

П2-51
К89

архив

А. Е. КУЗНЕЦОВА

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

МОСКВА · 1963

ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

А. Е. КУЗНЕЦОВА

111201
К89

спис

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

71331



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

Москва—1963

В книге рассматриваются вопросы противопожарного водоснабжения, осуществляемого от водопровода, а также от естественных и искусственных водоисточников.

Пособие предназначено для учащихся пожарно-технических училищ и работников пожарной охраны.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вода является наиболее распространенным и эффективным средством тушения большинства пожаров. Поэтому противопожарному водоснабжению уделяется большое внимание при проектировании городов, рабочих поселков, промышленных предприятий и других объектов народного хозяйства. Однако самостоятельное противопожарное водоснабжение устраивают очень редко. Чаще всего объединенный водопровод, например, в населенном пункте или на объекте обеспечивает противопожарные и хозяйственно-питьевые или противопожарные и промышленные нужды. Размеры водопроводных сетей и сооружений будут зависеть от потребного количества воды на эти нужды.

В связи с этим, рассматривая проект водоснабжения или обсле-
дуя существующий водопровод, следует строго учитывать противопожарные, хозяйственно-питьевые и промышленные нормы водоснабжения.

Кроме того, если на объекте имеется специальный противопожарный водопровод, то его схема подачи воды ничем не отличается от схем подачи воды на другие нужды.

При изложении конструкции и расчетной части водопроводов, обеспечивающих противопожарные нужды, весьма целесообразно познакомить читателей со всеми видами и составными частями водоснабжения.

Глава I

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ВОДОПРОВОДЫ

§ 1. Классификация водопроводов

В зависимости от вида обслуживаемого объекта водопроводы могут быть городские, поселковые, промышленные и железнодорожные.

В зависимости от назначения водопроводы подразделяются на хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные и объединенные (хозяйственно-питьевые противопожарные, производственно-противопожарные или хозяйственно-питьевые производственно-противопожарные).

В городах и населенных пунктах устраиваются объединенные хозяйственно-питьевые противопожарные водопроводы. Из этого же водопровода вода подается и на промышленные предприятия, если последние потребляют незначительное количество воды или по условиям технологического процесса производства требуется вода питьевого качества (например, предприятия пищевой промышленности).

При больших расходах воды промышленное предприятие может иметь свой самостоятельный водопровод, обеспечивающий его хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды.

На промышленном объекте чаще всего устраивается объединенный хозяйственно-питьевой противопожарный водопровод.

Это объясняется следующими причинами.

1. Хозяйственно-питьевая водопроводная сеть обычно бывает более разветвленной, чем промышленная и охватывает все основные здания.

2. Для большинства технологических процессов производства вода подается под определенным, строго постоянным напором и расходом воды. Если построить объединенный производственно-противопожарный водопровод, то при подаче воды на пожар в водопроводной сети произойдет понижение напора и уменьшится

расход воды на производственные нужды, что может вызвать аварию технологических аппаратов.

3. Для наиболее пожароопасных объектов предусматривается водопровод высокого давления, создаваемого во время тушения пожара. Повышение давления воды так же, как и понижение, иногда нежелательно для технологического процесса, так как может привести к нарушению технологического процесса или даже к аварии производственных аппаратов.

Устройство самостоятельного противопожарного водопровода допускается только в том случае, когда объединение его с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Например, на промышленном объекте расход воды на хозяйственно-питьевые нужды незначительный, а на противопожарные нужды расход воды большой.

Самостоятельный противопожарный водопровод устраивается обычно на пожароопасных объектах, удаленных от городов: нефтебазах, складах хлопка, элеваторах, лесобиржах, где требуются для пожаротушения большие расходы и напоры воды.

§ 2. Общие схемы водопроводов

От того, какая принята система и схема водоснабжения, во многом будут зависеть предъявляемые пожарные требования как к отдельным сооружениям, так и в целом к водоснабжению.

В зависимости от местных природных условий, характера потребления воды и экономических соображений схемы водоснабжения и составляющие элементы схем могут быть различными. Большое влияние на схему водопровода оказывает источник водоснабжения: его мощность, характер, качество воды в нем, расстояние от снабжаемого водой объекта и т. п. Выбор источника водоснабжения в каждом отдельном случае обосновывается соответствующими техническими и экономическими показателями.

В качестве источников водоснабжения могут быть использованы открытые водоисточники (реки, озера, водохранилища, моря) и подземные водоисточники.

В зависимости от вида водоисточника могут иметь место следующие общие схемы водопровода:

✓ а) схема подачи воды из открытых водоисточников (рис. 1).

Вода из источника водоснабжения поступает в водозаборные устройства 1, откуда забирается насосной станцией первого подъема 2 и подается на очистные сооружения 3.

С очистных сооружений вода самотеком поступает в запасные резервуары 4.

Из запасного резервуара вода забирается насосами насосной станции II подъема 5 и подается в водонапорную башню 6 или водопроводную сеть 7.

✓ Водозаборные устройства, насосная станция и очистные сооружения относятся к сооружениям I подъема. Запасной резер-

вуар, вторая насосная станция, водонапорная башня и водопроводная сеть относятся к сооружениям II подъема;

✓б) схема подачи воды при подземных водоисточниках (рис. 2). Для забора воды из подземных водоисточников устраивают шахтные колодцы, артезианские скважины и т. д., из которых вода забирается насосными установками. Из артезианской скважи-

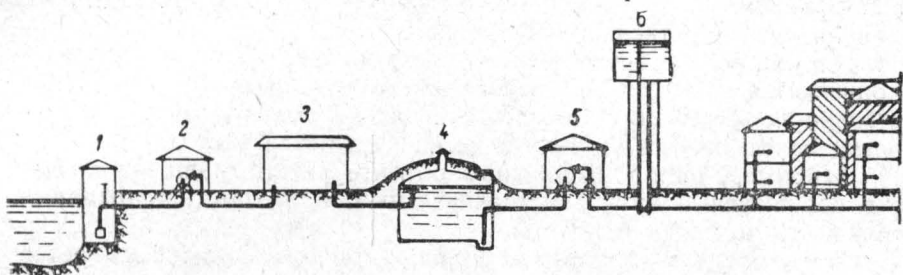


Рис. 1. Схема водопровода при открытых водоисточниках.

ны 1 вода подается в запасные резервуары 2. При подземных водоисточниках, чаще всего, очистка воды не требуется. Из запасных резервуаров вода забирается насосами насосной станции II подъема 3 и подается в водонапорную башню 4 и водопроводную сеть.

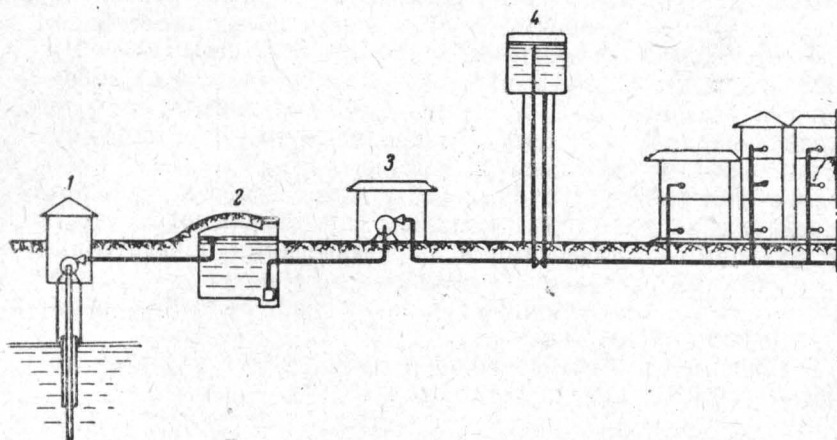


Рис. 2. Схема водопровода при подземных водоисточниках.

Запасные резервуары, насосная станция II подъема, водонапорная башня относятся к сооружениям II подъема.

Практически могут быть различные отступления от приведенных общих схем водопровода, вызываемые местными природными условиями, различными требованиями потребителей и экономическими соображениями:

✓а) в городах и на промышленных объектах при расходе воды $3000 \text{ м}^3/\text{сутки}$ и более водонапорные башни не строятся. В этом

случае экономичнее неравномерность водопотребления регулировать работой насосов станции II подъема;

б) в горных условиях, если источником водоснабжения является озеро или река, то может отсутствовать насосная станция II подъема. Вода самотеком под напором, получающимся за счет рельефа местности, поступает в водопроводную сеть. Для снижения избыточных напоров на пути движения воды могут устанавливаться резервуары.

Подача воды при этом осуществляется от резервуара к резервуару и одновременно от каждого резервуара в водопроводную сеть;

в) если открытый водоисточник расположен вблизи промышленного объекта и очистка воды на промышленные нужды не требуется, тогда отсутствуют очистные сооружения, запасной резервуар и насосная станция I подъема. Вода из источника водоснабжения забирается прямо насосной станцией и подается в водопроводную сеть;

г) отдельные водопроводные сооружения при близком их взаимном расположении могут находиться в одном здании, так например, водозаборные устройства и насосы I подъема или насосы I подъема и насосы II подъема.

д) водонапорная башня может быть заменена пневматической установкой, например, в пограничных районах, где водонапорная башня является ориентиром для противника, а также в случае, когда строительство водонапорной башни экономически нецелесообразно;

е) если подача воды осуществляется из подземных водоисточников, то как правило, имеется не одна, а несколько артезианских скважин, подающих воду в запасной резервуар;

ж) для водоснабжения крупных объектов нередко используют несколько источников водоснабжения (например речную воду и воду подземных источников).

Если вблизи промышленного предприятия расположен рабочий поселок, то как правило, строится один водопровод, обеспечивающий хозяйственно-питьевые противопожарные нужды поселка и промышленного предприятия. В этом случае вода от сооружений II подъема может поступать отдельно в водопроводную сеть промышленного предприятия и отдельно в водопроводную сеть поселка.

В промышленных районах могут устраиваться районные системы хозяйственно-питьевого противопожарного водопровода ряда промышленных предприятий и населенных пунктов. Обслуживание ряда объектов и населенных пунктов единой системой водоснабжения дает значительные преимущества, так как стоимость объединенного водопровода ниже, чем суммарная стоимость индивидуальных систем для каждого отдельного объекта. Подобное кооперирование позволяет рационально решать важнейшие проблемы водоснабжения.

В этом случае водопроводные сооружения: водозабор, насосная станция I подъема, очистные сооружения и т. д. будут общими, водопроводные сети могут быть раздельными.

§ 3. Схемы подачи воды на промышленные объекты

В больших городах вода для промышленного предприятия на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды может подаваться от городской водопроводной сети.

При этом могут иметь место следующие случаи подачи воды.

Если от зданий объекта до гидрантов городской водопроводной сети расстояние не более

$$\text{для водопроводов высокого давления } l = \frac{120-T}{1,2} \text{ м;}$$

$$\text{для водопроводов низкого давления } l_1 = \frac{150-T}{1,2} \text{ м,}$$

где 120 и 150 расчетные длины рукавных линий;

T — высота до конька крыши наиболее высокого на объекте здания;

1,2 — коэффициент изгиба рукавов, то на объекте для целей наружного пожаротушения водопроводная сеть может не предусматриваться.

В случае возникновения пожара тушение производится от гидрантов городской водопроводной сети.

Если от зданий объекта до гидрантов городской водопроводной сети расстояние l более $\frac{120-T}{1,2}$ или l_1 более $\frac{150-T}{1,2}$,

то на объекте необходимо предусматривать наружную водопроводную сеть с установкой на ней пожарных гидрантов. Однако практически, при тушении пожара могут быть использованы также гидранты городской водопроводной сети при помощи перекачки воды привозными пожарными насосами, если расстояние от городской сети до места пожара более 400 м или без перекачки, если расстояние — менее 400 м.

Если гарантийный напор в городской водопроводной сети будет меньше, чем напор потребный для целей пожаротушения объекта, на последнем предусматриваются стационарные насосы, повышающие давление в объектовой водопроводной сети в случае возникновения пожара (рис. 3). В этом случае для хозяйственно-питьевых нужд вода от городского водопровода может подаваться по специальному вводу, на котором кроме водомера и задвижек должен быть установлен обратный клапан. При отсутствии обратного клапана вода при работе пожарных насосов, повышающих давление в сети, будет уходить в городскую сеть и необходимого давления в сети создать будет невозможно.

При большой удаленности объекта от пожарных частей (более 3 км) следует устанавливать более мощные стационарные пожарные насосы, создающие высокое давление в наружной водопроводной сети, в случае возникновения пожара и дающие воз-

возможность производить тушение пожара непосредственно от гидрантов без привозных пожарных насосов.

Если гарантийный напор городской водопроводной сети недостаточен как для хозяйственно-питьевых (производственных), так и для противопожарных целей, то на предприятии могут предусматриваться специальные хозяйственно-питьевые (производственные) насосы и отдельно противопожарные насосы, или насосы,

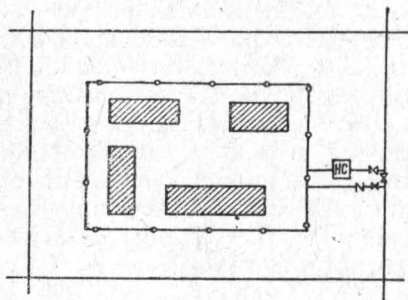


Рис. 3. Подача воды от городского водопровода в насосную станцию и от нее в наружную водопроводную сеть объекта.

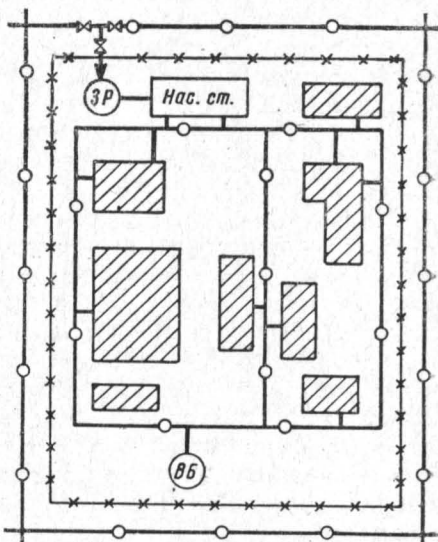


Рис. 4. Подача воды от городского водопровода в наружную водопроводную сеть объекта при наличии запасного резервуара ЗР, насосной станции и водонапорного бака, ВБ.

обеспечивающие хозяйственно-питьевые (производственные) и противопожарные нужды.

В том случае, когда в городской водопроводной сети недостаточен расход и напор воды, на объекте предусматриваются запасные резервуары, откуда вода забирается стационарными насосами и подается в водопроводную сеть объекта. Запасной резервуар пополняется в часы минимального водопотребления в городе.

Для регулирования работы насосов и водопроводной сети устанавливаются водонапорные баки, из которых вода поступает в водопроводную сеть объекта в то время, когда насосы не работают, или подают недостаточное количество воды (рис. 4).

Если расходы воды промышленного объекта значительные, то на объекте предусматривается свой местный водопровод со всеми необходимыми водопроводными сооружениями. Местный водопровод может обеспечивать потребность в воде только частично,

а остальное, недостающее количество воды поступает от городской водопроводной сети. Так, например, для хозяйственно-питьевых и противопожарных нужд вода подается от городской сети, производственные нужды обеспечиваются местным водопроводом, (см. рис. 2) из подземных источников.

Производственные водопроводы по своей схеме могут быть несложными. Вода из источника водоснабжения забирается насосами и подается по цехам. Для некоторых процессов производства требуется подача воды под высоким давлением. Тогда на насосной станции устанавливаются насосы низкого давления и насосы высокого давления, подающие воду в самостоятельные водопроводные сети.

Отработанные производственные воды отводятся самотеком через водосточную сеть в тот же водоем или реку, ниже по течению.

Такая схема водоснабжения называется прямоточной.

Если в процессе производства вода не загрязняется, то ее охлаждают и опять направляют в агрегаты. Охлаждение производственной воды происходит в брызгальных бассейнах, водоемах, градирнях. Из источника водоснабжения приходится забирать только около 3—5% «свежей» воды, пополняющей потери (испарение, утечки и т. д.) в системе. Такая подача воды экономически целесообразна, когда источник водоснабжения расположен далеко от промышленного предприятия или промышленное предприятие по рельефу местности расположено высоко относительно источника водоснабжения. Такое водоснабжение называется оборотным.

Иногда отработанная вода в одном цехе направляется в другой цех и только после этого поступает в канализацию.

Например, на металлургическом заводе вода после охлаждения пода доменной печи используется повторно для увлажнения шихты, а также поступает на агломерацию (спекание мелкого рудного материала в куски).

На химических заводах отработанная вода на аммиачных конденсаторах с температурой до 24—25° подается на холодильники. Проходя через холодильники, вода охлаждает находящейся в ней продукт и нагревается сама с 24—25° до 40—50°.

На теплоэлектроцентралях пар от турбин конденсируется в конденсаторах при помощи воды. Полученный конденсат используется в качестве питательной воды для паровых котлов теплоэлектроцентрали, а также на отопительные нужды для сушки древесины, для работы выпарных аппаратов рядом расположенных заводов.

Такое водоснабжение называется последовательным.

Если при обследовании промышленного объекта было установлено, что для пожаротушения невозможно получить необходимого количества воды от хозяйственно-питьевого противопожарного водопровода, должны быть предусмотрены возможные мероприятия по использованию производственного водопровода без

ущерба для процесса производства. Для этой цели на производственном водопроводе устанавливаются пожарные гидранты.

Для нужд пожаротушения могут быть использованы также запасы воды в охлаждающих прудах, брызгальных бассейнах и градирнях. В этом случае необходимо предусмотреть подъезды к ним с твердым покрытием шириной не менее 3,5 м и устройства для забора воды. Вода в брызгальных бассейнах, охлаждающих прудах и градирнях зимой не замерзает, что удобно при использовании ее для пожаротушения.

Однако при строительстве водозаборных устройств необходимо иметь в виду, что забор горячей воды центробежными насосами производить трудно, а иногда, если температура воды более 60—70°С и невозможно. При строительстве водозаборных устройств необходимо стремиться к тому, чтобы высота всасывания насосов (расстояние от зеркала воды до оси насоса) была бы минимальной.

Приведенные выше схемы водоснабжения определяют лишь наличие и взаимное расположение отдельных элементов водопроводной системы.

Размеры отдельных сооружений и установок, число и мощность насосов, емкость резервуаров, высота и емкость водонапорных баков, диаметры труб водопроводной сети определяются путем расчета этих элементов в соответствии с количеством подаваемой ими воды и с намеченным для них режимом работы.

Глава II

НОРМЫ РАСХОДОВ И НАПОРОВ ВОДЫ

При возникновении пожара водопроводные сооружения и сети должны пропустить одновременно с максимальными хозяйственно-питьевыми и производственными расходами воды и расход воды на тушение пожара. Это необходимо учитывать при рассмотрении проектов водоснабжения, а также и во время обследования или приемки в эксплуатацию вновь построенных водопроводных или безводопроводных сооружений.

§ 4. Нормы расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населенных пунктов

Нормы водопотребления на одного человека в населенных пунктах зависят от степени благоустройства и принимаются по табл. 1.

Благоустройство городов и населенных пунктов в нашей стране с каждым годом улучшается, а поэтому и нормы расходов воды не могут быть постоянными. В настоящее время расход воды на одного человека в сутки принимается от 125 до 420 л. В больших городах, являющихся промышленными или административными центрами, а также для курортов расходы воды принимаются до 600—700 л на одного человека в сутки.

Таблица 1

№ п/п	Характеристика оборудования зданий санитарно-техническими устройствами	Среднесуточный расход воды в л на 1 человека	Максимально-суточный расход воды в л на 1 человека	Коэффициент часовой неравномерности
1	Внутренние: водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение	275—400	300—420	1,25—1,2
2	Внутренние: водопровод, канализация и ванны с газовыми колонками	180—230	200—250	1,3—1,25
3	То же с дровяными колонками	150—180	170—200	1,3—1,25
4	Внутренние водопровод и канализация без ванн, но при газификации	130—160	150—180	1,4—1,35
5	Внутренние водопровод и канализация без ванн	125—150	140—170	1,5—1,4
6	При водоснабжении из водоразборных колонок	30—50	40—60	2—1,8

Режим потребления воды по часам суток в населенных пунктах может быть различным.

В ночное время водопотребление, как правило, минимальное; в утренние часы (7 до 10 час.) — максимальное.

Чем больше по количеству жителей населенный пункт, тем будет более равномерным водопотребление. Чем меньше по количеству жителей населенный пункт, тем будет менее равномерным водопотребление.

Колебание водопотребления происходит за короткие промежутки времени, измеряемые минутами и даже секундами, однако при расчетах условно считают, что водопотребление в течение 1 часа постоянно, а суточное водопотребление (разбор, воды из водопровода) колеблется только по часам.

Отношение максимального часового расхода воды к среднечасовому расходу называется коэффициентом часовой неравномерности водопотребления.

$$\beta_{\text{час}} = \frac{Q_{\text{макс}}}{Q_{\text{ср}}}.$$

Средний суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды города или поселка может быть определен на основании данных табл. 1 по формуле:

$$Q_{\text{ср}} = q_{\text{ср. сут}} \cdot N,$$

где N — расчетное число жителей (принимается по проекту, планировки города или поселка).

Максимальный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, который принимается в качестве расчетного, можно определить по формуле:

$$Q_{\text{макс}} = q_{\text{макс. сут}} \cdot N.$$

Величина среднего часового расхода будет равна:

$$Q_{\text{ср. час}} = \frac{Q_{\text{макс}}}{24},$$

а величина максимального часового расхода составит

$$Q_{\text{макс. час}} = \beta \frac{Q_{\text{макс}}}{24},$$

где β — коэффициент часовой неравномерности водопотребления.

Зная количество жителей в населенном пункте к концу расчетного периода и норму водопотребления на одного человека, можно определить необходимые расходы воды.

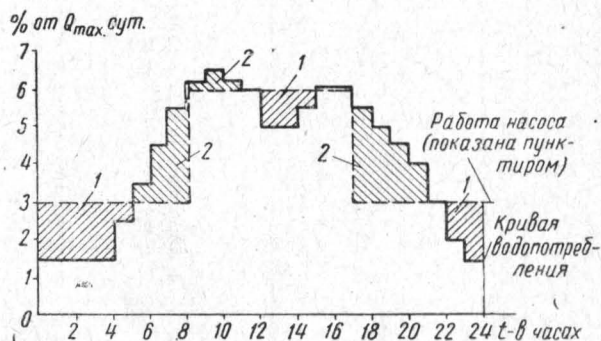


Рис. 5. График водопотребления по часам суток. Работа насосов насосной станции II подъема показана пунктиром. Количество воды, поступающей в водонапорный бак 1, количество воды, уходящей из бака 2.

Пример. В населенном пункте на 20 000 чел. при наличии зданий, присоединенных к водопроводу и канализации (без ванн), по табл. 1 норма водопотребления на одного человека от 125 до 150 л, приняв в среднем 130 л на одного человека в сутки определим:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{20\,000 \times 130}{1000} = 2600 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

Среднечасовой расход воды

$$Q_{\text{ср. час}} = \frac{2600}{24} = 108,3 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Максимально часовой расход воды при $\beta_{\text{час}} = 1,5$

$$Q_{\text{макс. час}} = Q_{\text{ср. час}} \cdot \beta_{\text{час}} = 108,3 \times 1,5 = 162,45 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Секундный расход воды

$$Q_{\text{сек}} = \frac{162,45 \times 1000}{60 \times 60} = 45,5 \text{ л/сек}.$$

Водопотребление по часам суток показано на примерном графике (рис. 5) сплошной черной ломаной линией, на вертикальной оси показан расход воды в процентах от максимально-суточного расхода воды и на горизонтальной — часы суток.

Часовой график водопотребления можно представить в виде табл. 2.

Таблица 2

Часы суток	Часовой расход в процентах от суточного водопотребления		
	малых городов	средних городов	больших городов
0—1	1,5	3,0	3,35
1—2	1,5	3,2	3,25
2—3	1,5	2,5	3,3
3—4	1,5	2,6	3,2
4—5	2,5	3,5	3,25
5—6	3,5	4,1	3,4
6—7	4,5	4,5	3,85
7—8	5,5	4,9	4,45
8—9	6,25	4,9	5,2
9—10	6,25	5,6	5,05
10—11	6,25	4,9	4,85
11—12	6,25	4,7	4,6
12—13	5,0	4,4	4,6
13—14	5,0	4,4	4,55
14—15	5,5	4,1	4,75
15—16	6,0	4,4	4,7
16—17	6,0	4,3	4,65
17—18	5,5	4,1	4,35
18—19	5,0	4,5	4,4
19—20	4,5	4,5	4,3
20—21	4,0	4,5	4,3
21—22	3,0	4,8	4,2
22—23	2,0	4,6	3,75
23—24	1,5	3,0	3,7
	100 %	100 %	100 %
$\beta_{\text{час}} = 1,5$		$\beta_{\text{час}} = 1,35$	$\beta_{\text{час}} = 1,25$

Вместо графиков водопотребления в проектах водоснабжения составляются таблицы, в которых указываются часы суток, расход воды в процентах по каждому часу, расход воды в метрах кубических по каждому часу. В итоге указывается сумма всех процентов за сутки, равная 100. Максимально-суточный расход воды для примера принят равным 2000 м³/сутки (см. табл. 3).

Предположим, что с 0 до 1 часа в населенном пункте потребляется 2,5% воды от максимально-суточного ее расхода, тогда

$$Q_{\text{час}} = \frac{2000 \times 15}{100} = 30 \text{ м}^3/\text{час};$$

или с 4 до 5 часов утра в населенном пункте потребляется 2,5% от $Q_{\text{макс./сутки}}$, тогда

$$Q_{\text{час}} = 2000 \times 2,5 = 50 \text{ м}^3/\text{час} \text{ и т. д.}$$

Полученные данные записаны в табл. 3 во 2-ую графу.

Таблица 3

Часы суток	Определение регулирующей емкости водонапорного бака							Определение регулирующей емкости запасного резервуара						
	водопотребление по часам суток в %	водопотребление по часам суток в м³	работа насосов на- сосной станции в %	поступление воды в бак в %	расход воды из бака в %	остаток воды в баке в %	остаток воды в баке в м³	работа очистных сооружений в %	работа насосов на- сосной станции в %	убыль воды из ре- зервуара в %	приток воды в ре- зервуар в %	остаток воды в ре- зервуаре в %	остаток воды в ре- зервуаре в м³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0—1	1,5	30	3,1	1,6	—	4,1	82	4,17	3,1	—	1,07	9,06	181,2	
1—2	1,5	30	3,1	1,6	—	5,7	114	4,11	3,1	—	1,07	10,13	202,6	
2—3	1,5	30	3,1	1,6	—	7,3	146	4,17	3,1	—	1,07	11,2	224	
3—4	1,5	30	3,1	1,6	—	8,9	178	4,17	3,1	—	1,07	12,27	245,3	
4—5	2,5	50	3,1	0,6	—	9,5	190	4,17	3,1	—	1,07	13,34	166,8	
5—6	3,5	70	3,1	—	0,4	9,1	182	4,17	3,1	—	1,07	14,41	288,2	
6—7	4,5	90	3,1	—	1,4	7,7	154	4,17	3,1	—	1,07	15,48	309,6	
7—8	5,5	110	3,1	—	2,4	5,3	106	4,17	3,1	—	1,07	16,55	331,0	
8—9	6,25	125	6,0	—	0,25	5,05	101	4,17	6,0	1,83	—	14,72	294,4	
9—10	6,5	130	6,0	—	0,5	4,55	91	4,17	6,0	1,83	—	12,89	257,8	
10—11	6,25	125	6,0	—	0,25	4,3	86	4,17	6,0	1,83	—	11,06	221,2	
11—12	6,0	120	6,0	—	—	4,3	86	4,17	6,0	1,83	—	9,23	184,6	
12—13	5,0	100	6,0	1,0	—	5,3	106	4,17	6,0	1,83	—	7,4	148	
13—14	5,0	100	6,0	1,0	—	6,3	126	4,17	6,0	1,83	—	5,57	111,4	
14—15	5,5	110	6,0	0,5	—	6,8	136	4,17	6,0	1,83	—	3,74	74,8	
15—16	6,0	120	6,0	—	—	6,8	136	4,17	6,0	1,83	—	1,91	38,2	
16—17	6,0	120	6,0	—	—	6,8	136	4,17	6,0	1,83	—	0	0	
17—18	5,5	110	3,1	—	2,4	4,4	88	4,17	3,1	—	1,07	1,07	21,4	
18—19	5,0	100	3,1	—	1,9	2,5	50	4,17	3,1	—	1,07	2,14	42,8	
19—20	4,5	90	3,0	—	1,5	10	20	4,17	3,0	—	1,17	3,31	66,2	
20—21	4,0	80	3,0	—	1,0	0	0	4,17	3,0	—	1,17	4,48	89,6	
21—22	3,0	60	3,0	—	—	0	0	4,17	3,0	—	1,17	5,65	113	
22—23	2,0	40	3,0	1,0	—	1,0	20	4,17	3,0	—	1,17	6,82	136,4	
23—24	1,5	30	3,0	1,5	—	2,5	50	4,17	3,0	—	1,17	7,99	159,8	

Примечание. В таблице выделено: в графах 2 и 3 трехчасовое максимальное водопотребление, в графах 7 и 8 максимальная регулирующая хозяйственно-питьевая емкость водонапорного бака и в графах 13 и 14 максимальная регулирующая хозяйственно-питьевая емкость запасного резервуара для данного расчетного примера.

§ 5. Нормы расходов воды на производственные, хозяйственно-питьевые и душевые нужды промышленных объектов

Промышленные предприятия потребляют определенное количество воды на нужды производства. Металлообрабатывающие заводы, швейные, трикотажные, хлопкопрядильные фабрики потребляют незначительное количество воды на производственные нужды, в то время как энергетические, металлургические, нефтеперерабатывающие, коксохимические, бумажные предприятия являются крупнейшими потребителями воды.

Так, например, на металлургическом заводе с завершенным циклом производства производительностью 1,5 млн. т в год суточный расход воды составляет около 1 000 000 м³, а для города с населением в 1 000 000 жителей при норме 150—200 л/сутки требуется воды 150 000—200 000 м³/сутки, что в 5—6 раз меньше, чем для указанного завода.

Расход воды $Q_{пр}$ на производственные нужды промышленных предприятий принимается на основании соответствующих технологических расчетов по указанию технологов. Для предварительных расчетов потребления воды на производственные нужды можно использовать удельные нормы расхода воды на единицу продукции.

Например, нормы расхода воды на 1 т выпускаемой продукции:

для изготовления изделий механических и инструментальных цехов—от 0,5 до 1 м³;

для смолоперегонных цехов—19 м³;

на выплавку стали от 12 до 20 м³;

на выплавку чугуна от 15 до 45 м³;

на ректификацию сырого бензола от 60 до 70 м³;

на отбелку хлопчатобумажного волокна 280 м³;

на изготовление газетной бумаги 500 м³;

на производство искусственного волокна от 1200 до 1700 м³.

Расход воды на бытовые нужды рабочих промышленных предприятий Q определяется по табл. 4.

Таблица 4

Вид цехов	Нормы расхода воды на одного человека в смену в л	$\beta_{час}$
В цехах со значительным тепловыделением (более 20 кал/м ³ час, например, кузнцы, литейные заводы и т. д.)	45	2,5
В остальных цехах (например, деревообделочные, трикотажные, холодной обработки металла и т. д.)	25	3,0

Зная количество работающих людей в каждую смену, можно определить потребные расходы воды по сменам, а также суточный расход воды по формуле:

$$Q = \frac{N \cdot n}{1000} \text{ м}^3/\text{см} \text{ или } \text{м}^3/\text{сутки}.$$

Пример. В мартеновском цехе работает в I смену—600 чел., во II смену—500 чел., в III смену—400 чел. Всего за сутки $N_{сут}$ —1500 чел.

Мартеновский цех с большим тепловыделением, норма водопотребления на одного человека, согласно табл. 4—35 л.

Расход воды:
в I смену;

$$Q_{I \text{ см}} = \frac{N_{\text{см}} \cdot n}{1000} = \frac{600 \times 45}{1000} = 27 \text{ м}^3/\text{см},$$

во II смену;

$$Q_{II \text{ см}} = \frac{N_{\text{см}} \cdot n}{1000} = \frac{500 \times 45}{1000} = 22,5 \text{ м}^3/\text{см},$$

в III смену

$$Q_{III \text{ см}} = \frac{N_{\text{см}} \cdot n}{1000} = \frac{400 \times 45}{1000} = 17 \text{ м}^3/\text{сек}$$

всего за сутки $Q_{\text{сут}} = 27 + 22,5 + 17 = 52,5 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

Расход воды за сутки можно также определить по формуле:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{N_{\text{сут}} \cdot n}{1000} = \frac{1500 \times 35}{1000} = 66,5 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

Максимально-часовой расход воды и расчетный секундный расход воды определяются, исходя из максимально-сменного расхода воды. Зная, что максимально-сменный расход воды $Q_{\text{макс см}} = 27 \text{ м}^3/\text{см}$, определим среднечасовой расход воды:

$$Q_{\text{ср. час}} = \frac{Q_{\text{макс. см}}}{t} = \frac{27}{7} \approx 3,9 \text{ м}^3/\text{час},$$

где t — время работы одной смены равно 7 час.

Максимально-часовой расход воды:

$$Q_{\text{макс. час}} = Q_{\text{ср. час}} \cdot \beta_{\text{час}} = 3,9 \times 2,5 = 7,5 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Расчетный секундный расход воды:

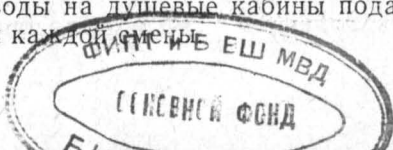
$$Q_{\text{сек}} = \frac{Q_{\text{макс. час}} \cdot 1000}{60 \times 60} = \frac{9,9 \times 1000}{60 \times 60} \approx 2,8 \text{ л/сек}.$$

✓ Расход воды на душевые кабины определяется по строительным нормам СНиП, приведенным в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика производства	Норма расхода воды на пользование душем в л на одного человека
Производства, связанные с загрязнением тела или требующие особого санитарного режима для обеспечения надлежащего качества продукции	40
Производства, связанные с выделением большого количества загрязняющей пыли или пыли и влаги, а также связанных с обработкой ядовитых веществ или заражающих материалов	60

Указанное количество воды на душевые кабины подается в течение 45 мин. по окончании каждой смены.



Зная количество людей, принимающих душ за каждую смену, можно определить необходимые расходы воды на душевые установки.

Пример. В хлебопекарном цехе душ принимают: в I смену — 200 чел., во II смену — 150 чел., в III смену — 120 чел. всего за сутки — 470 чел.

Хлебопекарный цех относится к производству, требующему особого санитарного режима. Норма водопотребления на одного человека пользующегося душевыми установками 40 л.

Тогда расходы воды по сменам будут равны:

в I смену

$$Q_{душ} = \frac{N_{см} \cdot n}{1000} = \frac{200 \times 40}{1000} = 8 \text{ м}^3/\text{см},$$

во II смену

$$Q_{душ} = \frac{N_{см} \cdot n}{1000} = \frac{150 \times 40}{1000} = 6 \text{ м}^3/\text{см},$$

в III смену

$$Q_{душ} = \frac{N_{см} \cdot n}{1000} = \frac{120 \times 40}{1000} = 4,8 \text{ м}^3/\text{см},$$

всего за сутки $Q_{сут} = 8 + 6 + 4,8 = 18,8 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

Суточный расход воды на душевые установки можно определить также по формуле:

$$Q_{сут} = \frac{N_{сут} \cdot n}{1000} = \frac{470 \times 40}{1000} = 18,8 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

Продолжительность действия душей принимается 45 мин. после каждой смены. В течение этого времени все рабочие одной смены должны быть обеспечены душевыми установками.

Исходя из этого требования, должна быть рассчитана мощность душевых установок. Расчетный секундный расход воды определяется, исходя из потребности в воде на душевые установки за максимальную смену.

Для приведенного выше примера расход воды максимальной смены $Q_{\text{макс. см}} = 8 \text{ м}^3/\text{см}$.

$$Q_{сек} = \frac{Q_{\text{макс. см}} \cdot 1000}{60 t} = \frac{8 \times 1000}{45 \times 60} = 2,9 \text{ л/сек},$$

где $t = 45$ мин. — время работы душевых установок.

✓ При объединении хозяйственно-питьевого водопровода с противопожарным водопроводом подача полного расчетного расхода воды на тушение пожара должна производиться с учетом расхода воды на души в размере 15% от расчетного.

Для приведенного выше примера фактический секундный расход воды на душевые установки $Q_{сек} = 2,9 \text{ л/сек}$ находим 15% от 2,9 л/сек:

$$Q_{душ} = \frac{2,9 \times 15}{100} = 0,435 \text{ л/сек}.$$

Эта величина должна быть принята при расчете водопровода на случай подачи воды на пожар.

При составлении проекта водоснабжения промышленного предприятия составляются таблицы водопотребления (аналогичные

табл. 3), где указываются расходы воды по каждому часу, например, на хозяйственно-питьевые и душевые установки для каждого цеха в отдельности, а затем общие часовые расходы воды для всех цехов.

Суточный расход воды будет равен сумме общих часовых расходов воды.

Если водопровод объединенный — хозяйственно-питьевой и производственный, то в таблице указываются почасовые расходы воды и на производственные нужды по каждому часу, а затем и суммарный расход воды за сутки.

Упомянутая таблица указывает часы минимального и часы максимального водопотребления, зная которые, можно установить часы работы насосов, время пополнения водонапорных баков и запасных резервуаров.

§ 6. Нормы расходов воды на нужды пожаротушения

Суммарное количество воды, расходуемое в год на тушение пожаров составляет незначительную часть от общего водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды, но во время пожара расход воды бывает настолько велик, что во многих случаях является решающим фактором (во всех населенных пунктах, за исключением самых больших) установления производительности насосов, емкости резервуаров и расчета наружных водопроводных сетей.

Количество воды, необходимое для пожаротушения, зависит от многих факторов, например: для промышленных предприятий от степени огнестойкости, объема здания и его категории производства.

На основании проведенной в ЦНИИПО инженером А. В. Кудряшовым работы по определению расчетных расходов воды для пожаротушения твердых горючих материалов было установлено, что средняя удельная скорость выгорания (например, древесины, сгоревшей в одну секунду с 1 м^2 площади пожара) является величиной постоянной для данного вещества и не зависит от величины удельной загрузки (под удельной загрузкой понимается количество сгораемого материала в кг на 1 м^3 площади пола).

Для разных веществ средняя удельная скорость выгорания будет различной.

Из сказанного следует, что при горении 1 м^2 поверхности вещества будут постоянными не только средняя скорость выгорания вещества, но и интенсивность тепловыделения, а следовательно и удельный расход воды в л/сек , необходимый для тушения 1 м^2 горящей поверхности данного вещества.

На основании анализа крупных пожаров были установлены средние удельные расходы воды для промышленных предприятий, жилых домов и складов. Так, например, удельный расход воды для складских зданий III степени огнестойкости для категории производства В— $0,081 \text{ л/сек}$ на 1 м^2 и категории производства Д— $0,076 \text{ л/сек}$ на 1 м^2 .

При изучении вопросов тушения пожаров на лесобиржах было установлено, что средний удельный расход воды, необходимый для тушения 1 м² горящей поверхности на лесобиржах равен 0,45 л/сек.

Знание средних удельных расходов воды позволяет составить нормативные таблицы для определения необходимых общих расходов воды на один пожар промышленных предприятий и складов любой категории производства, а также и жилых домов.

✓ Общий расчетный пожарный расход воды — $Q_{\text{пож}}$ должен складываться из расхода воды на наружное пожаротушение — $Q_{\text{нар}}$ (от гидрантов) и расхода воды на внутреннее пожаротушение — $Q_{\text{вн}}$ (от внутренних пожарных кранов), а также расхода на спринклерные — $Q_{\text{спр}}$, дренчерные и другие установки:

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{нар}} + Q_{\text{вн}} + Q_{\text{спр}}$$

✓ При объединенных водопроводах к расчетному расходу воды на пожарные нужды должен быть приплюсован расход воды на другие нужды (хозяйственно-питьевые, производственные).

Нормы расходов воды на наружное пожаротушение. Для населенных мест расход воды на наружное пожаротушение определяется по табл. 6.

Таблица 6

Число жителей в населенном месте или районе населенного места в тысячах	Расчетное количество одновременных пожаров	Расходы воды в л/сек	
		застройка до двух этажей, независимо от степени огнестойкости	застройка домами высотой в три этажа и выше, независимо от степени огнестойкости здания
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

В таблице приводятся необходимые расходы воды на тушение одного пожара (от наружных гидрантов), а также указано расчетное количество пожаров, которое необходимо принимать при определении общего расхода воды на наружное пожаротушение.

Расход воды на тушение пожара жилых районов с одно- двух-этажной застройкой, входящих в состав населенных мест со смешанной застройкой, должны определяться отдельно с учетом численности населения этих районов. Общий же расход воды в этом случае определяется по общей численности населения, считая по смешанной застройке. Например, район I — центральная часть населенного пункта имеет смешанную застройку на 200 тыс. чел.

Район II — окраина населенного пункта застроена одно- двух-этажными зданиями на 100 тыс. чел.

По табл. 6 определяем расход воды на наружное пожаротушение по районам:

район I — $Q_{нар} = 40$ л/сек 3 пожара = 120 л/сек,

район II — $Q_{нар} = 25$ л/сек 2 пожара = 50 л/сек.

Общий расход воды на наружное пожаротушение по общей численности населения $100 + 200 = 300$ тыс. чел., считая по смешанной застройке:

$Q_{нар} = 55$ л/сек 3 пожара = 165 л/сек.

Такое разделение расходов воды введено с целью удешевления стоимости строительства водопроводной сети, которая составляет около 30% от всей стоимости водопроводных сооружений, а также стоимости самих водопроводных сооружений. Для приведенного случая водопроводная сеть будет рассчитываться не на 165 л/сек, а на 120 л/сек — центральная часть населенного пункта и на 50 л/сек окраина города.

Водопроводные сооружения (запасной резервуар, насосная станция и т. д.) будут рассчитываться не на $120 + 50 = 170$ л/сек, а на 165 л/сек.

✓ Для промышленных предприятий расчетный расход воды на наружное пожаротушение через гидранты определяется согласно табл. 7 в зависимости от степени огнестойкости здания, категории производства и объема здания.

Таблица 7

Степень огнестойкости зданий	Категории производства по пожарной опасности	Расходы воды в л/сек на 1 пожар при объеме здания в тыс. м ³						
		до 3	более 3 до 5	более 5 до 20	более 20 до 50	более 50 до 200	более 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	—	—	—	—

В табл. 7 указаны расходы воды на один пожар. При определении расхода воды на наружное пожаротушение на один пожар надлежит принимать расход воды по тому зданию, для которого

требуется наибольший расход воды. Например, на промышленном предприятии имеются следующие здания (табл. 8).

Таблица 8

Наименование зданий	Степень огнестойкости зданий	Категория производства	Объем зданий в м ³	Расход воды на наружное пожаротушение
Печатный цех	II	В	19 000	15
Склад бумаги	II	В	5000	10
Склад книг	I	В	22 000	20
Котельная	III	Г	200 0	10

Для расчета принимается наибольший расход воды—20 л/сек. Расчетный расход воды на наружное пожаротушение для зданий школ, больниц, домов культуры, а также вспомогательных и административных зданий следует определять применительно к нормам табл. 7, относя эти здания к зданиям с производством категории В.

Нормы расхода воды на наружное пожаротушение в производственных зданиях без фонарей объемом более 50 тыс. м³ следует принимать по табл. 9.

Таблица 9

Степень огнестойкости зданий	Категории производств по пожарной опасности	Расход воды на один пожар при объеме здания в тыс. м ³					
		более 50 до 100	более 100 до 200	более 200 до 300	более 300 до 400	более 400 до 500	более 500
I и II	А, Б и В	30	40	50	60	70	80

Расчетное количество одновременных пожаров на территории промышленного предприятия надлежит принимать:

а) при площади территории предприятия менее 150 га—один пожар;

б) при площади территории предприятия 150 га и более—2 пожара, с расчетом расхода воды по двум зданиям, для которых требуется наибольший расход воды;

в) при площади территории предприятия до 150 га и при числе жителей до 10 тыс. чел.—1 пожар (на предприятии или в поселке по наибольшему расходу воды).

Например, для наружного пожаротушения промышленного предприятия по табл. 7 расход воды равен 20 л/сек для населенного пункта при нем по табл. 5 расход воды 10 л/сек.

Расчетный расход воды на один пожар принимаем по наибольшему расходу воды (в данном случае по промышленному предприятию):

$$Q_{нар} = 20 \text{ л/сек.}$$

✓ По расходу воды 20 л/сек будут рассчитываться головные водопроводные сооружения, а также наружная водопроводная сеть объекта.

✓ По расходу воды 10 л/сек будет рассчитываться только наружная водопроводная сеть поселка;

г) при площади территории предприятия до 150 га и при числе жителей в поселке от 10 до 25 тыс. расчетное количество пожаров принимается равным двум (один пожар на предприятии и один в поселке).

✓ По полученному общему пожарному расходу воды будут рассчитываться головные водопроводные сооружения. Если водопроводные сети промышленного предприятия и поселка раздельны, то в расчет их принимаются только свои расходы воды;

д) при площади территории предприятия 150 га и более и при числе жителей в поселке до 25 тыс. чел., расчетное количество пожаров равно двум (два пожара на предприятии или два пожара на поселке по наибольшему расходу воды);

е) при площади территории предприятия до 100 га и более при числе жителей в поселке более 25 тыс. чел. расчетное количество одновременных пожаров принимается для поселка по табл. 6, для промышленного предприятия в зависимости от площади территории: при площади территории предприятия до 150 га—один пожар; при площади территории предприятия 150 га и более—два пожара.

Необходимый расчетный расход воды при этом определяется как сумма потребного большего расхода (на предприятии или в поселке) + 50% от потребного меньшего расхода (на предприятии или в поселке).

Пример. Расчетный расход воды на наружное пожаротушение (через гидранты) для объединенного водопровода промышленного объекта площадью территории 130 га по табл. 7. $Q_1 = 35 \text{ л/сек}$, а поселка на 150 тыс. чел. $Q_2 = 120 \text{ л/сек}$. Тогда расчетный расход воды на пожаротушение определится как сумма наибольшего расхода воды на поселке + 50% от потребного наименьшего расхода воды предприятия:

$$Q_{нар} = Q_2 + 50\% \text{ от } Q_1 = 120 + \frac{35 \times 50}{100} = 120 + 17,5 = 137,5 \text{ л/сек.}$$

По расходу воды 137,5 л/сек будут рассчитываться головные водопроводные сооружения, по расходу воды 120 л/сек будет рассчитываться водопроводная сеть предприятия и по расходу воды 35 л/сек будет рассчитываться водопроводная сеть промышленного объекта.

Нормы расходов воды на внутреннее пожаротушение. В жилых, общественных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий (конторы, столовые, клубы и т. д.) норма расхода воды на внутреннее пожаротушение и число струй принимаются:

✓ в жилых зданиях высотой от 12 до 15 этажей, административных зданиях, общежитиях, гостиницах, пансионатах, школах-интернатах, учебных заведениях, домах отдыха, торгово-складских зданиях, вокзалах, лечебных учреждениях, детских садах и яслях, объемом до $25\,000\text{ м}^3$ — 1 струя с расходом воды не менее $2,5\text{ л/сек}$;

✓ в помещениях, расположенных под трибунами на стадионах, с трибунами вместимостью до 20 000 зрителей — 1 струя не менее $2,5\text{ л/сек}$;

в административных зданиях, общежитиях, гостиницах, домах отдыха, пансионатах, учебных заведениях, школах-интернатах, торгово-складских зданиях, вокзалах, лечебных учреждениях, детских садах и яслях, объемом более $25\,000\text{ м}^3$, кинотеатрах, клубах и домах культуры с числом мест до 300 включительно 2 струи с расходом воды не менее $2,5\text{ л/сек}$ каждая;

в помещениях, расположенных под трибунами на стадионах, с трибунами вместимостью более 20 000 зрителей — две струи с расходом воды не менее $2,5\text{ л/сек}$ каждая;

✓ в кинотеатрах, клубах и домах культуры с числом мест более 300 — две струи не менее $5,0\text{ л/сек}$ каждая.

В производственных зданиях расход воды на внутреннее пожаротушение принимается из расчета двух пожарных струй производительностью не менее $2,5\text{ л/сек}$ каждая.

Во вспомогательных зданиях промышленных предприятий расход воды на внутреннее пожаротушение принимается из расчета одной пожарной струи производительностью не менее $2,5\text{ л/сек}$.

В зданиях складов или в частях зданий, заключенных между противопожарными стенами, объемом более $25\,000\text{ м}^3$ расход воды на внутреннее пожаротушение принимается из расчета двух пожарных струй производительностью не менее $2,5\text{ л/сек}$ каждая, а объемом менее $25\,000\text{ м}^3$ из расчета одной пожарной струи производительностью не менее $2,5\text{ л/сек}$.

В том случае, когда здание оборудовано спринклерными или дренчерными установками расход воды на внутренние пожарные краны принимается из расчета одной струи производительностью не менее $2,5\text{ л/сек}$. Расход воды на внутреннее пожаротушение в практике, особенно для производственных зданий, может быть на много больше $2,5\text{ л/сек}$.

Для стволов внутренних пожарных кранов могут применяться spryski диаметром от 13 до 22 м. Чем больше диаметр spryska, тем больше расход воды, табл. 10. Так, например, для радиуса действия компактной, расчетной части струи 12 м при диаметре spryska 13 мм $Q=2,6\text{ л/сек}$ при диаметре spryska 16 мм $Q=3,8\text{ л/сек}$.

Для получения пожарных струй производительностью до 4 л/сек должны применяться пожарные рукава и краны диаметром 51 мм, а для струй бóльшей производительности — диаметром 66 мм.

Величины напоров и расходов воды для внутренних пожарных кранов

Длина рукавов в м	Радиус действ. компактной части струи в м	При диаметре крана и рукава 51 мм				При диаметре крана и рукава 66 мм			
		диаметр спрыска ство- ла 13 мм		диаметр спрыска ство- ла 16 мм		диаметр спрыска ствола 19 мм		диаметр спрыска ствола 22 мм	
		напор у кра- на в м.м. вод. ст.	расход воды в л/сек	напор у кра- на в м.м. вод. ст.	расход воды в л/сек	напор у кра- на в м.м. вод. ст.	расход воды в л/сек	напор у кра- на в м.м. вод. ст.	расход воды в л/сек
10	6			9,2	2,5	9,6	3,5	8,8	5,9
	7			10,3	2,7	11,2	3,8	10,3	6,4
	8			12,0	2,9	11,3	4,1	11,9	6,9
	9			13,8	3,1	12,7	4,3	13,6	7,4
	10			15,8	3,4	14,4	4,6	15,2	7,8
	11			17,6	3,5	16,1	4,9	17,5	8,3
	12	20,1	2,6	19,8	3,8	17,9	5,2	18,8	8,7
	13	22,5	2,7	22,1	4,0	20,0	5,4	20,6	9,1
	14	25,1	2,9			21,9	5,7	22,7	9,6
	15	28,0	3,0			24,0	6,0	24,7	10,0
	16	31,3	3,2			26,0	6,2	26,9	10,4
	17	34,9	3,4			28,7	6,5	29,4	10,8
	18	39,0	3,6			31,4	6,8	31,7	11,3
	19	43,8	3,8			37,4	7,1	34,3	11,7
	20	49,7	4,0			38,7	7,5	37,2	12,2
	21					41,4	7,8	41,2	13,3
	22					46,0	8,2	44,7	13,9
	23					50,5	8,7	48,7	14,5
	24					56,0	9,1	53,2	15,2
	25					62,0	9,6	58,3	15,9
20	6			9,7	2,5	11,4	3,5	10,2	5,9
	7			11,4	2,7	11,2	3,8	11,9	6,4
	8			13,2	2,9	11,7	4,1	14,0	6,9
	9			15,2	3,1	13,4	4,3	15,7	7,4
	10			17,4	3,4	15,2	4,6	17,6	7,8
	11			19,5	3,5	17,0	4,9	19,7	8,3
	12	21,1	2,6	22,0	3,8	19,0	5,2	21,7	8,7
	13	23,6	2,7	24,5	4,0	21,0	5,4	24,0	9,1
	14	26,4	2,9			23,1	5,7	26,3	9,6
	15	28,4	3,0			25,4	6,0	28,6	10,0
	16	32,8	3,2			27,7	6,2	31,0	10,4
	17	36,7	3,4			30,3	6,5	33,6	10,8
	18	41,0	3,6			32,2	6,8	36,6	11,3
	19	46,0	3,8			36,4	7,1	39,6	11,7
	20	51,6	4,0			39,7	7,5	43,0	12,2
	21					43,8	7,8	48,1	12,8
	22					48,3	8,2	52,2	13,3
	23					53,4	8,7	56,8	13,9
	24					59,0	9,1	62,1	14,5
	25					66,0	9,6	68,1	15,2

Расчетный радиус действия компактной части струи — R_k надлежит принимать равным высоте помещения — $T_{пом}$ считая от пола до перекрытия или покрытия.

При сложной форме перекрытия помещения (световые фонари) высоту помещения следует принимать равной высоте поверхности пола цеха до наивысшей точки сгораемой или трудносгораемой конструкции перекрытия или покрытия.

Покажем это на примере. При расчете угол наклона ствола примем 70° , что чаще всего применяется при тушении пожара от внутренних пожарных кранов в наиболее высокорасположенных точках помещения (рис. 6).

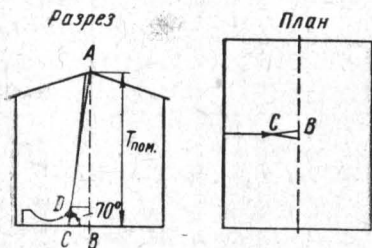


Рис. 6. Определение R_k при тушении пожара от внутренних пожарных кранов.

Высота помещения $T_{пом} = 15$ м.
Из прямоугольного треугольника ABC определяем гипотенузу AC :

$$AC = \frac{AB}{\sin 70^\circ} = \frac{T_{пом}}{\sin 70^\circ} = \frac{15}{0,94} = 16 \text{ м.}$$

Катет $AB = T_{пом} = 15$ м.

Гипотенуза $AC = AD + DC$, $AD = R_k$ тогда $AC = R_k + DC$, где DC — подъем ствола над уровнем пола примем ≈ 1 м, тогда $R_k = AC - DC$; $R_k = 16 - 1 = 15$ м, сравнивая R_k с $T_{пом}$ видим, что эти величины равны между собой.

Расчетный расход воды, необходимый для тушения одного пожара от внутренних пожарных кранов принимается по тому зданию, для которого требуется наибольший расход воды.

При определении общего расчетного расхода воды для пожаротушения принимается сумма расходов воды на наружное — $Q_{нар. пож}$ плюс расход воды на внутренний — $Q_{вн. пож}$ пожаротушения по наибольшему расходу на одно из обслуживаемых водопроводом зданий. Так, например, определим расчетный расход воды для целей пожаротушения населенного пункта на 190 тыс. чел. В населенном пункте здания смешанной застройки, жилые, административно-хозяйственные, столовые, общежития, школы, больницы и т. д. объемом не более 25 тыс. м^3 каждое, а также клуб на 280 мест и кинотеатр на 550 мест.

1. По табл. 7 для населенного пункта на 190 тыс. чел. и смешанной застройки расход воды при наружном пожаротушении составит:

на один пожар — 30 л/сек, а на три пожара — $Q_{нар. пож} = 30,3 = 90$ л/сек.

2. Определяем расход воды на внутреннее пожаротушение (от внутренних пожарных кранов):

для театра на 550 мест $Q_{вн} = 5 \times 2$ струи = 10 л/сек,

для клуба на 280 мест $Q_{вн} = 2,5 \times 2$ струи = 5 л/сек,

для одного из зданий объемом до 25 тыс. м^3 $Q_{\text{вн}} = 2,5 \times 1$ струю = 2,5 л/сек.

Таким образом, наибольший расчетный расход воды на внутреннее пожаротушение принимаем 10 л/сек.

3. Определяем общий расчетный расход воды для целей пожаротушения: $Q_{\text{пж}} = Q_{\text{нар}} + Q_{\text{вн}} = 90 + 10 = 100$ л/сек.

Определение расходов воды на спринклерное или дренчерное оборудование. При наличии в зданиях, кроме внутренних пожарных кранов, спринклерного оборудования, питаемого непосредственно наружным водопроводом, расход воды на тушение пожара надлежит принимать:

— в течение первых 10 мин. (до включения пожарных насосов) — не менее 15 л/сек, из них 10 л/сек на питание спринклеров не менее 5 л/сек на питание внутренних пожарных кранов.

В этом случае питание спринклеров и внутренних пожарных кранов происходит от водонапорных баков или пневматических установок.

По истечении 10 мин. после включения противопожарных насосов питание спринклеров, внутренних пожарных кранов и гидрантов происходит от запасного резервуара, который рассчитывается на трехчасовой запас воды, исходя из следующих нормативных данных:

1) в течение первого часа тушения пожара должно подаваться — не менее 55 л/сек, из них 30 л/сек на питание спринклеров, не менее 20 л/сек на питание гидрантов и не менее 5 л/сек внутренних пожарных кранов.

Расход воды на дренчерные установки определяется гидравлическим расчетом и должен быть обеспечен с момента начала пожаротушения при одновременном обеспечении расхода воды не менее 5 л/сек на питание внутренних пожарных кранов и не менее 20 л/сек на питание наружных гидрантов;

2) в течение последующих двух часов, т. е. после того как дренчерная и спринклерная установки будут выключены, тушение пожара будет производиться от внутренних пожарных кранов и наружных гидрантов.

Если в спринклерованном здании количество спринклерных головок менее 30, расход воды принимается на все спринклерные головки по фактическому расходу.

Однако общий противопожарный расход воды в этом случае должен быть не более 55 л/сек.

Нормы расхода воды на пожаротушение в производственных зданиях без фонарей I—II степеней огнестойкости с производствами категорий А, Б и В, оборудованных спринклерными установками, должны быть не менее:

при объеме здания до 100 тыс. м^3 — 30 л/сек,

при объеме здания более 100 до 200 тыс. м^3 — 35 л/сек,

при объеме здания более 200 до 300 тыс. м^3 — 40 л/сек,

при объеме здания более 300 тыс. м^3 — 50 л/сек.

Определение расходов воды на пенные установки и установки с лафетными стволами. Полный пожарный расход воды при наличии пенных установок, установок с лафетными стволами или установок для подачи распыленной воды должен приниматься в размере, потребном на эти установки, с добавлением 25% расхода воды от гидрантов. При этом суммарный расход воды должен быть не менее расхода, определенного согласно табл. 7.

Пример. На промышленном предприятии потребный расход воды:

а) на внутреннее пожаротушение 5,8 л/сек;

б) на лафетные стволы 30 л/сек;

в) на наружное пожаротушение 20 л/сек;

— 25% расхода на работу от гидрантов составляет:

$$X = \frac{25 \times 20}{100} = 0,25 \times 20 = 5 \text{ л/сек.}$$

Суммарный расход воды на лафетные стволы и 5 л/сек на гидранты составит $30 + 5 = 35$ л/сек, что более 20 л/сек (расхода воды через гидранты). Следовательно, пожарный расход воды, в данном случае, будет складываться из расхода воды на лафетные стволы плюс расход воды через гидранты в размере 5 л/сек плюс расход воды на внутреннее пожаротушение, т. е:

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{лаф. ст}} + Q_{\text{нар}} + Q_{\text{вн}} = 30 + 5 + 5,8 = 40,8 \text{ л/сек.}$$

Если бы в этом случае расход воды на наружное пожаротушение был бы равен, например, 60 л/сек (25% от 60 л/сек составляет $0,25 \times 60 = 15$ л/сек), то суммарный расход воды на лафетные стволы и плюс 15 л/сек на гидранты, будет равен $30 + 15 = 45$ л/сек, что менее 60 л/сек (расходы воды через гидранты). Следовательно, пожарный расход воды в данном случае принимается 60 л/сек.

Приведенные выше нормы пожарных расходов воды не охватывают всех разнообразных объектов народного хозяйства, например, нефтебаз, лесобирж, торфяных предприятий и пр. Для такого рода объектов имеются специальные нормы расходов воды, которыми и следует пользоваться.

§ 7. Нормы напоров воды

Чтобы получить представление о напоре, рассмотрим схему, приведенную на рис. 7.

От водонапорного бака проложен трубопровод. В точках 1, 2 и 3 трубопровода установлены вертикальные трубки.

Если из трубопровода не будет разбора воды, то в трубках вода будет находиться на том же уровне (на той же отметке 181), что и в водонапорном баке.

Такие трубки называются пьезометрическими или пьезометрами, а высота, на которую поднялась в них вода, называется пьезометрической высотой.

Соединив отметки уровней стояния воды в пьезометрах, мы получим линию, которую называют пьезометрической.

При разборе воды пьезометрическая линия будет ломаной, понижающейся к месту разбора воды.

В каждой точке разность между отметкой пьезометрической линии и отметкой расположения трубы называется напором. Так напор в точке 3 будет равен $170 - 152 = 18$ м.

Разность пьезометрических отметок между двумя какими-либо точками, называется потерями напора. Например, от точки 1 до точки 3 потери напора равны $176 - 170 = 6$ м.

Метод определения потерь напора в наружной водопроводной сети см. в § 18.

В наружной водопроводной сети должен постоянно поддерживаться напор на вводах в здания, необходимый для работы внутренних пожарных кранов, хозяйственно-питьевых и производственных водоразборных приборов.

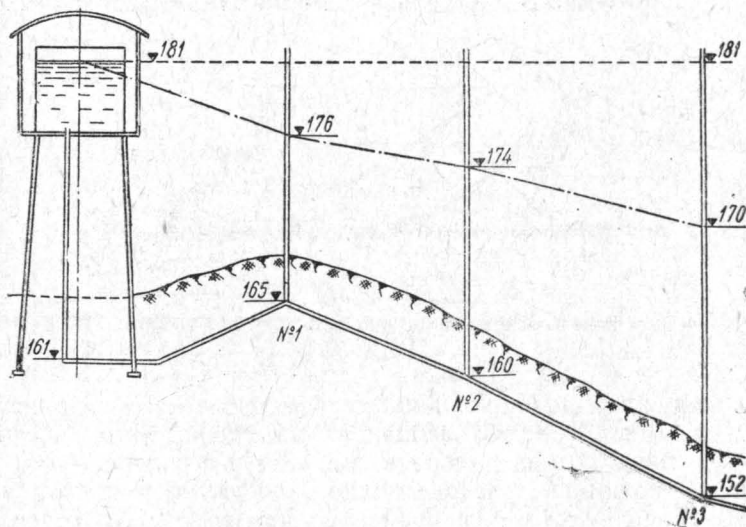


Рис. 7. Схема пьезометрических линий при движении воды в системе водопровода.

Постоянный свободный напор у внутренних пожарных кранов должен обеспечить получение компактных струй с высотой, необходимой для обслуживания самой высокой и удаленной части помещения, но не менее 6 м (см. табл. 10).

Нормы напоров воды на вводе в здания для хозяйственно-питьевых целей принимаются в зависимости от этажности застройки, так например:

- при одно-двухэтажной застройке — 12 м,
- при трехэтажной застройке — 16 м,
- при четырехэтажной застройке — 20 м,
- при пятиэтажной застройке — 25 м,
- при шестиэтажной застройке — 30 м,
- при семиэтажной застройке — 35 м.

Напоры, потребные для целей наружного пожаротушения, определяются в зависимости от принятой системы водопровода — высокого или низкого давления.

В сети противопожарного водопровода низкого давления свободный напор (на уровне поверхности зем-

ли) при пожаротушении должен быть не менее 10 м вод. ст. (1 атм). Это обуславливается тем, что при обычных расходах воды, забираемых от сети насосами, потери напора во всасывающих рукавах близки к 10 м вод. ст., вследствие чего при снижении напора в водопроводе нормальная работа насосов может нарушиться.

При расчете наружной водопроводной сети наименьший свободный напор в 10 м вод. ст. должен приниматься у наиболее невыгодно расположенного гидранта (наиболее удаленного или высоко расположенного по рельефу местности). Необходимый на-

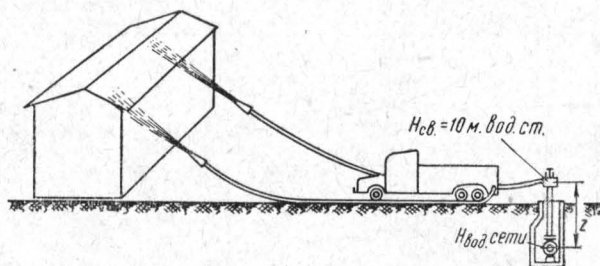


Рис. 8. Подача воды при водопроводе низкого давления.

пор в наружной водопроводной сети у расчетного гидранта — H_c будет складываться (рис. 8) из напора на уровне поверхности земли — $H_{св}$ плюс потери напора в гидранте и стендере — $h_{г. ст}$ (при расчетном пожарном расходе воды) плюс геометрическая высота подъема воды — z (от оси водопроводной трубы до поверхности земли)

$$H_c = H_{св} + h_{г. ст} + z;$$

$h_{г. ст}$ в среднем можно принять равным 2 м вод. ст., $z = 2,5$ м, тогда:

$$H_c = 10 + 2 + 2,5 = 14,5 \text{ м вод. ст.}$$

При водопроводе высокого давления тушение пожара производится непосредственно от гидрантов наружной водопроводной сети. В этом случае на гидрант устанавливается стендер, к которому присоединяются пожарные рукава (рис. 9).

В водопроводе высокого давления напор, необходимый для тушения пожара непосредственно от гидрантов, создается специально установленными на насосной станции стационарными пожарными насосами.

Стационарные пожарные насосы должны быть оборудованы устройством, обеспечивающим пуск насосов не позднее, чем через 5 мин. после подачи сигнала о возникновении пожара.

Свободный напор сети противопожарного водопровода высокого давления должен обеспечивать высоту компактной струи не менее 10 м при расположении ствола на уровне наивысшей точки

самого высокого здания на промышленном объекте или в населенном пункте.

От одного пожарного гидранта могут быть проложены не одна, а несколько рукавных линий, например, шесть рукавных линий (от каждого штуцера через разветвление по три рукавных линии).

Так как все линии, проложенные от гидранта, будут параллельны друг другу для определения необходимого свободного напора достаточно рассчитать одну из них.

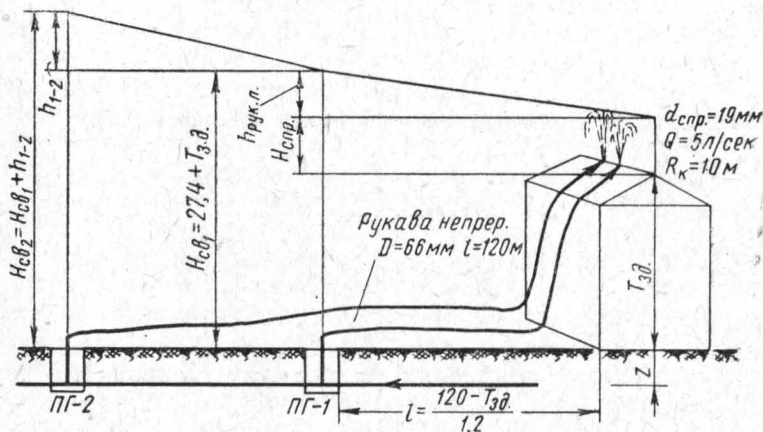


Рис. 9. Подача воды при водопроводе высокого давления.

При этом в расчет принимаются: пожарные рукава непрорезиненные длиной 120 м диаметром 66 мм; стволы со срыском диаметром 19 мм и расходом воды 5 л/сек.

Свободный напор (на уровне поверхности земли) для водопровода высокого давления будет складываться из необходимого напора у срыска $H_{св}$ плюс потери напора в рукавной линии — $h_{рук. л}$ плюс геометрическая высота подъема воды на конек крыши здания — $T_{зд}$:

$$H_{св} = H_{св} + h_{рук. л} + T_{зд}.$$

Необходимый напор у срыска — $H_{св}$ определится по формуле:

$$H_{св} = S_{св} \cdot Q_{св}^2 = 0,634 \cdot 5^2 = 15,85 \text{ м вод. ст.}$$

где $S_{св} = 0,634$ — сопротивление срыска диаметром 19 мм (табл. 11); $Q_{св} = 5 \text{ л/сек}$ — расчетный расход воды.

Потери напора в рукавной линии определяются по формуле:

$$h_{рук. л} = S_{1рук} \cdot n \cdot Q^2 = 0,77 \times 6 \times 5^2 = 11,55 \text{ м вод. ст.}$$

где $S_{1рук} = 0,077$ — сопротивление одного непрорезиненного рукава длиной 20 м и диаметром 66 мм (табл. 12);

$n = 6$ — количество рукавов в 120-метровой линии.

Таблица 11

Сопротивление одного пожарного рукава $S_{1рук}$

Диаметр рукава в мм	Рукава прорезиненные				Рукава непрорезиненные		
	50	65	76	89	50	65	76
Сопротивление одного рукава $S_{1рук}$ (длиной 20 м)	0,13	0,035	0,015	0,00385	0,24	0,077	0,03

Таблица 12

Сопротивление sprысков пожарных стволов $S_{спр}$

Диаметр sprыска в мм	13	16	19	22	25	28	32	38
Сопротивление sprыска $S_{спр}$	2,89	1,26	0,634	0,353	0,212	0,134	0,079	0,040

Таким образом, подставляя в формулу свободного напора $H_{спр} = 15,85$ м вод. ст. и $h_{рук.л} = 11,55$ м вод. ст. получим:
 $H_{св} = 15,85 + 11,55 + T_{зд}$ или $H_{св} = 27,4 + T_{зд}$.

Необходимый напор в наружной водопроводной сети у расчетного гидранта — H_c будет слагаться из напора на уровне поверхности земли — $H_{св}$ плюс потери напора в гидранте и стендере — $h_{2.см}$ при расчетном пожарном расходе воды плюс геометрическая высота подъема воды — z (от оси водопроводной трубы до поверхности земли или иначе глубина заложения труб), которая принимается в среднем 2,5 м.

$$H_c = H_{св} + h_{2. см} + z.$$

Общие потери напора в гидранте и стендере при расходе 5 л/сек принимаются равными 2 м вод. ст.

Подставляя в формулу напора водопроводной сети $z = 2,5$ м, $h_{2.см} = 2$ м и $H_{св} = 27,4 + T_{зд}$, получим $H_c = 27,4 + T_{зд} + 2 + 2,5$.

После округления получим необходимый расчетный напор в наружной водопроводной сети у расчетного гидранта водопровода высокого давления:

$$H_c = 32 + T_{зд}.$$

Зная высоту здания, согласно полученным формулам можно легко определить величины свободного напора у расчетного гидранта и напор в водопроводной сети высокого давления.

Согласно табл. 5 и 6, необходимые для целей наружного пожаротушения (на 1 пожар) расходы воды могут быть: для населенных пунктов от 5 до 80 л/сек и для промышленных предприятий от 5 до 40 л/сек.

Чем больше будут потери напора в гидранте и стендере, тем меньше будет получаемый расход воды. Так, например, от одного пожарного гидранта диаметр = 125 мм можно получить расход воды порядка $30 \div 40$ л/сек.

В том случае, когда требуются большие расходы воды у расчетного здания должно быть установлено два-три гидранта, по возможности одинаково удаленных от здания. От гидранта, расположенного от здания на расстоянии более $\frac{120-T}{1,2}$ необходимо будет прокладывать в каждой линии не шесть, а большее количество пожарных рукавов. Чем больше длина рукавных линий, тем больше будут потери напора в ней и, следовательно, меньше получаемый расход воды, а также меньше радиус действия компактной части струи.

Но так как удаленный от здания пожарный гидрант будет ближе расположен к насосной станции, то и свободный напор в нем будет больше, чем у расчетного гидранта (наиболее удаленного от насосной станции) на величину потерь напора $h_2 - 1$ в водопроводной сети от второго до первого гидранта (см. рис. 9).

Эта разница в свободных напорах будет использована на преодоление излишних сопротивлений в рукавной линии $h_{рук.л}$ гидранта № 2.

При расчете водопроводов высокого давления необходимый расчетный напор у расчетного гидранта должен быть обеспечен при условии подачи полного расхода воды на нужды пожаротушения и максимального расхода воды на другие нужды (хозяйственно-питьевые, производственные).

Глава III

ВОДОПРИЕМНЫЕ И ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

§ 8. Источники водоснабжения

Источники водоснабжения могут быть подземные и поверхностные. Выбор того или иного источника водоснабжения зависит от многих факторов, определяемых местными природными условиями, и должен быть обоснован технико-экономическими соображениями, а для питьевого водоснабжения — и санитарными соображениями. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения используют подземные источники, не требующие, как правило, очистки воды (например, артезианские воды) или требующие только обеззараживания воды.

В тех случаях, когда дебит (приток) подземных водоисточников недостаточен, используются поверхностные источники. Так, например, для промышленных предприятий (металлургические, химические заводы, бумажные фабрики и т. д.) и крупных городов.

Для водоснабжения используются подземные воды, залегающие на различной глубине и в различных породах.

Подземные воды (рис. 10) подразделяются на:

1. Почвенные воды 1, находящиеся в верхних слоях земли, для водоснабжения они не используются, так как подвержены загрязнению;

2. Грунтовые воды 2. Они располагаются на значительной глубине, сверху водонепроницаемым слоем не покрыты. Для забора грунтовой воды устраиваются буровые скважины 7 и шахтные колодцы 8.

3. Межпластовые воды 3. Они располагаются между водонепроницаемыми пластами земли 4 и могут быть напорными и безнапорными.

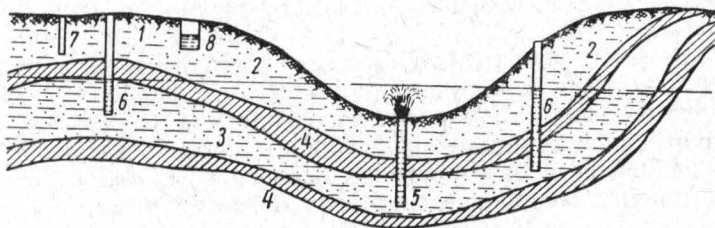


Рис. 10. Схема залегания подземных вод.

При устройстве скважины трубчатого колодца 5 в напорном водонасосном слое, уровень воды в котором выше поверхности земли, вода будет изливаться на поверхность земли. Скважину в этом случае называют артезианской (напорной) самоизливающейся. Если вода из скважины не выходит на поверхность земли, то такую скважину 6 называют артезианской не самоизливающейся скважиной.

4. Ключевые воды — подземные воды, выходящие на поверхность.

§ 9. Сооружения для забора подземных вод

Для получения подземной воды устраивают:

1. Каптажные камеры, если подземная вода выходит на поверхность земли в виде нисходящих (безнапорных) и восходящих (напорных) ключей.

2. Горизонтальные водосборы.

3. Шахтные колодцы, если глубина водоносного слоя не более 25—30 м.

4. Трубчатые колодцы (буровые скважины), если глубина водоносного слоя более 30 м.

Конструкция каптажных камер зависит от того, какой имеется ключ. Напорные восходящие ключи (рис. 11) встречаются в равнинной местности. В них вода поднимается снизу вверх. Для того, чтобы вода не растекалась и имела максимальный выход, применяют круглые колодцы, дно которых устилают гравийно-песчаным фильтром, через который поступает вода.

Безнапорные нисходящие ключи встречаются в пересеченной гористой местности; в них вода движется сверху вниз. Камеры в этом случае устраиваются в виде горизонтального водосбора, перехватывающего подземный поток (рис. 12).

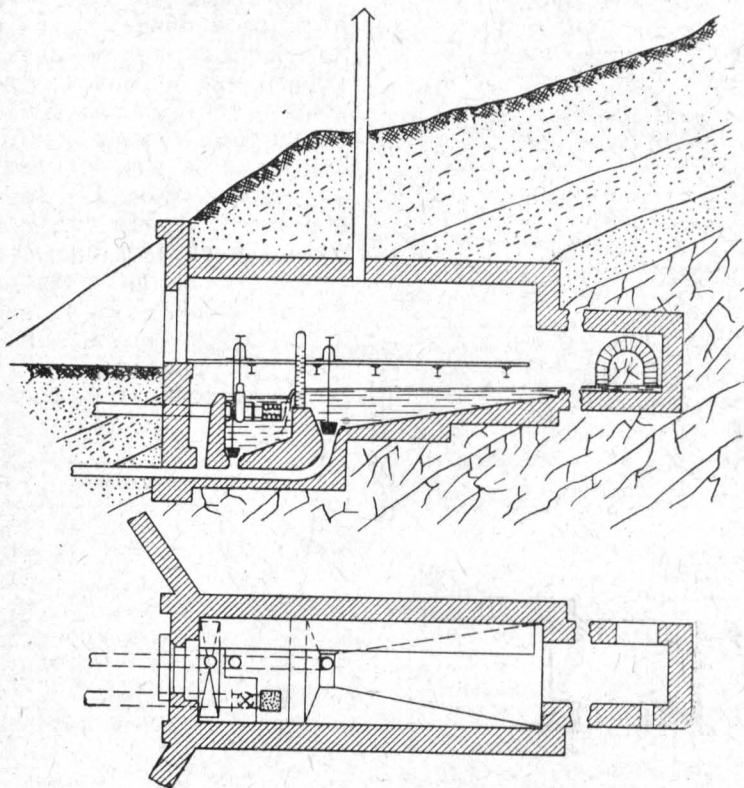


Рис. 11. Каптаж нисходящего ключа.

При напорных и безнапорных ключах могут устраиваться несколько камер. Вода из камер поступает в сборный резервуар, откуда забирается насосами насосной станции I подъема.

Горизонтальные водосборы применяются при малом дебите водоносного пласта и небольшой глубине его залегания (не более 5—10 м).

Горизонтальные водосборы устраивают из железобетонных, бетонных (рис. 13), чугунных, керамических труб с круглыми или щелевыми отверстиями и из каменных или кирпичных галерей. При строительстве галерей кладка стен ведется без раствора и вода поступает в водосбор через незаделанные швы. Снаружи стенки горизонтального водосбора обсыпаны гравием, сверху галереи уложены слои: грунта, составляющего водоносный пласт, крупного песка, мелкого песка, глины и земли.

Для сбора воды из горизонтальных водосборов устраивают водосборный колодец, откуда вода забирается насосами I подъема и подается или непосредственно потребителю или в запасной резервуар.

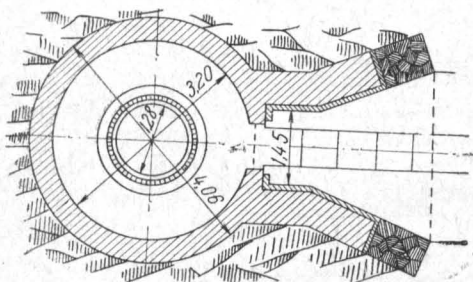
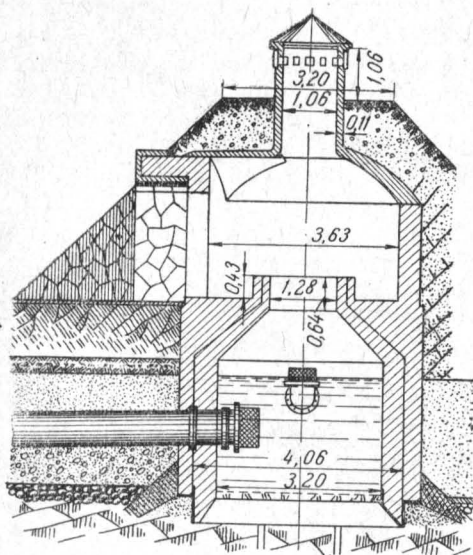


Рис. 12. Каптаж восходящего ключа.

Шахтные колодцы устраивают из кирпича, камня бетона, железобетона и как временные—из дерева. Поступает вода в шахтный колодец через отверстия в нижней части стенок и через дно. Из шахтных колодцев А (рис. 14) вода забирается сифоном (если динамический уровень воды от поверхности земли расположен на глубине 10—12 м) или специально установленными насосами (см. рис. 14).

Из нескольких шахтных ко-

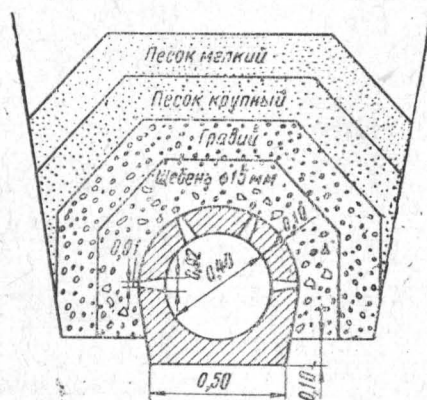


Рис. 13. Бетонная труба и схема дренажа для сбора подземных вод.

лодцев вода собирается в специальный водосборный колодец Б, откуда забирается насосами и подается или непосредственно потребителям или в запасные резервуары.

Сифон состоит из трубопровода 3, опущенного ниже уровня воды в сборный колодец — Б, трубопровода 2, уложенного с небольшим подъемом в сторону сборного колодца Б и водоподъемных трубопроводов 1. Для удаления воздуха, выделяющегося из воды и проникающего в сифон через неплотности, устанавливается воздушный колпак 4.

При помощи вакуум-насоса из трубопроводов 1, 2 и 3 выкачивается воздух и создается разрежение. Под действием атмос-

ферного давления, а также при наличии разности уровней воды между шахтными колодцами *А* и водосборным колодцем *Б*, вода из шахтных колодцев начнет поступать в водосборный колодец.

Шахтные колодцы используются для небольших водопроводов. Для крупных централизованных систем водоснабжения шахтные колодцы устраиваются редко, так как в этих случаях экономичнее является использование хотя и глубоких, но более мощных водоносных пластов с забором воды при помощи трубчатых колодцев.

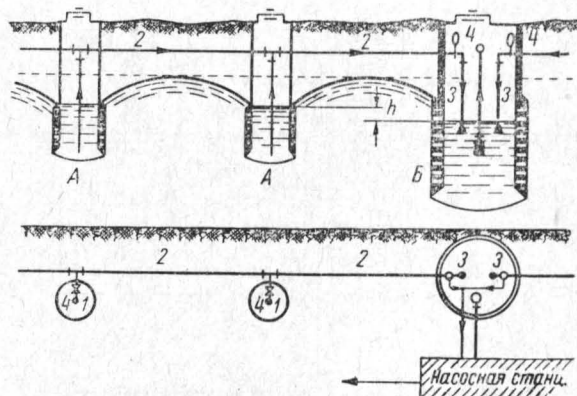


Рис. 14. Схема забора воды шахтными колодцами.

Трубчатый колодец устраивается закреплением стенок скважины обсадными трубами из чугуна или стали (диаметром 150—600 мм).

Скважина строится путем бурения, поэтому трубчатые колодцы часто называют буровыми колодцами или буровыми скважинами.

Вода из безнапорных буровых скважин 7 (см. рис. 10), а также не самоизливающихся напорных (вода в них поднимается до определенного уровня) артезианских скважин 6 забирается при помощи:

1) погружных центробежных или пропеллерных насосов. Электромоторы 1 в этом случае могут опускаться в скважину вместе с насосами 3 или располагаться над скважиной и соединяться с насосом через специальный вал 2 (рис. 15);

2) штанговых (поршневых) насосов;

3) системы «Эрлифт» (рис. 16) или иначе сжатого воздуха, который компрессорами 1 по воздушной трубе 2 нагнетается в нижнюю часть водяной трубы 3 скважины. В этом случае в скважине образуется смесь воды с воздухом, которая легче чем вода, находящаяся около скважины, и вода, поступающая в скважину. Вода в смеси с воздухом поднимается на поверхность и попадает в воздухоотделитель 4. Воздух отделяется и через вентиляционный стояк 5 (над скважиной) выходит. Из воздухоотделителя вода

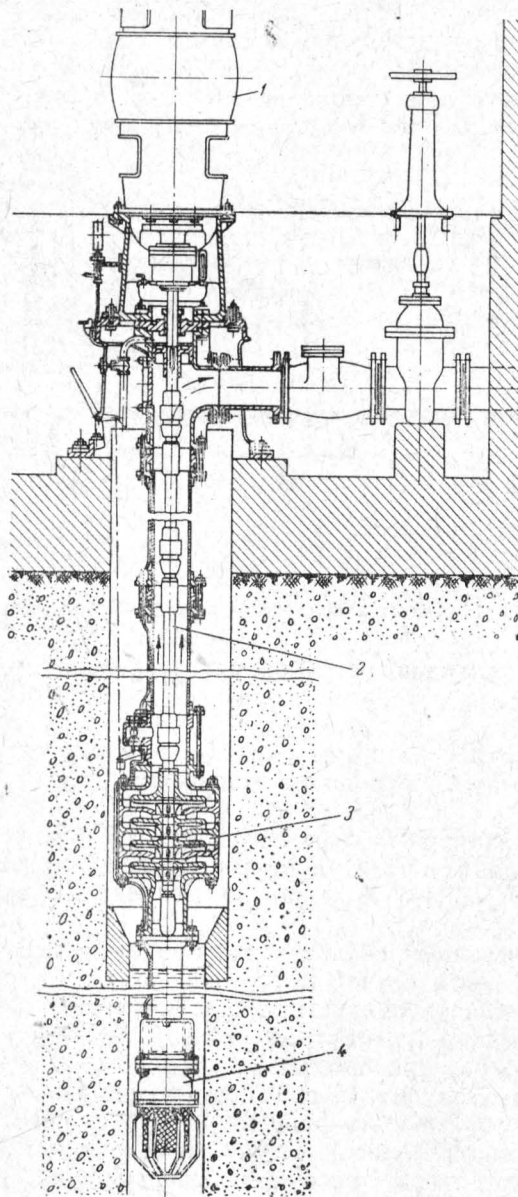


Рис. 15. Погружной насос.

поступает самотеком в запасной резервуар 7. Для выравнивания неравномерности работы компрессора устанавливается ресивер 6. Недостатком воздухоподъемников системы «эрлифт» является малый к. п. д., составляющий около 25—35%. Однако, вследствие простоты и надежности устройства, такие системы нашли широкое применение.

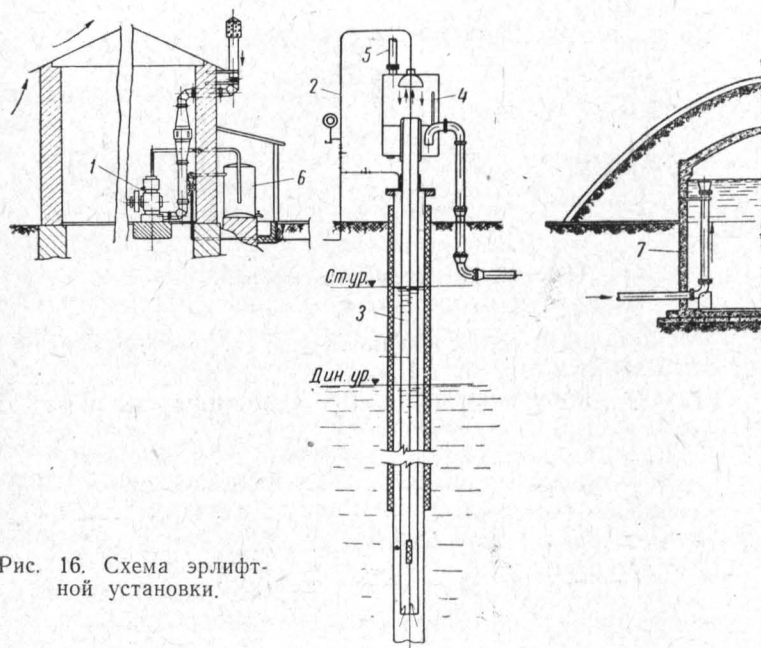


Рис. 16. Схема эрлифтной установки.

При наличии напорной самоизливающейся артезианской буровой скважины установка насосов не требуется. Вода под естественным напором по трубам отводится в запасной резервуар.

Уровень подземной воды до откачки ее на поверхность называется статическим. При откачке воды из скважины или колодца уровень воды понизится и установится на определенном горизонте, который называется динамическим. У шахтного колодца или скважины самый низкий динамический уровень воды. Чем дальше, от скважин тем уровень воды выше.

В вертикальном разрезе понижение уровня воды изображается кривой, которая называется кривой депрессии (рис. 17).

Область, ограниченная кривыми депрессии, называется депрессионной воронкой.

Радиус депрессионной воронки — R называется радиусом влияния колодца (шахтного, трубчатого). Рядом расположенные колодцы при заборе воды будут влиять друг на друга.

Общая производительность таких колодцев может быть намного меньше, чем при работе их на больших расстояниях. По-

этому колодцы располагают на таком расстоянии, чтобы они не влияли на работу друг друга.

Количество воды, которое может быть получено при понижении динамического уровня на 1 м, называется удельным дебитом данного водоносного горизонта, так, например (рис. 18) стати-

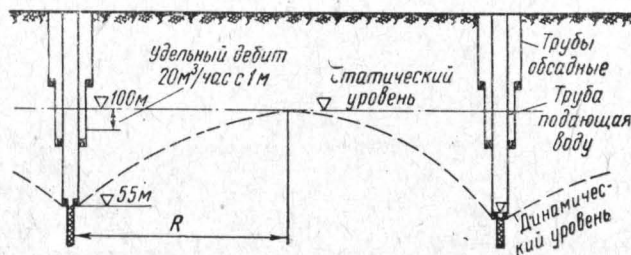


Рис. 17. Депрессионные воронки.

ческий уровень воды в скважине на 50,0 м ниже поверхности земли. Удельный дебит 20 м³/час с 1 м.

По расчету производительность скважины должна быть 100 м³/час.

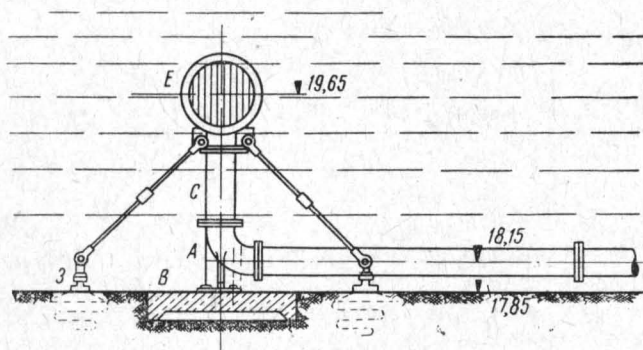


Рис. 18. Забор воды из глубоких рек.

Тогда динамический уровень установится на $\frac{100}{20} = 5$ м ниже статического уровня воды в скважине, т. е. ниже поверхности земли на $50 + 5 = 55$ мм.

§ 10. Сооружения для забора воды из поверхностных источников

К поверхностным водоисточникам относятся реки, озера и моря, а также водохранилища, образуемые на реках при устройстве плотин, для регулирования стока воды при незначительном дебите, например в летний период.

Сооружения для приема воды из поверхностных водоисточников называются водоприемниками. Из водоприемника вода по самотечному трубопроводу поступает в водосборный колодец, откуда забирается насосами насосной станции I подъема.

Водоприемник, самотечный трубопровод и водосборный колодец являются водозаборными сооружениями.

Самотечный трубопровод и водосборный колодец, в некоторых случаях могут отсутствовать, например при наличии береговых водоприемников.

Водозаборные сооружения по своей конструкции бывают различными.

По месту расположения все водоприемники можно разделить на русловые и береговые.

Русловые водоприемники забирают воду на некотором расстоянии от берега.

Береговыми водоприемниками называются такие, с помощью которых прием воды производится у берега водоисточника.

Кроме русловых и береговых водоприемников имеются специальные типы водоприемников: ковшовые, плавучие, передвижные и т. д.

Водоприемники могут быть устроены отдельно от насосной станции I подъема или объединены с ней.

Конструкция водоприемника и в целом водозаборных сооружений для рек зависит от колебания горизонтов реки и длительности стояния высоких вод, скорости движения воды, горизонта ледохода и толщины льда, а также от профиля поперечного сечения реки, характера грунта русла реки, качества воды (чистая, мутная) и направления движения взвешенных и особенно донных наносов.

Водозаборные сооружения располагают на участке реки с устойчивым руслом и с достаточными для забора воды постоянными глубинами.

Для глубинных рек с чистой водой применяются русловые водоприемники, простейшим из которых является стояк из чугунных или стальных труб. Для уменьшения засасывания в водоприемник движущихся в воде взвешенных частиц к концу колена прикрепляется воронка, в которой уменьшается скорость движения воды, а следовательно уменьшается засасывание плавающих тел. На конец воронки надевается решетка, которая предотвращает попадание крупных тел (см. рис. 18).

На судоходных или сплавных реках водоприемник из труб легко может повреждаться судами и сплавляемым лесом. Поэтому такие водоприемники защищают ряжевой или каменной облицовкой. Ряжевый водоприемник (рис. 19) изготавливается из бревен с двойными стенками со щелевыми отверстиями и днищем.

В промежутки между стенками засыпается крупный камень, придающий водоприемнику устойчивость. Такого типа водоприемник может быть устроен из каменной кладки или бетона.

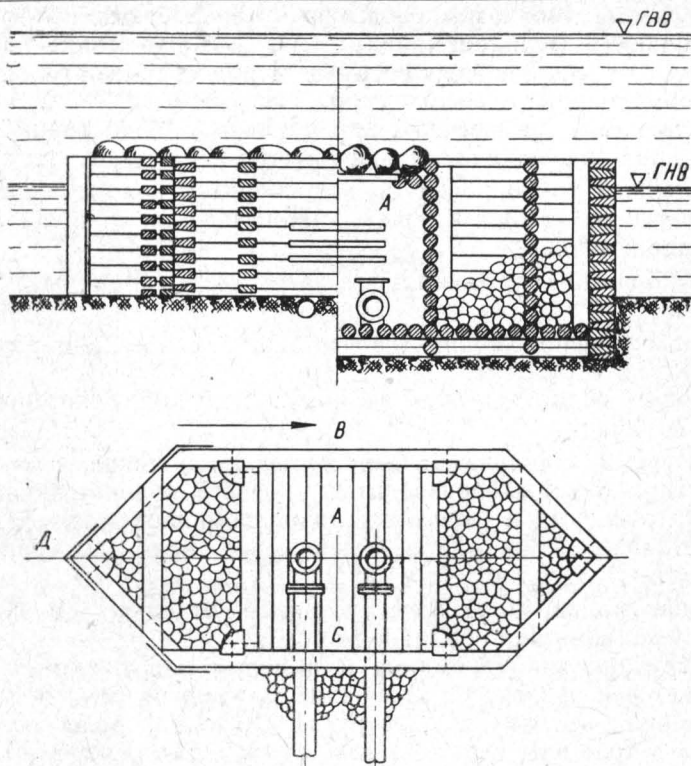


Рис 19. Ряжевый водоприемник.

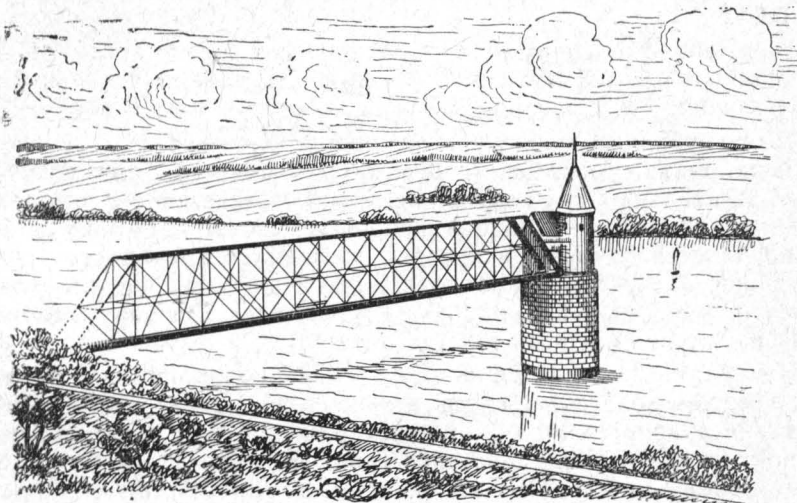


Рис. 20. Криб-водоприемник.

Для рек с сильно колеблющимся горизонтом воды применяют русловые водоприемники — кривы (рис. 20) в виде мостового быка с ледорезом. В стенках кривы на разных высотах расположены окна, через которые попадает вода в него при различных стояниях горизонта воды. В криве установлены насосы, которые забирают воду из него и по трубопроводам на чистые сооружения.

Если вода в реке чистая и берега крутые, применяются водоприемники берегового типа. Береговые водоприемники могут быть отдельные и совмещенные с насосной станцией 1 подъема. Чаще всего встречаются береговые водоприемники, совмещенные с помещением насосной станции как дешевые при строительстве и удобные в эксплуатации. Береговые водоприемники разделяются на секции для того, чтобы можно было производить очистку и ремонт без остановки работы сооружения в целом (рис. 21).

В том случае, когда в реке вода мутная с большим количеством взвешенных частиц, применяются ковшевые водозаборы (рис. 22). Вода, попав в ковш, замедляет скорость

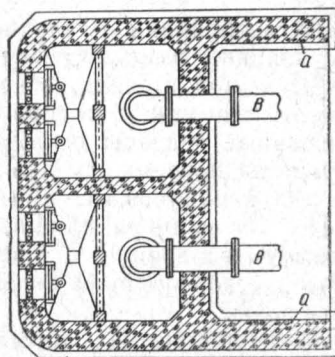
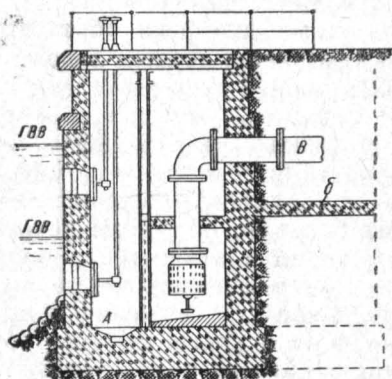


Рис. 21. Водоприемник берегового типа для рек с большим колебанием горизонта воды.

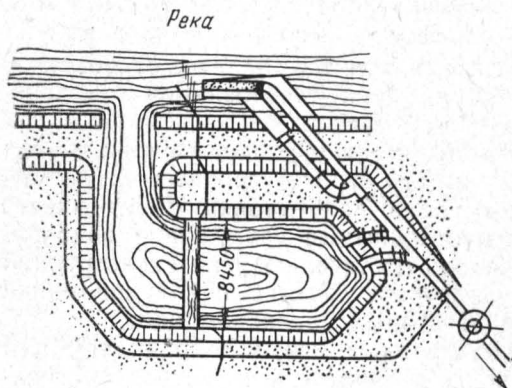


Рис. 22. Водоприемник-ковш.

движения, вследствие чего взвешенные частицы осаждаются на дно, в основном при входе в ковш.

На реках с быстрым течением в осенний период, когда еще не образовался ледяной покров на дне на камнях, решетках водоприемника образуется глубинный лед.

Глубинный лед образуется в результате переохлаждения воды, находящейся в состоянии тур-

булентного движения, т. е. постоянного ее перемешивания, обуславливающего быстрый теплообмен между поверхностными и придонными слоями. При соприкосновении переохлажденного слоя воды с поверхностью дна реки или какими-либо твердыми предметами дна реки образуется твердый глубинный лед, который называется донным льдом.

Всплывший глубинный лед называется шугой. Шуга имеет вид губчатой массы, которая может занимать почти все течение реки. И глубинный лед и шуга забивают решетки водозаборных устройств, вследствие чего уменьшается поступление воды в водопровод, а иногда прекращается полностью. Глубинный лед сбивают баграми, обратным током воды или применяют подогрев воды паром или электроприборами. Для борьбы с шуголедовыми помехами применяют также шугоотбойники и ковшевые водозаборы. Скорость движения воды в ковше незначительная, благодаря чему в ковше быстрее образуется сверху ледяной покров, препятствующий образованию глубинного льда, а следовательно и шуги.

Шугоотбойники плавучие ограждающие устройства состоят из связанных вместе бревен, окаймляющих водоприемник.

В водохранилищах, озерах и водоемах вода почти не имеет течения или имеет течение, но очень слабое. Благодаря этому взвешенные частицы осаждаются на дно вблизи берегов. Ввиду отсутствия течения на дне могут скапливаться мощные отложения ила, взмучивающие при сильных ветрах.

Так как водохранилища, озера и водоемы имеют большую поверхность испарения, происходит увеличение концентрации солей в воде, минерализация воды и увеличение вследствие этого жесткости воды.

Особенностью некоторых водохранилищ является периодическое изменение уровня воды — от максимального при наполнении до минимального при сработке водохранилища. В больших озерах возможно образование донного льда.

Водозаборные сооружения на водохранилищах часто совмещают с сооружениями плотинного узла (с донным водоспуском, водосбросами и т. д.).

Если упомянутые сооружения находятся далеко от объектов водоснабжения с целью экономии предусматриваются отдельностоящие водоприемники.

Типы водоприемников на водохранилищах, водоемах и озерах мало чем отличаются от речных. Это отличие сводится к следующему. Простейший водоприемник в виде стояка имеет вместо воронки цилиндрическую сетку. Защитные сооружения водоприемников вместо вытянутых (вдоль по течению реки) конструкций имеют круглую симметричную форму. Береговые водоприемники также мало чем отличаются от речных водоприемников.

Сооружения для забора воды из водоемов, водохранилищ, озер с меняющимся горизонтом воды должны иметь такую конструкцию, чтобы можно было забирать воду с разной глубины, в связи

с чем водоприемные отверстия располагаются не менее чем в два яруса. Нижние отверстия располагаются ниже нижнего горизонта воды.

§ 11. Улучшение (очистка) качества воды

Способ и степень очистки воды зависят от того, на какие нужды подается вода (хозяйственно-питьевые, производственные и т. д.), а также, какого качества природная (сырая) вода.

Совершенно чистой воды в природе не существует. Всякая вода имеет те или иные механические и химические примеси.

К механическим примесям относятся: песок, ил, глина, находящиеся в воде во взвешенном состоянии.

К химическим примесям относятся различные растворенные в воде вещества; гипс, известь, соли железа, магnezия, кальций, аммиак, хлор, различные кислоты и т. д.

От количества солей кальция и магния вода может быть жесткой или менее жесткой (мягкой).

Различают карбонатную жесткость (содержание в воде двууглекислых солей кальция и магния) и некарбонатную, содержание других солей Са и Mg (сульфаты, хлориды, нитраты и др.).

Жесткость воды измеряется в миллиграмм-эквивалентах на 1 л воды ($\text{мг/экв} \cdot \text{л}$).

Для получения значения жесткости количество вещества (в мг/л), обуславливающего жесткость, необходимо разделить на его эквивалентный вес.

До 1951 г. жесткость воды измерялась в градусах (немецких).

1° жесткости соответствует 0,357 $\text{мг/экв} \cdot \text{л}$ и 1 $\text{мг/экв} \cdot \text{л}$ соответствует 2,8° жесткости.

Принято называть воду мягкой, если она имеет общую суммарную жесткость от 0 до 2,86 $\text{мг/экв} \cdot \text{л}$ (от 0 до 8°); вода средней жесткости от 2,86 до 6,43 $\text{мг/экв} \cdot \text{л}$ (от 8 до 18°) и вода жесткая с жесткостью выше 6,43 $\text{мг/экв} \cdot \text{л}$ (более 18°).

Поверхностные воды (рек, озер, прудов) являются водами мягкими или средней жесткости. Подземные воды, как правило, являются водами жесткими. Очень высокой общей жесткостью (до 180—200 $\text{мг/экв} \cdot \text{л}$) обладает морская вода.

Для производственного водоснабжения требуется обычно, мягкая вода. Жесткая вода оказывает большое влияние на срок эксплуатации технологических аппаратов, котлов и т. д. из-за образования осадков солей и накипи. Для питьевых целей жесткая вода более полезна, чем мягкая. Общая жесткость воды, применяемой для хозяйственно-питьевых нужд, не должна по ГОСТ превышать 7 $\text{мг/экв} \cdot \text{л}$.

Соли карбонатной жесткости выпадают в осадок не только при нагревании, но и при нормальных температурах вследствие потери уголекислоты; в результате этого происходит постепенное зарастание труб водопроводной сети, за счет чего уменьшается диаметр, увеличиваются потери напора в сети, а следовательно уменьшается и расход воды.

В воде природных источников содержатся также кислород O_2 , углекислота CO_2 и сероводород H_2S . Присутствие в воде газов способствует коррозии металлических стенок труб, водопроводной арматуры, резервуаров и т. д.

Для противопожарного водоснабжения качество воды не имеет существенного значения; в этом случае выбор источника водоснабжения зависит от того, с каким водопроводом (хозяйственно-питьевым или производственным) объединен противопожарный водопровод.

Однако для противопожарного водоснабжения желательно, чтобы вода не была особенно грязной, по возможности была свободна от механических примесей, присутствие которых быстро изнашивает насосы, соединительные полугайки и стволы. Желательно также, чтобы вода не была насыщена большим количеством солей, кислот и газов, так как присутствие их в воде вызывает коррозию всех частей водопровода, а также и пожарных насосно-рукавных систем.

При кислой реакции воды сильно возрастают ее коррозионные свойства. Реакция воды характеризуется концентрацией в ней водородных ионов (pH — потенция водорода). При нейтральной реакции (т. е. не кислой и не щелочной) $pH=7$, при кислой реакции $pH < 7$; при щелочной реакции $pH > 7$. Согласно ГОСТу, вода, подаваемая хозяйственно-питьевым водопроводам, должна иметь pH в пределах 6,5—9,5. При низких значениях pH , т. е. при кислой реакции воды, сильно возрастает ее корродирующее действие.

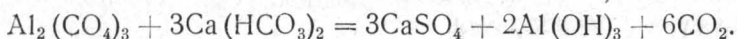
Основными способами очистки воды являются осветление и обеззараживание (дезинфекция).

Осветление (устранение из воды взвешенных веществ) производится при помощи:

- а) отстаивания воды в отстойниках;
- б) пропуска воды через слой ранее выпавшего взвешенного осадка в специальных осветлителях;
- в) фильтрованием воды через слой зернистого фильтрующего материала в фильтрах.

Для ускорения процесса отстаивания в воду добавляют коагулянт (сернокислый алюминий — $Al_2(SO_4)_3$ или иначе глинозем, железный купорос — $FeSO_4$ и хлорное железо — $FeCl_3$).

Смешивание неочищенной воды с коагулянтом происходит в смесителях. Наибольшее распространение имеют перегородчатые смесители (лоток с перегородками под углом 45°) и дырчатые смесители (лоток с дырчатыми перегородками). Из смесителя вода поступает в хлопьеобразователь, называемый камерой реакции (рис. 23). В камере реакции коагулянт вступает в химическую реакцию с присутствующими в воде двууглекислыми солями (бикарбонатами) кальция и магния, в результате чего образуются хлопья гидроксиды алюминия — $Al(OH)_3$.



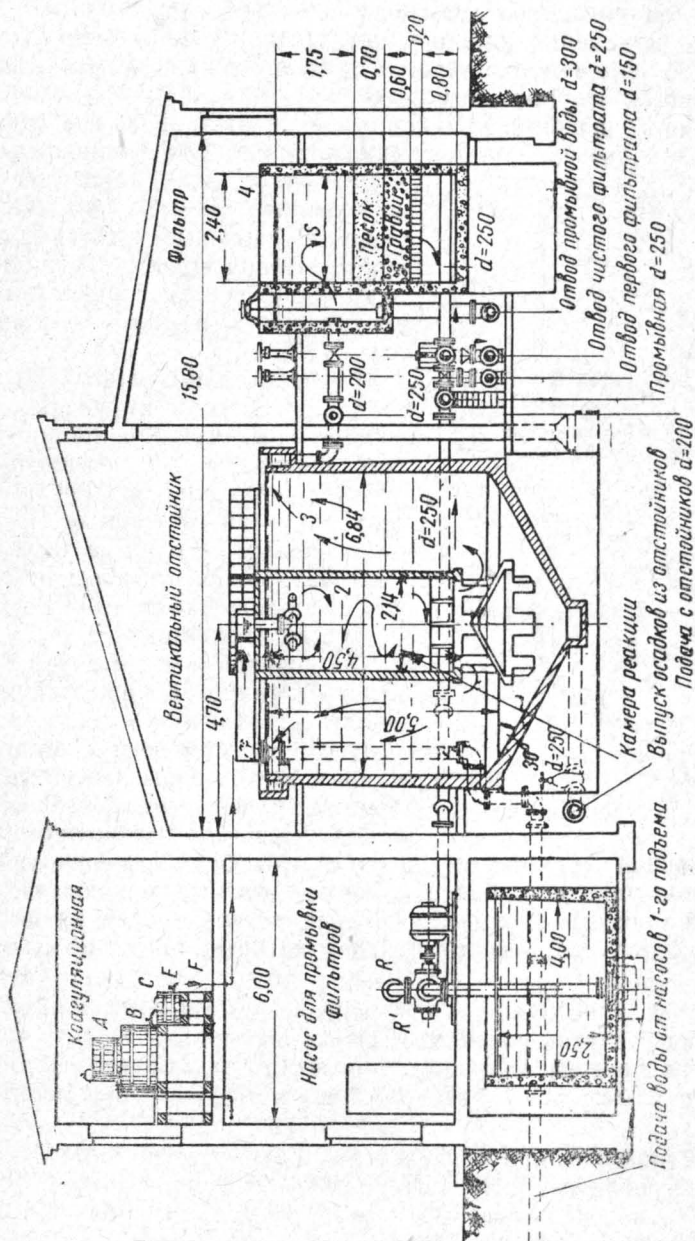


Рис. 23. Фильтро-отстойная очистная станция.

Для получения крупных хлопьев необходимо, чтобы вода находилась в камере реакции 15—30 мин. при условии хорошего ее перемешивания. Перемешивание может производиться при помощи придания воде вращательного движения (водоворота); неоднократного изменения направления движения воды в камере, механического перемешивания воды мешалкой и создания ускоренного (вихревого) движения воды.

Из камеры реакции вода поступает в отстойник, где скорость движения ее незначительная, вследствие чего осаждается 60—75% взвешенных тяжелых частиц и бактерий. В зависимости от направления движения воды отстойники бывают чаще всего горизонтальные, вертикальные и реже — радиальные.

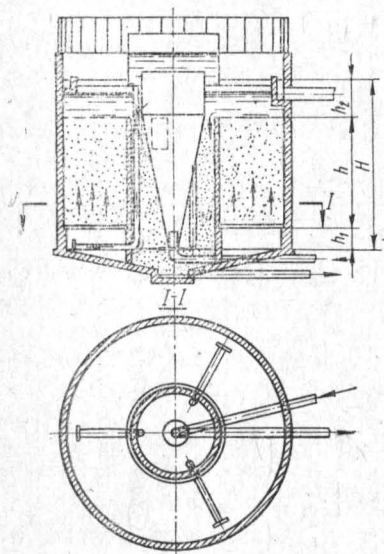


Рис. 24. Осветлитель с вихревой камерой реакции.

Горизонтальный отстойник представляет собой прямоугольный резервуар, вытянутый в направлении движения воды. Вода медленно поступает через водосливной желоб в верхней части отстойника, с одной из торцовых сторон, а выходит с другой торцовой стороны по желобу, расположенному также в верхней части отстойника.

За последние годы в СССР вместо отстойников широко стали применять осветлители со взвешенным осадком. Осветляемая с коагулированием взвесь воды в осветлителях быстро проходит через слой осадка, находящегося во взвешенном состо-

янии. Взвешенные частицы способствуют большому укрупнению хлопьев коагулянта, а более крупные хлопья увлекают за собой большее количество мути. Слой взвешенных хлопьев представляет собой своего рода фильтр, через который проходит осветляемая вода.

По своей конструкции осветлители во многом напоминают вертикальные отстойники (рис. 24).

Процесс осветления воды в осветлителях протекает намного быстрее и с меньшим расходом коагулянта, чем в обычных отстойниках.

Из отстойников или осветлителей вода поступает на фильтры. В качестве фильтрующего материала могут применяться: кварцевый речной песок, кварцевый карьерный песок, дробленый антрацит, дробленый мрамор. Фильтрующий материал располагается слоями различной, постепенно возрастающей сверху вниз крупности.

Фильтры могут быть безнапорные или самотечные (открытые) и напорные (закрытые).

В безнапорных фильтрах вода проходит через фильтрующий материал под напором столба воды, находящейся в фильтре (рис. 25, а).

Напорные фильтры полностью заполнены водой. Вода проходит через фильтрующий материал под напором, создаваемым насосами.

При предварительном коагулировании взвеси, как указывалось выше, образуются крупные хлопья, которые лучше задерживаются фильтром, что позволяет ускорить скорость фильтрации до 5—7 м/час.

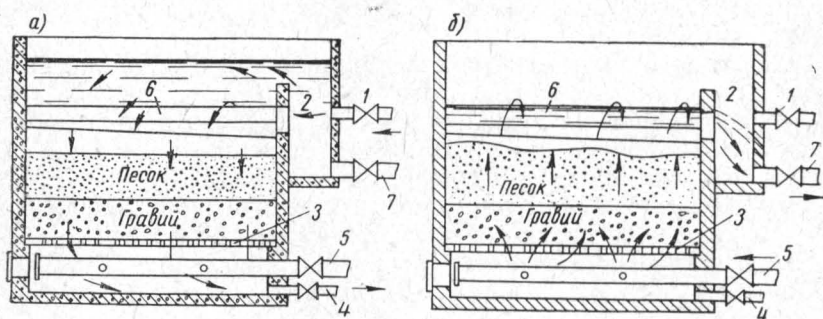


Рис. 25. Открытый скоростной фильтр:

а — при фильтрации; б — при промывке; 1 — подающий трубопровод; 2 — подающий желоб; 3 — дырчатое днище; 4 — отводящий трубопровод; 5 — трубопровод для подачи воды на промывку фильтра; 6 — промывные желоба; 7 — отводящий трубопровод после промывки фильтра.

Постепенно тело фильтра забивается взвешенными в воде частицами, а следовательно и уменьшается скорость фильтрации. Для восстановления фильтрующей способности фильтра, производят его промывку обратным током чистой воды (рис. 25, б), которую забирают насосом из резервуара чистой воды или из установленного на достаточной высоте бака.

Промывку фильтра производят 1—2 раза в сутки (в зависимости от качества сырой воды). Дополнительно к промывке обратным током воды, в последнее время, стали применять поверхностную промывку.

Для производственных нужд, если не требуется вода особого качества, применяют фильтрацию на крупнозернистых фильтрах со скоростью фильтрации до 10—15 м/час, а иногда 50—100 м/час при сверхскоростных фильтрах.

Промывка фильтров производится в 7—10 раз быстрее, чем само фильтрование. Продолжительность промывки скоростных фильтров 4—5 мин.

После фильтрования, если вызывается необходимость вода поступает на дезинфекцию, которая производится при помощи газообразного (жидкого) хлора или хлорной извести. Для того что-

бы вода не имела запаха хлора, в воду добавляют аммиак или растворы его солей. Хлорирование с аммонизацией снижает хлоропоглощаемость, стабилизирует остаточный хлор, усиливает бактерицидный эффект, предупреждает рост бактерий, улучшает вкусовые качества воды и снижает расход хлора.

В последнее время в результате работ, проведенных в Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова тов. В. Ф. Соколовым и Т. К. Сиденко, для обеззараживания воды на водопроводах Уфы, Стерлитамака, Тамбова, Новокраматорска и других применяются бактерицидные ультрафиолетовые лучи, которые денатурируют воду, обладают более широким абиотическим действием по сравнению с хлором. Бактерицидное действие этих лучей проявляется мгновенно и воду сразу же после облучения можно употреблять.

При подаче воды на хозяйственно-питьевые нужды иногда приходится устранять запахи и привкусы воды, если таковые имеются, при помощи следующих веществ: серноватистокислого натрия (Na_2SO_3), сернистого газа (SO_2), порошкообразного активированного угля, марганцовокислого калия (KMnO_4).

Сырая вода, главным образом подземная, часто содержит железо в виде растворенных солей или коллоидной взвеси.

При поглощении железом кислорода образуются хлопья гидрата окиси железа, от которого вода получает бурый цвет и неприятный вкус.

Хлопья гидрата окиси железа, выпадая в осадок, вызывают зарастание водопроводных труб, фильтров трубчатых и шахтных колодцев, горизонтальных водосборов и т. д.

Обезжелезивание воды чаще всего производят при помощи аэрации, т. е. разбрызгивания воды на капельных градирнях или брызгальных бассейнах. В градирнях вода проходит сверху через слой кокса или шлака, где и задерживается гидроокись железа.

Таким же путем производят удаление из воды марганца с последующим фильтрованием через фильтры, загруженные дробленым пиролюзитом. Морскую воду, имеющую большое количество солей, опресняют при помощи выпаривания воды и охлаждения пара, в результате чего получается конденсат, не содержащий растворенных солей.

§ 12. Противопожарные требования, предъявляемые к источникам водоснабжения и сооружениям I подъема

В качестве источника водоснабжения проектируемого объекта (для хозяйственно-питьевых, производственных или пожарных целей) прежде всего должны приниматься существующие районные, городские или промышленные водопроводы при достаточной их мощности.

При недостаточной мощности существующего водопровода может производиться его расширение, реконструкция или постройка дополнительных сооружений (станций подкачки воды, резервуаров и т. п.).

В тех случаях, когда не имеется вышеуказанных водопроводов в качестве источника водоснабжения принимаются реки, озера или подземные воды.

Поверхностные источники водоснабжения должны обеспечивать возможность забора из них расчетного расхода воды в маловодный год не менее 97% для производственных водопроводов и не менее 95% — для хозяйственно-питьевого водопровода.

Для небольших хозяйственно-питьевых и пожарных водопроводов принимаются подземные воды, не требующие очистки (осветления). Неглубоко залегающая вода подземных источников иногда нуждается в дезинфекции ввиду возможности попадания в нее болезнетворных бактерий (с просачивающимися поверхностными стояками).

Если водопровод предназначен только для пожаротушения, то источник водоснабжения, водозаборные сооружения и насосная станция в любое время должны обеспечить подачу полного расчетного пожарного расхода воды $Q_{\text{пож}}$.

При объединенных водопроводах, например, хозяйственно-питьевом противопожарном или производственно-противопожарном, источник водоснабжения, а также сооружения I подъема (водозабор, насосная станция I подъема, очистные сооружения) должны обеспечить необходимое количество воды для хозяйственно-питьевых или производственных нужд, а также расход воды на восстановление после пожара неприкосновенного противопожарного запаса воды q_v .

Максимальный срок восстановления неприкосновенного противопожарного запаса воды должен быть не более:

а) 24 час. для населенных мест и предприятий с производствами отнесенными по пожарной опасности к категориям А, Б и В;

б) 36 час. для предприятий категорий производства Г и Д.

Пример. Определить необходимый расход воды для восстановления неприкосновенного противопожарного запаса воды $W_{\text{нз}} = 1138 \text{ м}^3$ для промышленного предприятия категории производства А и Б.

Время восстановления неприкосновенного запаса воды $t_B = 24$ часа.

Тогда расход воды на восстановление неприкосновенного противопожарного запаса воды будет равен:

$$q_v = \frac{W_{\text{нз}}}{t_B} = \frac{1138}{24} = 47,0 \text{ м}^3/\text{час}$$

или 13,0 л/сек.

Для промышленных предприятий с пожарным расходом воды на наружное пожаротушение 25 л/сек и менее допускается увеличение времени пополнения противопожарного запаса воды для производства категории Г и Д до 48 час., для производства категории В до 36 час.

В случае, когда дебит источника водоснабжения недостаточен для пополнения неприкосновенного пожарного запаса воды, до-

пускается удлинение указанного выше времени пополнения при пропорциональном увеличении запаса воды.

Например, для предыдущего примера неприкосновенный пожарный запас воды должен быть 1138 м^3 , время его восстановления 24 часа, расход воды на восстановление по $47,0 \text{ м}^3/\text{час}$.

Из источника водоснабжения (кроме хозяйственно-питьевого расхода воды) на восстановление неприкосновенного запаса воды может быть подано только $30 \text{ м}^3/\text{час}$.

Определим, во сколько раз уменьшен расход воды необходимый на восстановление неприкосновенного противопожарного запаса.

$$\text{Из пропорции: } 47,0 - 1 \mid x = \frac{30 \times 1}{47,2} = 0,63.$$

Следовательно, необходимый расход воды на восстановление неприкосновенного запаса уменьшен на: $1 - 0,63 = 0,37$ раза.

Но поскольку уменьшен расход воды на восстановление неприкосновенного запаса необходимо пропорционально увеличить неприкосновенный противопожарный запас воды до $(1138 + 1138 \times 0,37) = 1559 \text{ м}^3$.

Если 1138 м^3 воды восстановились в течение 24 час. по $47,0 \text{ м}^3/\text{час}$, то теперь 1559 м^3 будут заполнены за

$$t_B = \frac{1559}{30} = 50 \text{ час.}$$

Таким образом, источник водоснабжения и сооружения I подъема должны быть рассчитаны на подачу максимального хозяйственно-питьевого (производственного) расхода воды — $Q_{х.п}$ расхода воды на нужды очистных сооружений $Q_{о.с}$ (для промывки фильтров, отстойников и т. д.) и необходимого расхода воды для восстановления неприкосновенного запаса воды запасного резервуара — q_v .

$$Q_{с.пн} = Q_{х.п.} + Q_{о.с} + q_v.$$

Сооружения I подъема должны постоянно гарантировать необходимый расчетный расход воды — $Q_{с.пн}$.

Так, например водозаборы открытых водоисточников, обслуживающие пожарные нужды с расходом воды на наружное пожаротушение 25 л/сек и более должны иметь не менее двух независимых работающих секций. При подземных водоисточниках водозаборы, оборудованные погруженными центробежными или поршневыми насосами, должны иметь не менее одной резервной скважины.

Допускается взамен устройства резервных скважин предусматривать хранение резервных агрегатов на складе при соответствующем увеличении емкости резервуаров для обеспечения подачи воды на время замены агрегата.

При заборе воды из подземных водоисточников при помощи системы «Эрлифт» резервную скважину не предусматривают, так

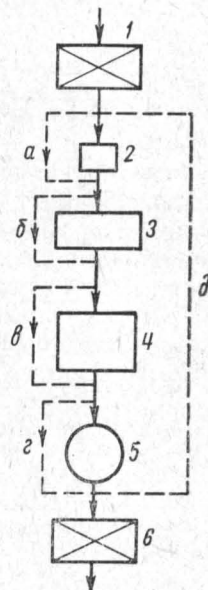
как, ввиду отсутствия трущихся деталей (в самой скважине), система «Эрлифт» постоянно гарантирует бесперебойную подачу воды. В этом случае для непрерывной подачи воздуха в скважину должно быть предусмотрено не менее двух компрессоров (один из которых резервный), а также два источника питания их двигателей.

Очистные сооружения должны также гарантировать бесперебойную подачу воды, для чего требуется не менее двух отстойников, двух фильтров, наличие обводных водоводов вокруг отдельных сооружений (рис. 26). Например, вокруг смесителя и камеры реакции *а*, отстойников *б*, фильтров *в*, резервуаров чистой воды *г* и, кроме того, в обход всего комплекса очистных сооружений *д*, для возможности подачи воды от насосной станции I подъема непосредственно в резервуар чистой воды.

Насосные станции I подъема должны иметь бесперебойную подачу электроэнергии, резервные насосы и двигатели (внутреннего сгорания или электромоторы) к ним. Количество водоводов между сооружениями должно быть не менее двух.

Рис. 26. Схема устройства обводных водоводов:

1 — насосная станция I подъема; 2 — смеситель и камера реакции; 3 — отстойник; 4 — фильтры; 5 — резервуар чистой воды; 6 — насосная станция II подъема.



При обследовании источников водоснабжения, особое внимание должно быть уделено малodeбитным источникам водоснабжения. На такие источники должны быть составлены для обслуживающего персонала особые инструктивные указания по наблюдению за следующими показаниями:

- а) наиболее низким уровнем воды в источнике;
- б) наиболее высоким уровнем воды в источнике;
- в) горизонтом ледостава, временем появления и освобождения источника от льда;
- г) наибольшая толщина льда, появление шуги и донного льда.

Систематическое наблюдение за источником водоснабжения дает возможность правильно его эксплуатировать, гарантирует от случайного истощения источника, позволяет нормально пропускать весенний паводок.

Для контроля за колебанием горизонта воды поверхностных источников в районе водозабора и в колодцах устанавливается водомерная рейка с делениями.

Кроме периодического общего наблюдения, должны производиться специальные обследования источников водоснабжения и водозаборных устройств бригадой из компетентных работников по водоснабжению и гидротехническим сооружениям.

Такие осмотры и обследования производятся весной до прихода талых вод, осенью до ледостава, а также каждый раз после особо большого паводка.

Специальные обследования оформляются актами с указанием в них сроков необходимых работ для приведения водоема, плотины, водозаборных устройств в нормальное состояние.

Глава IV

РЕГУЛИРУЮЩИЕ И ЗАПАСНЫЕ ЕМКОСТИ

Регулирующие и запасные емкости в системе водопровода, предназначаются для регулирования неравномерности водопотребления и сохранения запасов воды (на противопожарные, хозяйственно-питьевые и производственные нужды на время тушения пожара, на случай аварии в водопроводе и т. д.).

Емкости, применяющиеся в системах водоснабжения, классифицируются по следующим признакам:

1. По функциональному признаку на регулирующие, запасные и запасно-регулирующие.

Последние объединяют функции аккумуляирования и сохранения воды.

2. По способу получения воды на:

а) напорные, поддерживающие постоянный напор в водопроводных сетях и обеспечивающие непосредственную подачу воды в водопроводные сети;

б) безнапорные, из которых вода забирается насосами.

3. По способу обеспечения необходимых напоров:

а) водонапорные башни, где напор обеспечивается установкой баков на поддерживающей конструкции требуемой высоты;

б) напорные резервуары, устанавливаемые на возвышенной отметке местности;

в) пневматические установки, в которых необходимый напор в герметическом баке создается за счет давления сжатого воздуха на поверхность воды.

Работа систем водоснабжения возможна и без запасных и регулирующих емкостей, если имеется равномерное водопотребление. В этом случае водопроводные сооружения I подъема и насосные станции II подъема рассчитываются на постоянную подачу максимального расхода воды в водопроводную сеть. В часы минимального водопотребления часть воды поступает на пополнение водонапорных или пневматических баков.

В системах водоснабжения могут предусматриваться запасные регулирующие резервуары, а водонапорные или пневматиче-

ские баки могут отсутствовать. В этом случае неравномерность водопотребления регулируется ступенчатой работой насосов насосной станции II подъема.

§ 13. Запасные резервуары

К запасным резервуарам относятся: запасно-регулирующие резервуары, специальные запасные резервуары, например, для хранения воды на нужды очистных сооружений или противопожарные нужды и напорные запасные резервуары—контррезервуары.

Запасные резервуары могут быть железобетонные, кирпичные, каменные и в качестве временных—деревянные.

При малых объемах (до 2000 м³) запасные резервуары устраиваются круглой формы, при больших объемах прямоугольной формы, как наиболее экономически целесообразные при строительстве. Круглые по форме резервуары емкостью до 600 м³ устраиваются с купольным покрытием и от 600 до 2000 м³ с плоским покрытием.

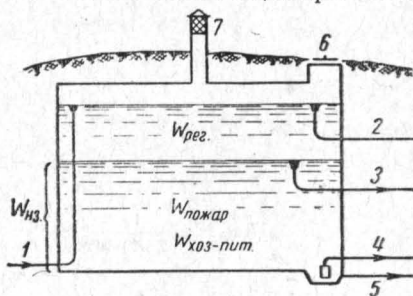


Рис. 27. Запасной резервуар.

Стены и дно резервуара должны быть водонепроницаемыми, для чего внутренние стенки железобетонных, кирпичных и каменных резервуаров должны быть зажелезнены. Особенно трудно обеспечить водонепроницаемость кирпичных и каменных резервуаров.

В последние годы для строительства резервуаров используется предварительно напряженный железобетон. Предварительное напряжение бетона создает напряжения сжатия в бетоне, что обеспечивает герметичность резервуаров. Кроме того, применение предварительно напряженного железобетона дает экономию в затратах материалов. Предварительно напряженный бетон применяют при устройстве прямоугольных и круглых в плане резервуаров.

В строительстве резервуаров в последнее время все большее применение находит сборный железобетон. В качестве готовых типовых деталей используются колонны, балки, плиты, а также панели различных конструкций. Применение сборного железобетона уменьшает сроки строительства, удешевляет стоимость строительства и облегчает производство работ. Запасные резервуары чаще всего устраиваются подземными или полуподземными и реже наземными.

Любой запасной резервуар оборудуется (рис. 27) подающим трубопроводом 1, по которому вода поступает от сооружений I подъема, артезианских скважин, сборных колодцев и т. п., переливной трубой 2, грязевой трубой 5, всасывающими трубопроводами 3 и 4, лазом 6 и вентиляционной трубой 7. Общая емкость

запасно-регулирующего или напорного запасного резервуара $W_{общ}$ состоит из регулирующего запаса воды $W_{рег}$ и неприкосновенного пожарного запаса воды $W_{н.з}$

$$W_{общ} = W_{рег} + W_{н.з}.$$

Регулирующая емкость предназначена для регулирования работы сооружений I подъема и насосной станции II подъема. Количество воды, проходящее через эти сооружения в единицу времени, зависит от их размеров. Это количество будет тем меньше, чем больше часов в сутки они будут работать. Для уменьшения строительной стоимости сооружения I подъема (водозабор,

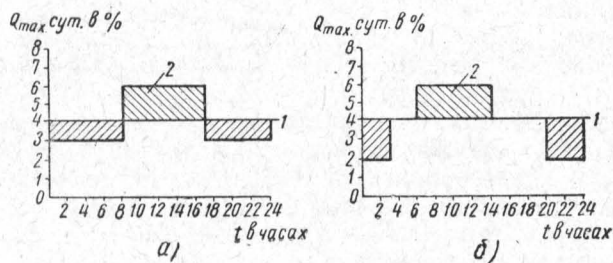


Рис. 28. Графики определения регулирующей емкости запасного резервуара.

насосная станция, очистные сооружения) должны работать возможно большее число часов в сутки. На станциях крупных водопроводов практически всегда имеет место круглосуточная и равномерная работа сооружений I подъема и следовательно в запасный резервуар за каждый час поступает постоянное количество воды.

Насосы насосной станции II подъема забирают воду по часам суток неравномерно в зависимости от водопотребления промышленного объекта, населенного пункта и т. д.

В ночное время, когда водопотребление незначительное, работает минимальное количество насосов (один-два насоса). В это время регулирующий запас воды увеличивается. В дневное время, особенно утром, когда водопотребление возрастает, работает максимальное количество насосов. Регулирующий запас воды уменьшается, так как сооружения I подъема не успевают обеспечить полную потребность в воде насосной станции II подъема.

Для определения величины регулирующей емкости запасного резервуара составляются графики (рис. 28) или таблицы колебания воды в резервуаре.

На рис. 28, а показана (по часам суток в процентах от $Q_{макс.сут}$) работа очистных сооружений I, ступенчатая работа насосной станции II подъема 2. Из графика видно, что сооружения I подъема подают за каждый час постоянное количество воды равное $\frac{100}{24} = 4,17\%$, насосы насосной станции II подъема с

0 до 8 час. и с 17 до 0 часа забирают по 3,1% воды, что меньше чем подают в это время сооружения I подъема на $4,17 - 3,1 = 1,07\%$.

Таким образом, по 1,07% воды в каждый час накапливается в запасном резервуаре. С 7 до 18 час. насосы забирают по 6% за каждый час, что больше на $6,0 - 4,17 = 1,83\%$, чем подают в это время сооружения I подъема.

Недостающие 1,83% воды забираются из регулирующего запаса воды.

По графику при суммировании процентного поступления воды в резервуар получим наибольшую регулирующую емкость резервуара = 16,50% от

$Q_{\text{макс.сут.}}$.

Наибольшая регулирующая емкость запасного резервуара обычно составляет от 12 до 24% от максимального суточного расхода воды.

На рис. 28, б показана более ступенчатая работа насосов. При этом регулирующая емкость запасного резервуара составляет $W_{\text{рег}} = 14\%$ от

$Q_{\text{макс.сут.}}$.

Регулирующая емкость запасного резервуара может быть определена графически при помощи, так называемых, интегральных графиков.

На интегральном (суммарном) графике по оси абсцисс (горизонтальная ось) откладываются часы суток по оси ординат (вертикальная ось) откладывается суммарное количество воды в процентах от $Q_{\text{макс.сут.}}$.

На рис. 29 приведен интегральный (суммарный) график — одноступенчатой работы насосной станции II подъема, соответствующий графику рис. 28 и табл. 3.

Работа сооружений I подъема показана на рис. 29 прямой 2. Точки излома интегрального графика 1 соответствуют моментам изменения интенсивности подачи воды насосами II подъема, т. е. моментам пуска или остановки отдельных насосных агрегатов.

Требуемая величина регулирующей емкости запасного резервуара определяется по интегральному графику как сумма абсолютных величин максимальной положительной и максимальной отрицательной разностей ординат между интегральными линиями 1 и 2. Так, например, регулирующая емкость запасного резервуара (см. рис. 29) составляет $8,5 + 8,0 = 16,5\%$ от $Q_{\text{макс.сут.}}$.

По такому же принципу составляются и таблицы колебания расхода воды в резервуаре (см. табл. 3).

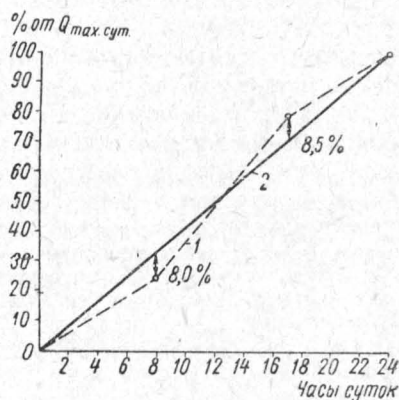


Рис. 29. Интегральный график определения регулирующей емкости запасного резервуара.

В таблице указываются: часы суток, поступление воды с сооружений I подъема (в процентах от $Q_{\text{макс.сут}}$ или м^3), забор воды насосами насосной станции II подъема (в процентах от $Q_{\text{макс.сут}}$ или м^3), а также расход воды из резервуара, приход воды в резервуар, наличие воды в резервуаре в процентах или м^3 .

По табл. 3 регулирующая емкость запасного резервуара составляет $W_{\text{рег}} = 16,55\%$ или 331 м^3 .

В проектах водоснабжения объектов и населенных пунктов, как правило, для подсчета регулирующей емкости запасного резервуара составляются таблицы, а не графики.

Неприкосновенный противопожарный запас воды в запасных резервуарах предусматривается в тех случаях, когда получение необходимого для пожаротушения количества воды непосредственно из источника водоснабжения технически невозможно (малый дебит) или экономически нецелесообразно.

Покажем эти положения на примерах.

Пример 1. Расчетный пожарный расход воды $Q_{\text{пож}} = 20 \text{ л/сек}$. Расчетный хозяйственно-питьевой расход воды $Q_{\text{х.п.}} = 15 \text{ л/сек}$. Общий расход воды $20 + 15 = 35 \text{ л/сек}$. Дебит источника водоснабжения 18 л/сек , т. е. в основном будут обеспечены хозяйственно-питьевые нужды.

Так как из источника водоснабжения технически невозможно получить все 35 л/сек , то необходимо для целей пожаротушения предусмотреть неприкосновенный запас воды.

Пример 2. Расчетный пожарный расход воды $Q_{\text{пож}} = 80 \text{ л/сек}$. Расчетный хозяйственно-питьевой расход воды $Q_{\text{х.п.}} = 10 \text{ л/сек}$. Общий расход воды $80 + 10 = 90 \text{ л/сек}$.

В данном случае экономически нецелесообразно рассчитывать водопроводные сооружения I подъема (водозабор, насосную станцию I подъема и, особенно, очистные сооружения на 90 л/сек). Экономически выгоднее предусмотреть в запасном резервуаре необходимый неприкосновенный пожарный запас воды, а сооружения I подъема рассчитывать на расход воды

$$Q_{\text{с.п.}} = Q_{\text{х.п.}} + q_{\text{в}},$$

где: $q_{\text{в}}$ — расход воды, необходимый на восстановление неприкосновенного противопожарного запаса воды.

Неприкосновенный противопожарный запас воды не предусматривается только в том случае, когда необходимое для тушения пожара количество воды в любое время может быть подано всеми водопроводными сооружениями.

Предположим, что расчетный пожарный расход воды 15 л/сек , расчетный производственный расход воды 70 л/сек . Все водопроводные сооружения рассчитаны на подачу общего расхода воды $15 + 70 = 85 \text{ л/сек}$.

Регулирующий запас воды обеспечивает хозяйственно-питьевые (производственные) нужды; неприкосновенный противопожарный запас воды обеспечивает потребность в воде для пожаротушения.

Однако, если сооружения I подъема не гарантируют бесперебойную подачу воды на хозяйственно-питьевые или производственные нужды (один водовод между сооружениями I подъема или одна скважина, или один источник энергии на насосной станции I подъема и т. д.), то неприкосновенный запас воды должен со-

стоять из двух частей: из запаса воды для пожаротушения и запаса воды для хозяйственно-питьевых (производственных) нужд на время тушения пожара (см. рис. 27).

Если неприкосновенного хозяйственно-питьевого запаса воды не предусмотреть, то во время пожара и одновременной аварии, например, единственного водовода между сооружениями I подъема неприкосновенный противопожарный запас воды частично или полностью может быть использован для хозяйственно-питьевых нужд.

В таком случае, неприкосновенный противопожарный запас воды должен состоять из запаса воды для пожаротушения $W_{\text{пож}}$, а также запаса воды для хозяйственно-питьевых (производственных) нужд на время тушения пожара $W_{\text{х.п.}}$, т. е.

$$W_{\text{н.з}} = W_{\text{пож}} + W_{\text{х.п.}}$$

Объем неприкосновенного противопожарного запаса воды запасного резервуара, как правило, определяется из расчета трехчасового пожаротушения. Например, пожарный расчетный расход воды $Q_{\text{пож}} = 88,8 \text{ л/сек}$, тогда неприкосновенный противопожарный запас воды из расчета трехчасового пожаротушения должен быть равен:

$$W_{\text{пож}} = \frac{88,8 \times 60 \times 60 \times 3}{1000} = 959 \text{ м}^3 \approx 960 \text{ м}^3.$$

Если на данном объекте водопроводные сооружения I подъема не гарантируют бесперебойную подачу воды на хозяйственно-питьевые нужды (например, одна артезианская скважина с погружным глубинным насосом), то кроме противопожарного запаса воды в запасном резервуаре должен быть предусмотрен неприкосновенный хозяйственно-питьевой запас воды на время тушения пожара в течение трех или шести смежных часов максимального водопотребления. Например, по графику водопотребления (см. рис. 5) три смежных часа максимального водопотребления будут равны 6,25; 6,5; 6,25% от максимально-суточного расхода воды.

Сложив эти цифры получим:

$$\frac{6,25 + 6,5 + 6,25}{3} = 6,33\%,$$

где 6,3 — среднечасовой расход воды в процентах за три часа максимального водопотребления.

Среднечасовой расход воды за три часа максимального водопотребления обычно составляет от 4 до 9% от $Q_{\text{макс.сут}}$.

Предположим $Q_{\text{макс.сут}} = 3000 \text{ м}^3$, среднечасовой расход воды за три часа максимального водопотребления составляет 5% от $Q_{\text{макс.сут}}$, тогда неприкосновенный хозяйственно-питьевой запас воды на время тушения пожара будет равен:

$$W_{\text{х.п.}} = \frac{3000 \times 5}{100} \times 3 = 450 \text{ м}^3.$$

Чаще всего неприкосновенный хозяйственно-питьевой (производственный) запас воды на время тушения пожара определяется согласно таблице водопотребления по часам суток.

Для примера приводится одна из таких таблиц 3, по которой неприкосновенный хозяйственно-питьевой запас воды, исходя из трех смежных часов максимального водопотребления будет:

$$W_{x. n} = 125 + 130 + 125 = 380 \text{ м}^3.$$

Для гарантии подачи воды водопроводные сооружения между собой должны быть соединены не менее чем двумя водоводами.

Для предприятий и населенных мест с расходом воды на наружное пожаротушение 25 л/сек и менее допускается подача воды к запасным резервуарам по одному водоводу при условии хранения в резервуарах неприкосновенного трехчасового запаса воды на противопожарные нужды и трехчасового хозяйственно-питьевого запаса, исходя из максимального водопотребления.

Для предприятий и населенных мест с расходом воды на наружное пожаротушение более 25 л/сек допускается подача воды к запасным резервуарам по одному водоводу при условии хранения в резервуарах неприкосновенного шестичасового хозяйственно-питьевого запаса воды, исходя из максимального водопотребления.

При наличии на объекте спринклерного оборудования емкость запасного резервуара определяется из расчета работы спринклерного оборудования в течение одного часа.

Были получены следующие расчетные расходы воды: на 1 час работы 66,8 л/сек, из них 30 л/сек на питание спринклеров, 6,8 л/сек на питание внутренних пожарных кранов, 30 л/сек на питание гидрантов, и на 2 часа работы (после того как спринклерная установка будет выключена) 30 + 6,8 = 36,8 л/сек.

Исходя из полученных расчетных данных, неприкосновенная емкость резервуара будет равна:

$$W_{\text{пож}} = \frac{66,8 \times 60 \times 60 \times 1 \text{ час}}{1000} + \frac{36,8 \times 60 \times 60 \times 2 \text{ часа}}{1000} = 485 \text{ м}^3.$$

или

$$W_{\text{пож}} = \frac{30 \times 60 \times 60 \times 1 \text{ час}}{1000} + \frac{36,8 \times 60 \times 60 \times 3}{1000} = 485 \text{ м}^3.$$

Расчет размеров запасного резервуара покажем на примере: Общая емкость резервуара $W_{\text{общ}} = 1000 \text{ м}^3$, из них

$$W_{\text{из}} = 600 \text{ м}^3 \text{ и } W_{\text{рег}} = 400 \text{ м}^3.$$

Принимаем в плане резервуар круглой формы с глубиной слоя воды $H = 5 \text{ м}$.

Из формулы общего объема $W_{\text{общ}} = \omega \cdot H$ находим площадь дна резервуара:

$$\omega = \frac{W_{\text{общ}}}{H} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ м}^2.$$

Из формулы площади дна резервуара $\omega = \frac{\pi D^2}{4}$ находим диаметр дна резервуара:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot \omega}{\pi}} = 1,13 \sqrt{\omega} = 1,13 \sqrt{200} = 16 \text{ м.}$$

Из формулы регулирующего объема находим глубину слоя регулирующего объема:

$$W_{рег} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h_{рег},$$

откуда

$$h_{рег} = \frac{4 W_{рег}}{\pi D^2} = \frac{4 \times 400}{3,14 \times 16^2} = 2 \text{ м.}$$

По аналогии глубина слоя неприкосновенного запаса воды будет равна:

$$h_{нз} = \frac{4 W_{нз}}{\pi D^2} = \frac{4 \times 600}{3,14 \times 16^2} = 3 \text{ м.}$$

Для проверки найдем общую глубину слоя воды в резервуаре:

$$H = h_{рег} + h_{нз} = 2 + 3 = 5 \text{ м,}$$

что и было принято по условию примера.

В системе водопровода может быть 1—2 и более запасных резервуаров. Между собой резервуары должны быть соединены трубопроводами, на которых устанавливаются задвижки (см. рис. 35).

Неприкосновенный запас воды в объеме 1000 м³ и более должен храниться в двух резервуарах. В предыдущем примере неприкосновенный запас был равен 1125 м³, следовательно, необходимо иметь два запасных резервуара.

При определении количества резервуаров регулирующая емкость в расчет не принимается.

Для предупреждения возможности использования неприкосновенного запаса воды на другие нужды должны быть приняты специальные меры. Если на насосной станции II подъема имеется группа хозяйственно-питьевых (производственных) и группа специальных пожарных насосов, то сохранение неприкосновенного запаса воды производится при помощи различного расположения всасывающих линий насосов (рис. 30, I). В этом случае соединять всасывающие линии пожарных и хозяйственно-питьевых насосов нельзя. Хозяйственно-питьевые насосы забирают воду с уровня неприкосновенного запаса воды по трубопроводу 1; пожарные насосы забирают воду снизу резервуара по трубопроводу 2, из специального приемка. Если регулирующий запас воды будет равен нулю, то хозяйственные насосы не смогут забрать неприкосновенный запас воды.

Для того, чтобы нижние слои воды резервуаров не застаивались на всасывающую линию хозяйственно-питьевых насосов оде-

вают кожух. Вода поступает под кожух, а затем во всасывающую линию 1 хозяйственно-питьевых насосов (рис. 30, II).

Хозяйственно-питьевые насосы могут забирать воду снизу, как указано на рис. 30, III, но в этом случае на колене всасывающей хозяйственно-питьевой линии 1 на уровне неприкосновенного пожарного запаса воды устраивают отверстие диаметром 30—40 мм.

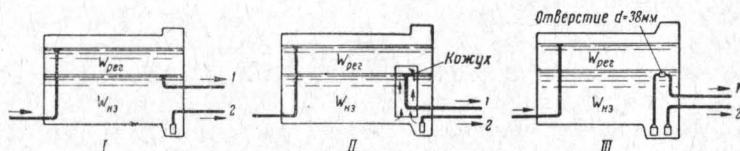


Рис. 30. Сохранение неприкосновенного запаса воды.

Если регулирующая емкость будет приближаться к нулю, в отверстие хозяйственно-питьевой всасывающей линии будет поступать воздух и, таким образом, дальнейшая работа насосов будет невозможна.

Если на насосной станции II подъема нет специальных пожарных насосов, а имеются только хозяйственно-питьевые (производственные) насосы, которые обеспечивают также и противопожарные нужды, то сохранение неприкосновенного запаса воды производится при помощи поплавковой электросигнализации.

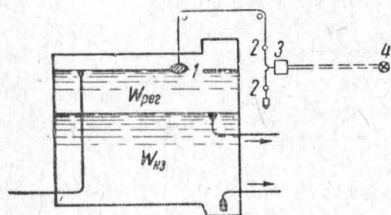


Рис. 31. Схема поплавковой электросигнализации.

Принципиальная схема поплавковой электросигнализации показана на рис. 31. При уменьшении уровня воды в запасном резервуаре поплавок 1 опускается, контактная система 2, поплавкового выключателя 3, замкнет электроцепь и в насосной станции II подъема будет дан звуковой или световой сигнал 4. Одновременно с подачей сигнала на насосную станцию II подъема могут автоматически отключаться насосы, забирающие воду из запасного резервуара или включаться насосы насосной станции I подъема, забирающие воду из артезианской скважины, шахтных колодцев и т. д.

Для сохранения неприкосновенного запаса воды в запасных резервуарах, большое распространение получило поплавковое реле, механически воздействующее на ртутный прерыватель электрической цепи управления электродвигателем насоса (рис. 32). При изменении уровня жидкости поплавков II, перемещаясь посредством тяги Т, меняет положение ртутного прерывателя К. При понижении уровня жидкости поплавков устанавливает ртутный прерыватель в горизонтальном положении. При этом контакты прерывателя замыкаются перелившейся ртутью и дают питание в цепь катушки 1 магнитного пускателя 2. Последний вклю-

чает электродвигатель 3 насоса 4, подающего воду в резервуар. При наполнении резервуара поплавок поднимается и выводит ртутный прерыватель из горизонтального положения. Контакты прерывателя, размыкаясь, выключают магнитный пускатель, который, в свою очередь, отключает двигатель насоса, прекращая пополнение резервуара.

При подаче воды в запасной резервуар с очистных сооружений, для сохранения неприкосновенного запаса воды могут применяться поплавковые устройства с реостатом (рис. 33). Поплавок 1 посредством тяги 2 перемещает ползунок реостата 3, которым управляется электродвигатель 4 запорной задвижки 5 на линии подачи воды с очистных сооружений.

При заданном положении уровня воды в резервуаре ползунок стоит на средней (нулевой) точке реостата и электродвигатель не работает.

В том случае, когда запасной резервуар расположен вблизи насосной станции, сохранение неприкосновенного запаса воды может осуществляться при помощи указателя уровня воды (рис. 34), состоящего из стеклянной трубки с делениями.

При обследовании запасных резервуаров, кроме вышеизложенных нормативных требований, необходимо также выяснить:

а) какой имеется запас воды в запасном резервуаре для целей пожаротушения в момент обследования, т. е. в часы максимального водопотребления (требуемое по нормам количество воды необходимо определить проверочным расчетом или взять из технического проекта);

б) не имели ли место случаи, когда хранение неприкосновенного запаса воды в резервуарах не обеспечивалось.

Необеспеченность сохранения неприкосновенного запаса воды в запасных резервуарах может быть за счет следующих основных причин:

а) в недостаточной производительности сооружений первого подъема или несоответствия расчетной производительности всего водопровода имеющемуся в данное время водопотреблению;

б) отсутствия гарантии в подаче воды сооружениями I подъема, например, перерыва в питании энергией для работы насосов насосной станции I подъема, перерыва в работе очистных сооружений из-за недостаточного количества фильтров, отстойников;

в) отсутствия электросигнализации уровня воды;

г) неправильного расположения всасывающих труб хозяйственно-питьевых и специальных пожарных насосов или соединения их между собой.

В последнем случае неприкосновенный запас воды через пожарную всасывающую линию в любое время может быть забран хозяйственно-питьевыми насосами.

Какое количество воды имеется в запасном резервуаре и как расположены всасывающие линии насосов можно выяснить непосредственным осмотром резервуаров.

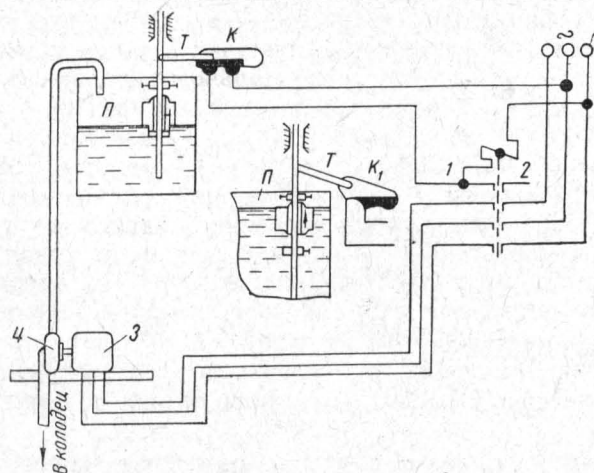


Рис. 32. Схема автоматического регулирования уровня жидкости с применением поплавкового устройства и ртутного прерывателя.

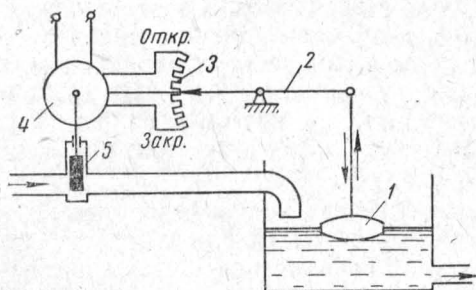


Рис. 33. Схема автоматического регулирования уровня жидкости с применением поплавкового устройства и реостата.

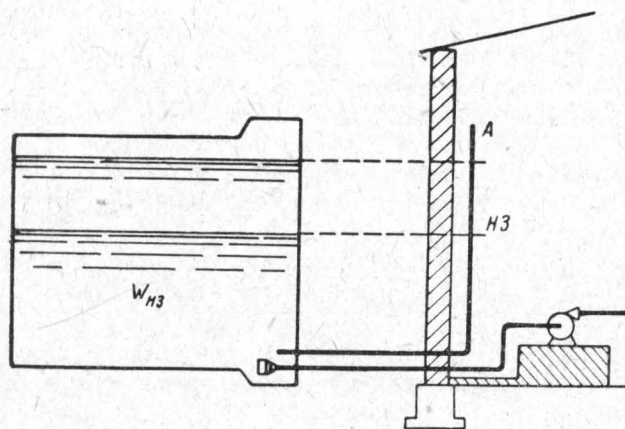


Рис. 34. Указатель уровня воды в запасном резервуаре.

Случай, когда не соблюдается сохранность неприкосновенного запаса воды в запасном резервуаре, можно установить в личной беседе с обслуживающим персоналом водопровода.

Гарантия подачи воды выясняется при обследовании сооружений I подъема.

При осмотре коммуникаций трубопроводов на насосной станции II подъема выясняется, нет ли соединений всасывающих линий хозяйственно-питьевых и пожарных насосов. На этот вопрос можно найти ответ при рассмотрении имеющейся в насосной станции II подъема схемы расположения насосов, трубопроводов, задвижек и т. д.

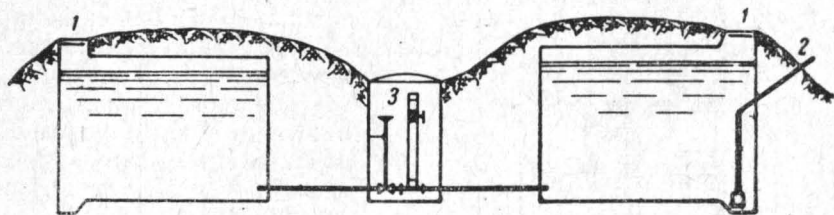


Рис. 35. Соединение резервуаров между собой.

Если обследуемый водопровод имеет несколько запасных резервуаров, необходимо проверить: все ли резервуары находятся в работе и правильно ли они соединены между собой. Последнее можно установить по глубине колодцев, в которых расположены задвижки (рис. 35).

Если водопровод специально противопожарный или объединенный производственно-противопожарный необходимо также проверить, предусмотрен ли непосредственный забор воды привозными пожарными насосами. Для непосредственного забора воды насосами предусматриваются люки 1 в покрытии резервуара, колодцы, в которых устанавливаются стояки 3, с гайкой для присоединения всасывающих линий привозных насосов или всасывающие патрубки 2 с накидной гайкой (ниппелем) на конце диаметром 125 мм. В обычное время трубопровод закрыт крышкой, повернутой на ниппель.

§ 14. Водонапорные баки

Водонапорные баки предназначены для поддержания постоянного давления во внутренних водопроводных сетях зданий, регулирования неравномерности водопотребления и для сохранения неприкосновенного запаса воды, необходимого для тушения пожара от внутренних пожарных кранов в первые 10 мин.

Как правило, водонапорные баки устанавливаются в специально построенных водонапорных башнях, которые состоят из опоры и шатра на требуемой по расчету высоте. Высота башни доходит до

40 и в редких случаях более 40 м. Чаще всего встречаются башни высотой 15—25 м.

По материалу водонапорные башни могут быть металлические, кирпичные, железобетонные и как временного типа—деревянные.

Баки водонапорных башен выполняются из стали или железобетона, и реже деревянные (для временных водопроводов, а также для водопроводов сельских населенных пунктов).

Деревянные конструкции водонапорных башен покрываются огнестойкой краской или обмазкой. Такая защита сгораемых конструкций башен от искр паровозов в обязательном порядке должна производиться на железной дороге.

Шатер устраивается для утепления бака. В районах с теплым климатом шатер обычно не устраивается.

В районах с суровым климатом водонапорные башни отапливаются. При отоплении можно ограничиться небольшой температурой, но следует обращать особое внимание на утепление труб.

Вместо отопления башни может применяться непосредственный подогрев воды в баке при помощи водяных или паровых змеевиков.

Проведенные исследования, а также практика последних лет показали, что даже в относительно суровых климатических условиях шатер можно не устраивать, если обеспечить достаточный обмен воды в

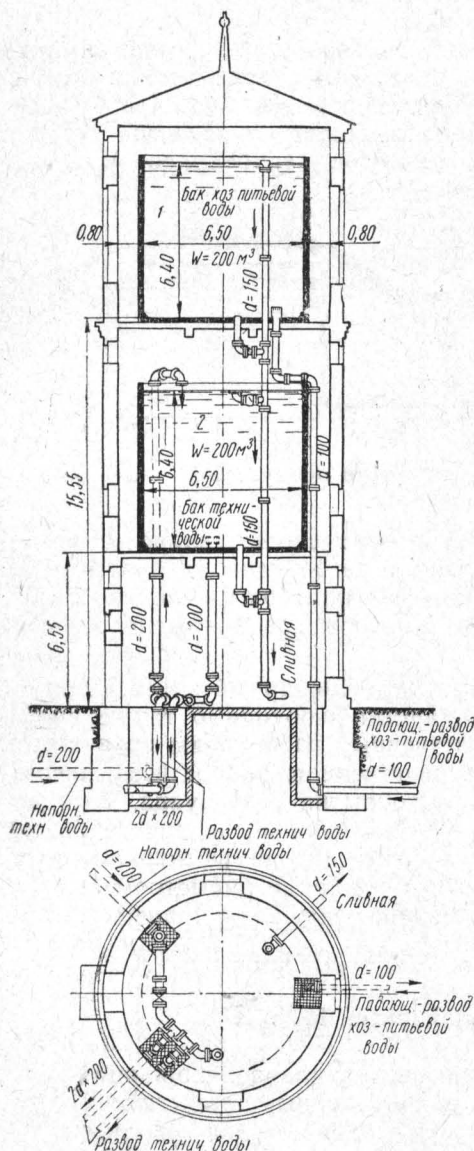


Рис. 36. Расположение двух баков в водопроводной башне.

баке. При использовании же подземных вод, имеющих обычно температуру 8—9° С, всегда можно обойтись без шатра.

Если башня является источником питания спринклерных и дренажных систем, то отопление ее обязательно во всех районах с температурой ниже 0°C .

При применении печного отопления башни, особое внимание необходимо обращать на противопожарные разделки труб. В практике из-за неправильных разделок труб были случаи пожаров в водонапорных башнях. От «дыма» до сгораемых конструкций башни разделка должна быть не менее 38 см.

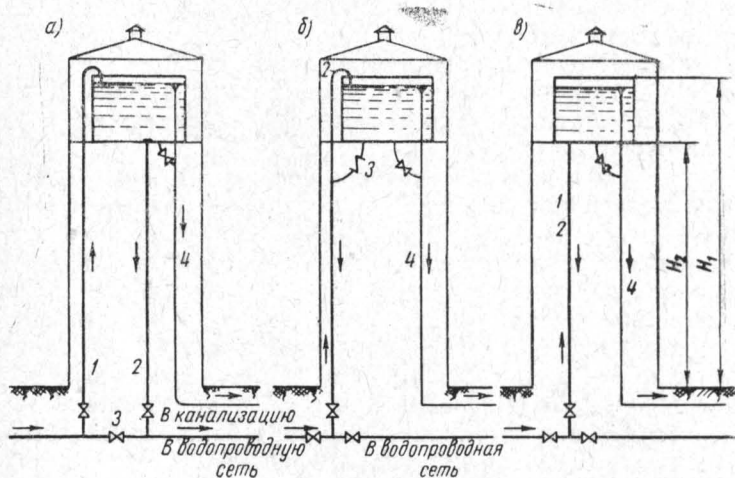


Рис. 37. Присоединение водонапорных баков к водопроводной сети.

В одной и той же водонапорной башне могут быть расположены на разной высоте два-три бака, обслуживающих системы водопроводом с разными напорами, например, на промышленных объектах (рис. 36).

Расположение одного бака под другим удобно в тех случаях, когда требуются различные напоры—для потребителей (например, нижний бак 2, обслуживает производственный, а верхний 1—противопожарный или поселковый водопровод).

На промышленных объектах с целью экономии водонапорные башни чаще всего не строят, а водонапорные баки помещают в пристройках над зданиями, в чердачном помещении наиболее высоко расположенного здания (если позволяет его конструкция).

Для удешевления стоимости строительства, водонапорные башни по рельефу местности устанавливают на наиболее высокой отметке в начале, конце или середине наружной водопроводной сети.

К водопроводной сети водонапорные баки могут присоединяться как последовательно, так и параллельно.

При последовательном соединении (рис. 37, а) вода в бак поступает по одному подающему трубопроводу 1, а из бака в сеть уходит по другому разводящему трубопроводу 2.

Такая схема применяется при расположении башни в начале сети. Здесь вся вода, подаваемая насосами, проходит через бак, а насосы должны работать с напором, соответствующим наименьшему расположению уровня воды в баке, что вызывает увеличение энергии на подачу воды. В случае возникновения пожара должна быть открыта задвижка на магистрали между трубопроводами бака.

При параллельном соединении (рис. 37, в) вода подается в бак и уходит из бака по одному и тому же трубопроводу. При такой схеме достигается наименьшая стоимость трубопроводов, а также достигается некоторое сокращение расхода энергии на подъем воды, так как снижение уровня воды в баке (с высоты H_1 до H_2) обуславливает соответствующее снижение рабочего напора насосов.

На рис. 37, б показано некоторое среднее решение, предусматривающее устройство единой подающе-разводящей трубы 1, с разделением ее у бака на подающую 2 и разводящую 3 с обратным клапаном, препятствующим поступлению по ней воды в бак.

Эта схема в отличие от схемы рис. 37, в позволяет осуществлять постоянное перемешивание воды в баке, что способствует ее свежести и препятствует ее замерзанию зимой.

Водонапорные баки оборудуются также переливным и сливным трубопроводами 4, соединенными с канализацией.

✓ Для возможности регулярного осмотра бака должна быть устроена лестница. Для вентиляции помещения, в котором находится бак, служит вытяжная труба.

Для поддержания постоянного давления во внутренних водопроводных сетях зданий высота расположения водонапорного бака должна быть определена исходя из того условия, чтобы требуемый напор в сети был обеспечен при самом низком уровне воды в баке, поэтому за расчетную принимают высоту до дна бака— H_6 :

$$H_6 = H_{в. з\partial} + h + z,$$

где: H_6 — высота до дна бака в м;

$H_{в. з\partial}$ — свободный напор на вводе здания;

$\pm z$ — геометрическая высота подъема (+) или спуска (—) воды по рельефу местности (от места установки башни до ввода в здание);

h — потери напора в трубопроводах от дна бака до ввода расчетного здания, которые складываются из потерь напора по длине трубопроводов h_l и на местные сопротивления h_m , т. е.

$$h = h_l + h_m.$$

Потери напора по длине трубопровода определяются расчетом (смотри расчет наружной водопроводной сети) на случай подачи максимального хозяйственно-питьевого (производственного) расхода воды и расхода воды на внутреннее пожаротушение здания

(внутренними пожарными кранами, спринклерными и дренчерными системами).

✓ Потери напора на местные сопротивления принимаются от 5 до 15% от потерь напора по длине трубопроводов. Напор на вводе в здание определяется расчетом внутренних водопроводных сетей зданий. Наибольший из полученных напоров на вводе из всех имеющихся на объекте зданий принимается в расчет для определения высоты расположения водонапорного бака. Если здание, требующее наибольшего напора на вводе, расположено вблизи водонапорного бака, необходимо подсчитать, какая высота расположения водонапорного бака должна быть для того здания, которое, хотя и имеет незначительный напор на вводе в здание, но далеко удаленное. Для здания далеко удаленного от водонапорного бака будут большие потери напора в наружной водопроводной сети, чем для зданий, находящихся вблизи водонапорного бака.

✓ Общая емкость водонапорных баков складывается из регулирующего запаса воды $W_{рег}$ и неприкосновенного противопожарного запаса воды $W_{из}$.

Для определения регулирующей емкости водонапорного бака составляются специальные графики (см. рис. 5 или табл. 3) поступления и забора воды из баков по часам суток.

Из графика и таблицы видно, что в ночное время насосами станции II подъема подается воды больше, чем забирается водопроводной сетью. Следовательно, излишек воды поступит на пополнение водонапорного бака. В дневное время, например, с 5 до 11 час. потребляется воды больше, чем обеспечивают насосы насосной станции II подъема. Недостающее количество воды будет поступать из регулирующей емкости водонапорного бака.

Ясно, что чем ближе будет совпадать кривая работы насосной станции (см. рис. 5) с кривой водопотребления, тем меньше будет требуемая регулирующая емкость бака и, следовательно, тем ниже будет стоимость башни.

Приближение кривой работы насосов II подъема к кривой водопотребления может быть практически достигнуто путем увеличения числа ступеней графика подачи, что требует увеличения числа агрегатов насосной станции, т. е. удорожания и усложнения ее эксплуатации.

В современных водопроводах, имеющих водонапорные башни, число ступеней графика работы насосных станций колеблется от одной (для малых водопроводов) до трех (для больших водопроводов).

Регулирующая емкость водонапорных баков обычно принимается от 4 до 10% от максимально-суточного расхода воды для крупных городов и от 10 до 20% от максимально-суточного расхода воды для небольших поселков с более неравномерным водопотреблением.

По приведенному графику (см. рис. 5 и табл. 3) регулирующая емкость водонапорного бака составляет 9,5% от:

тогда

$$Q_{\text{макс. сут}} = 2000 \text{ м}^3/\text{сутки},$$

$$W_{\text{рег}} = \frac{2000 \times 9,5}{100} = 190 \text{ м}^3.$$

Регулирующая емкость водонапорного бака может быть определена интегральными графиками.

На интегральном графике по оси абсцисс откладываются часы суток, по оси ординат откладывается суммарное количество воды в процентах, израсходованное с начала суток до какого-нибудь часа.

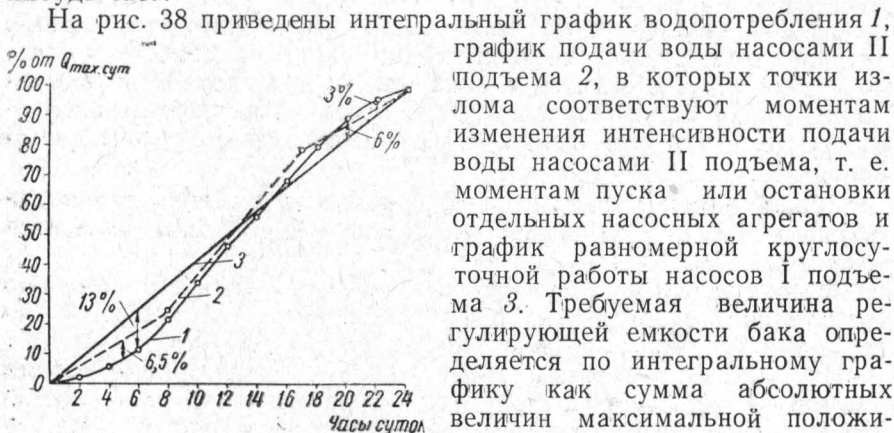


Рис. 38. Интегральный график определения регулирующей емкости водонапорного бака.

Регулирующая емкость водонапорного бака (рис. 38) составляет от

$Q_{\text{макс.сут}}$ — при равномерной работе насосов $6,0 + 13,0 = 19,0\%$,

$Q_{\text{макс.сут}}$ — при ступенчатой работе насосов $6,5 + 3 = 9,5\%$.

За последнее время, в связи с широким применением в строительстве сборного железобетона, разработаны проекты водонапорных башен с баками емкостью до 800 м^3 и высотой до 35 м.

В некоторых зарубежных странах имеются примеры сооружения исключительно больших башен (емкостью до 40 тыс. м^3).

Иногда по расчету емкость водонапорного бака получается незначительной, а расчетная высота расположения водонапорного бака большая. В этом случае экономически целесообразно заменить водонапорный бак пневматической установкой. Из стратегических соображений в пограничных районах, где водонапорные башни могут явиться ориентиром для противника, применяются также пневматические установки.

✓ Неприкосновенный противопожарный запас воды водонапорных баков $W_{\text{н.з}}$ рассчитывается:

для промышленных предприятий на десятиминутную продолжительность тушения пожара (внутренними пожарными кранами, а также спринклерными и дренчерными установками).

Пример. На промышленном предприятии расчетный расход воды на внутреннее пожаротушение равен $16,8 \text{ л/сек}$, из них 10 л/сек на спринклерные системы и $6,8 \text{ л/сек}$ на внутренние пожарные краны.

Неприкосновенный противопожарный запас воды будет равен:

$$W_{н.з} = W_{пож} = \frac{16,8 \times 60 \times 10}{1000} = 10,08 \text{ м}^3;$$

✓ для населенных мест на десятиминутную продолжительность тушения одного внутреннего и одного наружного пожара, при одновременном наибольшем расходе воды на хозяйственно-питьевые (производственные) нужды, т. е.

$$W_{нз} = \frac{(Q_{нар} + Q_{вн} + Q_{хп}) \times 60 \times 10}{1000} \text{ м}^3.$$

При объединенной системе водоснабжения предприятия и поселка при нем противопожарный запас воды в водонапорных баках следует принимать из расчета работы внутренних пожарных кранов на предприятии, без учета поселка.

Если в насосной станции II подъема имеются специальные пожарные насосы, включающиеся автоматически при падении уровня воды в баке, то расчетное время неприкосновенного запаса сокращается вдвое, т. е. с 10 до 5 мин.

✓ Размеры водонапорного бака определяются в зависимости от его конструкции по формулам, приведенным в табл. 13.

Расчет размеров водонапорного бака покажем на примере.

Принимаем полезную емкость бака:

$$W_{общ} = 100 \text{ м}^3.$$

По конструкции бак выбираем с сегментным днищем.

Определяем:

$$1) \text{ диаметр бака: } D = 1,13 \sqrt[3]{W_{общ}} = 1,13 \sqrt[3]{100} = 1,13 \times 4,65 = 5,25 \text{ м.}$$

Диаметр бака принимаем равным 5 м;

2) радиус бака:

$$r = \frac{D}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ м};$$

3) высоту цилиндрической части бака находим из соотношения:

$$\frac{h}{r} = 1,592,$$

$$h = 1,592 r = 1,592 \times 2,5 = 3,98 \text{ м};$$

4) высоту сегмента:

$$C = \frac{r}{3} = \frac{2,5}{3} = 0,83 \text{ м};$$

5) радиус днища:

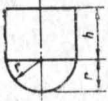
$$R = \frac{5}{3} r = \frac{5}{3} \times 2,5 = 4,1 \text{ м};$$

6) полную высоту бака:

$$H = h + C + 0,25 = 3,98 + 0,83 + 0,25 = 5 \text{ м},$$

где 0,25 м — превышение стенок бака над поверхностью воды.

Таблица 13

Конструкция бака	Отношение высоты цилиндрической части бака к его радиусу	Оптимальная величина диаметра бака в зависимости от объема	Примечание
С полушаровым дном (рис. 1)	1	$1,152 \sqrt{W_{общ}}$	
 С сегментным дном (рис. 2)	1,592	$1,130 \sqrt[3]{W_{общ}}$	При стреле прогиба
 С полуэллипсоидальным дном (рис. 3)	1,376	$1,142 \sqrt[3]{W_{общ}}$	и радиусе дна
			$C = \frac{r}{3}$ $R = \frac{5}{3} r$

Для сохранения неприкосновенного запаса воды водонапорные баки должны быть оборудованы указателями уровня воды и устройствами для передачи их показаний на насосные станции или диспетчерские пункты.

Сохранение неприкосновенного противопожарного запаса воды в водонапорных баках может производиться с помощью электросигнализации, шкалы, соединенной с поплавком различного расположения трубопроводов. Принцип работы электросигнализации рис. 39, а заключается в следующем.

В водонапорном баке свободно плавает пустотелый поплавок 1, соединенный с контактами поплавого выключателя 2. При понижении уровня воды в баке опускается и поплавок.

Контакты 3, поднимаясь, замыкают электроцепь. В момент замыкания электроцепи, в насосной станции зажигается лампочка светового сигнала или звонит звонок и одновременно включается насос, пополняющий запас воды в водонапорном баке. В водонапорном баке устанавливается несколько электросигнализаторов, контролирующих различные уровни воды в баке, а также уровень неприкосновенного пожарного запаса воды. Исправность работы электросигнализации насосов можно легко устано-

вить при проведении обследования в часы максимального водозабора.

В течение короткого времени (10—20 мин.) можно наблюдать как на электрошите вспыхивает то одна, то другая лампочка и одновременно слышится шум работы насосов.

При разработке проекта в его пояснительной записке и на чертежах устройства водонапорного бака указывается, какие уровни воды контролирует электросигнализация. При рассмотрении проекта необходимо установить, контролируется ли уровень неприкосновенного запаса воды.

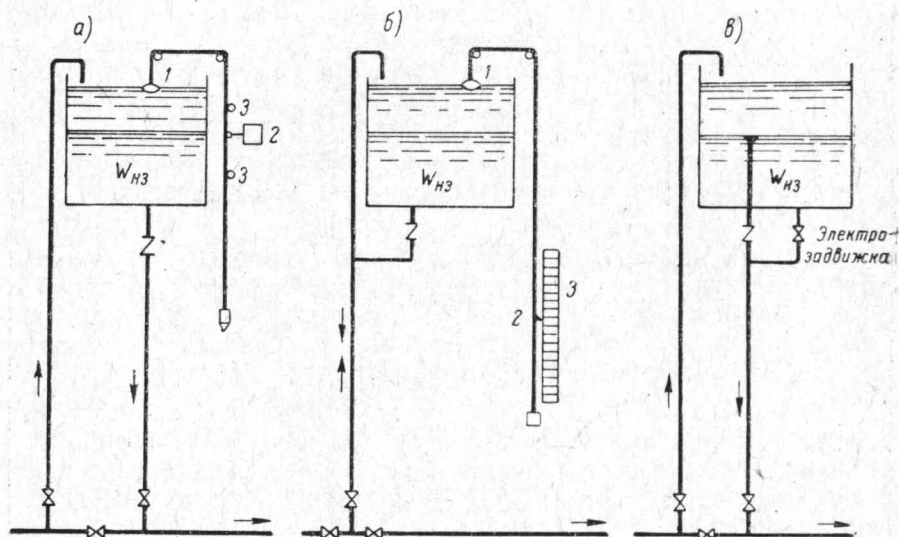


Рис. 39. Сохранение неприкосновенного запаса воды в водонапорных баках.

Контроль уровня воды при помощи поплавка и шкалы очень прост (рис. 39, б). При изменении уровня воды в баке изменяется положение поплавка, связанного с тросом со стрелкой 2.

Стрелка, двигаясь по шкале 3, указывает уровень (или объем) воды в баке. Шкала должна находиться в удобном для наблюдения месте. В этом случае для дополнения воды при уменьшении ее уровня в баке насосы включаются вручную.

При сохранении неприкосновенного запаса воды при помощи различного расположения трубопроводов (рис. 39, в) на разводящем трубопроводе должна быть установлена пожарная электроздвижка дистанционного пуска при помощи кнопок от внутренних пожарных кранов и из насосной станции II подъема.

Однако такое устройство не отвечает полностью требованиям использования запаса воды из водонапорного бака на пожарные нужды, так как действие внутренних пожарных кранов следует рассматривать как первую помощь при тушении пожаров, в то

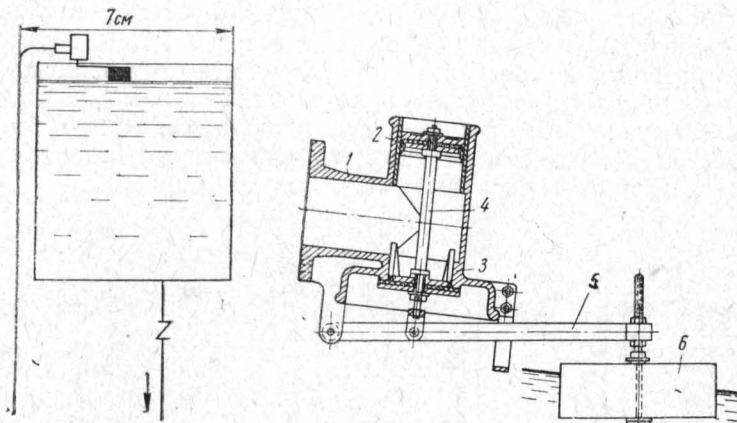


Рис. 40. Поплавковый клапан:

Установка и устройство поплавкового клапана; 1 — корпус клапана; 2 — поршень; 3 — клапан; 4 — стержень, связывающий поршень и клапан; 5 — рычаг; 6 — цилиндрический поплавок.

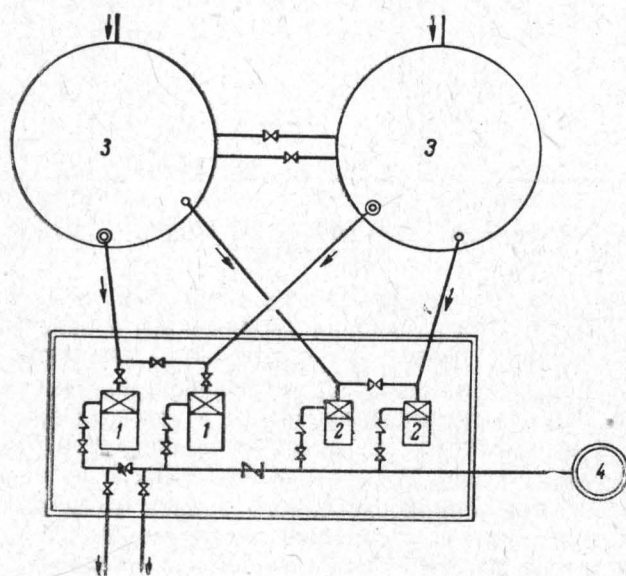


Рис. 41. Сооружения II подъема:

1 — пожарные насосы; 2 — хозяйственно-питьевые насосы; 3 — запасные резервуары; 4 — водонапорная башня; 5 — обратный клапан.

время как открывание электрозадвижки связано с потерей времени. Если в этом случае установить задвижку ручного пуска, то неприкосновенный пяти-десятиминутный запас воды вообще теряет смысл, так как насосы создадут давление в водонапорной сети раньше, чем будет открыта задвижка у водонапорного бака, находящегося на большой высоте и иногда на большом расстоянии от обслуживающего водопровод персонала.

Водонапорные башни при наличии пожарных насосов, повышающих давление в водопроводной сети, оборудуются автоматическими устройствами, обеспечивающими выключение башни при пуске в действие пожарных насосов. Такими устройствами, обычно, является обратный клапан на разводящей трубе и автоматический водозапорный (поплавковый) клапан на конце подающего трубопровода (рис. 40).

Отключение водонапорной башни при включении пожарных насосов может происходить при помощи только обратного клапана, установленного на разводящем-подающем трубопроводе (рис. 41).

Если при наличии пожарных насосов, повышающих давление в сети, не предусмотреть в водонапорных баках, отключающих устройств, то давления в водопроводной сети создать невозможно, так как вода от насосов будет поступать в водонапорный бак и оттуда через переливной трубопровод уходить в канализацию.

Гидроколонна (рис. 42). В последнее время широкое применение нашла конструкция гидроколонны (гидрорезервуара), совмещающая емкость водонапорного бака *Б* и запасную емкость *Р* на нужды трехчасового наружного и внутреннего пожаротушения, что обычно хранится в запасном резервуаре.

В части гидроколонны *Б*, заменяющей водонапорный бак хранится емкость, регулирующая неравномерность водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды, а также десятиминутный неприкосновенный запас воды на внутреннее пожаротушение. Неприкосновенный десятиминутный запас воды сохраняется при помощи электросигнализации, а трехчасовой запас воды сохраняется при помощи различного расположения трубопроводов. В обычное время вода по трубопроводу *1* поступает в водопроводную сеть. В случае возникновения пожара включается пожарный насос, который забирает воду снизу гидроколонны по трубопроводу *2* и подает ее в сеть по трубопроводу *6*.

Конструкция гидроколонны избавляет от необходимости устройства отдельного запасного резервуара и дает возможность тушения пожара привозными пожарными насосами, которые присоединяются к трубопроводу *3* с полугайкой *4* и задвижкой *5*.

Особенно выгодно применение этой конструкции в тех случаях, когда вода на объект подается от городского водопровода в недостаточном количестве.

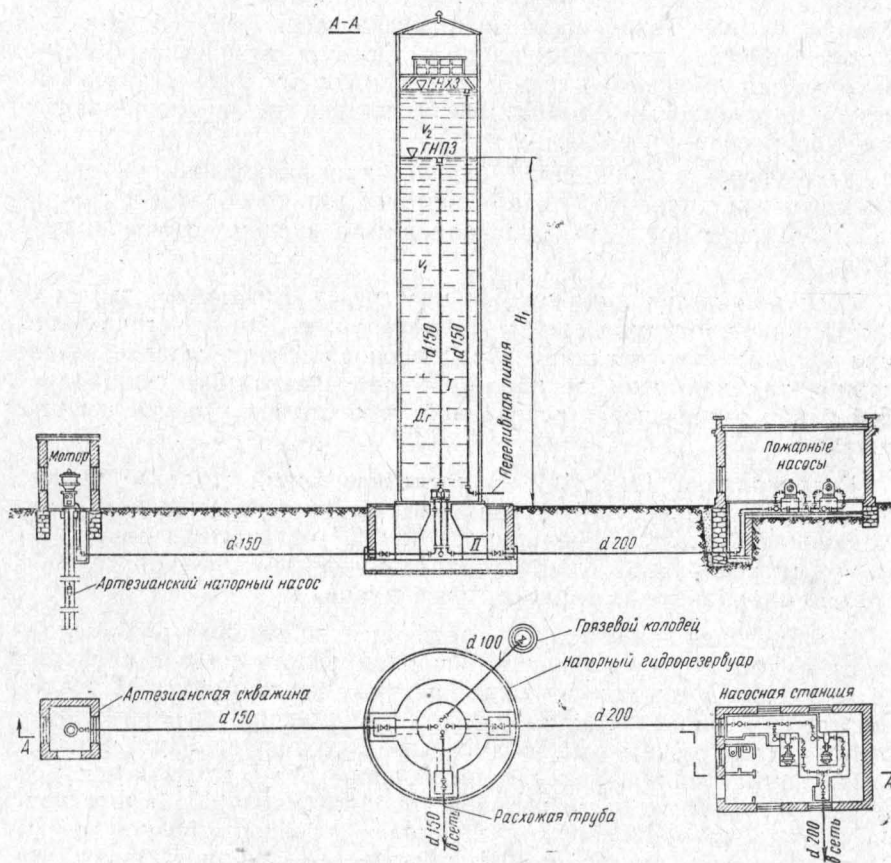


Рис. 42. Гидроколлонна.

§ 15. Пневматические установки

Пневматические установки, как и водонапорные баки, предназначены для поддержания постоянного давления во внутренних водопроводных сетях зданий, регулирования неравномерности водопотребления и сохранения неприкосновенного запаса воды для пожаротушения.

Пневматическая установка может состоять из одного герметичного бака, наполненного, приблизительно на половину воздухом и на половину водой, или из двух герметичных баков, из которых один наполнен воздухом, а другой—воздухом и водой.

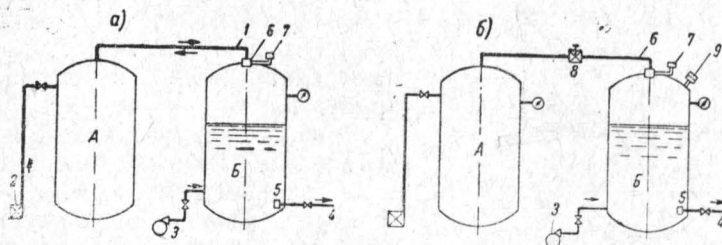


Рис. 43. Схемы пневматических установок:

а — пневматическая установка переменного давления; б — пневматическая установка постоянного давления.

При больших расчетных объемах воды пневматическая установка может состоять из трех и более баков.

Воздушный и водяной баки могут устанавливаться вертикально и горизонтально. Как правило, пневматические установки, обслуживающие наружный водопровод, помещаются на уровне поверхности земли, а обслуживающие внутренний водопровод в подвале, в первом этаже или в чердачном помещении.

При устройстве пневматических установок на чердаке давление воздуха принимается меньше требуемого по расчету на величину геометрической высоты подъема. Или иначе—давление в водопроводной сети— H_c будет поддерживаться за счет давления воздуха— $H_{воз}$ и за счет геометрических высот расположения бака по отношению к расчетному внутреннему пожарному крану Z .

$$H_c = H_{воз} + Z.$$

Если чердачное помещение небольшое, то в нем помещаются только водяной бак, а воздушный бак располагают в подвальном или первом этаже вместе с компрессором и насосом.

Из воздушного бака А, воздух по трубопроводу 1 поступает в водяной бак Б (рис. 43).

Воздух в бак А подается от компрессора 2. Вода в бак Б подается насосами 3. Из бака Б вода по разводящему трубопроводу 4 поступает в водопроводную сеть. Приемное отверстие разводящей трубы 4 снабжается поплавковым клапаном 5, не позво-

ляющим сжатому воздуху выйти из бака при значительном уменьшении уровня воды.

Воздушный трубопровод 1, оборудуется поплавковым клапаном 6, не позволяющим воде при переполнении поступать в бак А.

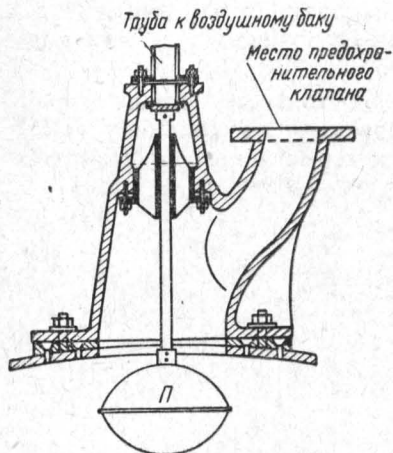


Рис. 44. Поплавковый клапан для воздушной трубы.

Поплавок с клапаном (рис. 44) связаны жестко. При наполнении водой бака Б до предела поплавки вместе с водой поднимаются, а следовательно поднимется и клапан, который закроет отверстие воздушной трубы 1. При переполнении водой бака Б открывается предохранительный клапан 7, который выпускает воду в переливную трубу.

В практике применяются пневматические установки с переменным и постоянным давлением.

В пневматической установке переменного давления (см. рис. 44) при разборе воды водопроводной сетью сжатый воздух, поступающий из воздушного бака в водяной, вытес-

няет воду в сеть. В этом случае объем воды уменьшается, а объем воздуха увеличивается (расширяется), давлением в пневматической установке падает и при дальнейшем заборе воды достигает минимума $H_{\text{мин}}$. При наполнении бака Б водой от насосов, воздух будет поступать в бак А. Объем воды будет увеличиваться, объем воздуха по всей пневматической установке уменьшится, а следовательно, увеличится давление и при полном заполнении водой бака Б, достигнет максимума $H_{\text{макс}}$.

В пневматической установке переменного давления воздух, поданный в бак при первоначальном его заполнении, все время остается в нем, то расширяясь, то сжимаясь.

Поэтому компрессор работает редко (один-два раза в неделю) для пополнения объема воздуха, количество которого уменьшается вследствие утечки через неплотности в системе и растворения в воде при повышенных давлениях.

В пневматической установке постоянного давления (см. рис. 43, б) на воздушном трубопроводе 1 устанавливается редукционный клапан 8, который срабатывает при понижении давления в баке Б, на пропуск воздуха из бака А до расчетного давления (рис. 45).

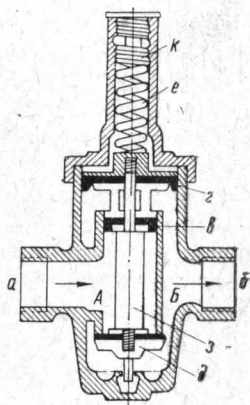


Рис. 45. Редукционный клапан.

При включении насосов уровень воды в баке *Б* увеличится, и воздух, находящийся над водой, сожмется, давление увеличится. За счет этого откроется предохранительный клапан 9, сбросит часть воздуха, понизив давление до расчетного.

Таким образом, редукционный и предохранительный клапаны поддерживают постоянное давление в пневматической установке.

Емкости водяного бака пневматической установки рассчитываются также, как и емкость водонапорного бака:

$$W_{п.у} = W_{рег} + W_{н.з},$$

где: $W_{н.з}$ — десятиминутный неприкосновенный запас воды;

$W_{рег}$ — регулирующий запас воды 4—10% от $Q_{макс.сут.}$

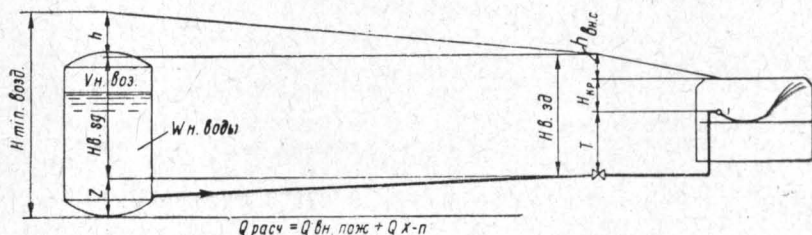


Рис. 46. Расчетная схема для определения минимального давления воздуха в пневматической установке.

Поскольку пневматические установки устанавливаются вместо водонапорных башен, следовательно минимальное расчетное давление воздуха пневматической установки $H_{мин. воз}$ должно равняться высоте башни H_B (рис. 46), т. е.

$$H_{мин. воз} = H_B = H_{в.зд} + h \pm z,$$

где: $H_{в.зд}$ — необходимый напор на вводе в здание;

h — потери напора в водопроводной сети от пневматической установки до ввода в здание;

$\pm z$ — геометрическая высота подъема воды.

Изменение объема воздуха в пневматическом резервуаре в зависимости от давления подчиняется закону Бойля-Мариотта, т. е.

$$P_n \cdot V_{н.воз} = P_k \cdot V_{к.воз} = \text{const},$$

где: P_n — абсолютное начальное давление воздуха;

$V_{н.воз}$ — начальный объем воздуха;

P_k — абсолютное конечное давление воздуха;

$V_{к.воз}$ — конечный объем воздуха.

Но абсолютное давление — P_n равно манометрическому (избыточному) давлению — H_n , плюс атмосферное давление, равное 1 атм или 10 м вод. ст., т. е. $P_n = H_n + 10$.

Учитывая это положение, можно записать:

$$P_n = H_{\text{макс. воз}} + 10;$$

$$P_k = H_{\text{мин. воз}} + 10,$$

где: $H_{\text{макс. воз}}$ — максимальное манометрическое давление воздуха;
 $H_{\text{мин. воз}}$ — минимальное манометрическое давление воздуха
 определяется расчетом наружной и внутренней сетей.

Тогда формула закона Бойля-Мариотта примет следующий вид:

$$(H_{\text{макс. воз}} + 10) \cdot V_{n. \text{воз}} = (H_{\text{мин. воз}} + 10) \cdot V_{k. \text{воз}}.$$

Из рис. 43 можно установить, что конечный объем воздуха $V_{k. \text{воз}}$ равняется начальному его объему $V_{n. \text{воз}}$, плюс объем забираемой воды $W_{n. в}$, т. е.

$$V_{k. \text{воз}} = V_{n. \text{воз}} + W_{n. в},$$

тогда:

$$(H_{\text{макс. воз}} + 10) V_{n. \text{воз}} = (H_{\text{мин. воз}} + 10) \cdot (V_{n. \text{воз}} + W_{n. в}),$$

откуда получим основную формулу расчета пневматических установок:

$$\frac{H_{\text{мин. воз}} + 10}{H_{\text{макс. воз}} + 10} = \frac{V_{n. \text{воз}}}{V_{n. \text{воз}} + W_{n. в}} = a. \quad (1)$$

Отношение a принимается в пределах от 0,5 до 0,75. Определим из общей формулы максимальное давление воздуха.

$$a = \frac{H_{\text{мин. воз}} + 10}{H_{\text{макс. воз}} + 10},$$

откуда

$$H_{\text{макс. воз}} + 10 = \frac{H_{\text{мин. воз}} + 10}{a}$$

при $a = 0,5$:

$$H_{\text{макс. воз}} + 10 = \frac{H_{\text{мин. воз}} + 10}{0,5}$$

$$H_{\text{макс. воз}} + 10 = 2H_{\text{мин. воз}} + 20$$

$$H_{\text{макс. воз}} = 2H_{\text{мин. воз}} + 10 \quad (2)$$

при $a = 0,75$:

$$H_{\text{макс. воз}} + 10 = \frac{H_{\text{мин. воз}} + 10}{0,75}$$

$$H_{\text{макс. воз}} + 10 = 1,33 \cdot H_{\text{мин. воз}} + 13,3$$

$$H_{\text{макс. воз}} = 1,33H_{\text{мин. воз}} + 3,3 \quad (3)$$

Из общей формулы определим начальный объем воздуха:

$$a = \frac{V_{n. \text{воз}}}{V_{n. \text{воз}} + W_{n. в}}.$$

Произведя алгебраические преобразования, получим:

$$V_{н. \text{ в. } \text{оз}} = \frac{a}{1-a} \cdot W_{н. \text{ в.}}$$

при $a = 0,5$:

$$V_{н. \text{ в. } \text{оз}} \cdot \frac{0,5}{1-0,5} \cdot W_{н. \text{ в.}}$$

$$V_{н. \text{ в. } \text{оз}} = W_{н. \text{ в.}} \quad (4)$$

при $a = 0,75$:

$$V_{н. \text{ в. } \text{оз}} \cdot \frac{0,75}{1-0,75} W_{н. \text{ в.}}$$

$$V_{н. \text{ в. } \text{оз}} = 3 W_{н. \text{ в.}} \quad (5)$$

Принятие a в пределах 0,5—0,75 обуславливается технико-экономическими соображениями, которые легко можно установить из анализа формул (2), (3), (4) и (5), откуда видно, что при значениях a , близких к 0,5, получается меньший объем пневматического бака, но большее начальное давление. При значениях a , близких к 0,75, возрастает объем бака, но уменьшается начальное давление. При сравнении формул (4) и (5) видно, что экономически оправданная емкость воздушного котла может превышать емкость водяного котла не более, чем в 3 раза.

Пример. Предположим по расчету для работы внутренних пожарных кранов минимальное давление воздуха должно быть $H_{\text{мин. в. } \text{оз}} = 30$ м вод. ст., а общая емкость воды в баке 6 м³

при $a = 0,5$

из формулы:

$$H_{\text{макс. в. } \text{оз}} = 2H_{\text{мин. в. } \text{оз}} + 10.$$

Подставляя цифровые значения, получим:

$$H_{\text{макс. в. } \text{оз}} = 2 \times 30 + 10 = 70 \text{ м вод. ст.,}$$

$$V_{н. \text{ в. } \text{оз}} = W_{н. \text{ в.}} = 6 \text{ м}^3.$$

при $a = 0,75$

из формулы:

$$H_{\text{макс. в. } \text{оз}} = 1,33H_{\text{мин. в. } \text{оз}} + 3,3.$$

$$H_{\text{макс. в. } \text{оз}} = 1,33 \times 30 + 3,3 = 43,2 \text{ м вод. ст.,}$$

$$V_{н. \text{ в. } \text{оз}} = 3 W_{н. \text{ в.}} = 3 \times 6 = 18 \text{ м}^3.$$

Количество компрессоров в пневматических установках постоянного давления должно приниматься не менее двух, из которых один — резервный.

Данное требование вызвано тем, что при работе пневматических установок постоянного давления общее количество воздуха в системе постоянно уменьшается за счет выпуска его наружу через предохранительный клапан.

В пневматических установках переменного давления поданный в систему воздух все время остается в ней и наружу не выпускается, поэтому пневматическая установка переменного давления более надежна в работе, в связи с чем ее применяют для противопожарных водопроводов, чаще чем пневматическую установку с постоянным давлением.

Поскольку в пневматическую установку переменного давления не требуется постоянная подкачка воздуха, в противопожарных водопроводах разрешается установка одного компрессора, питаемого электроэнергией от одного источника.

Для подачи воздуха в пневматические установки допускается использование общезаводской компрессорной станции при условии непрерывной круглосуточной ее работы.

Пуск и выключение насосов, подающих воду в пневматические установки должны быть автоматизированы, для чего сверху

водяного бака должен быть установлен специальный автоматический выключатель (регулятор давления) и в насосной станции магнитный пускатель.

Автоматический выключатель 9 имеет резиновую диафрагму, чувствительную к изменению давления внутри бака (см. рис. 43).

При повышении давления в водяном баке до максимального $H_{\text{макс. воз}}$ диафрагма выгибается и через систему рычагов и пружин происходит размыкание выключателя, а следовательно, через магнитный пускатель — выключение насосов.

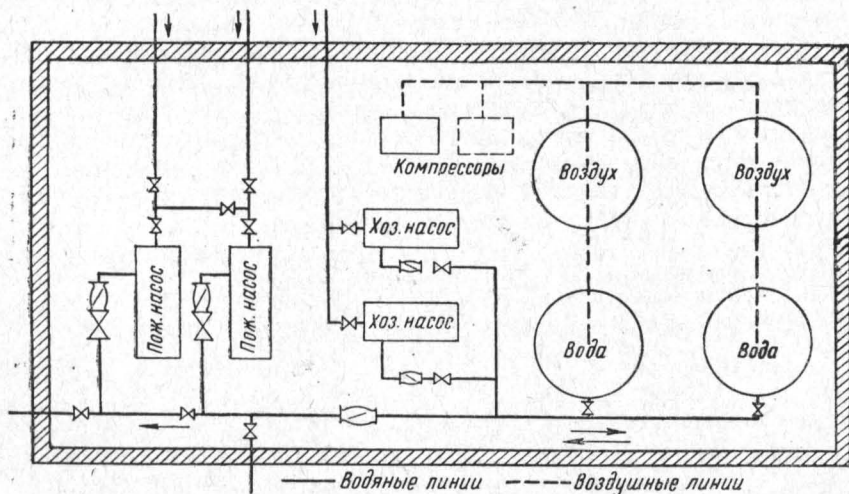


Рис. 47. Схема насосной станции, совмещенной с пневматическим оборудованием.

При уменьшении давления в водяном баке до минимального $H_{\text{мин. воз}}$ резиновая диафрагма выгибается в обратную сторону, что приводит к замыканию выключателя, а затем магнитного пускателя и насос начинает работать.

Каждый бак пневматической установки должен быть снабжен двумя манометрами, показывающими минимальное расчетное давление в пневматической системе, водомерным стеклом с двумя пробковыми кранами для указания уровня воды в баке, запорными вентилями на воздушной и водяной питательных трубах и на соединении с магистральной трубой и обратными клапанами на питательных и магистральных трубах, расположенных у бака.

На рис. 47 приводится схема насосной станции, совмещенной с пневматической установкой объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода. Хозяйственно-питьевые насосы пополняют водой пневматическую установку. При возникновении пожара включаются пожарные насосы, подающие воду непосредственно в водопроводную сеть. Хозяйственно-питьевые насосы и пневматическая установка при этом автоматически обратным клапаном отключается от водопроводной сети.

НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ II ПОДЪЕМА

Насосы станции II подъема предназначены для забора воды из запасного резервуара или непосредственно из источника водоснабжения и подачи ее в водопроводную сеть.

В зависимости от создаваемого насосами насосной станции II подъема, давления, водопроводы, предназначенные для целей пожаротушения, могут быть низкого и высокого давления (постоянного высокого давления или высокого давления, повышающегося только во время пожара).

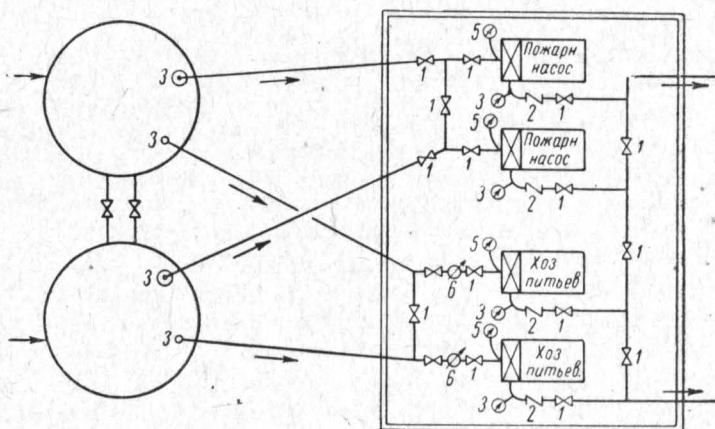


Рис. 48. Насосная станция при наличии специальных пожарных и хозяйственно-питьевых насосов, подающих воду в объединенную водопроводную сеть.

При объединенных водопроводах низкого давления на насосной станции II подъема устанавливается группа насосов, обеспечивающих все нужды, в том числе и противопожарные.

Если при объединенных водопроводах хозяйственно-питьевые насосы не обеспечивают расчетного давления для пожаротушения, то на насосной станции II подъема для повышения давления устанавливаются специальные пожарные насосы.

При объединенных водопроводах высокого давления, повышающегося во время пожара, на насосной станции II подъема устанавливаются группа хозяйственно-питьевых (производственных) насосов и специальная группа пожарных насосов.

При специальном противопожарном водопроводе пожарные насосы могут быть установлены в насосной станции, где имеются хозяйственно-питьевые (производственные) насосы, подающие воду в самостоятельную хозяйственно-питьевую (производственную) водопроводную сеть.

Насосные станции оборудуются (рис. 48) задвижками 1, позволяющими производить отключение насосов на ремонт и осуществлять подачу воды от того или иного насоса; обратными клапанами 2 (на нагнетательных линиях) для предотвращения выхода из строя насоса при возникновении гидравлических ударов в наружной водопроводной сети; обратными клапанами 3 на всасывающих трубопроводах, если насосы расположены выше уровня воды в резервуаре и для их заливки требуются специальные устройства, манометрами 4 на нагнетательной линии для наблюдения за создаваемыми насосами давлением, мановакуумметрами или вакуумметрами 5, для наблюдения за работой всасывающих линий и водомерами 6 для учета проходящего количества воды.

Водомеры на трубопроводах пожарных насосов могут не устанавливаться.

В насосной станции устанавливаются также звуковые и световые сигналы, контролирующие уровень воды в запасных резервуарах и водонапорных баках.

С точки зрения обеспечения быстроты привода пожарных насосов в действие и надежности их работы наиболее целесообразным устройством следует считать установку с постоянно залитыми насосами, т. е. находящимися под напором резервуара, из которого забирается вода.

При такой заливке ось насоса должна находиться на уровне дна резервуара, что можно осуществить в основном при надземных и полуподземных резервуарах.

Заливка насосов водой может производиться также либо отсасыванием воздуха при помощи вакуум-насоса (шиберного, водокольцевого), либо непосредственным заполнением водой из напорного трубопровода или от бака, установленного в насосной станции. Второй способ применяется при диаметре всасывающих линий не свыше 250 мм.

Емкость бака должна равняться емкости всасывающих труб и самого насоса из расчета двухкратной заливки. Для удержания столба воды в системе: трубопроводы — насос, в начале всасывающей линии, находящейся в резервуаре должен быть установлен обратный клапан.

При установке вакуум-насосов обратный клапан на всасывающей линии ставить нет необходимости.

Если центробежные насосы забирают воду из городской водопроводной сети, то они постоянно находятся под давлением городской сети.

При обследовании насосной станции время заливки насоса водой и его пуск необходимо проверить практически по его работе. Перед пуском насоса необходимо убедиться в том, что всасывающая линия и насос заполнены водой. Для этой цели необходимо открыть воздушные краники на насосе. Вытекание воды из краника будет указывать, что насос и всасывающая линия заполнены водой.

Продолжительность заполнения водой насосов перед их пуском не должна превышать для водопроводов низкого давления — 5 мин.; высокого давления — 3 мин.

✓ Подбор насосов производится по их характеристикам с учетом условий совместной работы насосов и водопроводной сети при различных режимах водопотребления.

При этом учитывается график расхода воды и его сезонные колебания, наличие регулирующей емкости и влияние работы насосов на ее величину, влияние количества и мощности насосов на потребность в резервных агрегатах, на общую установленную мощность и на стоимость оборудования, размеры станции при различных вариантах оборудования.

✓ Зная расчетный (заданный) расход, полный напор и возможную вакууметрическую высоту всасывания по характеристикам приведенным в табл. 14 выбирают марку насоса с учетом к. п. д., числа оборотов вала насоса и возможности параллельной работы нескольких насосов.

Расчетный расход воды насосов специальных противопожарных водопроводов должен быть равен расходу воды на наружное пожаротушение плюс расход воды на внутреннее пожаротушение:

$$Q = Q_{нар} + Q_{вн.}$$

✓ При объединенном водопроводе низкого давления насосы подают воду на все нужды, в том числе и на противопожарные. В этом случае расчетный расход воды насосов должен быть равен:

$$Q = x. n + Q_{пож.}$$

где

$$Q_{пож} = Q_{нар} + Q_{вн.}$$

Расчетный расход воды специальных пожарных насосов низкого давления при объединенном водопроводе зависит от расчета неприкосновенного противопожарного запаса воды запасных резервуаров.

Если неприкосновенная пожарная емкость хранит запас воды только для целей пожаротушения, то потребный расчетный расход воды пожарных насосов низкого давления равен расходу воды на наружное и внутреннее пожаротушение:

$$Q = Q_{нар} + Q_{вн.}$$

В этом случае расход воды на хозяйственно-питьевые производственные нужды обеспечивается группой хозяйственно-питьевых (производственных) насосов.

Если неприкосновенная пожарная емкость хранит запас воды для целей пожаротушения и хозяйственно-питьевых (производственных) нужд на время тушения пожара, то потребный расчетный расход воды пожарных насосов низкого давления равен расходу воды на противопожарные нужды плюс расход воды на хозяйственно-питьевые (производственные) нужды.

Основные технические данные по лопастным насосам

Марка насоса	Число оборотов в мин.	Диаметр колеса в мм	Значения параметров в предельных точках рабочих зон характеристик насоса (по графикам каталога)						$\eta_{\text{макс}}$ в %	Рекомендуемая мощность двигателя в кВт $N_{\text{дв}}$	Диаметр патрубков в мм
			подача в л/сек		напор в м вод. ст.		допустимая вакуумметрическая высота всасывания в м вод. ст.				
			Q_1	Q_2	H_1	H_2	$H_{\text{вак1}}$	$H_{\text{вак2}}$			

Центробежные насосы типа К (консольные)

2К-9	2900	129	3,0	6,1	21,0	17,5	8,0	6,4	68,0	2,8	50	40
3К-6а	2900	192	7,0	18,0	46,2	30,0	7,8	5,3	64,0	10—14	80	50
4К-6	2900	272	18,0	37,5	98,0	72,5	7,1	4,0	68,5	55	100	70
4К-8а	2900	200	15,0	30,0	50,2	37,2	5,6	4,2	69,0	20	100	100
6-К-86	1450	275	26,0	52,0	24,8	15,5	6,6	5,5	74,0	20	150	100
6К-8	1450	328	29,0	55,0	37,0	30,0	6,6	5,2	76,5	28	150	100
8К-12а	1450	290	50,0	87,0	27,0	20,0	7,0	5,1	81,3	28	200	125
8К-18	1450	268	60,0	100,0	20,8	15,0	6,1	5,0	83,5	20	200	150

Центробежные насосы с двухсторонним подводом воды к колесу

4НДв	2950	265	35,0	50,0	94,0	83,5	3,5	1,9	70	55—75	150	100
5НДв	1450	350	40,0	70,0	40,0	30,0	7,2	4,6	72	28—40	150	125
6НДс	2950	230	56,0	85,0	69,5	59,0	5,7	3,7	80	75	200	150
6НДс	2950	242	57,0	92,0	80,0	64,0	5,6	3,0	80	75—100	200	150
6НДв	1450	380	60,0	105,0	48,0	38,0	5,5	3,2	76	55—75	200	150

Продолжение

Марка насоса	Число оборотов в мин.	Диаметр колеса в мм	Значения параметров в предельных точках рабочих зон характеристик насоса (по графикам каталога)								η_{\max} в %	Рекомендуемая мощность двигателя в kвт $N_{\text{дв}}$	Диаметр патрубка в мм	
			подача в $\frac{\text{л}}{\text{сек}}$		напор в м вод. ст.		допустимая вакуумметрическая высота всасывания в м вод. ст.						входного	нагнетательного
			Q_1	Q_2	H_1	H_2	$H_{\text{васк1}}$	$H_{\text{васк2}}$						
8НДв	960	525	100,0	174,0	42,3	32,8	6,5	3,0	81	75—100	250	200		
10Д-6	1450	465	110,0	167,0	70,2	57,0	6,4	3,8	76,5	135	250	150		
8НДв	1450	470	130,0	184,0	75,0	69,5	5,0	2,0	80	160—180	250	200		
8НДв	1450	525	140,0	204,0	94,0	88,5	4,4	1,0	81	195—240	250	200		
12Д-9а	1450	395	150,0	240,0	50,0	37,4	7,2	6,0	80	125	300	250		
14НДс	960	480	200,0	338,0	33,5	27,0	5,0	5,0	88	100—115	400	350		
14НДс	1450	480	300,0	500,0	78,0	61,0	5,0	0,8	88	300—390	400	350		
18НДс	960	700	545	760	66,2	57,0	4,8	1,0	91	520	500	450		
Многоступенчатые центробежные насосы														
КСМ-50	1450	—	10,0	21,7	25,0	15,8	6,0	6,0	55	увеличение на 8,5 kвт на ступень	125	100		
КСМ-100	1450	—	21,4	43,0	29,0	19,8	7,8	6,4	65	увеличение на 16—18 kвт на ступень	200	150		

Марка насоса	Число оборотов в мин.	Диаметр колеса в мм	Значения параметров в предельных точках рабочих зон характеристик насоса (по графикам каталога)								η_{\max} в %	Рекомендуемая мощность двигателя в кВт $N_{\text{дв}}$	Диаметр патрубка в мм	
			подача в л/сек		напор в м вод. ст.		допустимая вакуумметрическая высота всасывания в м вод. ст.		входного	нагнетательного				
			Q_1	Q_2	H_1	H_2	$H_{\text{вак1}}$	$H_{\text{вак2}}$						
КСМ-150	1450	—	36,1	60,0	30,0	22,0	6,8	5,7	69	увеличение на 21 кВт на ступень	200	150		
АЯПЗ-150	1450	—	37,5	68,0	59,0	46,0	7,8	5,2	56	увеличение на 45—63 кВт на ступень	150	150		
8МД—12х36	2900	230	50,0	80,0	180	139	4,3	3,2	70	185				
8МД—12х3	2900	262	55,6	89,0	230	182	4,3	2,6	75	240				
АЯПЗ—300х2	1450	—	66,7	108,3	62,0	50,0	7,9	6,8	68	увеличение на 75—80 кВт на ступень	200	200		
ЗВ200х26	1450	390	70,0	135,0	92,4	64,0	4,8	4,0	75,5	125				
ЗВ200х46	1450	390	70,0	135,0	184,8	128,0	4,8	4,0	75,5	250				
ЗВ200х4а	1450	420	75,0	140,0	214,0	156,0	4,8	3,8	76	300	250	200		
10НМКх2а	1450	545	200	278	170	140	3,0	2,0	86	470—540				

$$Q = Q_{х.п} + Q_{пож},$$

где

$$Q_{пож} = Q_{нар} + Q_{вн}.$$

При объединенных водопроводах высокого давления, повышающегося во время пожара, потребный расчетный расход воды пожарных насосов равен пожарному расходу воды плюс расход воды на хозяйственно-питьевые (производственные) нужды:

$$Q = Q_{х.п} + Q_{пож},$$

где

$$Q_{пож} = Q_{нар} + Q_{вн}.$$

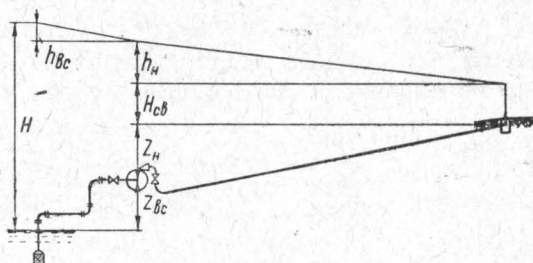


Рис. 49. Схема подачи воды насосами II подъема для определения полного напора пожарного насоса.

В этом случае группа хозяйственно-питьевых (производственных) насосов выключается, так как напор, создаваемый пожарными насосами, больше чем напор, который могут создать хозяйственно-питьевые насосы.

Полный расчетный напор пожарных насосов подсчитывается по формуле (рис. 49):

$$H = H_{св} + h_{н} + z_{н} + h_{вс} + z_{вс},$$

где: $H_{св}$ — свободный напор в водопроводной сети у расчетного гидранта, равный при водопроводе низкого давления 1,45 *ати* при водопроводе высокого давления (32,0 + $T_{зд}$ м вод. ст.);

$z_{вс}$, $z_{н}$ — геометрические высоты подъема воды во всасывающей и нагнетательной линиях;

$h_{н}$ — потеря напора в нагнетательной линии (от насоса до расчетного гидранта) равна:

$$h_l + h_m.$$

Потери напора по длине h_e определяются расчетом наружной водопроводной сети;

$h_{вс}$ — потери напора во всасывающих линиях насосов.

При определении $h_{вс}$ необходимо иметь в виду, что каждая всасывающая линия насосов рассчитывается на 100% подачи необходимого расхода воды.

Потери напора по длине всасывающих трубопроводов могут быть определены по формуле:

$$h'_l = i \cdot l,$$

где: l — длина трубопровода;

i — гидравлический уклон или потери напора на единицу длины в м вод. ст., Поскольку i — незначительная величина, то в табл. 2 и 4 приложения приводятся потери напора на 1000 м (1000 i).

Расчетные табл. 2 и 4 составлены для стальных и чугунных трубопроводов принятых по ГОСТу внутренних диаметров: для стальных трубопроводов по ГОСТ 3101—46 и 3262—55 при толщине стенок труб $\delta=10$ мм; для чугунных труб по ГОСТ 5225—50.

Потери напора на местные сопротивления во всасывающих линиях насосов определяются по формуле Вейсбаха:

$$h'_m = \zeta \frac{v^2}{2g},$$

где: $\frac{v^2}{2g}$ — скоростной напор (v — скорость движения воды в м/сек);

g — ускорение силы тяжести 9,81 м/сек²;

ζ — общий безразмерный коэффициент всех видов местных сопротивлений: колена, сетки с обратным клапаном, задвижки (его значения см. в приложении табл. 1):

$$\zeta = \zeta_{\text{сетки}} + \zeta_{\text{кол}} + \zeta_{\text{зав}} + \dots \text{ и т. д.}$$

Обычно потери напора во всасывающих линиях насосов не превышают $h_{\text{вс}} = 2—2,5$ м, а при пожаре 5 м.

Для бесперебойной подачи воды для нужд пожаротушения в насосной станции II подъема, кроме основных насосов, должен быть установлен резервный насос по производительности и напору не менее наибольшего насоса.

По условиям ремонта и эксплуатации целесообразно устанавливать по возможности однотипные насосы с одинаковой характеристикой.

Стационарные пожарные насосы должны быть обеспечены бесперебойным энергопитанием от двух независимых источников.

В больших городах, имеющих кольцевую электросеть, питание электромоторов насосов производится двумя отдельными фидерами от электрокольца.

В энергокольцо подача электрического тока должна осуществляться не менее как от двух электростанций.

При тупиковой электросети основной насос обычно работает от электромотора, резервный — от двигателя внутреннего сгорания.

При тупиковой электросети вторым источником питания электромоторов может также являться передвижная электростанция, установленная в самой насосной станции.

При одной электростанции подача электрического тока к моторам насосов осуществляется по двум фидерам, но в этом случае на электростанции должны быть установлены резервные агрегаты: генератор, на тепловых электростанциях паровые или газовые турбины или двигатели внутреннего сгорания, на гидроэлектрических станциях — водяные турбины и т. д.

Установка пожарных насосов без резервных агрегатов, с питанием от одного источника электроэнергии допускается для населенных мест и предприятий с расходом воды на наружное пожаротушение 20 л/сек и менее; и для предприятий с производствами категории Г и Д со зданиями I и II степеней огнестойкости.

В этих случаях подача электроэнергии к насосной станции должна производиться по отдельному фидеру.

Пожарные насосы насосной станции II подъема с электромоторами должны быть смонтированы на одной плите. Вал мотора должен быть соединен с валом насоса непосредственно при помощи эластичной муфты.

Ременная передача плоским ремнем для соединения насосов, обеспечивающих противопожарные нужды с двигателем, не допускается. Клиноременная передача может быть допущена, если количество ремней не менее четырех.

При двух и более насосах, обеспечивающих противопожарные нужды, должно быть не менее двух всасывающих линий. Это требование относится как к специальным пожарным насосам, так и к насосам хозяйственно-питьевым (производственным), обеспечивающим нужды пожаротушения при объединенном водопроводе.

При наличии двух и более резервуаров каждый пожарный насос высокого давления должен иметь самостоятельную всасывающую линию из любого резервуара.

Всасывающие трубопроводы должны быть герметичны, так как недостаточная герметичность трубопровода нарушает работу насосов и иногда возможен даже срыв их работы.

С целью уменьшения потерь напора, всасывающий трубопровод должен иметь возможно меньшую длину и меньшее количество местных сопротивлений (колен, отводов, тройников и т. д.).

Неприменным условием правильной работы всасывающих труб является отсутствие в них воздушных мешков, для чего всасывающая труба должна иметь непрерывный подъем к насосу (уклон должен быть не менее 0,005), чтобы воздух, выделяющийся из воды во всасывающих трубопроводах, мог свободно двигаться вместе с водой к насосу.

Если на насосной станции имеются специальные пожарные насосы, то всасывающие линии этих насосов не должны объединяться со всасывающими линиями хозяйственно-питьевых (производственных) насосов, иначе не будет гарантий в сохранении неприкосновенного запаса воды в запасных резервуарах.

Всасывающие линии пожарных насосов внутри насосной станции целесообразно объединять между собой, что дает возможность

использовать любой из пожарных насосов при аварии одной из всасывающих линий.

Во всех случаях при наличии всасывающих линий более двух каждая из них должна быть рассчитана на пропуск полного расчетного расхода воды.

Количество нагнетательных (напорных) линий — водоводов от насосов, обеспечивающих противопожарные нужды, должно быть не менее двух.

Диаметр водоводов и количество переключений на них должны быть рассчитаны так, чтобы при одной аварии на водоводе можно было получить не менее 70% от расчетного расхода воды (см. главу VI «Наружные водопроводные сети»).

Внутри насосной станции напорные линии всех насосов объединяются между собой коллектором, что дает возможность использовать любой из насосов при аварии одного из водоводов.

Задвижки у насосов диаметром 300 мм и более рекомендуются снабжать электрическим или гидравлическим приводом.

Помещения насосных станций, обеспечивающих пожарные нужды, должны быть I или II степени огнестойкости.

Насосные станции, расположенные в одном здании с другими помещениями, должны быть обеспечены непосредственным выходом наружу здания.

Отдельно стоящие насосные станции с установкой одного пожарного насоса могут быть расположены в зданиях II степени огнестойкости.

Насосные станции, обеспечивающие нужды пожаротушения, должны быть оборудованы противопожарным водопроводом и иметь связь с пожарным депо при помощи сигнализации или телефона.

Насосная станция должна быть оборудована сигнализацией (световой или звуковой) об уровне воды в запасном резервуаре и в водонапорной башне.

Желательно, чтобы одновременно с подачей сигнала было предусмотрено включение насосов II подъема, пополняющих запас воды в водонапорных баках. При падении уровня воды в запасных резервуарах одновременно с подачей сигнала в насосной станции I подъема могут также автоматически включаться насосы или при наличии очистных сооружений открываться задвижки на трубопроводах, подающих воду с очистных сооружений в запасной резервуар.

В пояснительной записке проектного задания обычно указывается наличие насосов, обеспечивающих пожарные нужды, сигнализации и связи насосной станции с пожарной частью, постом и т. д.

Более подробно эти вопросы освещаются в рабочем проекте.

В пояснительной записке приводится также расчет необходимого напора и производительности насосов, указывается, какие подобраны насосы и двигатели к ним.

При обследовании насосных станций (городских или объекто-

вых), кроме изложенных выше пожарных требований, необходимо также установить, имеется ли инструкция для обслуживающего персонала насосной станции: о порядке включения насосов, обеспечивающих пожарные нужды, об обязанностях обслуживающего персонала по наблюдению за сохранением противопожарного запаса воды в запасных резервуарах и водонапорных баках и знают ли эту инструкцию работники насосной станции.

Последнее устанавливается практической проверкой действий дежурного насосной станции, например, при включении насосов.

Работниками насосной станции в указанные правилами эксплуатации сроки должен проводиться осмотр и ремонт насосов, о чем делается запись в соответствующем журнале (табл. 15).

Таблица 15

Наименование оборудования	Сроки в часах работы между		
	планово-предупредительным осмотром	средними ремонтами	капитальными ремонтами
Горизонтальные центробежные насосы	400—500	15 000	30 000
Глубоководные центробежные насосы	600, но не реже одного раза в год	12 000	18 000—20 000

Планово-предупредительный осмотр и ремонт центробежных насосов производятся для устранения всех мелких неисправностей, препятствующих нормальной работе.

При капитальном ремонте производится полная разборка насоса со снятием его с фундамента и заменой износившихся деталей.

Пожарные насосы должны опробоваться не реже одного раза в десять дней при закрытой задвижке на напорном патрубке и не реже одного раза в три месяца с пуском воды в сеть.

Осмотр, смазка и проверка открытия и закрытия арматуры производится не реже одного раза в три месяца.

Манометры и вакуумметры должны быть установлены при помощи трехходового крана и опломбированы.

У входа в помещение насосной станции должна быть надпись «Пожарная насосная станция», освещающаяся в ночное время.

Подступы к насосной станции и помещение насосной станции должны быть обеспечены электрическим освещением.

Помещение насосной станции должно отапливаться и иметь температуру не ниже 5° С.

В насосной станции должен быть запас смазочного масла, обтирочного материала и набор инструмента.

На каждом предприятии соответствующим приказом или рас-

поряжением должны быть выделены лица, ответственные за техническое состояние насосной станции и правильную ее эксплуатацию.

В насосной станции объекта должны иметься схемы противопожарного водоснабжения объекта в целом и узла насосной станции с расположением задвижек, обратных клапанов, водомерных узлов и другой арматуры.

Задвижки, обратные клапаны, насосы и другая арматура на схемах должны быть занумерованы и указан порядок их открытия и закрытия.

По схеме можно установить количество имеющихся насосов и наличие резервного насоса, правильно ли предусмотрена коммутация трубопроводов (количество всасывающих и нагнетательных трубопроводов, расположение задвижек на всасывающих и нагнетательных трубопроводах, возможность отключения их и насосов в случае ремонта, не нарушая работы других насосов).

На каждом насосном агрегате должен быть нанесен номер.

Задвижки и обратные клапаны также должны иметь номера, совпадающие с номерами, указанными на схеме.

Насосы, арматура и трубопроводы, а также электромоторы должны быть покрашены в красный цвет. Покраска производится по мере необходимости, но не реже одного раза в год.

На схеме должны быть указаны производительность, напор, мощность и число оборотов насосного агрегата.

Указанную на схеме производительность насоса необходимо сравнить с расчетным расходом воды, определенным по действующим противопожарным нормам. Если насосы обеспечивают подачу хозяйственно-питьевых (производственных) расходов воды и расходов воды для целей пожаротушения, необходимо определить, хотя бы ориентировочно, общий расчетный расход воды для данного объекта или населенного пункта.

Если водопровод построен давно, то такой проверки насосов недостаточно, так как со временем изменяются потребные расходы воды на отдельных участках наружных сетей, изменяются сопротивления трубопроводов, а также работа самих насосов в связи с их износом и т. д.

Поэтому соответствие работы насосов насосной станции II подъема лучше всего проверять при помощи испытания наружной водопроводной сети на водоотдачу.

Глава VI

НАРУЖНЫЕ ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

§ 16. Устройство наружной водопроводной сети

Наружные водопроводные сети предназначаются для транспортировки и подачи воды потребителям.

Для различных потребителей в зависимости от качества воды источника, назначения воды, потребных напоров и рельефа мест-

ности может быть уложена одна общая или несколько самостоятельных сетей, подающих воду разного качества или разных напоров. Например, сеть хозяйственно-питьевая, сеть противопожарная, сеть промышленная или объединенная.

Наружная водопроводная сеть является одним из основных элементов водопровода и неразрывно связана в работе с водоводами, насосными станциями, подающими воду в сеть, а также с водонапорным баком и запасными резервуарами.

Правильно запроектированная наружная водопроводная сеть должна обеспечивать необходимое количество воды под требуемым напором, надежность и бесперебойность работы, а также наименьшие общие затраты на строительство и эксплуатацию как самой наружной водопроводной сети, так и неразрывно связанных с ней водоводов, насосных станций, запасных резервуаров и водонапорных баков.

Выполнение этих требований достигается прежде всего правильным выбором конфигурации сети, подбором диаметра труб с технической и экономической точек зрения.

Конфигурация сети (ее трассировка) определяется в зависимости от характера планировки снабжаемого водой объекта, размещения отдельных потребителей воды, расположения дорог, формы и размеров жилых кварталов, цехов зеленых насаждений и т. д.; от наличия естественных и искусственных препятствий, затрудняющих прокладку труб (рек, каналов, оврагов, железнодорожных путей) и рельефа местности. Магистральные линии по возможности следует прокладывать по наиболее возвышенным точкам территории, распределительные линии — на более низких отметках. В этом случае за счет геометрического напора создается дополнительный напор в распределительной сети. Такая прокладка магистралей обеспечивает также относительно меньшее давление в трубах больших диаметров и, следовательно, большую их надежность в работе.

Места расположения регулирующих емкостей (определяемые в зависимости от рельефа местности) также оказывают влияние на выбор трассы и размер магистральных сетей.

Наружная водопроводная сеть состоит из магистральных и распределительных линий.

Магистральные линии подводят воду к районам города и питают распределительную сеть. При трассировке магистралей стремятся к тому, чтобы подача воды в отдельные районы происходила кратчайшим путем. Магистральные трубопроводы являются наиболее ответственными участками наружной водопроводной сети и поэтому подлежат расчету. Распределительные линии, как правило, не рассчитываются. Диаметр распределительных линий принимают без расчета. На промышленных объектах наружная водопроводная сеть менее разветвленная и поэтому при проектировании в расчет вводят все линии.

Наружные водопроводные сети могут быть кольцевыми и тупиковыми.

В тупиковых водопроводных сетях в случае выхода одного из участков, населенный пункт или объект частично или полностью может остаться без воды.

При кольцевой наружной водопроводной сети повреждение в какой-либо точке не вызывает прекращения в подаче воды на других участках. При кольцевой водопроводной сети подачи воды в каждый отдельно взятый участок производится не менее как с двух сторон. Тупиковые водопроводные сети имеют одностороннее питание. Учитывая это положение, необходимо отметить; что на кольцевую водопроводную сеть можно установить большее количество автономных насосов или иначе — получить больший расход воды, чем при тупиковых водопроводных сетях.

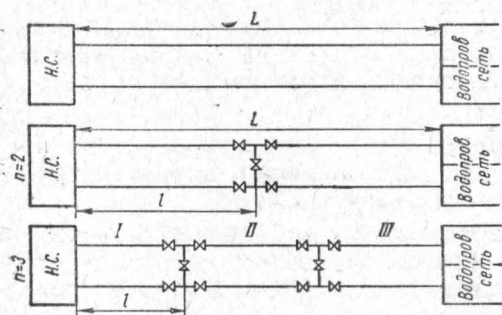


Рис. 50. Схемы переключений на водоводах.

Кольцевая форма имеет еще то преимущество, что она в значительной мере парализует действие гидравлических ударов, которые в тупиковых сетях и водоводах иногда вызывают аварии и разрывы труб.

Водопроводная сеть с сооружениями II подъема и сооружения II подъема между собой соединены водоводами. Водоводы—ответственные участки водопровода. При кольцевых водопроводных сетях должно быть не менее двух водоводов. Между собой водоводы соединяются перемычками (рис. 50).

В случае аварии на каком-либо участке водовода подача воды не нарушается. Аварийный участок системой задвижек временно выключается на ремонт.

Диаметр водовода и количество переключений на них должны при одной аварии на водоводе обеспечивать не менее 70% расчетного количества воды.

Более точно задача эта может быть решена графически, зная характеристику $Q—H$ (зависимости расхода и полного напора) насоса.

Полный напор насоса складывается из:

$$H = H_{св} + h_n + z_n + h_{вс} + z_{вс}.$$

Потери напора в нагнетательной линии — h_n можно выразить:

$$h_n = h_{вод} + h_c,$$

где: $h_{вод}$ — потери напора в водоводе;

h_c — потери напора в наружной водопроводной сети;

тогда:

$$H = H_{св} + h_{вод} + h_c + z_n + h_{вс} + z_{вс}.$$

Обозначим:

$$H_{св} + h_c + z_n + h_{вс} + z_{вс} = H_1,$$

получим $H = H_1 + h_{вод}$.

При подаче полного расчетного расхода воды Q по одному водоводу потери напора в нем определяются по формуле:

$$h_{вод} = S \cdot Q^2,$$

где S — сопротивление водовода может быть определено по формуле $S = A \cdot l$,

A — удельное сопротивление определяется по табл. 16 или 17.

Таблица 16

Расчетные значения удельных сопротивлений A для стальных труб

ГОСТ 3262—55		ГОСТ 3101—46		ГОСТ 4015—52	
диаметр условного прохода в мм	A (для Q в м ³ /сек)	диаметр условного прохода в мм	A (для Q в м ³ /сек)	диаметр условного прохода в мм	A (для Q в м ³ /сек)
8	225 500 000	125	106,2	400	0,2062
10	32 950 000	150	44,95	450	0,1089
15	8 809 000	175	18,96	500	0,06222
20	1 643 000	200	9,273	600	0,02384
25	436 700	225	4,822	700	0,01150
32	93 860	250	2,583	(750)	0,007975
40	44 530	275	1,535	800	0,005665
50	11 080	300	0,9392	(850)	0,004110
70	2893	325	0,6088	900	0,003034
80	1168	350	0,4078	(940)	0,002278
100	267,4	400	0,2062	1000	0,001736
125	86,23			1100	0,001048
150	33,96			1200	0,0006605
				1300	0,0004322
				1400	0,0002918

Таблица 17

Расчетные значения удельных сопротивлений A для чугунных труб (ГОСТ 5525—50)

Внутренний диаметр в мм	A (для Q в м ³ /сек)	Внутренний диаметр в мм	A (для Q в м ³ /сек)
50	15190	450	0,2232
75	1709	450	0,1195
100	385,3	500	0,06829
125	110,8	600	0,02602
150	41,85	700	0,01150
200	9,029	(750)	0,007975
250	2,752	800	0,005665
300	1,025	900	0,003034
350	0,4529	1000	0,001736

Поправочный коэффициент к расчетным значениям A для стальных и чугунных труб

v в м/сек .	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1,0	1,1	1,2
Коэффициент . . .	1,41	1,28	1,20	1,15	0,115	1,10	1,085	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,015	1,0

Тогда полный напор насоса получим:

$$H = H_1 + SQ^2. \quad (1)$$

При двух водоводах длиной L по каждому пойдет расход воды $\frac{Q}{2}$, тогда потери напора $h_{\text{вод}} = S \cdot \left(\frac{Q}{2}\right)^2$, а полный напор насоса

$$H = H_1 + S \cdot \frac{Q^2}{2}$$

или

$$H = H_1 + \frac{S}{4} Q^2. \quad (2)$$

Если отключить один из участков водовода (рис. 57), то на участках I и III пройдет расход воды $\frac{Q_1}{2}$, по участку II расход воды Q_1 (т. е. расход воды, подаваемой насосом при аварии).

Обозначим через s — сопротивление одного участка между переключениями и через n — количество таких участков, тогда общие потери напора на участках I и III

$$h_1 = s(n-1) \frac{(Q_1)^2}{2} = s(n-1) \sim \frac{Q_1^2}{4}.$$

Потери напора на участке II :

$$h_2 = sQ_1^2.$$

Полный напор будет равен:

$$H = H_1 + s(n-1) \frac{Q_1^2}{4} + s \cdot Q_1^2.$$

После ряда алгебраических преобразований получим:

$$H = H_1 + s \frac{(n+3)}{4} \cdot Q_1^2. \quad (3)$$

По полученным формулам (1), (2) и (3) можно построить характеристики $Q-H$ водоводов, зная в каждом отдельном случае качество труб, длину и диаметр водоводов.

Пример. От насосной станции II подъема проложен один водовод длиной 10000 м, диаметром 300 мм, трубы стальные $H_1 = 30$ м вод. ст. Сопротивление всего водовода

$$s = A \cdot l = 0,9 \times 10^{-6} \times 10\,000 = 0,009 \text{ (сек/л)}^2 \cdot \text{м},$$

где по табл. 16 находим $A = 0,9392 \text{ (сек/м}^3\text{)}.$

Для простоты расчета примем $A = 0,9$

$$H = H_1 + s \cdot Q^2, \text{ тогда } H = H_1 + 0,009 \cdot Q^2.$$

Подставляя значения Q , найдем H .

Полученные данные запишем в расчетную табл. 19.

Таблица 19

Q	10	20	30	40	50	60	70	80	90
H	30,9	33,6	38,1	44,4	52,5	62,4	74,1	88,0	103,0

По полученным значениям Q и H построим характеристику $Q-H$ водовода (рис. 51, кривая 1).

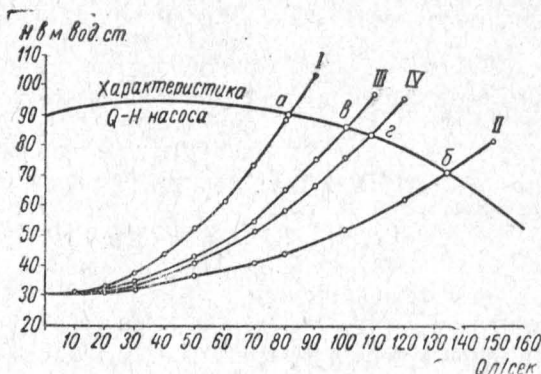


Рис. 51. Графическое решение совместной работы насоса и водопроводов.

В примере приведенным способом построены:

1) кривая II, при двух водоводах без переключения по формуле:

$$H = H_1 + \frac{s_1}{4} \cdot Q^2 \text{ или}$$

$$H = 30 + \frac{0,009}{4} Q^2, \quad H = 30 + 0,0022 \cdot Q^2;$$

2) кривая III, при аварии на одном из участков и числе участков между переключениями $n=2$ по формуле:

$$H = H_1 + \frac{s(n+3)}{4} \cdot Q_1^2$$

$$\text{при } s = A \cdot l = 0,9 \times 10^{-6} \times 5000.$$

$$H = H_1 + \frac{0,9 \times 500}{1\,000\,000} \times \frac{(2+3)}{4} \cdot Q_1^2, \quad H = H_1 + 0,0055 \cdot 2Q^2;$$

3) кривая IV, при аварии на одном из участков и числе участков между переключениями $n=3$ по формуле:

$$H = H_1 + \frac{s(n+3)}{4} \cdot Q^2,$$

$$\text{при } s = A \cdot l = 0,9 \times 10^{-6} \times 3333$$

$$H = H_1 + \frac{0,9 \times 3333}{1\,000\,000} \times \frac{(3+3)}{4} \times Q^2,$$

$$H = H_1 + 0,00455 \cdot Q^2.$$

Полученные точки $a, б, в, г$ (рис. 51) при пересечении кривых I, II, III и IV с характеристикой $Q-H$ насоса показывают, что при совместной работе насоса:

а) с одним водоводом $H=90$ м вод. ст.

$$Q=82 \text{ л/сек (точка а);}$$

б) с двумя водоводами $H=71$ м вод. ст.

$$Q=132 \text{ л/сек (точка б);}$$

в) с двумя водоводами при $n=2$ и наличии аварии

$$H=86 \text{ м вод. ст.,}$$

$$Q=100 \text{ л/сек (точка в);}$$

г) с двумя водоводами при $n=3$ и наличии аварии

$$H=83 \text{ м вод. ст.,}$$

$$Q=107 \text{ л/сек (точка г).}$$

Если, например, по нормам расчетный расход воды составляет $Q_{рас} = 130$ л/сек, то во время аварии должно пройти 70% от $Q_{рас}$, т. е. $\frac{130 \cdot 70}{100} = 91$ л/сек.

Сравнивая полученный расход воды с расходом, обозначенным на графике, можно сделать вывод, что в данном случае достаточно одного переключения $n=2$, при котором $Q=100$ л/сек.

Трубы наружных водопроводных сетей и водоводов укладываются в земле ниже линии промерзания грунта, для данного климатического района. Например, в северных районах 3—3,5 м, в средней полосе 2,0—2,5 м и в южных районах 1—1,5 м.

В каждом случае более точно глубина заложения водопроводных труб должна определяться на основании опыта работы водопровода, находящегося в данной местности. Уменьшение глубины заложения труб против принятой в данном районе допускается при обосновании теплотехническим расчетом.

При определении глубины заложения труб должен учитываться диаметр трубопроводов, режим его работы, температура воды, характер грунтов по трассе, верхнее покрытие ее, наличие снежного покрова, удобство пересечения с другими подземными соору-

жениями, внешние нагрузки от транспорта и другие местные условия. По материалу наружные водопроводные сети могут быть чугунные, стальные, асбестоцементные, железобетонные и деревянные.

Чугунные трубы изготавливаются диаметром от 50 до 1000 мм, длиной от 2 до 5 м с раструбом на одном из концов и рассчитываются на рабочее давление до 10 атм. Отдельные участки чугунных трубопроводов соединяются между собой при помощи раструба—гладкий конец одной трубы вставляют в раструб другой (рис. 52).

Фасонные части труб бывают с раструбами, гладкими и фланцевыми концами. Фланцевые концы фасонных частей необходимы для присоединения водопроводной арматуры: задвижек, подставок под гидранты и т. д.

Стальные трубы изготавливаются сварные и цельнотянутые. Сварные трубы изготавливаются диаметром от 400 до 1400 мм, длиной от 5 до 10 м с рабочим давлением до 15 атм.

Цельнотянутые трубы изготавливаются диаметром от 150 до 400 мм, длиной от 5 до 19 м, с рабочим давлением до 60 атм.

Стальные трубы между собой соединяются сваркой. Фасонные части—колена, переходы, тройники и т. д. изготавливаются также при помощи сварки. Для присоединения арматуры на концах труб и фасонных частях привариваются фланцы.

Асбестоцементные трубы изготавливаются из смеси портландцемента (75—80%) и асбестового волокна (20—25%). Диаметр асбестоцементных труб, изготавливаемых промышленностью от 50 до 546 мм, длина 3—4 м, рабочее давление до 10 атм. Асбестоцементные трубы хрупкие, плохо переносят динамические нагрузки, что ограничивает область их применения.

Железобетонные трубы изготавливаются с предварительно напряженной арматурой, диаметром от 300 до 1500 мм, длиной 3—5 м с рабочим давлением до 6 атм. Железобетонные трубы плохо переносят динамические нагрузки, плохо работают на растяжение и поэтому, применяются, в основном, для водопроводов низкого давления.

За последние годы нашей промышленностью изготавливаются керамические водопроводные трубы с рабочим давлением до 6 атм, фанерные водостойкие трубы и для химической промышленности стеклянные трубы.

Всякая сеть, кроме труб, оборудуется фасонными частями, необходимыми для соединения труб между собой, а также для присоединения арматуры наружной водопроводной сети. На рис. 53

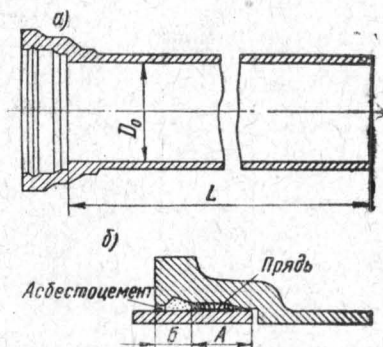


Рис. 52. Чугунная раструбная водопроводная труба:

а — труба; б — заделка раструба.

приводятся эскизы труб, фасонных частей и их обозначение на чертежах.

На внутренней поверхности водопроводных труб с течением времени появляются различного рода отложения, образующиеся в результате действия на металл стенок труб растворенных в воде

солей кальция, магния, железа, а также в результате оседания и скопления в нижней части труб различного рода механических примесей. За счет образования в трубах отложений уменьшается пропускная способность труб, что уменьшает живое сечение трубы и повышает коэффициент шероховатости, за счет чего увеличиваются потери напора и уменьшается расход воды.

При расчетах наружной водопроводной сети скорость движения воды должна приниматься не менее $0,5 \text{ м/сек}$, так как при меньших скоростях происходит быстрое зарастание труб.

Существует несколько способов борьбы с зарастанием труб.

При свежих, незначительных отложениях производится промывка водопроводных сетей водой с повышенными скоростями ее движения.

При более плотных отложениях применяют гидropневматический способ промывки водопроводных сетей (подача воды совместно со сжатым воздухом).

Расширяясь в трубопроводе, сжатый воздух увеличивает скорость движения воды и создает воздушные пробки, за счет которых происходят чередующиеся удары воды о стенки трубы, что влечет за собой разрушение не только рыхлых, но и довольно плотных отложений с выносом их из трубопровода через открытые выпуски или пожарные гидранты.

Трубопроводы малых диаметров и небольшой протяженности очищают химическим способом, путем заполнения трубы 20%-ным раствором ингибированной соляной кислоты.

Через 12—15 час. раствор кислоты вместе с разрушенными отложениями удаляется, а трубопровод промывается чистой водой.

При больших и плотных отложениях в водопроводных трубах применяется меха-



Рис. 53. Эскизы труб, фасонных частей и их обозначения.

ническая очистка трубопроводов при помощи скребковых очистителей, протаскиваемых в трубопроводах при помощи стального многожильного троса.

На промышленных предприятиях и в больших городах водопроводные трубы, как и все другие необходимые коммуникации, кабели связи, электрические кабели, трубы теплофикации и т. д. (кроме трубопроводов газификации) укладываются в специальных тоннелях (рис. 54).

Так как наружная водопроводная сеть в этом случае находится ниже других коммуникаций, то для установки пожарных гидрантов и задвижек предусматриваются специальные выносные колодцы.

Водопроводные линии диаметром 200 мм и более с давлением свыше 2 атм при пересечении железнодорожных линий должны быть уложены в галерею или стальном кожухе. Галерея или кожух предохраняют железнодорожное полотно от размыва при аварии трубопроводов, а водопроводные трубы предохраняют от разрушения под действием динамической нагрузки от железнодорожных составов.

Наиболее ответственной является прокладка дюкера-трубопровода, проходящего по дну рек, озер и т. д.

Дюкер в этом случае укладывается в траншее ниже уровня дна на 0,5—1 м и более, во избежание вымывания грунта и повреждения якорями речных судов. Дюкер устраивается из стальных труб, сварные стыки усиливают кольцевыми накладками или муфтами. Для предотвращения засорения дюкера при расчетах скорость движения воды принимают 2—2,5 м/сек.

При наличии на реках мостов, водопроводные линии прокладываются по этим мостам. Для предотвращения замерзания воды трубопроводы обвертывают слоем теплоизоляционного материала или увеличивают скорость движения воды до 3 м/сек.

§ 17. Арматура наружной водопроводной сети

Арматура наружной водопроводной сети размещается в специальных колодцах.

По материалу колодцы могут быть железобетонные (наиболее ответственные), бетонные (рис. 55), кирпичные, из бутового кам-

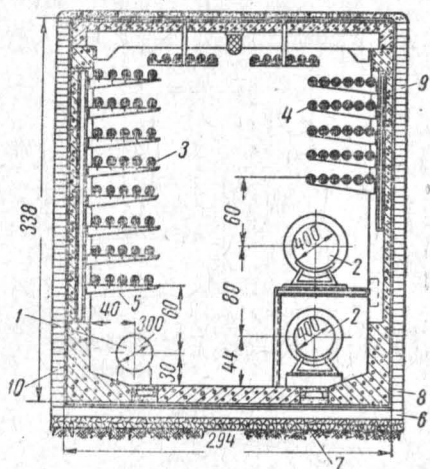


Рис. 54. Тоннель с трубопроводами в крупном городе:

1 — водопровод; 2 — теплофикация; 3 и 4 — кабели; 5 — кронштейны; 6 — подготовка; 7 — щебенка; 8 — сборный железобетон; 9 — кирпичная облицовка; 10 — изоляционный слой.

ня и как временные — деревянные. Колодцы могут быть круглой формы с диаметром до 2 м. Если нужны колодцы больших размеров, то им придают прямоугольную форму.

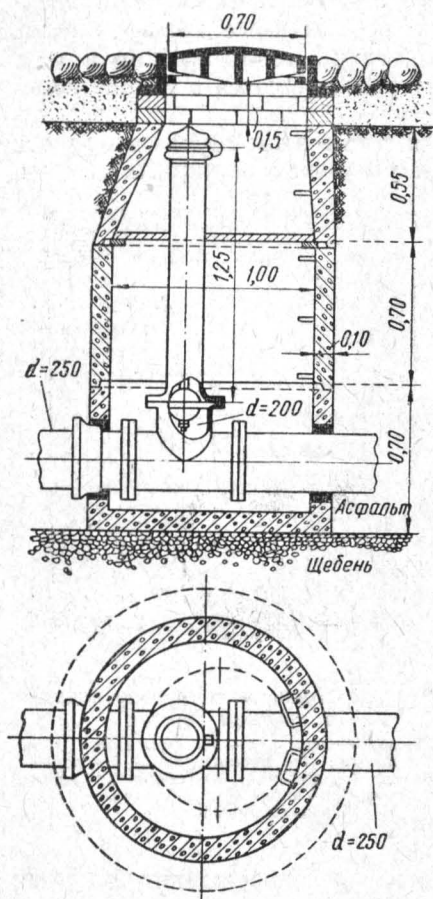


Рис. 55. Установка пожарного гидранта в колодце.

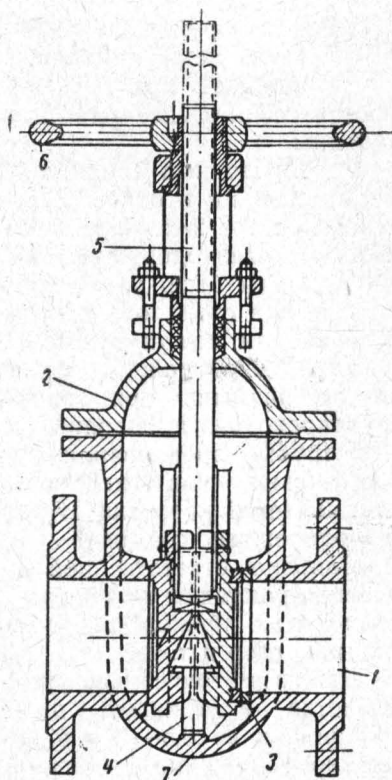


Рис. 56. Параллельная задвижка с выдвижным шпинделем
 $d = 50-400$ мм.

Сверху колодец закрывается крышкой заподлицо с поверхностью мостовой.

Из-за неэкономичности кирпичные и бутовые колодцы не оштукатуривают и только в отдельных случаях, при наличии грунтовых вод, оштукатуривают цементным раствором.

При устройстве водопроводных сетей применяются следующие основные типы арматуры:

- 1) запорную и регулируюшую — задвижки и вентили;
- 2) водоразборную — водоразборные колонки, краны и пожарные гидранты;

3) защитную и измерительную — предохранительные клапаны и воздушные вентузы, водомеры и т. д.

Задвижки предназначены для отключения отдельных участков сети в случае аварии или ремонта. Пользуясь задвижками, можно также регулировать работу сети: уменьшать или увеличи-

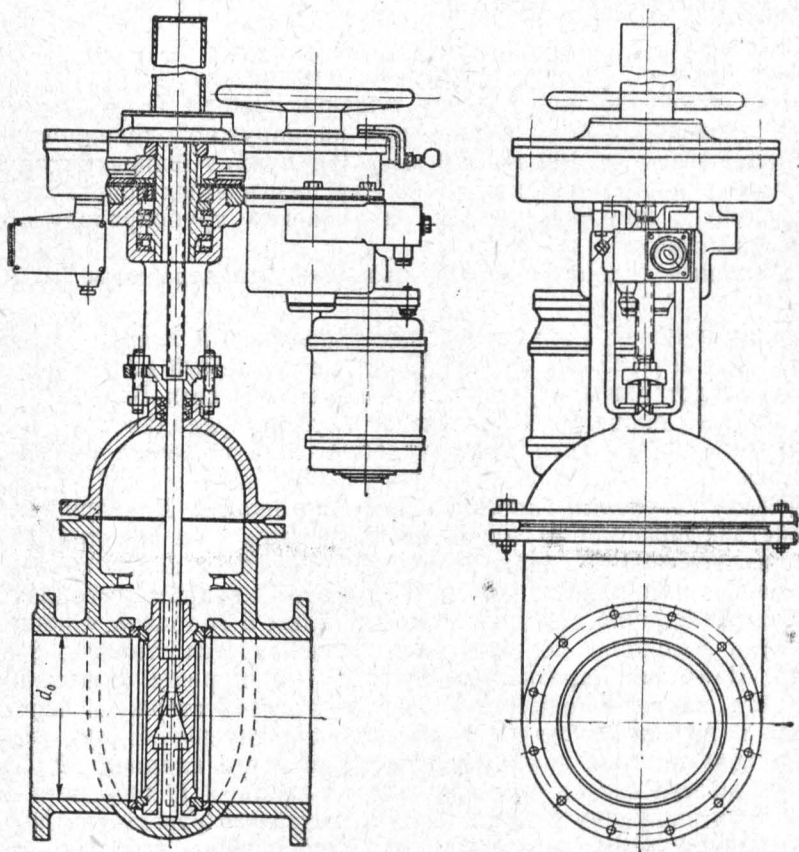


Рис. 57. Электрофицированная задвижка, параллельная выдвижному шпинделю $d = 300\text{--}400$ мм.

вать расходы воды и напоры. Задвижки могут быть ручные (с ручным приводом рис. 56), устанавливаемые на трубопроводах диаметром до 350 мм, и электрифицированные (с электроприводом рис. 57), применяемые на трубопроводах диаметром 300 мм и выше.

Водоразборные колонки служат для раздачи воды потребителям, не имеющим вводов от сети в здания. Пользоваться водоразборными колонками для целей пожаротушения, по существу, невозможно, так как пропускная способность их незначительна.

Пожарные работники должны следить за тем, чтобы водоразборные колонки не ставились в колодцах, где имеются пожарные гидранты, так как обычно зимой люки колодцев покрываются значительным слоем льда, сколка которого может привести к несвоевременной подаче воды из гидранта.

Пожарные гидранты должны быть установлены в колодцах, расположенных на расстоянии не более 5 м от водоразборных колонок.

Пожарные гидранты предназначены для получения воды из водопроводной сети при тушении пожара. Пожарные гидранты устанавливаются в колодцах на наружной водопроводной сети диаметром от 100 до 400 мм. При линиях больших диаметров гидранты устанавливаются на так называемых сопровождающих линиях, прокладываемых параллельно трубопроводу большего диаметра.

Пожарные гидранты можно разделить на подземные и надземные.

Более широкое применение имеет подземный гидрант московского типа $D=125$ мм (рис. 58), устанавливаемый на фланец пожарной подставки 2 наружной водопроводной сети. Высота чугунной колонки гидранта 1 зависит от глубины укладки труб и для гидрантов московского типа колеблется в пределах от 750 до 2500 мм.

Сверху пожарный гидрант закрыт крышкой 3. Для приведения в действие подземного гидранта открывается люк колодца, затем крышка пожарного гидранта и на его верхний конец с резьбой навинчивают пожарную колонку. При этом квадратная головка 4, стержня 5 колонки войдет в торцевой ключ 6 гидранта. Вращение рукоятки 7 колонки через стержень 5 передается стержню 8 гидранта. Винтовая нарезка, имеющаяся на стержне 8 пожарного гидранта, входит в медную гайку 9 и заставляет стержень передвигаться в вертикальном направлении для открывания или закрывания связанного с ним пустотелого шарового клапана 10. Стержень 8 жестко связан с разгрузочным клапаном 11 шарового клапана. При движении стержня 8 вниз, откроется разгрузочный клапан. Через открывшееся в шаре отверстие начнет поступать вода сначала в шар, а затем через отверстия 14 внутрь стояка гидранта. Когда давление над шаровым клапаном будет равно давлению в водопроводной сети шаровой клапан под действием силы тяжести откроется. После открытия шарового клапана открываются выкидные штуцера 12 колонки, к которым при помощи полугаек присоединяются пожарные рукава.

В нижней части гидранта имеется отверстие 13, через которое выпускается вода из колонки после закрытия гидранта, во избежание ее замерзания в зимних условиях. Во время открывания гидранта отверстие автоматически закрывается специальным ползунком 15, жестко скрепленным со стержнем.

Пожарная колонка снабжена блокировочным устройством, которое не дает возможности повернуть стержень 5, когда открыт

хотя бы один штуцер. Блокировочное устройство состоит из заслонки 16 и шпинделя 17, вращающегося при помощи специального ключа 18. Закрывать гидрант следует при закрытых выкидных штуцерах, в противном случае может произойти гидравлический удар.

Многолетний опыт эксплуатации гидрантов московского типа позволил выявить ряд его недостатков: сложность конструкции, несовершенство запорного устройства сливного отверстия, вызывающее замерзание гидранта, наличие блокировочного устройства, замедляющего операции по открыванию гидранта на пожаре и большие потери напора в гидранте и пожарной колонке.

В ЦНИИПО был сконструирован для гидранта московского типа новый клапан каплевидной формы, наиболее обтекаемой (рис. 59), за счет чего увеличилась на 8—10% пропускная способность, уменьшились потери напора в гидранте, а также незатухающие гидравлические удары в нем.

К одному из основных недостатков подземных гидрантов относится замерзаемость воды в них.

Число замерзших гидрантов иногда достигает 15% от общего их количества.

Причины замерзания пожарных гидрантов можно разбить на пять групп:

I группа. Гидранты, колодцы которых постоянно заливают грунтовые воды по следующим причинам:

а) некачественная забивка отверстия для выпуска воды из гидранта после его работы, отчего грунтовая вода в колодце, а также в стоянке гидранта стоит на уровне грунтовых вод в земле вокруг колодца;

б) выпускное отверстие забито, но грунтовые воды, поднимаясь, заливают стояк через крышку гидранта.

II группа. Гидранты, колодцы которых заливаются верховными водами и водой от водоразборных колонок:

а) ввиду неровности рельефа местности во многих случаях пожарные колодцы стоят в низинах. Осенью и особенно во время оттепелей в зимний период указанные пожарные колодцы заливаются поверхностными водами;

б) во многих случаях рядом с водоразборной колонкой на расстоянии от 1,5 до 5 м устанавливаются пожарные гидранты. Близость пожарных колодцев к водоразборным колонкам, отсутствие водостоков у колонок — являются причинами замерзания пожарных гидрантов.

III группа. Гидранты, стояки которых заливаются водой вследствие технической неисправности: неплотно закрытого шарового клапана за счет неисправности резиновой прокладки, попадания песка, мелких камешков между резиновой прокладкой и колонкой гидранта, отрыва шарового клапана или срыва резьбы на штоке, выбоин и неровностей в местах прилегания резиновой прокладки к стене колонки и т. д.

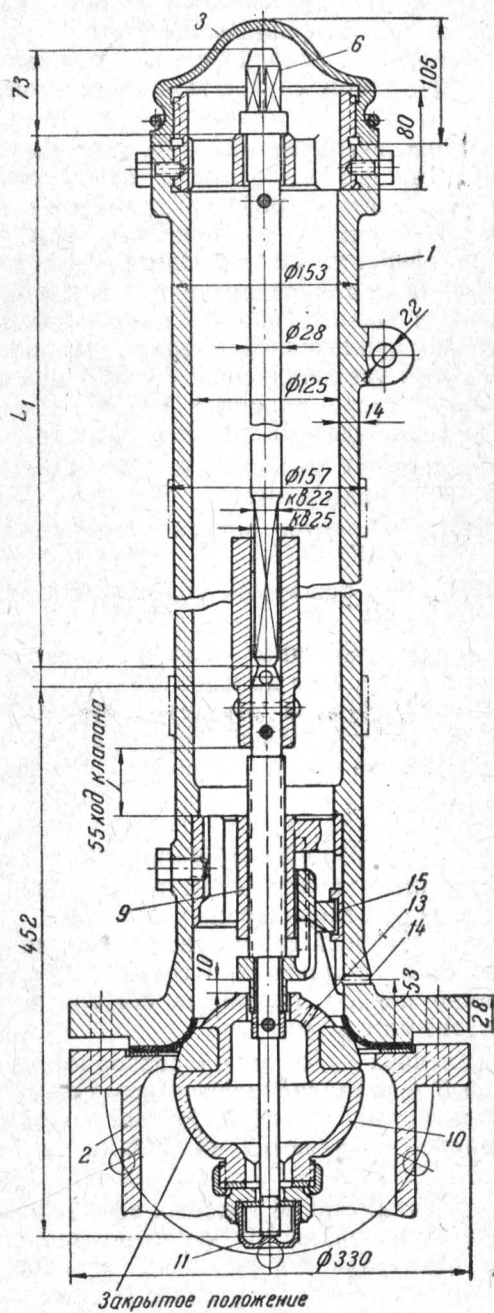
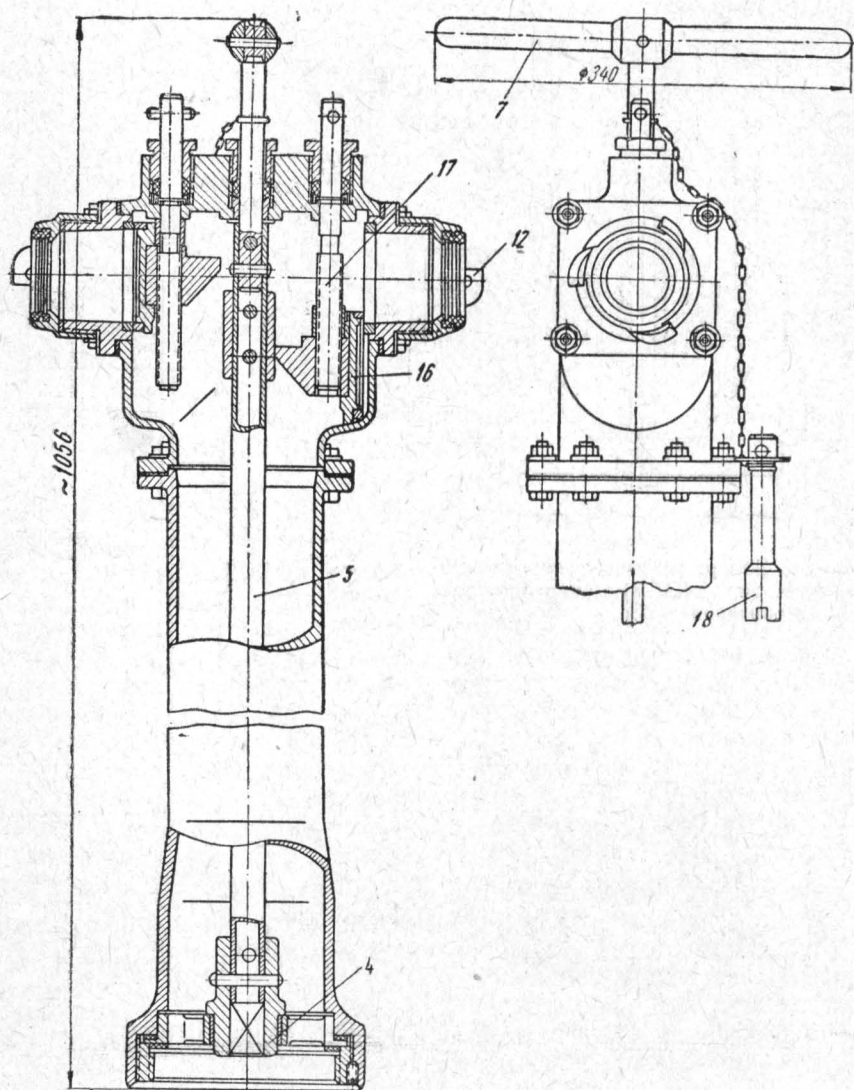


Рис. 58. Пожарный гидрант московского



типа $d = 125$ мм и стелдер к нему.

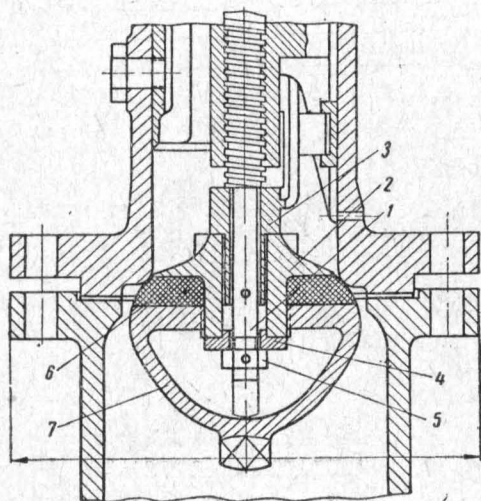


Рис. 59. Запорный узел гидранта московского типа (ПГ-5), оборудованный модернизированным клапаном.

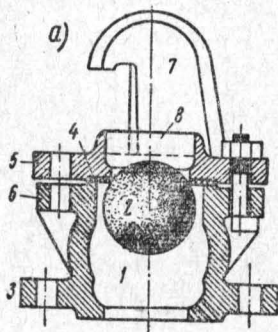


Рис. 59, а. Гидрант ленинградского типа.

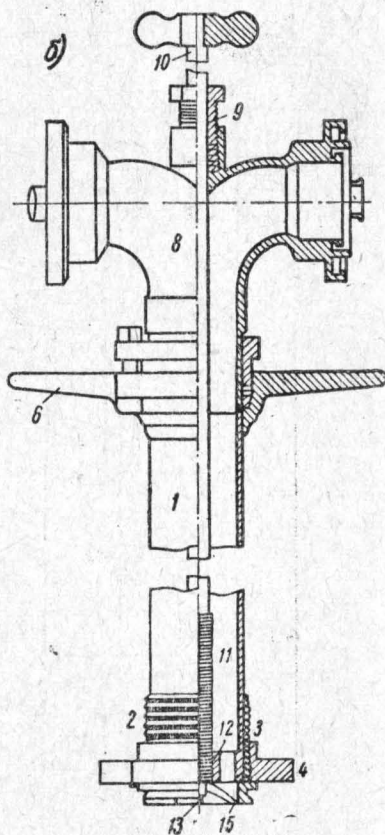


Рис. 59, б. Пожарная колонка ленинградского типа.

IV группа. Гидранты, замерзающие после пользования ими работниками пожарных частей и водопровода.

V группа. Гидранты, у которых примерзает шаровой клапан. Водопроводные сети в городах укладываются ниже линии промерзания грунта.

В связи с реконструкцией городов производится нивелировка местности (выемка, срезания грунта). Некоторые участки водопроводных сетей оказываются ближе расположены к дневной поверхности, т. е. в зоне промерзания грунта. Примерзание шарового клапана в этом случае наблюдается, в первую очередь, на участках водопроводной сети с малым водозабором и особенно на тупиковых линиях.

Профилактические мероприятия против замерзания пожарных гидрантов сводятся к следующему:

1. Забивка отверстия для выпуска воды из гидранта перед заморозками.

2. Выкачивание воды из гидранта и колодца при помощи автонасосов, мотопомп и ручных насосов.

3. Утепление колодцев гидрантов.

4. Устранение технических неисправностей в гидранте и водопроводной сети.

Гидрант ленинградского типа (рис. 59, а) состоит из чугунного корпуса 1, внутри которого помещен деревянный, покрытый резиной или мастикой шар 2, имеющий меньший удельный вес, чем вода. Снизу корпус при помощи фланца 3 присоединяется к тройнику магистральной линии водопровода. Седлом шара служит резиновое кольцо 4, зажатое между верхним фланцем корпуса 5 и фланцем крышки 6. Кольцо служит и седлом для шара и прокладкой, создающей герметичность между фланцами. Крышка снабжена крючкообразными выступами 7, служащими для удержания стендера—съемной колонки, привозимой пожарной частью.

Для опоры стендера служит на крышке кромка 8.

Нормально, когда стендер не установлен, шар поднимается вверх и под давлением воды плотно перекрывает отверстие в крышке гидранта.

Для пуска воды шар необходимо отжать книзу, что выполняется особым приспособлением, имеющимся внутри стендера.

Пожарная колонка представляет собой (рис. 59, б) трубу 1, с резьбой 2 в нижней части, на которую навинчивается гайка 3, снабженная двумя выступами 4. При установке стендера на гидрант нижняя кромка стендера 15 соприкасается с верхней кромкой гидранта, причем герметичность здесь обеспечивается наличием прокладки внизу колонки.

Установив колонку между рожками гидранта, даем ему при помощи ручек 6 вращательное движение вправо. В этом случае гайка 3 благодаря выступам, которые не дают ей вращаться, получит поступательное движение вверх до тех пор, пока выступы не упрутся в рожки.

В верхней части при помощи сальника с основной трубой связана поворотная головка 8 с двумя выкидными штуцерами. В середине головки через сальник 9 пропущен стержень 10, нижняя часть которого снабжена нарезкой 11 и проход сквозь поперечину 12, служащую для винта 11,—неподвижной гайкой.

Таким образом, при вращении стержня вправо он получит одновременно поступательное движение вниз и, нажимая своим золотником 13 на шар гидранта, будет его отжимать вниз, тем самым открывая доступ воде в стендер и далее через выкидные отверстия в пожарные рукава.

Описанный гидрант имеет ряд существенных недостатков, а именно:

- 1) замерзаемость гидранта;
- 2) наличие длинной колонки, установка которой связана с рядом неудобств;
- 3) попадание почвенной воды через гидрант в водопроводную сеть.

Если на водопроводную сеть небольшого диаметра установлено излишнее количество автонасосов, имеющих в сумме большую производительность, чем расход воды в сети, то в последней будет создаваться вакуум. В этот момент под действием вакуума в соседних гидрантах шаровые клапаны могут опуститься. Если какой-либо из неработающих в данный момент гидрантов был затоплен почвенной водой, то вся эта грязная вода попадет в водопроводную сеть.

Из упомянутого гидранта при необходимости можно получать воду без стендера. В этом случае необходимо каким-либо шестом держать шаровой клапан в отжатом состоянии и наполнять водой колодец, откуда вода может быть забрана насосом, как из емкости, при помощи всасывающей линии.

Подземные гидранты должны устанавливаться на проезжей части дороги или не далее 2,5 м от нее. Крышки колодцев подземных гидрантов находятся на уровне земли.

Для определения местонахождения подземных гидрантов устанавливаются световые или табличные указатели.

Как было указано выше, для использования подземного гидранта пожарная часть должна вывозить на пожар стендер, что также является недостатком подземного гидранта.

Всех этих недостатков лишены надземные гидранты: они доступны в любое время года; для использования их не требуется устанавливать пожарную колонку.

Надземные пожарные гидранты могут применяться, в основном, в южных районах нашей страны. При применении надземных пожарных гидрантов в средней и северной части Советского Союза в зимних условиях требуется их утепление (рис. 60).

В последнее время при строительстве квартальных и внутриквартальных инженерных коммуникаций в полупроходных и непроходных железобетонных каналах на глубине не более 1,5 м

совместно с теплотрассой или около этих каналов прокладываются и наружные водопроводные сети, на которых могут устанавливаться надземные пожарные гидранты.

Произведенными институтом «Мосинжпроект» специальными замерами для выявления влияния теплотрассы на распределение температур в окружающем грунте в зимних условиях было установлено, что даже на расстоянии до 2 м температура колеблется от 10 до 12° С.

Кроме задвижек, гидрантов и водоразборных колонок водопроводы оборудуются также **измерительной арматурой** (водомерами).

По принципу действия водомеры разделяются на скоростные, дроссельные, порционные и др.

На водопроводных сетях диаметром до 200 мм чаще всего применяются скоростные водомеры (счетчики), которые характеризуются следующими параметрами:

- 1) калибром счетчика, или величиной диаметра входного отверстия;
- 2) границей чувствительности (наименьшим расходом, при котором счетчик начинает давать показания), $\text{м}^3/\text{час}$;
- 3) наименьшим, наибольшим и нормальным эксплуатационными расходами, $\text{м}^3/\text{час}$, величины которых определяются требуемой точностью измерений;
- 4) характерным расходом (количеством жидкости в м^3 , которое проходит в течение 1 часа через прибор, при потере напора, равной 10 м вод. ст.;
- 5) точностью—максимальной относительной погрешностью, возможной при измерениях в нормальных условиях эксплуатации.

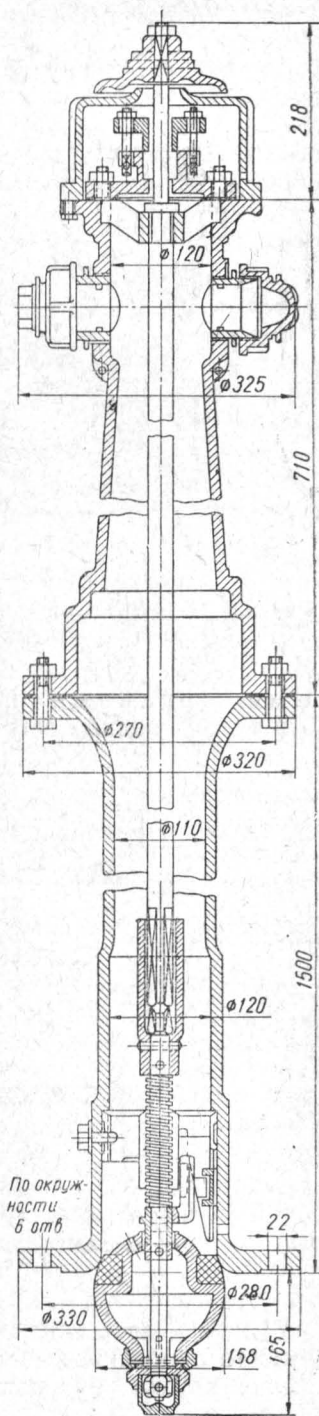


Рис. 60. Надземный гидрант московского типа.

Погрешность Δ определяется по следующему выражению:

$$\Delta = \frac{W_c - W}{W} \cdot 100\%,$$

W_c — показание счетчика;

W — фактически прошедший через прибор объем воды.

Скоростные счетчики (водомеры) делятся на счетчики с вертикальной крыльчаткой (крыльчатые) и счетчики с винтовыми вертушками (турбинные).

Основной частью турбинного водомера (рис. 61) является вертушка 1 с направляющим аппаратом 4, ось которых совпадает с осью трубы. Поток, вращающий вертушку, направлен в этом приборе параллельно оси. Вращение вертушки передается через червячную передачу 2 на счетный механизм 3.

Водомеры с дроссельными органами применяются для измерения расходов воды в водопроводных сетях диаметром от 50 до 1100 мм.

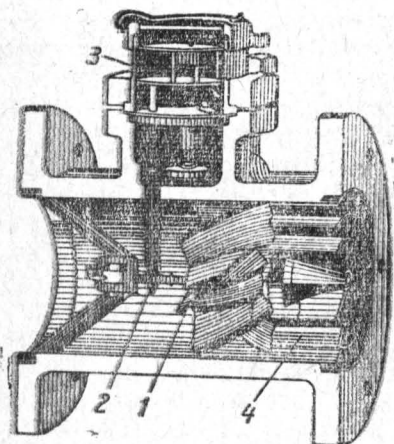


Рис. 61. Водомер с горизонтальной осью вертушки.

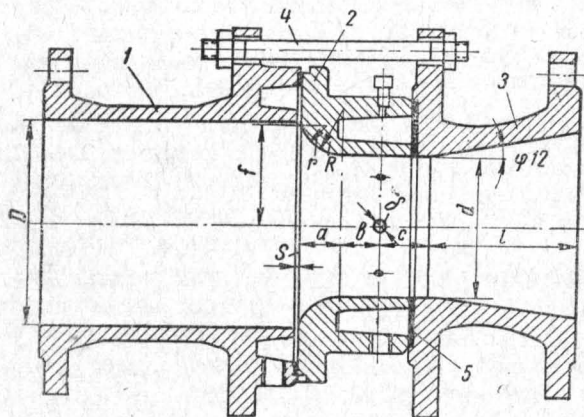


Рис. 62. Сопло Вентури для трубопровода $d = 250$ мм:

1 — входной патрубок; 2 — сопло; 3 — выходной корпус;
4 — стяжной болт; 5 — прокладка.

В основу дроссельных водомеров положен принцип изменения разности давлений, возникающий вследствие сужения поперечного сечения потока сужающим устройством, к которым относятся:

диафрагма (тонкий диск с центральным круглым отверстием), сопло или труба Вентури (рис. 62).

Водомеры дроссельного типа имеют большую пропускную способность, надежны в работе, характеризуются небольшими потерями напора.

Водомеры с дроссельными органами состоят из дроссельного органа, измерительного прибора для замера перепада давления и соединительных устройств.

Для измерения перепада давления, используются дифференциальные манометры жидкостного типа (U-образные трубки). Разность давления уравнивается весом ртути и измеряется его высотой. С дифманометром жестко связан круглый корпус, в котором помещается показывающий (или самопишущий механизм).

Парциальные водомеры могут применяться при любых диаметрах наружных водопроводных сетей.

Сущность устройства парциального водомера заключается в следующем (рис. 63). Если соединить трубкой две точки на водопроводной линии с различным давлением, что может быть получено за счет шайбы с отверстием или трубы Вентури, то часть общего количества воды пройдет через эту трубку. Между количеством воды Q , прошедшим через трубку Вентури, или шайбу с отверстием, и расходом воды q , прошедшему через трубку малого диаметра, существует определенное соотношение: $n = \frac{Q}{q}$.

Если определить количество воды, прошедшей через трубку малого диаметра, то, зная соотношение, можно легко получить и количество воды, прошедшей через трубку Вентури или диафрагму. Для измерения q на обводной трубке устанавливается крыльчатый водомер; величина n определяется опытными измерениями.

Измерение расхода воды при помощи «колена» основано на наличии разности давлений (как и в дроссельных водомерах) у вогнутой и выпуклой образующих «колена» при движении воды.

Для измерения расходов воды на объектовых водопроводных сетях устанавливаются чаще всего скоростные водомеры.

Пропускная способность скоростных водомеров сравнительно незначительная. При пожаре количество подаваемой воды сильно возрастает и водомер будет не в состоянии пропускать ее. Если же водомер рассчитывать и на пропускную способность пожарного расхода, он не будет достаточно точно учитывать потребление воды объектом.

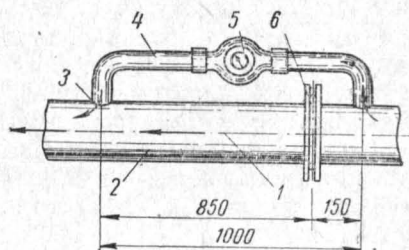


Рис. 63. Схема парциального водомера:

1 — направление потока воды; 2 — основной трубопровод; 3 — приварка обхода; 4 — обход $d=50$ мм; 5 — водомер 30—40 мм; 6 — шайба между фланцами.

Поэтому, как правило, скоростной водомер подбирается по хозяйственно-питьевому расходу воды и устанавливается на обводной трубе. Для пропуска пожарных расходов воды на основной трубе устанавливают задвижку, закрытую и запломбированную в обычное время.

Однако этот случай подачи воды неудобен тем, что во время пожара забывают о наличии пожарной задвижки, а то количество воды, которое проходит через водомер, крайне недостаточно для тушения пожара.

При наличии на объекте двух и более вводов, на каждом из них устанавливаются водомерные узлы с запломбированными задвижками. При расположении вводов на большом расстоянии друг от друга во время пожара тратится много времени на открывание пожарных задвижек. Эксплуатация водомерных узлов на таких вводах также связана с определенными трудностями. Поэтому чаще всего вводы наружной водопроводной сети объекта прокладываются от наружной водопроводной сети города к одному из зданий объекта, где устанавливаются водомерные узлы.

Если два ввода проложены рядом друг с другом, то между ними на наружной водопроводной сети города устанавливается разделительная задвижка.

С пожарной точки зрения наилучшими водомерами являются такие водомеры, которые имеют минимальные потери напора и обеспечивают необходимую пропускную способность как для хозяйственных целей, когда нет пожара, так и на противопожарные и хозяйственные цели, когда произошел пожар. К таким водомерам можно отнести парциальные, комбинированные скоростные водомеры и водомеры «колена».

Комбинированный водомер (рис. 64) состоит как бы из двух водомеров: скоростного (с крыльчаткой) *А*, учитывающего небольшие расходы, и водомера с вертушкой *Б*, учитывающего большие расходы.

В корпусе комбинированного водомера имеется клапан *1*, перекрывающий подачу воды на прямую.

В обычное время осуществляется подача воды только на хозяйственно-питьевые нужды. При этом напор в водопроводной сети незначительный, скорость движения воды небольшая, а следовательно, сила воды недостаточная, чтобы провернуть вертушку *2* большого водомера. Так как давление до водомера и после водомера одинаково, то клапан сидит на своем седле под действием силы тяжести, а также давления шара *3*, находящегося в стакане *4*. Вся подача воды осуществляется через водомер с крыльчаткой.

В случае возникновения пожара за водомером давление резко падает, так как устанавливаются автономные насосы, которые начинают отбирать воду из водопроводной сети объекта. Под действием давления слева клапан *1* открывается, шар *3* в стакане *4* перекачивается и своей силой тяжести удерживает клапан в открытом со-

стоянии. После открытия клапана скорость движения и расход воды резко увеличиваются. Во вращение приходит водомер с вертушкой. Вращение вертушки передается на счетный механизм.

Кроме указанной выше арматуры, на наружной водопроводной сети устанавливается также различная защитная арматура.

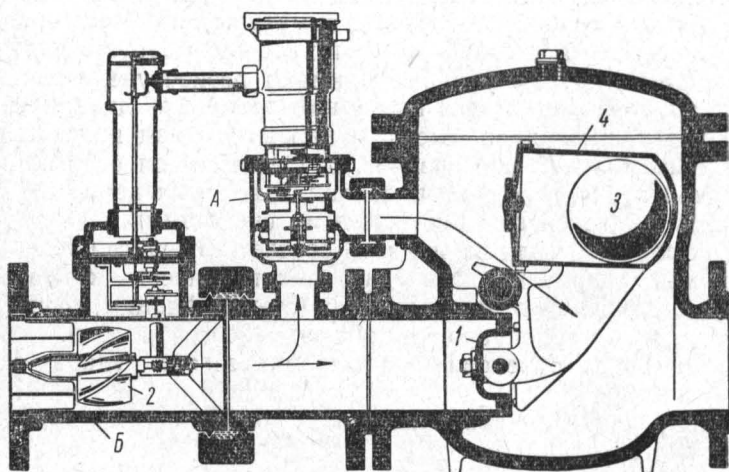


Рис. 64. Комбинированный водомер.

Защитная арматура трубопроводов предохраняет их от внешних разрушающих сил (сил веса грунта и самого трубопровода, химической и электромеханической реакции за счет коррозии, термических напряжений, сил смещения опор трубопровода за счет оползания и оседания грунта), а также и от внутренних разрушающих сил (сил вакуума и избыточного давления).

Как внешние, так и внутренние силы вызывают различные разрушения трубопроводов (трещины, поперечные переломы и, чаще всего, нарушения стыковых соединений).

Аварии за счет коррозии чаще всего возникают на стальных трубопроводах и реже—на чугунных трубопроводах. Наибольшее количество аварий стыковых соединений за счет оползания и оседания грунта происходит в глинистых грунтах и меньше всего в насыпных. Разрушения за счет термических напряжений чаще всего происходят в осенний период.

Большое количество аварий происходит за счет внезапно возникающего избыточного давления и разрежения при гидравлических ударах, вызывающих разрушение стыковых соединений, а также продольные трещины.

Исследование причин аварий в одном из промышленных районов на питьевых и технических водоводах показало, что 83% аварий (разрыв трубопроводов или арматуры) произошло от гидравлических ударов и лишь 17% от внешних разрушающих сил.

Под гидравлическим ударом понимают резкое увеличение давления в трубопроводах при внезапной остановке движущейся в них жидкости, вызванной быстрым закрытием задвижек, кранов, внезапной остановкой насосов и т. д. Особенно опасен гидравлический удар в длинных трубопроводах, в которых движутся большие массы жидкости со значительными скоростями.

В этих случаях, если не принять соответствующих предупредительных мер, гидравлический удар может привести к повреждению мест соединений отдельных труб (стыки, фланцы, раструбы), разрыву стенок трубопровода, поломке насосов и т. п.

Теоретическое обоснование гидравлического удара сделал Н. Е. Жуковский.

Величину ударного давления при гидравлическом ударе можно вычислять по формуле:

$$P_2 = P_1 + \frac{\gamma v \cdot a}{g},$$

где: P_1 — давление до гидравлического удара в м вод. ст.;

P_2 — давление при гидравлическом ударе в м;

γ — объемный вес жидкости;

v — скорость течения жидкости до гидравлического удара в м/сек;

a — скорость распространения ударной волны в м/сек.

В табл. 20 приводится скорость распространения ударной волны при гидравлическом ударе для чугунных водопроводных труб.

Таблица 20

Диаметр трубы в мм	50	100	200	300	400	500	600
Толщина стенок в мм	7,5	8,5	10,5	12,5	14	16	18
a , м/сек	1338	1279	1206	1165	1129	1110	1096

Для предотвращения гидравлического удара при закрытии задвижек, кранов и т. д. время их закрытия можно определить по формуле:

$$t_{\text{закр}} \geq \frac{vL}{49P_t} \text{ сек.},$$

где L — длина трубы в м;
 P_t — допускаемое повышение давления в м.

Пример 1. Определить повышение давления P_2 при гидравлическом ударе в чугунной трубе $d = 100$ мм, если скорость течения воды $v = 1$ м/сек, а $P_1 = 30$ м вод. ст.

Решение:

$$P_2 = P_1 + \frac{\gamma v \cdot a}{g} = 30 \text{ м} \frac{1000 \times 1 \times 1279}{9,81} = 30 \text{ м} + 130\,377 \text{ кг/м}^2 = 160 \text{ м}.$$

Пример 2. Определить время закрытия крана при $v = 2$ м/сек, $P_t = 100$ м вод. ст. и $L = 1000$ м

Решение:

$$t_{\text{закр}} \geq \frac{v \cdot L}{49 \cdot P_t} = \frac{2 \times 1000}{49 \times 100} = 0,43 \text{ сек.}$$

Для защиты трубопроводов от внутренних и внешних разрушающих сил предусматриваются различные профилактические и аварийные устройства.

К профилактической защите трубопроводов относится: термоизоляция труб, укрепление точек опор, устройства для выпуска воздуха (например, при помощи вантузов), устройства для борьбы с гидравлическими ударами (например, при помощи клапанов для впуска воздуха, предохранительных клапанов, обратных клапанов) антикоррозийные покрытия внутри трубопровода, защита от наружной химической и электромеханической коррозии (блуждающих токов).

К аварийной защите трубопроводов относятся приборы: максимальной защиты, срабатывающей от аварийной скорости потока (аварийного расхода);

минимальной защиты, срабатывающей от аварийного (минимального) давления;

дифференциальной защиты, срабатывающей при разрыве струи и появлении разности расходов между началом и концом участка трубопровода;

комбинированной защиты, соединяющей в себе различные комбинации защит.

Разберем устройство и работу наиболее часто встречающихся видов арматуры наружной водопроводной сети.

Вантузы (рис. 65) предназначаются для автоматического впуска или выпуска воздуха из магистральных трубопроводов и водоводов. Вантузы устанавливаются на трубопроводах $D = 400$ мм и более в возвышенных точках профиля (где возможно скопление воздуха) на расстоянии 0,25—2,5 км друг от друга. Если воздух не будет удален из трубопровода, то образуются воздушные подушки, уменьшающие площадь живого сечения трубопровода.

Вантуз состоит из чугунного корпуса 1, в котором помещены пустотелые стеклянные или металлические шары 2 (или деревянные, обтянутые резиной). Шары через кольца 3 и шток 4 жестко соединены с клапаном 5.

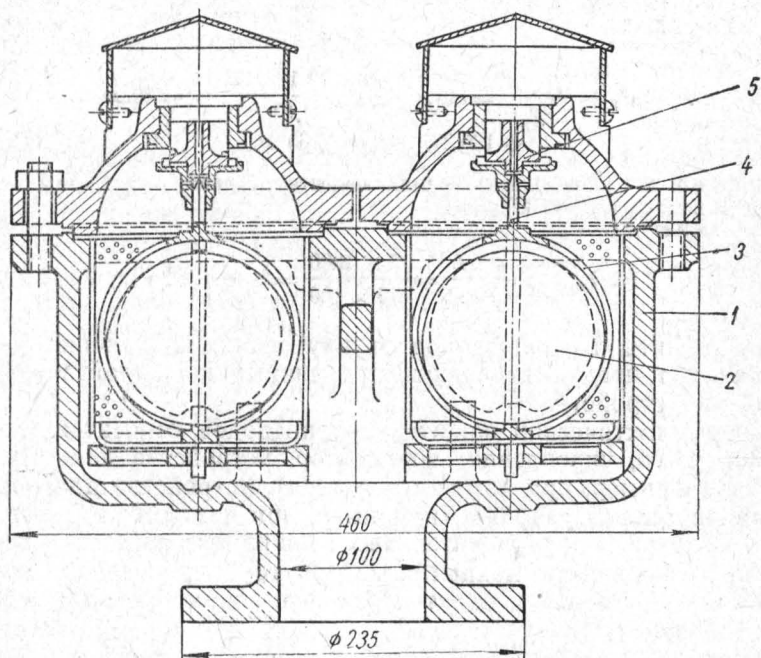


Рис. 65. Вантуз.

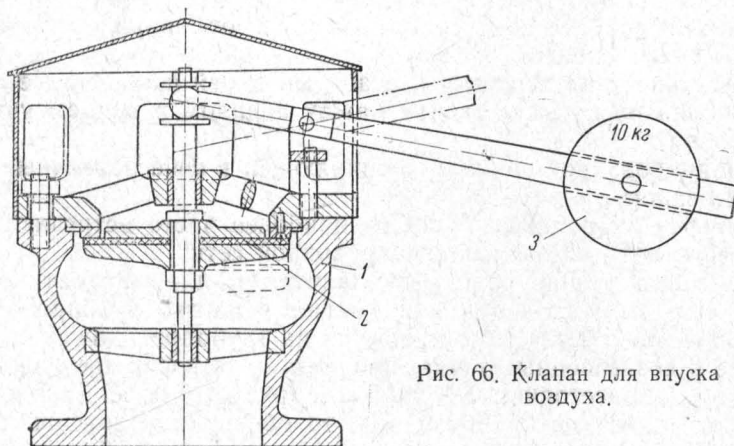


Рис. 66. Клапан для впуска воздуха.

При отсутствии воздуха шары 2 под давлением воды снизу всплывают, клапаны 5 плотно прилегают к своему седлу. При скоплении воздуха в верхней части вантуза вода отжимается и вместе с водой опускаются шары, плавающие на воде. Вместе с шарами опускаются клапаны и через образовавшееся отверстие воздух выходит наружу.

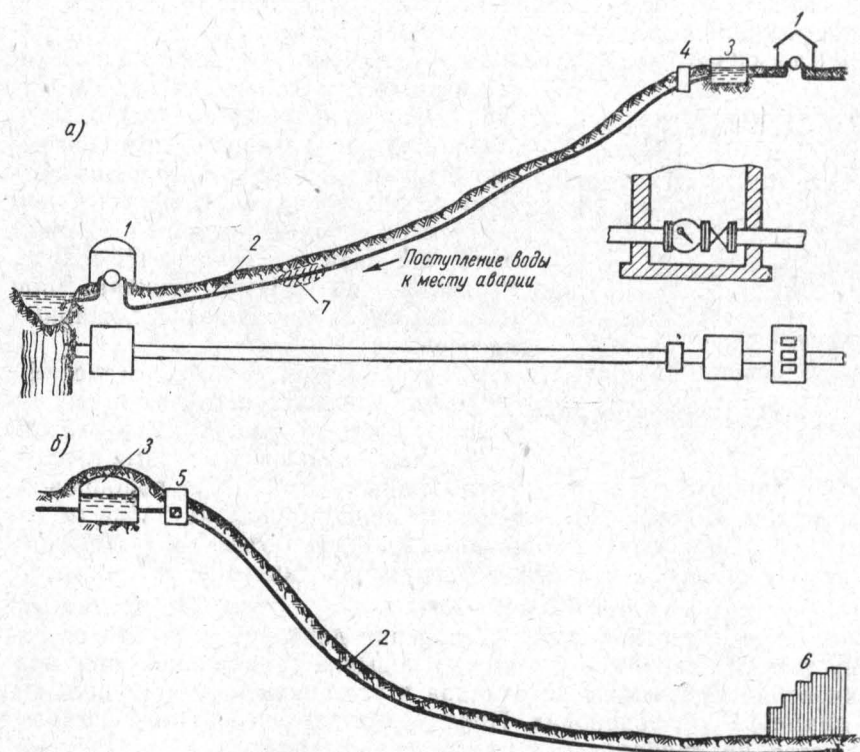


Рис. 67. Подача воды в гористых районах:

1 — насосная станция; 2 — водовод; 3 — запасной резервуар; 4 — колодец с обратным клапаном; 5 — колодец с самозапирающимся клапаном; 6 — город; 7 — место аварии.

Клапан для впуска воздуха (рис. 66) предназначен для впуска воздуха в наружную водопроводную сеть в случае образования в ней разрежения. Разрежение в сети может образоваться при чрезмерном заборе воды насосами из водопроводной сети, при возникновении гидравлического удара, при подаче воды в гористых районах и остановке работы насосов (рис. 67, а) или поступлении воды из резервуара (рис. 67, б), когда вода стекает вниз и в некоторой части трубопровода создается разрежение. Клапаны для впуска воздуха устанавливаются на стальных и деревянных водоводах и магистральных трубопроводах диаметром более 400 мм.

Клапан для впуска воздуха (см. рис. 66) состоит из корпуса 1, клапана 2 и груза 3. При нормальной работе водопроводной сети клапан 2 под давлением воды снизу и груза 3 плотно прилегает к своему седлу. При образовании разрежения в водопроводной сети клапан под действием силы тяжести и атмосферного давления сверху падает вниз. Воздух поступает в водопроводную сеть. Как только давление уравнивается, груз 3, преодолевая только силу тяжести клапана, заставит клапан 2 закрыться.

Редукционные клапаны (см. рис. 45) применяются на промышленных объектах для понижения давления в водопроводной сети. Например, по условию технологического процесса в одном из цехов требуется определенный расчетный напор и расход воды, который может быть нарушен в случае повышения давления, во время пожара, при включении стационарных пожарных насосов.

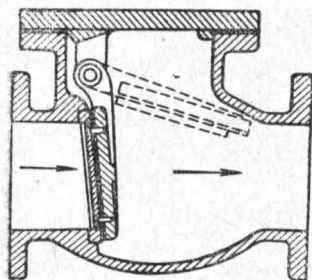


Рис. 68. Обратный клапан.

Обратные клапаны (рис. 68) устанавливаются в сети для пропуска воды только в одном направлении. Они устанавливаются на нагнетатель-

ных трубопроводах около центробежных насосов, на водопроводных линиях для отключения водонапорных баков, на вводе от городского водопровода в водопроводную сеть объекта при установке на другом вводе насосов, повышающих давление.

Предохранительные клапаны (рис. 69) предназначены для предотвращения повышения давления в трубах сверхдопустимого, например, в случае повышения давления при возникновении гидравлического удара в водопроводной сети большого диаметра и в водоводах. Предохранительные клапаны устанавливаются на трубопроводах около поршневых насосов, для снижения давления, так как поршневые насосы в отличие от центробежных не могут работать сами на себя.

Предохранительные клапаны могут быть пружинные (рис. 69, а) и рычажные (рис. 69, б). Под действием повышенного давления преодолевается усилие пружины 3 (пружина сжимается), клапан 1 открывается и вода через трубу 2 выбрасывается наружу.

Такой же принцип работы и рычажного предохранительного клапана. Под действием повышенного давления преодолевается усилие груза 3, клапан 1 открывается и вода через трубу 2 выбрасывается наружу.

Большое значение для безаварийной работы водопровода имеет защита трубопровода от блуждающих токов (рис. 70); которые вызывают коррозию стенок труб, что влечет, в свою очередь, к уменьшению толщины стенок и их разрыву под воздействием внутреннего давления.

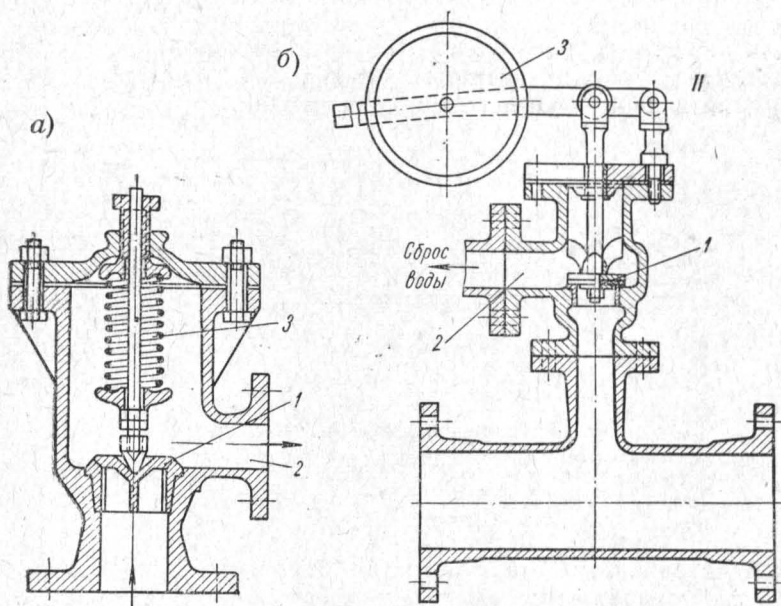


Рис. 69. Предохранительные клапаны:
а — пружинный; б — рычажный.

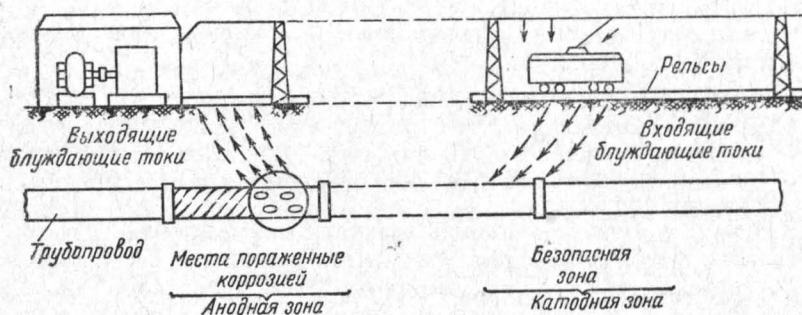


Рис. 70. Схемы распространения блуждающих токов.

В месте входа блуждающего тока в трубопровод катодная зона является безопасной, с точки зрения сохранности трубопровода.

Поражение трубопроводов от блуждающих токов происходит в зоне выхода блуждающих токов из трубопровода—анодная зона.

Для защиты трубопроводов от блуждающих токов применяется: катодная и анодная защиты, защита электрическим дренажем и дополнительное заземление трубопроводов.

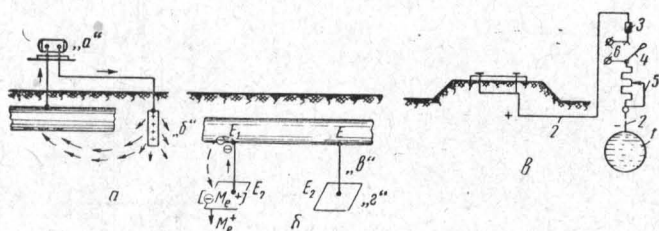


Рис. 71. Принципиальные схемы защиты:

а — катодная защита: «*а*» — источник постоянного тока; «*б*» — заземление; *б* — анодная защита; *в* — электрическая простая дренажная защита.

При катодной защите участок трубопровода длиной не более $2 \div 15$ км превращается в катод посредством соединения его поверхности с источником тока (рис. 71, *а*).

В качестве анода в этом случае служит специальное заземление (металлический щит или стержень), которое и разрушается под действием тока.

При анодной защите трубопроводов не требуется подвод тока от постороннего источника. Трубопровод соединяется при помощи провода с заземленной алюминиевой, цинковой или магниевой пластинкой или стержнем.

Так как трубопровод и заземленная пластинка выполнены из различных металлов, образуется гальванический элемент (рис. 71, *б*). Разрушению в этом случае подвергается заземленная пластинка (стержень), электродный потенциал которой ниже, чем у металла трубопровода.

При защите трубопроводов электрическим дренажем блуждающие токи с трубопроводов отводятся на объекты, создающие эти токи (тяговые рельсы, отрицательные шины тяговой подстанции и т. д.). Отвод блуждающих токов производится в места, имеющие более низкий электрический потенциал (рис. 71, *в*), чем на трубопроводе. Дренажные изолированные кабели 2, или провода соединяются со специальным дренажным устройством, которое в простейшем случае может состоять из плавкого предохранителя 3, однополюсного рубильника 4, реостата 5, регулирующего сопротивления дренажного соединения и клемм амперметра 6.

Аварии за счет химической коррозии чаще всего возникают на стальных и реже на чугунных трубопроводах.

Для предохранения стальных подземных трубопроводов от коррозии в зависимости от степени агрессивности грунтов применяются специальные защитные покрытия наружной поверхности труб, например, покрытие из битумов нефтяного происхождения с примесью наполнителей (каолина, мелкого асбеста).

Для предохранения защитных покрытий от механических повреждений (от ударов твердыми комками грунта при засыпке

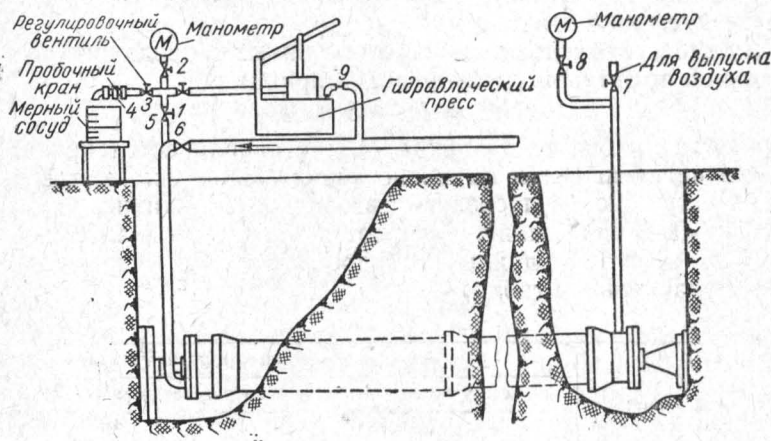


Рис. 72. Схема опрессовочного узла при гидравлическом испытании трубопроводов.

трубопровода) трубы поверх битумных покрытий обвертываются крафт-бумагой.

Для борьбы с химической коррозией внутри водопроводных труб применяют обработку воды гексаметафосфатом натрия, который способствует постепенному образованию на внутренней поверхности защитной метафосфатной пленки. Этот же реагент используют для предупреждения карбонатных отложений.

Уложенные в грунт водопроводные линии должны быть испытаны на прочность и герметичность. Стальные, чугунные и асбоцементные напорные трубопроводы подвергаются испытанию два раза: предварительному (промежуточному) испытанию при открытых траншеях до установки арматуры и окончательному—после засыпки траншей и завершения всех работ. Деревянные трубы испытывают только один раз в незасыпанной траншее.

Проверку герметичности трубопроводом производят: при предварительном испытании путем осмотра находящегося под давлением трубопровода и наблюдения за падением давления по манометру, при окончательном испытании путем определения утечки при гидравлическом испытании или путем определения величины падения давления при пневматическом испытании.

Испытание трубопроводов под давлением может производиться гидравлическим способом, при котором требуемое давление в

трубопроводе создается давлением воды (рис. 72), пневматическим способом, при котором требуемое давление создается путем нагнетания воздуха.

Величины испытательного давления P_u для стальных и чугунных труб установлены Строительными нормами и правилами, согласно которым

$$P_u = 1,25P_p,$$

где P_p — внутреннее рабочее давление.

При этом P_u должно быть не менее 10 *ати* и превышать P_p не менее, чем на 5 *ати*.

Для асбестоцементных и железобетонных с предварительно напряженной арматурой трубопроводов принимают

$$P_u = P_p + 5 \text{ ати.}$$

Величина рабочего давления P_p устанавливается проектом.

Если при испытании выявлено значительное количество дефектов, их устраняют и производят вторичное испытание.

Результаты испытаний признаются удовлетворительными, если утечка воды на 1 км длины трубопровода не будет превышать величины указанных в табл. 21.

Таблица 21

Внутренний диаметр в мм	Допускаемая величина утечки в л/мин		
	на весь участок	на участок длиной 1 км	
	стальные трубы	чугунные трубы	асбестоцементные трубы
100	0,28	0,7	1,4
125	0,35	0,9	1,56
150	0,42	1,05	1,72
200	0,56	1,4	1,98
300	0,85	1,7	2,42
400	1,0	1,95	2,8
500	1,2	2,2	3,14
600	1,25	2,4	3,44
700	1,3	2,55	3,7
800	1,35	2,7	3,96
900	1,45	2,9	4,2
1000	1,2	3,0	4,42
1100	1,55	—	—
1200	1,65	—	—
1400	1,75	—	—

§ 18. Расчет наружной водопроводной сети

Основной задачей расчета наружной водопроводной сети является определение диаметров труб и потерь напора на всех участках с таким расчетом, чтобы работа всего водопровода была наиболее экономичная и стоимость строительства водопроводных сетей была бы минимальной.

Зная потери напора в наружной водопроводной сети, можно определить, какой должен быть напор на насосах.

Из формулы расхода воды

$$Q = \omega \cdot v = \frac{\pi d^2}{4} v$$

найдем диаметр трубопровода:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}},$$

где: ω — площадь живого сечения трубопровода в m^2 ;

v — скорость движения воды в трубопроводе в $m/сек$.

Из приведенной формулы видно, что для нахождения диаметров трубопроводов необходимо знать расход воды и скорость ее движения.

Зная количество воды, которое необходимо подать к отдельным потребителям (например цехам завода), легко можно определить, какое количество воды должно пройти по тому или иному участку водопроводной сети.

✓ Из формулы видно также, что чем больше скорость движения воды, тем меньше диаметр трубопровода и наоборот, чем меньше скорость движения воды, тем больше диаметр трубопровода.

При малых диаметрах трубопроводов будут большие потери напора, от которых зависит расчетный полный напор насосов. При больших напорах на насосах, ежедневно будет потребляться большое количество электроэнергии.

✓ При больших диаметрах трубопроводов снижаются потери напора, но увеличивается стоимость строительства водопроводных сетей.

На основании ряда практических и теоретических исследований гидравлических ударов, возникающих в водопроводных сетях, было установлено, что максимальная скорость движения воды в трубах не должна превышать $2,5 \div 3 m/сек$.

При малых скоростях движения воды в трубах (порядка до $0,5 m/сек$) происходит быстрое зарастание труб за счет различных механических и химических примесей, находящихся в воде.

Наиболее экономичные водопроводные сети получаются при скорости движения воды $0,7-1 m/сек$ для труб диаметром $100-350 mm$ и $1-1,4 m/сек$ для труб диаметром $400-1000 mm$, что обычно и принимается в расчет.

✓ Таким образом, зная расход воды на каждом участке водопроводной сети, а также наиболее экономичные скорости движения воды можно подобрать диаметр каждого участка водопроводной сети, а затем по формулам подсчитать и потери напора.

Для определения экономически наивыгоднейших диаметров принимаются расходы, имеющие место при обычной хозяйственно-питьевой (производственной) работе сети, так как именно эта работа определяет эксплуатационные затраты в течение ряда лет.

✓ При расчете сети на пропуск пожарного расхода допускается повышение скоростей до $3 m/сек$.

При расчете наружных водопроводных сетей необходимо учитывать расположение водонапорной башни (в начале, середине

или в конце сети) и принятую систему пожаротушения (низкого или высокого давлений).

Рассмотрим основные случаи расчета водопроводных сетей объединенного хозяйственно-питьевого (производственного) и противопожарного водопровода.

Башня находится в начале сети (рис. 73 и 74). Сеть рассчитывается на случай:

а) максимального водоразбора и расхода воды для внутреннего пожаротушения. При этом расчете определяются диаметры

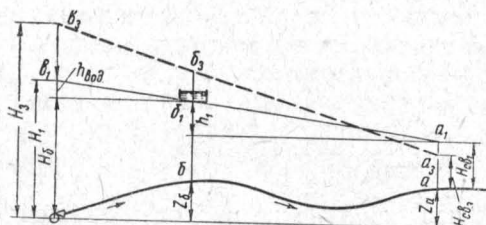


Рис. 73. Расположение пьезометрических линий при водопроводе высокого давления.

труб всех участков сети и водоводов и потери напора от расчетного здания до водонапорного бака, которые будут иметь место при тушении пожара в первые 10 мин. На основании произведенного расчета определяется высота расположения водонапорного бака

$$H_6 = H_{св} + h + z.$$

Хозяйственно - питьевые (производственные) насосы рассчитываются в этом случае на подачу воды в водонапорный бак по формуле:

$$H = H_6 + h_{вод} +$$

$$+ z_n + z_{вс} + h_{вс},$$

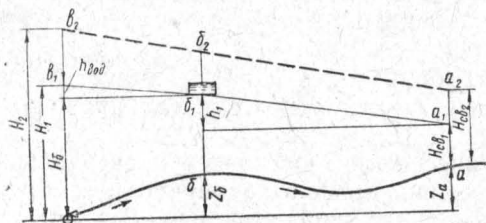


Рис. 74. Расположение пьезометрических линий при водопроводе низкого давления.

где: $h_{вод}$ — потери напора в водоводе (от насосов до водонапорного бака);

$h_{вс}$ — потери напора во всасывающей линии насоса;

z_n и $z_{вс}$ — геометрические высоты подъема воды при нагнетании и всасывании;

б) максимального водоразбора и расхода воды на внутреннее и наружное пожаротушение.

При этом расчете определяются потери напора — h_H от расчетного пожарного гидранта (наиболее удаленного или высоко расположенного по рельефу местности) до стационарных насосов насосной станции II подъема и затем определяется необходимый полный напор насосов по формуле

$$H = H_{св} + h_n + h_{вс} + z_{вс} + z_n.$$

Башня находится в конце или середине сети (рис. 75).

Водонапорную башню устанавливают на наивысших отметках рельефа местности. Если башня расположена в конце сети, мы получаем так называемую систему водопровода с контррезерву-

аром, при которой башня и насосная станция находятся в противоположных концах сети.

Сеть рассчитывается на случай:

а) максимального водоразбора и расхода воды на внутреннее пожаротушение.

При этом часть воды подается насосами, а часть из водонапорного бака. Количество воды, подаваемой насосами и водонапорным баком (контррезервуаром), определяется по графику неравномерности водопотребления или интегральному (суммарному) графику или по таблице почасовых расходов воды. Так, на-

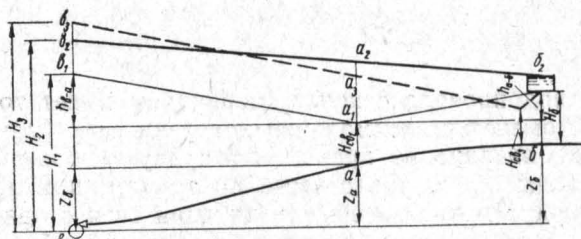


Рис. 75. Расположение пьезометрических линий при водопроводе с контррезервуаром.

пример, если насос подает расход воды Q_H , а максимальный расход воды Q_{\max} и расход воды на внутреннее пожаротушение $Q_{вн}$ составляют $(Q_{\max} + Q_{вн})$, то из водонапорного бака в течение первых 10 мин. тушение пожара будет поступать:

$$Q_б = (Q_{\max} + Q_{вн}) - Q_H.$$

Зная Q_H и $Q_б$, а также характер отбора воды из сети, т. е. какое количество воды отбирается от сети в каждой точке, можно наметить районы питания сети от насосов и от башни. У границы этих районов будет происходить встреча потоков воды, идущих от башни и от насосов.

При этом расчете определяются потери напора от расчетного здания, расположенного у границы водораздела до водонапорного бака по расходу воды $Q_б$ и затем определяется высота расположения водонапорного бака;

б) минимального водоразбора. При этом расчете часть воды, подаваемой насосом проходит транзитом через всю сеть и поступает в башню, а часть расходуется в сети.

Так, например, если насос подает расход воды Q_H , а расход в сети равен Q_{\min} , то в башню транзитом будет поступать:

$$Q_б = Q_H - Q_{\min}.$$

При этом расчете определяются потери напора от хозяйственно-питьевых (производственных) насосов до водонапорного бака и затем определяется полный напор хозяйственно-питьевых насосов.

По полному напору и расходу воды подбираются хозяйственно-питьевые насосы;

в) максимального водоразбора и расхода воды на внутреннее и наружное пожаротушение. При этом расчете определяются потери напора от расчетного пожарного гидранта до стационарных пожарных насосов, установленных на насосной станции II подъема.

Если основной пожарный запас воды хранится в контррезервуаре, т. е. дополнительно рассчитывается на подачу максимального хозяйственно-питьевого (производственного) расхода воды и необходимого расхода воды на пополнение неприкосновенного противопожарного запаса. Этот случай часто оказывается очень тяжелым, так как для подачи такого расхода воды необходимо пропустить транзитом через всю сеть сравнительно большие количества воды.

Система водопровода с контррезервуаром имеет то преимущество, что в моменты максимальной нагрузки сети (максимального водоразбора) питание ее происходит с двух сторон, и, следовательно, расходы воды, подаваемые по трубам, для значительной части сети будут меньше, чем при питании сети с одной стороны. Это позволяет несколько уменьшить диаметры труб, а тем самым и стоимость сети.

При расчете противопожарного водопровода необходимо также учитывать какая система пожаротушения принята: высокого или низкого давления.

Рассмотрим изображенную систему (см. рис. 73), предположим, что в точке *a* происходит пожар.

Хозяйственно-питьевые насосы должны подавать воду в водонапорный бак с напором H_1 и потерями напора в водоводе $h_{вод}$.

Высота расположения водонапорного бака рассчитана на подачу воды в первые 10 мин., как на хозяйственно-питьевые (производственные) нужды так и на внутреннее пожаротушение.

Из водонапорного бака вода поступает в водопроводную сеть со свободным напором в наиболее не выгодно расположенной точке $H_{св_1}$ (напор на вводе в здание при внутреннем пожаротушении), потерями напора в сети — Σh_1 и пьезометрической линии напоров $a_1-b_1-v_1$.

Допустим сначала, что принята система пожаротушения высокого давления.

Свободный напор $H_{св_2} = (32 + T)$ в этом случае, значительно (в 2—2,5 раза) превышает свободный хозяйственный напор для зданий той же этажности, а также свободный напор, необходимый для внутреннего пожаротушения в первые 10 мин. при подаче воды из водонапорного бака.

Увеличиваются также и потери напора в сети между точками *a* и *б* и в водоводе между точками *б* и *в* вследствие увеличения расхода воды при пожаре и, следовательно, пьезометрическая линия займет при пожаре некоторое положение $a_2-b_2-v_2$.

Полный напор H_2 насосов, как видно из рис. 87, намного больше напора хозяйственных насосов H_1 .

При этом напор, требуемый в точке *б*, будет превышать высо-

ту башни H_6 . Поэтому для создания требуемых в сети при пожаре напоров башня при работе насосов должна отключаться.

При включенной башне пьезометрическая линия получила бы излом в точке b и в этом случае увеличение производительности и напора насосов на станции II подъема не отразилось бы на работе сети, а лишь вызвало бы быстрое переполнение водонапорного бака и затем излив воды в канализацию.

Таким образом, при водопроводе высокого давления насосная станция II подъема должна увеличить количество подаваемой воды, а также напор.

Для выполнения этих требований на насосных станциях II подъема устанавливаются специальные пожарные насосы, включаемые при возникновении пожара взамен обычно работающих агрегатов.

Производительность пожарных насосов должна покрывать полностью расчетный максимальный хозяйственно-питьевой (производственный) и полный пожарный расходы воды (поскольку в часы пожара ни водонапорный бак, ни хозяйственные насосы не работают).

Рассмотрим теперь режим работы водопровода при системе пожаротушения низкого давления (см. рис. 74).

Предполагаем, по-прежнему, что пожар происходит в точке a .

Величина потерь напора в сети и водопроводе остается такой же, как и при системе высокого давления в часы пожара, так как расход воды в обоих случаях одинаков и равен хозяйственно-питьевому (производственному) расходу воды и расходу воды на наружное и внутреннее пожаротушение.

Расчетный свободный напор в точке a при пожаре $H_{свз}$ должен быть не менее 10 м, что будет меньше свободного хозяйственного напора и свободного напора при внутреннем пожаротушении в первые 10 мин., когда подача воды осуществляется от водонапорного бака.

Пьезометрическая линия при пожаре займет некоторое положение $a_3-b_3-v_3$ (см. рис. 74).

В зависимости от того, что будет больше — величина понижения пьезометрической отметки в точке пожара или увеличение при пожаре потери напора в сети на участке от точки a до башни, может получиться различное соотношение пьезометрических отметок у башни. В этом случае пьезометрическая линия $a_3-b_3-v_3$ при пожаре может пойти выше (как показано на рис. 74) или ниже уровня воды в баке.

В первом случае, башня так же, как и в системах высокого давления, должна быть выключена, во втором случае — она может работать во время пожара, но будет быстро опорожнена и вода к месту пожара будет поступать только от насосов.

Поэтому напор H_3 , который должен развивать насосы при пожаре, может быть при системе низкого давления больше или меньше напора насосов при работе в обычное время, а в отдельных случаях равен ему. Если при пожаре H_3 больше напора H_1 ,

создаваемого хозяйственным насосом, то на насосной станции устанавливается пожарный насос, рассчитанный на подачу расхода воды на хозяйственные и пожарные нужды при напоре H_3 .

Если напор H_3 меньше или равен напору H_1 , на насосной станции устанавливаются необходимое число дополнительных насосов, подающих недостающее количество воды (для наружного пожаротушения). В этом случае все насосы работают параллельно с напором H_1 .

Рассмотрим теперь, как будут располагаться пьезометрические линии при расчете водопровода с контррезервуаром (см. выше II случай расчета, а также рис. 75).

При максимальном расходе воды и расходе воды на внутреннее пожаротушение наименьшие пьезометрические отметки будут в точках, лежащих на границе обоих районов питания. Критической явится точка, требующая наибольшего свободного напора на вводе в здание $H_{в.зд}$ во время внутреннего пожаротушения от водонапорного бака. Здания, расположенные между точками $a_1—b_1$ будут обеспечены в часы максимального водоразбора непосредственно от насосов, имеющих расчетный напор H_1 .

Во время минимального водопотребления и максимального транзита расхода воды в водонапорный бак будут наибольшие потери напора, а следовательно и напор насоса H_2 в этом случае будет больше напора насоса H_1 . Пьезометрическая линия $b_2—b_1$ при этом пойдет выше пьезометрической линии $a_1—b_1—b_1$ максимального водоразбора.

При подаче воды насосами для наружного и внутреннего пожаротушения, а также максимального расхода воды на другие нужды наиболее неблагоприятной точкой в отношении подачи воды под требуемым напором обычно будет точка сети b_3 , ближайшая к башне.

При водопроводе низкого давления свободный напор в точке b_3 до пожара всегда больше свободного напора равного 10 м вод. ст. при пожаре. Поэтому водонапорный бак не отключается. При этом в начале пожара башня будет подавать в сеть некоторое количество воды до тех пор, пока ее бак не опорожнится.

При водопроводе высокого давления по истечении 10 мин. тушения пожара башня должна отключаться от сети, так как свободный напор в точке b_3 , создаваемый стационарными пожарными насосами, всегда будет больше высоты водонапорного бака.

В зависимости от соотношения величин свободных напоров (до пожара и во время пожара) в точке b_3 , а также потерь напора от насосов до точки b_3 (при хозяйственной и при пожарной работе системы) расчетный напор насосов H_3 при системе пожаротушения низкого давления может быть больше или меньше или равен напорам хозяйственных насосов H_1 и H_2 .

В том случае, когда напор H_3 больше напоров хозяйственных насосов, на насосной станции устанавливаются специальные пожарные насосы. Если же напор H_3 меньше или равен напорам

хозяйственных насосов, то специальных пожарных насосов не устанавливают, а устанавливают дополнительный насос, обеспечивающий недостающее для целей пожаротушения количество воды.

Метод и последовательность расчета наружной водопроводной сети разберем на примере водопровода промышленного объекта:

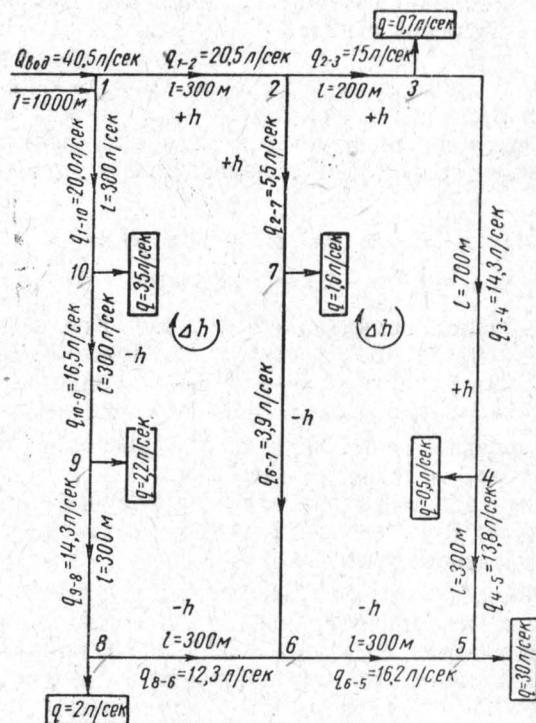


Рис. 76. Расчетная схема к примеру.

1. На генеральном плане объекта наносится водопроводная сеть с таким расчетом, чтобы можно было обеспечить водой все здания и составляется выкопировка наружной водопроводной сети. Стрелками на наружной водопроводной сети показываются вводы в здания объекта.

По табл. 3 (см. § 5) определяются расчетные расходы воды для каждого здания в л/сек на хозяйственно-питьевые нужды. Расчетные расходы воды проставляются на схеме наружной водопроводной сети (рис. 76).

2. Намечаются расчетные участки (см. рис. 76), например, участки 1—2, 2—3, 3—4 и т. д. В данном случае расчетная схема состоит из двух колец. Линия 2—7—6 входит и в I и II кольцо.

Распределяем расходы воды по каждому участку, начинаем от водоводов (в точке 1 $Q_{вод} = 40,5$ л/сек), до наибольшего сосредоточенного расхода воды — 30 л/сек.

Распределение расходов воды по участкам сети можно производить в обратном направлении от точки 5 к точке 1, суммируя против тока воды. При распределении расходов воды необходимо добиваться равномерной нагрузки на каждый участок сети. Это особенно важно для противопожарных водопроводов, например, в случае выхода участка 1—2 участок 10—1 должен обеспечить приблизительно половинный расход воды без включения резервных насосов на насосной станции II подъема.

В примере (табл. 22 и рис. 76), исходя из общего расхода воды $Q_{вод} = 40,5$ л/сек примем условно расходы воды по участку 1—2 $q_{1-2} = 20,5$ л/сек и по участку 10—1 $q_{1-2} = 20,0$ л/сек.

Принятые расходы воды по участкам постепенно уменьшаются, так как часть воды будет использована в здании, так например:

$$q_{10-9} = 20,0 - 3,5 = 16,5 \text{ л/сек},$$

$$q_{9-8} = 16,5 - 2,2 = 14,3 \text{ л/сек и т. д.}$$

В точке 2 расход воды $q_{1-2} = 20,5$ л/сек. Какая-то часть этого расхода воды пойдет по участку 2—3. Примем $q_{2-7} = 5,5$ л/сек, $q_{2-3} = 15$ л/сек. По участку 3—4 и 4—5 пойдет расход воды $q_{3-4} = 15 - 0,7 = 14,3$ л/сек и $q_{4-5} = 14,3 - 0,5 = 13,8$ л/сек.

В точке 6 расход воды равен сумме расходов воды участков 8—6 и 7—6, т. е. $q_{6-5} = 12,3 + 3,9 = 16,2$ л/сек.

В точке 5 расход воды равен сумме расходов воды по участкам 6—5 и 4—5, т. е. $q_5 = 16,2 + 13,8 = 30$ л/сек, где 30 л/сек есть расчетный сосредоточенный расход воды.

3. Подбираем диаметры трубопроводов каждого участка по табл. 2 приложения, ориентируясь по скорости движения воды, например, для участка 1—2: $q_{1-2} = 20,5$ л/сек, принимаем диаметр трубопровода 150 мм (скорость движения воды $v = 1,2$ м/сек);

для участка 2—7; $q_{2-7} = 5,5$ л/сек, принимаем диаметр трубопроводов 100 мм (скорость движения воды $v = 0,78$ м/сек) и т. д.

4. Определяем удельное сопротивление A каждого участка по табл. 17 и записываем в расчетную табл. 22.

Табл. 16 и 17 составлены для скорости движения воды в трубах $v \geq 1,2$ м/сек.

При скорости движения воды в трубах менее 1,2 м/сек в полученные значения потерь напора вводится поправочный коэффициент согласно табл. 18.

Так, например, для участка 2—7 скорость движения воды 0,78 м/сек, тогда по табл. 18 поправочный коэффициент будет $\approx 1,06$. Окончательно для участка 2—7 удельное сопротивление $A_{2-7} = 365,3 \cdot 1,06 = 387,2$ (сек/л)².

5. Определяем сопротивление каждого участка сети по формуле $S = A \cdot l$. Так как удельное сопротивление A имеет размерность (сек/м³)², то для получения S в (сек/л)² · м необходимо все произведение умножить на 10⁻⁶, так, например, для участка 1—2 $S_{1-2} = 41,85 \times 300 \times 10^{-6} = 0,013$ и т. д.

Расчетная таблица к примеру

№ участ-ков	Длина, l в м	D в мм	v м/сек	Расход воды q в л/сек	Удельное сопротивление $A \cdot \left(\frac{\text{сек}}{\text{л}}\right)^2$ (по табл. 2 и 3 приложения)	Сопротив-ление S в $\left(\frac{\text{сек}}{\text{л}}\right)^2 \cdot \text{м}$	$S \cdot q$	Потери напора, h_l в м вол. ст.	Δq	Исправленный расход воды, $q_1 = q + \Delta q$	$h_{l1} = Sq_1^2$
1-2	300	150	1,2	20,5	41,85	0,013	0,267	+5,47	+0,1	20,6	+5,52
2-7	300	100	0,78	5,5	365,3	0,016	0,638	+3,51	+0,1	5,62	+3,56
7-6	600	100	0,52	3,9	365,3	0,252	0,983	+3,83	+0,1	4,02	+4,07
6-8	300	150	0,69	12,3	41,85	0,014	0,172	-2,12	0,1	12,2	-2,08
8-9	300	150	0,8	14,3	41,85	0,013	0,186	-2,66	0,1	14,2	-2,62
9-10	300	150	0,92	16,5	41,85	0,013	0,215	-3,55	0,1	16,4	-3,24
10-1	300	150	1,2	20,0	41,85	0,013	0,260	-5,22	0,1	19,9	-5,15
$\Sigma q = 2,721$ $\Delta h = 0,72$ $\Delta h_1 = +0,06$											
2-3	200	150	0,86	15,0	41,85	0,009	0,135	+2,03	-0,02	14,98	+2,02
3-4	700	150	0,8	14,3	41,85	0,031	0,443	+6,33	-0,02	-0,02	+6,32
4-5	300	150	0,8	13,8	41,85	0,013	0,179	+2,47	-0,02	14,28	+2,46
5-6	300	150	0,92	16,2	41,85	0,013	0,211	-3,42	+0,02	16,22	-3,42
6-7	600	100	0,52	3,9	365,3	0,252	0,983	-3,83	+0,02	4,02	-4,07
7-2	300	100	0,78	5,5	365,3	0,116	0,638	-3,51	+0,02	5,62	-3,56
$\Sigma Sq = 2,589$ $\Delta h = +0,07$ $\Delta h_1 = 0,25$											

$$A_{2-7} = 365,3 \times 1,06 = 387,2,$$

$$A_{7-6} = 365,3 \times 1,15 = 420,1 \text{ м. т. д.}$$

6. Подсчитываем произведение Sq , например, на участке 1—2 ($S \cdot q_{1-2}$) = $0,013 \times 20,5 = 0,267$.

7. Определяем потери напора на каждом участке сети по формуле:

$$h_1 = S_q^2 - (Sq) \cdot q,$$

$$h_{1-2} = 0,267 \times 20,5 = 5,47 \text{ м вод. ст. и т. д.}$$

Потери напора на участке сети считаются положительными, если направление движения воды совпадает с движением часовой стрелки и наоборот — потери напора на участке сети считаются отрицательными, если направление движения воды направлено против часовой стрелки (см. рис. 90).

8. Определяем алгебраическую сумму потерь напора в каждом кольце.

Кольцо 1:

$$\Delta h_1 = +5,47 + 3,51 + 3,83 - 2,12 - 2,66 - 3,55 - 5,20 = -0,72,$$

Кольцо 2:

$$\Delta h_{II} = +2,03 + 6,33 + 2,47 - 3,42 - 3,83 - 3,51 = +0,07.$$

Если первоначально принятое распределение расходов воды и определение диаметров произведено правильно, то алгебраическая сумма потерь напора будет равна нулю. Допускается $\Delta h \leq \pm 0,5$.

В данном примере по кольцу 1 $\Delta h = -0,72$, следовательно, необходимо перерасчет сети.

9. Определяем поправочные расходы воды по формуле В. Г. Лобачева:

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \cdot \Sigma S \cdot q},$$

где — произведение Sq предварительно подсчитывается по каждому участку и записывается в расчетную таблицу и затем суммируется по каждому кольцу:

для кольца 1:

$$q_1 = \frac{0,72}{2 \times 2,721} = 0,1 \text{ л/сек},$$

для кольца 2:

$$q_{II} = \frac{0,07}{2 \times 2,589} = 0,014 \text{ л/сек.}$$

10. Определяем исправленные расходы воды на каждом расчетном участке:

$$q_1 = q \pm \Delta q.$$

Если невязка Δh была положительной, это говорит о том, что участки с положительным направлением движения воды перегружены, необходимо Δq вычесть из расхода данных участков и при-

бавить к участкам с отрицательным Δh , и наоборот, если Δh отрицательна, следовательно, участки с отрицательным направлением движения воды перегружены, необходимо Δq отнять от расхода данных участков и прибавить к участкам с положительным Δh .

В примере I кольцо 1 имеет $\Delta h = -0,72$, следовательно, на участках 6—8, 9—10 и 10—1 Δq вычитаем, а на участках 1—2, 2—7 и 7—6 Δq прибавляем.

Участки 2—7 и 7—6 входят в расчет 1 и 2 кольца. И в 1 и 2 кольцах в данном случае к этим участкам Δq прибавляется т. е. $+0,1 + 0,2 = +0,12$.

11. Определяем потери напора на каждом участке по новому расходу воды по формуле:

$$h_{I_1} = Sq_1^2 = (Sq_1) \cdot q_1.$$

При повторном случае $\Delta h_I = +0,06$ и $\Delta h_{II} = -0,25$, следовательно, расчет можно считать законченным. Если Δh получится больше $\pm 0,5$, расчет необходимо проложить.

12. Определяем арифметическую сумму потерь напора по направлениям:

$$h_{1-2-7-6-5} = 5,52 + 3,56 + 4,07 + 3,42 = 16,57 \text{ м вод. ст.},$$

$$h_{1-10-9-8-6-5} = 5,15 + 3,24 + 2,62 + 2,08 + 3,42 = 16,51 \text{ м вод. ст.}$$

$$h_{1-2-3-4-5} = 5,52 + 2,02 + 6,32 + 2,46 = 16,32 \text{ м вод. ст.}$$

Наибольшие потери напора по направлению 1—10—9—8—5 = 16,57 м вод. ст. принимаем в расчет.

13. Определяем местные потери напора в размере 10% от потерь напора по длине: $h_m = 10\%$ от $h_l = \frac{16,57 \times 10}{100} = 1,66 \text{ м вод. ст.}$

Общие потери напора от точки 1 до точки 5:

$$h = h_l + h_m = 16,57 + 1,66 = 18,23 \text{ м вод. ст.}$$

14. Расчет водоводов, не имеющих переключений. Расчетный расход воды водоводов должен быть равен 70% от фактического, т. е.

$$q_{вод} = \frac{40,5 \times 70}{100} = 28,35 \text{ л/сек.}$$

По расходу $\cong 28 \text{ л/сек}$ подбираем диаметр водоводов. Принимаем $D = 200 \text{ мм}$; $v = 0,90 \text{ м/сек}$.

Определяем потери напора в водоводе длиной $l = 1000 \text{ м}$ от насосной станции до точки 1 (трубы вводов принимаем стальные):

а) по длине

$$h_l = A \cdot l q_{вод}^2 = 9,273 \times 1,04^{10-6} 1000 \times 28,35^2 = 7,7 \text{ вод. ст.},$$

где $A = 9,273$ определяем по табл. 16 и поправочный коэффициент на скорость $\delta = 1,04$ по табл. 18;

б) на местные сопротивления

$$h_m = 10\% \text{ от } h_l = \frac{7,7 \times 10}{10} = 0,77 \text{ м вод. ст.}$$

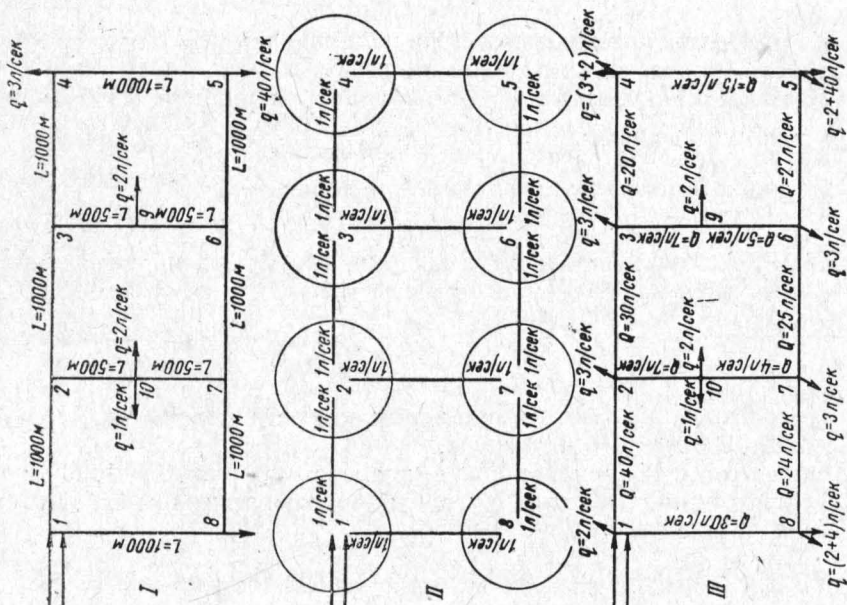


Рис. 77. Схема для примера (расчет наружной водопроводной сети населенного пункта).

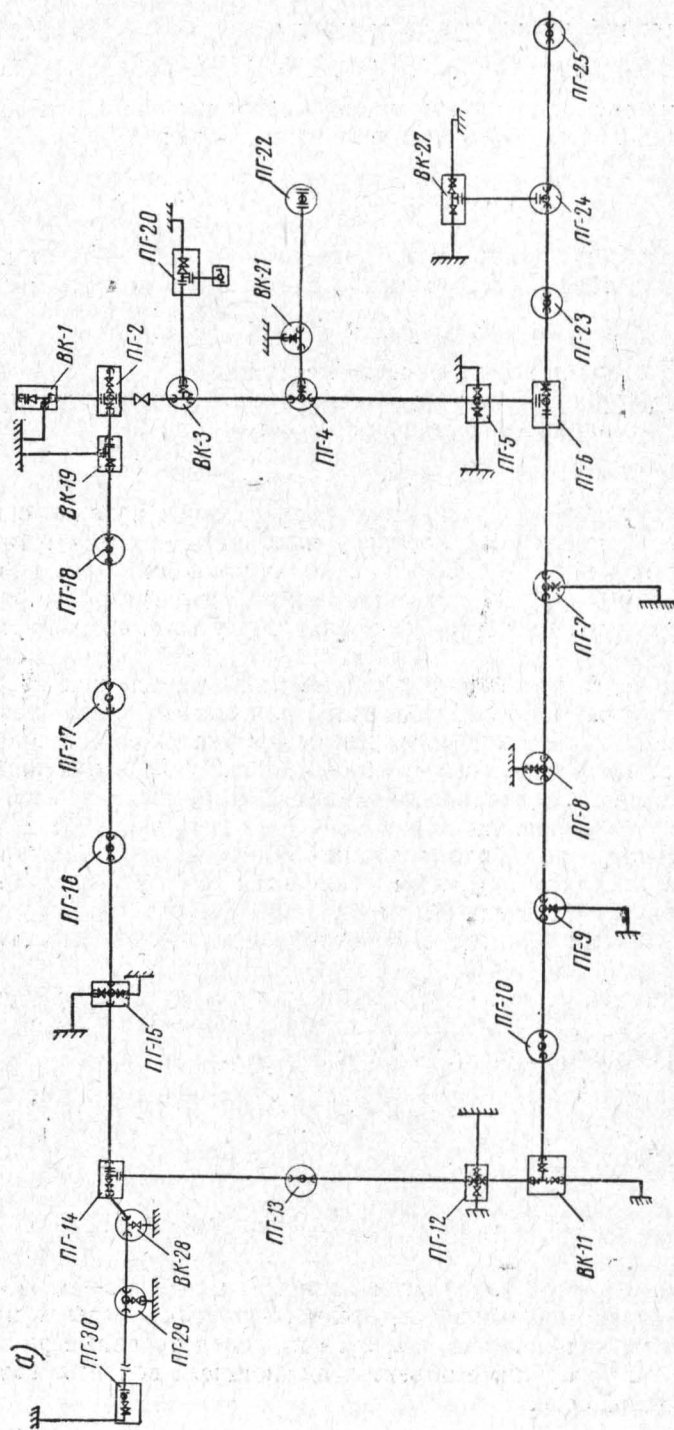


Рис. 77, а. Детализовка наружной водопроводной сети.

в) общие потери напора по водоводу

$$h_{\text{вод}} = h_l + h_m = 7,7 + 0,77 = 8,5 \text{ м вод. ст.}$$

Если между водоводами имеются переключения, то диаметр каждого водовода подбирается по расходу воды:

$$q_{\text{вод}} = \frac{40,5}{2} = 20,25 \text{ л/сек.}$$

Общие потери напора в нагнетательной линии h_n от насосов до расчетной точки 5 могут быть подсчитаны как сумма:

$$h_n = h_{nc} + h_{\text{вод}} + h_{1-10-9-8-6-5},$$

где h_{nc} — потери напора в насосной станции.

Расчет наружной водопроводной сети заканчивается определением полного напора насоса по формуле:

$$H = H_{cv} + h_n + z_n + h_{vc} + z_{vc}.$$

После определения расчетного расхода воды и полного напора насоса по специальному каталогу подбираются насосы табл. 14.

Расчет водопроводной сети на подачу максимального хозяйственно-питьевого (производственного) и противопожарного расходов воды производится в таком же порядке, как и в приведенном выше примере.

Расход воды для пожаротушения принимается как сосредоточенный расход в наиболее удаленной или высоко расположенной по рельефу местности точки сети. Диаметры участков водопроводной сети заново не определяются, а принимаются по предыдущему расчету. Известными величинами являются длина участков сети, а также их сопротивление.

Расчет наружных водопроводных сетей в населенных пунктах городах и поселках немногим отличается от расчета наружных водопроводных сетей для объектов.

В населенных пунктах водопотребление по линиям сети можно считать равномерно распределенным.

Для расчета сети в этом случае вводится понятие удельного расхода воды, т. е. равномерно распределенный по линии расход воды, приходящийся на единицу ее длины:

$$q = \frac{Q}{L} \text{ л/сек} \cdot \text{м.}$$

Например, $Q = 60 \text{ л/сек}$, $L = 3000 \text{ м}$, тогда

$$q = \frac{Q}{L} = \frac{60}{3000} = 0,002 \text{ л/сек} \cdot \text{м.}$$

Удельный расход колеблется в пределах $q = 0,005—0,015 \text{ л/сек} \cdot \text{м}$.

Кроме равномерно распределенного расхода воды в населенных пунктах, как правило, имеются и сосредоточенные расходы — подача воды на крупные объекты, питающиеся водой от городской водопроводной сети.

Если известен удельный расход — q и длина линии L , можно определить полный расход воды по этой линии:

$$Q = q \cdot L$$

Пример. $q = 0,002$ л/сек м, $l = 2000$ м,
тогда $Q = 0,002 \cdot 2000 = 4$ л/сек.

Полученный по линии расход воды заменяется эквивалентным ему конечным расходом.

При этом часть расхода воды, равная $(1 - \alpha) \cdot Q$ относится к одному концу линии, другая часть расхода воды, равная $(1 - \alpha) \cdot Q$, относится к другому концу линии.

Величина $\alpha = 0,5 \div 0,6$ называется коэффициентом эквивалентности. Для простоты подсчетов принимают $\alpha = 0,5$.

Для примера возьмем водопроводную сеть, состоящую из трех колец (рис. 77, I). Длина каждого участка сети 1000 м, удельный расход воды $q = 0,002$ л/сек · м.

Кроме равномерно распределенного расхода воды имеются также сосредоточенные расходы воды 40 л/сек (на противопожарные нужды), 3; 2; 2; 1 и 4 л/сек на хозяйственно-питьевые нужды крупных объектов (см. рис. 77, III).

Заменим равномерно распределенные расходы воды узловыми расходами. Тогда расход воды для линии длиной в 1000 м будет равен:

$$Q_{\text{лин}} = 0,002 \times 1000 = 2 \text{ л/сек.}$$

Приняв коэффициент $\alpha = 0,5$, получим сосредоточенный расход воды на конце каждой линии $0,5 \times 2 = 1$ л/сек (см. рис. 77, II) и затем, просуммировав концевые расходы воды, получим узловые расчетные расходы воды.

Далее также, как и в примере расчета наружной водопроводной сети объекта, задаемся распределением расходов воды по участкам сети, подбираем диаметры трубопроводов и затем определяем потери напора в сети.

§ 19. Противопожарные требования, предъявляемые к наружным водопроводным сетям

Наружные водопроводные сети водопроводов, обеспечивающих противопожарные нужды, должны быть, как правило, кольцевыми с двумя вводами. Кольцевые наружные водопроводные сети гарантируют бесперебойность подачи воды и дают возможность получить большее количество воды, чем разветвленные тупиковые водопроводные сети.

К отдельно стоящим зданиям допускается прокладка тупиковых линий не более 200 м. Если тупиковая водопроводная линия будет более 200 м, то около здания должен быть построен водоем, емкость которого должна быть рассчитана на трехчасовое пожаротушение данного здания.

Прокладка тупиковых наружных водопроводных линий более 200 м без строительства запасных резервуаров, как исключение, допускается в населенных пунктах с количеством жителей до 10 тыс. чел.

Пожарные гидранты на наружной водопроводной сети уста-

навливаются так, чтобы расстояние между ними было не более 100 м. Для промышленных предприятий, городов и рабочих поселков при расходе воды на наружное пожаротушение менее 20 л/сек допускается принимать расстояние между гидрантами до 120 м.

Гидранты должны устанавливаться не ближе 5 м от зданий с тем, чтобы можно было установить пожарную машину, и не далее $\frac{120-T}{1,2}$ при водопроводе высокого давления и $\frac{150-T}{1,2}$ при водопроводе низкого давления,

где: 120 и 150 — расчетная длина рукавных линий;

T — высота здания до конька крыши, около которого установлен гидрант;

1,2 — коэффициент, учитывающий прокладку рукавных линий, определенный строевым уставом пожарной охраны.

Наружные водопроводные сети должны в любое время подавать необходимое, для целей пожаротушения, количество воды при максимальном водопотреблении на другие нужды.

При рассмотрении проектных материалов объекта или населенного пункта, принятые расходы воды для целей пожаротушения, а также расходы воды на другие нужды можно установить по пояснительной записке проекта водоснабжения.

По расчетному расходу воды можно проверить принятые диаметры наружной водопроводной сети и водоводов.

В проекте принятые диаметры наружной водопроводной сети можно установить по генеральному плану, по детализовке или расчетной схеме наружной водопроводной сети. Зная расчетный расход воды и диаметры наружной водопроводной сети, можно проверить определенные в проекте потери напора в наружной водопроводной сети от наиболее невыгодно расположенного гидранта до пожарных насосов насосной станции II подъема.

Если в проекте расчетные расходы не соответствуют тому, что должно быть по нормам, то в дальнейшем и расчет наружной водопроводной сети будет не соответствовать. Минимальный диаметр наружной водопроводной сети принимается не менее 100 мм.

Водопроводные сети должны прокладываться по проезжей части дороги с твердым покрытием шириной не менее 3,5 м или не далее 2,5 м от нее. При большем расстоянии будет затруднен подъезд пожарных машин к гидрантам (особенно в зимнее время) и забор воды из них, так как чем больше длина всасывающих рукавных линий, тем больше будут потери напора в ней.

В отдельных случаях, если по каким-либо причинам невозможно иначе проложить водопроводную сеть, необходимо требовать устройства подъезда к пожарным гидрантам с твердым покрытием и площадкой для разворота машин размером 5×5 м.

Наружная водопроводная сеть должна быть разделена задвижками с таким расчетом, чтобы одновременно при аварии или ремонте выключалось не более пяти гидрантов.

В проекте ответ на этот вопрос можно найти на детализировке наружной водопроводной сети.

В этом случае особое внимание необходимо уделять тем проектам, в которых предусматриваются тупиковые линии, с установленными на них гидрантами.

Так, например, по детализировке сети наружного водопровода одного из объектов (см. рис. 77, а) на основном кольце было предусмотрено пять задвижек: три около вводов и две в колодце ВК-11.

Если произойдет авария, например на участке ПГ-9, ПГ-8, то одновременно, с учетом гидрантов, тупиковых линий, задвижками, установленными в колодце ПГ-2 и ВК-11, отключается двенадцать пожарных гидрантов. Если же произойдет авария, например, на участках, ПГ-17, ПГ-18, то одновременно с учетом гидрантов, установленных на тупиковой линии ПГ-14, ПГ-30 задвижками, установленными в колодцах ВК-19, ВК-11, одновременно отключается девять пожарных гидрантов.

Для данной наружной водопроводной сети необходимо дополнительно установить три задвижки: две в колодце ПГ-6 и одну в колодце ПГ-14. После установки дополнительных задвижек одновременно будет отключаться не более пяти пожарных гидрантов.

На действующих объектах, построенных давно, полных проектных материалов может не быть. В лучшем случае, на объекте может быть составлена детализировка наружной водопроводной сети, где указан диаметр трубопроводов, расстановка задвижек.

Потребный для целей пожаротушения расход воды для данного объекта мы можем определить по действующим противопожарным нормам. Расход воды для хозяйственно-питьевых, производственных целей можно установить по опросу работников, обслуживающих водопровод объекта, в бухгалтерии по оплаченным счетам за воду, а также по показанию водомера.

Какое количество воды и с каким напором мы можем получить от наружной водопроводной сети данного объекта во время пожара можно установить более точно только при испытании наружной водопроводной сети на водоотдачу.

Такое испытание водопровода целесообразно проводить не только на тех объектах, где нет проектных материалов, но также и на объектах, имеющих проектные материалы, так как со временем изменяется водопотребление по цехам, а также шероховатость внутренних стенок трубопроводов, а следовательно увеличатся потери напора в сети и уменьшатся свободные напоры у гидрантов. При обследовании наружных водопроводных сетей, кроме проверки нормативных требований (напора, расхода воды, диаметров трубопроводов, размещения гидрантов и задвижек), необходимо также проверить исправность гидрантов и задвижек, полноту открытия задвижек, выяснить, нет ли выключенных участков сети на время ремонта, и установить, насколько это отключение ухудшает водоснабжение объекта, проверить наличие указателей гидрантов и их состояние.

Колодцы с гидрантами должны иметь световые или табличные указатели, размещенные на фасаде ближайшего здания, против колодца или вблизи его на видном месте.

При осмотре состояния колодцев и гидрантов измеряется также диаметр наружной водопроводной сети. Для того, чтобы определить, какой должен быть диаметр наружной водопроводной сети на данном объекте, необходимо предварительно определить расчетный расход воды — $Q_{расч}$ и затем, зная, что по кольцевой сети вода пойдет в двух направлениях (по расходу равному приблизительно $\frac{Q_{расч}}{2}$ определить по табл. 23, какой должен быть диаметр трубопроводов.

Таблица 23

Ориентировочная таблица ЦНИИПО для определения расходов воды

Напор в сети в атм	Диаметр наружной водопроводной сети в мм						Характеристика сети
	100	125	150	200	250	300	
1	10	20	25	30	40	55	тупиковая
	25	40	55	65	85	115	кольцевая
2	14	25	30	45	55	80	тупиковая
	30	60	70	90	115	170	кольцевая
3	17	35	40	50	70	95	тупиковая
	40	70	80	110	145	205	кольцевая
4	21	40	45	60	80	110	тупиковая
	45	85	90	130	185	235	кольцевая
5	24	45	50	70	90	120	тупиковая
	50	90	105	145	200	265	кольцевая

При обследовании необходимо установить, где находится пожарная задвижка, устанавливаемая на вводах, какой имеется доступ к ней и в каком состоянии она находится, чтобы в случае возникновения пожара можно было ее быстро розыскать и открыть.

Места или колодцы, в которых размещаются пожарные задвижки, должны быть снабжены указателями. Если на одном из вводов установлен пожарный насос — повыситель, то необходимо выяснить, имеется ли обратный клапан на другом вводе. При отсутствии обратного клапана на втором вводе невозможно

создать давление стационарным пожарным насосом и объектовой наружной водопроводной сети во время пожара, так как вода будет уходить в городскую сеть.

О всех обнаруженных неисправностях необходимо сообщить в городской водопроводный участок или, если проверяется объектовая наружная водопроводная сеть, ответственному за водопровод работнику объекта.

Пользование пожарными гидрантами для других целей (поливки улиц, скверов, устройства катков и т. д.) запрещается.

Открывать колодцы с пожарными гидрантами и пользоваться ими с установкой колонок разрешается только:

1. Пожарным частям или ДПД при тушении пожаров и выборочном контроле состояния гидрантов.

2. Служебному персоналу водопроводных участков, совместно с представителем пожарных частей при их контрольных обходах.

3. Служебному персоналу водопроводных участков при ликвидации повреждений на водопроводной сети, при профилактическом и аварийном ремонте, при монтаже новых присоединений и при измерении напоров.

Жилищно-эксплуатационные конторы домоуправления, предприятия, коменданты и личные собственники домов обязаны:

1. Очищать от грязи и снега крышки водопроводных колодцев, находящихся на улицах и проездах, примыкающих к их участкам.

2. Наблюдать за сохранностью и чистотой имеющихся на стенах зданий и заборах знаков, указывающих места нахождения водопроводных колодцев.

3. Зажигать (с наступлением темноты) установленные сигнальные фонари указателей пожарных гидрантов.

Руководители предприятия и организаций обязаны содержать в полном порядке пожарные гидранты, расположенные на наружных водопроводных сетях на территории этих предприятий и организаций.

Состояние всех пожарных гидрантов проверяется — два раза в год представителями водопроводного участка и районной пожарной части. Первая проверка обычно проводится в апреле-мае, вторая — в октябре-ноябре.

При проведении работ, связанных с выключением водопроводных линий и пожарных гидрантов, работники водопровода должны передать в пожарную охрану (УПО, ОПО) телефонограмму с указанием адреса работ, границ выключенных участков, диаметра линий, количества выключенных гидрантов и времени начала и окончания работ.

§ 20. Зонные системы водоснабжения

В ряде случаев по техническим или экономическим соображениям производят разделение единой централизованной системы водоснабжения на две или несколько «высотных зон».

Каждая зона имеет самостоятельную наружную водопроводную сеть, насосную станцию и регулируемую емкость (резервуар или водонапорный бак).

Зонные водопроводы устраивают в случае значительной разности отметок, в пределах обслуживаемой водопроводом территории, а иногда при наличии большой разницы в величине требуемых отдельными потребителями свободных напоров.

Если отдельные точки территории имеют значительную разность отметок, то в пониженных точках водопроводной сети могут быть весьма высокие давления, превышающие допустимые пределы. В этом случае сеть разделяют на зоны с таким расчетом, чтобы в пределах каждой зоны напор не превышал допустимой величины. Зонирование может осуществляться по последовательной системе из зоны в зону (рис. 78) или по параллельной системе (рис. 79).

При последовательной системе насосы I зоны (рис. 80) должны создавать напор равный:

$$H_1 = H_{св} + h_1 + h_g + (z_1 - z_n),$$

где: $H_{св}$ — свободный напор в сети;

h_g и h_1 — потери напора в водоводе (от насосов до сети I зоны), а также в самой сети I зоны при подаче полного расхода воды ($Q_1 + Q_{II}$) необходимого как для I так и для II зоны. В этом случае расход верхней зоны Q_{II} проходит транзитом через сеть нижней зоны;

z_1, z_n — геометрическая разность отметок по рельефу местности.

Насосы верхней зоны должны создавать напор равный:

$$H_{II} = H_{св} + h_{II} + z_{II} - z_1,$$

где h_{II} — потери напора в сети II зоны при расходе воды $Q_1 - z_1$, z_{II} — геометрическая разность отметок по рельефу местности.

При последовательной системе зонирования насосы верхней зоны могут брать воду или непосредственно из сети нижней зоны (рис. 78, а) или из промежуточного резервуара (рис. 78, б), куда вода поступает из нижней зоны.

Резервуар может служить источником питания насосов II зоны и контррезервуаром для I зоны.

При параллельной системе зонирования (см. рис. 79) насосы I зоны создают необходимый напор:

$$H_1 = H_{св} + h_{г1} + h_1 + (z_1 - z_n),$$

насосы II зоны создают напор:

$$H_{II} = H_{св} + h_{гII} + h_{II} + (z_{II} - z_1).$$

Как видно из схемы (рис. 79) напор насосов H_{II} больше необходимого напора H_1 ($H_{II} > H_1$) за счет геометрической разности отметок рельефа местности $(z_{II} - z_1) > (z_{II} - z_n)$, а также за счет потерь напора в водоводах ($h_{гII} > h_{г1}$).

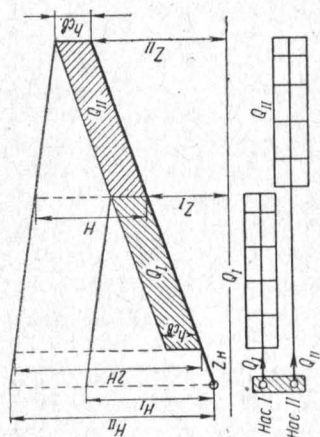


Рис. 79. Схема зонного водоснабжения по параллельной системе.

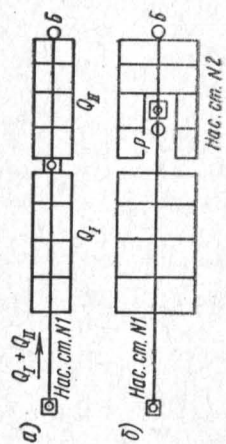
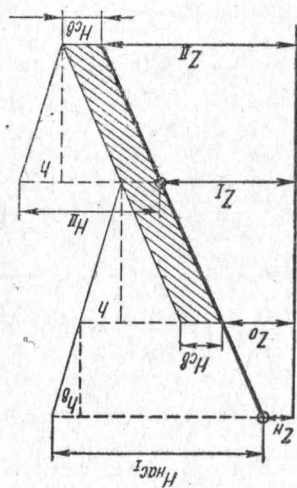


Рис. 78. Схема зонного водоснабжения по последовательной системе.

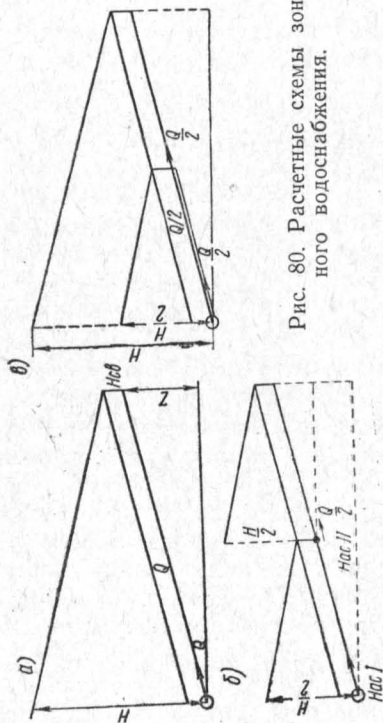


Рис. 80. Расчетные схемы зонного водоснабжения.

При проектировании зонного водопровода основными вопросами являются выбор числа зон и выбор системы зонирования.

Решение этих вопросов зависит от технико-экономических соображений.

Число зон определяется прежде всего исходя из необходимости обеспечить в сети напоры, допускаемые техническими условиями эксплуатации водопровода.

Расчетная высота зоны, т. е. разность отметок местности в пределах одной зоны Δz не должна превышать величины:

$$\Delta z = (z_{\text{макс}} - z_{\text{мин}}) = H_{\text{макс}} - H_{\text{св}} - h_{\text{макс}},$$

где: $z_{\text{макс}}$, $z_{\text{мин}}$ — максимальная и минимальная геометрическая высота по рельефу местности;

$H_{\text{макс}}$ — максимально допустимое давление в наружной водопроводной сети;

$h_{\text{макс}}$ — максимальные потери напора в сети.

Экономические соображения при проектировании зонного водоснабжения сводятся к следующему. Увеличение числа зон уменьшает общую расчетную мощность насосных станций и, следовательно, количество и стоимость энергии, расходуемой на подъем воды.

При единой не зонированной сети (рис. 80) весь расход Q подается насосами под напором H . В этом случае количество затрачиваемой на подачу воды энергии может быть охарактеризовано величиной $\mathcal{E} = Q \cdot H$, выражаемой в кгм/сек .

При последовательном зонировании, например, при двух зонах (рис. 96) наибольший напор каждой зоны будет $\frac{H}{2}$ расход первой зоны Q , второй зоны $\frac{Q}{2}$ (в первой зоне проходит полный расход воды, необходимый как для первой зоны, так и для второй зоны).

$$\text{Для первой станции: } \mathcal{E}_1 = Q \cdot \frac{H}{2} = \frac{Q \cdot H}{2}.$$

$$\text{Для второй станции: } \mathcal{E}_2 = \frac{Q}{2} \cdot \frac{H}{2} = \frac{Q \cdot H}{4}.$$

$$\text{Общий расход энергии: } \mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = \frac{Q \cdot H}{2} + \frac{QH}{4} = \frac{3 \cdot QH}{4}.$$

При параллельном зонировании (рис. 96, в):

$$\text{для первой насосной станции } \mathcal{E}_1 = \frac{Q}{2} \cdot \frac{H}{2};$$

$$\text{для второй насосной станции } \mathcal{E}_2 = \frac{Q \cdot H}{2} - \frac{QH}{2}.$$

$$\text{Общий расход энергии: } \mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = \frac{3 \cdot QH}{4},$$

т. е. при обеих системах зонирования при разделении сети на зоны получим уменьшение количества энергии, затрачиваемой для подъема воды на 25% по сравнению с подачей воды не зонированной сети, где $\mathcal{E} = Q \cdot H$.

Но, однако, зонные системы водоснабжения требуют больше затрат на эксплуатацию и строительство, так как имеется больше насосов, резервуаров и т. д.

Экономически наивыгоднейшее число зон соответствует минимальной величине затрат с учетом стоимости строительства и эксплуатации.

Гидравлический расчет зонных систем производится по тем же принципам, что и расчеты обычных водопроводов, но при расчете сетей нижних зон должна быть учтена связь их с верхними зонами (в отношении напоров и расходов воды).

Если водопровод обеспечивает и противопожарные нужды, то при расчетах также проверяется подача пожарных расходов воды при максимальных расходах воды на другие нужды.

При последовательном зонировании определяется расчетный пожарный расход воды каждой зоны в отдельности. По этим расходам воды рассчитываются водопроводные сети каждой зоны, а также необходимые трехчасовые запасы воды в запасных резервуарах (в запасном резервуаре, как перед первой, так и перед второй насосной станцией).

Кроме этого, при последовательном зонировании водопроводная сеть проверяется на подачу необходимого транзитного расхода воды для пополнения противопожарного запаса воды в запасном резервуаре второй зоны.

При параллельном зонировании также определяется отдельно пожарный расход воды каждой зоны и по нему рассчитываются водопроводная сеть, водоводы и насосы каждой зоны.

Необходимый трехчасовой запас воды на пожарные нужды как первой, так и второй зоны хранится в общем запасном резервуаре (перед насосной станцией).

Своеобразная система зонных водопроводов может иметь место при подаче воды самотеком в гористых районах.

Если создаваемый напор приводит к чрезмерно высоким давлениям в нижних частях единой сети, то устраивают системы «обратного зонирования», с промежуточными резервуарами, обслуживающими ближайшую нижнюю зону и получающими воду от верхней зоны. В этом случае резервуары являются «гасителями» избыточного напора.

Глава VII

ВНУТРЕННЯЯ ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ

§ 21. Устройство и работа внутренних водопроводных сетей

Внутренняя водопроводная сеть (внутренний водопровод) служит для распределения воды, поступающей от наружной сети по отдельным точкам потребления ее в зданиях.

Внутренний водопровод может обеспечивать подачу воды на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды.

Как правило, устраивается объединенный внутренний водопровод, например, хозяйственно-питьевой противопожарный или производственно-противопожарный или хозяйственно-питьевой производственно-противопожарный.

В зданиях жилых, административно-хозяйственных, гостиницах и т. д. устраивается объединенная хозяйственно-питьевая и противопожарная внутренняя водопроводная сеть. В производственных зданиях промышленных объектов чаще всего устраивается объединенная хозяйственно-питьевая противопожарная внутренняя водопроводная сеть. Объединенная производственно-

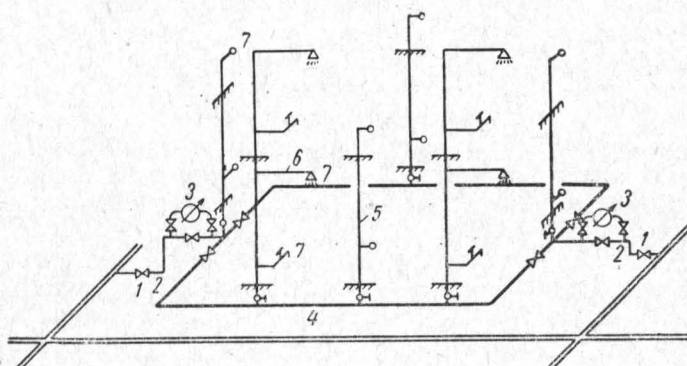


Рис. 81. Схема внутренней водопроводной сети с нижней разводкой.

противопожарная внутренняя водопроводная сеть устраивается редко. Это объясняется тем, что производственная сеть менее разветвленная, чем хозяйственно-питьевая, кроме того, вода на производственные нужды, как правило, подается под определенным режимом (в части расходов и напоров воды) нарушение которого недопустимо.

Внутренняя водопроводная сеть (рис. 81) состоит: из места присоединения внутренней сети к наружной 1, ввода в здание 2, водомерного узла 3, магистральных трубопроводов 4, стояков 5, разводящих труб 6 и водоразборных приборов 7.

К водоразборным приборам для хозяйственно-питьевых целей относятся водоразборные краны, краны ванн и моек, клозетные бачки, душевые сетки, а для пожарных целей внутренние пожарные краны.

Подача воды на производственные нужды, как правило, производится непосредственным присоединением технологических аппаратов к наружной водопроводной сети.

В жилых зданиях ввиду большого количества санитарных приборов, распределенных по всему зданию, разводящая сеть более разветвленная, чем в производственных зданиях.

В производственных и общественных зданиях разводящая сеть менее разветвленная, так как санитарные приборы группируются в определенных местах.

Если магистральные трубопроводы проложены в подвальном или первом этаже и вода по стоякам поднимается снизу вверх, то внутренняя водопроводная сеть называется с нижней разводкой.

Если магистральные трубопроводы проложены в чердачном помещении или под потолком верхнего этажа и вода по стоякам спускается сверху вниз, то внутренняя водопроводная сеть называется с верхней разводкой (рис. 82).

Во избежание замерзания воды при верхней разводке необходимо утепление труб, что достигается двухразовой оберткой их войлоком и прокладкой в специальном ящике, заполненном опилками или сухим торфом.

При верхней разводке вода в трубопроводах в сильные морозы может замерзнуть, кроме того, в случае аварии трубопроводов при верхней разводке водой заливаются нижние этажи. Поэтому более надежной в эксплуатации считается внутренняя водопроводная сеть с нижней разводкой.

Система и схема внутреннего водопровода зависят от имеющегося давления в наружной водопроводной сети,

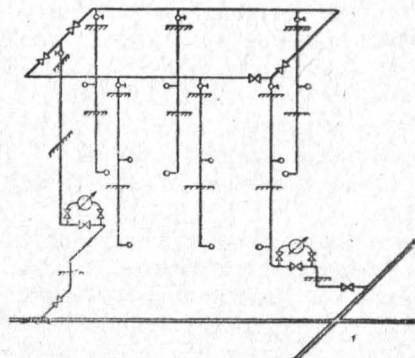


Рис. 82. Схема внутренней водопроводной сети с верхней разводкой.

высоты и степени огнестойкости здания.

Внутренняя водопроводная сеть, работающая постоянно под напором наружного водопровода (см. рис. 81, 82), является наиболее распространенной и применяется при постоянно достаточном напоре и расходе воды в наружной водопроводной сети.

Внутренняя водопроводная сеть, работающая с водонапорным баком, применяется при недостаточном напоре в наружной водопроводной сети в часы максимального водопотребления и достаточном напоре в часы минимального водопотребления. Водонапорные баки устанавливаются в возвышенных частях зданий, на чердаках или в пристройках над зданиями на высоте, обеспечивающей нормальную работу верхних пожарных кранов.

Если конструкция здания не позволяет установить водонапорный бак, применяется пневматическая установка.

Схема с насосами-повысителями применяется при постоянном недостаточном напоре воды в наружной водопроводной сети. В зависимости от величины напора в наружном водопроводе назначение насосов-повысителей и режим их работы могут быть различными:

а) если напор в наружной водопроводной сети достаточен для хозяйственно-питьевых (производственных) нужд, но недостаточен для работы внутренних пожарных кранов, устанавливается специ-

альный пожарный насос, повышающий давление во время пожара;

б) если в наружной водопроводной сети постоянно недостаточен напор для целей пожаротушения, а также для хозяйственно-питьевых (производственных) нужд в здании могут устанавливаться либо насос, обеспечивающий хозяйственно-питьевые (производственные) нужды и специальный пожарный насос, либо всего один насос, обеспечивающий все нужды, с расчетом на подачу расчетного пожарного расхода воды и максимального расхода воды на хозяйственно-питьевые (производственные) нужды.

Работа насосов может сочетаться с работой водонапорных баков. При этом насосы работают только периодически на наполнение водонапорных баков.

При установке насосов, забирающих воду непосредственно из наружной водопроводной сети, предусматривается обводная линия в обход насосов с установкой задвижки и обратного клапана на ней.

Эта линия нужна для того, чтобы можно было подать воду во внутреннюю водопроводную сеть (без включения насосов) при достаточном напоре в наружной водопроводной сети в часы минимального водопотребления.

Схема внутренней водопроводной сети с запасным резервуаром, насосом-повысителем и водонапорным баком применяется при постоянно недостаточном напоре (менее 5 м вод. ст.) и расходе воды в наружной водопроводной сети, например, при наличии спринклерного или дренчерного оборудования (в театрах, цехах с повышенной пожарной опасностью, в многоэтажных зданиях и т. д.).

В этом случае от наружной водопроводной сети вода поступает в запасной резервуар, откуда забирается насосом и подается непосредственно во внутреннюю водопроводную сеть здания или на наполнение водонапорного бака.

При постоянном или периодическом недостатке напора в наружной водопроводной сети, всего квартала, для повышения напора во внутренних сетях зданий должно предусматриваться устройство квартальной насосной. При этом могут быть применены периодически и постоянно действующие насосы; периодически действующие насосы, работающие совместно с напорными баками и резервуарами пневматической установки, а также специальные пожарные насосы с дистанционным или автоматическим управлением, работающие только при тушении пожара.

В многоэтажных зданиях (в шестнадцать и более этажей) устраивается зонное водоснабжение, при этом снабжение водой может производиться по параллельной или последовательной системе.

При параллельной системе насосы-повысители устанавливаются внизу здания и подают воду в водонапорные баки, установленные в технических этажах (рис. 83, а) для каждой зоны.

При последовательной системе подача воды производится

последовательно из зоны в зону (рис. 83, б). Каждая зона имеет водонапорный бак и насосы, из которых один резервный.

Схема с параллельной подачей воды более надежна в работе, так как водоснабжение зон не зависит друг от друга.

Деление водопроводов высотных зданий на зоны обуславливается тем, что при отсутствии такого деления в нижних этажах здания будут возникать излишние высокие напоры, з то время,

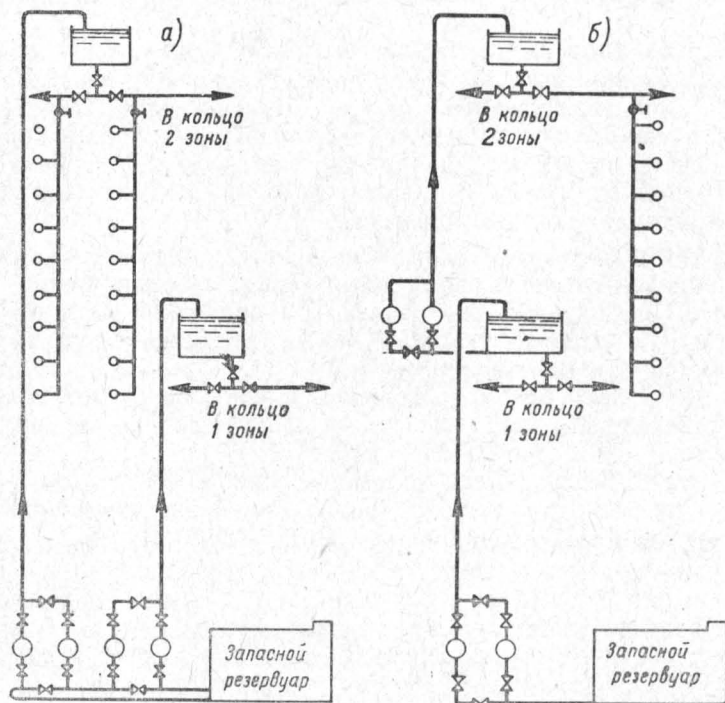


Рис. 83. Схема подачи воды в многоэтажных зданиях.

как для хозяйственно-питьевых приборов давление не должно превышать 5 *ати* и для самостоятельных противопожарных водопроводов давление не рекомендуется повышать свыше 6 *ати*.

Если установка водонапорных баков не может быть осуществлена (например, исходя из архитектурных соображений), может быть применено устройство пневматических установок.

От наружной водопроводной сети вода поступает во внутреннюю сеть здания по вводам. Вводы прокладываются к местам наибольшего потребления воды в здания (котельным, душевым и т. д.).

Места вводов должны обозначаться на стенах зданий. Это необходимо для того, чтобы в случае разрушения внутренней сети во время пожара, ее можно было быстро выключить, так как при поврежденной внутренней сети утечка воды через повреждение

может значительно понизить давление в наружной сети и тем самым лишить пожарную часть возможности тушить пожар от наружных гидрантов.

Для отключения ввода от внутренней и наружной сети, в месте присоединения ввода к внутренней и в месте присоединения ввода к наружной сети устанавливаются задвижки.

При устройстве двух и более вводов, они по возможности, присоединяются к различным участкам наружной водопроводной сети.

Между вводами на наружной сети устанавливаются задвижки, при расположении которых вне здания устраивают колодцы. В небольших производственных и хозяйственно-административных зданиях допускается присоединение вводов к наружной водопроводной сети в одном колодце. Вводы, в этом случае, прокладываются в одной траншее. На наружной водопроводной сети между вводами устанавливается задвижка.

При установке насоса для повышения давления во внутренней водопроводной сети, вводы перед насосом объединяются между собой. При питании внутренней водопроводной сети от водонапорных баков, расположенных внутри здания, на вводах устанавливаются обратные клапаны.

Для учета потребляемого количества воды на вводах в здания или на ответвлениях сети, подводящих воду к группе зданий, устанавливаются водомеры.

Пропускная способность водомера должна обеспечить подачу полного расчетного расхода воды: на хозяйственно-питьевые (производственные) и пожарные нужды (табл. 24).

Таблица 24

Типы водометров	Калибр водометров в мм	Характерный расход в м ³ /час	Допускаемые расходы в л/сек	
			наибольший (кратковременный)	наименьший
Крыльчатые	15	3,0	0,4	0,03
"	20	5,0	0,7	0,04
"	30	10	1,4	0,07
"	40	20	2,8	0,14
Турбинные	50	70	6,0	0,9
"	80	250	22	1,7
"	100	440	39	3,0
"	150	1000	100	4,4
"	200	1700	150	7,2

При больших пожарных расходах воды (более 10 л/сек), водомеры, подобранные на общий расчетный расход воды в обычное время, мало чувствительны к хозяйственно-питьевым (производственным) расходам воды. Во избежание неправильного подсчета

проходящего в этом случае количества воды водомер подбирается по хозяйственно-питьевому (производственному) расходу воды. Для целей пожаротушения устанавливают обводные линии с запломбированной задвижкой, которую открывают только в случае возникновения пожара.

Для больших, ответственных зданий (театры, больницы, школы и т. д.), а также пожароопасных зданий вместо запломбированных задвижек должны применяться электрозадвижки с дис-

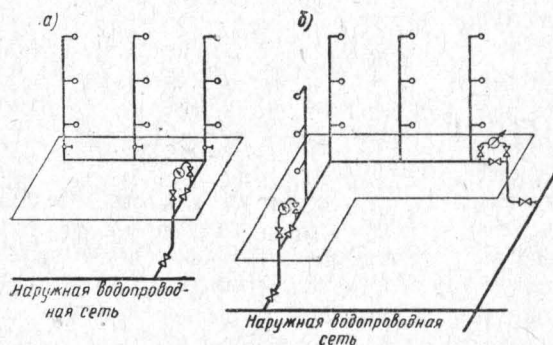


Рис. 84. Схемы внутренних водопроводных сетей:
а — тупиковая сеть; б — сеть, закольцованная вводами.

танционным открытием их от кнопок у внутренних пожарных кранов, или вместо простых водомеров должны применяться комбинированные водомеры.

Устройство обводной линии у водомера обязательно при наличии одного ввода в здание, оборудованного противопожарно-хозяйственным водопроводом, при этом и водомер и обводная линия должны быть рассчитаны на пропуск общего расчетного расхода воды.

От водомерных узлов вода поступает в магистральные трубопроводы внутреннего водопровода.

Сеть магистральных трубопроводов может быть тупиковой (рис. 84, а) при одном вводе, кольцевой (см. рис. 81—82) при двух и более вводах или закольцованной вводами (рис. 84, б).

При отсутствии в здании подвальных этажей трубопроводы магистральных сетей внутреннего водопровода прокладываются в первом этаже в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления, горячего водоснабжения или под полом с устройством съемного фриза.

Разводящие сети рекомендуется прокладывать с трубами других назначений в специальных панелях, блоках и пространственных кабинах, изготовляемых заводским способом. Конструкции блоков и панелей должны обеспечивать возможность ремонта и замены трубопроводов.

В помещениях с повышенными требованиями к их отделке может быть предусмотрена скрытая прокладка труб в бороздах с последующей заделкой борозд штукатуркой по сетке.

Стояки и разводки внутреннего водопровода могут прокладываться также и открыто по стенам и перегородкам помещений.

Внутренние водопроводные сети без движения в них воды в зимнее время допускается прокладывать только в отапливаемых помещениях, имеющих температуру не ниже $+2^{\circ}$. При возможности кратковременного снижения температуры до 0° и ниже, а также при прокладке труб в зоне влияния на них наружного холодного воздуха (вблизи ворот) необходимо предусматривать термоизоляцию труб. В случае прокладки водопроводной сети в неотапливаемом помещении, в котором температура воздуха может снижаться до 0° и ниже, следует предусмотреть спуск воды из сети на зимний период посредством крана, расположенного в колодце или отапливаемом помещении.

Для возможности спуска воды из внутренней водопроводной сети, магистральные и разводящие трубопроводы прокладываются в сторону ввода с уклоном 0,002—0,005.

Уклон разводящих участков водопроводной сети должен быть в сторону стояков или водоразборных точек.

В нижних точках сети должны быть сделаны спускные устройства (установлены тройники или приварены муфты с пробками для спуска воды).

Любые отклонения трубопроводов в горизонтальной плоскости не нарушают нормальной работы системы. Наоборот, отклонения трубопровода в вертикальной плоскости, особенно в виде скоб (петель), направленных вверх, опасны, с точки зрения эксплуатации. Прокладка участков такого очертания не рекомендуется. Объясняется это возможностью образования в трубопроводах воздушных пробок, которые могут полностью или частично нарушить нормальную работу сети. В этом случае при наличии вертикальных изгибов труб для выпуска воздуха можно установить открытые пьезометры, вентузы или краны.

Скорость движения воды в трубопроводах принимается не менее 0,5 м/сек. При меньшей скорости движения воды происходит образование воздушной подушки, которая частично или полностью прекращает движение воды.

Внутренние водопроводные сети производственного и противопожарного водопроводов выполняются из неоцинкованных стальных или чугунных труб.

Внутренние водопроводные сети хозяйственно-питьевого водопровода выполняются из оцинкованных стальных труб при диаметре их до 70 мм и из неоцинкованных труб при большем диаметре.

Вводы внутренних противопожарных водопроводов выполняются из чугунных или стальных труб диаметром не менее 50 мм. Последнее время применяются вводы из пластмассовых труб при диаметре их не более 100 мм.

Соединение труб внутреннего водопровода между собой, а также осуществление поворотов и ответвлений достигается путем применения специальных фасонных частей — фитингов (крестовины, угольники, тройники, переходы, муфты и т. д.).

Внутренняя водопроводная сеть оборудуется также арматурой, гарантирующей правильную и бесперебойную ее работу и кранами для разбора воды.

К арматуре относятся задвижки, спускные краны, предохранительные клапаны, вантузы, обратные клапаны, манометры и т. д.

В проектах внутреннюю водопроводную сеть показывают в поэтажных планах, разрезах, а также изображают в аксонометрических проекциях (см. рис. 81—82, 84). Такая форма изображения дает наибольшую ясность взаимного расположения стояков, водоразборных и пожарных кранов, задвижек и вентилях.

Аксонометрическая проекция позволяет правильно определить количество внутренних пожарных кранов и задвижек или проверить расчет внутренней водопроводной сети в целом.

§ 22. Противопожарные требования, предъявляемые к устройству внутреннего водопровода

Внутренние противопожарные водопроводы должны прокладываться:

- 1) в производственных зданиях;
- 2) в вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой 6 этажей и более.
- 3) в квартирных домах высотой в двенадцать этажей и выше;
- 4) в зданиях общежитий, гостиниц, пансионатов и школ-интернатов высотой в четыре этажа и более;
- 5) в административных зданиях и зданиях учебных заведений высотой в шесть этажей и более;
- 6) в вокзалах, торгово-складских зданиях, в санаториях и домах отдыха, в зданиях больниц и других лечебно-профилактических учреждений, детских яслях и садах—при объеме каждого здания 5000 м³ и более;
- 7) в кинотеатрах, клубах и домах культуры со зрительными залами на 200 мест и более;
- 8) в помещениях, расположенных под трибунами стадионов при вместимости трибун 5000 зрителей и более.

Часто кинотеатры, магазины и т. д. размещаются не в отдельном здании, а в жилых домах, для которых по нормам устройство внутреннего противопожарного водопровода может не требоваться. В этом случае вопрос об устройстве внутреннего противопожарного водопровода в упомянутых помещениях необходимо решать самостоятельно, независимо от наличия внутреннего противопожарного водопровода в жилой части здания в соответствии с вышеуказанными требованиями.

При различной этажности отдельных частей зданий, указанных выше, устройство противопожарного водопровода должно

предусматриваться только в частях зданий указанной и большей этажности.

Устройство внутреннего противопожарного водопровода в помещениях под трибунами стадиона вместимостью трибун до 5000 зрителей обязательно в том случае, когда сети наружного водопровода проходят на расстоянии не более 500 м от стадиона.

Проектирование внутреннего противопожарного водопровода в зданиях клубов и домов культуры со зрительными залами на 600 мест и более и зданиях театров должно производиться по специальным нормам.

Внутренние пожарные водопроводы не должны устраиваться:

1) в производственных зданиях, где применение воды может вызвать взрыв, пожар или распространение огня (производство щелочных металлов, карбида, кальция и т. д.).

2) в производственных зданиях I и II степеней огнестойкости с несгораемым внутренним оборудованием, в которых обрабатываются, транспортируются или хранятся несгораемые изделия, полуфабрикаты и материалы, а также в производственных зданиях III—V степеней огнестойкости объемом не более 1000 м³ с производствами категории Г и Д;

3) в складах малоценных товаров, складах металла, формовочной земли и т. д.

4) в проходных и караульных помещениях;

5) во встроенных в жилые здания высотой до двенадцати этажей, помещениях магазинов, поликлиник объемом менее 5000 м³ каждое.

6) в коммунально-бытовых зданиях, банях и коммунальных прачечных;

7) в предприятиях общественного питания;

8) в насосных и очистных станциях канализации;

9) в производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий, не оборудованных хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом, наружное пожаротушение которых предусмотрено из водоемов.

Внутренние пожарные краны устанавливаются во всех этажах отапливаемых зданий, кроме чердачных помещений и отдельных выступающих частей многоэтажных зданий.

Для тушения пожара в чердачных помещениях может предусматриваться установка внутренних пожарных кранов на лестничной площадке перед входом на чердак.

В жилых домах, в зданиях коридорного типа, в административных зданиях и во вспомогательных зданиях промышленных предприятий каждое изолированное помещение должно обслуживаться не менее чем одной струей.

Противопожарный водопровод, устраиваемый в неотапливаемых зданиях должен быть снабжен расположенными в отапливаемом месте задвижками, а также спускными устройствами.

Внутренние пожарные краны должны устанавливаться на высоте 1,35 м от уровня пола и должны быть оборудованы непро-

резиновыми пожарными рукавами диаметром не менее 50 мм, длиной 10 или 20 м и стволами со sprысками диаметром от 13 до 22 мм. Как правило, применяются рукава длиной 20 м. В этом случае расстояние между пожарными кранами будет на много больше, чем при рукавах длиной 10 м, уменьшается количество пожарных стояков в здании и, следовательно, уменьшается стоимость внутреннего водопровода.

Пожарные рукава длиной 10 м применяются в наиболее опасных в пожарном отношении объектах, а также в том случае, когда расстановка технологического оборудования затрудняет прокладку пожарных рукавов большей длины.

Пожарный рукав и ствол должны быть помещены в специальную нишу в стене или ящик, дверка которого должна быть закрыта и запломбирована (рис. 85). На дверке должно быть написано сокращенно «Пожарный кран», с указанием его номера, например, ПК-1.

Рукав со стволом должен быть всегда соединен. Во избежание порчи рукавов от воды не рекомендуется присоединять пожарный рукав к внутреннему пожарному крану.

Для гарантии работы внутренние противопожарные водопроводные сети с количеством пожарных кранов более десяти при наружной кольцевой водопроводной сети должны быть присоединены к ней не менее, чем двумя вводами. При этом сети устраиваются кольцевыми или закольцовываются вводами.

Устройство одного ввода допускается при количестве пожарных кранов менее 10.

В случае аварии или ремонта отдельных вводов, кольцевых сетей, тупиковых магистралей или стояков должны быть установлены запорные вентили и задвижки так, чтобы на каждом выключенном участке было не более пяти пожарных кранов.

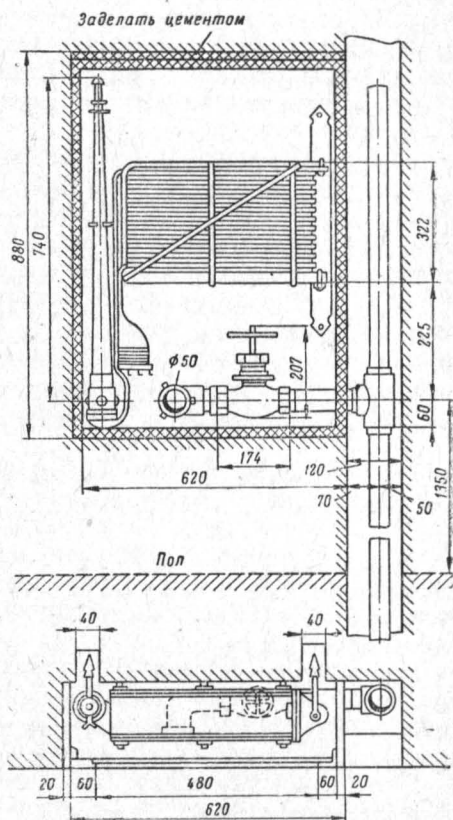


Рис. 85. Установка пожарного крана.

При нормальной работе внутреннего водопровода задвижки и вентили должны находиться в открытом состоянии и опломбированы.

При объединенном внутреннем водопроводе пожарного работника должна интересовать установка вентилей как на пожарных, так и на хозяйственно-питьевых (производственных) стояках. В процессе эксплуатации водопровода ремонт хозяйственных и производственных стояков производится довольно часто. В случае отсутствия вентилей на хозяйственных или производственных стояках будет выключаться при ремонте часть магистральной сети, а, следовательно, и пожарные стояки на ней.

На кольцевых сетях внутреннего противопожарного водопровода, где возможно движение воды в двух направлениях, необходимо вместо вентилей применять задвижки. Вентили допускают пропуск воды только в одном определенном направлении, поэтому их устанавливают на тупиковых водопроводных линиях и стояках. Снаружи корпуса вентиля имеется стрелка, указывающая направление движения воды. При пропуске воды в обратном направлении, во-первых увеличивается сопротивление в сети, во-вторых, возможна авария вентиля (отрыв клапана от штока) и закупорка вентиля, а следовательно выход из работы кольцевой сети.

Водонапорные баки и водяные баки пневматических установок, устанавливаемые в зданиях и используемые для тушения пожара, должны содержать неприкосновенный пожарный запас воды, рассчитанный на десятиминутную продолжительность тушения пожара при одновременном наибольшем расходе на производственные и хозяйственно-питьевые нужды в данном здании.

При наличии насосов, автоматически включаемых при падении уровня воды в баке, объем неприкосновенного пожарного запаса воды может быть снижен до размеров, рассчитанных на пятиминутную продолжительность тушения пожара.

В тех случаях, когда наружное пожаротушение осуществляется посредством водоемов, а в зданиях требуется устройство хозяйственно-питьевого противопожарного водопровода, емкость бака принимается из расчета хранения в нем пожарного запаса воды, необходимого для обеспечения работы одного внутреннего пожарного крана в течение одного часа при одновременном расходе воды на прочие нужды. При этом расход воды на души принимается в размере 15% от расчетного, а расход на мытье полов в производственных зданиях не учитывается.

Кроме пожарного неприкосновенного запаса воды, в водонапорных баках могут храниться запасы воды на другие нужды.

Для хозяйственно-питьевых нужд запас воды в баке принимается при ручном пуске хозяйственно-питьевого насоса не менее 20% и при автоматическом пуске не менее 5% от суточного расхода воды.

Водонапорные баки, содержащие запас воды на тушение пожара, должны быть оборудованы электросигнализацией уровня воды в них, проведенной в помещение обслуживающего персонала или пожарной охраны.

Несущие конструкции для установки водонапорных баков должны быть выполнены из негорючих материалов.

Установка резервного пожарного насоса предусматривается в производственных зданиях при расходе воды на наружное пожаротушение данного здания более 25 л/сек и в общественных зданиях, требующих применения двух расчетных струй на внутреннее пожаротушение.

При заборе воды насосами из запасного резервуара каждый пожарный насос должен иметь отдельную всасывающую линию.

Пуск и остановка насосов, обеспечивающих пожарные нужды, должны производиться при помощи пусковых кнопок, установленных у тех пожарных кранов, которые не обеспечены напором от сети без действия пожарных насосов.

При дистанционном включении пожарного насоса автоматически открывается электрозадвижка на всасывающей линии пожарного насоса (все остальные задвижки всегда должны быть открытыми). При этом подача воды может проходить следующим образом.

При заклинивании задвижки автоматически должен включаться резервный пожарный насос и задвижка на его всасывающей линии.

Другой случай. При объединении всасывающих линий и дистанционном пуске пожарного насоса автоматически открываются как та, так и другая электрозадвижки на всасывающих линиях насосов. В случае выхода из строя одной из задвижек питание насоса проходит через задвижку другой линии и включение резервного насоса не потребуется.

Для соединения насосов с двигателями должна быть применена непосредственная передача с установкой двигателя и насоса на одном валу.

На напорной линии у каждого насоса должны быть установлены: задвижка, обратный клапан и манометр, а на всасывающей линии — задвижка.

Звукоизоляционные устройства (амортизаторы под агрегатами и эластичные патрубки между насосом и магистральными трубопроводами или вводами) для пожарных насосов не должны предусматриваться.

Пневматические установки постоянного давления должны иметь не менее двух компрессоров, из которых один резервный.

Как правило, во внутренних водопроводных сетях должны применяться пневматические установки переменного давления.

В пневматических установках переменного давления допускается установка одного компрессора, питаемого электроэнергией от одного источника. Пуск и остановка насосов пневматических установок должны быть автоматизированы.

Пожарные насосы и пневматические установки, используемые для тушения пожара, допускается размещать в подвальных или первом этажах зданий в отдельных отапливаемых помещениях I и II степени огнестойкости, имеющих отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

В многоэтажных зданиях пневматические установки рекомендуется устанавливать в верхних этажах, так как в этом случае за счет использования геометрической высоты подъема воды может быть уменьшено необходимое давление воздуха.

При обследовании внутреннего противопожарного водопровода, кроме проверки выполнения изложенных выше противопожарных требований и норм, необходимо также проверить:

исправность пожарных кранов, вентилей и задвижек;

доступность пожарных кранов и задвижек (возможность свободного пользования ими);

наличие задвижек на вводах в здание (их место размещения), а также их исправность (места расположения обводных задвижек должны быть известны обслуживающему персоналу и пожарным работникам);

исправность насосов-повысителей давления, возможность подхода к ним в любое время (практическим пуском проверить их работу).

Выяснить, кто отвечает на объекте за исправность насосов и их включение в случае возникновения пожара, а также, знает ли это ответственное лицо порядок включения пожарных насосов и задвижек.

В процессе испытания внутренней водопроводной сети необходимо проверить имеющийся во внутренней водопроводной сети напор и расход воды и установить соответствие между расходами и напорами, определенными проверкой и требуемыми по существующим нормам.

§ 23. Расчет внутреннего водопровода. Противопожарные требования, предъявляемые к расчету внутреннего водопровода

При рассмотрении расчетной части проекта внутреннего водоснабжения объектов работника пожарной охраны должно интересовать:

1. Правильно ли принято расстояние между пожарными кранами.

2. Правильно ли рассчитаны необходимый расход воды, напор у расчетного пожарного крана $H_{кр}$ и на вводе в здание $H_{в.зд}$ и обеспечиваются ли наружной водопроводной сетью необходимые расчетные напоры.

Расстояние между внутренними пожарными кранами будет зависеть:

а) от длины применяемого пожарного рукава, например: от одного крана будет прокладываться рукав 20 м и от другого крана (навстречу) будет прокладываться рукав 20 м в сумме, не учитывая длину струй, расстояние между кранами равно 40 м;

б) от расчетной длины компактной части струи. Радиус действия компактной части пожарной струи надлежит принимать равным высоте помещения $T_{\text{пом}}$, считая от пола до перекрытия или покрытия.

При сложном рельефе перекрытия помещения цеха (световые фонари) высоту помещения надлежит принимать равной высоте от пола цеха до наивысшей точки сгораемой или трудносгораемой конструкции перекрытия или покрытия.

Для определения расстояния между внутренними пожарными кранами (в горизонтальной плоскости) необходимо принимать проекцию радиуса действия компактной части струи на горизонтальную плоскость CB (см. рис. 6);

в) от количества расчетных пожарных струй.

В особо опасных в пожарном отношении объектах для гарантии подачи воды в случае возникновения пожара при расстановке пожарных кранов принимают орошение каждой точки помещения двумя струями (от двух кранов), т. е. с таким расчетом, чтобы в случае выхода из строя одного крана можно было подать воду от другого крана.

В помещениях с производством категории А и Б в складских помещениях объемом более 25 000 м³, в помещениях объемом более 1000 м³ с производством категории В, а также в зданиях общежитий, гостиниц, в зданиях учебных заведений, лечебных учреждений, в зданиях торговых предприятий, вокзалов и т. д. объемом более 25 000 м³ в кинотеатрах и клубах с количеством мест более 300 и в помещениях под трибунами на стадионах вместимостью более 20 000 зрителей каждая точка помещения должна орошаться не менее, чем двумя струями.

Так, например, при высоте помещения 6 м (следовательно $R_k = 6$ м) проекция струи $\cong 3$ м.

Первая струя (рис. 86, а) от крана 1 с радиусом действия 23 м (20 м длина пожарного рукава плюс 3 м проекция R_k) оросит часть помещения. Вторая струя от крана 2 с радиусом действия также 23 м должна оросить прежде всего эту же часть помещения.

Как видно на рис. 86, б от кранов 1 и 2 часть помещения орошается струями дважды, часть помещения орошается только одной струей и часть помещения остается неорошаема, следовательно, необходимо установить еще ряд пожарных кранов с таким расчетом, чтобы каждая точка помещения орошалась двумя струями. При этом неизбежно часть площади будет орошена трижды, так например, площадь А от кранов 1, 2 и 6; площадь Б от кра-

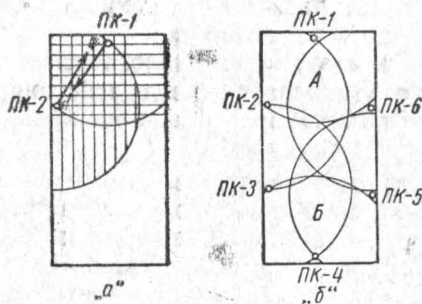


Рис. 86. Размещение пожарных кранов при расчете на две струи.

нов 3, 5 и 4. При правильно расставленных кранах площадь, орошаемая трижды, будет минимальной.

Таким образом, при расчете на две струи минимальное расстояние между пожарными кранами (при $R_k = 6$ м и проекции струи 3 м) должно быть 23 м при длине пожарных рукавов 20 м и 13 м при длине пожарных рукавов 10 м.

Во всех остальных помещениях каждая точка помещения должна орошаться одной струей. При расчете на одну струю минимальное расстояние между пожарными кранами (при $R_k = 6$ м и проекции струи 3 м) должно быть: 45 м при длине пожарных рукавов 20 и 26 м при длине пожарных рукавов — 10 м;

г) от размещения технологического оборудования в производственных помещениях.

Громоздкое технологическое оборудование, установленное в цехе, уменьшает радиус действия пожарного крана, так как иногда от пожарного крана на прямую невозможно подать воду в нужную точку цеха;

д) от размещения стен и перегородок в зданиях.

Стены и перегородки в зданиях мешают подаче струи на прямую к очагу пожара, в связи с чем также уменьшается радиус действия пожарного крана. При наличии стен и перегородок в здании необходимо проверить подачу пожарных струй в каждое помещение;

е) от размещения выходов из помещений, площадок, отапливаемых лестничных клеток, вестибюлей и т. д.

Внутренние пожарные краны должны устанавливаться преимущественно у выходов, внутри помещений или на площадках отапливаемых лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах или проходах, в наиболее заметных и многолюдных местах;

ж) от экономического момента.

Основным экономическим моментом, влияющим на расстояние между пожарными кранами, является зависимость между увеличением напора для целей пожаротушения и эксплуатационными расходами.

Если цех большой, то необходимо иметь большое количество внутренних пожарных кранов и стояков. Например, расчетный напор у крана должен быть 9,2 м вод. ст. при $R_k = 6$ м и $d_{снр} = 16$ мм (см. табл. 10).

Имея возможность увеличить напор у крана, например до 22,1 м вод. ст. радиус действия компактной части струи увеличится до 13 м, исходя из чего расстояние между пожарными кранами можно принять не 23 м, а $10 + 6,5 + 6,5 + 10 = 33$ м.

Целью расчета внутренней водопроводной сети является определение диаметров трубопроводов и потребных напоров у расчетного пожарного крана и на вводе в здание.

Необходимый напор на вводе в здание $H_{в.зд}$ определяется по формуле:

$$H_{в.зд} = H_{кр} + h_{вн.с} + T,$$

где $H_{кр}$ — необходимый напор у расчетного пожарного крана может быть определен по табл. 10.

$h_{вн.с} = h_e + h_m$ — потери напора во внутренней водопроводной сети от расчетного пожарного крана до места присоединения внутренней сети к наружной по длине и на местные сопротивления $h_m = 5 \div 15\%$ от h_e ;

T — геометрическая высота подъема воды.

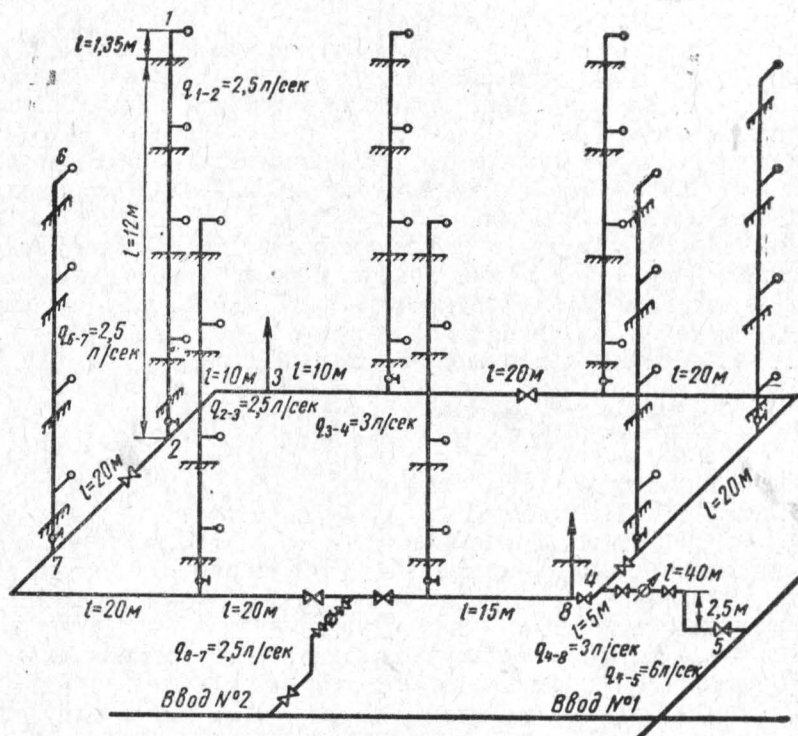


Рис. 87. Схема внутренней водопроводной сети (к примеру расчета внутренней водопроводной сети).

Последовательность проведения расчета покажем на примере. Рассчитать объединенную хозяйственно-питьевую противопожарную внутреннюю водопроводную сеть четырехэтажного производственного здания с высотой помещений 4 м.

В здании имеются два хозяйственно-питьевых стояка с расчетным расходом воды по 0,5 л/сек на каждый стояк.

Решение:

1. Составляется расчетная схема (аксонометрия) внутренней водопроводной сети (рис. 87).

2. Определяются расчетные расходы воды. Так как высота помещения 4 м расчетный радиус действия компактной части струи будет равен 6 м. По табл. 10 расчетный расход воды на внутреннее пожаротушение равен: $Q_{пж. внут} = 2,5 \times 2 \text{ струи} = 5 \text{ л/сек.}$

Производственные или хозяйственно-питьевые водопроводные сети, предназначенные также для пожаротушения, должны быть рассчитаны на подачу пожарного расхода воды при наибольшем ее производственном или хозяйственно-питьевом расходе воды в 1 сек.

В данном примере расход воды на хозяйственно-питьевые нужды задан.

3. Намечаются расчетные внутренние пожарные краны, расчетные точки и распределяется расход воды по участкам сети.

Водопроводные сети при подаче двух пожарных струй должны быть рассчитаны на действие двух пожарных кранов на смежных стояках, расположенных наиболее высоко и на наибольшем расстоянии от вводов.

Расчет водопроводных сетей, питаемых несколькими вводами, надлежит производить, исходя из предположения, что один из вводов выключен на ремонт.

Для данного примера в расчет принимаем ввод 1 и внутренние пожарные краны 1 и 6 как наиболее высоко расположенные и удаленные от ввода 1. Расчетные точки 1, 2, 3, 5, 6 и 7 проставляются в местах изменения расхода воды.

Общий расход воды по вводу будет равен:

$$Q_{\text{ввода}} = Q_{\text{пож}} + Q_{\text{х. п}} = 2,5 \times 2 \text{ струи} + 0,5 \times 2 \text{ стояка} = 6 \text{ л/сек.}$$

От ввода вода пойдет по линии 4—3—2—1 и по линии 4—8—7—6. Расход воды по участкам показан на рис. 87.

4. По расходу воды на участках по табл. 3. Приложения подбираются диаметры трубопроводов с таким расчетом, чтобы скорость движения воды была не более 1,5 м/сек и потери напора были бы незначительные.

Принимаем трубы стальные, диаметром: стояки 50, кольца 70 и трубы чугунные для вводов диаметром 80 мм.

5. Определяются потери напора при каждом участке трубопроводов по формуле:

$$h_l = i \cdot l \text{ или } h_l = sq^2 = A \cdot l \cdot q^2,$$

где i — гидравлический уклон; A — удельное сопротивление сети.

Результаты расчета записываем в табл. 25.

В расчет принимаем наибольшие потери напора по длине полукольца 1—2—3—4—5 $h_e = 4,75$ м вод. ст.

Общие потери напора:

$$h_{\text{вн. с}} = h_l + h_m = 4,75 + \frac{4,75 \times 15}{100} = 4,75 + 0,475 = 5,23 \text{ м вод. ст.}$$

6. Определяется необходимый напор у расчетного внутреннего пожарного крана.

По табл. 10 при длине пожарных рукавов 20 м радиус действия компактной части струи 6 м и диаметре spryska ствола 16 мм $H_{\text{кр}} = 9,7$ м вод. ст.

Полу- кольцо	Участки	l в м	D в мм	q в л/сек	$h_l = l \cdot I$ в м вод. ст.	v в м/сек
I	1—2	13,35	50	2,5	$\frac{69,6}{1000} \times 13,35 = 0,93$	1,18
	2—3	10	70	2,5	$\frac{19,6}{1000} \times 10 = 0,20$	0,71
	3—4	70	70	3	$\frac{27,4}{1000} \times 70 = 1,94$	0,85
	4—5	40	80	6	$\frac{42,1}{1000} \times 40 = 1,63$	1,21

Итого . . . $\Sigma h = 4,75$

II	6—7	13,35	50	2,5	$\frac{69,6}{1000} \times 13,35 = 0,93$	1,18
	7—8	55	70	2,5	$\frac{19,1}{1000} \times 55 = 1,05$	0,71
	8—4	5	70	3	$\frac{27,4}{1000} \times 5 = 0,13$	0,85
	4—5	40	80	6	$\frac{42,1}{1000} \times 40 = 1,68$	1,21

Итого . . . $\Sigma h = 3,79$

7. Подсчитывается геометрическая высота подъема от места присоединения внутренней сети к наружной до расчетного внутреннего пожарного крана.

$$T = 2,5 + 4,3 + 1,35 = 15,85 \text{ м,}$$

где 2,5 — глубина заложения наружной сети;

4,3 — высота одного этажа, умноженная на три этажа;

1,35 — высота крана над уровнем пола четвертого этажа.

8. Определяем необходимый напор на вводе в здание:

$$\begin{aligned} H_{в.зд} &= H_{кр} + h_{вн.с} + T = 9,7 + 5,23 + 15,85 = \\ &= 30,78 \text{ м вод. ст. или } 3,1 \text{ ати.} \end{aligned}$$

Таким образом, для данного здания напор в наружной водопроводной сети на вводе в здание должен быть 3,1 ати.

При обследовании внутреннего противопожарного водопровода потребный напор на вводе в здание можно определить прибли-

женным расчетом, принимая $H_{кр} = 1$ ати (при $R_k = 6$ м), $h_{вн.с} \approx 0,5-1$ ати тогда:

$$H_{в.з\partial} = H_{кр} + h_{вн.с} + T = 1 + (0,5 \div 1) + T$$

или $H_{в.з\partial} = (1,5 \div 2) + T$,

где T — геометрическая высота подъема воды от уровня земли до наиболее высоко расположенного внутреннего пожарного крана здания.

Полученный напор необходимо сравнить с имеющимся в сети свободным напором на вводе в здание.

Так как со временем изменяется водопотребление на хозяйственно-питьевые, производственные нужды изменяются сопротивления в водопроводных сетях, то лучше всего при обследовании напора и расхода воды произвести испытание внутренней водопроводной сети на водоотдачу (§ 35).

Как было указано выше, напор, потребный для целей пожаротушения, определяется по наиболее высоко и отдаленно расположенному внутреннему пожарному крану. Краны, расположенные ниже за счет геометрической высоты, будут находиться под большим давлением и, следовательно, будут давать бóльший расход воды.

Положим, что напор у верхнего крана, расположенного на высоте 30 м, по расчету составляет 49 м вод. ст., а расход воды 6 л/сек. Спрыск принят диаметром 19 мм. Тогда напор у крана, расположенного в нижнем этаже, будет: $30 - 1,35 + 49 = 77,65$ м вод. ст.

Расход из нижнего крана можно определить из следующего соотношения:

$$\frac{Q_n}{\sqrt{H_n}} = \frac{Q_v}{\sqrt{H_v}},$$

где Q_n и H_n — расход воды и напор нижнего крана;
 Q_v и H_v — расход воды и напор верхнего крана.

Тогда расход из нижнего крана:

$$Q_n = Q_v = \sqrt{\frac{H_n}{H_v}} = 6 \cdot \frac{77,65}{49} = 7,56 \text{ л/сек.}$$

Исходя из приведенных данных, определим неприкосновенный запас воды водонапорного бака для двух верхних кранов:

$$W_v = 2 \frac{6 \times 10 \times 60}{1000} = 7,2 \text{ м}^3.$$

Для двух нижних кранов:

$$W_n = 2 \frac{7,56 \times 10 \times 60}{1000} = 9 \text{ м}^3.$$

Таким образом, при работе двух нижних кранов емкость бака должна быть больше в $\frac{9}{7,2} = 1,23$ раза, так как в противном случае

бак при пожаре опорожняется не в 10 мин., а за $\frac{7,2 \times 1000}{2 \times 7,56 \times 60} \approx 7,9$ мин.

Таким образом, при высоких зданиях необходимо потребный для тушения пожара напор определять по наиболее высоко расположенному крану, а расчетный расход (и, следовательно, запасную емкость)—по наиболее низко расположенному крану.

Чтобы установить различие в работе внутренних пожарных кранов, можно применить специальные дроссельные приспособления, устанавливаемые на отводах, от стояков к пожарным кранам. Дроссельные приспособления регулируются таким образом, чтобы пожарные краны пропускали только расчетное количество воды. Одним из наиболее простых дроссельных приборов является диафрагма. Диафрагмы способствуют увеличению потери напора воды перед пожарным краном и, следовательно, уменьшают имеющийся у крана напор и расход воды.

Глава VIII

СПРИНКЛЕРНОЕ И ДРЕНЧЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Для тушения пожаров внутри зданий, кроме внутренних пожарных кранов, в местах, где огонь может иметь быстрое распространение, или малодоступных местах, а также в помещениях, не охраняемых и опасных в пожарном отношении, применяется специальное автоматическое спринклерное и дренчерное оборудование.

Спринклерное оборудование предназначается для автоматического тушения пожара водой, без участия человека, с одновременной подачей сигнала пожарной тревоги.

Дренчерное оборудование служит для защиты зданий или помещений от пожарной опасности созданием водяных завес или орошения площадей, с одновременной подачей сигнала пожарной тревоги.

Благодаря конструктивным особенностям спринклерных и дренчерных установок, ими можно защищать как отапливаемые, так и неотапливаемые помещения.

Технико-экономические показатели стационарных противопожарных установок приводятся в табл. 26.

Таблица 26

Тип установки	Стоимость на 1000 м ² защищаемой площади в тыс. руб.	Расход труб в м	
		газовых	нефтегазово-водопроводных
Спринклерные установки	1,8	1,5	0,4
Дренчерные установки с ручным приводом	2,0	1,6	0,5
Дренчерные установки с автоматическим приводом	3,0	1,6	0,5

В данной таблице стоимость водопитателей спринклерных дренчерных установок не приводится и определяется в зависимости от условий водоснабжения объекта.

Практика показывает, что при надежной системе водоснабжения, спринклерные установки обеспечивают полное тушение или локализацию пожаров в их начальной стадии.

По статистическим данным отмечено, что из каждых 1000 случаев пожаров в зданиях, оборудованных спринклерными установками, 726 пожаров тушилось пятью, 195 пожаров от 5 до 25 и только 29 — более, чем двадцатипятью вскрывающимися спринклерами.

Для вновь строящихся или реконструируемых промышленных зданий, оборудованных спринклерными или автоматическими дренчерными установками разрешается площадь пола, ограниченную брандмауэрами, увеличивать на 50% по сравнению со зданиями, не оборудованными этими установками.

§ 24. Спринклерное оборудование

Необходимость устройства спринклерного и дренчерного оборудования в цехах, помещениях или зданиях устанавливается инстанцией, утверждающей проектное задание, в зависимости от технологического процесса, степени огнестойкости элементов зда-

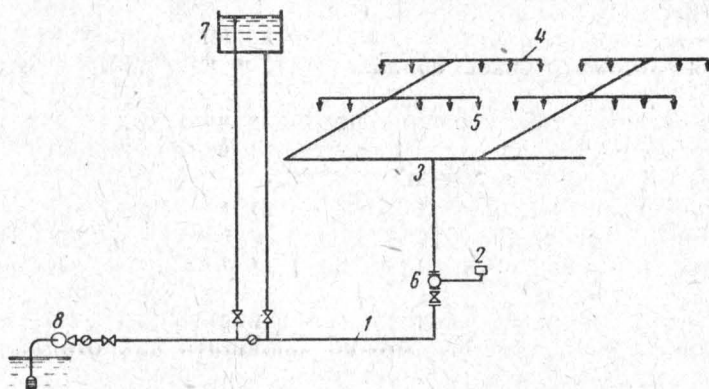


Рис. 88. Схема спринклерной системы.

ния, значимости и ценности оборудования и выпускаемой продукции предприятия в соответствии с перечнем (см. приложение табл. 5).

Здание или помещение считается спринклеризованным в том случае, когда спринклерное оборудование установлено на всех этажах, отделениях, лестничных клетках, скрытых пространствах и фонарях.

Скрытое пространство в конструкциях должно быть спринклеризовано в том случае, если в него может быть вписана шаровая поверхность диаметром не менее 0,5 м.

Спринклерная установка состоит из следующих основных частей (рис. 88). Водопитателей 8 и 7, спринклерной сети, куда входят магистральные питательные трубопроводы 1, второстепенные

питательные трубопроводы 3 и распределительные трубопроводы 4, спринклерных головок (спринклеров) 5, контрольно-сигнального клапана (КСК) 6, сигнальных аппаратов 2.

В зависимости от температуры воздуха помещений могут применяться водяная, воздушная, воздушно-водяная (переменная) и смешанная спринклерные системы.

Водяная спринклерная система применяется в отапливаемых помещениях с температурой воздуха выше 0°C . Водяная система полностью заполняется водой. В одной секции водяной системы должно быть не более 800 спринклеров.

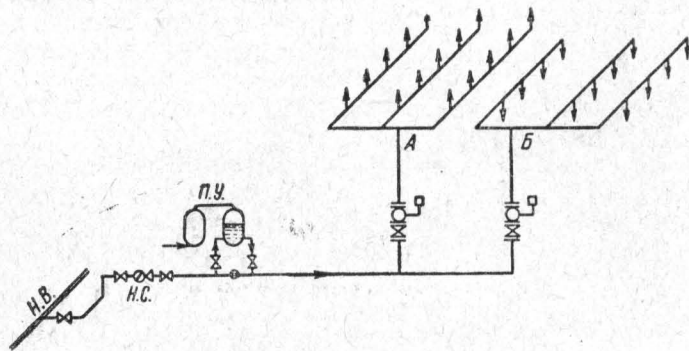


Рис. 89. Смешанная спринклерная система:
НС — насосная станция; ПУ — пневматическая установка;
НВ — наружный водопровод.

Воздушно-спринклерная система применяется в неотапливаемых помещениях с температурой воздуха ниже 0°C . Воздушная система выше КСК заполняется сжатым воздухом, а ниже КСК заполняется водой. В одной секции воздушной системы может устанавливаться до 800 спринклеров, при этом емкость сетей не должна превышать 2000 л. При наличии акселератора (прибора, ускоряющего открытие КСК) емкость сети может быть увеличена до 3000 л.

Воздушно-водяная (переменная) спринклерная система применяется в неотапливаемых помещениях. Летом система полностью заполняется водой и работает, как водяная система. Зимой система выше КСК заполняется сжатым воздухом, а ниже КСК — водой; работает система как воздушная. В одной секции переменной системы устанавливается до 800 спринклеров.

Смешанная система устраивается в тех зданиях, где имеются смежные помещения с различным температурным режимом. Как видно на рис. 89, смешанная система состоит как бы из двух систем: воздушной А с воздушным КСК и водяной Б с водяным КСК. Общими между воздушной и водяной системой являются водопитатели. В смешанной системе должно быть не более 1400 головок, из них 600 в воздушной системе и 800 в водяной системе.

Спринклерные головки (спринклеры). Спринклерные головки являются побудителем всей спринклерной системы. В настоящее

время применяются спринклерные головки с металлическим и стеклянным замком. Наибольшее распространение получили спринклерные головки с металлическим замком (рис. 90 и 91).

Спринклерная головка с металлическим замком состоит из бронзового штуцера 1 с резьбой, кольца 2 с рамкой и розеткой, диафрагмы 3 с отверстием, которое закрывается стеклянным клапаном 4.

Клапан прижат к отверстию диафрагмы замком 5, состоящим из трех пластинок красной меди, спаянных между собой легкоплавким сплавом, в состав которого входит висмут, свинец, кадмий и олово в различных весовых соотношениях, в зависимости от темпера-

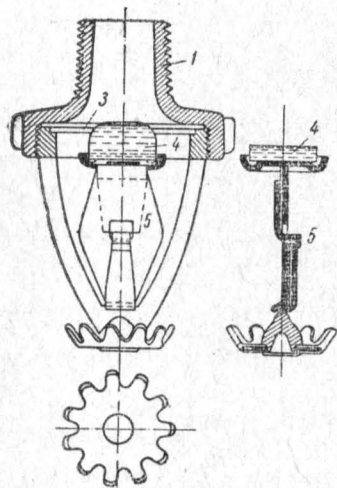


Рис. 90. Спринклер с металлическим замком.

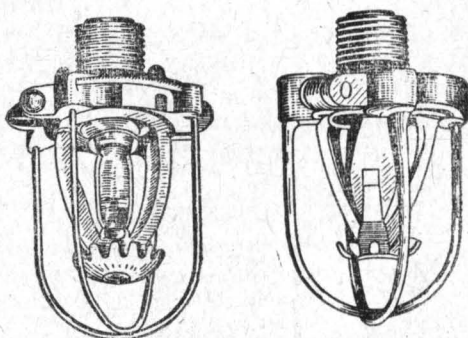


Рис. 91. Ограждение спринклеров.

туры, при которой спринклерная головка должна вскрыться.

При возникновении пожара под действием температуры легкоплавкий сплав замка 5 плавится, пластинки и клапан вылетают под действием давления воды или сжатого воздуха, находящихся в трубопроводе, вода, выливаясь из отверстия диафрагмы 3, ударяется о розетку и разбрызгивается.

Спринклеры изготавливаются на различные температуры вскрытия, в зависимости от температуры обслуживаемого им помещения (табл. 27).

Таблица 27

Температура вскрытия в °С	Нормальная температура помещения в °С	Цвет окраски штуцера и рамки
72	До 40	Без окраски
93	От 41 до 60	Белый
141	От 61 до 100	Синий
182	От 101 до 140	Красный

Спринклерная головка со стеклянным замком (рис. 92) имеет ту же конструкцию, что и спринклер с металлическим замком, за исключением замка, который представляет собой пустотелую запаянную капсулу 5 из кварцевого стекла, заполненную жидкостью и небольшим количеством воздуха. При повышении температуры в помещении при пожаре жидкость, нагреваясь, расширяется и при достижении установленной температуры для данного спринклера капсула разрывается, стеклянный клапан 4 отпадает и вода, выливаясь из отверстия диафрагмы, разбрызгивается по горячей поверхности.

Жидкость в капсуле окрашивается в зависимости от температуры вскрытия: при 53° — в ярко-красный, 68° — в желтый, 93° — в зеленый, 141° — в синий, 200° — в фиолетовый.

Спринклерные головки со стеклянным замком имеют ряд преимуществ:

1) стеклянные колбочки не окисляются под действием агрессивных паров, газов различного рода пыли;

2) температура вскрытия стеклянного замка 53° ниже, чем металлического замка 72°;

3) при оседании пыли или образования плотной корки на капсуле, вследствие загрознения или окраски, обеспечивается большая надежность вскрытия спринклеров;

4) обеспечивается в большей степени равномерность орошения вследствие невозможности застревания крупных деталей замка спринклера в розетке, как это нередко наблюдается в спринклерах с металлическим замком.

Диаметр спыска (отверстие в диафрагме) спринклерной головки — 12,75 мм.

Расчетное давление у спыска наиболее невыгодно расположенной (далеко удаленной от КСК и высоко расположенной) спринклерной головки 5 м вод. ст. Расчетный расход воды на одну спринклерную головку принимается около 1 л/сек.

Более точно расход воды для спринклера диаметром 12,75 мм может быть определен также по формуле:

$$q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2g \cdot H},$$

где μ — коэффициент расхода для спринклерных и дренчерных головок принимается равным 0,7;

ω — площадь живого сечения (отверстия в диафрагме дренчера) в м².

$$\omega = \frac{\pi D^2}{4} = 0,785 D^2 \text{ м}^2;$$

g — ускорение силы тяжести = 9,81 м/сек²;

H — напор у спринклера в м вод. ст.

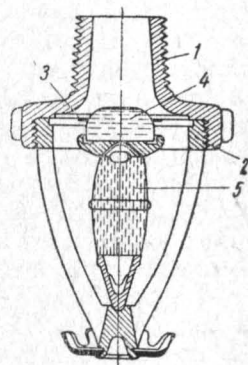


Рис. 92. Спринклер со стеклянным (жидкостным) замком.

Подставив в формулу расхода воды значения μ , ω и g , получим окончательную формулу расхода воды:

$$q = 0,392 \sqrt{H}.$$

Из формулы мы видим, что чем больше давление у спрыска, тем больше будет расход воды (в $\text{м}^3/\text{сек}$ или $\text{л}/\text{сек}$).

Площадь пола, защищаемая одним спринклером, не должна превышать в помещениях с повышенной пожарной опасностью при наличии горючих материалов более 200 кг на 1 м^2 — 9 м^2 , в остальных случаях— 12 м^2 .

Расстояние от розетки спринклера до плоскости перекрытия принимается: при несгораемом перекрытии не более $0,4 \text{ м}$; при трудносгораемом и сгораемом перекрытиях не более $0,3 \text{ м}$, причем расстояние между розеткой спринклера и конструкцией, под которой он устанавливается, принимается не менее $0,08 \text{ м}$.

При сгораемых односкатных и двухскатных покрытиях расстояние по горизонтали от спринклеров до стен и конька должно быть не более $0,8 \text{ м}$, а при несгораемых и трудносгораемых покрытиях не более $1,5 \text{ м}$.

В помещениях с повышенной пожарной опасностью расстояние между спринклерами принимается не более 3 м , между спринклерами и несгораемыми стенами и перегородками не более $1,5 \text{ м}$ и между спринклерами со сгораемыми и трудносгораемыми стенами и перегородками не более $1,0 \text{ м}$.

Во всех остальных менее пожароопасных помещениях расстояние между спринклерами принимается не более 4 м , между спринклерами и несгораемыми стенами и перегородками не более 2 м и между спринклерами и сгораемыми и трудносгораемыми стенами и перегородками не более $1,2 \text{ м}$.

Контрольно-сигнальные клапаны (КСК). Контрольно-сигнальные клапаны (КСК) предназначаются для автоматической подачи сигнала о начавшемся пожаре и автоматического включения насоса, повышающего давление в сети.

Тип контрольно-сигнального клапана (водяной, воздушный, или воздушно-водяной) принимается в зависимости от системы спринклерного оборудования и количества спринклеров в одной секции. Устанавливаются КСК в комнате пожарного поста, пожарной части объекта, насосном помещении или в наиболее доступном месте цеха (например, в коридоре). В последнем случае КСК должен помещаться в специальном шкафчике, двери которого должны быть опломбированы.

Водяной контрольно-сигнальный клапан (рис. 93) водяной спринклерной системы состоит из чугунного корпуса 1, внутри которого помещается бронзовый тарельчатый клапан 2. В седле клапана имеется отверстие 4, через которое вода при открывшемся клапане поступает в трубопровод 5, ведущий к сигналу тревоги и к автоматическому пускателью насоса.

Перед клапаном устанавливается задвижка 6, постоянно открытая и запломбированная (или закрытая на замок 3).

Труба 7 с вентилем 9 позволяет выпускать воду из всей системы в канализацию перед началом ремонта. На трубе 7 имеется также вентиль 10, предназначенный для проверки работы спринклерной системы.

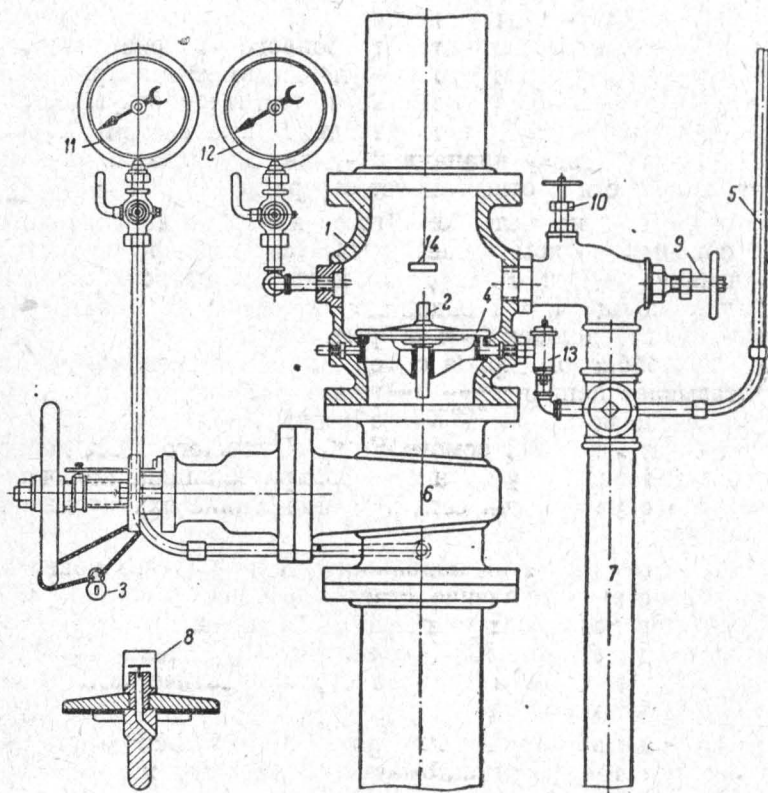


Рис. 93. Водяной контрольно-сигнальный клапан.

Перед КСК установлен манометр 11, показывающий давление в системе до КСК. После КСК установлен манометр 12, показывающий давление в системе за КСК.

При заряженной системе от водопитателей до спринклерных головок вся система заполнена водой. Клапан 2 под действием силы тяжести сидит на своем седле и прикрывает отверстие 4, ведущее к сигналу тревоги и к автоматическому пуску насосов. При исправной спринклерной системе манометры 11 и 12 должны показывать одинаковое давление.

Если на манометре 11 давление меньше, чем на манометре 12, это говорит о том, что автоматический водопитатель неполностью заполнен водой или манометр 11 неисправен.

При пожаре под действием температуры вскрывается спринклерная головка и вода начинает выливаться. При этом давление в системе над клапаном 2 упадет, тогда давлением снизу клапан откроется и вода пойдет в спринклерную сеть и одновременно через отверстие 4 трубопровода 5 вода поступит к автоматическому сигналу тревоги и автоматическому пуску насоса.

После пожара закрывается задвижка 6, открывается вентиль 9 на трубе 7 и оставшаяся в системе вода выпускается в канализацию. Проверяется исправность трубопроводов системы, устанавливаются новые спринклерные головки вместо вскрывшихся. После исправления всех выявленных недостатков открывается и пломбируется задвижка 6. Вода заполняет всю систему и когда давление сверху и снизу клапана 2 уравнивается, клапан под действием силы тяжести плотно закроет отверстие.

Для того, чтобы не было ложного сигнала при наполнении системы пробковым краном 13 перекрывается трубопровод 5, ведущий к сигналу тревоги. Как только клапан 2 закроет отверстие (что слышно по щелчку и видно по давлению на манометрах), пробковый кран 13 должен быть открыт.

Открытие пробкового крана определяется по риске сверху, которая показывает направление движения воды.

При проверке водяного КСК необходимо:

1) произвести внешний осмотр КСК. У каждого КСК должна помещаться табличка с указанием номера клапана, количества спринклеров обслуживаемой сети и наименование охраняемых им помещений;

2) убедиться в открытии задвижки 6 и пробкового крана 13;

3) просмотреть направление стрелок на манометрах 11 и 12 (стрелки должны показывать одинаковое давление);

4) давление в сети над КСК может быть допущено более давления под КСК на 0,5 *ати* при наличии автоматического насоса, в остальных случаях на 0,3 *ати*;

5) при помощи вентиля 10, на трубе 7 проверяется работа клапана 2, сигнала тревоги и автоматического пуска насоса. Через вентиль 10 часть воды из системы выйдет в канализацию, давление над клапаном упадет, давлением снизу клапан откроется (что слышно по щелчку при ударе клапана об ограничитель 14), и вода через трубопровод 5 поступит к сигналу тревоги и автоматическому пуску насоса. По работе сигнала и насоса определяется их исправность.

Проверку работы системы можно производить и через вентиль 9, но в этом случае трудно установить, что система будет работать при вскрытии одной спринклерной головки.

Вентиль же 10 рассчитан на пропуск воды в количестве, равном пропускной способности одной спринклерной головки.

При питании спринклерной системы от наружной водопроводной сети, водонапорного или пневматического баков, предназначенных для хранения воды для других целей, неизбежно колебание давления в трубопроводах спринклерной системы.

Под действием повышенного давления клапан 2 может вскрыться, вода пойдет к сигналу и таким образом будет дан ложный сигнал. Для устранения таких колебаний давления в клапа-

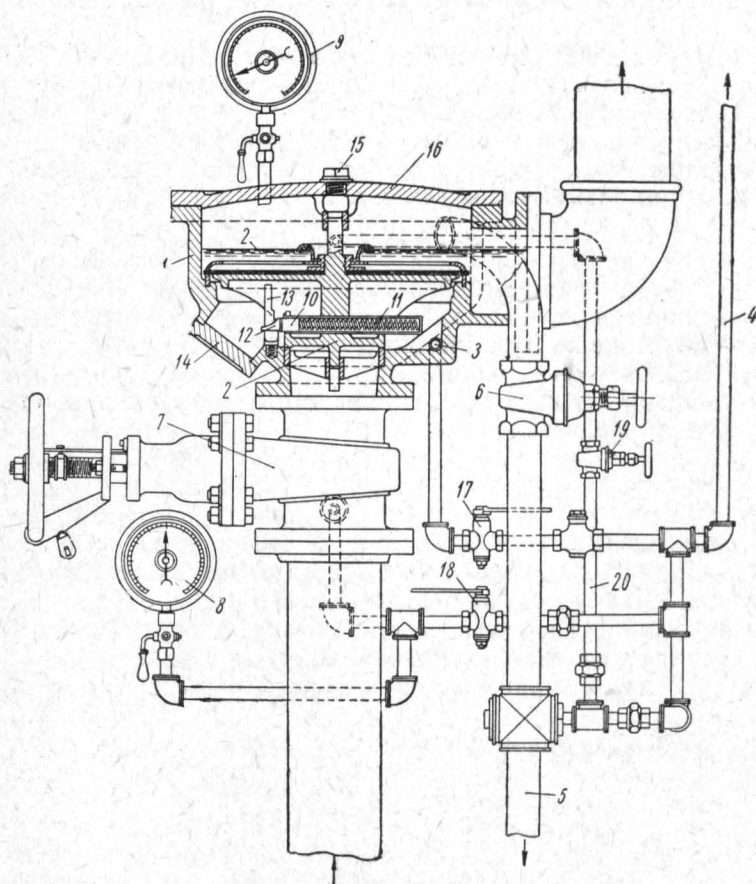


Рис. 94. Воздушный (сухотрубный) контрольно-сигнальный клапан.

не 2 имеется клапан-компенсатор 8, через который уравнивается давление.

При резком изменении давления в трубопроводах компенсатор 8 не сможет уравнивать давление, поэтому для этой цели применяются специальные приборы для устранения ложных сигналов.

Более надежно в отношении ложных сигналов работает система с водонапорным баком или пневматической установкой, предназначенных только для создания давления и сохранения необходимого количества воды для спринклерной системы.

Воздушно-контрольный сигнальный клапан (рис. 94) воздушной спринклерной системы состоит из корпуса 1, внутри которого помещается двухтарельчатый клапан 2.

Нижний диск клапана 2 прикрывает отверстие трубопровода, подводящего воду от водопитателя. Верхний диск клапана 2 прикрывает отверстия со стороны сети трубопроводов, заполненных сжатым воздухом. По размеру верхний диск в 8 раз больше нижнего.

Клапан под действием собственного веса будет прижат к седлу только в том случае, если сила со стороны водопитателя будет равна силе со стороны воздушной сети.

Так как сила, действующая на каждый диск клапана, равна произведению давления на площадь, то условие равновесия клапана можно выразить уравнением:

$$P \cdot \omega = Q \cdot p,$$

где ω — площадь нижнего диска;

Q — площадь верхнего диска;

P — давление на нижний диск;

p — давление на верхний диск.

Но площадь верхнего диска больше в 8 раз площади нижнего диска, т. е. $Q = 8\omega$, тогда

$$P = \frac{8 \cdot \omega \cdot p}{\omega}; P = 8 \cdot p.$$

Из выведенного уравнения видно, что для сохранения равновесия клапана достаточно, чтобы воздушное давление над клапаном было в 8 раз меньше водяного давления.

Но поскольку избежать утечки воздуха через неплотности в соединениях из системы невозможно, практически давление воздуха на клапан принимается в 4 раза меньше водяного давления.

Если бы в воздушной системе диски клапана были бы одинаковыми, то давление воздуха должно было бы быть равным давлению воды от водопитателя. Но при большом давлении была бы большая утечка воздуха, и, кроме того, в случае возникновения пожара время выхода сжатого воздуха из системы и начала подачи воды через вскрывшиеся спринклерные головки было бы увеличено.

Пространство между дисками клапана имеет атмосферное давление, так как оно сообщается через отверстие 3, трубопровод 4 и сопло сигнальной турбинки (см. рис. 96) с атмосферой.

Для спуска воды из системы после пожара или перед ремонтом предусмотрен трубопровод 5 с вентилем 6 (см. рис. 94).

На главном магистральном трубопроводе, подводящем воду от водопитателя, установлена постоянно открытая и запломбированная задвижка 7. Для контроля за давлением имеется: манометр 8, показывающий давление от водопитателя, и манометр 9, показывающий давление сжатого воздуха в системе над клапаном.

В случае возникновения пожара под действием температуры вскрывается спринклерная головка, воздух из системы начнет выходить, давление над клапаном упадет, клапан под действием дав-

ления снизу (от водопитателя) приподнимается и вода пойдет в спринклерную систему к спринклерным головкам и одновременно через отверстие 3 трубопровода 4 вода поступит к сигналу тревоги и автоматическому пуску насоса.

Для удержания клапана в открытом состоянии в теле клапана вставлена трубка 10, пружина 11 и вилка 12.

При подъеме клапана вилка войдет в выступ стойки 13 и не позволит клапану опуститься. Чем больше будет расход воды, тем выше поднимется клапан.

После пожара необходимо систему привести в первоначальное рабочее состояние.

Прежде всего прекращается доступ воды от водопитателя (см. рис. 94), для чего закрывается задвижка 7, открывается вентиль 6 на трубопроводе 5 и оставшаяся вода из системы выпускается. Проверяется вся система трубопроводов, поврежденные участки сети заменяются; вместо вскрывшихся спринклерных головок устанавливаются новые. Открывают люк 14 в корпусе клапана и нажимом на вилку 12 сажают клапан на свое седло. Люк закрывается, открывается пробка 15 крышки 16 корпуса и над клапаном для его уплотнения заливают воду. Включается компрессор, и система выше контрольно-сигнального клапана заполняется сжатым воздухом. Как только на манометре 9 будет необходимое расчетное давление, компрессор выключается, открывается задвижка 7, вода от водопитателя подойдет к нижнему диску клапана.

При проверке воздушного КСК необходимо:

1) убедиться в открытии задвижки 6, пробкового крана 17 на трубопроводе 4;

2) посмотреть показание манометров 8 и 9. Манометр 9 должен показывать давление воздуха в четыре раза меньше, чем давление воды от водопитателя;

3) проверяется работа сигнала тревоги и автоматического пуска насоса. При помощи открытия вентиля 18 подается вода к сигналу тревоги и автоматическому пуску насоса;

4) один раз в месяц проверяется (полностью) вскрытие КСК, работа сигналов тревоги и автоматического пуска насоса. При помощи вентиля 19 через трубопровод 20 выпускается воздух из системы. Как только давление над клапаном упадет, клапан вскрыется и встанет на защелку. Вода через отверстие 3, трубопровода 4 поступит к сигналу тревоги и к автоматическому пуску насосов.

После такой проверки необходимо клапан зарядить, привести в первоначальное состояние, для чего продельваются те же действия, как и при зарядке КСК после пожара.

Воздушно-водяной контрольно-сигнальный клапан воздушно-водяной (переменной) спринклерной системы состоит как бы из двух контрольно-сигнальных клапанов—водяного КСК-1 и расположенного над ним (рис. 95) воздушного КСК-2.

Летом работает водяной КСК и вся система заполняется водой. Для того, чтобы уменьшить сопротивление движению воды воздушный клапан из корпуса КСК вынимается или устанавливается на защелку.

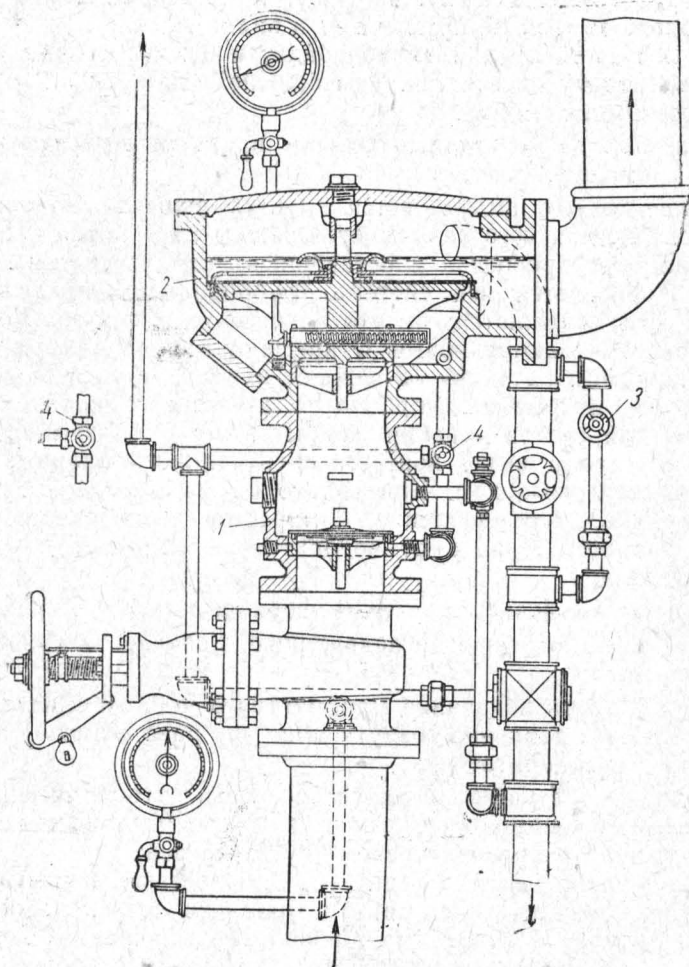


Рис. 95. Воздушно-водяной контрольно-сигнальный клапан.

Зимой работает воздушный КСК от водопитателя до нижнего диска клапана, система заполняется водой и от верхнего диска клапана до спринклерных головок система заполняется воздухом. Для того, чтобы уменьшить сопротивление движению воды, клапан водяного КСК из корпуса вынимается.

Проверка работы контрольно-сигнальных клапанов производится при помощи вентиля 3. Особое внимание при проверке воздушно-водяного КСК необходимо обращать на открытие пробкового крана 4, установленного на трубопроводе, ведущем к

сигналу тревоги и к автоматическому пуску насоса. Риска на головке пробкового крана должна показывать направление движения воды.

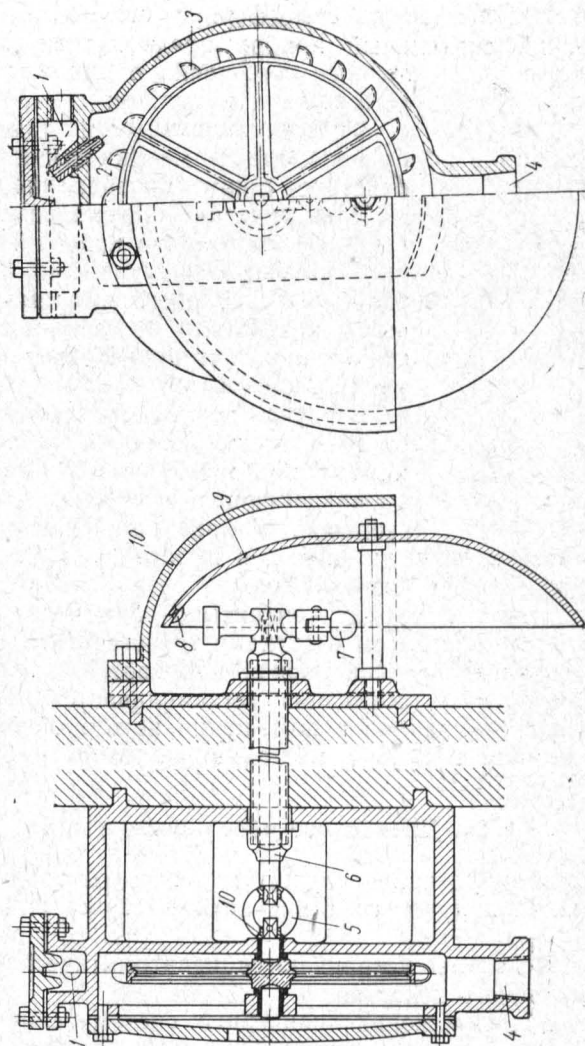


Рис. 96. Сигнальный колокол с турбинкой.

Сигнальные приборы спринклерных систем. Механический сигнальный прибор (рис. 96) состоит из водяной турбинки, размещенной в отапливаемом помещении, и колокола, прикрепленного снаружи здания. Вода от КСК подается по трубопроводу к отверстию 1 водяной турбинки и через сопло 2 выливается на лопасти 3 турбинки. Под действием вытекающей из сопла воды колесо турбинки начинает вращаться.

Отработанная вода через трубопровод 4 стекает в канализацию. Ось турбинки 10 при помощи муфты 5 соединена со стержнем 6, проходящим через стену здания. На конце стержня укреплен молоточек 7, который при вращении ударяет о прилив 8 колокола 9. Сверху колокол защищен от атмосферных осадков кожухом 10.

Электрический сигнальный прибор предназначен для немедленного сообщения о начавшемся пожаре в пожарную охрану:

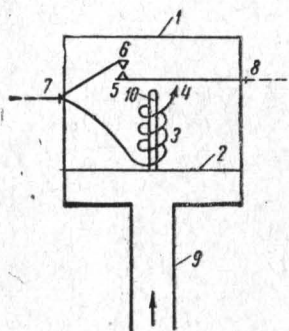


Рис. 97. Схема работы электрического сигнального прибора.

Он устанавливается на том же трубопроводе, где и механический сигнал, и действует с ним одновременно.

Электрический сигнальный прибор (рис. 97) состоит из коробки 1, мембраны 2, катушки сопротивления 3 и контактов 4, 5 и 6. В обычное время контрольный ток проходит от клеммы 7 через сопротивление катушки 3, контакт 4, пластинку к клемме 8.

В случае возникновения пожара вода от КСК по трубопроводу 9 поступает в камеру под мембраной 2. Под действием давления воды мембрана прогибается, стержень 10, находящийся внутри катушки 3, поднимаясь кверху, упирается в пластинку. Контакт 4 размыкается, контакты 5, 6 замыкаются.

Ток от клеммы 7 проходит контакты 6—5 и через пластинку подходит к клемме 8 и затем к сигналу тревоги. Сигналом тревоги может быть электрический звонок или световая лампочка на промышленном объекте, последняя устанавливается на коммутаторе пожарной сигнализации в помещении пожарной охраны, насосной станции или в других местах в зависимости от местных условий.

§ 25. Дренчерное оборудование

Дренчерное оборудование служит для защиты зданий или помещений от пожара путем создания водяных завес или орошения площадей.

Дренчерные системы устраиваются неавтоматического (ручного) и автоматического действия.

Источники водоснабжения дренчерных систем такие же, как и для спринклерных систем: водопровод, реки, озера, пруды, колодцы и артезианские скважины. Как правило, для дренчерных систем так же, как и для спринклерных, должны быть два водопитателя: автоматически действующий, с расчетом тушения пожара в первые десять минут, и основной, с расчетом тушения пожара в последующий час.

Водопитание дренчерного оборудования объединяется со спринклерным или противопожарно-хозяйственным водопроводом и лишь в исключительных случаях может быть отдельным.

Дренчерные головки (дренчеры). Дренчер по своей конструкции такой же, как и спринклер, только без замка (рис. 98).

Диаметр отверстия в диафрагме (диаметр spryska) дренчера может быть 8, 10 и 12,7 мм.

Расчетный расход воды одного дренчера может быть определен по формуле:

$$q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH} \text{ м}^3/\text{сек},$$

где: μ — коэффициент расхода, равный 0,7;

ω — площадь живого сечения, равна $0,785d^2$;

g — ускорение силы тяжести;

H — напор у дренчера в м вод. ст.

Подставив в формулу расхода воды значение μ , ω и H , получим окончательные расчетные формулы, а также цифровые значения расхода воды, приведенные в табл. 28.

Из табл. 28 видно, что чем больше диаметр и напор у spryska, тем больше расход воды, а следовательно, и интенсивность подачи воды (в л/сек на м²). Поэтому в наиболее опасных в пожарном отношении помещениях следует применять дренчеры с большими диаметрами и напорами у spryskov.

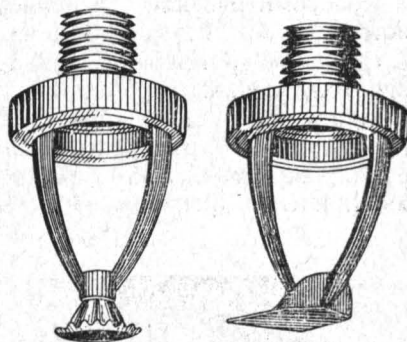


Рис. 98. Крышевой дренчер; карнизный дренчер.

Таблица 28

H в м вод. ст.	Спринклер или дренчер. $d = 12,7 \text{ мм}$	Дренчер, $d = 10 \text{ мм}$	Дренчер. $d = 8 \text{ мм}$
Расчетная формула	$q = 0,392 \sqrt{H} \text{ л/сек}$	$q = 0,243 \sqrt{H} \text{ л/сек}$	$q = 0,156 \sqrt{H} \text{ л/сек}$
5	0,87	0,54	0,35
10	1,24	0,77	0,49
20	1,79	1,08	0,7

Увеличение расхода воды может быть достигнуто также за счет применения щелевых (рис. 99) и винтовых (рис. 100) распылителей ЦНИИПО. Так, например, при напорах $H = 5$ м вод. ст. расход воды щелевого водораспылителя 13 л/сек и винтового 4,4 л/сек и более, в зависимости от диаметра входного отверстия.

Количество дренчеров, устанавливаемых в одной секции, определяется расчетом.

На одной распределительной ветви располагать дренчеры с различными диаметрами spryskov не допускается.

Дренчеры должны окрашиваться эмалевой краской в черный цвет.

Расстояние между дренчерами, предназначенными для орошения площадей, должно быть не более 3,0 м, а между дренчерами и стенами или перегородками—1,5 м.

В дренчерных установках заливной системы дренчеры устанавливаются розетками вверх, в сухотрубной—дренчеры могут устанавливаться розетками вверх и вниз.

Неавтоматическая дренчерная система (рис. 101) состоит из магистральных трубопроводов 1, главного питательного трубопровода 2, второстепенных питательных трубопроводов 3, распределительных трубопроводов 4, на которых устанавливаются дренчеры 5, главной

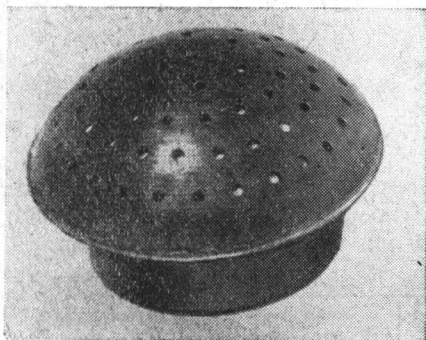


Рис. 99. Шелевой дренчер ЦНИИПО.

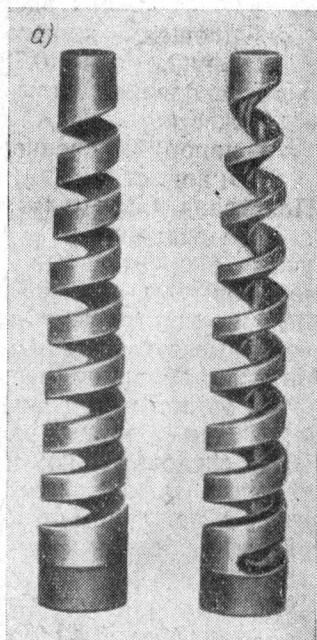


Рис. 100. Винтовой дренчер ЦНИИПО.

задвижки (постоянно закрытой) спускного крана 7, обратного клапана 8, полугайки 9 и обратного клапана 10 на магистральном трубопроводе.

В случае возникновения пожара, вручную открывается задвижка 6 и вода от водопитателя поступает ко всем дренчерам, установленным в данной секции. Для того, чтобы орошалось только то место, где произошел пожар, помещение обслуживается отдельными дренчерными секциями с самостоятельными задвижками. На одну задвижку или секцию должно быть не более 70 дренчеров. На одной ветке распределительного трубопровода не допускается устанавливать более шести дренчеров. На случай выхода из строя водопитателя устанавливается специальный трубопровод, выведенный наружу здания с головкой 9, к которой присоединяются для подкачки воды пожарные передвижные насосы.

Автоматические дренчерные системы подразделяются на 2 группы:

1) автоматическая дренчерная система с клапаном группового действия и

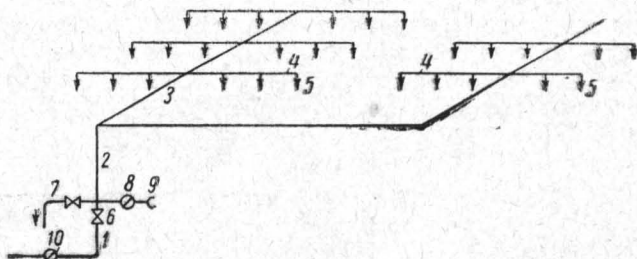


Рис. 101. Схема неавтоматической дренчерной установки.

2) автоматическая дренчерная система с контролями.

Автоматические и дренчерные системы тушат пожар без присутствия человека, одновременно подают сигнал тревоги и осуществляют пуск насосов.

Автоматические дренчерные системы предназначены для борьбы с пожарами в тех случаях, когда вследствие высокой пожароопасности защищаемой площади другие способы пожаротушения не могут быть применены с достаточной эффективностью из-за быстрого распространения огня (например, в театрах, на предприятиях взрывчатых веществ, целлюлоиды и т. д.)

Автоматическая дренчерная система с контролями (рис. 102) состоит из магистрального трубопровода 1, водяного контрольно-сигнального клапана 2 главного питающего трубопровода 3, второстепенного питающего трубопровода 4, автоматического клапана (контроля) 5.

От контроля отходят распределительные трубопроводы 6, на которых установлены дренчерные головки 7. Дренчерные головки и распределительная сеть находятся под атмосферным давлением.

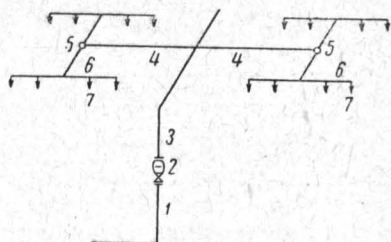


Рис. 102. Схема автоматической дренчерной установки с контролями.

Автоматическая дренчерная система с контролями может быть водяной или воздушной. При водяной системе магистральный и все питающие трубопроводы до контроля заполнены водой. При воздушной системе водой заполнен магистральный трубопровод до КСК. Выше КСК до контроля система заполняется сжатым воздухом.

Один контроль обслуживает до восьми дренчеров. На одной ветви второстепенного питательного трубопровода устанавливается не более четырех контролей.

Один контроль (или восемь дренчерных головок) обслуживают площадь в 11 м^2 .

Друг от друга контроли располагаются на расстоянии $3,7 \text{ м}$.

В помещении с открытыми балками и стропилами контроли вдоль пролета устанавливаются друг от друга на расстоянии не более 3 м (при расстоянии между дренчерами вдоль пролета не более $0,8 \text{ м}$).

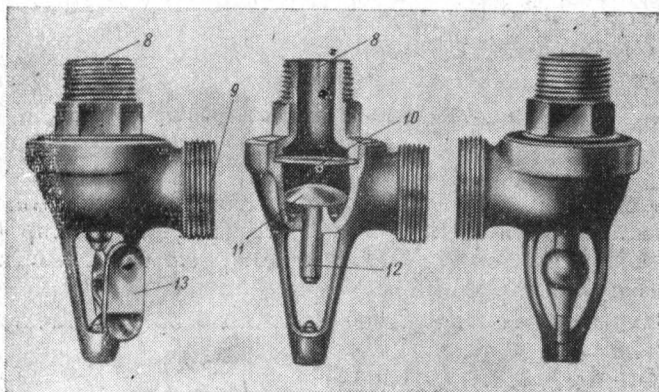


Рис. 103. Контроль.

Побудителем автоматической дренчерной системы с контролем является автоматический клапан (контроль).

Контроль (рис. 103) штуцером 8 присоединяется к питательному трубопроводу, штуцером 9 к распределительному трубопроводу, на котором установлены дренчерные головки. Внутри контроля установлена диафрагма 10 с отверстием, прикрытым клапаном 11. Шток 12 клапана 11 упирается в легкоплавкий замок 13.

В случае возникновения пожара под действием температуры плавится легкоплавкий замок, клапан 11 падает вниз.

Вода из питательного трубопровода через контроль поступит в распределительный трубопровод к дренчерным головкам.

Как только вода начнет выливаться из дренчерных головок, давление над водяным КСК упадет. Давлением снизу клапан откроется, вода пойдет в дренчерную систему и одновременно к сигналу тревоги и автоматическому пуску насосов.

Автоматическая дренчерная система группового действия получила свое наименование вследствие способности к одновременной работе целой группы дренчеров. На один клапан устанавливается не более 30—40 дренчеров.

Клапан группового действия (рис. 104, а) состоит из корпуса 1, разделенного двухтарельчатым клапаном 2 на ка-

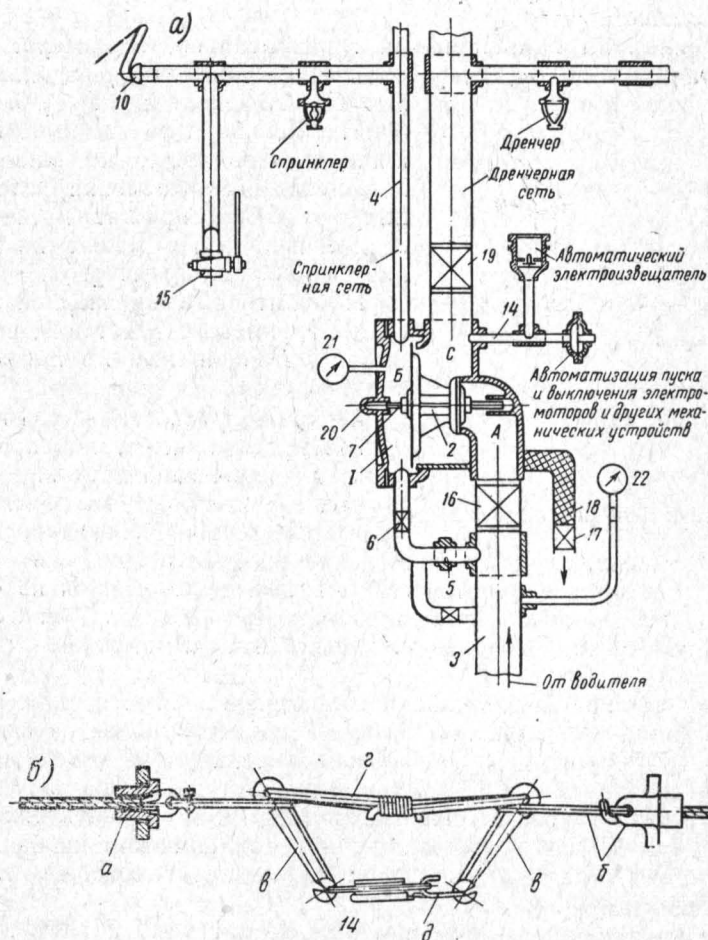


Рис. 104. Дренчерная система группового действия.

а) принципиальная схема; б) система тросов: а — бронзовая втулка; б — проволоочная петля; в — рычаги; г — рама; д — стремечко замка, состоящее из двух пластин, спаянных легкоплавким сплавом.

меры: питательную *А*, побудительную *Б* и оросительную *С*. Камера *А* сообщается через магистральный трубопровод *З* с водопитателем. Камера *Б* сообщается с побудительным трубопроводом *4* диаметром 25 мм и через диафрагму с малым отверстием *5* на обводном трубопроводе *6* с магистральным трубопроводом *З*. Камера *С* сообщается с дренажной сетью, находящейся под атмосферным давлением.

Шток *7* клапана *2* расположен горизонтально. В камерах *А* и *Б*, заполненных водой, гидростатическое давление *р* одинаковое. Общее давление $P = \gamma \cdot h \cdot \omega$

будет больше там, где больше площадь. Следовательно, клапан под действием давления слева направо будет прижат к своим седлам и вода не сможет поступить в рабочую дренажную сеть.

Побудителями дренажной системы группового действия могут быть установленные на побудительной сети:

- а) краны ручного пуска *15*;
- б) спринклерные головки;
- в) электрические датчики;
- г) побудительные клапаны *10*

(рис. 104, б, 105), состоящие из

Рис. 105. Побудительный клапан.

клапана *11*, рычага *12*, свободно закрепленного на оси *13*.

К рычагу *12* присоединяется система тросов, состоящая из отдельных звеньев длиной 2,2—3 м, связанных между собой замками. Части замка соединены легкоплавким сплавом (см. рис. 104, б).

Во время пожара легкоплавкий сплав расплавляется, трос обрывается, клапан *11* давлением воды открывается. Вода из побудительного трубопровода будет выливаться наружу. Давление в камере *Б* резко упадет. Через малое отверстие в диафрагме *5* не сможет поступить такого количества воды, чтобы уравнять давление в камере *Б*. Под действием большего давления справа из камеры *А* клапан отойдет влево и вода от водопитателя поступит в рабочую дренажную систему.

Одновременно вода по трубопроводу *14* поступит к автоматическому пускателью насосов и сигналу тревоги. От побудительных клапанов система тросов натягивается по всему охраняемому помещению.

Вместо побудительных клапанов на побудительной системе трубопроводов могут быть установлены спринклерные головки.

Все побудители: спринклеры, легкоплавкие замки, электрические датчики должны устанавливаться от перекрытия не далее, чем на 0,4 м.

Если пожар обнаружен раньше, чем автоматически сработает дренажная система, можно при помощи крана ручного включе-

ния 15 привести систему в действие, для чего необходимо ручку крана повернуть на себя, выпустив таким образом из побудительной сети воду и понизив тем самым давление в камере Б.

Краны ручного включения устанавливаются в доступных местах, в отапливаемых помещениях на высоте 1,5 м от уровня пола.

После пожара:

а) закрывается задвижка 16 на магистральном питательном трубопроводе;

б) открывается вентиль 17 и через трубопровод 18 выпускается оставшаяся вода из всей системы в канализацию;

в) проверяется рабочая и побудительная системы трубопроводов, поврежденные участки трубопроводов заменяются новыми трубопроводами, вместо вскрывшихся спринклерных головок или побудительных клапанов и поврежденных тросов натяжения устанавливаются новые;

г) закрывается задвижка 19 на рабочем дренчерном трубопроводе и открывается пробка 20, и нажатием на шток клапан сажается на седло;

д) открывается вентиль на трубопроводе 6 и водой заполняется побудительная система трубопроводов. Полное заполнение определяется по одинаковому давлению на манометрах 21 и 22;

е) постепенно открывается задвижка 16, вода подойдет к меньшему диску клапана. Поскольку давление в камере Б создано ранее, клапан не вскрывается и вода не поступит в камеру С;

ж) открывается задвижка 19.

При проверке работы системы необходимо:

а) убедиться в открытии задвижек 16 и 19;

б) просмотреть показание манометров 21 и 22 (давление должно быть одинаковым);

в) при помощи крана ручного пуска 8 понижается давление в побудительной системе. Клапан вскрывается, вода пойдет к автоматическим пускателю насосов и сигналу тревоги.

После проверки необходимо всю систему привести в боевую готовность, для чего проделываются те же действия, что и при зарядке клапана группового действия после пожара.

Кроме изложенных выше спринклерных и дренчерных систем, проектно-монтажной конторой противопожарной автоматики и ЦНИИПО для особо опасных в пожарном отношении объектов разработаны и уже выпускаются быстродействующие спринклерные и дренчерные системы. Эти системы срабатывают после появления огня через 0,3—0,4 сек. и могут подавать одновременно большое количество воды, обеспечивая, таким образом, мгновенное тушение пожара.

§ 26. Спринклерная и дренчерная сеть

Спринклерная и дренчерная сети устраиваются из неоцинкованных стальных труб, испытанных на гидравлическое давление до 10 атм (по манометру у КСК или КГД) в течение 30 мин.

Соединение труб между собой производится фитингами на цилиндрической или конической резьбе или при помощи сварки.

На питательных и распределительных трубопроводах установка запорной арматуры и фланцевых соединений запрещается.

Трубы прикрепляются к стенам или потолку кронштейнами, хомутами и подвесками.

Для спуска воды из системы на случай ремонта трубопроводы спринклерных систем должны прокладываться с небольшим уклоном в сторону КСК.

Все трубопроводы должны укладываться в таких местах, где исключается возможность их повреждения производственным оборудованием.

При прокладке в неотапливаемых помещениях и подпольных неотапливаемых пространствах трубы должны быть предохранены от замерзания путем совместной (параллельной) прокладки их с трубами центрального отопления. Другой вид утепления может быть эффективен лишь при непрерывной циркуляции воды в трубах.

Во избежание коррозии дренажная и спринклерная сети, КСК, и КГД, а также сигнализационные приборы окрашиваются масляной или эмалевой краской.

Спринклерные системы окрашиваются: водяная—в голубой цвет; воздушная—в красный, воздушно-водяная (переменная) — в белый, дренажные системы—в светло-коричневый цвет.

В помещениях, где имеется опасность разъедания труб и их соединений выделяющимися в процессе производства парами или газами, сеть после тщательной очистки должна быть окрашена прочной кислотоупорной смолистой или асфальтовой краской.

Спринклеры на спринклерных сетях устанавливаются:

1) в водяной системе сверху и вниз розеткой в зависимости от того, что необходимо орошать, так например, при сгораемом перекрытии или покрытии спринклеры устанавливаются розеткой сверху, а при несгораемых перекрытиях—вниз,

2) в воздушных и воздушно-водяных спринклерных системах спринклеры устанавливаются всегда розеткой сверху.

Если в этих системах установить спринклеры розеткой вниз, то после пожара невозможно выпустить воду из патрубков, к которым присоединяются спринклеры. Поскольку помещения, в которых устанавливаются воздушные и воздушно-водяные системы не отапливаются, то оставшаяся вода замерзнет, и вся система трубопроводов может выйти из строя. В случае возникновения пожара такие спринклерные головки длительное время не смогут сработать, пока не растает лед в патрубке.

В дренажных установках заливной системы дренажные должны устанавливаться розетками вверх. Дренажные в сухотрубных дренажных системах устанавливаются вниз или вверх розеткой, а иногда и под углом к орошаемой поверхности, в зависимости от того, что необходимо орошать.

Подводящие воду магистральные трубопроводы, соединяющие водопитатели с контрольно-сигнальными клапанами, клапанами группового действия и задвижками управления, должны быть закольцованы. При количестве в одной группе не более трех контрольно-сигнальных клапанов, клапанов группового действия или задвижек управления, питание их допускается тупиковыми линиями.

На трубопроводах спринклерных и дренчерных систем устанавливаются обратные клапаны:

а) на вводе (за задвижкой), подающем воду от объединенного водопровода в спринклерную или дренчерную систему;

б) на напорных трубах от каждого водопитателя и на расходной трубе водонапорного бака ниже дна последнего не менее, чем на 5 м;

в) на магистрали общественного водопровода, между включением в нее всасывающей и напорной труб повысительного насоса.

Задвижки в спринклерных и дренчерных системах должны устанавливаться:

а) между водопитателем и обратным клапаном;

б) на магистральных трубопроводах у КСК и у клапана группового действия;

в) на отдельных участках магистральной кольцевой сети спринклерного или дренчерного оборудования.

Задвижки на кольцевых подводящих трубопроводах устанавливаются с таким расчетом, чтобы при аварии на одном из участков одновременно отключалось не более трех контрольно-сигнальных клапанов, или клапанов группового действия, или задвижек управления.

Все перечисленные задвижки должны быть постоянно запломбированы в открытом виде и закрыты на замок при помощи цепи.

Для постоянного наблюдения за давлением воды или воздуха в воздушных, воздушно-водяных спринклерных системах и в дренчерных системах с контролем и клапаном группового действия должны быть установлены манометры с диаметром циферблата 150 мм в следующих местах:

а) над КСК со стороны побудительной сети, клапаном группового действия и под главной задвижкой контрольно-сигнальных клапанов и клапанов группового действия;

б) на ответвлении от общественной магистрали перед обратным клапаном, если одним из водопитателей является общественный водопровод;

в) у насосов, повышающих давление в спринклерной или дренчерной сети;

г) под главной задвижкой не автоматической дренчерной системы;

д) по два манометра на каждом пневматическом баке;

е) по одному манометру на воздушном трубопроводе от компрессора.

§ 27. Водопитатели спринклерных и автоматических дренчерных систем

Согласно «Нормам и техническим условиям проектирования спринклерных и дренчерных установок» (СН 75—59) спринклерное и автоматическое дренчерное оборудование должно иметь два независимых водопитателя, обеспечивающих автоматичность водопитания и потребную мощность.

В качестве автоматического водопитателя могут применяться водонапорные баки и пневматические установки, постоянно поддерживающие необходимое давление в спринклерной системе и сохраняющие запас воды с расчетом тушения пожара в течение первых десяти минут. Основным водопитателем является стационарная насосная установка.

Насосы, питающие спринклерную систему, могут забирать воду из наружной водопроводной сети при достаточной ее пропускной способности, а также из рек, озер, прудов, колодцев и артезианских скважин.

При недостаточной мощности указанных источников водоснабжения необходимо устройство запасных резервуаров с количеством воды, необходимым на один час работы спринклерной или дренчерной установки.

Городские, районные или промышленные водопроводы могут быть использованы для питания спринклерных установок при диаметре сети не менее 150 мм.

Водоснабжение спринклерных систем может быть отдельным и объединенным с противопожарно-хозяйственным или противопожарным водопроводом (пожарные гидранты, внутренние пожарные краны).

Присоединение производственного оборудования и санитарных приборов к трубопроводу спринклерных и дренчерных установок после контрольно-сигнального клапана или клапана группового действия не допускается.

Самостоятельные спринклерная и дренчерная системы допускаются только в том случае, когда объединение их с водопроводами другого назначения экономически нецелесообразно.

Отдельная система спринклерного водоснабжения должна иметь самостоятельные водопитатели (насосы, водонапорные баки или пневматические установки, внутреннюю водопроводную сеть).

Система спринклерного водоснабжения, объединенного с противопожарно-хозяйственным водопроводом имеет общие водопитатели (насосы, водонапорные баки или пневматические установки) и водопроводную сеть (рис. 106).

Преимуществом объединенной системы водоснабжения является уменьшение строительных затрат на прокладку трубопроводов, сооружения насосных установок и водонапорных баков.

Однако система объединенного водоснабжения будучи наиболее экономичной, обладает существенными недостатками, например, при ремонте водопровода вблизи места присоединения

спринклерных систем последние могут быть частично или полностью отключены. На этот случай необходимо, по возможности, спринклерные системы подключать к магистральному кольцу в двух противоположных точках.

С течением времени расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды могут возрасти, по сравнению с тем, что предусматривалось по проекту. Увеличатся и потери напора в сети, а следовательно, спринклерные системы будут не обеспечены необходимым

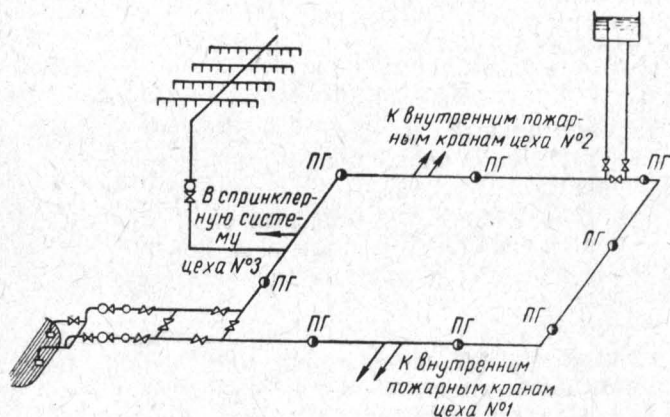


Рис. 106. Объединенная система пожарного водопровода (гидранты, внутренние пожарные краны) со спринклерным оборудованием.

напором и расходом воды в случае возникновения пожара. Такой случай довольно часто наблюдается в практике.

Падение напора в спринклерной системе, в этом случае, легко можно обнаружить по показаниям манометров, установленных у контрольно-сигнальных клапанов.

При снижении напора и расхода в объединенных сетях необходимо предусматривать дополнительно запасные емкости, а также установку более мощных насосов.

При рассмотрении проектных материалов особое внимание необходимо уделять тем спринклерным системам, которые присоединяются к существующему водопроводу. Напор и производительность существующего водопровода должны обеспечить полную гарантию работы спринклерной установки.

Водонапорные баки и пневматические установки спринклерных и дренчерных систем предназначены для поддержания постоянного давления в системах и сохранения неприкосновенного запаса воды для целей пожаротушения.

Водонапорные баки спринклерных и дренчерных систем могут размещаться в специально построенных водонапорных башнях или в пристройках над зданиями или на чердаках над лестничными клетками на требуемой по расчету высоте.

В районах с суровым климатом предусматривается отопление помещения баков. Шатры для отопления баков разрешается делать из сгораемых материалов. В районах со средней температурой воздуха ниже 0°C башни должны отапливаться. Температура воздуха в башне не должна быть ниже 4° .

Для поддержания постоянного давления в спринклерных и дренчерных системах высота расположения водонапорного бака (как и для баков внутренних пожарных кранов) должна быть определена, исходя из того условия, чтобы требуемый напор в сети был бы обеспечен при самом низком уровне воды в баке, поэтому за расчетную принимают высоту до дна бака H_6 :

$$H_6 = H_{\text{спр}} + h + z,$$

где $H_{\text{спр}}$ — минимальный расчетный напор у sprыска наиболее невыгодно расположенного спринклера или дренчера, равный 5 м вод. ст.;

h — потери напора от расчетных спринклеров или дренчеров водонапорного бака в м вод. ст. Определяются специальным расчетом при расходе воды не менее 10 л/сек;

z — геометрическая высота подъема воды в м вод. ст.

При поддержании постоянного давления в спринклерной системе при помощи пневматической установки минимальное давление воздуха в ней рассчитывается так же, как и высота расположения водонапорного бака, т. е.:

$$H_{\text{мин. воз}} = H_6.$$

Ориентировочно сумму $H_{\text{спр}} + h$ можно принимать равной 15+17 м, тогда $H_6 = H_{\text{мин. воз}} = (15+17) + z$.

В водонапорном баке и в баке пневматической установки спринклерных или дренчерных систем при ручном включении насосов должен храниться запас воды, необходимый для десятиминутной работы систем из расчета не менее 10 л/сек.

$$W = \frac{10 \times 60 \times 10}{1000} = 6 \text{ м}^3.$$

При автоматическом включении насосов указанный запас воды может быть уменьшен до 3 м³.

Водонапорный бак и бак пневматической установки спринклерных или дренчерных систем может хранить запас воды и для внутренних пожарных кранов из расчета их работы в течение десяти минут не менее как 5 л/сек, тогда общий запас воды будет равен:

$$W = \frac{(10 + 5) \times 60 \times 10}{1000} = 9 \text{ м}^3.$$

Водонапорные баки объединенных водопроводов, кроме неприкосновенных запасов воды, необходимых для работы внутренних пожарных кранов и спринклерных систем, могут иметь запас воды для других целей (хозяйственно-питьевых, производственных).

Поэтому для сохранения неприкосновенного запаса воды водонапорные баки должны быть оборудованы указателями уровня воды и устройствами для передачи их показания в помещения насосов и в пожарную охрану.

На каждом баке пневматической установки должны быть установлены два манометра, показывающие минимальное расчетное давление, водомерное стекло для указания уровня воды в баке, запорные вентили на воздушной и водяной питательных трубах и на соединении с магистральной трубой и обратные клапаны на питательных и магистральных трубах, расположенных у бака.

Для питания пневматической установки водой устанавливается центробежный насос с электродвигателем. Для питания пневматической установки воздухом устанавливается воздушный компрессор производительностью не менее $0,15 \text{ м}^3/\text{мин}$ с электроприводом. Допускается использование заводских компрессорных станций при условии бесперебойной подачи сжатого воздуха.

Электромоторы насосов и компрессоров должны быть обеспечены электроэнергией в любое время и использоваться только по прямому назначению.

При ручном включении насосов, обслуживающих спринклерные установки воздушной или воздушно-водяной систем, или сухотрубные дренчерные системы, расчетный запас воды в пневматических установках и водонапорных баках должен быть увеличен на величину емкости трубопроводов максимальной по объему секции. Этот запас воды необходим для заполнения системы трубопроводов.

При автоматическом включении насосов, питающих спринклерные и дренчерные установки, водонапорные баки и пневматические установки могут использоваться для поддержания постоянного давления в сетях спринклерных и дренчерных установок.

При включении насосов, повышающих давление в спринклерных и дренчерных сетях, водонапорные баки и пневматические установки должны автоматически отключаться.

Основными водопитателями спринклерного и дренчерного оборудования может быть наружный водопровод, обеспечивающий в любое время необходимый напор и расход воды. В качестве основного водопитателя используются хозяйственно-противопожарные или производственные водопроводы и центробежные насосы неавтоматические и с электроавтопуском. Насосы устанавливаются в помещениях I или II степеней огнестойкости.

Эти помещения должны быть оборудованы отоплением, освещением и телефонной связью. Из помещения центробежных насосов должен быть один самостоятельный выход наружу.

Для спринклерных и дренчерных установок устанавливаются два центробежных электронасоса, один из которых резервный по производительности и напору не менее основного насоса.

Стационарные пожарные насосы, питающие спринклерную сеть водой, должны быть обеспечены двумя независимыми источниками энергии.

Работа насосных станций спринклерных и дренчерных установок должна быть автоматизирована, для чего предусматривается:

а) бесперебойное снабжение энергоснабжением двигателей насосов;

б) устройства, обеспечивающие постоянную автоматическую заливку насосов водой и удаление воздуха из всасывающих трубопроводов;

в) автоматическое отключение заливных устройств при включении насосов;

г) извещение (при помощи световой сигнализации дублируемой звуковым сигналом) о наличии напряжения на фидерах и об исчезновении напряжения на шинах цепей управления и сигнализации;

д) установка задвижек с электроприводами. Положение задвижек: «открыто», «закрыто» должно оповещаться световой сигнализацией. Начало открытия задвижки на напорном трубопроводе насоса должно совпадать по времени с началом пуска соответствующего насоса;

е) автоматическое переключение, питания с рабочего фидера на резервный и автоматический запуск резервного насоса при неключении рабочего насоса;

ж) дублирование автоматического запуска насосов дистанционным из помещения пожарной охраны и местным из помещения насосной станции.

Всасывающие трубы спринклерных и дренчерных насосов не допускается объединять со всасывающими линиями насосов другого назначения.

Расход воды насосов, обеспечивающих работу спринклерного оборудования, должен быть не менее 30 л/сек.

Расчетный расход воды насосов, обеспечивающих работу дренчерного оборудования, в каждом отдельном случае определяется расчетом, из условий работы всех дренчеров.

Полный напор насосов, обеспечивающих спринклерные и дренчерные системы, определяется по формуле:

$$H = H_{св} + h_n + h_{вс} + z_n + z_{вс},$$

где $H_{св}$ — свободный напор у наиболее невыгодно расположенного спринклера или дренчера, равный 5 м вод. ст.;

h_n — потери напора в нагнетательной линии от насоса до расчетного спринклера или дренчера;

$h_{вс}$ — потери напора во всасывающей линии до насоса;

$z_{вс}$, z_n — геометрические высоты подъема воды во всасывающей и нагнетательной линии.

Ориентировочно для спринклерных систем сумму $H_{св} + h_n + h_{вс}$ можно принять равной 45+50 м вод. ст., тогда:

$$H = (45 + 50) + T,$$

где $T = z_n + z_{вс}$.

Запасные резервуары в спринклерных и дренчерных системах устраиваются в том случае, когда основным источником водоснабжения является маломощный городской водопровод, артезианская скважина и т. п.

Запасные резервуары должны хранить запас воды из расчета работы спринклерного или дренчерного оборудования в течение одного часа. Время восстановления неприкосновенного пожарного запаса воды в резервуарах не должно превышать 24 час.

§ 28. Расчет спринклерных систем

Известно, что расход воды Q в трубах, работающих полным сечением, может быть подсчитан по формуле:

$$Q = v \cdot \omega,$$

где $\omega = \frac{\pi D^2}{4}$ — площадь живого сечения трубы диаметром D ;

v — скорость движения воды в трубопроводе в $м/сек.$

Скорость v может быть определена из уравнения равномерно-го движения Шези:

$$v = C \sqrt{R \cdot I},$$

где C — скоростной множитель;

$R = \frac{D}{4}$ — гидравлический радиус;

$I = \frac{H}{l}$ — гидравлический уклон (или потери напора на единицу длины трубопровода).

Подставив значения v и ω в формулы расхода воды и произведя ряд алгебраических преобразований, получим:

$$Q = C \sqrt{\frac{D}{4} \cdot \frac{H}{l} \cdot \frac{\pi D^2}{4}},$$

$$Q^2 = \frac{C^2 \pi^2 \cdot D^5 \cdot H}{64 \cdot l}.$$

Обозначим:

$$\frac{C^2 \pi^2 D^5}{64} = K_m \text{ и } \frac{K_m}{l} = B_m.$$

Тогда получим основные расчетные формулы:

$$Q^2 = \frac{K_m}{l} \cdot H \text{ или } Q^2 = B_m \cdot H,$$

$$\text{откуда } B_m = \frac{Q^2}{H}; \quad Q = \sqrt{B_m \cdot H}.$$

Коэффициент K_m может быть определен по табл. 29 и теоретически исходя из того, что коэффициент C по формуле акад. Н. Н. Павловского равен:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y,$$

Решение

1. По табл. 30 определяем диаметры трубопроводов для каждого участка спринклерной сети.

2. Определяем расход воды наиболее невыгодно расположенной спринклерной головки 1 при напоре $H_1 = 5$ м вод. ст:

$$q = 0,392 \sqrt{H_1} = 0,392 \cdot \sqrt{5} = 0,88 \text{ л/сек.}$$

3. Определяем потери напора на участке 1—2 при длине участка $l = 3$ м и диаметре трубопровода 19 мм:

$$h_{1-2} = Q^2 \cdot \frac{l_{1-2}}{K_m} = \frac{0,88^2 \times 3}{0,832} = 2,8 \text{ м вод. ст.}$$

4. Напор в точке 2 будет равен:

$$H_2 = H_1 + h_{1-2} = 5 + 2,8 = 7,8 \text{ м вод. ст.}$$

5. Расход воды из спрыска 2 определим из соотношения:

$$\frac{Q_1^2}{Q_2^2} = \frac{H_2}{H_1}, \text{ откуда } Q_2 = \sqrt{\frac{Q_1^2}{H_1} \cdot H_2},$$

$$\text{но } \frac{Q_1^2}{H_1} = B_m, \text{ тогда } Q_2 = \sqrt{B_m \cdot H_2}.$$

Определяем:

$$B_m = \frac{Q_1^2}{H_1} = \frac{0,88^2}{5} = 0,154,$$

$$Q_2 = \sqrt{0,154 \times 7,8} = 1,1 \text{ л/сек.}$$

6. Расход воды на участке 2—3:

$$Q_{2-3} = Q_1 + Q_2 = 0,88 + 1,1 = 1,98 \text{ л/сек.}$$

7. Потери напора на участке 2—3:

$$h_{2-3} = \frac{Q_{2-3}^2 \cdot l_{2-3}}{K_m} = \frac{1,98^2 \times 3}{3,121} = 3,8 \text{ м вод. ст.}$$

8. Напор в точке 3:

$$H_3 = H_2 + h_{2-3} = 7,8 + 3,8 = 11,6 \text{ м вод. ст.}$$

9. Расход воды в точке 3:

$$Q_3 = \sqrt{B_{m1} \cdot H_3} = \sqrt{0,154 \times 11,6} = 1,33 \text{ л/сек.}$$

10. Расход воды на участке 3—4:

$$Q_{3-4} = Q_{2-3} + Q_3 = 1,98 + 1,33 = 3,31 \text{ л/сек.}$$

11. Потери напора на участке 3—4:

$$h_{3-4} = \frac{Q_{3-4}^2 \cdot l_{3-4}}{K_m} = \frac{3,31^2 \times 1,5}{3,121} = 5,2 \text{ м вод. ст.}$$

12. Напор в точке 4:

$$H_4 = H_3 + h_{3-4} = 11,6 + 5,2 = 16,8 \text{ м вод. ст.}$$

13. Коэффициент B_m на участке 3—4:

$$B_{m3-4} = \frac{Q_{3-4}^2}{H_4} = \frac{3,31^2}{16,9} = 0,65.$$

Данные рядка 6—5—4 аналогичны расчетной части рядка 1—2—3—4 до точки 2.

14. Потери напора на участке 5—4:

$$h_{5-4} = \frac{Q_{5-4}^2 \cdot l}{K_m} = \frac{1,98^2 \cdot 1,5}{3,121} = 1,89 \text{ м вод. ст.}$$

15. Напор в точке 4 для рядка 6—5—4:

$$H_4 = H_5 + h_{5-4} = 7,8 + 1,89 = 9,69 \text{ м вод. ст.}$$

Таким образом, в точке 4 получили необходимые напоры для рядка 1—2 и 3—4, равные 16,8 м вод. ст., и для рядка 6—5—4, равные 9,45 м вод. ст.

Принимаем наибольший напор в точке 4:

$H_4 = 16,8$ м вод. ст., тогда расход воды для рядка 6—5—4 будет больше предварительно рассчитанного.

16. Коэффициент B_m для участка 4—5:

$$B_{m_{4-5}} = \frac{Q_{5-4}^2}{H_4} = \frac{1,98^2}{9,69} = 0,404.$$

17. Расход воды для ряда 6—5—4 при $H_4 = 16,8$ м вод. ст.:

$$Q_{6-5-4} = \sqrt{B_{m_{4-5}} \cdot H_4} = \sqrt{0,404 \times 16,8} = 2,6 \text{ л/сек.}$$

18. Общий расход воды в точке 4, который будет иметь место и на участке 4—8:

$$Q_{4-8} = 3,31 + 2,6 = 5,91 \text{ л/сек.}$$

19. Потери напора на участке 4—8 при $D = 38$ мм

$l = 3$ м и $K_m = 32,16$ (по табл. 29):

$$h_{4-8} = \frac{Q_{4-8}^2 \cdot l_{4-8}}{K_m} = \frac{5,91^2 \cdot 3}{32,16} = 3,2 \text{ м вод. ст.}$$

20. Напор в точке 8:

$$H_8 = H_4 + h_{4-8} = 16,8 + 3,2 = 20,0 \text{ м вод. ст.}$$

21. Расходы воды по рядку 8—9 и 7—8:

$$Q_{8-9} = B_{m_{5-4}} \cdot H_8 = \sqrt{0,404 \times 20} = 3 \text{ л/сек.}$$

$$22 \cdot Q_{7-8} = \sqrt{B_{m_{3-4}} \cdot H_8} = \sqrt{0,65 \times 20} = 3,6 \text{ л/сек.}$$

23. Расход воды в точке 8, который будет иметь место также по участку 8—11:

$$Q_{8-11} = Q_{8-9} + Q_{8-7} + Q_{4-8} = 5,91 + 3 + 3,6 = 12,51 \text{ л/сек.}$$

Дальше расчет повторяется (см. табл. 31).

Определяются потери напора на участке $h_{8-11} = 3,6$ м вод. ст., а затем напор $H_{11} = 23,6$ м вод. ст. Затем по напору H_{11} и коэффициентом $B_{m_{3-4}} = 0,65$ и $B_{m_{5-4}} = 0,404$ определяются расходы воды $Q_{10-11} = 3,9$ л/сек, $Q_{11-12} = 3,0$ л/сек. Общий расход воды по линии $Q_{11-14} = 19,41$ л/сек.

По расходу участка 11—14 определяют потери напора $h_{11-14} = 8,7$ м вод. ст. и затем напор $H_{14} = 32,3$ м вод. ст.

По известному напору в точке 14 определяют расходы воды; $Q_{14-13} = 4,57$ л/сек и $Q_{14-15} = 3,6$ л/сек.

Таблица 31

Расчетные участки	D в мм	l в м	K_m	B_m	h в м вод. ст.	H в м вод. ст.	Q в л/сек
1	12,75			0,154		5	0,88
1—2	19	3	0,832		2,8		0,88
2	12,75			0,154		7,8	1,1
2—3	25	3	3,121		3,8		1,98
3	12,75					11,6	1,33
3—4	25	1,5	3,121	0,65	5,2		3,31
4							5,91
5—4	25			0,404		16,8	2,6
4—8	38	3	32,16		3,2		5,91
8							
8—9				0,404		20	3,0
7—8				0,65			3,6
8—11	50	3	130,9		3,6		12,51
11							
10—11				0,65		23,6	3,9
11—12				0,404			3,0
11—14	50	3	130,9		8,7		19,42
14							
14—13				0,65		32,3	4,57
14—15				0,404			3,6
14—17	76	3	1242		1,9		28
17							
17—18				0,404		36,2	3,8
17—20	76	3	1242		2,4		31,8
20—22	100	50	5515		9,2		
22						50,9	31,8

Общий расход воды на участке $Q_{14-17}=28,0$ л/сек.

Далее определяются потери напора $h_{14-17}=1,9$ м вод. ст. и затем напор $H_{17}=36,2$ м вод. ст. Расход воды по рядку $Q_{17-18}=3,8$ л/сек и общий расход воды $Q_{17-20}=31,8$ л/сек.

Согласно нормам СН 75—59, расчетный расход воды для спринклерного оборудования при работе основного водопитателя должен быть не менее 30 л/сек. В данном случае при расчете 22 головок (рядки 1—4, 4—6, 7—8, 8—9, 10—11, 11—12, 13—14, 14—15 и 17—18) получили $Q=31,8$ л/сек. На этом расчет распределительной сети заканчивается.

Все остальные спринклерные головки, расположенные ближе к водопитателю, будут нерасчетными.

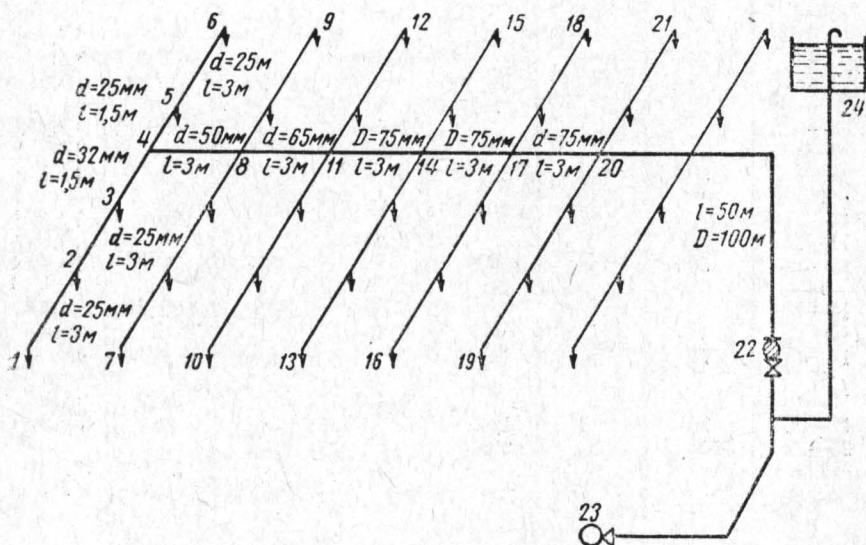
Для получения необходимого напора у контрольно-сигнального клапана определим потери напора на участке 17—20, 20—22 и 22—23:

$$h_{17-20} = \frac{Q_{17-20}^2 \cdot l_{17-20}}{K_m} = \frac{31,8^2 \times 3}{1242} = 2,4 \text{ м вод. ст.},$$

$$h_{20-22} = \frac{31,8^2 \times 50}{5515} = 9,2 \text{ м вод. ст.}$$

На основании проведенных в ЦНИПО гидравлических испытаний контрольно-сигнальных клапанов были получены расчетные формулы, позволяющие определять потери напора на местных сопротивлениях в контрольно-сигнальных клапанах в зависимости от расхода воды:

б) для водяного КСК диаметром 150 мм $h_{\text{КСК}} = 0,000869 \cdot Q^2$;



в) для воздушно-водяного КСК диаметром 100 мм $h_{\text{КСК}} = 0,00726 \cdot Q^2$;

г) для воздушно-водяного КСК диаметром 150 мм $h_{\text{КСК}} = 0,00208 \cdot Q^2$;

д) для воздушного КСК диаметром 150 мм $h_{\text{КСК}} = 0,0016 \cdot Q^2$.

Итак, напор, необходимый у контрольно-сигнального клапана (точка 22) будет равен:

$$H_{\text{KCK}} = H_{17} + h_{17-20} + h_{20-22} + h_{\text{KCK}} = \\ = 36,2 + 2,4 + 9,2 + 3,1 = 50,9 \text{ м вод. ст.},$$

где $h_{\text{КСК}} = 0,00302 \cdot 31,8^2 = 3,1 \text{ м вод. ст.}$

По данному расчету только напор в точке 22 у КСК должен быть равным 50,9 м вод. ст.

Для снижения напора необходимо увеличить диаметры участков трубопроводов, для чего можно пользоваться той же табл. 30 по п. «б». При увеличении диаметров трубопроводов уменьшатся потери напора, а следовательно, и общий расчетный напор, но увеличится строительная стоимость спринклерной установки.

Этот же пример пересчитаем при диаметрах, подобранных по табл. 30 по п. «б».

Полученные результаты расчета в примере 2 (рис. 108) сведены в табл. 32.

Таблица 32

Расчетные участки	D в мм	l в м	K_m	B_m	м вод. ст.	H в м вод. ст.	Q в л/сек
1	12,75			0,154		5	0,88
1—2	25	3	3,121		0,74		0,88
2	12,75			0,154		5,74	0,94
2—3	25	3	3,121		3,2		1,82
3	12,75			0,154		8,94	1,18
3—4	32	1,5	15,16	0,91	0,96		3,0
4						9,9	
4—5				0,45		9,9	2,1
4—8	50	3	130,9		0,59		5,1
8						10,5	
7—8				0,91			3,1
8—9				0,45			2,2
8—11	65	3	500		0,63		10,3
11						11,3	
10—11				0,91			3,2
11—12				0,45			2,2
11—14	75	3	12—42		0,59		15,7
14						13,5	
13—14				0,91			3,5
14—15				0,45			2,4
14—17	75	3	1242		1,17		2,2
17						14,67	
17—16				0,91			3,6
17—18				0,45			2,5
17—20	75	3	12,42		1,91		28,1
20				0,45		16,52	
20—21							2,7
20—22	100	50	50,15		8,6		30,8
22						28	30,8

Далее по расчету необходимо определить потери напора от КСК (точка 22) до основного водопитателя при расходе воды 31,8 л/сек в первом примере и 30,8 л/сек во втором примере.

Необходимый напор у водопитателя будет равен:

$$H = H_{22} + h_{\text{мест. потери}} + h_{22-23} + z.$$

Сравнивая I и II примеры расчета спринклерной системы видно, что при определении по табл. 30 (п. «б») диаметры труб получаются большими, чем по п. «а», а потребный напор уменьшается:

а) для I решения: напор у КСК=50,9 м вод. ст. при расходе воды, равном 31,8 л/сек;

б) для II решения: напор у КСК=28,0 м вод. ст. при расходе воды 30,8 л/сек.

При меньших диаметрах труб и больших напорах в расчет было принято двадцать два спринклера с интенсивностью подачи воды на каждый спринклер, например:

$$\text{для ряда } 3-4 \quad Q_{\text{спр}} = \frac{Q_{2-3}}{3} = \frac{3,31}{3} = 1,1 \text{ л/сек},$$

$$\text{для ряда } 13-14 \quad Q_{\text{спр}} = \frac{Q_{10-11}}{3} = \frac{4,57}{3} \frac{1,52}{3} \text{ л/сек},$$

где расходы воды Q_{1-4} и Q_{13-14} взяты из решения I.

При больших диаметрах труб и меньших напорах в расчет было принято 27 спринклеров с интенсивностью подачи воды на каждый спринклер, например:

$$\text{для ряда } 3-4: \quad Q_{\text{спр}} = \frac{Q_{2-3}}{3} = \frac{3,0}{3} = 1,0 \text{ л/сек};$$

$$\text{для ряда } 17-16: \quad Q_{\text{спр}} = \frac{Q_{10-11}}{3} = \frac{3,6}{3} = 1,2 \text{ л/сек}.$$

Таким образом при I решении количество расчетных головок на много меньше, чем во II случае. В то же время интенсивность подачи воды на каждую спринклерную головку больше при I решении, чем при II решении.

При I решении площадь орошения группой расчетных головок составит:

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot n = \frac{3,14 \times 3^2}{4} \times 22 = 155 \text{ м}^2,$$

где $\frac{\pi D^2}{4}$ — площадь орошения одной спринклерной головкой;

n — количество головок.

При II решении площадь орошения группой расчетных головок составит:

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot n = \frac{3,14 \times 3^2}{4} \times 27 = 197 \text{ м}^2.$$

Итак, в том случае, когда орошаемая площадь небольшая, а помещение опасное в пожарном отношении и в случае возникновения пожара необходимо подать большое количество воды, следует принимать более повышенные напоры, принимая меньшие диаметры трубопроводов. Если помещение не особо пожароопасное, а площадь его значительная, для снижения напоров предусматривается спринклерная сеть большего диаметра.

При подаче воды от автоматического водопитателя расчет спринклерной системы производится в том же порядке, как и при определении напора основного водопитателя.

Для примера возьмем II решение.

На первые десять минут работы спринклерной системы от автоматического водопитателя должен приниматься расход воды не менее 10 л/сек, принимаем в расчет расход воды $Q = Q_{8-11} = 10,3 \text{ л/сек}$ при напоре $H_8 = 10,5 \text{ м}$ вод ст. Таким образом, рас-

четными будут спринклерные головки рядков 1—4, 4—6, 7—8 и 8—9.

Минимальный напор у автоматического водопитателя $H_{ав}$ должен быть равен:

$$H_{ав} = H_8 + h_{8-11} + h_{11-14-17-20} + h_{20-22} + h_{22-24} + h_{КСК} + z,$$

где

H_8 — напор в точке 8;

h_{8-11} ; $h_{11-14-17-20}$; h_{20-22} ; h_{22-24} — потери напора в трубопроводах при $q = 10,3$ л/сек;

$h_{КСК}$ — потери напора в контрольно-сигнальном клапане при $q = 10,3$ л/сек;

z — геометрическая высота подъема воды в м.

§ 29. Эксплуатация спринклерного и дренажного оборудования

Надзор за эксплуатацией спринклерного и дренажного оборудования возлагается на отдел главного механика предприятия.

Ремонт спринклерных и дренажных систем должен производиться по календарному плану, составленному ответственным лицом из технического персонала предприятия. О начале ремонта должен быть поставлен в известность начальник пожарной охраны и должно быть разрешение последнего.

Лица, отвечающие за состояние спринклерных и дренажных систем, обязаны регулярно, не реже одного раза в неделю, проверять состояние и работу всего оборудования. Старший гринельщик обязан ежедневно представлять спринклерные журналы для просмотра и контроля ответственному лицу из технического персонала и начальнику пожарной охраны предприятия, которые расписываются о просмотре.

Воспрещается использование гринельщиков во время их дежурства на посторонних работах, не связанных с выполнением их прямых обязанностей по наблюдению за спринклерным или дренажным оборудованием.

Уход за спринклерами, дренажами и их сетями. Вместо вскрывшихся во время пожара или пришедших в негодность спринклеров должны немедленно устанавливаться новые на такую же температуру и такого же типа.

Воспрещается устанавливать взамен вскрывшихся спринклеров пробки или заглушки.

На спринклеризованных предприятиях должен быть запас спринклеров:

а) при количестве спринклеров в системе до 500 запасных должно быть 50 шт.;

б) при количестве спринклеров в системе не свыше 2000 запасных должно быть 100 шт.;

в) при количестве спринклеров в системе более 2000 запасных

должно быть 100+25 шт. на каждую тысячу (считая для каждой температуры в отдельности);

г) при применении спринклеров со стеклянными замками должно быть в запасе 100% имеющихся в спринклерной сети спринклеров.

Так же, как и в спринклерных системах, каждое предприятие, имеющее дренажную установку, должно иметь запас дренажных всех требуемых типов:

а) при наличии в дренажной системе 50 дренажных в запасе должно быть не менее 10 шт.;

б) при наличии в дренажной системе 200 дренажных в запасе должно быть не менее 20 шт.;

в) при наличии свыше 200 дренажных в запасе должно быть: 20 плюс не менее 2% от общего количества установленных дренажных.

В запорном шкафу контрольно-сигнального клапана или клапана группового действия должно храниться не менее 15 спринклеров или дренажных, а также спринклерный или дренажный ключ.

Спринклеры и дренажные должны осматриваться и очищаться от волокон пыли, пуха и грязи, не реже одного раза в неделю на предприятиях со значительным выделением пыли (на мельницах, сахарных заводах, в трепальных отделениях текстильных фабрик), едких газов и испарений (химических заводов и отдельных химических цехов) и один раз в месяц на всех других предприятиях.

В тех местах, где агрегатами и перемещающимися машинами спринклеры или дренажные могут быть повреждены, необходимо их ограждать защитными устройствами.

При ремонте спринклерных помещений спринклеры необходимо обертывать бумагой, удаляя ее немедленно после ремонта.

Ежедневно необходимо проверять работу противопожарных дверей, защитных и автоматических приспособлений, установленных в проемах противопожарных стен, разъединяющих спринклерованное (дренажное) помещение от неспринклерованного.

Каждую неделю необходимо производить проверку и продувку вентиляционной сети.

Не реже одного раза в декаду необходимо осматривать трубы спринклерных и дренажных сетей, очищать их от пыли и грязи и при необходимости производить ремонт и подкраску.

Не разрешается загромождать краны ручного включения дренажных систем, противопожарные двери, защитные автоматические приспособления. Расстояние от розетки спринклера до оборудования и материалов должно быть не менее 0,9 м.

Ежедневно необходимо наблюдать за надлежащим давлением воздуха в воздушной сети. Давление воздуха должно составлять 0,25 давления воды под клапаном. Понижение давления воздуха в сутки должно быть не более 10% от расчетного.

Пользование трубами спринклерной и дренажной сети для подвешивания каких-либо предметов не допускается.

Трубы спринклерных и дренчерных сетей не должны нигде касаться электропроводов.

Не реже одного раза в 5 лет должна производиться промывка и очистка спринклерной сети от грязи и ржавчины с заменой неисправных частей.

Для установления прочности труб, спринклеров и фитингов спринклерные и дренчерные сети должны подвергаться гидравлическому испытанию:

а) один раз в три года (если сеть труб не подвергается коррозии);

б) один раз в год при наличии коррозии.

Проверку работы дренчерной сети группового действия необходимо проводить не реже одного раза в неделю при помощи кранов ручного включения и не реже одного раза в полгода при помощи вскрытия побудителя (например, спринклерной головки при поднесении к ней зажженной спички).

Во всех случаях, перед проверкой работы клапана группового действия, необходимо перекрыть задвижку на магистральном трубопроводе, подающем воду к дренчерам. Если предварительно не перекрыть упомянутую задвижку, то во время проверки работы клапана, вода пойдет к дренчерам и зальет помещение. После проверки задвижка должна быть открыта.

Гринельщик обязан следить за исправным состоянием побудителей дренчерной системы группового действия: троса с легкоплавкими замками, спринклерами и т. д.

Уход за аппаратами КСК и клапаном КГД. При уходе за КСК и КГД необходимо прежде всего следить за давлением, которое показывают манометры.

В воздушных системах давление воздуха должно составлять 0,25 давления воды. В водяных системах давление над КСК не должно быть больше давления под КСК при наличии автоматического насоса на 0,5 *ати* в остальных случаях на 0,3 *ати*.

Подход к шкафам КСК и КГД должен быть свободным. Шкаф должен быть закрыт на замок и иметь освещение. Постоянно должны быть открыты: главная задвижка перед КСК и КГД, краны на сигнальном трубопроводе, краны к манометрам, задвижка над КГД.

Все остальные задвижки, вентили и краны должны быть закрыты.

Не реже одного раза в неделю необходимо производить проверку работы КСК, КГД и сигнализационных устройств.

Не реже одного раза в два месяца контрольным манометром проверяется работа манометров в спринклерных и дренчерных системах.

Уход за водопитателями. При уходе за автоматическими водопитателями необходимо ежедневно следить за уровнем и чистой водой водонапорного бака или водяного бака пневматической установки.

Освещение и отопление помещений автоматических водопитателей должны быть постоянно в исправном состоянии.

Помещение автоматических водопитателей должно быть постоянно закрыто на замок и ключи должны храниться у гринельщика.

Не реже одного раза в год следует производить очистку баков, разборку, осмотр, ремонт или смену износившейся арматуры баков, а также их окраску.

В пневматических установках ежедневно необходимо следить за давлением воздуха в системе.

Проверка работы компрессора должна производиться не реже двух раз в неделю. Обнаруженные при проверке недостатки должны устраняться немедленно.

При каждом пуске компрессора предварительно необходимо убедиться в его исправности.

Независимо от того, сколько рабочих часов компрессор проработал, не реже двух раз в год должен производиться осмотр и перебивка сальников, разборка, детальный осмотр, ремонт и смена негодных частей парового и приводного компрессоров.

Основной водопитатель спринклерных и дренчерных систем, центробежный насос и двигатель к нему должны в любое время находиться в полной боевой готовности к работе, для чего необходимо не реже одного-двух раз в смену в течение 15 мин. запускать насос, чтобы убедиться в их исправном состоянии.

Не реже одного раза в три года необходимо производить полную разборку и очистку всех частей насоса и его арматуры: всасывающих клапанов, манометров, обратных клапанов, задвижек, кранов и т. д.

Не реже одного раза в полгода необходимо производить осмотр и перебивку всех сальников, произвести смену масла в подшипниках, очистку приемного колодца, всасывающей трубы, приемного клапана.

Освещение и отопление насосных помещений должны быть в постоянной исправности.

Обслуживание и уход за электрооборудованием насосных помещений разрешается производить только специально обученным электрикам.

Глава IX

ВОДОСНАБЖЕНИЕ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

§ 30. Водоснабжение сельских населенных пунктов из водопровода

Водоснабжение колхозов, совхозов и РТС при помощи водопроводов имеет ряд специфических черт, отличающих его от водоснабжения городов и промышленных предприятий.

Источниками водоснабжения сельских населенных пунктов и объектов могут являться подземные водоисточники, а также наземные: реки, пруды и озера.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения, в первую очередь, используются подземные воды, не требующие очистки, и только в случае особых трудностей (большая глубина залегания, недостаточная мощность и т. д.), допускается использование открытых водоисточников.

Как правило в сельских населенных пунктах устраивается объединенный водопровод хозяйственно-питьевой, производственно-противопожарный.

Схема при подаче воды из подземных водоисточников такая же, как и для промышленных предприятий. Из артезианской скважины вода подается в запасной резервуар, откуда насосами II подъема вода подается или в водонапорную башню или в водопроводную сеть.

При небольшом водопотреблении могут отсутствовать запасной резервуар и насосная станция II подъема. Вода из артезианской скважины подается в водонапорный бак или непосредственно в водопроводную сеть.

Из артезианской скважины забор воды может производиться при помощи системы «Эрлифт» (см. рис. 16), штанговых насосов и погруженных в скважину центробежных насосов (см. рис. 15).

Электромоторы могут быть также погруженными или находиться на поверхности земли в специальном павильоне.

Вращение ротора электромотора передается насосу системой валов, проходящих внутри водоподъемных труб и закрепленных специальными подшипниками.

При отсутствии в селе электроэнергии насосы артезианской скважины могут работать при помощи ветроустановки (рис. 109).

Ветронасосные установки бывают тихоходные и быстроходные. Тихоходные ветроустановки применяются при небольших скоростях движения ветра 3—4 м/сек. Такой ветровой режим наблюдается в районах, составляющих до 70 процентов территории Советского Союза.

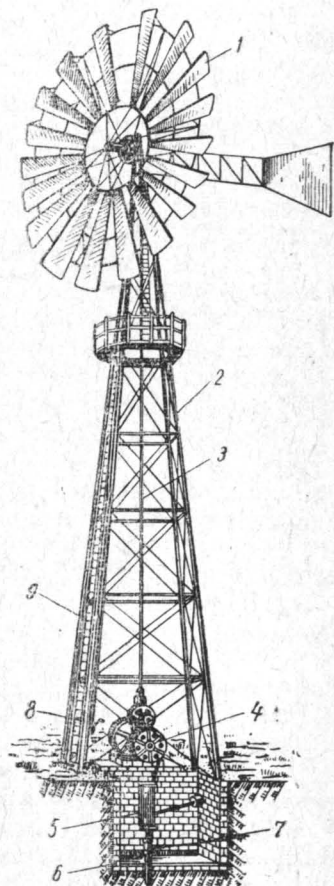


Рис. 109. Ветронасосная установка ТВ-8:

- 1 — ветровое колесо; 2 — башня; 3 — вертикальная штанга; 4 — приводная лебедка; 5 — направляющий механизм; 6 — переходная коробка к насосу; 7 — напорная труба; 8 — лебедка для остановки и пуска; 9 — трос.

Ветроустановки оборудуются поршневыми насосами.

Поршневой насос ветродвигателя нагнетает воду или в водопроводную сеть, или в водонапорную башню, из которой вода, в основном, расходуется в безветренные дни.

Для подачи воды в длительные периоды штилей при ветроустановке устанавливается лебедка, позволяющая приводить в работу поршневой насос от конного привода на одну лошадь.

Ветронасосные установки могут обеспечить от 1,5 до 8 м³/час воды с напором 25—70 м вод. ст.

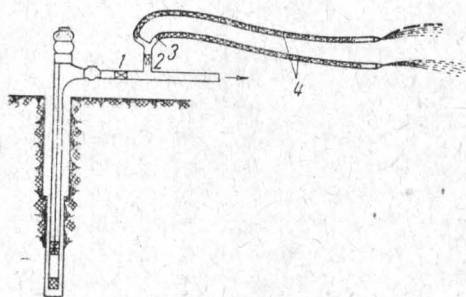


Рис. 110. Использование артезианской скважины для целей пожаротушения.

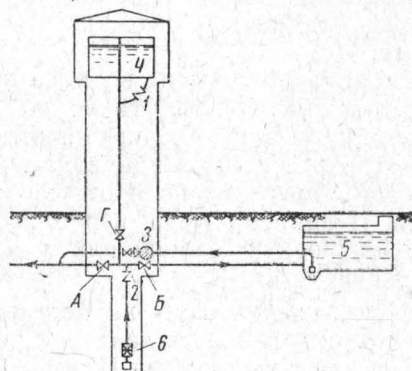


Рис. 111. Схема водонапорной башни, совмещенной с артезианской скважиной:

1, 2 — обратный клапан; 2 — пожарный насос; 4 — водонапорный бак; 5 — запасной резервуар; 6 — погружной насос типа АП.

При подаче воды артезианскими скважинами необходимый запас воды для целей пожаротушения может храниться: на первые десять минут в водонапорных баках и на 3 часа в запасных резервуарах.

Если артезианская скважина расположена недалеко от зданий и сооружений, ее можно приспособить для непосредственной подачи воды на пожар. Для этого к линии (рис. 110), подающей воду в запасной резервуар, присоединяется дополнительная линия с задвижкой 2 и двумя патрубками Д-66 мм с головками Ротта 3. В обычное время задвижка 1 открыта, задвижка 2 закрыта. В случае возникновения пожара задвижки 1 и 2 должны быть открыты. К головкам Ротта присоединяются пожарные рукава 4 со стволом.

Для снижения стоимости строительства и эксплуатации водопроводных сооружений водонапорная башня может устанавливаться над артезианской скважиной (рис. 111).

Неравномерность водопотребления сети и работы артезианской скважины 6 регулируется водонапорным баком 4.

Запасной резервуар для хозяйственно-питьевых нужд не требуется, следовательно, нет необходимости и в насосной станции II подъема.

Для пожаротушения предусматривается запас воды в запасном резервуаре 3, откуда в случае возникновения пожара забирается вода насосом 3, установленным в помещении водонапорной башни.

В обычное время вода из артезианской скважины подается или в сеть, или на пополнение водонапорного бака (для чего задвижки А и Г должны быть всегда открыты).

Для пополнения пожарного запаса запасного резервуара открывается задвижка Б.

В случае возникновения пожара вода из запасного резервуара забирается пожарным насосом 3 и подается в водопроводную сеть. При работе пожарного насоса задвижки Б и В открываются, задвижки А и Г закрываются.

При наличии в сельском населенном пункте фонтанирующей артезианской скважины с большей производительностью и напором, вода может поступать непосредственно в наружную водопроводную сеть, на которой устанавливаются водоразборные колонки, а также пожарные гидранты. В этом случае водопроводная сеть рассчитывается на пропуск общего хозяйственно-питьевого и пожарного расходов воды.

В сельском хозяйстве для забора из глубоких колодцев и артезианских скважин находят широкое применение водоструйные насосы (гидроэлеваторы).

Гидроэлеватор работает совместно с центробежным насосом (рис. 112) и присоединяется к всасывающей трубе насоса.

Вода от насоса 7 по трубопроводу 1 подводится под давлением к соплу 2. Из сопла вода с большой скоростью изливается в смесительную камеру 3 и далее через диффузор 4 поступает в рабочий (водоподъемный) трубопровод 5. Струя воды увлекает за собой из смесительной камеры 3 воздух, создает в ней разрежение, благодаря которому во всасывающую трубу 6 поступает вода из скважины. Эта вода, попадая в смесительную камеру 3, увлекается той же струей, попадает в диффузор 4 и затем в рабочий трубопровод 5 и далее поступает во всасывающую линию насоса. От насоса часть воды нагнетается в водонапорную башню или водопроводную сеть, а часть воды снова поступает к гидроэлеватору для создания разрежения в смесительной камере 3.

Чем больше скорость истечения воды из сопла и чем меньше отношение сечений горловины и сопла, тем больше высота подъема воды гидроэлеватором. Практически высота подъема воды гидроэлеватором достигает 30—40 м и более.

Как известно, центробежный насос при работе без гидроэлеватора имеет высоту всасывания всего 5—6 м.

К достоинствам гидроэлеваторов относятся: малые габариты, отсутствие подвижных частей, возможность забора воды с больших глубин. Недостатком этой установки является низкий к. п. д., не превышающий 0,2—0,3.

Схема сельских водопроводов при подаче воды из открытых водисточников такая же, как и для промышленных предприятий и городов.

Для удешевления стоимости строительства таких водопроводов, как правило, предусматривают подачу воды по одному водоводу между сооружениями I подъема, если возможно отдельные

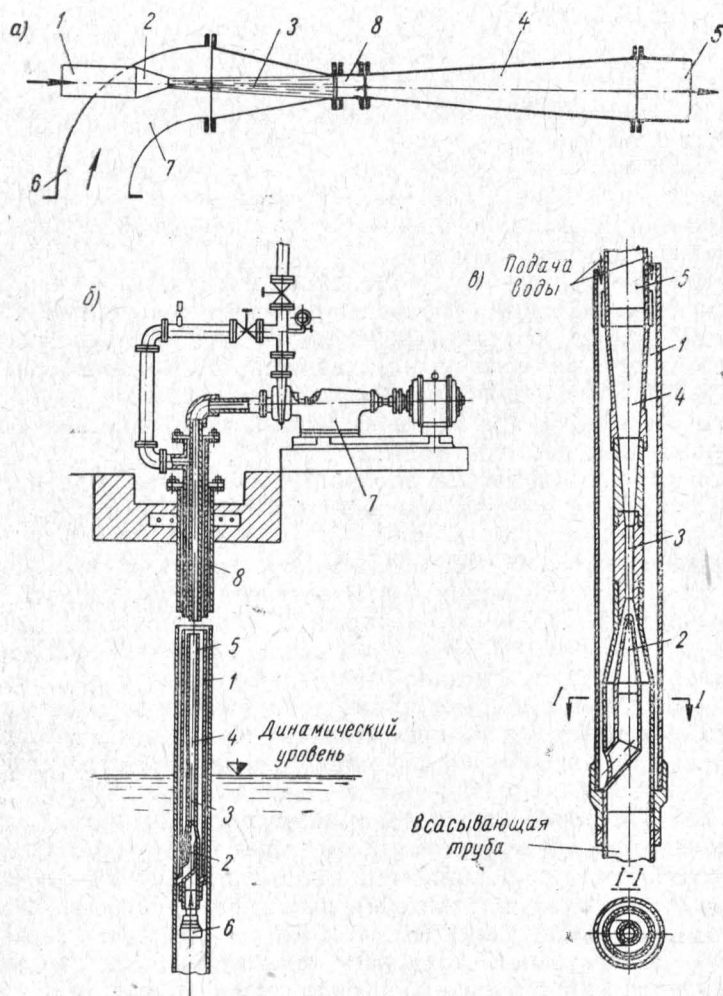


Рис. 112. Водоструйный насос для подъема воды из скважины:

а — схема действия водоструйного насоса; б — установка с водоструйным насосом; в — водоструйный насос: 1 — труба для подачи напорной воды; 2 — насадка (сопло); 3 — камера смешения; 4 — диффузор; 5 — водоподъемная труба водоструйного насоса; 6 — всасывающий клапан и всасывающая труба; 7 — центробежный насос; 8 — обсадная труба.

сооружения совмещают, например насосные станции I и II подъема располагают в одном здании или насосную станцию II подъема и очистные сооружения располагают в одном здании. Для производственного или производственно-пожарного водопровода очистка воды часто не требуется, тогда приведенная выше схема

водопровода упрощается. Вода из открытого водоисточника забирается насосом и подается в водонапорную башню или водопроводную сеть. Вместо водонапорной башни могут применяться пневматические установки. Большое распространение получили водопроводы с установкой безбашенной водокачки. Источником водоснабжения в этом случае могут быть реки, озера, а также шахтные колодцы, каптажные камеры.

Воздушно-водяной котел автоматической безбашенной водокачки (рис. 113) имеет цилиндрическую форму со сферическим днищем. Котел рассчитан на внутреннее давление до 3 атм и оборудован водомерным стеклом, манометром, автоматическим выключателем (регулятор давления) 8.

Для водоснабжения в сельской местности в отдельных случаях могут применяться гидротараны, использующие энергию гидравлического удара.

Гидравлическая установка (рис. 114) состоит из напорного водоисточника 1, ударной (или питательной) трубы 2, тарана 3, нагнетательной трубы 4 и водонапорного бака 5, от которого вода поступает в водопроводную сеть. Устройство гидравлического тарана показано на рис. 115.

Для того чтобы привести в действие таранную установку, необходимо вручную нажать на ударный клапан.

После принудительного открытия ударного клапана вода из источника водоснабжения поступает по ударной трубе к открытому отверстию и под напором вытекает наружу с возрастающей скоростью, постепенно увеличивая давление на тарелку ударного клапана.

Когда давление воды на ударный клапан достигнет величины, при которой преодолевается сопротивление веса клапана, последний поднимается и, закрыв отверстие, преграждает воде выход наружу.

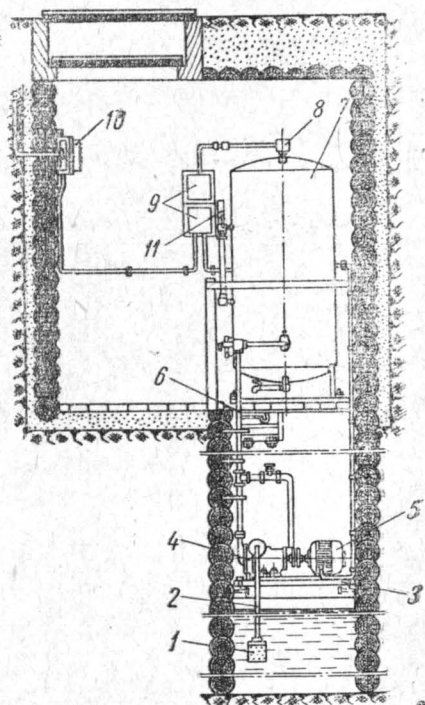


Рис. 113. Схема установки автоматической безбашенной водокачки ВЭ-2,5 в шахтном колодце:

1 — приемная сетка; 2 — всасывающая труба; 3 — деревянная площадка под насос; 4 — насос; 5 — электродвигатель; 6 — нагнетательная труба; 7 — воздушно-водяной бак; 8 — регулятор давления (автоматический выключатель); 9 — магнитные пускатели; 10 — моторный ящик; 11 — водомерная колонка с манометром.

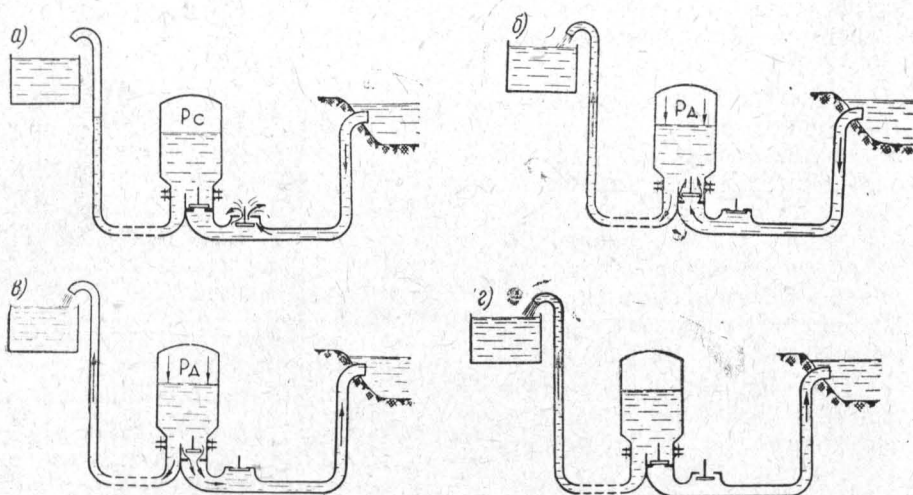
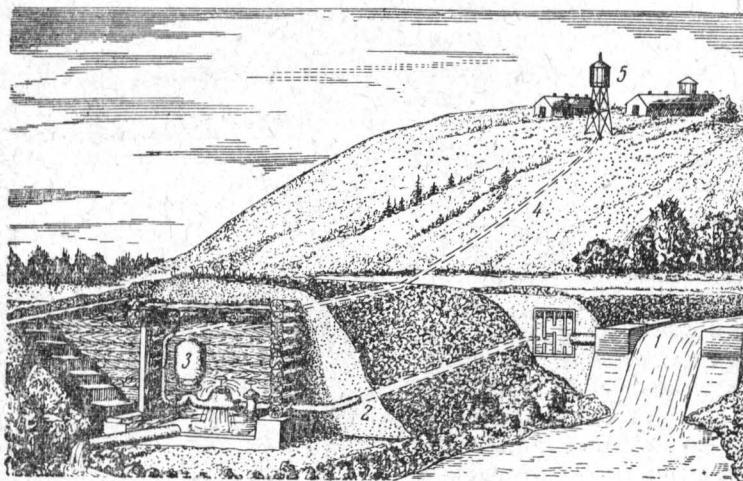


Рис. 114. Схема установки гидравлического тарана для водоснабжения животноводческой фермы:
 а — первый такт рабочего процесса таранной установки; б — второй такт рабочего процесса таранной установки; в — начало третьего такта рабочего процесса таранной установки; г — третий такт рабочего процесса таранной установки.

Вода ударяется о препятствие, и при этом возникает гидравлический удар.

Под действием гидравлического удара нагнетательный клапан откроется, и вода, продолжая движение, поступит под воздушный колпак, сжимая в нем воздух, а также по нагнетательной трубе поступит в водонапорный бак 5.

По окончании нагнетания вода под действием сжатой воздушной подушки колпака приходит в обратное движение: нагнетательный клапан закрывается.

Закрытый нагнетательный клапан останавливает вытекание воды из-под колпака в ударную трубу, но обратное движение воды в ударной трубе продолжается.

При обратном движении воды в клапанной коробке создается разрежение.

Давление под ударным клапаном становится меньше атмосферного, и клапан автоматически открывается, падая вниз.

Движение воды из колпака в водоприемный бак продолжается за счет энергии, накопленной в сжатой воздушной подушке. При открытом ударном клапане все такты рабочего процесса повторяются. При каждом ударе под колпак поступает некоторый объем воды, и, таким образом, в нагнетательной трубе поддерживается непрерывное движение. Чем больше высота расположения источника водоснабжения по отношению таранной установки, тем больше производительность и рабочее давление в колпаке, например, для гидротарана ТГ-1 при высоте источника от 1 до 10 м, максимальное рабочее давление соответственно от 20 до 100 м, максимальный расход воды от 77 до 242 л/мин.

Недостатком гидротарана является сравнительно частое разрушение ударного клапана за счет происходящих гидравлических ударов. Поэтому вместо ударного клапана было установлено турбинное колесо с заглушками и несколько питательных труб. Ко-

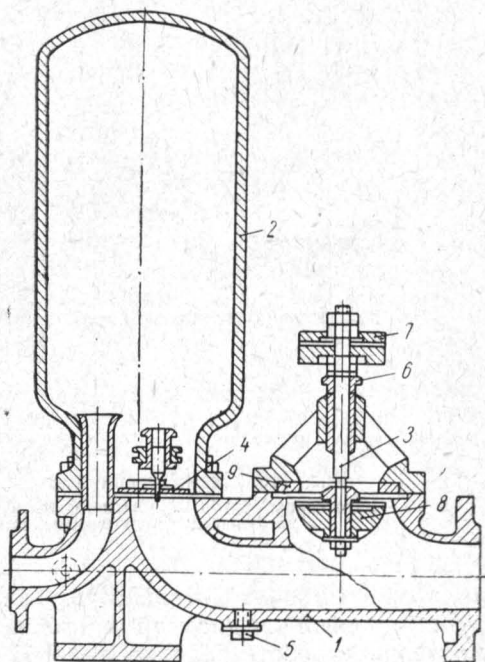


Рис. 115. Устройство гидравлического тарана:

- 1 — корпус тарана; 2 — воздушный колпак; 3 — ударный клапан; 4 — нагнетательный клапан; 5 — водоспускная пробка; 6 — направляющая втулка ударного клапана; 7 — верхний навесной груз; 8 — нижний подвесной груз; 9 — резиновое кольцо клапана.

лесо вращается под напором воды и отсекает заглушками поочередно течение воды, выходящей из труб, за счет чего и создается гидравлический удар. Такой таран был назван турбинным (рис. 116). Турбинный таран имеет высокий к. п. д.; питательные (ударные) трубы могут быть большого диаметра, что намного

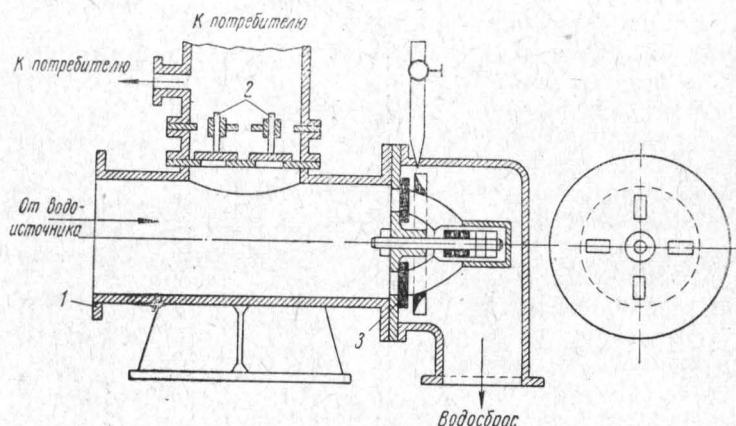


Рис. 116. Схема турбинного гидравлического тарана:
1 — питательная труба; 2 — нагнетательный клапан; 3 — турбинное колесо с заглушками, выполняющее роль отбойного клапана.

увеличивает производительность. Так, например, при питательной трубе длиной 20 м диаметром 100 мм и высоте падения воды 3 м, производительность гидротарана $160 \text{ м}^3/\text{сутки}$ ($1,8 \text{ л/сек}$), турбинного тарана $960 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (11 л/сек).

Для увеличения производительности можно установить на параллельную работу несколько таранов.

§ 31. Безводопроводное противопожарное водоснабжение колхозов, совхозов и РТС

Во многих колхозах и совхозах для обеспечения производственно-пожарных нужд используются искусственные водоемы, колодцы, резервуары, водохранилища и естественные реки, озера и пруды.

Искусственные и естественные водоисточники в сельских населенных пунктах могут быть использованы и для целей пожаротушения.

Устройство водоемов. Для успешного тушения пожара от искусственных водоемов большое значение имеет правильный выбор места расположения водоема.

Выбор места для устройства водоема должен производиться с обязательным учетом:

- 1) взаимного расположения зданий;
- 2) качества имеющихся грунтов и наличия грунтовых вод;
- 3) удобства наполнения водоема водой;
- 4) удобства подъезда пожарных насосов.

При наличии автонасосов радиус обслуживания одного водоема принимается равным 200 м, при наличии мотопомп (промышленного типа, ММ-1200 и М-1200) — 150 м, при наличии ручных пожарных насосов 80—100 м. При определении радиуса обслуживания водоема следует учитывать обход рукавными линиями возможных препятствий.

При расположении естественных водоисточников (реки, пруды, озера) не далее 100—200 м от сельскохозяйственных построек устройство пожарных водоемов не требуется.

К водоисточникам должны быть обеспечены подъезды, а вблизи искусственных или естественных водоемов должны быть устроены площадки для установки пожарных насосов, размером 12×12 м.

Выбор места для устройства водоема должен производиться с обязательным учетом качества имеющихся грунтов и наличия грунтовых вод. Основным условием нормальной эксплуатации водоемов является минимальная утечка воды в грунт (фильтрация). Удовлетворительными в отношении фильтрации считаются водоемы-копани, в которых уровень воды за сутки понижается не более 3—5 см.

Лучшими грунтами следует считать глины и плотные суглинки, так как эти породы обладают значительной водонепроницаемостью, что снижает до минимума утечку воды из водоема и не требует дополнительной облицовки водоема.

Песчаные и супесчаные грунты легко поддаются разработке, но очень водопроницаемы, что приводит к быстрой утечке воды и поэтому требуют обязательного устройства водонепроницаемых облицовок дна и откосов.

Гидроизоляция водоемов-копаней (с пологими стенками) производится при помощи глины, бетона, асфальтобетона, камня, кольматажа, солонцевания.

По водонепроницаемости лучшей гидроизоляцией является асфальтобетонная и бетонная облицовка, по экономичности на первое место можно поставить кольматацию грунта, по долговечности лучшей является бетонная и каменная облицовка.

При устройстве бетонной облицовки (рис. 117, а) принимают (по весу):

цемента — 1 часть; песка — 2 части; гравия — 4 части или цемента — 1 часть; песка — 3 части; гравия — 6 частей.

В глинистых и тяжелых суглинистых грунтах во избежание пучения грунта бетон укладывается на подготовку из песка и гравия толщиной 10—20 см.

Толщина бетонной облицовки принимается 10—12 см. Для уменьшения фильтрации сверху бетон покрывают слоем битума толщиной 0,5—1 мм.

Каменная облицовка (рис. 117, б) устраивается из любого камня или кирпича толщиной 20—30 см, на цементном растворе состава 1 : 3 марки не ниже 50.

Поверхность каменной кладки оштукатуривается слоем в 2—3 см цементным раствором состава 1 : 3.

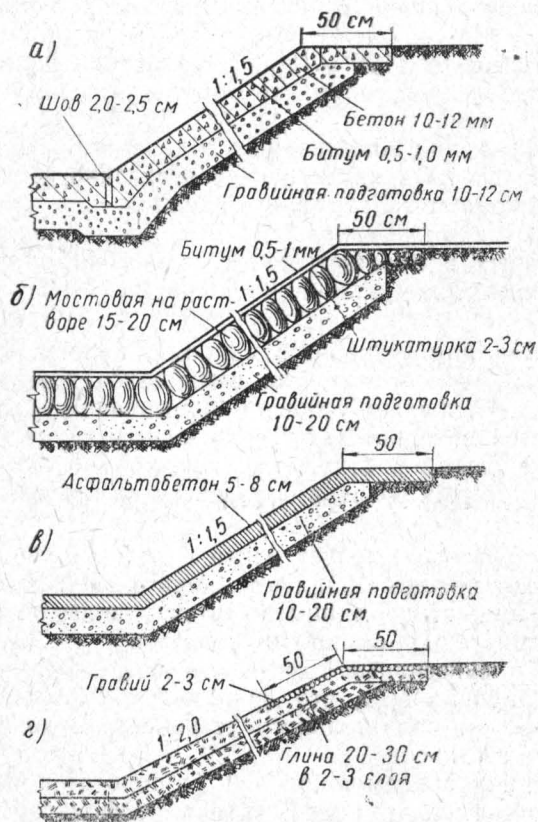


Рис. 117. Облицовки искусственных водоемов:

а — бетонная облицовка; б — каменная облицовка; в — асфальтовая облицовка; г — глиняная одежда.

Асфальтобетонная облицовка (рис. 117, в) устраивается толщиной 5—8 см. Асфальтобетон состоит из битума марки 3 или 4, инертных материалов (песок, гравий) и заполнителя (асфальтовый порошок, цемент, каменная мука, лёс и т. д.).

Глиняная одежда (рис. 117, г) применяется для водоемов-копаней в песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах. Глиняный слой укладывается постепенно за 2—3 приема слоями толщиной по 10 см. Общая толщина глиняного покрытия 20—30 см.

Способ кольматации грунта применяется в песчаных и супесчаных грунтах. Кольматация заключается в заполнении пор (пустот) между частицами крупного грунта, частицами более мелкого грунта (обычно глины).

Для кольматации из глины в твoriльных ящиках готовят жидкую массу и затем ее разбавляют водой.

Полученную таким образом однородную массу выливают в водоем. После оседания глины и просветления воды вливают следующую порцию (2—5 кг на 1 м³ воды, глины).

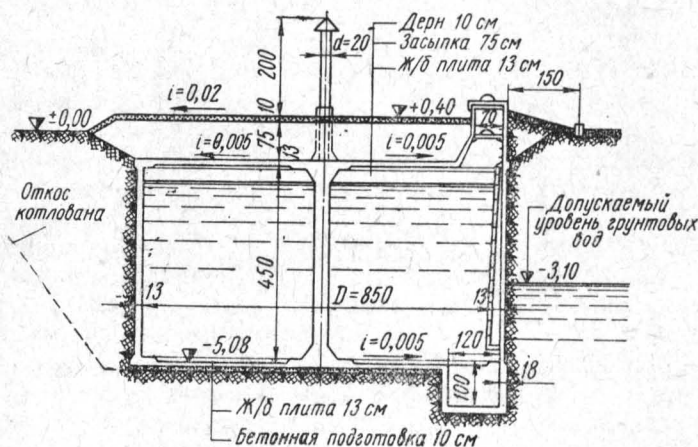


Рис. 118. Железобетонный резервуар на 250 м³ для сырых грунтов.

Солонцевание грунта применяется в суглинистых и супесчаных грунтах и заключается в ведении в поверхностный слой грунта поваренной соли в количестве 2—5 кг на 1 м². Поверхность котлована взрыхляют на глубину 10 см и затем поливают 20%-ным раствором соли.

Водоемы-резервуары могут устраиваться железобетонные (рис. 118), каменные (рис. 119), кирпичные и деревянные (рис. 120). Они могут быть открытыми и закрытыми, надземными и подземными. Строительные материалы применяются в зависимости от местных материалов.

Утечка воды из резервуаров должна соответствовать не более 0,5—1 см/сутки.

Форма резервуаров в плане может быть круглой и прямоугольной. Глубина резервуаров должна быть не менее 2 и не более 5 м.

Каждый резервуар должен иметь люк для осмотра и забора воды и вентиляционную трубу. Полуподземные и надземные резервуары должны быть оборудованы трубами с полугайками для забора воды насосами.

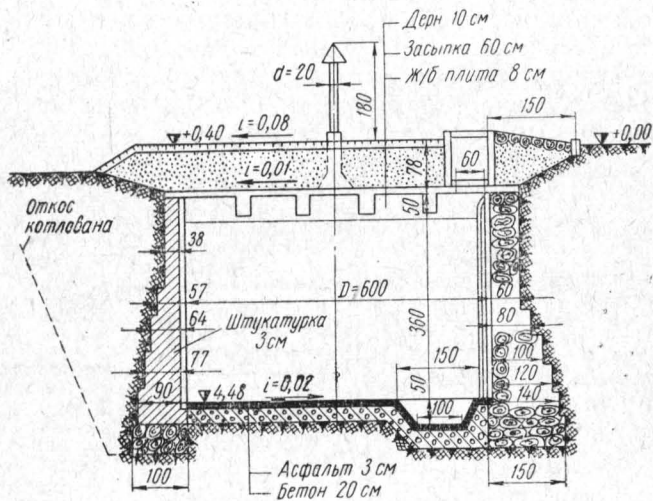


Рис. 119. Каменный резервуар на 100 м³ для сухих грунтов (кирпичный и каменный варианты).

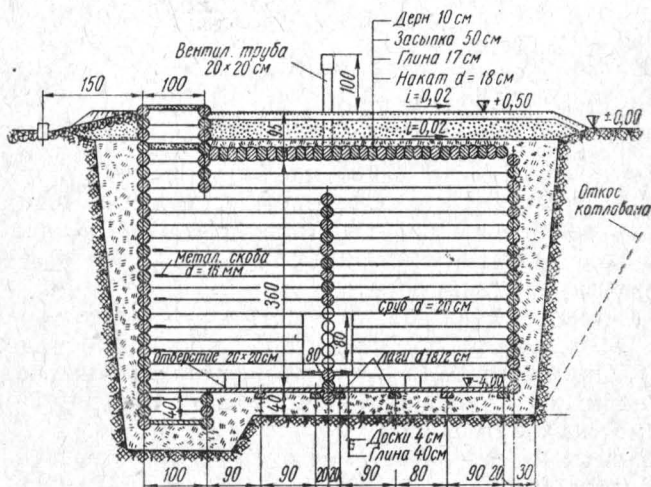


Рис. 120. Деревянный резервуар на 100 м³ для сухих грунтов.

В центральных и северных районах наиболее целесообразно устраивать подземные и полуподземные резервуары, требующие меньше затрат на теплоизоляцию.

Железобетонные, каменные и кирпичные водоемы-резервуары покрываются гидроизоляцией, из которой простейшей является гидроизоляция при помощи оштукатуривания внутренней поверхности резервуаров портландцементным раствором состава 1:2 или 1:3 (на одну весовую часть цемента 2—3 части песка). Раствор накладывают слоем в 2—3 см с последующим его железнением (затиркой мастерком). Водонепроницаемость штукатурки повышается при добавлении в нее 10% по весу церезита.

Значительный гидроизоляционный эффект дает обмазка поверхности штукатурки в 2—3 слоя битумом, а также применение оклеечной гидроизоляции, состоящей из слоев рубероида или пергамина между слоями битума.

Гидроизоляция деревянных резервуаров осуществляется путем устройства глиняного замка: слоя глины, вокруг всего резервуара, толщиной 30—50 см. Глина в этом случае должна быть жирной, влажной и при укладке хорошо утрамбовываться.

При выборе места для устройства водоема необходимо также учитывать, от какого водоисточника и каким способом будет производиться наполнение водоема водой.

При высоком состоянии уровня грунтовых вод (0,5—1,5 м) от уровня земли питание водоемов производится за счет грунтовых вод. В этом случае величина притока воды в водоем зависит от качества грунта, так, например, с 1 м² площади дна водоема поступит: при мелкозернистом песке 0,16 м³/час, при крупнозернистом песке — 0,03—3,0 м³/час.

Глубина водоемов-копаней должна быть не менее 2,5 м. При питании водоемов грунтовыми водами, глубина воды может быть уменьшена до 2 м. При меньшей глубине уменьшается полезный объем при замерзании воды зимой, а в летних условиях увеличивается прогревание и испарение воды.

Таким образом, лучше строить водоемы глубокие, с меньшим зеркалом воды.

Но, в свою очередь, чем глубже водоем, тем труднее поднять воду на поверхность земли (так как всасывающая способность центробежных насосов ограничена). Исходя из этого требования, максимальная глубина воды в водоемах должна быть не более 3—5 м.

В целом окончательный выбор места для устройства водоема зависит от взаимной увязки между собой всех перечисленных требований, т. е. от взаимного расположения зданий; наличия грунтовых вод и качества имеющихся грунтов; удобства подъезда пожарных машин и удобства наполнения водоема водой.

Водозаборные устройства на естественных водоемах. Для обеспечения возможности забора воды из естественных водоисточников (рек, озер, прудов) необходимо устройство подъездов, дорог

и площадок размером 12×12 м для разворота пожарных машин, а также удобных водозаборных устройств.

В зависимости от местных условий (крутизна откосов берега, характер грунтов, колебание горизонта воды, наличие строитель-

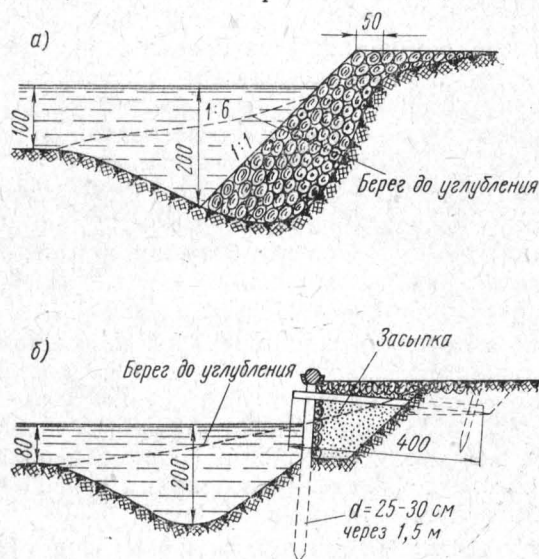


Рис. 121. Укрепление берега:

а — каменной отсыпкой; б — свайно-заборочное.

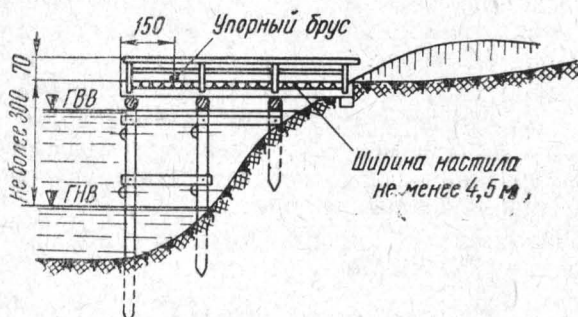


Рис. 122. Пожарный подъезд.

ных материалов и т. п.) водозаборные устройства могут быть выполнены путем укрепления берега, созданием приемных колодцев и сооружением пожарных подъездов (пирсов).

Укрепление берега может производиться при помощи каменной отсыпки (рис. 121, а) и свайно-заборчатого укрепления (шпунта) (рис. 121, б). На водоемах со значительным колебанием уровня воды и имеющих высокие берега для забора воды предусматриваются специальные пожарные подъезды — пирсы (рис. 122) шириной 4,5—5 м, выполненные из деревянных свай диаметром 25—30 см и выдерживающие нагрузку 7—8 т.

Для забора воды из естественных водоисточников с заболоченными берегами устраиваются приемные колодцы размером $0,8 \times 0,8$ м из бетона, камня и дерева.

§ 32. Противопожарные требования и нормы, предъявляемые к водоснабжению сельских населенных мест

Как правило, противопожарное водоснабжение колхозов и совхозов должно осуществляться путем использования естественных водоисточников (рек, озер, прудов и др.), а также путем устройства искусственных водоемов или водопроводов.

При устройстве противопожарного водопровода он обязательно должен быть объединен с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом.

В каждом случае выбор системы противопожарного водоснабжения производится с учетом местных условий на основе технико-экономических анализов.

Для отдельных производственных и животноводческих зданий I и II степени огнестойкости объемом не более 1000 м^3 , а также для населенных мест с числом жителей до 100 чел. и застройкой в один-два этажа устройство противопожарного водоснабжения обязательно.

Противопожарный водопровод в сельских населенных пунктах может устраиваться высокого или низкого давления.

Свободный напор в сети противопожарного водопровода низкого давления при пожаротушении должен быть не менее 10 м. У отдельных, особо неблагоприятно расположенных гидрантов, допускается снижение напора до 7 м.

Свободный напор $H_{св}$ в сети противопожарного водопровода высокого давления должен обеспечивать высоту компактной струи не менее 10 м при полном пожарном расходе воды и расположении ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания. При расчете принимается, что вода подается по непрорезиненным пожарным рукавам длиной 100 м (5 рукавов), диаметром 66 мм, со sprысками диаметром 19 мм, при расчетном расходе каждой струи 5 л/сек. Таким образом, при водопроводе высокого давления:

$$H_{св} = H_{снр} + h_{рук} + h_{гид. ст} + z + T,$$

где

$H_{снр} = S_{снр} \cdot Q_{снр}^2 = 0,634 \times 5^2 = 15,85 \text{ м вод. ст.}$ — свободный напор у sprыска ($S_{снр} = 0,634$ по табл. 11).

Подсчитав необходимый напор у sprыска и потери напора в рукавной линии:

$$h_{рук} = S_{1рук} \times n \cdot Q^2 = 0,077 \times 5,5^2 = 9,6 \text{ м вод. ст.}$$
$$(S_{1рук} = 0,077 \text{ по табл. 12),}$$

а также, подставив значения потерь напора в гидранте и стендере $h_{гид. ст} = 2 \text{ м вод. ст.}$ и геометрической высоты подъема воды от оси трубы до поверхности земли $z = 2,5 \text{ м}$, получим:

$$H_{св} = 15,85 + 9,6 + 2 + 2,5 + T = 29,95 + T$$

или округленно:

$$H_{св} = 30 + T \text{ м вод. ст.}$$

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение в колхозах, совхозах и РТС принимается равным 5 л/сек—с количеством жителей до 5000 чел. и 10 л/сек—с количеством жителей более 5000 чел. Во всех случаях расчетное количество пожаров принимается—один пожар.

Расчетный расход воды, необходимый для наружного пожаротушения на территории производственно-хозяйственных комплексов (на один пожар), должен приниматься по тем заданиям, для которых требуется наибольший расход воды, согласно табл. 33.

Таблица 33

Степень огнестойкости зданий	Расход воды на один пожар в л/сек при объеме зданий между брандмауерами в тыс. м ³		
	до 3	от 3 до 5	свыше 5
I—II	5	5	10
III	5	10	15
IV—V	10	15	20

Расчетное количество одновременных пожаров на территории производственно-хозяйственного комплекса принимается при площади территории до 100 га—один пожар (для зданий с наибольшим расходом воды для пожаротушения); и при площади территории более 100 га—два пожара, с расчетом расхода воды по двум зданиям, требующим наибольший расход воды.

При объединенном водопроводе, обслуживающем населенное место и производственно-хозяйственный комплекс, расчетное количество пожаров определяется по хозяйственно-производственному комплексу в соответствии с его площадью.

Наружная водопроводная сеть должна быть рассчитана на подачу пожарного расхода воды и максимального расхода воды на другие нужды (хозяйственно-питьевые и производственные).

Расход воды на питьевые нужды на 1 чел. зависит от степени благоустройства населенного пункта, так, например, для неканализованных объектов 40—60 л/сутки, канализованных частично 60—90 л/сутки и канализованных до 150 л/сутки.

Нормы расхода воды на одну голову крупного рогатого скота в зависимости от его возраста принимается от 20 до 80 л/сутки, на одну овцу — 8,0 л/сутки, одну свинью — 20 л/сутки и т. д.

При этом расход воды на мытье полов в производственных и животноводческих зданиях и мойку технологического оборудования, а также расход воды на поливку зеленых насаждений не учитывается.

Хранение неприкосновенного противопожарного запаса воды в запасных резервуарах предусматривается в тех случаях, когда получение необходимого для тушения пожара количества воды непосредственно из источника водоснабжения технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Объем неприкосновенного запаса воды должен быть рассчитан на подачу в течение трехчасового пожаротушения расхода воды на наружное и внутреннее пожаротушение, а также на подачу максимального расхода воды на производственные нужды и 50% максимального хозяйственно-питьевого расхода воды.

Кроме неприкосновенного запаса воды, в запасном резервуаре может быть предусмотрена емкость, регулирующая неравномерность хозяйственно-питьевого и производственного водопотребления.

Для предупреждения возможности использования неприкосновенного запаса воды на другие нужды должны быть предусмотрены специальные устройства.

Максимальный срок восстановления неприкосновенного запаса воды не должен быть более 72 часов.

Насосные станции сельских водопроводов допускается устраивать в зданиях III степени огнестойкости. В районах, где лес является местным строительным материалом, допускается устройство отдельно стоящих насосных станций IV степени огнестойкости.

Встроенные насосные станции должны быть отделены от других помещений несгораемыми ограждающими конструкциями и иметь непосредственный выход наружу.

При наличии двух и более насосов должно быть предусмотрено не менее двух всасывающих линий.

В том случае, когда для подачи воды на пожарные нужды предусматривается пожарный насос, он должен иметь отдельную всасывающую линию.

Помещения насосной станции должны быть оборудованы противопожарным водопроводом и связаны с водонапорной башней сигнализацией, а с пожарным депо—сигнализацией и телефоном.

Водонапорные баки и водяные баки пневматических установок должны содержать объем воды для регулирования неравномерности водопотребления и при обслуживании противопожарных нужд, кроме того, неприкосновенный противопожарный запас воды, рассчитанный на десятиминутное тушение одного пожара при одновременном наибольшем расходе воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

При объединенной системе водоснабжения для населенного места и производственно-хозяйственного комплекса противопожарный запас воды в баке рассчитывается на тушение одного пожара в производственно-хозяйственном комплексе без учета населенного места.

Водонапорные башни и пневматические установки при наличии пожарных насосов должны быть оборудованы устройствами,

обеспечивающими выключение башни при пуске в действие пожарных насосов.

В пневматических установках безбашенного водоснабжения допускается установка одного компрессора, питаемого электроэнергией от одного источника.

Пуск и остановка насосов пневматических установок должны быть автоматизированы.

Наружные водопроводные сети могут быть как кольцевыми, так и тупиковыми.

Диаметр труб наружных водопроводных сетей, обеспечивающих пожарные нужды, должен быть не менее 100 мм.

Пожарные гидранты должны располагать на проезжей части дороги или не далее 2,5 от нее, на расстоянии не более 120 м друг от друга.

Глава X

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОПРОВОДОВ

Основной задачей эксплуатации водопроводных систем является обеспечение бесперебойной подачи воды в требуемых количествах и под требуемым напором.

В городах эксплуатацией водопровода заняты городские Советы (в городах республиканского подчинения—специальные управления городских исполнительных комитетов, в остальных городах—горкомхозы). Эти органы осуществляют руководство городским водопроводно-канализационным хозяйством через подчиненные им тресты водоснабжения и канализации.

На небольших промышленных предприятиях эксплуатацией водопровода обычно ведают отделы главного механика или главного энергетика завода.

Все водоснабжение крупных промышленных предприятий находится в ведении цеха водного хозяйства.

В штаты организаций, ведающих эксплуатацией городского водопровода, включаются руководящий административно-технический персонал, вспомогательный управленческий аппарат, производственно-технический персонал, обслуживающий отдельные водопроводные сооружения (механики, электромонтеры, машинисты, слесари, подсобные рабочие, а также десятники и рабочие по ремонту и эксплуатации сети).

Организации, ведающие водопроводом, проводят также текущие работы по расширению и переустройству сетей и отдельных сооружений в соответствии с ростом водопотребления.

На крупных водопроводах связь отдельных водопроводных сооружений между собой и с центральным управлением достигается диспетчеризацией работы водопровода, для чего устраиваются диспетчерские пункты на насосных и очистных станциях, на участках сети и центральном диспетчерском пункте. Центральный диспетчерский пункт получает сведения от отдельных водопровод-

ных сооружений, координирует их работу, осуществляет связь с органами пожарной охраны, направляет аварийные бригады на места повреждений и собирает все сведения о работе водопровода для возможности осуществления центрального руководства.

В задачу технической эксплуатации водопровода входит: содержание в исправном состоянии всех сооружений и их оборудования: проведение планово-предупредительного ремонта, выявление и ликвидация аварий, регулярное наблюдение за качеством воды; наблюдение за контрольно-измерительной аппаратурой, подготовка водопроводных сооружений к работе в зимних условиях, контроль за работой внутридомовых водопроводов и т. д.

На диспетчерском пункте крупного промышленного предприятия (или населенного пункта) находится техническая документация: схема водопровода, планы (планшеты) водопроводных сетей, чертежи по насосным станциям, запасным резервуарам и водонапорной башни, журнал учета распоряжений диспетчера и полученных им сведений о подаче воды в цехах, графики водопотребления по цехам и т. д.

Для обеспечения правильной эксплуатации водопровода должны иметься исполнительные чертежи сооружений и водопроводной сети по каждой улице с указанием материала труб, глубины их заложения, категории грунтов, установленной на трубопроводах арматуры, а также привязки колодцев к зданиям.

Отсутствие таких данных затрудняет работу по ликвидации аварий, когда все сооружения находятся в земле, зимой смотровые колодцы могут быть засыпаны снегом, а их месторасположение не определено установленными табличками.

При отсутствии указанной документации или несоответствии ее действительному положению в натуре необходимо провести техническую инвентаризацию сетей и сооружений на них.

Для проведения инвентаризации водопроводных сетей обычно привлекается инженерно-технический персонал, непосредственно работающий на этих сооружениях.

Правильность, быстрота и четкость диспетчерского управления подачи воды во многом зависит от степени автоматизации и централизации управления на сооружениях и оборудовании водопровода.

Для этой цели на сети и водоводах устанавливаются электрические и гидравлические задвижки. Для показаний уровней воды в запасных резервуарах и водонапорных баках устанавливается электрическая поплавковая сигнализация, при помощи которой даются сигналы, а также автоматически включаются насосы и т. д.

На полностью автоматизированных насосных станциях все процессы, связанные с пуском, остановкой и контролем за состоянием насосно-силового оборудования, осуществляются в строго установленной последовательности специальными автоматами без участия человека. Роль человека в этом случае сводится к наладке

ванию системы, пуску ее в ход, периодическому осмотру автоматической аппаратуры и оборудования.

На автоматических насосных станциях, как правило, предусматривается также полуавтоматическое и ручное управление. При полуавтоматическом пуске насосов первоначальный импульс на включение и остановку агрегатов подается человеком, а затем процесс осуществляется автоматически той же аппаратурой, что и при автоматическом управлении.

Управление и контроль за работой систем водоснабжения с водоводами большой протяженности осуществляется при помощи телемеханических устройств дальнего действия, допускающих передачу нескольких команд и сигналов по одной линии связи. При помощи телеизмерительной аппаратуры контролируются и измеряются: расход воды; положение горизонта воды в резервуаре; давление в водоводах, а также величина открытия задвижек.

Одной из разновидностей автоматизации работы систем водопровода является управление ими на расстоянии, т. е. дистанционно.

При дистанционном управлении каждый агрегат связан с диспетчерским пунктом отдельной линией связи.

Целью системы дистанционного управления является пуск или остановка насосов, а также открытие или закрытие задвижек в определенной последовательности, в зависимости от сигналов, поступающих на диспетчерский пункт.

Автоматизация на противопожарных водопроводах может включать.

1. Автоматический пуск пожарных насосов при помощи устройств, действующих при понижении уровня воды в запасных резервуарах или водонапорных баках, или при понижении давления.

Последнее имеет место, например, в пневматических установках спринклерных и автоматических дренчерных системах. В этом случае при понижении давления срабатывает регулятор давления пневмоустановки, дающий импульс магнитному пускателю, который и включает в работу электромотор пожарного насоса.

Для подачи воды на пожарные нужды может также предусматриваться дистанционный кнопочный пуск насосов, например, от кнопок, установленных у внутренних пожарных кранов или из помещения пожарной части.

Вместо кнопок, установленных у внутренних пожарных кранов, дистанционный пуск насосов иногда осуществляется от кнопок пожарных извещателей. В этом случае при нажатии кнопки пожарного извещателя одновременно дается сигнал о пожаре и автоматически включаются пожарные насосы.

Независимо от автоматизации насосы должны также включаться вручную. Одновременно с автоматическим или дистанционным пуском насосов должны также автоматически открываться задвижки, установленные на трубопроводах, подающих воду к пожарным насосам.

Автоматика насосных станций служит также для отключения агрегатов при перегрузке двигателя, перегреве подшипников, для прекращения подачи воды насосом, а также для включения резервного насоса при аварийном отключении рабочего насоса.

2. Автоматические устройства, предназначенные для сохранения пожарных запасов воды в запасных резервуарах и водонапорных баках. В этом случае пополнение запасных резервуаров и водонапорных баков должно быть связано с автоматическим или дистанционным пуском насосов.

3. Автоматическое выключение водонапорной башни при включении в работу пожарных насосов. Это выключение производится или путем автоматического закрытия задвижки, или путем дистанционного управления задвижкой из насосной станции или пожарной части, а также при помощи работы обратного клапана.

4. Автоматизацию внутреннего противопожарного водопровода, спринклерных и автоматических дренчерных систем, заключающуюся, например, в осуществлении автоматического или дистанционного пуска насосов и задвижек на вводах.

При автоматизации пожарных насосов необходимо учитывать характер их работы. Так, при насосе, работающем на всасывание, приходится автоматизировать агрегат, который заливает насос перед его пуском.

Для более надежной работы и упрощения схемы автоматизации целесообразно иметь насосы под постоянным заливом их водой.

Система автоматического управления состоит:

а) из элементов силовой (главной) цепи, куда входят электропривод к насосам и электрифицированным задвижкам, провода силовой линии и рабочие контакты управляющей аппаратуры, замыкающие и размыкающие силовую цепь;

б) из цепи управления, которая состоит из рабочих катушек аппаратуры управления (контакты, реле) проводов линий управления, кнопок, и контактов, замыкающих и размыкающих цепь управления;

в) из сигнальной цепи, которая состоит из сигнальных контактов, проводов линий связи и сигнальных устройств. Система сигнализации бывает контрольная и аварийная.

Контрольная сигнализация передает указание о состоянии агрегатов при нормальных условиях работы. Сигналы контрольной сигнализации осуществляются световыми эффектами (лампочками) или при помощи цветных блинкеров.

Аварийная сигнализация подает сигнал в случае нарушения нормального эксплуатационного режима или аварии. Для аварийной сигнализации применяются звуковые сигналы (сирена, звонок) при одновременной подаче световых сигналов.

Приборы автоматического управления можно разделить на две группы: реле и магнитные контакторы.

Реле называются механизмы, которые под воздействием механических, гидравлических, электрических и других факторов управляют электрическими цепями. К этим механизмам относятся:

1. Реле уровня, посредством которых подаются импульсы, на включение или остановку насосов при изменении уровня воды в водонапорных баках или резервуарах.

2. Реле давления или электроконтактные манометры, которые управляют цепями автоматики при изменении давления в трубопроводах. Например, в спринклерной системе при обслуживании одним контрольно-сигнальным клапаном нескольких помещений, расположенных на разных этажах, могут устанавливаться реле давления. Как только вскрыется спринклерная головка и упадет давление в спринклерной сети срабатывает реле давления данного этажа и дает сигнал о возникновении пожара.

В качестве реле давления используются электроконтактные манометры.

3. Струйное реле, служащее для управления цепями автоматики в зависимости от направления движения воды в трубопроводе.

4. Реле времени служит для отсчета времени между отдельными операциями и необходимо для протекания определенных процессов при работе агрегатов.

5. Термическое реле, посредством которого производится контроль за температурой подшипников и сальников.

6. Вакуум-реле, поддерживающее определенное разрежение в насосе или всасывающем трубопроводе.

7. Промежуточное реле, служащее для переключения отдельных цепей в установленной последовательности.

8. Реле напряжения, обеспечивающее работу агрегатов на определенном напряжении.

9. Аварийное реле, отключающее агрегаты в случае нарушения установленного режима работы.

Глава XI

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО МЕТОДИКЕ РАССМОТРЕНИЯ ПРОЕКТОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Проектирование водоснабжения объектов и населенных пунктов чаще всего состоит из трех стадий: проектного задания, технического проекта и рабочих чертежей.

При рассмотрении проектных материалов по пожарному водоснабжению большее внимание следует обращать на технический проект и рабочие чертежи. Технический проект дает возможность установить принятую схему и систему пожарного водоснабжения, выявить расчетные данные по водопроводным сетям и сооружениям. Рабочие чертежи помогают уточнить конструктивные решения отдельных сооружений и их узлов.

Чтобы свободно и быстро рассматривать проектные материалы и давать заключения по ним, необходимо хорошо знать пожарные требования и нормы, предъявляемые к отдельным водопроводным

сооружениям и в целом к той или иной схеме или системе водоснабжения, а также уметь хорошо читать чертежи: генеральный план объекта, планы и разрезы отдельных сооружений, их узлов и т. д.

В данном учебном пособии были даны разъяснения и толкование тех или иных пожарных требований и норм, приведены примеры проверочных расчетов водопроводных сооружений и водопроводных сетей.

Последовательность рассмотрения проектных материалов может быть различной.

Иногда предлагают рассматривать проектные материалы последовательно по ходу воды, что не всегда удобно, так как нельзя, например, рассматривать проект водонапорной башни, не проверив выполнение пожарных требований и норм по внутренней водопроводной сети. Как указывалось выше, напор, поддерживаемый водопроводным баком, равен:

$$H_6 = H_{в.зд} + h + z.$$

Из формулы видно, что для определения величины H_6 необходимо предварительно проверить правильность расчета напора на вводе в расчетное здание — $H_{в.зд}$.

Чтобы определить емкость водонапорного бака, необходимо знать расход воды на внутреннее пожаротушение, что также определяется по проекту внутреннего водопровода.

Возьмем другой пример. Для того, чтобы проверить выполнение пожарных требований и норм по насосной станции II подъема необходимо предварительно рассмотреть проект наружной водопроводной сети. Полный напор, создаваемый насосами, как указывалось выше, равен:

$$H = H_{св} + h_n + z_n + h_{св} + z_{св}.$$

Из формулы видно, что для определения величины H необходимо предварительно проверить правильность расчета h_n , $h_{св}$, для чего прежде всего необходимо знать расчетные расходы воды на наружное и внутреннее пожаротушение, хозяйственно-питьевые и производственные нужды, что определяется по проекту наружной водопроводной сети.

Для того, чтобы рассмотреть в проекте водоснабжения выполнение пожарных требований и норм по запасному резервуару, необходимо предварительно рассмотреть сооружения I подъема, так как расчет емкости запасного резервуара во многом зависит от того, как подается вода сооружениями I подъема.

Учитывая вышесказанное, рассмотрение проектов пожарного водоснабжения целесообразнее проводить в следующей последовательности:

1. Определение расчетных расходов воды.
2. Внутренняя водопроводная сеть.
3. Наружная водопроводная сеть.
4. Сооружения I подъема.
5. Запасные резервуары.

6. Насосная станция II подъема.

7. Водонапорные баки.

Приблизительно в такой же последовательности выполняется и проект по пожарному водоснабжению. В проекте пожарного водоснабжения прежде всего дается пояснительная записка, куда входят пояснения по схеме и системе водоснабжения, определение расчетных напоров и расходов воды, последовательные расчеты водопроводных сооружений.

К пояснительной записке прилагаются чертежи, генеральный план объекта или населенного пункта с нанесенными на нем водопроводными сооружениями и наружной водопроводной сетью, аксонометрические схемы сетей, разрезы и планы отдельных сооружений и т. д.

При рассмотрении проектных материалов необходимо выяснить, как выполнены те или иные вопросы в проекте, установить, какие пожарные требования предъявляются к этим вопросам, сравнить данные проекта с тем, как должен быть выполнен тот или иной вопрос, согласно нормам и пожарным требованиям, а также сделать вывод и написать обоснованное заключение по представленному на рассмотрение проекту.

Заключение должно быть конкретным с указанием, как должен быть выполнен тот или иной вопрос с ссылками на пункты норм и правил.

Глава XII

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО МЕТОДИКЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Пожарным работникам в процессе осуществления функций Госпожнадзора приходится довольно часто производить обследование водоснабжения объектов и населенных пунктов, например, при детальном или контрольном обследовании, при приемке в эксплуатацию вновь построенного или реконструированного объекта.

Как правило, обследование производится комплексно, т. е. одновременно проверяется выполнение пожарных правил и норм по строительной части, электроснабжению, отоплению, вентиляции, водоснабжению и т. д.

При комплексном обследовании иногда очень трудно охватить все вопросы, касающиеся противопожарного водоснабжения.

По ходу обследования можно проверить, где расположены и в каком состоянии находятся внутренние пожарные краны, задвижки, гидранты, спринклерное или дренчерное оборудование.

Но такого обследования для пожарного водоснабжения недостаточно: могут быть в хорошем состоянии и внутренние пожарные краны, и задвижки, и гидранты, и спринклерное оборудование,

но если произойдет пожар, воды в водопроводных сетях может не быть совсем или будет в недостаточном количестве.

Поэтому после комплексного пожарно-технического обследования необходимо, отдельно от всей комиссии, вместе с начальником ПСО и начальником цеха водоканализации (или другим лицом, отвечающим за водоснабжение объекта) проверить водоотдачу наружной и внутренней водопроводных сетей, испытать спринклерную и дренчерную систему.

Кроме комплексного обследования, иногда приходится производить частное обследование только водоснабжения объекта, например, при сдаче в эксплуатацию водопровода после его строительства, реконструкции или ремонта. В этом случае также после общего осмотра необходимо произвести испытание водопроводных сетей на водоотдачу.

Всякое пожарно-техническое обследование разделяется на 3 этапа:

- 1) подготовку к обследованию;
- 2) проведение обследования;
- 3) подведение итогов обследования и оформление документации.

При подготовке к обследованию необходимо:

а) по литературным источникам изучить технологический процесс, специфику водоснабжения данного объекта и т. д.;

б) провести ряд организационных мероприятий, например, договориться с дирекцией объекта о проведении обследования, подготовить приказ директора, в котором будет объявлено о предстоящем пожарно-техническом обследовании, о составе комиссии и т. д.; провести инструктивное совещание с членами комиссии о задачах, времени проведения обследования и т. д.;

в) по техническому проекту объекта выяснить ряд данных, которые необходимо будет проверить при обследовании водоснабжения и которые в натуре не всегда можно установить.

Если проект согласован с пожарной охраной и недостатков по проекту не имеется, необходимо по проекту выяснить принятую схему и систему водопровода, наметить наиболее невыгодно расположенные гидранты и внутренние пожарные краны, которые в дальнейшем необходимо будет испытать на водоотдачу, установить диаметры водопроводных сетей, расчетные емкости запасных резервуаров и водонапорных баков, производительность и напор насосов, обеспечивающих пожарные нужды и т. д.

Если проект водоснабжения объекта не согласован с пожарной охраной, необходимо прежде всего установить, насколько данный проект соответствует требованиям пожарных норм и правил.

Зачастую на объектах, построенных давно, проектные материалы могут отсутствовать. В этом случае на объекте обязательно имеется генеральный план с нанесенной на нем наружной водопроводной сетью и водопроводными сооружениями, по которому легко установить принятую схему водоснабжения, коммуникацию

трубопроводов сети, их диаметр, размещение гидрантов и задвижек и т. д.

Дополнительно необходимо определить расчетные расходы воды, проверить по ним диаметры трубопроводов, а также произвести ряд проверочных расчетов, например, емкости запасных резервуаров, водонапорных или пневматических баков; по технической документации объекта выяснить, какие пожарные мероприятия предлагались в предыдущих актах и предписаниях.

При проведении обследования необходимо установить, как обеспечен объект водой для пожаротушения в любое время и в любой точке объекта, а это, в свою очередь, определяется соответствием данного водоснабжения противопожарным нормам и правилам эксплуатации водопроводов.

Если при рассмотрении проектных материалов по противопожарному водоснабжению не выявлено недостатков, то в процессе обследования выясняется, насколько выполненное в натуре водоснабжение соответствует проекту, нет ли отступлений от проекта и насколько это отступление соответствует пожарным нормам и правилам.

В том случае, когда проектные материалы были согласованы с пожарной охраной и по ним были замечания, необходимо в процессе обследования выяснить также, насколько требования пожарной охраны выполнены при строительстве водоснабжения.

При обследовании водоснабжения объекта целесообразнее придерживаться определенного порядка, например, проводить обследования по ходу воды, начиная от водозаборных сооружений или вводов, если подача воды осуществляется от городской водопроводной сети. Однако это мероприятие не всегда удастся осуществить при комплексном обследовании, проводимом в составе комиссии.

Как было отмечено выше, обследование водоснабжения должно заканчиваться испытанием водопроводных сетей на водоотдачу.

После проведения обследования водоснабжения объекта с членами комиссии подводятся итоги:

- а) обсуждаются выявленные недочеты;
- б) намечаются меры по устранению выявленных недочетов;
- в) согласовываются сроки выполнения тех или иных мероприятий и т. д.

Выявленные при обследовании недостатки вносятся в предписание или акт.

После обследования водоснабжения объекта следует согласовать с дирекцией объекта намечаемые мероприятия по устранению недостатков и сроки их выполнения.

При проведении детального или контрольного обследования водоснабжения объекта или населенного пункта целесообразно при решении сложных вопросов приглашать в состав комиссии работников горводопровода и энергосети.

ИСПЫТАНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ НА ВОДООТДАЧУ

Испытание водопроводных сетей должно производиться в часы максимального водопотребления, например, в населенных пунктах с 7 до 9 час. утра, на промышленных объектах при хозяйственно-питьевом и противопожарном водопроводе в часы обеденного перерыва, при водопроводе производственно-противопожарном в зависимости от водопотребления на производственный процесс.

Методика проверки водопроводных сетей на водоотдачу состоит в том, чтобы:

а) установить имеющийся в водопроводной сети напор и расход воды;

б) определить, какой должен быть по нормам напор и расход воды;

в) сравнить имеющийся напор и расход воды с тем, что должно быть по нормам и сделать заключение о их соответствии.

§ 33. Способы практического определения напоров и расходов воды

а) Измерение радиуса действия компактной части струи R_k .

При этом способе вода подается через ствол и при помощи рулетки измеряется радиус действия раздробленной струи R_p . Радиус компактной части струи составляет 0,8 радиуса раздробленной струи, т. е. $R_k = 0,8 \cdot R_p$.

Для стволов с диаметром spryska 13—25 мм угол наклона ствола не влияет на радиус действия компактной части струи.

Зная диаметр spryska ствола и R_k , по табл. 10 или по табл. 34 определяются расходы воды, которые имеют место при данных условиях.

Этот способ определения расходов воды по радиусу действия компактной части струи довольно приближенный, но наиболее простой и может быть применен при отсутствии измерительных приборов;

б) измерение расхода воды Q при помощи мерной емкости.

При этом способе вода из ствола подается в емкость, на внутренней стенке которой дается шкала, указывающая, сколько литров вмещается в емкость при том или ином заполнении, например, 100, 200, 300 л и т. д. Зная время t наполнения емкости, можно высчитать расход воды по формуле:

$$Q = \frac{W}{t} \text{ л/сек, л/мин,}$$

где W — количество воды в л (м^3), помещающееся в емкости;

в) определение расхода воды при помощи водомера.

На циферблате водомера имеется несколько указателей (рис. 123, I и II), которые показывают:

шкала а—	десятые и сотые доли, например	0,94
” б—	единицы	0,00
” в—	десятки	60,00
” г—	сотни	300,00
” д—	тысячи	1000,00
” е—	десятки тысяч	00000,00

Всего . . . 01360,94 м³

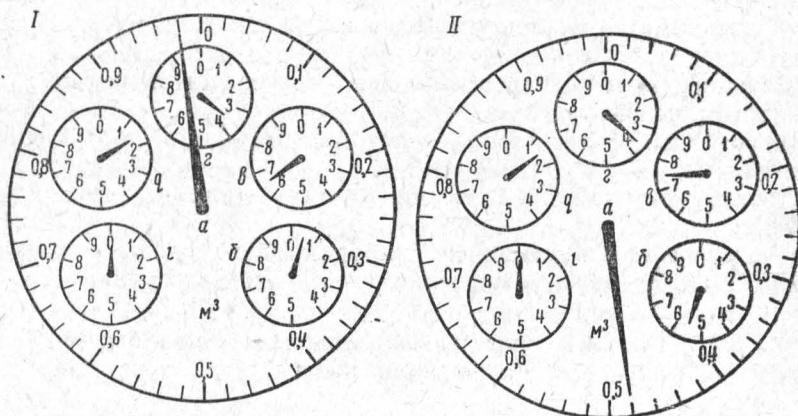


Рис. 123. Указатель дискового водомера.

Для того, чтобы водопроводный водомер можно было использовать для измерения расходов воды в рукавных системах, необходимо к водомеру присоединить головки Рота (рис. 124).

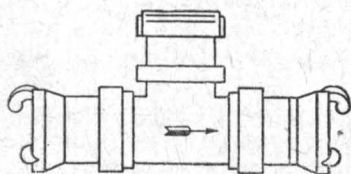


Рис. 124. Водомер, приспособленный для испытания рукавных систем.

При определении расхода воды необходимо:

1) записать показание водомера до испытания, например, 01360,94 м³ (рис. 123, I);

2) через некоторое время снова снять показания водомера, например, 01375,55 м³ (рис. 123, II);

3) вычесть из второго показания водомера первое показание, для данного примера: 01375,44—01360,94 = 14,5 м³;

4) полученное количество воды необходимо разделить на время t , прошедшее с момента первого замера до второго, например, для данного случая $t=30$ мин., тогда:

$$Q = \frac{14,5}{30} = 0,48 \text{ м}^3/\text{мин} \text{ или } 8 \text{ л/сек};$$

г) измерение напора у spryska при помощи ствола с манометром (рис. 125).

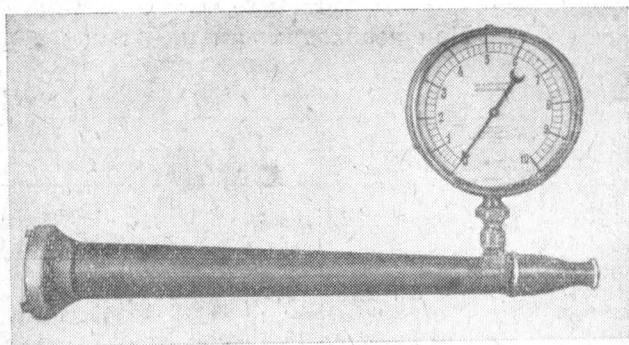


Рис. 125. Ствол с манометром.

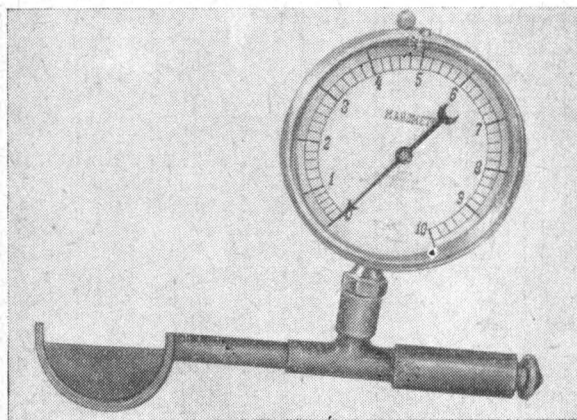


Рис. 126. Трубка конструкции ЦНИИПО с манометром.

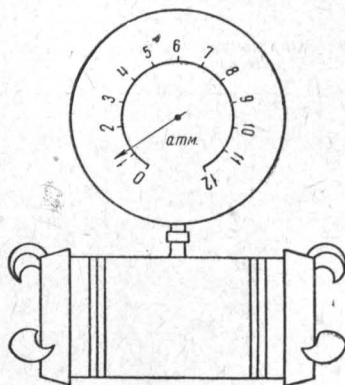


Рис. 127. Патрубок с манометром.

Ствол с манометром присоединяется к рукавной линии.

При подаче воды через ствол манометр будет показывать напор у spryska— $H_{спр}$. При необходимости по напору у spryska и диаметру spryska ствола можно определить радиус действия компактной части струи и расход воды (табл. 34, 35 и 36);

Таблица 34

Радиус действия $R_{\text{к в м вод. ст.}}$	$d=13 \text{ мм}$		$d=16 \text{ мм}$		$d=19 \text{ мм}$		$d=22 \text{ мм}$		$d=25 \text{ мм}$	
	$H \text{ в м}$	$Q \text{ в л/сек}$	$H \text{ в м}$	$Q \text{ в л/сек}$	$H \text{ в м}$	$Q \text{ в л/сек}$	$H \text{ в м}$	$Q \text{ в л/сек}$	$H \text{ в м}$	$Q \text{ в л/сек}$
6	8,1	1,7	8,8	2,5	7,7	3,5	7,7	4,6	7,5	5,9
7	9,6	1,8	9,2	2,7	9,0	3,8	8,9	5,0	8,7	6,4
8	11,2	2,0	10,7	2,9	10,4	4,1	10,2	5,4	10,1	6,9
9	13,0	2,1	12,4	3,1	12,0	4,3	11,7	6,8	11,5	7,4
10	14,9	2,3	14,1	3,3	13,6	4,6	13,2	6,1	12,9	7,8
11	16,9	2,4	15,8	3,5	15,2	4,9	14,7	6,5	14,4	8,3
12	19,1	2,6	17,7	3,8	16,9	5,2	16,3	6,8	15,9	8,7
13	21,4	2,7	19,7	4,0	18,7	5,4	18,0	7,2	17,5	9,1
14	23,9	2,9	21,8	4,2	20,6	5,7	19,8	7,5	19,2	9,6
15	26,7	3,0	24,0	4,4	22,6	6,0	21,6	7,8	20,9	10,0
16	29,7	3,2	26,5	4,5	24,7	6,2	23,6	8,2	22,7	10,4
17	33,2	3,4	29,2	4,8	27,1	6,5	25,7	8,5	24,7	10,8
18	37,1	3,6	32,2	5,1	29,6	6,8	28,0	8,9	26,8	11,3
19	41,7	3,8	35,6	5,3	32,5	7,1	30,5	9,3	29,1	11,7
20	46,8	4,0	39,4	5,6	35,6	7,5	33,2	9,7	31,5	12,2
21	53,3	4,3	43,7	5,9	39,1	7,8	36,3	10,1	34,3	12,8
22	60,9	4,6	48,7	6,2	43,1	8,2	39,6	10,6	37,3	13,3
23	70,3	4,9	54,6	6,6	47,6	8,7	43,4	11,1	40,6	13,9
24	82,2	5,3	61,5	7,0	52,7	9,1	47,7	11,7	44,3	14,5
25	98,2	5,8	70,2	7,5	58,5	19,6	52,7	12,2	48,6	15,2
26	—	—	80,6	8,0	66,2	10,2	58,5	12,9	53,5	15,9
27	—	—	94,2	8,6	75,1	10,9	65,3	13,7	59,1	16,8
28	—	—	—	—	86,2	11,6	75,5	14,5	65,8	17,7
29	—	—	—	—	—	—	83,7	15,4	73,8	18,7
30	—	—	—	—	—	—	95,4	16,5	82,8	19,8

Таблица 35

Высота до конька крыши в м	Напор у гидранта в м вод. ст.	Расход воды из ствола диа- метров 19 мм в л/сек
0	27,4	5,0
5	32,4	5,4
10	37,4	5,8
15	42,4	6,1
20	47,4	6,6
25	52,4	7,9
30	57,4	7,2
35	62,4	7,5
40	67,4	7,8
45	72,5	8,1

д) измерение напора у spryska при помощи трубки конструкции ЦНИИПО (рис. 126).

Радиусы действия компактной части лафетных струй — R_k
при угле наклона ствола в 30°

Напор у ствола в м вод. ст. $H_{спр}$	Радиус действия компактной части и струи в м при диаметрах насадков (спрысков) в мм							
	28		32		38		50	
	R_k в м	Q в л/сек	R_k в м	Q в л/сек	R_k в м	Q в л/сек	R_k в м	Q в л/сек
20	20,0	12,2	20,0	15,9	20,5	22,4	21,0	38,9
25	23,0	13,6	23,5	17,8	24,0	25,1	25,0	43,5
30	26,0	14,9	26,5	19,4	27,0	27,4	29,0	47,5
35	28,0	16,2	28,2	21,0	29,5	29,7	31,0	51,5
40	30,0	17,2	30,5	22,5	32,0	31,7	33,0	55,0
45	31,5	18,3	32,5	23,8	34,0	33,6	35,5	58,3
50	33,0	19,3	34,0	25,1	35,5	35,4	37,5	61,4
55	34,5	20,2	36,0	26,0	37,0	37,2	39,0	64,4
60	35,5	21,1	37,0	27,6	38,0	38,2	40,5	67,3
65	36,5	22,0	37,5	28,6	39,0	40,4	41,5	70,0
70	37,0	22,8	37,5	29,7	39,5	41,9	42,5	72,6
75	—	—	—	—	40,0	43,4	43,5	75,3
80	—	—	—	—	38,5	44,8	44,5	77,8
85	—	—	—	—	—	—	45,5	80,1
90	—	—	—	—	—	—	46,0	82,5
95	—	—	—	—	—	—	46,5	84,8
100	—	—	—	—	—	—	47,0	87,0

Трубка с манометром вводится в центр струи и по манометру определяется напор у sprыска ствола. Зная напор и диаметр sprыска, можно определить R_k и $Q_{спр}$ (табл. 34);

е) измерение напора патрубком с манометром (рис. 127). Патрубок с манометром устанавливается на рукавной линии, например, у внутреннего пожарного крана, около ствола или насоса. По полученному напору по таблицам определяется расход воды.

§ 34. Испытание внутренней водопроводной сети на водоотдачу

При обследовании внутренней водопроводной сети пожарного работника должно интересоваться:

а) какой имеется напор на вводе в здание $H_{в.зд}$ и достаточен ли он для получения необходимого напора у крана $H_{кр}$ и радиуса действия компактной части струи R_k ;

б) какой расход воды $Q_{пж.вн}$ может быть получен для пожаротушения от внутренних пожарных кранов.

Для испытания внутренней водопроводной сети необходимо выбирать наиболее высоко расположенные и удаленные от ввода внутренние пожарные краны. Одновременно испытывается один или два внутренних пожарных крана в зависимости от количества расчетных струй, которые принимаются согласно нормам.

Для того чтобы при испытании не заливать помещение водой, ствол необходимо вывести в окно или дверь наружу здания.

Поскольку $H_{в.зд}$, $H_{кр}$, R_k и $Q_{пож.вн}$ зависят друг от друга, связаны друг с другом, то при испытании внутренней водопроводной сети достаточно определить одну из трех величин и сравнить ее с тем, что должно быть по нормам.

Испытание внутренних противопожарных водопроводов на водоотдачу производится по одному из способов, указанных в § 34.

Полученный при испытании расход воды необходимо сравнить с тем, что должно быть по нормам.

Если при испытании внутренней водопроводной сети, которое проводится в часы максимального водопотребления, установлено, что имеющийся напор у крана не соответствует тому, что должно быть по нормам, необходимо далее уточнить повторным испытанием достаточен ли напор в часы минимального водопотребления.

Если напор в часы минимального водопотребления достаточен, необходимо для поддержания напора во внутренней водопроводной сети установить водонапорный бак. Если напор недостаточен и в часы минимального водопотребления следует требовать для внутренней водопроводной сети установку пожарного насоса-высителя.

§ 35. Испытание наружной водопроводной сети на водоотдачу

Перед испытанием наружной водопроводной сети необходимо:

а) установить, какой на данном объекте водопровод—высокого или низкого давления; б) определить по нормам расчетный пожарный расход воды.

Испытание наружной водопроводной сети на водоотдачу необходимо производить в часы максимального водопотребления.

Стационарные насосы, повышающие во время пожара давление в водопроводной сети, при испытании должны быть включены. При испытании водопроводов высокого давления так же, как и во время пожара, принимаются рукава непрорезиненные, длиной 120 м, диаметром 66 мм. Испытание наружной водопроводной сети на водоотдачу можно производить двумя способами.

Способ I. Прокладывается рукавная линия длиной 120 м с подачей стволов со sprysками 19 мм на конек самого высокого на объекте здания. (Рис. 128, а). Расход воды каждой струи должен быть не менее 5 л/сек. Общее количество расчетных струй, которое необходимо получить при испытании, определяется в зависимости от расчетного пожарного расхода воды данного объекта, например, согласно нормам расчетный пожарный расход воды равен 20 л/сек. Тогда количество струй, которое необходимо получить при испытании, должно быть равно: $\frac{20}{5} = 4$ струи.

Такое количество струй можно подать от одного (рис. 128, I) или двух гидрантов.

При этом свободный напор у головки пожарной колонки (стендера) должен быть не менее (см. § 7):

$$H_{св} = 27,4 + T_{зд},$$

где $T_{зд}$ — высота до конька крыши наиболее высокого здания на объекте.

Например, $T_{зд} = 20$ м, тогда $H_{св} = 27,4 + 20 = 47,4$ м вод. ст. 4,7 ати (что будет соответствовать $Q_x = 5$ л/сек).

Свободный напор у головки пожарной колонки замеряется при помощи патрубков с манометром, расход воды замеряется одним из способов, указанных в § 34.

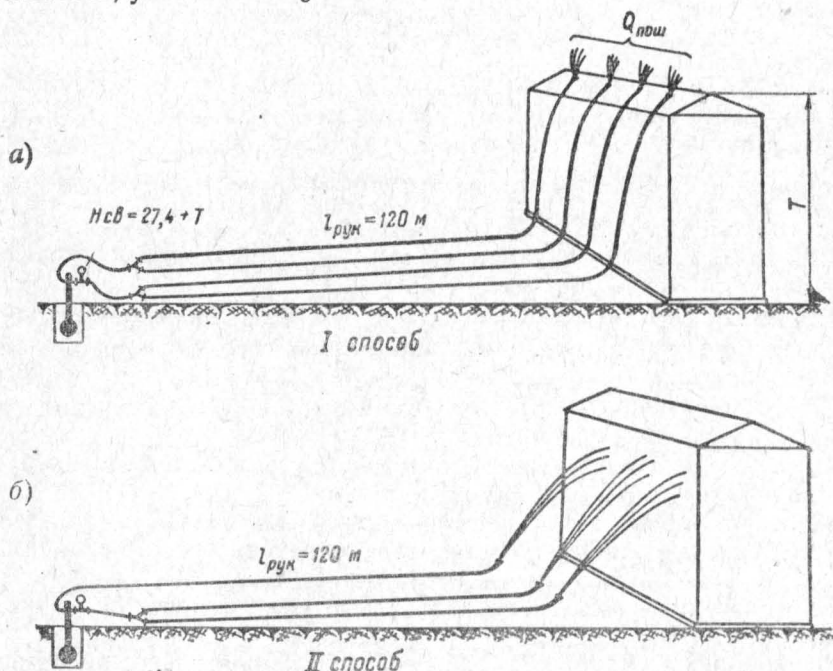


Рис. 128. Испытание водопровода высокого давления:
а — первый способ; б — второй способ.

Способ II. При испытании водопровода высокого давления стволы можно не подавать на конек крыши самого высокого на объекте здания, а прокладывать рукавные линии по поверхности земли (рис. 128, б).

В этом случае свободный напор у головки стендера также должен равняться:

$$H_{св} = 27,4 + T_{зд}.$$

Но так как стволы не подняты на необходимую высоту, то увеличивается напор у spryska ствола. Чем больше напор у spryska, тем больше будет расход воды. Этот расход воды может быть получен по формуле:

$$Q_x = 5 \sqrt{1 + \frac{T_{зд}}{27,4}}$$

или по табл. 35.

Пример. Наибольшая высота здания до конька крыши $T = 20$ м. Водопровод высокого давления. Определить, какой расход воды будет при расположении ствола на уровне земли.

$$H_{св} = 27,4 + T_{з\partial} = 27,4 + 20 = 47,4 \text{ м вод. ст.}$$

По формуле:

$$Q_x = 5 \sqrt{1 + \frac{T_{з\partial}}{27,4}} = 5,$$

$$\sqrt{1 + \frac{20}{27,4}} = 6,6 \text{ л/сек.}$$

По табл. 35 также при $H_{св} = 47,4$ м вод. ст. $Q = 6,6$ л/сек.

Если расчетный пожарный расход воды согласно нормам равен, например, 20 л/сек, то при испытании наружной водопроводной сети в этом случае необходимо проложить: $\frac{20}{6,6} \approx 3$ рукавных линии (рис. 128, II).

При этом свободный напор по манометру на колонке должен быть также не менее $H_{св} = 27,4 + T$.

Таким образом, и для первого, и для второго способов испытания на водоотдачу наружной водопроводной сети высокого давления необходимо:

1) определить расчетный пожарный расход воды для данного объекта или населенного пункта;

2) определить расчетное количество рукавных линий (струй), которое необходимо иметь при испытании;

3) открыв полностью вентили на пожарных колонках и подав воду в рукавные линии, по манометру определить свободный напор.

Если при испытании, подавая расчетное количество струй, установлено, что:

а) свободный напор $H_{св} < 27,4 + T_{з\partial}$, следовательно, будет не соответствовать и расход воды;

б) свободный напор $H_{св} > 27,4 + T_{з\partial}$, следовательно, в этом случае будет больше и расход воды.

Испытание на водоотдачу водопроводов низкого давления можно производить двумя способами.

I способ (при помощи привозных пожарных насосов (рис. 129, а).

1. Определяется расчетный пожарный расход воды согласно нормам.

2. Определяется, какое количество автонасосов n и стволов потребуется для отбора от наружной сети необходимого расхода воды, например:

$$Q_{пож} = 30 \text{ л/сек для испытания потребуется } n = \frac{30}{20} \approx 2 \text{ насоса}$$

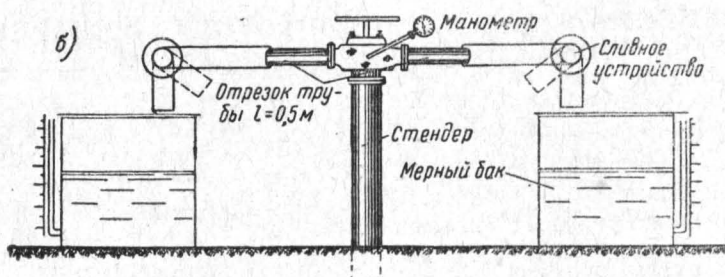
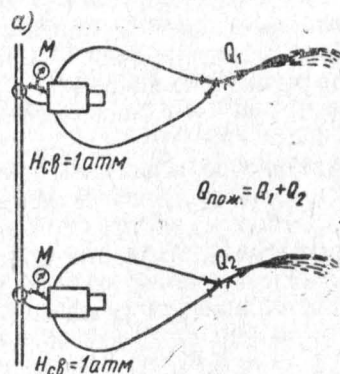
марки ПМГ-19 или 20 или $\frac{30}{30} = 1$ насос марки ПМЗ-17 и 18

и т. д.

Для испытания применяются более мощные стволы, могущие подать большой расход воды (см. табл. 35), лафетные и стволы литер А. Для данного примера можно использовать два ствола с диаметром spryska 28 мм или один ствол с диаметром spryska 38 мм или три ствола с диаметром spryska 25 мм.

3. Устанавливаются насосы на наиболее не выгодно расположенных гидрантах и замеряется свободный напор у головки пожарной

Рис. 129. Испытание водопроводов низкого давления:
а — первый способ; б — второй способ.



колонки при помощи патрубков с манометром (если патрубок с манометром не имеется для определения величины $H_{св}$ можно воспользоваться мановакуумметром на всасывающей линии насоса).

4. Измеряется расход воды из каждого ствола и подсчитывается общий полученный от водопровода расход воды.

Водопроводная сеть соответствует нормам в том случае, если при отборе полного пожарного расхода воды свободный напор у наиболее невыгодно расположенных гидрантов не менее $H_{св} = 1$ ати.

II способ (без привозных насосов изливом из стендера).

Для проведения испытания по данному способу необходимо иметь стендер с установленным на нем манометром и двумя присоединенными отрезками трубы диаметром 66 или 76 мм, длиной 0,5 м со сливными устройствами (рис. 129, б). Отрезки трубы необходимы для того, чтобы брызги не мешали проводить замеры.

Вместо пожарной колонки с манометром в этом случае можно использовать патрубок с манометром, а вместо труб со сливными устройствами отрезки пожарных рукавов длиной 0,5—1 м.

При помощи манометра измеряется свободный напор у головки пожарной колонки. При помощи мерной емкости измеряется расход воды. От одного пожарного гидранта невозможно получить большие расходы воды, поэтому в том случае, когда требуется (согласно нормам) отобрать от водопроводной сети большой пожарный расход воды, необходимо одновременно проводить испытание с 2—3 и более гидрантов.

Водопроводная сеть соответствует нормам в том случае, если при получении полного пожарного расхода воды свободный набор у наиболее невыгодно расположенных гидрантов не менее $H_{св} = 1$ атм.

Этот способ испытания наружной водопроводной сети дает возможность получить максимально возможную величину водоотдачи. Отбор воды при помощи автонасосов всегда меньше, чем непосредственный излив воды из гидрантов в связи с наличием сопротивлений в системе гидрант-насос. Однако первый способ более приближен к реальным условиям работы на пожаре.

Глава XIV

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ВОДОПРОВОДА, ПОЖАРНЫХ НАСОСОВ И РУКАВНЫХ СИСТЕМ

Забор воды для целей пожаротушения из наружной водопроводной сети производится через пожарный гидрант, на который, если он подземный, устанавливается пожарная колонка.

Если водопровод низкого давления, то к пожарной колонке при помощи приемных (всасывающих) мягких или жестких рукавов диаметром 66 или 76 мм присоединяется насос пожарного автомобиля.

Так как вода в наружной водопроводной сети находится под некоторым напором, то, следовательно, и в насос она поступит уже под давлением.

Если давление в наружной водопроводной сети обозначим через H_c , а требуемый напор в начале рукавной линии пожарного автомобиля через H_n , тогда насос должен создать не весь требуемый напор, а лишь разницу $H_n - H_c$.

При заборе воды из наружной водопроводной сети наблюдается падение давления в ней. Если на водопроводной линии небольшого диаметра или незначительного напора установить больше пожарных автомобилей, чем это допущено, может оказаться, что практически ни один из работающих насосов пожарных автомобилей не будет подавать воду и не сможет создать необходимого напора в рукавной линии. Понижение напора в сети в этом случае может достигнуть возможного предела, т. е. близко к нулю на головке пожарной колонки.

У места водоотбора расход воды на другие нужды также становится близким к нулю.

При водопроводе, обслуживающем только хозяйственно-быто-

вые нужды, временное лишение воды района во время пожара надо считать допустимым и почти неизбежным при малых диаметрах водопроводных сетей.

Понижения давления, а следовательно, и уменьшение расхода воды, во время пожара на промышленном предприятии нежелательно, так как нарушаются в этом случае производственные процессы, что, в свою очередь, может привести к временной остановке производства, а в некоторых случаях и к аварии.

Для определения количества автомобилей, которое можно установить на водопроводную сеть, в приложении дана табл. 9.

Наружные водопроводные сети больших диаметров и напоров могут обеспечить значительные расходы воды, но не всегда насос пожарного автомобиля может забрать эту воду.

Это объясняется следующим:

а) в системе гидрант—колонка—автонасос имеются значительные (местные) сопротивления, за счет чего теряется часть подпора водопроводной сети и расход воды становится меньше, чем при изливе воды из гидранта. Практически система забора воды при гидрантах Московского типа дает возможность отбирать расход воды в пределах 40 л/сек;

б) привозные насосы имеют определенную производительность и могут забирать только определенное количество воды, так, например: насос ПН-25 — 25 л/сек, ПН-30 — 30 л/сек и т. д.;

в) подача воды автонасосами в значительной мере зависит от длины и диаметра рукавной сети и диаметра спрысков стволов. Чем больше расстояние от пожара до гидранта, на котором установлен насос, чем меньше диаметры пожарных рукавных линий, чем меньше диаметры спрысков стволов, тем меньше подает воды насос;

г) гидранты, расположенные ближе к начальной точке подачи воды, подают больше воды, чем удаленные.

Решение практических задач по подаче воды к месту пожара должно производиться с учетом совместной работы водопроводной сети, пожарных насосов и рукавных систем.

Только с учетом водоотдачи водопроводной сети, производительности и напора развиваемых насосами, можно правильно выбрать ту или иную рукавную систему, обеспечить подачу воды к месту пожара и получить пожарные струи требуемого качества.

§ 36. Построение характеристики $Q-H$ рукавной системы

Работа системы рукавных линий, как трубопроводов, характеризуется в общем виде следующим уравнением:

$$H = S_{\text{сист}} Q^2 + z,$$

где: H — напор в начале рукавной линии в м вод. ст.;

$S_{\text{сист}}$ — сопротивление системы рукавной линии;

Q — расход воды в л/сек, проходящий через данную систему;

z — высота подъема стволов над уровнем оси насоса в м.

Для построения примем, например, подачу воды от насосов по одной рукавной линии диаметром 66 мм, рукава непрорезиненные длиной 200 мм.

Диаметр sprыска ствола 19 мм, геометрическая высота подъема воды $z=0$.

Сопротивление системы:

$$S_{\text{сист}} = S_{\text{рук}} \cdot n + S_{\text{спр}} = 0,077 \times 10 + 0,634 = 1,4,$$

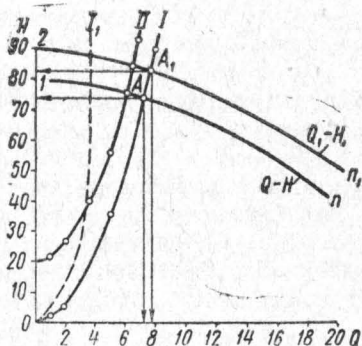


Рис. 130. Построение совместной работы насоса и рукавных систем.

где: $S_{\text{рук}}$ — сопротивление одного рукава определяется по табл. 12;

n — количество рукавов;

$S_{\text{спр}}$ — сопротивление sprыска определяется по табл. 11,
 $H = 1,4 Q^2$.

Задаваясь значениями Q , подсчитаем H по табл. 37.

Таблица 37

Q в л/сек	1	2	5	8
Q^2	1	4	25	64
H при $z=0$	1,4	5,6	35	89,6
H при $z=20$	21,4	25,6	55	109,6

По полученным значениям Q и H строим характеристику $Q-H$ рукавной системы (рис. 130, кривая I).

§ 37. Совместная работа центробежного насоса и системы рукавных линий

Зная характеристику $Q-H$ рукавной системы и характеристику насоса, можно построить характеристику совместной работы насоса и рукавной системы (рис. 130).

Пересечение кривых $Q-H$ рукавной системы I и насоса при числе оборотов n_1 в точке A показывает, что в этих условиях напор на автонасосе будет составлять $H = 73$ м вод. ст., а расход воды $Q = 7,2$ л/сек. Точка A называется предельной рабочей точкой при подаче воды насосом в заданную систему.

Если стволы подняты на высоту, например, $z = 20$ м, то характеристика $Q-H$ рукавной линии (кривая II) будет идти левее кривой $Q-H-I$.

Если необходимо получить при данной рукавной системе новые значения Q и H , то изменяем число оборотов вала насоса. На графике характеристика $Q-H$ насоса в этом случае выразится кривой 2, которая, пересекая кривую характеристики рукавной линии, дает $Q = 8$ л/сек и $H = 82$ м вод. ст.

Можно, не изменяя число оборотов вала насоса, при данной рукавной системе изменить Q и H при помощи прикрытия напорной задвижки или иначе при помощи введения дополнительного местного сопротивления— S_m .

В этом случае уравнение системы в общем виде не изменится $H = S_{\text{сист}} \cdot Q^2 + z$, изменится только сопротивление системы на величину местного сопротивления

$$S_{\text{сист}} = S_{\text{рук}} \cdot n + S_{\text{сnp}} + S_m$$

и тогда характеристика $Q-H$ системы I_1 пройдет левее кривой I и показывает, что с изменением расхода воды изменился и напор на насосе ($Q = 4$ л/сек, $H = 87$ м вод. ст.).

В практике часто встречаются случаи работы насоса на сложную систему, например, при подаче воды на две параллельные линии с разными сопротивлениями.

Строим характеристики $Q-H$ (рис. 131) для линии I и линии 2 аналогично тому, как это было выполнено для простой системы по формуле:

$$H = (S_{\text{сnp}} + S_{\text{рук}} \cdot n) \cdot Q^2,$$

для линии 1:

$$H_1 = (0,634 + 0,035 \times 5) Q^2 + z,$$

$$H_1 = 0,82 \cdot Q^2 \quad (z = 0),$$

для линии 2:

$$H_2 = (0,212 + 0,015 \times 10) Q^2,$$

$$H_2 = 0,362 \cdot Q^2 + z.$$

Задаваясь расходом воды, определим напоры на насосах.

Полученные данные запишем в табл. 38.

По полученным значениям строим характеристики $Q-H$ рукавных линий.

Для определения общей производительности насоса при работе на две параллельные линии необходимо найти суммарную характеристику $Q-H$ насоса, для чего последовательно складываем абсциссы кривых 1 и 2 при одинаковых ординатах, так например:

$$ab + ac = ad \text{ и т. д.}$$

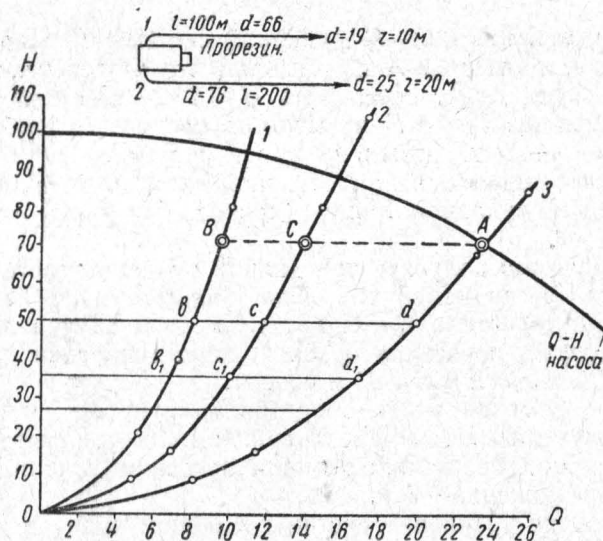


Рис. 131. Построение совместной работы насоса на две рукавные линии.

Таблица 38

Принятый расход воды в л/сек	1	5	7	10	12	15	17
Напор в начале линии 1 в м	0,82	20,5	40	82	118	—	—
Напор в начале линии 2 в м	0,362	9,0	17,64	36,2	51,8	81	104

Получим кривую 3 (характеристику $Q-H$ рукавной системы с двумя параллельными линиями).

Пересечение кривой 3 $Q-H$ системы с характеристикой $Q-H$ насоса в точке A дает искомую предельную рабочую точку ($H \approx 70$ м вод. ст., $Q \approx 24$ л/сек).

Для того чтобы определить, какой расход воды пойдет в этом случае по каждой линии, необходимо провести из точки A прямую, параллельную оси абсцисс. Точки пересечения B и C показывают расходы воды каждой линии $Q_B = 10$ л/сек, $Q_C = 14$ л/сек.

Суммарный расход воды:

$$Q_A = Q_B + Q_C = 10 + 14 = 24 \text{ л/сек.}$$

В практике часто встречается параллельная работа насосов, например, при подаче воды от пожарных автонасосов на лафетные стволы.

На рис. 132 показана параллельная работа двух одинаковых насосов совместно с рукавной системой.

Длина каждой линии $l=200$ м, рукава прорезиненные, $D=76$ мм, диаметр срыска ствола $d=28$ мм, свободный напор $H_{свп}=5$ ати. Геометрическая высота подъема воды $z=0$.

$Q-H$ рукавной системы определим по формуле:

$$H_n = H_{св} + h_e = H_{св} + S_{l_{рук}} \cdot nQ^2 = 50 + 0,015 \times 10 \times Q^2,$$

$$H_n = 50 + 0,15 \cdot Q^2.$$

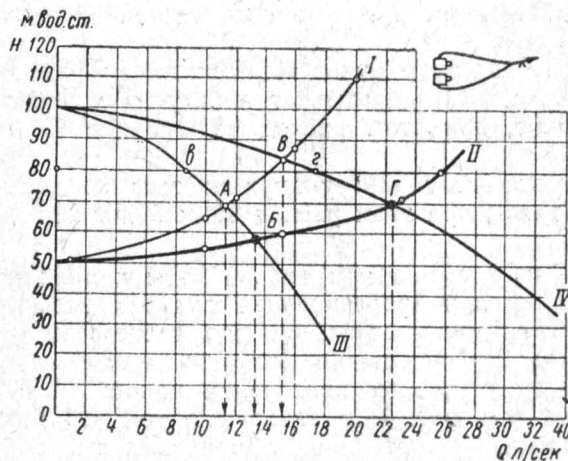


Рис. 132. Построение характеристики $Q-H$ параллельной работы двух насосов в рукавную систему.

Задаваясь значением Q , определим H . Полученные данные запишем в табл. 39.

Таблица 39

0	1	10	12	16	20	25
$H=0,15 \cdot Q^2$	0,15	15	21,6	38,4	60	94
$H=50+0,15 \cdot Q^2$	50,15	65	71,6	88,4	110	144

По полученным данным строим характеристику $Q-H$ рукавных линий.

Так как рукавные линии одинаковые, то построенная кривая I покажет зависимость между Q и H как для одной, так и для другой линии.

Кривая II показывает суммарную зависимость между Q и H для линий (для построения линии II необходимо абсциссы точек умножить на 2).

Кривая III показывает работу каждого насоса при их отдельной работе.

Кривая *IV* показывает суммарную зависимость насосов при их совместной работе на лафетный ствол.

Для получения общей зависимости $Q-H$ при построении кривой *IV* необходимо абсциссы точек умножить на 2, например, $ab \cdot 2 = ac$ и т. д.

Точка *A* показывает работу насоса на одну рукавную линию по схеме 2 (табл. 8 приложения). При этом расход воды будет 11,5 л/сек, напор 70 м вод. ст. (см. рис. 132).

Точка *B* показывает работу одного насоса по двум рукавным линиям по схеме 3.

При этом расход воды будет 11 л/сек, напор 58 м вод. ст.

Точка *B* (рис. 132) показывает работу двух насосов на одну рукавную линию, при этом расход воды будет 15 л/сек, напор 82 м вод. ст.

Точка *Г* показывает работу двух насосов по двум рукавным линиям по схеме 1, при этом расход воды будет 22,5 л/сек, напор 70 м вод. ст.

Как видно из графика при подаче воды к лафетному стволу диаметром 28 мм при прорезиненных рукавах диаметром 76 мм наиболее выгодной является работа двух насосов по двум линиям, так как в этом случае можно получить максимальный расход воды $Q=22,5$ л/сек при незначительном напоре 70 м вод. ст.

Из графика (см. рис. 132) также следует, что максимальный расход параллельно работающих одинаковых центробежных насосов всегда меньше удвоенного максимального расхода, получаемого каждым насосом при их индивидуальной работе на ту же систему, так, например, один насос по схеме 2 подает 11,5 л/сек при работе двух насосов на одну рукавную линию; по схеме 4 расход воды будет не $(11,5 + 11,5) = 23$ л/сек, а всего 15 л/сек: при работе по схеме 3 $Q=13$ л/сек, при работе по схеме 2 расход воды будет не $13 + 13 = 26$ л/сек, а всего 22 л/сек.

Из приведенных примеров видно, что при параллельной работе двух насосов расход воды уменьшается за счет взаимного влияния насосов друг на друга.

§ 38. Определение напоров на насосе, расходов воды и предельно-возможных длин рукавных линий

Возможные напоры и расходы воды для данного числа оборотов вала насоса можно определить, как указывалось выше, по характеристике $Q-H$ насоса.

Остальные данные могут быть определены по специально составленным таблицам в приложении.

Необходимые напоры на насосах, в зависимости от варианта развертывания, можно определить по табл. 6 приложения.

Таблица составлена из расчета подачи пожарных струй с радиусом действия компактных частей струи 17 м при напоре у spryska 2,5—3,3 атм.

От разветвления приняты наиболее часто применяемые рукавные линии длиной 60 м, диаметром 50 мм.

Геометрическую высоту подъема воды по рельефу местности или этажности необходимо прибавлять дополнительно к указанным в табл. напорам.

По табл. 6 приложения можно также определить предельно-возможные напоры на насосах, в зависимости от марки насоса и варианта развертывания (в таблице предельно возможные напоры подчеркнуты).

Зная предельно возможные напоры на насосах, можно определить по той же табл. 6 приложения предельно возможные длины рукавных линий в зависимости от марки насоса и варианта развертывания. Так, например, для насоса ПМГ-19 при подаче от разветвления двух стволов со sprысками диаметром 13 мм по табл. 1 предельно возможный напор будет равен 9,8 *ати* (рукава диаметром 66 мм), тогда предельно возможная длина магистральной рукавной линии будет 760 м (36 рукавов).

При определении предельно-возможных длин рукавных линий геометрическую высоту подъема воды по рельефу или этажности необходимо предварительно отнять от полученных по таблице предельно возможных напоров. Например, для предыдущего примера, при высоте подъема стволов 20 м (2 *ати*) напор будет равен $9,8 - 2 = 7,8$ *ати*, тогда предельно возможная длина рукавной линии будет равна ≈ 500 м (25 рукавов).

При значительном расстоянии от водоисточника до пожара, когда напор, развиваемый насосом, недостаточен для преодоления потерь напора в рукавах для создания пожарных струй применяется перекачка воды насосами.

Практически перекачку воды насосами производят уже при расстоянии от водоисточников до пожара более 400 м, так как при больших расстояниях трудно следить за работой рукавных систем.

Перекачка воды насосами может производиться по одной или двум рукавным линиям диаметром 66 и 76 мм по схемам из насоса в насос, через промежуточную емкость и через бак автоцистерны.

Для определения предельно возможных длин рукавных линий при перекачке воды насосами по одной рукавной линии из насоса в насос составлена табл. 7 приложения. Насос перекачки должен подать такое количество воды, сколько требуется головному насосу. Поэтому в таблице слева указываются данные головного насоса: количество стволов, диаметр их sprысков, расход воды.

Таблицы составлены для непрорезиненных и прорезиненных рукавов диаметром 66 и 76 мм.

Как пользоваться таблицей покажем на примере.

Определить какое количество прорезиненных рукавов диаметром 66 м может быть проложено от насоса ПМЗ-10 при подаче воды в перекачку из насоса в насос по одной рукавной линии. Местность ровная, головной насос подает воду к двум стволам с $d_{cnp} = 19$ мм при $Q = 13$ л/сек.

По табл. 7 приложения находим данные головного насоса два ствола $d_{с. пр} = 19$ мм с расходом воды 13 л/сек (насос перекачки должен также обеспечить 13 л/сек) и далее направо «рукава прорезиненные диаметром 66 мм».

Сверху находим насос ПМЗ-10, в графе—геометрическая высота подъема воды равна нулю и ниже—предельно возможное количество рукавов насоса перекачки — 18 или $18 \times 20 = 360$ м.

При подаче воды по двум рукавным линиям расстояние от насоса перекачки до головного насоса может быть увеличено в 4 раза (рис. 133).

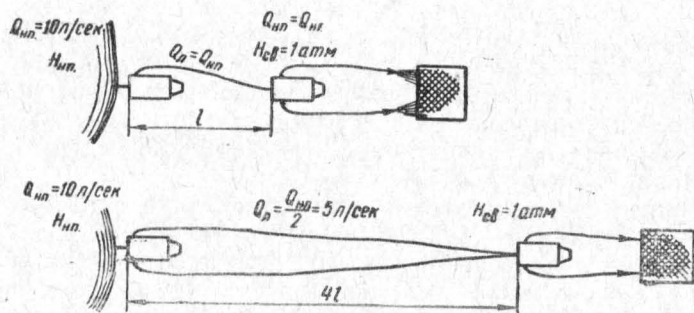


Рис. 133. Схемы перекачки воды пожарными автонасосами.

При подаче воды на лафетные стволы имеет место параллельная работа насосов и рукавных линий. Производительность и напор на насосе, подающем воду к лафетному стволу, а также предельно-возможную длину рукавных линий можно определить по табл. 8 приложения.

Табл. 8 приложения составлена для лафетных стволов диаметром sprыска 28, 32 и 38 мм, для непрорезиненных и прорезиненных рукавов диаметром 66 и 76 мм при подаче воды от одного и двух пожарных насосов.

Так, например, от двух насосов ПМГ-12 на пожар необходимо подать воду к лафетному стволу со sprыском диаметром 32 мм.



Для определения предельно-возможной длины рукавной линии находим слева графу «схема подачи воды от двух насосов» и далее, по горизонтали направо, находим графу «рукава прорезиненные, диаметром 76 мм». Сверху находим графу «sprыск диаметром 32 мм, насос ПМГ-12» и ниже—графу «предельно-возможное количество рукавов»—20 (в каждой рукавной линии) предельно возможный (расчетный) напор на насосе по данной табл. 100 м вод. ст.

Для всех схем напор у sprыска принят 50 м вод. ст., расход воды в зависимости от диаметра sprыска и напора у sprыска—соответственно 19, 25 и 35 л/сек.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Таблица 1

Значение коэффициентов местных сопротивлений

	Наименование местных сопротивлений	Значение коэффициентов
	Вход в трубу без расширения	0,5
	Плавno очерченный вход в трубу	0,1
	Приемный кран с сеткой	5—8
	Пожарные всасывающие клапаны нового типа с сеткой	2
	Обратный клапан	1,7
	Колено с углом 90°	0,2—0,3
	Колено с углом 45°	0,—0,15
	Переходы:	
	суживающийся	0,1
	расширяющийся	0,25
	Тройник:	
	в прямом направлении	0,1
	в направлении ответвления	2
	при разделении потока	1,5
	косое ответвление	1,5
	косое соединение	1,0
	задвижка при полном открытии	0,1

Значения 1000 i и v для

Q в дсек	Диаметр							
	50		75		100		125	
	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i	v	1000 i
0,50	0,26	4,99						
1,0	0,53	17,3	0,23	2,31				
2,0	1,06	61,9	0,46	7,98	0,26	1,94		
3,0	1,59	137	0,70	16,7	0,39	3,98	0,25	1,33
4,0	2,12	243	0,93	28,4	0,52	6,69	0,33	2,22
5,0	2,65	380	1,16	43,0	0,65	10,0	0,414	3,31
6,0			1,39	61,5	0,78	14,0	0,50	4,60
7,0			1,63	83,7	0,91	18,6	0,58	6,09
8,0			1,86	109	1,04	23,9	0,66	7,75
9,0			2,09	138	1,17	29,9	0,745	9,63
10,0			2,33	171	1,30	36,5	0,83	11,7
11,0			2,56	207	1,43	44,2	0,91	14,0
12,0			2,79	246	1,56	52,6	0,99	16,44
13,0			3,02	289	1,69	61,7	1,08	19,0
14,0					1,82	71,6	1,16	21,9
15,0					1,95	82,2	1,24	24,9
16,0					2,08	93,5	1,32	28,4
18,0					2,34	118	1,49	35,9
20,0					2,60	146	1,66	44,3
22,0					2,86	177	1,82	53,6
24,0							1,99	63,8
26,0							2,15	74,9
28,0							2,32	86,8
30,0							2,48	99,6
32,0							2,65	113
34,0							2,82	128
36,0							2,98	144
38,0								
40,0								
42,0								
45,0								
48,0								
50,0								
52,0								
55,0								
58,0								
60,0								
62,0								
66,0								
70,0								
75,0								
80,0								
85,0								
90,0								
95,0								
100,0								

чугунных труб (ГОСТ 5525—50)

в мм											
150		200		250		300		350		400	
<i>v</i>	1000 <i>i</i>	<i>v</i>	1000 <i>i</i>	<i>v</i>	1000 <i>i</i>	<i>v</i>	1000 <i>i</i>	<i>v</i>	1000 <i>i</i>	<i>v</i>	1000 <i>i</i>
0,23	0,909										
0,286	1,35										
0,344	1,87										
0,40	2,46	0,225	0,605								
0,46	3,14	0,257	0,765								
0,52	3,91	1,29	0,942								
0,57	4,69	0,32	1,13	0,20	0,384						
0,63	5,59	0,354	1,35	0,226	0,456						
0,69	6,55	0,39	1,58	0,246	0,529						
0,75	7,60	0,42	1,82	0,27	0,612						
0,80	8,71	0,45	2,03	0,29	0,695						
0,86	9,88	0,48	2,35	0,31	0,788	0,212	0,320				
0,92	11,1	0,51	2,64	0,33	0,886	0,23	0,358				
1,03	13,9	0,58	3,28	0,37	1,09	0,255	0,443				
1,15	16,9	0,64	3,97	0,41	1,32	0,283	0,532				
1,26	20,2	0,71	4,73	0,45	1,57	0,31	0,629	0,23	0,300		
1,38	24,1	0,77	5,56	0,49	1,83	0,34	0,734	0,25	0,347		
1,49	28,3	0,84	6,44	0,53	2,12	0,37	0,850	0,27	0,401	0,207	0,211
1,61	32,8	0,90	7,38	0,57	2,42	0,40	0,969	0,29	0,458	0,223	0,240
1,72	37,7	0,96	8,40	0,62	2,75	0,424	1,10	0,312	0,518	0,24	0,271
1,84	42,8	1,03	9,46	0,66	3,09	0,453	1,23	0,333	0,582	0,255	0,304
1,95	48,4	1,09	10,6	0,70	3,45	0,48	1,37	0,353	0,646	0,27	0,339
2,06	54,2	1,16	11,8	0,74	3,83	0,51	1,52	0,374	0,716	0,286	0,373
2,18	60,4	1,22	13,0	0,78	4,23	0,54	1,68	0,395	0,789	0,302	0,411
2,29	66,9	1,29	14,4	0,82	4,63	0,57	1,85	0,42	0,866	0,32	0,450
2,41	73,8	1,35	15,9	0,86	5,09	2,02	0,44	0,943	0,334	0,492	0,264
2,58	84,7	1,45	18,3	0,92	5,79	0,64	2,29	0,47	1,07	0,36	0,557
2,75	96,4	1,54	20,8	0,99	6,53	0,68	2,57	0,50	1,20	0,38	0,625
2,87	105	1,61	22,6	1,03	7,05	0,71	2,77	0,52	1,30	0,40	0,673
2,98	113	1,67	24,4	0,07	7,58	0,74	2,99	0,54	1,39	0,414	0,722
		1,77	27,3	1,13	8,41	0,78	3,31	0,57	1,54	0,44	0,799
		1,86	30,4	1,19	9,29	0,82	3,64	0,60	1,70	0,46	0,876
		1,93	32,5	1,23	9,91	0,85	3,88	0,62	1,81	0,48	0,932
		1,99	34,7	1,27	10,6	0,88	4,12	0,64	1,91	0,49	0,989
		2,12	39,3	1,36	12,0	0,93	4,64	0,69	2,15	0,525	1,11
		2,25	44,2	1,44	13,5	0,99	5,17	0,73	2,39	0,56	1,23
		2,41	50,8	1,54	15,5	1,06	5,88	0,78	2,71	0,60	1,40
		2,57	57,8	1,64	17,6	1,13	6,63	0,83	3,06	0,64	1,58
		2,73	65,2	1,75	19,9	1,20	7,41	0,88	3,42	0,68	1,76
		2,89	73,1	1,85	22,3	1,27	8,30	0,94	3,80	0,72	1,95
				1,95	24,8	1,34	9,25	0,99	4,20	0,76	2,16
				2,05	27,5	1,41	10,2	1,04	4,62	0,80	2,37

Диаметр в мм																
Q в Алсек	20		25		32		40		50		70		80		100	
	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l
0,10	0,31	20,8														
0,20	0,62	72,7	0,38	21,3	0,21	5,22										
0,30	0,93	153	0,56	44,2	0,32	10,7	0,24	5,42								
0,40	1,24	263	0,75	74,8	0,42	17,9	0,32	8,98								
0,50	1,55	411	0,94	113	0,53	26,7	0,40	13,4	0,23	3,74						
0,80	2,48	1051	1,51	279	0,84	63,2	0,64	31,4	0,38	8,52	0,23	2,53				
0,90	2,79	1330	1,69	354	0,95	78,7	0,72	39,0	0,42	10,7	0,25	3,11				
1,0			1,88	437	1,05	95,7	0,80	47,3	0,47	12,9	0,28	3,76				
1,5			2,82	983	1,58	211	1,19	101	0,71	27,0	0,42	7,72	0,30	1,64		
2,0					2,11	375	1,59	178	0,94	46,0	0,57	13,0	0,40	5,62	0,23	1,47
2,5					2,64	587	1,99	278	1,18	69,6	0,71	19,6	0,50	8,41	0,29	2,16
3,0							2,39	400	1,41	99,8	0,85	27,4	0,60	11,7	0,35	2,98
3,5							2,78	545	1,65	136	0,99	36,5	0,70	15,5	0,40	3,93
4,0									1,88	177	1,13	46,8	0,81	19,8	0,46	5,01
4,5									2,12	224	1,28	58,6	0,91	24,6	0,52	6,20
5,0									2,35	277	1,42	72,3	1,01	30,0	0,58	7,49
5,5									2,59	335	1,56	87,5	1,11	35,8	0,63	8,92
6,0									2,82	399	1,70	104	1,21	42,1	0,69	10,5

Q в л/сек	Диаметр в мм											
	20		25		32		40		50		70	
	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l	v	1000 l
6,5											1,31	49,4
7,0							1,84				1,41	57,3
7,5							1,99				1,51	65,7
8,0							2,13				1,61	74,8
8,5							2,27				1,71	84,4
9,0							2,41				1,81	94,6
9,5							2,55				1,91	105
10,0							2,69				2,01	117
11,0							2,84				2,21	141
12,0											2,42	168
13,0											2,62	197
14,0											2,82	229
15,0												
16,0												
17,0												
18,0												
19,0												
20,0												
22,0												
24,0												
25,0												
26,0												
											0,75	12,1
											0,81	13,9
											0,87	15,8
											0,92	17,8
											0,98	19,9
											1,04	22,1
											1,10	24,5
											1,15	26,9
											1,27	32,4
											1,39	38,5
											1,50	45,2
											1,62	52,4
											1,73	60,2
											1,85	68,5
											1,96	77,3
											2,08	86,6
											2,19	96,5
											2,31	107
											2,54	129
											2,77	154
											2,89	167
											3,00	181

258

Диаметр в мм

Q А/сек	125		150		175		200		225		250		275		300		325		350	
	Q	1000 i	Q	1000 i	Q	1000 i	Q	1000 i	Q	1000 i	Q	1000 i	Q	1000 i	Q	1000 i	Q	1000 i	Q	1000 i
32,0	2,61	109	46,0	1,36	19,4	1,04	9,70	0,81	5,23	0,64	2,92	0,53	1,79	0,44	1,14	0,372	0,762	0,32	0,528	
34,0	2,77	123	52,0	1,45	21,9	1,10	10,9	0,86	5,85	0,68	3,26	0,56	2,00	0,465	1,27	0,395	0,849	0,34	0,588	
35,0	2,85	130	55,1	1,48	23,2	1,14	11,5	0,89	6,17	0,70	3,43	0,58	2,11	0,48	1,34	0,41	0,896	0,35	0,620	
37,0	3,02	145	61,5	1,57	26,0	1,20	12,7	0,94	6,84	0,74	3,80	0,61	2,34	0,51	1,47	0,43	0,989	0,37	0,684	
39,0			68,4	1,66	28,8	1,27	14,1	0,99	7,55	0,78	4,19	0,64	2,57	0,534	1,63	0,453	1,09	0,39	0,752	
40			71,9	1,70	30,3	1,30	14,8	1,01	7,91	0,80	4,39	0,66	2,69	0,55	1,70	0,465	1,14	0,40	0,787	
45			91,0	1,91	38,4	1,46	18,8	1,14	9,86	0,90	5,45	0,74	3,34	0,62	2,11	0,52	1,41	0,45	0,973	
48			104	2,04	43,7	1,56	21,4	1,22	11,1	0,96	6,14	0,79	3,76	0,66	2,37	0,56	1,58	0,48	1,09	
50			112	2,13	47,4	1,63	23,2	1,27	12,1	1,00	6,63	0,82	4,03	0,68	2,55	0,58	1,70	0,50	1,17	
52				2,21	51,3	1,69	25,1	1,32	13,0	1,04	7,14	0,86	4,36	0,71	2,75	0,60	1,83	0,52	1,26	
54				2,30	55,3	1,76	27,0	1,37	14,1	1,08	7,66	0,89	4,68	0,74	2,94	0,63	1,96	0,54	1,35	
57				2,43	61,6	1,85	30,1	1,45	15,7	1,14	8,47	0,94	5,17	0,78	3,25	0,66	2,16	0,57	1,49	
60				2,55	68,3	1,95	33,4	1,52	17,4	1,20	9,30	0,99	5,68	0,82	3,57	0,70	2,38	0,60	1,63	
65				2,77	80,1	2,11	39,2	1,65	20,4	1,30	10,9	1,07	6,60	0,89	4,15	0,75	2,75	0,65	1,89	
70				2,98	92,9	2,28	45,4	1,78	23,6	1,40	12,7	1,15	7,58	0,96	4,76	0,81	3,16	0,70	2,16	
75				2,44	52,2	1,90	27,1	1,50	14,5	1,24	14,5	1,24	8,63	1,03	5,40	0,87	3,59	0,75	2,46	
80				2,60	59,3	2,03	30,9	1,60	16,5	1,32	16,5	1,32	9,82	1,09	6,10	0,93	4,05	0,80	2,77	
85				2,76	67,0	2,16	34,8	1,70	18,7	1,40	18,7	1,40	11,1	1,16	6,83	0,99	4,53	0,85	3,10	
90				2,93	75,1	2,28	39,1	1,80	20,9	1,48	20,9	1,48	12,4	1,23	7,61	1,05	5,04	0,90	3,44	
95						2,41	43,5	1,90	23,3	1,56	23,3	1,56	13,8	1,30	8,48	1,10	5,57	0,95	3,81	
100						2,54	48,2	2,00	25,8	1,65	25,8	1,65	15,3	1,37	9,39	1,16	6,13	1,00	4,19	
104						2,64	52,2	2,08	27,9	1,71	27,9	1,71	16,6	1,42	10,2	1,21	6,58	1,04	4,51	
108						2,74	56,2	2,16	30,1	1,78	30,1	1,78	17,9	1,48	10,9	1,25	7,10	1,08	4,84	
110						2,79	58,3	2,20	31,2	1,81	31,2	1,81	18,6	1,51	11,4	1,28	7,37	1,10	5,00	
120								2,40	27,2	1,98	27,2	1,98	22,1	1,64	13,5	1,39	8,77	1,20	5,87	
130								2,60	43,6	2,14	43,6	2,14	25,9	1,78	15,9	1,51	10,3	1,30	6,89	
140								2,81	50,6	2,31	50,6	2,31	30,1	1,92	18,4	1,63	11,9	1,40	7,99	
150								3,01	58,1	2,47	58,1	2,47	34,5	2,05	21,1	1,74	13,7	1,50	9,17	

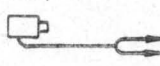
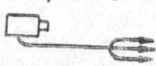
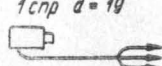
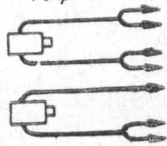
Перечень

зданий и помещений, подлежащих оборудованию спринклерными и дренчерными установками

№ п/п	Наименование отраслей промышленности и предприятий	Здания и помещения, подлежащие оборудованию спринклерными и дренчерными установками
1	Металлургическая, машиностроительная и станкостроительная промышленность	<p>Модельные цехи площадью 1000 м² и более и деревообрабатывающие цехи площадью 2000 м² и более или вписанные в комплекс производственных помещений и не отделенные брандмауэрами при площади более 500 м². Склады сгораемых моделей площадью 700 м² и более</p>
2	Химическая промышленность	<p>Помещения по производству резино-технических изделий площадью 500 м² и более, по производству целлулоидных изделий площадью 300 м² и более, а также помещения по производству резиновых шин, резиновой обуви, целлулоида, киноплёнки на нитрооснове, помещения рыхления и упаковки штапельного волокна, сушилки штапельного волокна, химические и прядильные цехи производства ацетатного шелка, участки дробления, просева и вальцевания резины на регенеративных заводах, фильмокопировальные фабрики</p> <p>Склады каучука емкостью свыше 350 т, склады площадью 700 м³ и более для хранения резиновых шин, резино-технических изделий, резиновой обуви, склады готовой продукции всех видов химических волокон, а также независимо от площади, склады целлулоида, целлулоидных изделий, киноплёнки на нитрооснове и основного сырья для ее производства</p>
3	Предприятия строительных материалов, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность	<p>Деревообрабатывающие, сборочные и отделочные цехи мебельных фабрик при общей площади указанных цехов 2000 м² и более. Деревообрабатывающие заводы (за исключением лесопильных и механических цехов), деревообрабатывающие цехи домостроительных комбинатов; цехи сортировки и облагораживания шпона и сортировочно-обрезные цехи фанеры V—IV степени огнестойкости площадью более 1200 м², III степени огнестойкости площадью более 3000 м², II степени огнестойкости площадью более 7000 м². Отделочные цехи и паккамеры площадью 500 м² и более бумажных фабрик</p> <p>Закрытые склады деревянных деталей и изделий на деревообрабатывающих заводах; склады готовых изделий на домостроительных комбинатах</p>

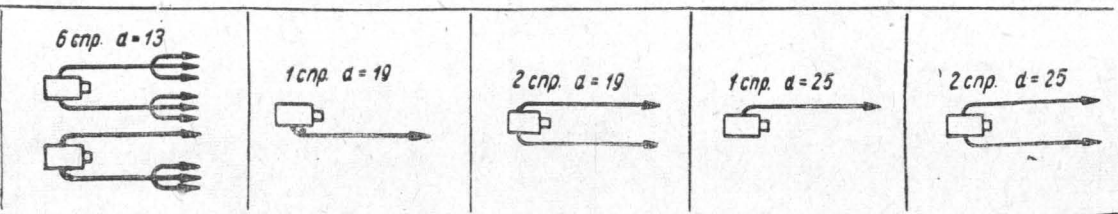
№ п/п	Наименование отраслей промышленности и предприятий	Здания и помещения, подлежащие оборудованию спринклерными и дренчерными установками
4	Легкая и текстильная промышленность	<p>Помещения приготовительных отделов прядильных фабрик, за исключением шерстепрядильных. Прядильные отделы фабрик сухого прядения лубяных волокон</p> <p>Склады готовой продукции текстильной, галантерейной и трикотажной промышленности с площадью пола 700 м² и более</p> <p>Склады лубяных волокон, ацетатных—шелка и штапельного волокна; склады ваты— площадью пола 700 м² и более</p> <p>Дерматино-клееночные фабрики</p>
	Угольная промышленность	Дренчерные установки должны предусматриваться для зданий галерей и эстакад IV—V степени огнестойкости с устройством завес: в местах примыкания галерей и эстакад к зданиям, на крышах надшахтных зданий, галерей и бункеров, а также на сгораемых ограждениях и конструкциях зданий и сооружений, расположенных над железнодорожными путями или параллельно путям при расстоянии до них не более 15 м
6	Предприятия морского, речного и гражданского воздушного флота	Портовые склады сгораемых материалов площадью 700 м ² и более. Фермы и ангары
7	Гаражи	Спринклерные и дренчерные устройства в гаражах надлежит предусматривать по действующим нормам и техническим условиям проектирования гаражей
8	Торговые предприятия	Склады универсальных магазинов и базисные склады сгораемых промтоваров площадью 700 м ² и более
9	Театрально - зрелищные предприятия	Спринклерные и дренчерные установки в театрах, клубах, домах и дворцах культуры надлежит предусматривать в соответствии с требованиями действующих норм и технических условий проектирования зданий театров и клубов
10	Киностудии	Помещения павильонов и коллекторов, склады мебели и реквизита. Отдельно стоящие здания складов фонда, столярных мастерских и цехов обработки пленки и подготовки производства
11	Промышленные мельницы, комбинированные заводы и крупозаводы	Спринклерование и дренчерование предусматривать при наличии деревянных перекрытий
12	Тепловые электростанции	Галереи транспортеров топливоподачи в местах примыкания к зданиям

Определение требуемого напора на насосе и воз

Количество рукавов в магистральной	Длина магистральной рукавной линии	2 шпр. $d=13$		3 шпр. $d=13$		2 шпр. $d=13$ 1 шпр. $d=19$		4 шпр. $d=13$	
									
		66	76	66	76	66	67	66	76
В зависимости от длин									
1	20	3,8	3,8	4,0	3,8	4,3	4,0	3,8	3,8
5	100	4,5	4,0	5,4	4,4	7,1	5,1	4,5	4,0
7	140	4,8	4,1	6,2	4,8	8,5	5,7	4,8	4,1
9	180	5,1	4,3	6,9	5,0	9,8(1, 4)	6,3	5,1	4,3
10	200	5,3	4,4	7,3	5,2	10,5(3)	6,6	5,3	4,4
12	240	5,6	4,5	8,0	5,5	11,8	7,2	5,6	4,5
14	280	5,9	4,6	8,8	5,8	13,3	7,8	5,9	4,6
15	300	6,1	4,7	9,1	6,0	14,0	8,1	6,1	4,7
17	340	6,4	4,8	9,8(2)	6,3	15,3	8,7	6,4	4,8
18	360	6,6	4,9	10,2(1)	6,5		8,9	6,6	4,9
19	380	6,7	5,0	10,6	6,6		9,2	6,7	5,0
20	400	6,9	5,0	10,9(3)	6,8		9,5	6,9	5,0
21	420	7,0	5,1	11,3	6,9		9,8(1, 4)	7,0	5,1
23	460	7,3	5,2	11,8	7,2		10,4	7,3	5,2
25	500	7,7	5,4	12,8(4)	7,4		11,0(3)	7,7	5,4
27	540	8,0	5,5	13,5	7,9		11,8(2)	8,0	5,5
30	600	8,5	5,7	14,6	8,3		12,5	8,5	5,7
34	680	9,2	6,0		8,9		13,7	9,2	6,0
37	740	9,7	6,2		9,4		14,5	9,7	6,2
38	760	9,8(2)	6,3		9,6		14,8	9,8(1)	6,3
39	780	10,0	6,3		9,7		15,1	10,0(4)	6,3
40	800	10,2(1)	6,4		9,9(4)			10,1	6,4
42	840	10,5	6,6		10,2(1)			10,5	6,6
44	880	10,8	6,7		10,5			10,8	6,7
45	900	10,9(3)	6,7		10,6			10,9(3)	6,7
47	940	10,3	6,9		10,9			11,3	6,9
48	960	11,4	7,0		11,1(3)			11,4	7,0
49	980	11,6	7,1		11,3			11,6	7,1
50	1000	11,8	7,2		11,5			11,9(2)	7,2
Расход в л/сек		6,8			10,2	14		13,6	
в л/мин		400			600	840		800	

Предельные напоры на насосах соответственно выделены цифрами в скобках (3) ПМЗ 17 — 18; (4) I

длина магистральных рукавных линий



метр магистрали в мм

66	76	66	76	66	76	66	76	66	76
рукавной линии держать напор в атм									
4,0	3,8	2,9	2,7	2,9	2,7	2,9	2,6	2,9	2,6
5,4	4,4	3,4	3,0	3,4	3,0	4,5	3,4	4,5	3,4
6,2	4,8	3,7	3,2	3,2	3,2	5,3	3,7	5,3	3,7
6,9	5,0	4,0	3,3	4,0	3,3	6,1	4,1	6,1	4,1
7,3	5,2	4,2	3,3	4,2	3,3	6,5	4,2	6,5	4,2
8,0	5,5	4,4	3,5	4,4	3,5	7,3	4,6	7,3	4,6
8,9(1)	5,8	4,7	3,6	4,7	3,6	8,1	4,9	8,1	4,9
9,1	6,0	4,9	3,6	4,9	3,6	8,4	5,1	8,8(1)	5,1
9,8(4)	6,3	5,2	3,7	5,2	3,7	9,3	5,5	9,3	5,5
10,2	6,5	5,3	3,8	5,3	3,8	9,8(4)	5,6	9,8(4)	5,6
10,6	6,6	5,4	3,9	5,4	3,9	10,2(1)	5,7	10,2	5,7
11,0(2,3)	6,8	5,6	4,0	5,6	4,0	10,5	6,0	10,6(2)	6,0
11,3	6,9	5,8	4,0	5,8	4,0	11,0	6,2	11,0(3)	6,2
11,8	7,2	6,1	4,2	6,1	4,2	11,9(2,3)	6,5	11,9	6,5
12,8	7,4	6,4	4,3	6,4	4,3	12,7	6,9	12,7	6,9
13,5	7,9	6,7	4,4	6,7	4,4	13,5	7,3	13,5	7,3
14,6	8,3	7,2	4,6	7,2	4,6	14,7	7,9	14,7	7,9
	8,9	7,7	4,8	7,7	4,8		8,6		8,6
	9,4	8,2	5,0	8,2	5,0		8,9		8,9(1)
	9,6	8,3	5,1	8,3	5,1		9,2		9,2
	9,7	8,5	5,2	8,5	5,2		9,3		9,3
	9,9	8,6	5,2	8,6	5,2		9,5		9,5
	10,2	8,9	5,3	8,9	5,3		9,8		9,8(4)
	10,5	9,2	5,4	9,2	5,4		10,2		10,2
	10,6	9,4	5,5	9,4	5,5		10,4		10,4
	10,9	9,7	5,7	9,7	5,7		10,7		10,7
	11,1	9,8	5,7	9,8	5,7		10,8		10,8(2)
	11,3	10,0(4,2)	5,8	10,0	5,8		11,0		11,0(3)
	11,5	10,1	5,9	10,1	5,9		11,2		11,2

20,4

6,5

13

10,8

21,6

1200

400

800

650

1300

как: (1) ПМГ-12 и ПМЗ-11; (2) ПМЗ195 10; 13 и 15; ПМГ-9.

Предельное количество рукавов при подаче воды на пожар от пожарных автонасосов способом перекачки

Данные насоса у места пожара			Диаметр рукавов в мм	Марка пожарных автомобилей																		Мотопопла ММ-1200							
количество стволов и спринклеров	диаметр спринклера	общий расход воды в л/сек		Материал рукавов	Геометрическая высота подъема воды в м																								
					ПМЗ-9; 10; 13 и 15						ПМГ-6, 12 и ПМЗ-11						ПМГ-19						ПМЗ-17 и 18						
					0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0		10	20	30				
1	19	6,5	66 76	34 88	30 80	27 72	24 63	28 74	25 66	22 58	19 50	27 69	23 61	20 53	17 45	30 77	24 69	21 62	18 54	15 38	12 30								
			66 76	75 176	68 160	62 145	55 128	63 147	56 131	49 115	43 100	59 138	52 123	45 107	39 92	66 156	60 140	53 125	46 108	39 93	26 77								
1	25	10,8	66 76	12 31	11 28	10 25	9 22	10 26	9 23	8 20	6 17	10 25	9 22	7 19	6 16	11 28	10 25	9 22	7 18	6 15	5 13								
			66 76	26 62	24 57	21 51	19 45	22 52	19 46	17 41	15 35	21 50	19 44	16 39	14 33	24 57	22 51	19 45	17 38	13 31	8 26								
2	13	6,8	66 76	31 80	28 71	25 64	21 57	26 68	23 60	20 53	18 46	24 63	21 56	19 48	16 41	28 71	25 64	22 56	19 49	16 42	13 35								
			66 76	68 159	62 145	55 130	50 116	57 135	52 121	46 107	40 98	54 126	48 112	42 98	35 83	61 142	54 127	48 114	42 99	36 84	24 55								
2	19	13	88 76	8 21	7 19	6 17	5 13	7 17	6 15	6 14	5 11	6 17	6 15	5 13	4 11	7 19	6 17	6 15	5 12	4 10	3 8								
			66 76	18 43	16 38	14 34	13 31	16 35	15 31	13 28	11 24	15 34	13 31	11 27	9 23	16 39	15 35	13 31	11 25	9 21	7 17								

Данные насоса у места пожара			Марка пожарных автомобилей														Мотопомпа ММ-1200															
количество стволов и спринклеров	диаметр спринклера	общий рас- ход воды в л/сек	материал рукавов	диаметр рукавов в мм	Геометрическая высота подъема воды в м																											
					ПМЗ-9; 10; 13; и 15						ПМЗ-11						ПМГ-19						ПМЗ-17 и 18									
					0		10		20		30		0		10		20		30		0		10		20		30		0		10	
2	25	21,6	Непроре- зинный	66	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				76	8	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	7	6	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	13	10,2	Прорези- ненный	66	5	4	3	3	5	4	4	3	5	4	4	3	6	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
				76	12	11	10	8	11	9	8	7	12	11	9	8	14	12	11	10	7	6	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1
3	13	10,2	Непроре- зинный	66	13	12	11	10	11	10	9	7	11	9	8	7	12	11	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
				76	35	32	29	25	29	22	19	28	25	22	18	32	28	25	22	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
2 и 1	13	14	Прорези- ненный	66	36	27	25	22	25	22	19	17	24	21	18	16	27	24	22	19	18	15	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
				76	71	64	58	51	58	52	46	39	56	50	43	37	64	57	51	44	42	36	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
4	13	13,6	Непроре- зинный	66	7	5	4	3	6	5	4	4	5	5	4	3	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
				76	19	17	15	13	14	12	11	9	15	13	11	9	16	15	13	11	10	8	7	5	2	2	2	2	2	2	2	2
6	13	20,4	Прорези- ненный	66	16	14	11	9	13	12	10	9	12	11	9	8	14	13	11	10	9	7	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4
				76	39	33	30	26	29	26	23	19	30	26	23	20	34	30	27	23	21	18	14	11	9	7	6	6	6	6	6	6
4	13	13,6	Непроре- зинный	66	7	6	5	4	6	5	5	4	6	5	4	4	7	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
				76	19	17	16	14	15	14	12	10	16	14	12	10	18	16	14	12	11	9	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5
6	13	20,4	Прорези- ненный	66	16	15	14	13	13	12	10	9	13	12	10	9	15	13	12	10	9	8	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
				76	39	35	30	23	33	28	25	21	32	28	23	21	36	33	28	25	23	19	15	12	10	9	8	6	6	6	6	6
6	13	20,4	Непроре- зинный	66	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
				76	8	7	6	5	6	5	4	3	7	6	5	4	8	7	6	5	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	13	20,4	Прорези- ненный	66	6	6	5	4	5	4	4	4	3	5	5	4	3	6	6	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				76	16	14	12	11	12	11	9	8	13	12	10	9	16	14	12	11	8	7	5	4	3	2	2	2	2	2	2	2

Таблица 8

Схемы рукавных систем	Тип рукавов	Диаметр рукава	Диаметры спрысков											
			28				32				38			
			ПМЗ-1, ПМЗ-2	ПМЗ-17, ПМЗ-18	ПМЗ-9, ПМЗ-10, ПМЗ-15	ПМТ-6; ПМЗ-12	ПМЗ-1, ПМЗ-2	ПМЗ-17, ПМЗ-18	ПМЗ-9, ПМЗ-10, ПМЗ-15	ПМТ-6; ПМЗ-12	ПМЗ-1, ПМЗ-2	ПМЗ-17, ПМЗ-18	ПМЗ-9, ПМЗ-10, ПМЗ-15	ПМТ-6; ПМЗ-12
	Прорезиненный Непрорезиненный	66 76 66 76	1 2 — 1	18 43 8 21	19 45 8 22	13 30 6 15	— — — —	10 25 4 12	9 21 4 10	— — — —	— — — —	5 12 2 6	— — — —	— — — —
	Напор на насосах в м вод. ст.		54	109	112	92	—	109	100	—	—	109	—	—
	Прорезиненный Непрорезиненный	66 76 66 76	9 20 4 10	19 44 8 22	22 52 10 26	17 41 7 20	4 9 2 5	10 25 5 12	12 29 5 14	9 20 4 10	1 2 — 1	5 13 2 6	5 24 2 7	4 10 1 5
	Напор на насосах в м вод. ст.		75	110	121	102	69	110	119	100	58	110	115	96
	Прорезиненный Непрорезиненный	66 76 66 76	34 75 15 38	71 113 33 86	91 214 41 107	67 156 30 78	15 30 6 17	44 103 20 52	49 117 22 57	36 86 16 43	3 7 1 4	21 50 9 24	24 57 11 28	17 40 7 20
	Напор на насосах в м вод. ст.		75	110	121	102	69	110	119	100	58	110	115	96
Для всех систем	Напор у сырья Расход из сырья		50 м вод. ст. 19 л/сек	50 м вод. ст. 25 л/сек										50 м вод. ст. 35 л/сек

Максимальное количество автономных насосов, которое (ориентировочно) можно установить на водопроводную линию

Диаметр труб в мм	Характеристи- ка сети	Насосы	Напор в сети в атм				
			1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8
100	Тупиковая	ПМЗ-1 и 2	1	1	1	1-2	1-2
		ПМГ-19 и 20	1	1	1	1	1-2
		ПМГ-6 и 12, ПМЗ-11	1	1	1	1	1
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	1	1	1	1	1
	Кольцевая	ПМЗ-1 и 2	1-2	1-2	2	2-3	3
		ПМГ-19 и 20	1-2	1-2	2	2-3	3
		ПМГ-6, 12 и ПМЗ-11	1	1-2	1-2	2	2-3
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	1	1	1-2	2	2
125	Тупиковая	ПМЗ-1 и 2	1	1-2	2-3	2	3
		ПМГ-19 и 20	1	1-2	2	2	3
		ПМГ-6 и 12, ПМЗ-11	1	1-2	1-2	2	2
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	1	1	1-2	1-2	1-2
	Кольцевая	ПМЗ-1 и 2	2-3	4	4	6	6
		ПМГ-19 и 20	2	3	3-4	6	6
		ПМЗ-6, 12, ПМЗ-11	2	3	3	4	4
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	1-2	2	2-3	3-4	3-4
150	Тупиковая	ПМЗ-1, 2	1-2	2	2-3	3	3
		ПМГ-19 и 20	1-2	1-2	2	2-3	3
		ПМГ-6, 12, ПМЗ-11	1	1-2	2	3	2-3
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	1	1	1-2	1-2	2
	Кольцевая	ПМЗ-1 и 2	3	4	5	6	6
		ПМГ-19 и 20	3	4	5	5	6
		ПМГ-6, 12, ПМЗ-11	2-3	3	4	4-5	5
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	2	2-3	3-4	3-4	4-5
200	Тупиковая	ПМЗ-1 и 2	2	3	3	4	4
		ПМГ-19 и 20	1-2	2	2-3	3-4	4
		ПМГ-6, 12, ПМЗ-11	1	2	2-3	3	3
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	1	1-2	2	2	2-3
	Кольцевая	ПМЗ-1 и 2	3	6	7	8	9
		ПМГ-19 и 20	2-3	5	6	7-8	8
		ПМГ-6, 12, ПМЗ-11	3	3-4	5	6	7
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	2-3	3-4	4	5	6
250	Тупиковая	ПМЗ-1 и 2	2-3	4-5	4-5	7	5-6
		ПМГ-19 и 20	2	3	4	4-5	5
		ПМГ-6, 12, ПМЗ-11	2	2-3	3	4	4-5
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	1-2	2	2-3	3	3-4
	Кольцевая	ПМЗ-1 и 2	5-6	7	9	—	—
		ПМГ-19 и 20	5	6-7	9	9	10
		ПМГ-6, 12, ПМЗ-11	4	5	7	9	9-10
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	3-4	4	5-6	7	7
300	Тупиковая	ПМЗ-1 и 2	3-4	5-6	6	7	8
		ПМГ-19 и 20	3	4-5	5	6-7	7
		ПМГ-7, 12, ПМЗ-11	2-3	4	4-5	5	6-7
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	2	3	3-4	4	4-5
	Кольцевая	ПМЗ-1 и 2	7-8	10	—	—	—
		ПМГ-19 и 20	6-7	9	12	—	—
		ПМГ-6, 12, ПМЗ-11	5-6	8	10	11	13
		ПМЗ-9, 10, 13, 15	4-5	6-7	8	9	10

ЛИТЕРАТУРА

Тарасов-Агалаков Н. А. Практическая гидравлика в пожарном деле. Изд. МКХ РСФСР, 1959.

Тарасов-Агалаков Н. А. Обследование систем противопожарного водоснабжения. Изд. МКХ РСФСР, 1952.

Информационный сборник. Вопросы водоотдачи водопроводных сетей на пожарные нужды. Изд. МКХ РСФСР, 1952.

Абрамов Н. Н., Павлов В. И., Гениев Н. Н. Водоснабжение, Госстройиздат, 1958.

Поздняков И. Т. Испытание и контроль работы насосных установок водопроводных станций. Изд. МКХ РСФСР, 1952.

Цикерман Л. Я. Защита напорных трубопроводов. Госстройиздат, 1950.

Справочник по водоснабжению и канализации. Государственное Издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1960.

Строительные нормы и правила. СНиП II-Г. 3-62, II-Г. 2-62, II-Г. 1-62 и II-А. 5-62. Госстройиздат, 1963.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Глава I. Противопожарные водопроводы	4
§ 1. Классификация водопроводов	4
§ 2. Общие схемы водопроводов	5
§ 3. Схемы подачи воды на промышленные объекты	8
Глава II. Нормы расходов и напоров воды	11
§ 4. Нормы расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населенных пунктов	11
§ 5. Нормы расходов воды на производственные, хозяйственно-питьевые и душевые нужды промышленных объектов	15
§ 6. Нормы расходов воды на нужды пожаротушения	19
§ 7. Нормы напоров воды	28
Глава III. Водоприемные и очистные сооружения	33
§ 8. Источники водоснабжения	33
§ 9. Сооружения для забора подземных вод	34
§ 10. Сооружения для забора воды из поверхностных источников	40
§ 11. Улучшение (очистка) качества воды	45
§ 12. Противопожарные требования, предъявляемые к источникам водоснабжения и сооружениям I подъема	50
Глава IV. Регулирующие и запасные емкости	54
§ 13. Запасные резервуары	55
§ 14. Водонапорные баки	65
§ 15. Пневматические установки	77
Глава V. Насосные станции II подъема	83
Глава VI. Наружные водопроводные сети	94
§ 16. Устройство наружной водопроводной сети	94
§ 17. Арматура наружной водопроводной сети	103
§ 18. Расчет наружной водопроводной сети	126
§ 19. Противопожарные требования, предъявляемые к наружным водопроводным сетям	140
§ 20. Зонные системы водоснабжения	145
Глава VII. Внутренняя водопроводная сеть	149
§ 21. Устройство и работа внутренних водопроводных сетей	149
§ 22. Противопожарные требования, предъявляемые к устройству внутреннего водопровода	157
§ 23. Расчет внутреннего водопровода. Противопожарные требования, предъявляемые к расчету внутреннего водопровода	162
Глава VIII. Спринклерное и дренчерное оборудование	169
§ 24. Спринклерное оборудование	170
§ 25. Дренчерное оборудование	182
§ 26. Спринклерная и дренчерная сеть	189
§ 27. Водопитатели спринклерных и автоматических дренчерных систем	192
§ 28. Расчет спринклерных систем	197
§ 29. Эксплуатация спринклерного и дренчерного оборудования	205

Глава IX. Водоснабжение сельских населенных пунктов	208
§ 30. Водоснабжение сельских населенных пунктов из водопроводов	208
§ 31. Безводопроводное противопожарное водоснабжение колхозов, совхозов и РТС	216
§ 32. Противопожарные требования и нормы, предъявляемые к водоснабжению сельских населенных мест	223
Глава X. Эксплуатация водопроводов	226
Глава XI. Общие замечания по методике рассмотрения проектов систем водоснабжения объектов и населенных пунктов	230
Глава XII. Общие замечания по методике пожарно-технического обследования систем водоснабжения	232
Глава XIII. Испытание водопроводных сетей на водоотдачу	235
§ 33. Способы практического определения напоров и расходов воды	235
§ 34. Испытание внутренней водопроводной сети на водоотдачу	239
§ 35. Испытание наружной водопроводной сети на водоотдачу	240
Глава XIV. Совместная работа водопровода, пожарных насосов и рукавных систем	244
§ 36. Построение характеристики $Q-H$ рукавной системы	245
§ 37. Совместная работа центробежного насоса и системы рукавных линий	246
§ 38. Определение напоров на насосе, расходов воды и предельно-возможных длин рукавных линий	250
Приложения	253
Литература	267

КУЗНЕЦОВА АНТОНИНА ЕВДОКИМОВНА
ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Редактор *М. Г. Шувалов*
Редактор издательства *В. А. Чекризов*

Техн. редактор *Ф. М. Хенох*

Корректор *Л. В. Савранская*

Сдано в набор 9/VII 1963 г.

Подписано к печати 29/XII 1963 г.

Формат бум. 60×90^{1/16}

Печ. л. 17,5 (в том числе 1 вкл.)

Уч.-изд. 17,5

Л1100051

Изд. № 1531

Тираж 5000

Цена 76 коп.

Заказ 1872

Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР
Москва, К-12, Ипатьевский пер., д. 14

Московская типография № 28 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати,
Москва, Е-398, ул. Плещеева, 22