельно стоящих зданиях или при банях.

В стиральном цехе размещают следующее технологическое оборудование: а) замочные чаны; б) бучильники; в) стиральные машины, которые служат для стирки, кипячения, полоскания и подсинивания белья; е) центрифуги — для отжимки белья.

З а м а ч и в а н и е является первым обязательным процессом обработки грязного белья. Кроме растворения и размягчения белковых веществ, которыми загрязняется белье, достигается также и разбухание волокон самой ткани белья и размягчение всех других загрязнений, что способствует в дальнейшем более легкому и быстрому очищению. На замачивание уходит примерно 10—12 *ч*.

Б у ч е н и е. Наиболее грязное и грубое замоченное белье поступает в кипячение (бучение). Эта операция продолжается примерно 45 *мин*. Для усиления действия кипячения полезно вводить в кипятильную воду некоторые примеси.

С т и р к а. При стирке выполняются одновременно две операции: механическое воздействие воды на белье (оттирание) и химическое связывание загрязнений мылом, растворяющимся в воде.

Стирка производится механическим способом в стиральных машинах.

П о л о с к а н и е. Выстиранное белье полоскают в чистой воде, сначала теплой, а затем холодной. В процессе полоскания белья нужно полностью промыть его от мыльной воды, в которой содержится нерастворимая кислая жирно-кислая соль.

После стирки и полоскания белье отбеливают и прополаскивают в подкисленной воде для нейтрализации щелочи в белильных реактивах, подсинивания в слабом красящем растворе и отжимания белья. Применяемый способ отжимания белья состоит в отжатии белья между вальцами, но при этом нередки случаи порчи и поломки пуговиц и крючков.

Наилучший способ удаления воды из белья — центрифугирование, так как при этом не разрушаются ткань белья и пуговицы.

Ниже дано описание оборудования прачечных в последовательности процессов обработки белья.

З а м а ч и в а т е л ь н ы е ч а н ы чаще всего изготовляют из бетона. Чаны располагают вдоль стен, и они имеют отделения размерами 100—150 *см* по длине, 110 *см* по ширине и 95 *см* по глубине. Загружают чаны из расчета 100 *кг* сухого белья на 1 $м^3$ их емкости. Холодная и горячая вода подается в каждое отделение через пробочные краны диаметром 25 *мм*. Выпуск ($d = 50$ *мм*) снабжен решеткой и закрывается деревянной пробкой. На отводной трубе ($d = 50$ *мм* из одного отделения и $d = 100$ *мм* из двух

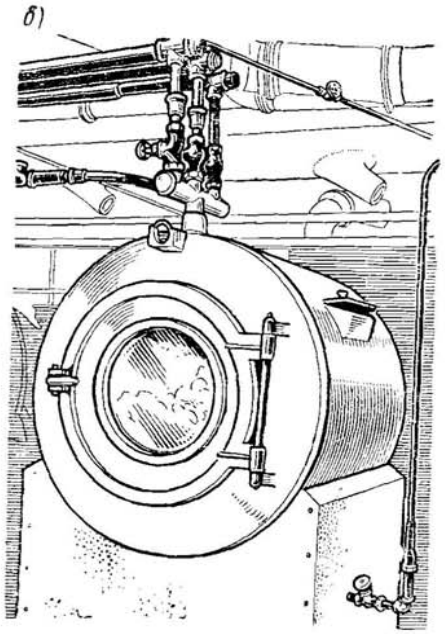


Рис. 258. Стиральные машины:
а — с боковой загрузкой на *100 кг* сухого белья; *б* — с торцовой загрузкой на *50 кг* сухого белья

отделений и более) устанавливают трап для образования гидравлического затвора.

Бучильники применяют различных типов и емкости. Опрокидывающийся бучильник в виде вертикального цилиндрического резервуара, вращающегося вокруг горизонтальной оси, изготовляют на загрузку в 32 *кг* сухого белья при расчетной производительности 160 *кг* в смену. Для подводки холодной и горячей воды и пара служат патрубки $D = 20$ *мм* на концах полой оси прибора. Пар поступает в змеевик и нагревает воду до точки кипения. Спускают воду через кран $D = 40$ *мм*.

Дезинфекционные бучильники применяют на 40 и 80 *кг* белья при емкости около 120 и 250 *л*. Диаметр выпуска равен 50 *мм*.

Стиральные машины для стирки белья расходуют в среднем на 1 *кг* сухого белья технологической воды 35—40 *л*; электроэнергии 0,04—0,05 *квт·ч*; пара 0,7—0,8 *кг*. Применяют два основных типа стиральных машин: а) стиральные машины с боковой загрузкой (рис. 258, *а*), б) стиральные машины с торцовой загрузкой (рис. 258, *б*). Емкость стиральных машин определяют в килограммах сухого белья и исчисляют по емкости внутреннего барабана.

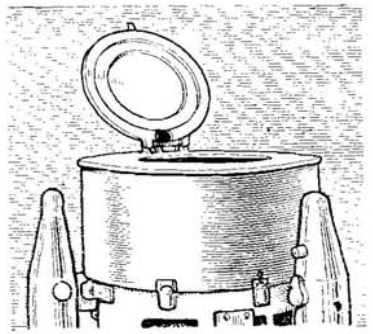


Рис. 259. Центрифуга на 50 *кг* сухого белья

Стиральные машины в СССР выпускают на загрузку 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200 и 500 *кг* сухого белья. Холодную и горячую воду и пар подводят к верхним патрубкам с торца машины. Спуск воды происходит внутри барабана через выпускной клапан $D = 50$, 40 и 32 *мм*.

Центрифуга, применяемая для отжатия воды из белья (рис. 259), состоит из неподвижного металлического резервуара, внутри которого вращается вокруг вертикальной оси медная луженая корзина с дырчатой стенкой. Мокрое белье, загруженное в корзину, при быстром вращении последней освобождается от частиц влаги, которые центробежной силой выбрасываются через отверстия стенок в наружный цилиндр. Из последнего ввода стекает через выпуск в канализационный трап. Центрифугу устанавливают вместе с электродвигателем на общей фундаментной раме.

Дальнейшая обработка белья производится в сушильной и гладильном цехе (см. рис. 260).

Водоснабжение прачечных. Требования к воде для технологических нужд прачечных предъявляют в отношении жесткости. Жесткость воды для стирки белья должна быть не более 1,8 *мг-экв/л*.

При большей жесткости воду подвергают умягчению в централизованных установках. Не рекомендуется пользоваться водой, содержащей более 2 *мг/л* железа, так как оно вызывает на белье желтые пятна.

Прачечные должны быть оборудованы раздельными сетями хозяйственно-питьевого и технологического водопровода. Внутренний противопожарный водопровод в прачечных не устраивается.

Нормы расхода воды на технологические нужды принимают согласно СНиП II-Л. 14-62 по табл. 42.

Таблица 42

Наименование потребителей и единицы потребления	Нормы расхода воды, *л*	
	горячей и холодной воды	в том числе горячей при температуре 70°
На 1 *кг* сухого белья при стирке без протока моющей жидкости	60—90	20—25
То же, при стирке с протоком моющей жидкости	10—15	—
На увлажнение 1 *кг* сухого белья при глажке	0,1	—
На уборку помещений цеха приема белья, стиральных цехов и душевых на 1 $м^2$.	3—5	2—3

Расчетный секундный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяют по формуле 50 на стр. 211, используя данные табл. 43.

Таблица 43

Наименование санитарных приборов и оборудования	Процент одновременного действия
Умывальники	80
Смывные бачки . . .	50
Души	100
Писсуары	50
Стиральные машины:	
3 машины и менее	100
4—8 машин	80
9 машин	70

Расчетный секундный расход стиральных машин принимают:

при стирке без протока моющей жидкости равным 0,14 *л/сек* холодной воды и 0,08 *л/сек* горячей на 1 *кг* сухого белья;

при стирке с протоком моющей жидкости — 0,02 *л/сек* холодной воды на 1 *кг* сухого белья (горячая вода в машину не подается).

Емкость запасных баков отдельно для холодной и горячей воды принимают в прачечных производительностью 3000 *кг* и менее белья в смену — 45-минутному расходу воды, при производительности более 3000 *кг*, — 30-минутному расходу воды, при водоснабжении из местных водоисточников — расходу воды за 1 *ч*.

В мокрых цехах необходимо принимать меры против проникновения воды в нижний этаж с полов через бетонное покрытие

в местах прохождения водопроводных стояков. Рекомендуется стояки прокладывать через междуэтажные перекрытия в футлярах из газовых труб диаметром на 20—25 *мм* больше наружного диаметра стояков. Длину футляра принимают на 10 *см* больше полной толщины перекрытия. После прокладки стояка зазор между

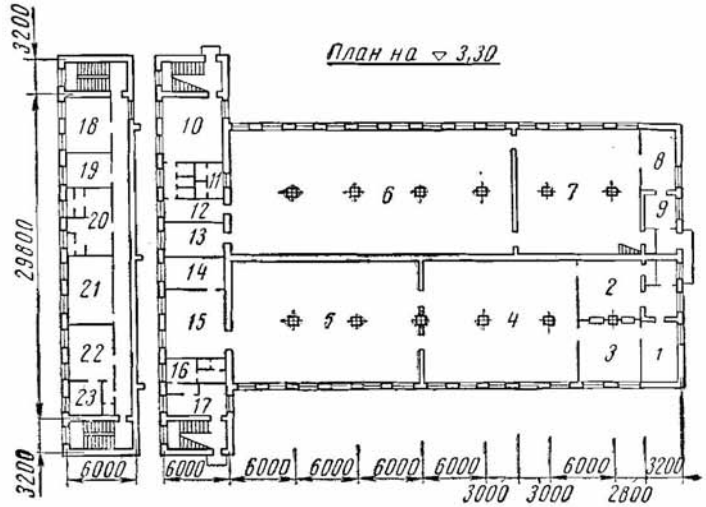


Рис. 260. Типовой план прачечной на 200 кг сухого белья в смену:

1 — кладовые стиральных машин; *2* — приемный пункт; *3* — приготовление растворов; *4* — хранение грязного белья; *5* — стиральный цех; *6* — сушильно-гладильный цех; *7* — хранение чистого белья; *8* — экспедиция; *9* — выдача белья, *10*, *11*, *12* — гардеробы; *11*, *16* — санузлы; *13* — электрощитовая; *14* — парораспределительная; *15* — ремонтная мастерская; *18* — комната приема пищи; *19* — лаборатория; *20* — венткамера; *21* — бачная; *22* — контора; *23* — директор

ним и футляром законопачивают смоляной прядью и заливают сверху гудроном. В пределах футляра не должно быть стыковых соединений стояка.

§ 105. ОСОБЕННОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Поскольку перебои в подаче воды вызывают перебои в работе технологического оборудования, внутренние системы водоснабжения и канализации промышленных помещений должны отвечать требованиям надежности и бесперебойности в работе.

Водоснабжение промышленного предприятия должно удовлетворять производственным, хозяйственно-питьевым и противопожарным нуждам.

На металлургических и машиностроительных заводах устраивают отдельные системы для производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для производственного водоснабжения металлургических предприятий расход воды обычно бывает значительно большим, чем на хозяйственно-питьевые нужды.

Качество воды зависит от технологического процесса производства. Например, вода, предназначенная для охлаждения домен и мартеновских печей, должна иметь низкую температуру. Вода, используемая в холодильниках, должна содержать минимальное количество солей жесткости, а для паровых котлов не должна содержать солей жесткости, растворенных масел, кислорода. Вода, которой промывают обрабатываемые материалы, не должна оказывать влияния на них.

Расход воды на производственные процессы зависит от режима работы предприятия. Например, в ряде металлургических процессов наибольшее количество воды расходуется на нужды охлаждения футеровок, сводов и других технологических элементов при равномерном режиме расхода. Поэтому на большинстве предприятий для охлаждения расходуется от 50 до 98% общего баланса водопотребления. Расход воды в промышленных предприятиях огромен — он в десятки, а иногда и больше превосходит количество воды, потребляемое населенным пунктом, где расположены промышленные предприятия.

Во многих промышленных предприятиях вода расходуется путем периодического наполнения баков, ванн и других емкостей для регулирования расходов воды и создания стабильных напоров. Высокие напоры в сети создают также в местных насосных установках.

При решении производственного водоснабжения необходимо знать куда идет вода, как влияет ее качество на потребителя, какие нужны напоры в системе водоснабжения предприятия. Только в этом случае можно правильно спроектировать схему водоснабжения, обеспечить экономичную работу и создать нормальные условия для снабжения потребителя водой.

Производственное водоснабжение может осуществляться путем устройства прямоточной, оборотной (рис. 261) или последовательной (рис. 262) системы использования воды. Если производственные воды имеют на выходе высокую температуру, но не содержат загрязнений, их можно применять в качестве теплоносителя. Такими свойствами обладают производственные воды от охлаждения печей металлургических заводов, в частности мартеновских печей. Схема использования таких вод для нужд теплофикации города приведена на рис. 263. Если же такую воду для системы отопления не используют, водоснабжение переключают на оборотное, с охлаждением воды в брызгальных бассейнах.

Внутри зданий производственный и хозяйственно-питьевой водопроводы прокладывают или открыто по стенам, колоннам,

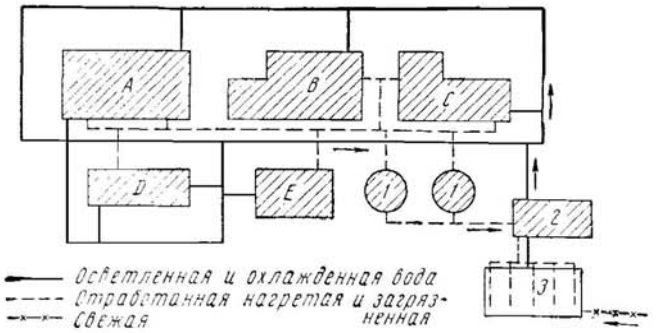


Рис. 261. Оборотная система водоснабжения:
A, B, C, D, E — цехи: *1* — отстойники; *2* — насосная станция; *3* — брызгальный бассейн

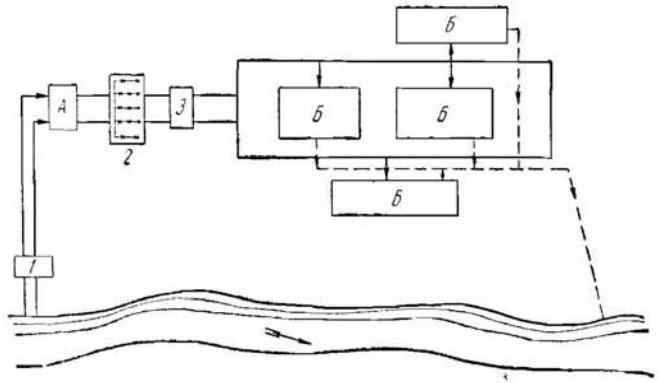


Рис. 262. Система с последовательным использованием воды:
1 — насосная станция; *А* — горячий цех; *2* — брызгальный бассейн; *3* — насосная станция; *Б* — цехи

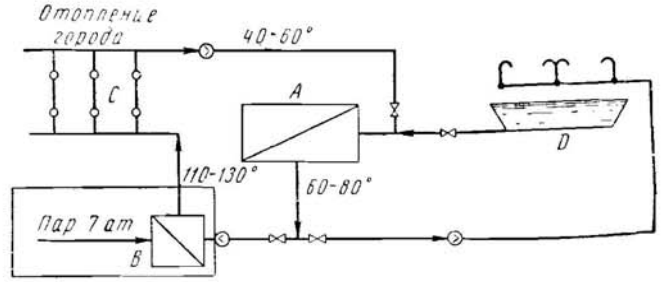


Рис. 263. Схема использования отработанного тепла мартеновских печей:
A — мартеновская печь; *B* — ТЭЦ; *C* — потребители тепла на отопление; *D* — брызгальный бассейн

фермам с расчетом, чтобы они не могли быть повреждены внутрицеховым транспортом; или допускается прокладка в каналах, устраиваемых в полу цеха.

В промышленных предприятиях сточные воды могут быть производственные, хозяйственно-бытовые и ливневые. Производственные сточные воды могут быть условно чистые, а чаще всего загрязненные. Условно чистыми водами называют такие, которые после использования их в технологическом процессе не имеют загрязнений. Такие воды следует использовать для оборотного водо-

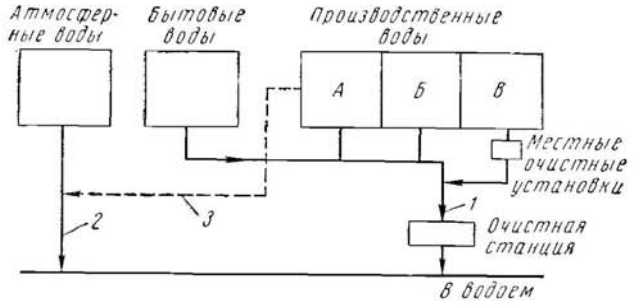


Рис. 264. Схема системы канализации с местными очистными установками:

1 — сеть бытовых и производственных сточных вод; *2* — сеть дождевых вод; *3* — выпуск условно чистых вод

снабжения. Условно чистые воды могут сбрасываться в водоем без очистки.

Загрязненные производственные сточные воды по составу могут различаться на следующие группы:

А — сточные воды, содержащие преимущественно загрязнения минерального происхождения;

Б — сточные воды, содержащие органические загрязнения;

В — сточные воды, содержащие смешанные загрязнения органического и минерального происхождения.

Когда производственные сточные воды нельзя отводить совместно с бытовыми из-за наличия в них специфических загрязнений, нарушающих нормальную работу бытовой канализации, устраивают местные очистные сооружения (отстойники, нейтрализаторы, жироловки и др.). В термических и гальванических цехах сточные воды содержат химические примеси; растворы кислот, солей, щелочей, цианистые, хром. Перед сбросом эти воды сначала пропускают через нейтрализаторы или разбавляют для понижения концентрации примесей, а затем уже спускают в сеть бытовых и производственных сточных вод (рис. 264). Если при смешивании отдельных сточных вод могут образоваться новые производные химические вещества в виде ядовитых газов и паров или твердые вещества, приводящие к зарастанию труб, применяют полную раз-

дельную систему канализации для спуска отдельно производственных, бытовых и ливневых сточных вод (рис. 265).

В бытовых помещениях производственных зданий вода подается к водоразборным кранам умывальников для приготовления горячей воды для душей, ножных ванн, клозетных бачков, писсуаров.

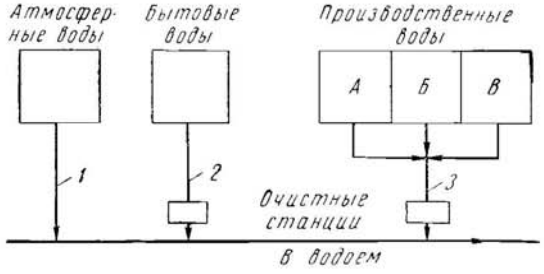


Рис. 265. Схема системы канализации с тремя канализационными сетями:

1 — сеть дождевых вод; *2* — сеть хозяйственно-бытовых вод; *3* — сеть производственных вод

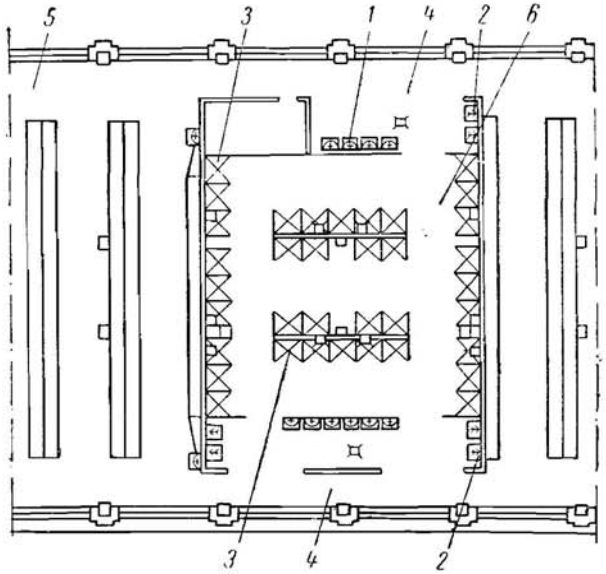


Рис 266. Душевой комплекс бытовых помещений производственного здания:

1 — умывальники; *2* — ножные ванны; *3* — душевые кабины; *4* — преддушевые; *5* — гардероб; *6* — помещения душевых

Бытовой корпус размещают отдельно стоящим или пристраивают к производственным цехам. Иногда планировку гардеробно-душевых блоков делают по принципу пропускника. Каждый блок в этом случае имеет душевой комплекс бытовых помещений промышленного здания, включающий преддушевые, где размещают умывальники и ножные ванны (рис. 266).

Горячую воду для душей приготовляют в бойлерах, устанавливаемых в здании бытовых помещений при подогреве паром от заводской сети паропроводов.

Противопожарный водопровод производственных зданий устраивают в соответствии с требованиями СНиП II-Г. 2-62, согласно которому в зависимости от величины и категории зданий и характера производства определяют число действующих струй и их мощность.

Для некоторых зданий и помещений требуются системы автоматического противопожарного водопровода. В этом случае их оборудуют спринклерными и дренчерными установками.

Противопожарные водопроводы чаще всего объединяют с хозяйственно-питьевыми и реже с производственными. При объединенном противопожарном и хозяйственно-питьевом водопроводе на территории промышленного предприятия в качестве резерва на сети производственного водопровода устраивают пожарные гидранты.

Большинство производственных зданий имеют внутренние водостоки, устройство которых описано в § 60.

В большинстве цехов производственных зданий хозяйственно-питьевой и производственный водопроводы устраивают раздельно, так как они имеют различные требования к качеству воды, ее количеству и величине свободных напоров.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

Расчетный расход воды в жилых зданиях в зависимости от количества эквивалентных единиц водоразбора (СНиПII — Г.1 — 62)

Количество эквивалентных единиц N	Расход воды, *л/сек*, при норме ее потребления в *л/сут* на 1 жителя						
	100	125	150	200	250	300	400
	$\alpha = 2,2$	$\alpha = 2,16$	$\alpha = 2,15$	$\alpha = 2,14$	$\alpha = 2,05$	$\alpha = 2,00$	$\alpha = 1,85$
2	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29
3	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,37
4	0,37	0,39	0,39	0,39	0,41	0,41	0,44
5	0,41	0,43	0,43	0,43	0,45	0,46	0,49
6	0,46	0,47	0,48	0,48	0,49	0,5	0,54
7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,53	0,54	0,58
8	0,53	0,54	0,55	0,55	0,77	0,59	0,63
9	0,56	0,57	0,58	0,58	0,6	0,62	0,67
10	0,57	0,6	0,61	0,63	0,64	0,65	0,71
12	0,64	0,66	0,66	0,66	0,7	0,71	0,78
14	0,7	0,72	0,73	0,74	0,77	0,78	0,86
16	0,74	0,75	0,76	0,76	0,81	0,83	0,92
18	0,78	0,8	0,81	0,81	0,86	0,89	0,99
20	0,82	0,84	0,85	0,85	0,9	0,93	1,04
25	0,91	0,93	0,94	0,95	1,01	1,05	1,18
30	1	1,02	1,02	1,04	1,11	1,15	1,32
35	1,08	1,11	1,12	1,12	1,21	1,25	1,36
40	1,15	1,19	1,19	1,2	1,29	1,34	1,38
45	1,22	1,25	1,27	1,28	1,37	1,43	1,64
50	1,28	1,32	1,33	1,34	1,44	1,52	1,75
60	1,4	1,46	1,46	1,47	1,58	1,67	1,96
70	1,5	1,57	1,58	1,6	1,73	1,81	2,12
80	1,61	1,68	1,7	1,71	1,86	1,95	2,24
90	1,7	1,79	1,79	1,81	1,98	2,07	2,43
100	1,82	1,88	1,91	1,92	2,1	2,2	2,62
120	2	2,06	2,09	2,12	2,3	2,43	2,88
140	2,21	2,29	2,3	2,32	2,51	2,65	3,17
160	2,33	2,42	2,44	2,48	2,7	2,85	3,42
180	2,47	2,56	2,58	2,62	2,84	3	3,64
200	2,63	2,74	2,76	2,78	3,04	3,23	3,89
220	2,77	2,86	2,9	2,94	3,22	3,41	4,08

Количество эквивалентных единиц N	Расход воды, *л/сек*, при норме ее потребления в *л/сут* на 1 жителя						
	100	125	150	200	250	300	400
	$\alpha = 2{,}2$	$\alpha = 2{,}16$	$\alpha = 2{,}15$	$\alpha = 2{,}14$	$\alpha = 2{,}05$	$\alpha = 2{,}00$	$\alpha = 1{,}85$
240	2,91	3,02	3,06	3,06	3,38	3,58	4,34
260	3,03	3,14	3,18	3,2	3,52	3,75	4,52
280	3,15	3,28	3,33	3,34	3,7	3,91	4,74
300	3,26	3,4	3,43	3,46	3,83	4,07	4,93
320	3,74	3,87	3,9	3,92	4,3	4,54	5,46
340	3,87	3,99	4,02	4,06	4,46	4,71	5,67
360	3,99	4,12	4,14	4,2	4,58	4,88	5,88
380	4,12	4,28	4,32	4,32	4,72	5,04	6,07
400	4,25	4,42	4,44	4,48	4,94	5,2	6,4
450	4,63	4,77	4,8	5,88	5,31	5,59	6,73
500	4,83	5,06	5,08	5,16	5,51	5,97	7,14
550	5,73	5,92	5,94	6,02	6,53	6,89	8,25
600	6,08	6,26	6,3	6,34	6,9	7,3	8,68
650	6,46	6,6	6,67	6,7	7,3	7,7	9,22
700	6,76	7	7,03	7,06	7,7	8,08	9,69
750	7,07	7,33	7,36	7,4	8,09	8,48	10,1
800	7,4	7,63	7,71	7,8	8,36	8,86	10,56
850	8,58	8,81	8,87	8,95	9,63	10,08	11,85
900	8,93	9,19	9,22	9,3	9,99	10,5	12,28
950	9,25	9,55	9,63	9,65	10,34	10,91	12,86
1000	9,64	9,92	9,96	10,04	10,64	11,32	13,34
1100	10,2	10,46	10,68	10,78	11,56	12,14	14,23
1200	11,02	11,16	11,41	11,48	12,34	12,93	15,15
1300	13	13,32	13,4	13,46	14,36	15,01	17,38
1400	13,08	14,12	14,2	14,32	15,26	15,83	18,2
1500	14,54	14,9	14,9	15,08	16,02	16,74	19,1

Приложение II

Расчетный расход воды в общественных зданиях в л/сек в зависимости от количества эквивалентных единиц (СНиП II—Г. 1—62)

Количество эквивалентных единиц N	Детские сады, ясли и бани	Поликлиники и амбулатории	Административные здания и магазины	Учебные заведения и школы	Больницы, санатории, дома отдыха и пионерские лагеря	Гостиницы, общежития, школы-интернаты и пансионаты
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,35	0,39	0,4	0,4	0,4	0,4
3	0,42	0,48	0,52	0,6	0,6	0,6
4	0,48	0,56	0,6	0,72	0,8	0,8
5	0,54	0,63	0,67	0,81	0,9	1
6	0,59	0,69	0,74	0,88	0,98	1,22
7	0,64	0,74	0,8	0,96	1,06	1,32

Количество эквивалентных единиц N	Детские сады, ясли и бани	Поликлиники и амбулатории	Административные здания и магазины	Учебные заведения и школы	Больницы, санатории, дома отдыха и пионерские лагеря	Гостиницы, общежития, школы-интернаты и пансионаты
8	0,67	0,79	0,85	1,02	1,13	1,41
9	0,72	0,84	0,9	1,08	1,2	1,5
10	0,76	0,88	0,95	1,13	1,26	1,58
12	0,83	0,97	1,04	1,24	1,38	1,73
14	0,9	1,05	1,12	1,34	1,5	1,87
16	0,96	1,12	1,2	1,44	1,6	2
18	1,02	1,19	1,27	1,52	1,69	2,12
20	1,07	1,25	1,34	1,61	1,79	2,23
25	1,2	1,4	1,5	1,8	2	2,5
30	1,31	1,53	1,64	1,97	2,2	2,74
35	1,42	1,66	1,78	2,14	2,37	2,96
40	1,52	1,77	1,9	2,28	2,53	3,16
45	1,61	1,88	2,01	2,42	2,68	3,35
50	1,7	1,98	2,12	2,54	2,83	3,54
55	—	2,08	2,22	2,67	2,97	3,71
60	—	2,17	2,32	2,79	3,1	3,88
65	—	2,26	2,42	2,9	3,22	4,03
70	—	2,34	2,51	3,02	3,35	4,18
75	—	2,42	2,6	3,12	3,46	4,33
80	—	2,5	2,68	3,22	3,58	4,47
85	—	2,58	2,77	3,32	3,69	4,61
90	—	2,66	2,84	3,42	3,8	4,75
95	—	2,73	2,83	3,51	3,9	4,88
100	—	2,8	3	3,6	4	5
120	—	—	3,29	3,94	4,38	5,48
140	—	—	2,56	4,26	4,73	5,91
160	—	—	3,8	4,55	5,06	6,33
180	—	—	4,03	4,82	5,36	6,71
200	—	—	4,24	5,08	5,65	7,07
220	—	—	4,45	5,34	5,93	7,42
240	—	—	4,64	5,57	6,2	7,74
260	—	—	4,84	5,81	6,45	8,06
280	—	—	5,02	6,02	6,69	8,36
300	—	—	5,2	6,24	6,93	8,66

Приложение III

Ориентировочный расход воды на производственно-строительные нужды (по данным ВНИОМТП)

Назначение расхода воды	Измеритель	Удельный расход, *л*
I. Производство земляных работ		
На работу паровых экскаваторов:		
при песчаных грунтах	На 1 $м^3$ вынутого грунта (в плотном теле)	9—17
» глинистых »		16—30
» скальных »		35—60

Продолжение прилож. III

Назначение расхода воды	Измеритель	Удельный расход, *л*
На работу экскаватора с двигателем внутреннего сгорания	На 1 *маш.-час*	10—15
II. Производство бетонных и железобетонных работ		
На промывку гравия или щебня:		
при среднем загрязнении и ручном способе промывки (в желобах)	На 1 $м^3$ промытого материала	1000—1500
при значительном загрязнении	То же	2000—3000
» механическом способе (в гравиемойках)	» »	500—1000
На промывку песка в пескомойках	» »	1250—1500
На промывку инертных (песка и гравия) в среднем	» »	1500—2000
На приготовление в бетоносмесителях:		
жесткого бетона	На 1 *м* бетона в деле	225—275
пластичного »	То же	250—300
литого »	» »	275—325
теплого »	» »	300—400
На поливку бетона и опалубку за сутки для средних климатических условий	» »	200—400
III. Производство каменных работ		
Кирпичная кладка на холодном цементном растворе с его приготовлением, но без расхода на полив кладки	На 1000 шт. кирпича	90—180
Кирпичная кладка на теплом растворе	То же	115—230
Поливка кирпичной кладки	» »	200—250
Бутовая кладка:		
на цементном растворе	На 1 $м^3$ кладки	60—100
» известковом »	То же	150—200
IV. Внутрипостроечный транспорт		
В гаражах (мойка и заправка):		
на одну легковую машину	За 1 сутки	300—400
» » грузовую »	То же	400—600
» один трактор	» »	300—500
На паровоз широкой колеи	» »	11 000—20 000
На паровоз узкой колеи	» »	4000—8000
» одну лошадь	» »	50—60
V. Временные силовые установки и компрессорные станции		
На питание паровых котлов без использования конденсата	На 1 $м^3$ поверхности нагрева в 1 *ч*	20—30

Продолжение прилож. III

Назначение расхода воды	Измеритель	Удельный расход
На двигатели внутреннего сгорания (дизели и др.):		
при прямоточном водоснабжении	На 1 *л. с.* в 1 *ч*	20—40
» оборотной системе водоснабжения	То же	1—2
На компрессоры	» »	25—40
То же	На 1 $м^3$ воздуха	5—10

Приложение IV

Расчетная таблица для определения потерь напора в стальных трубах (ГОСТ 3262—62)*

Q, *л/сек*	Диаметр труб *D*, *мм*											
	15		20		25		32		40		50	
	v, *м/сек*	1000*i*, *м*	*v*, *м/сек*	1000*i*, *м*	*v*, *м/сек*	1000*i*, *м*	*v*, *м/сек*	1000*i*, *м*	*v*, *м/сек*	1000*i*, *м*	*v*, *м/сек*	1000*i*, *м*
0,07	0,41	51,8	0,22	11,1	—	—	—	—	—	—	—	—
0,08	0,47	65,7	0,25	14,0	—	—	—	—	—	—	—	—
0,09	0,53	81,5	0,28	17,3	—	—	—	—	—	—	—	—
0,10	0,58	98,5	0,31	20,8	—	—	—	—	—	—	—	—
0,15	0,88	208	0,46	43	0,28	12,7	—	—	—	—	—	—
0,2	1,17	354	0,62	72,7	0,38	21,3	0,21	5,22	—	—	—	—
0,3	1,76	793	0,93	153	0,56	44,2	0,32	10,7	0,24	5,42	—	—
0,4	2,34	1409	1,24	263	0,75	74,8	0,42	17,9	0,32	8,98	—	—
0,5	2,93	2202	1,55	411	0,94	113	0,53	26,7	0,40	13,4	—	—
0,6	—	—	1,86	591	1,13	159	0,63	37,3	0,48	18,4	—	—
0,7	—	—	2,17	805	1,32	214	0,73	49,5	0,56	24,6	0,33	6,83
0,8	—	—	2,48	1051	1,51	279	0,84	63,2	0,64	31,4	0,38	8,52
0,9	—	—	2,79	1330	1,69	354	0,95	78,7	0,72	39	0,42	10,7

* См. Ф. А. Шевелев. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных и асбестоцементных труб.

Продолжение прилож. IV

Q, *л/сек*	Диаметр труб *D*, *мм*											
	25		32		40		50		70		80		100	
	v	1000*i*	*v*	1000*i*	*v*	1000*i*	*v*	1000*i*	*v*	1000*i*	*v*	1000*i*	*v*	1000*i*
1	1,88	437	1,05	95,7	0,8	47,3	0,47	12,9	0,28	3,76	0,2	1,64	—	—
1,1	2,07	528	1,16	114	0,87	56,4	0,52	15,3	0,31	4,44	0,22	1,95	—	—

Продолжение прилож. IV

Q, л/сек	Диаметр труб D, мм													
	25		32		40		50		70		80		100	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
1,2	2,26	629	1,27	135	0,95	66,3	0,56	18	0,34	5,18	0,24	2,27	—	—
1,3	2,45	738	1,37	159	1,03	76,9	0,61	30,8	0,37	5,99	0,26	2,61	—	—
1,4	2,64	856	1,48	184	1,11	88,4	0,66	23,7	0,4	6,83	0,28	2,97	—	—
1,5	2,82	983	1,58	211	1,19	101	0,71	27	0,42	7,72	0,3	3,36	—	—
1,6	3,01	1118	1,69	240	1,27	114	0,75	30,4	0,45	8,7	0,32	3,76	—	—
1,7	—	—	1,79	271	1,35	129	0,8	34,0	0,48	9,69	0,34	4,19	—	—
1,8	—	—	1,9	304	1,43	144	0,85	37,8	0,51	10,7	0,36	4,66	—	—
1,9	—	—	2	339	1,51	161	0,89	41,8	0,54	11,9	0,38	5,13	—	—
2	—	—	2,11	375	1,59	178	0,94	46	0,57	13	0,4	5,62	0,23	1,47
2,2	—	—	2,32	454	1,75	216	1,04	54,9	0,62	15,5	0,44	6,66	0,25	1,72
2,4	—	—	2,53	541	1,91	256	1,13	64,5	0,68	18,2	0,48	7,79	0,28	2
2,6	—	—	2,74	635	2,07	301	1,22	74,9	0,74	21	0,52	9,03	0,3	2,31
2,8	—	—	2,95	736	2,23	349	1,32	86,9	0,79	24,1	0,56	10,3	0,32	2,63
3	—	—	—	—	2,39	400	1,41	99,8	0,85	27,4	0,6	11,7	0,35	2,98
3,2	—	—	—	—	2,55	456	1,51	114	0,91	30,9	0,64	13,2	0,37	3,26
3,4	—	—	—	—	2,71	515	1,6	128	0,96	34,5	0,68	14,7	0,39	3,74
3,6	—	—	—	—	2,86	577	1,69	144	1,02	38,4	0,72	16,3	0,42	4,14
3,8	—	—	—	—	3,02	643	1,79	160	1,08	42,5	0,76	18	0,44	4,57

Продолжение прилож. IV

Q, л/сек	Диаметр труб D, мм											
	50		70		80		100		125		150	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
4	1,88	177	1,13	46,8	0,81	19,8	0,46	5,01	0,3	1,76	—	—
4,2	1,98	196	1,19	51,2	0,85	21,7	0,48	5,46	0,32	1,92	—	—
4,4	2,07	215	1,25	56	0,89	23,6	0,51	5,94	0,33	2,09	—	—
4,6	2,17	235	1,30	61,2	0,93	25,7	0,53	6,44	0,35	2,27	—	—
4,8	2,26	255	1,36	66,7	0,97	27,8	0,55	6,95	0,36	2,45	—	—
5	2,35	277	1,42	72,3	1,01	30	0,58	7,49	0,38	2,63	—	—
5,2	2,45	300	1,46	78,2	1,05	32,2	0,6	8,04	0,39	2,82	—	—
5,4	2,54	323	1,53	84,4	1,09	34,6	0,62	8,64	0,41	3,02	—	—
5,6	2,64	348	1,59	90,7	1,13	37	0,65	9,23	0,42	3,22	—	—
5,8	2,73	373	1,64	97,3	1,17	39,5	0,67	9,84	0,44	3,43	—	—
6	2,82	399	1,7	104	1,21	42,1	0,69	10,5	0,45	3,65	—	—
6,2	2,92	426	1,76	111	1,25	44,9	0,72	11,1	0,47	3,87	—	—
6,5	—	—	1,84	122	1,31	49,0	0,75	12,0	0,49	4,30	—	—
7	—	—	1,99	142	1,41	57,3	0,81	13,9	0,53	4,81	—	—
7,5	—	—	2,13	163	1,51	65,7	0,87	15,8	0,565	5,46	—	—
8	—	—	2,27	185	1,61	74,8	0,92	17,8	0,6	6,15	0,424	2,58
8,5	—	—	2,41	200	1,71	84,4	0,98	19,9	0,64	6,85	0,45	2,88
9	—	—	2,55	234	1,81	94,6	1,04	22,1	0,68	7,62	0,477	3,2
9,5	—	—	2,69	261	1,91	105	1,1	24,5	0,72	8,42	0,503	3,52
10	—	—	2,84	289	2,01	117	1,15	26,9	0,753	9,23	0,53	3,87

Приложение V

Данные для подбора насосов в системах водоснабжения зданий

Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Число оборотов в 1 мин	Рекомендуемая мощность электродвигателя, квт	Внутренний диаметр патрубка, мм		Марка насоса	Габариты насоса, мм			Вес, кг
				исходного	напорного		длина	ширина	высота	
1	37	1490	1—1,7	25	32	1В-0,9	375	210	255	42
1,8	21									
2,5	9,5									
3	58	1490	2,8—4,5	40	40	1,5В-1,3	390	210	270	45
4,5	12,8	2900	1	40	32	1,5К-6б	426	213	251	30
4,5	39	1490	2.8—4,5	40	40	1,5В-1,3	390	210	270	45
5	16	2900	1,7	40	32	1,5К-6а	426	213	251	30
6	20,3	2900	1,7	40	32	1,5К-6	426	213	251	45
6	23	1490	2,8—4,5	40	40	1,5В-1,3	390	210	270	45
6	54	1450	4,5	50	50	2В-1,6	395	210	280	48
8	40									
8	44	2900	3,5	40	40	ЭСН-1/1	654	316	327	87
9	11,4	2900	1	40	32	1,5К-6б	426	213	251	30
9,5	14,2	2900	1,7	40	32	1,5К-6а	426	213	251	30
10	13	2900	1,7	50	40	2К-9б	438	206	247	31
10	16,8	2900	1,7	50	40	2К-9а	438	206	247	31
10	22	2900	2,8	50	40	2К-6б	442	270	291	35
10	26	1450	4,5	50	50	2В-1,6	395	210	280	48
10	28,5	2900	2,8	50	40	2К-6а	442	270	291	35
10	34,5	2900	4,5	50	40	2К-6	442	270	291	35
10	36	2900	3,5	40	40	ЭСН-1/1	654	316	327	87
11	17,4	2900	1,7	40	32	1,5К-6	420	213	251	30
11	21	2900	2,8	50	40	2К-9	438	206	247	31
11	60	1450	7—10	60	60	2,5В-1,8	520	250	290	55
12	26	2900	3,5	60	40	ЭСН-1/1	654	316	327	87
13	8,8	2900	1	40	32	1,5К-6б	426	213	251	30
13,5	11,2	2900	1,7	40	32	1,5К-6а	426	213	251	30
14	14	2900	1,7	40	32	1,5К-6	426	213	251	30
14	44	1450	7—10	60	60	2,5В-1,8	520	250	290	55

Продолжение прилож. V

Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Число оборотов в 1 мин	Рекомендуемая мощность электродвигателя, квт	Внутренний диаметр патрубка, мм		Марка насоса	Габариты насоса, мм			Вес, кг
				входного	напорного		длина	ширина	высота	
15	12	2900	1,7	50	40	2К-9б	438	206	247	31
17	15	2900	1,7	50	40	2К-9а	438	206	247	31
17	30	1450	7—10	60	60	2,5В-1,8	520	250	290	55
20	10,3	2900	1,7	50	40	2К-9б	438	206	247	31
20	18,5	2900	2,8	50	40	2К-9	438	206	247	31
20	18,8	2900	2,8	50	40	2К-6б	442	270	291	35
20	25,2	2900	2,8	40	40	2К-6а	442	270	291	35
20	30,8	2900	2,8	50	40	2К-6	442	270	291	35
20	90	1450	2,8	70	70	ЭВ-2,7	520	250	300	60
21	13,2	2900	1,7	50	40	2К-9а	438	206	247	31
22	17,5	2900	2,8	50	40	2К-9	438	206	247	31
25	16,4	2900	2,8	50	40	2К-6б	442	270	291	35
25	24,2	2900	4,5	80	50	3К-9а	515	289	304	50
28	62	1450	2,8	70	70	3В-2,7	520	250	300	60
30	20	2900	2,8	50	40	2К-6а	442	270	291	35

Продолжение прилож. V

Производительность, м³/ч	Полный напор, м	Число оборотов в 1 мин	Рекомендуемая мощность электродвигателя, квт	Внутренний диаметр патрубка, мм		Марка насоса	Габариты насоса, мм			Вес, кг
				входного	напорного		длина	ширина	высота	
30	24	2900	4,5	50	40	2К-6	442	270	291	35
30	34,8	2900	7	80	50	3К-9	515	289	304	50
30	45	2900	10	80	50	3К-6а	726	366	356	116
30	60	2900	14	80	50	3К-6	726	366	356	116
35	22,5	2900	4,5	80	50	3К-9а	515	289	304	50
35	40	1450	28	70	70	3В-2,7	520	250	300	60
40	41,5	2900	4,5	80	50	3К-6а	726	366	356	116
45	19,5	2900	4,5	80	50	3К-9а	515	289	304	50
45	31	2900	7	80	50	3К-9	515	289	304	50
45	37	2900	14	80	50	3К-6	726	366	356	116
50	37,5	2900	10	80	50	3К-6а	726	366	356	116
54	27	2900	7	80	50	3К-9	515	289	304	50
60	50	2900	20	80	50	3К-6	726	366	356	116
65	30	2900	14	80	50	3К-6а	726	366	356	116

Примечания. 1. Насосы ЭСН-1/1 самовсасывающие; максимальная высота всасывания 8 *м*, нормальная 4 *м*. Длина и вес этих насосов даны, включая электродвигатель.

2. Насосы типа В с чугунным воздушным колпаком и стальным воздухоотводом выпускаются под марками 1ВС-0,9; 1,5ВС-1,3; 2ВС-1,6; 2,5ВС-1,8 и 3ВС-2,7. Эти насосы могут работать как самовсасывающие при высоте всасывания не более 4 *м*.

Приложение VI

Таблица для гидравлического расчета канализационных самотечных труб
$d = 150$ мм

Наполнение в долях d	Уклоны в тысячных																	
	7		8		9		10		11		12		13		14		15	
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,25	1,64	0,47	1,75	0,51	1,86	0,54	1,96	0,57	2,06	0,59	2,15	0,62	2,23	0,65	2,32	0,67	2,40	0,69
0,35	3,15	0,57	3,36	0,61	3,57	0,65	3,76	0,68	3,94	0,71	4,12	0,75	4,29	0,78	4,45	0,81	4,61	0,83
0,50	6,00	0,68	6,41	0,72	6,80	0,77	7,17	0,81	7,51	0,85	7,85	0,89	8,17	0,92	8,48	0,96	8,78	0,99
0,60	8,06	0,73	8,61	0,78	9,14	0,82	9,63	0,87	10,1	0,91	10,5	0,95	11,0	0,99	11,4	1,03	11,8	1,06
0,75	10,9	0,77	11,7	0,82	12,4	0,87	13,1	0,92	13,7	0,96	14,3	1,01	14,9	1,05	15,5	1,09	16,0	1,12
0,85	12,4	0,77	13,2	0,82	14,0	0,87	14,8	0,92	15,5	0,96	16,2	1,01	16,8	1,05	17,5	1,09	18,1	1,13
1,00	12,0	0,68	12,8	0,72	13,6	0,77	14,3	0,81	15,0	0,85	15,7	0,89	16,3	0,92	17,0	0,96	17,5	0,99

Уклоны в тысячных																	Наполнение в долях d
16		17		18		19		20		25		30		40		50		
q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	
2,48	0,72	2,56	0,74	2,63	0,76	2,70	0,78	2,77	0,80	3,10	0,90	3,30	0,98	3,92	1,13	4,38	1,27	0,25
4,76	0,86	4,90	0,89	5,05	0,91	5,18	0,94	5,32	0,96	5,94	1,08	6,51	1,18	7,52	1,36	8,41	1,52	0,35
9,07	1,02	9,35	1,06	9,62	1,09	9,88	1,12	10,1	1,15	11,3	1,28	12,4	1,40	14,3	1,62	16,0	1,81	0,50
12,2	1,10	12,6	1,13	12,9	1,17	13,3	1,20	13,6	1,23	15,2	1,37	16,7	1,51	19,3	1,74	21,5	1,94	0,60
16,5	1,16	17,1	1,20	17,5	1,23	18,0	1,27	18,5	1,30	20,7	1,45	22,6	1,59	26,2	1,84	29,2	2,05	0,75
18,7	1,17	19,3	1,20	19,8	1,24	20,4	1,27	20,9	1,30	23,4	1,46	25,6	1,60	29,6	1,84	33,0	2,06	0,85
18,1	1,02	18,7	1,06	19,2	1,09	19,8	1,12	20,3	1,15	22,7	1,28	24,8	1,40	28,7	1,62	32,1	1,81	1,00

Продолжение приложения VI

$d = 200$ *мм*

Наполнение в долях d	Уклоны в тысячных																	
	5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,25	2,98	0,49	3,26	0,53	3,52	0,58	3,76	0,61	4,00	0,65	4,21	0,69	4,42	0,72	4,61	0,75	4,80	0,78
0,35	5,71	0,58	6,26	0,64	6,76	0,69	7,22	0,74	7,67	0,78	8,08	0,82	8,48	0,86	8,85	0,90	9,21	0,94
0,50	10,9	0,69	11,9	0,76	12,9	0,82	13,8	0,88	14,6	0,93	15,4	0,98	16,1	1,03	16,9	1,07	17,6	1,12
0,60	14,6	0,74	16,0	0,81	17,3	0,89	18,5	0,94	19,6	1,00	20,7	1,05	21,7	1,10	22,6	1,15	23,6	1,20
0,75	19,8	0,79	21,8	0,86	23,5	0,93	25,1	0,99	26,6	1,05	28,1	1,11	29,5	1,17	30,7	1,22	32,0	1,27
0,85	22,4	0,79	24,6	0,86	26,6	0,93	28,4	1,00	30,1	1,06	31,7	1,12	33,3	1,17	34,7	1,22	36,2	1,27
1,00	21,8	0,69	23,9	0,76	25,8	0,82	27,5	0,88	29,2	0,93	30,8	0,98	32,3	1,03	33,7	1,07	35,1	1,12

Уклоны в тысячных																	Наполнение в долях d
14		15		16		17		18		19		20		25		30		
q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	
4,98	0,81	5,16	0,84	5,33	0,87	5,49	0,90	5,65	0,92	5,80	0,93	5,95	0,97	6,66	1,09	7,29	1,19	0,25
9,56	0,97	9,90	1,01	10,2	1,04	10,5	1,07	10,8	1,11	11,1	1,14	11,4	1,17	12,8	1,30	14,0	1,43	0,35
18,2	1,16	18,9	1,20	19,5	1,24	20,1	1,28	20,7	1,32	21,2	1,35	21,8	1,39	24,3	1,55	26,7	1,70	0,50
24,5	1,24	25,3	1,29	26,2	1,33	27,0	1,37	27,7	1,41	28,5	1,45	29,2	1,49	32,7	1,66	35,8	1,82	0,60
33,2	1,31	34,4	1,36	35,5	1,41	36,6	1,45	37,7	1,49	38,7	1,53	39,7	1,57	44,4	1,76	48,6	1,92	0,75
37,5	1,32	38,9	1,37	40,1	1,41	41,4	1,45	42,6	1,50	43,7	1,54	44,9	1,58	50,2	1,76	55,0	1,93	0,85
36,4	1,16	37,7	1,20	38,9	1,24	40,1	1,28	41,3	1,32	42,4	1,35	43,5	1,39	48,7	1,55	53,3	1,70	1,00

Приложение VII

Проект внутреннего водопровода в пятиэтажном жилом доме

Расчетно-пояснительная записка

1. Задание

Требуется составить проект внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода пятиэтажного жилого дома (см. рис. 1 прилож. VII на вклейке) с техническим подвалом. В санузлах квартир установлены унитазы с низко располагаемым бачком, мойки, умывальники и ванны. Здание снабжается водой от сети городского водопровода. Диаметр наружной водопроводной магистрали против здания 200*мм*, глубина заложения труб 2,6 *м*. Гарантийный напор в сети городского водопровода у здания 15 *м*.

2. Система водопровода

Существующий напор не обеспечивает подачу воды в верхние этажи здания. Для повышения напора принимают систему водопровода с насосной установкой, размещаемой в пристройке подвального помещения и по другому варианту с периодически действующей насосной установкой, работающей с водонапорным баком, устанавливаемым на верхнем перекрытии. Пуск и остановка насосов производится автоматически от поплавкового реле, смонтированного в баке.

3. Ввод водопровода

Ввод водопровода и водомерный узел расположены в насосной пристройке в подвальной части (см. рис. 2 прилож. VII на вклейке).

Ввод проектируется из чугунных водопроводных труб диаметром 100 *мм*.

В стене фундамента заделывают стальной патрубок в свободный проем для прокладки ввода в месте его пересечения со стеной. Отверстия между трубой ввода и проемом заделывают просмоленной паклей, мятой глиной, а с внешней и внутренней стороны — цементным раствором.

4. Конструкция сети

Водопроводная сеть проектируется тупиковая из стальных оцинкованных труб. Магистральную сеть прокладывают в подвале с уклоном $i = 0{,}005$ в сторону спуска и изолируют от конденсации мастикой из алебастра в два слоя по 25 *мм* по войлоку и картону. На магистральной сети устанавливают стояки, подающие воду к водоразборным кранам. У основания стояков сети на ответвлениях в каждую квартиру и на подводках к клозетным бачкам устанавливают запорные вентили (см. рис. 3 прилож. VII на стр. 422—423).

5. Расчет сети

Расчетный расход воды для хозяйственно-питьевых нужд определяют по формуле

$$Q = 0{,}2\sqrt[\alpha]{N} + 0{,}002N \text{ л/сек},$$

где $\alpha = 2$ при норме водопотребления 300 *л* в сутки*.

* См. таблицу приложения I, составленную по формуле $Q = 0{,}2\sqrt{N} + KN$.

Таблица расчета потерь давления в трубопроводах хозяйственно-питьевого водоснабжения жилого 5 этажного дома

№ п/п	Водоразборные приборы и их эквивалентность				Сумма эквивалентов ΣN	Расход согласно эквиваленту ΣN, *л/сек*	Расчетный расход с учетом на горячее водоснабжение с $K = 0{,}7$ $q_{расч}$ *л/сек*	Диаметр труб на участке *d*, *мм*	Длина участка *l*, *м*	Скорость на участке *v*, *м/сек*	Потери напора	
	0,5	0,3	1,5	1,5							на 1 *м*, *мм*, *i*	на участке, *м* $h = i \times l$
	кран у клозетного бачка	кран у умывальника*	смеситель у ванны	смеситель у мойки								
М—1	—	—	—	1	1,5	0,3	0,21	15	1,0	1,17	354	0,354
1—2	—	1	1	1	3,33	0,36	0,25	15	1,0	1,46	551	0,551
2—3	1	1	1	1	3,83	0,40	0,28	20	1,0	0,92	152	0,152
3—4	2	2	2	2	7,66	0,56	0,39	20	3,0	1,24	263	0,789
4—5	4	4	4	4	15,32	0,82	0,57	25	3,0	1,05	135	0,405
5—6	6	6	6	6	22,98	1,05	0,81	32	3,0	0,84	64	0,192
6—7	8	8	8	8	30,64	1,17	0,86	32	3,0	0,90	71	0,213
7—8	10	10	10	10	38,30	1,30	0,91	32	4,0	0,95	79	0,316
8—9	20	20	20	20	76,60	1,90	1,33	40	17,0	1,07	83	1,411
9—10	25	25	25	25	95,75	2,10	1,47	40	4,0	1,16	95	0,380
10—11	40	40	40	40	153,20	2,75	1,93	50	9,0	0,92	44	0,396
11—12	61	60	60	61	231,80	3,5	2,45	50	7,0	1,18	70	0,490
12—ВУ	61	60	60	61	231,80	3,5	3,50	70	8,0	0,99	37	0,296
Ввод-Г. В.	61	60	60	61	231,80	3,5	3,50	1,00	50,0	0,45	6	0,300
									Итого			6,24

* Если смеситель у ванны обслуживает и умывальник путем поворотного кольца, то расход на умывальник не учитывается.

Потери в трубопроводе с учетом потерь на местные сопротивления составляют

$$H_м = 6{,}24 \cdot 0{,}3 = 1{,}87 \text{ м}.$$

Расчетный расход для хозяйственно-питьевых нужд при числе эквивалентов 231,8 равен 3,50 *л/сек* при норме потребления воды 300 *л*.

Потери напора в трубопроводе определяют по таблице ВОДГЕО Ф. А. Шевелева (см. приложение IV).

Расчетной точкой водоразбора принимают смесительный кран у мойки на стояке № 3 (пятый этаж), как наиболее удаленный и высоко расположенный.

Результаты расчета сети по определению потерь напора от ввода к расчетному стояку сведены в таблицу на стр. 419.

В соответствии с расходом принимаем водомер с вертикальной вертушкой калибром в 50 *мм*.

Потери напора в водомере определяем по формуле

$$H = Sq^2 = 0{,}0265 \cdot 3{,}5^2 = 0{,}32 \text{ м}.$$

Значение S принято по таблице 14.

Подбор диаметров труб для отдельных участков сети произведен с учетом рекомендуемых технико-экономических скоростей.

Необходимый напор определяем из выражения

$$H = h_{геом} + h_{вв} + h_{вд} + \sum h_л + \sum h_м + h_р \text{ м вод. ст.},$$

где $h_{геом}$ — геометрическая высота подъема воды, определяемая как разность геодезических отметок между отметкой самого высокорасположенного крана и отметкой люка водопроводного колодца в месте присоединения ввода 154,5—120,0 = 15,50 *м*;

$h_{вв}$ — потери напора на вводе (0,3 *м*);

$h_{вд}$ — потери напора в водомере (0,32);

$\Sigma h_л$ — сумма потерь напора по длине по расчетному направлению 8,11 — 0,30 = 7,81 *м* (см. табл. на стр. 419);

$\Sigma h_м$—сумма местных потерь напора по расчетному направлению (1,87 *м*);

$h_р$ — рабочий напор перед расчетным водоразборным краном (2 *м*).

После подстановки получим:

$$H = 15{,}5 + 0{,}3 + 0{,}32 + 6{,}24 + 1{,}87 + 2 = 26{,}23 \text{ м вод. ст.}$$

Гарантийный напор в сети наружного водопровода по данным коммунальных органов равен 15 *м*.

Недостает напора 26,23—15 ≅ 12 *м*.

Производительность насоса рассчитываем на максимальный хозяйственный расход воды 3,5 *л/сек*, или 12,6 *м³/ч*.

Мощность хозяйственного насоса равна

$$N_н = \frac{QH}{102\eta} = \frac{3{,}50 \cdot 12}{102 \cdot 0{,}85} = 0{,}5 \text{ квт}.$$

Мощность мотора $N_м = N_{нас}\beta = 0{,}5 \cdot 2 = 1$, где β — коэффициент запаса от перегрузки.

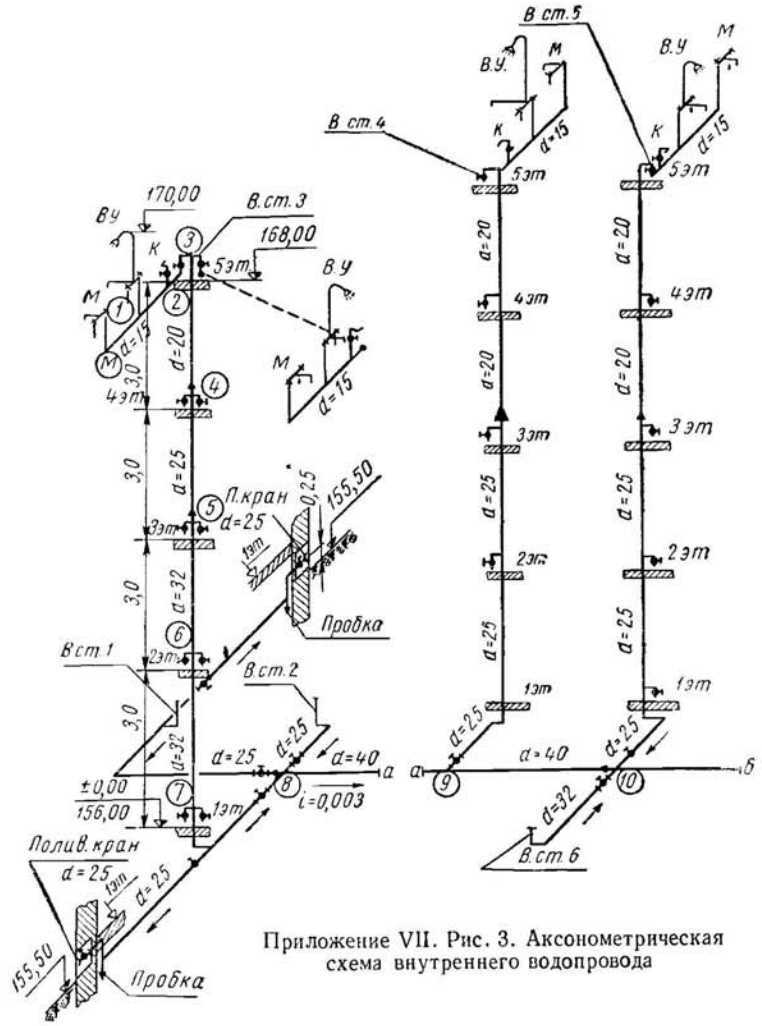
Принимаем к установке два насоса: один рабочий, другой резервный марки 2К-6б следующей характеристики: $Q = 13{,}0$ *м³/ч*; $H = 13$ *м*; $N = 1{,}8$ *квт*; $n = 2900$ *об/мин* с мотором на одной оси марки А41-2; $N = 2{,}8$ *квт*; $n = 2900$ *об/мин*.

6. Определение объема бака

Если по местным условиям потребуется установка водонапорного бака, то объем его определяют с учетом совместной работы водонапорного запасного бака с насосом при автоматическом пуске последнего от поплавкового реле.

Таблица определения расчетного количества сточной жидкости внутренней канализации жилого пяти этажного дома

№ участка	Санитарные приборы и их эквивалент: 0,5 клозет	0,33 умывальник	1,5 ванна	1,5 мойка	Суммарный эквивалент приборов ΣN	Расход в сети водопровода $q_в$, *л/с*	Расход клозета $q_{пр} = 1{,}5$ *л/сек*	Расчетный расход на участке $q_р$, *л/сек*	Диаметр труб, *мм*	Гидравлический уклон i	Скорость на участке v, *м/сек*	Наполнение трубы h/d
К. ст. I—К. ст. 2	5	5	5	5	19,15	0,91	1,5	2,41	100	0,02	0,8	0,43
К. ст. 2—I	10	10	10	10	38,3	1,30	1,5	2,80	100	0,02	0,82т	0,44
I—К. ст. 4	20	20	20	20	76,6	1,90	1,5	3,40	100	0,02	0,86	0,48
К. ст. 4—К. ст. 5	25	25	25	25	96,75	2,10	1,5	3,60	100	0,02	0,87	0,50
К. ст. 5—II	30	30	30	30	114,9	2,30	1,5	3,80	150	0,01	0,70	0,35
II—К. ст. 7,9	40	40	40	40	153,2	2,75	1,5	4,25	150	0,01	0,73	0,37
К. ст. 7. 9—К. ст. 8	55	55	55	55	210,65	3,35	1,5	4,85	150	0,01	0,75	0,39
К. ст. 8—К—I	60	60	60	60	229,80	3,50	1,5	5,00	150	0,01	0,76	0,40



Приложение VII. Рис. 3. Аксонометрическая схема внутреннего водопровода

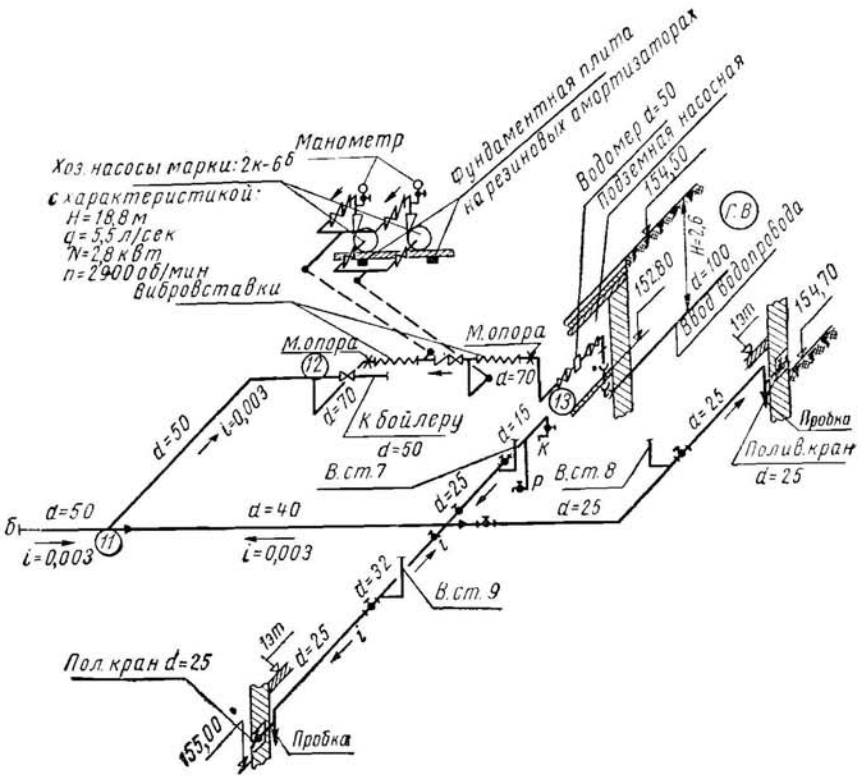
В этом случае производят дополнительный расчет сети с учетом напора от водонапорного бака до самой отдаленной и невыгодно расположенной водоразборной точки. Емкость бака определяем по формуле.

$$W = \frac{Q}{2n} = \frac{3{,}50 \times 3600}{2 \times 5 \times 1000} = \frac{13}{10} = 1{,}30 \text{ м}^3.$$

Состав проекта

А. Графический материал:

1. Генеральный план участка, занимаемого домом, в масштабе 1 : 500 с нанесением присоединения ввода (рис. 2).



Приложение VII. Рис. 3. (продолжение)

Примечания. В. ст. 1 и 7 аналогичны В. ст. 4,
В. ст. 2 и 8 » В. ст. 5,
В. ст. 6 и 9 » В. ст. 3.

2. Планы этажей дома в масштабе 1 : 100 с нанесением разводки сети ко всем водоразборным кранам санитарных приборов (рис. 1);

3. Аксонометрическая схема внутреннего водопровода в масштабе 1 : 100 (рис. 3).

Б. Пояснительцая записка по водоснабжению жилого пятиэтажного дома.

Приложение VIII

Проект внутренней канализации в пятиэтажном жилом доме

Пояснительная записка

1. Задание

Требуется составить проект внутренней канализации в пятиэтажном жилом доме с подвалом. В каждой квартире такого дома устанавливают

следующие санитарные приборы: унитаз с низко располагаемым бачком, умывальник, ванну, в кухне мойку.

2. Внутренняя сеть

Принято шесть стояков диаметров 100 *мм*; к ним посредством отводных трубопроводов присоединяют унитазы, ванны, умывальники и мойки.

Отводные трубы, принимающие сточную жидкость от унитазов, проектируют диаметром 100 *мм*; от ванн, умывальников и моек в кухне — диаметром 50 мм.

На стояках на 1 и 5 этажах устанавливают ревизии на высоте 1 *м* от пола. Для прокладки выпусков в фундаментах оставляют отверстия размером на 100 *мм* больше диаметра на случай осадки здания. Образовавшийся зазор заделывают мятой жирной глиной и на 1/3 к наружной поверхности цементным раствором.

Диаметры выпускных трубопроводов такие же, как и диаметры стояков, т. е. 100 *мм*. На отводных и выпускных трубопроводах всюду, где возможно их загрязнение, предусмотрены прочистки.

На отводных трубопроводах от санитарных приборов, установленных в подвальном этаже, имеются задвижки, которые необходимы для отключения санитарных приборов подвала при подпоре сточных вод в наружной сети канализации, который может быть при засорении.

3. Дворовая канализационная сеть

Дворовую канализационную сеть проектируем в двух вариантах:

Первый вариант. Канализационная сеть проложена в подвале с заземлением (ниже пола) на один выпуск наружу, из чугунных труб, при этом согласно расчету вначале принимаем диаметр 100 *мм* до К. ст. 5 и от него прокладываем сеть труб диаметром 150 *мм* до выпуска в смотровой колодец, который соединен с контрольным колодцем дворовой сети канализации.

Второй вариант как возможный (при этом исключается первый вариант). Канализационную сеть проектируем на три выпуска в смотровые колодцы дворовой сети. Дворовую сеть прокладываем из керамических труб диаметром 150 *мм*, которая присоединяется к уличной городской сети канализации (см. рис. 3 проекта).

4. Определение количества сточной жидкости по стоякам и выпуску

Расчетное количество сточной жидкости (одинаково верно для обоих вариантов) определяем по формуле 52

$$q_{\text{расч}} = q_{\text{ц}} + q_{\text{пр}} = 3{,}5 + 1{,}5 = 5 \text{ } л/сек.$$

При этом $q_{\text{пр}}$ — наибольший расчетный расход сточной жидкости клозета, принят равным 1,5 *л/сек* (см. табл. 34).

Расчетный расход сточной жидкости по стоякам, а также на соединительной линии от всего дома сводим в таблицу на стр. 421.

Состав проекта

А. Графический материал:

1. Генеральный план участка, занимаемого домом, в масштабе 1 : 500, с показанием дворовой сети канализации (см. рис. 2 прилож. VII).

2. Разрез по канализационному выпуску до смотрового колодца дворовой сети канализации (рис. 1 прилож. VIII).

3. Планы этажей канализуемого дома в масштабе 1 : 100 с показанием на них всех санитарных приборов и канализационных стояков (последние совмещены с водопроводными стояками).

4. Разрезы по канализационным стоякам и выпуску (рис. 3 прилож. VIII). Горизонтальный масштаб для разрезов принят одинаковым с масштабом для планов 1 : 100. Санитарные приборы, которые не могли быть показаны непосредственно на разрезе стояков, изображены отдельно с обозначением мест присоединения их и фасонных частей.

5. Пояснительная записка по канализованию пятиэтажного жилого дома.

Оформление проекта. Проекты водоснабжения и канализации вычерчивают на полных листах ватмана, помещая вверху (в правой части листа) генеральный план участка, также вверху (в левой части листа) план типового этажа и подвала.

Для технически правильного оформления проекта все санитарные приборы и оборудование необходимо изображать соответствующими условными обозначениями по ГОСТу.

В правой нижней части листа помещается спецификация материалов и оборудования в табличной форме, как это сделано ниже. Образец формы штампа к проекту показан на рис. 5 приложения VIII.

Спецификация материалов и оборудования к проекту водоснабжения и канализации

№ п/п	Наименование	Размер, *мм*	Единица измерения	Количество	ГОСТ
1	Трубы керамические	$d = 150$	*м*	32	
2	Трубы чугунные канализационные	$d = 100$	»	195	6942—54
3	То же	$d = 50$	»	155	
4	Трубы асбестоцементные	$d = 150$	»	30	1839—48
5	Флюгарки из кровельной стали		Шт.	9	—
6	Задвижка канализационная	$d = 100$	»	1	—
7	Трубы водогазопроводные оцинкованные	$d = 15$	*м*	300	
8	То же	$d = 20$	»	52	
9	» »	$d = 25$	»	112	
10	» »	$d = 32$	»	15	3262—62
11	» »	$d = 40$	»	35	
12	» »	$d = 50$	»	7	
13	» »	$d = 70$	»	10	
14	Трубы чугунные водопроводные	$d = 100$	»	52	3225—61
15	Задвижки водопроводные	$d = 100$	Шт.	1	
16	То же	$d = 70$	»	6	30с76НЖ
17	» »	$d = 50$	»	2	
18	Обратный клапан	$d = 70$	»	3	—
19	Вентиль бронзовый муфтовый	$d = 15$	»	122	
20	То же	$d = 25$	»	14	1363к
21	» »	$d = 32$	»	3	
22	Центробежные насосы марки 2к-6б	—	Компл.	2	—
23	Электродвигатели к насосам	—	»	2	—
24	Вибровставки	$d = 70$	»	2	—
25	Ванна чугунная эмалированная	1500×700	»	60	1154—60
26	Умывальник со смесителем	500×420	»	61	10547—63
27	Унитаз с низкорасполагаемым бачком	—	»	61	7622—61
28	Мойка чугунная эмалированная	600×600	»	60	7506—60
29	Поливочные краны с полугайкой «РОТ»	$d = 25$	Шт.	4	—

ЛИТЕРАТУРА

Абрамов Н. Н. Водоснабжение. Стройиздат, 1967.

Жуков А. И., Монгайт И. Л. и Родзиллер И. Д. Канализация промышленных предприятий. Госстройиздат, 1962.

Конокотин В. В. Санитарно-технические устройства зданий. Стройиздат, 1966.

Кожинов В. Ф., Попкович Г. С. и Карлинская М. И. Автоматизация работы водопроводно-канализационных сооружений. Госстройиздат, 1955.

Конюшков А. М. Водоснабжение. Стройиздат, 1964.

Ленский В. А и Павлов В. И. Водоснабжение и канализация. «Высшая школа», 1964.

Лукиных А. А. и Лукиных Н. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. Госстройиздат, 1955.

Максимовский Н. С. Очистные сооружения канализации. Изд-во МКХ РСФСР, 1961.

Пискунов П. И. Горизонтальные водопроводные отстойники. Госстройиздат, 1953.

Репин Н. Н. Санитарно-технические устройства зданий. Стройиздат, 1964.

Сироткин В. П. Схемы и расчет водоводов и водопроводных сетей. Изд-во «Высшая школа», 1968.

Федоров Н. Ф. Новые исследования и гидравлические расчеты канализационных сетей. Госстройиздат, 1956.

Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных и асбестоцементных водопроводных труб. Госстройиздат, 1962.

Жуков А. И., Карелин Я. А. и др. Канализация. Госстройиздат, 1964.

Дубровкин С. Д. Монтаж пластмассовых трубопроводов в системах водоснабжения и канализации. Стройиздат, 1965.

Васильев Г. В. Водоснабжение предприятий текстильной промышленности. «Легкая индустрия», 1964.

Ленский В. А. Малая канализация для сельских населенных мест. Журнал «Сельское строительство», 1961, № 6.

Шанаев И. Ф., Фиделин Г. А. и Лупехин Н. И. Санитарно-технические устройства и газоснабжение зданий. «Высшая школа», 1967.

Федоров Н. Ф. и Гусев В. М. Санитарная техника. Госстройиздат, 1961.

Калицун В. И., Кедров В. С., Ласков Ю. М. и Сафонов П. В. Основы гидравлики, водоснабжения и канализации. Стройиздат, 1966.

Яковлев С. В. Канализация. Стройиздат, 1967.

Журналы «Водоснабжение и санитарная техника» за 1966-1967 гг.

СПРАВОЧНАЯ И НОРМАТИВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Временные указания по проектированию, монтажу и эксплуатации внутренней хозяйственно-фекальной канализации из винипластовых и полиэтиленовых труб (ВСН 13-63). Главмосстрой. М., 1963.

Строительные нормы и правила, часть II, раздел Г, глава 1. Внутренний водопровод жилых и общественных зданий (СНиП П—Г. 1—62). Госстройиздат, 1962.

То же, глава 4. Внутренняя канализация жилых и общественных зданий (СНиП П—Г. 4—62). Госстройиздат, 1962.

То же, глава 3. Мусоропроводы (СНиП III—Г. 3-62). Госстройиздат, 1962.

То же, глава 2. Водоснабжение и канализация, наружные сети и сооружения (СНиП I—Г.2-62). Госстройиздат, 1963.

То же, глава 2. Внутренний водопровод производственных и вспомогательных промышленных предприятий (СНиП II-Г. 2-62). Госстройиздат, 1963.

То же, глава 6. Канализация (СНиП II-Г. 6-62). Госстройиздат, 1962.

То же, глава 3. Водоснабжение (СНиП II-Г. 3-62). Госстройиздат, 1963.

Технические указания на производство и приемку работ по устройству наружных трубопроводов водоснабжения и канализации (СН 161-61). Госстройиздат, 1961.

Санитарные нормы (СН 245-63). Госстройиздат, 1963.

Временные указания по подземной укладке полиэтиленовых труб для водопровода (СН 188-61). Госстройиздат, 1962.

Строительные нормы и правила. Глава 5. Внутренняя канализация производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий (СНиП II-Г. 5-62). Госстройиздат, 1963.

Указания по проектированию внутренних водостоков зданий СН 264-63. Стройиздат, 1964.

Справочник по специальным работам. Монтаж внутренних санитарно-технических устройств. Стройиздат, 1964.

То же. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. Стройиздат, 1965.

Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий. Стройиздат, 1967.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3
Введение 5

Часть первая

Водоснабжение

Глава I. **Общие сведения о водоснабжении** 9
§ 1. Назначение отдельных водопроводных сооружений . . 9
§ 2. Основные системы водопроводов 12
Глава II. **Проектирование водопроводов** 13
§ 3. Общие сведения. Нормы потребления воды 13
§ 4. Определение расчетного расхода воды 18
§ 5. Напоры в водопроводной сети 23
Глава III. **Источники водоснабжения и водоприемные сооружения** 25
§ 6. Источники водоснабжения 25
§ 7. Подземные воды и водоприемные сооружения для захвата подземных вод 26
§ 8. Поверхностные воды и водоприемные сооружения для забора поверхностных вод 34
§ 9. Зоны санитарной охраны водопроводов 40
Глава IV. **Насосы и водоподъемники** 40
§ 10. Центробежные насосы 41
§ 11. Поршневые насосы 45
§ 12. Водоподъемники 46
а) Водоструйные насосы 46
б) Эрлифты 48
Глава V. **Водопроводные насосные станции** 50
§ 13. Насосные станции и их оборудование 50
§ 14. Автоматизация насосных станций 56
Глава VI. **Водопроводные сети** 59
§ 15. Схемы и трассировка водопроводных сетей 59
§ 16. Расчет водопроводных сетей 61
а) Определение расчетного расхода воды для отдельных участков сети 61
б) Определение диаметров труб 62
в) Определение потерь напора на отдельных участках . . 63
г) Расчет тупиковой сети 67
д) Расчет кольцевой сети 68
Глава VII. **Конструкция водопроводной сети** 74
§ 17. Трубы и их соединения 74
§ 18. Прокладка трубопроводов через естественные и искусственные препятствия 81
Особенности укладки труб в специальных условиях . 82

Стр.

§ 19. Прием и испытание водопроводных сетей. 83
§ 20. Арматура водопроводной сети 84
§ 21. Водопроводные колодцы 89
Глава VIII. **Очистка воды** 91
§ 22. Свойства воды и требования, предъявляемые к качеству воды потребителями 91
§ 23. Основные способы очистки воды 94
§ 24. Коагулирование воды 95
§ 25. Осветление воды 99
§ 26. Фильтрование воды 102
§ 27. Обеззараживание воды 112
§ 28. Умягчение воды 116
Глава IX. **Водонапорные башни, резервуары и пневматические установки** 120
§ 29. Водонапорные башни 120
§ 30. Резервуары 127
§ 31. Пневматические установки 128
§ 32. Эксплуатация водопроводных сооружений 130
Эксплуатация водопроводной сети 131
Глава X. **Водоснабжение строительства** 132
§ 33. Количество и качество потребляемой воды 132
§ 34. Водопроводы строительных площадок 133
Глава XI. **Водоснабжение сельских населенных мест** 136
Глава XII. **Внутренний водопровод** 146
§ 35. Классификация систем внутренних водопроводов . . 146
§ 36. Вводы 151
§ 37. Водомеры 154
§ 38. Внутренние водопроводные сети 159
§ 39. Арматура 176
Глава XIII. **Насосные и пневматические установки и водонапорные баки в системах внутренних водопроводов** . . 186
§ 40. Насосные установки 186
§ 41. Пневматические установки 188
§ 42. Водонапорные баки 189
§ 43. Автоматическое управление внутренними водопроводами 191
Глава XIV. **Специальные внутренние водопроводы** 193
§ 44. Противопожарные водопроводы 193
§ 45. Спринклерные и дренчерные установки 199
§ 46. Водопроводы для поливки улиц, парков и скверов . . 203
Снабжение питьевой водой 205
§ 47. Фонтаны, их устройство и расчет 205
Глава XV. **Расчет сети внутреннего водопровода** 208
§ 48 Определение расчетных расходов 208
§ 49. Гидравлический расчет сети 212
§ 50. Испытание и прием систем водоснабжения в эксплуатацию 215

Часть вторая

Канализация

Глава XVI. **Общие сведения о канализации** 216
§ 51. Классификация систем канализации 218
§ 52. Схема канализации и ее элементы 220
Глава XVII. **Внутренняя канализация. Системы и приемники сточных вод** 222
§ 53. Системы внутренней канализации 222
§ 54. Приемники сточных вод 223
§ 55. Оборудование умывальных, ванных и душевых . . . 231
§ 56. Канализационные трубы и фасонные части 239

Стр.

Глава XVIII. **Конструкции и расчет внутренней канализационной сети** 246
§ 57. Конструкции внутренней канализационной сети . . 246
§ 58. Определение количества санитарных приборов . . . 252
Глава XIX. **Канализационные устройства специального назначения** 257
§ 59. Местные установки для обработки сточной жидкости 257
§ 60. Перекачка сточной жидкости из зданий 261
§ 61. Мусоропроводы 262
Глава XX. **Проектирование внутреннего водопровода и канализации** 265
§ 62. Объем и содержание проектов 265
§ 63. Увязка проектов водопровода и канализации с архитектурно-строительным решением 268
§ 64. Планировка санитарных узлов в жилых и общественных зданиях 269
§ 65. Проектирование санитарно-технических блоков и кабин 272
Глава XXI. **Проектирование наружной канализационной сети** 275
§ 66. Трассировка сети 277
§ 67. Нормы отведения сточной жидкости и расчетные расходы 280
§ 68. Гидравлический расчет сети 282
§ 69. Пример расчета наружной канализационной сети . . 285
Глава XXII. **Канализационная сеть ее устройство** 287
§ 70. Трубы, применяемые для сооружения сети 287
§ 71. Колодцы на канализационной сети 291
§ 72. Пересечение рек и железных дорог 295
§ 73. Строительство, испытание и приемка канализационной сети 296
§ 74. Эксплуатация канализационной сети 299
Глава XXIII. **Дождевая канализация (водостоки)** 300
§ 75. Внутренние водостоки 301
§ 76. Наружные водостоки 308
§ 77. Определение количества дождевой воды 310
Глава XXIV. **Канализационные насосные станции** 312
Глава XXV. **Состав сточных вод** 315
§ 78. Состав сточной жидкости и виды загрязнений . . . 315
§ 79. Биохимическая и химическая потребность в кислороде 316
§ 80. Условия спуска сточной жидкости в водоемы 319
Глава XXVI. **Методы очистки сточной жидкости и схемы очистных станций** 321
§ 81. Методы очистки сточной жидкости 321
Глава XXVII. **Сооружения для механической очистки сточной жидкости** 324
§ 82. Решетки 324
§ 83. Песколовки 326
§ 84. Отстойники 327
Глава XXVIII. **Обработка и использование осадка** 333
§ 85. Способы обработки осадка 333
§ 86. Двухъярусные отстойники 334
§ 87. Метантенки 335
§ 88. Иловые площадки и механическое обезвоживание осадка 337
Глава XXIX. **Сооружения для биологической очистки сточной жидкости** 340
§ 89. Поля орошения и поля фильтрации 341
§ 90. Биологические фильтры 344
§ 91. Аэротенки 347
§ 92. Предварительная аэрация и биокоагуляция 351
Глава XXX. **Основные методы очистки производственных сточных вод, их обеззараживание и выпуск** 352
§ 93. Химические методы очистки сточной жидкости . . 353
§ 94. Физико-химические методы очистки сточной жидкости 355

Стр.

§ 95. Механическая очистка производственных сточных вод 357
§ 96. Обеззараживание сточной жидкости и выпуск ее в водоемы 358
Глава XXXI. **Малая канализация** 360
§ 97. Поля подземной фильтрации 361
§ 98. Типы малых биологических станций 367
Глава XXXII. **Водопроводно-канализационное оборудование зданий специального назначения** 374
§ 99. Санитарно-технические устройства столовых и фабрик-кухонь 374
§ 100. Водопровод и канализация гаражей 377
§ 101. Санитарные приборы в лечебных учреждениях . . 378
§ 102. Водопроводно-канализационное оборудование водолечебных отделений 382
§ 103. Бани и их оборудование 390
§ 104. Прачечные и их оборудование 396
§ 105. Особенности водоснабжения и канализации промышленных предприятий 401
Приложения 407

Василий Алексеевич Ленский

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ

Редактор *А. П. Марцынов*
Переплет художника *Л. Н. Шапорда*
Художественный редактор *С. Г. Абелия*
Тех. редактор *Н. А. Бантикова*
Корректор *С. Ж. Алеева*

Т-08052. Сдано в набор 28/VIII 1968 г. Подп. к печати 13/II 1969 г.
Формат 60×90¹/₁₆. Объем 27 печ. л. + 1 вклейка 0,28 печ. л.
Уч.-изд. л. 25,22. Изд. № Стр. 62. Тираж 50 000 экз. Цена 1 р. 03 к.
Тематический план издательства «Высшая школа»
(вузы и техникумы) на 1969 г. Позиция № 118
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14.
Издательство «Высшая школа»

Ярославский полиграфкомбинат Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Ярославль, ул. Свободы, 97. Заказ № 1385