

Содержание

Введение	5
1. Общие сведения о противопожарном водоснабжении.....	7
1.1. Термины, определения и условные обозначения.....	7
1.2. Классификация систем водоснабжения	10
2. Противопожарное водоснабжение населенных пунктов и промышленных объектов.....	15
2.1. Водоснабжение населенных пунктов.....	15
2.2. Водоснабжение малых населенных пунктов.....	21
2.3. Водоснабжение промышленных предприятий	25
2.4. Специальные наружные противопожарные водопроводы высокого давления..	32
3. Основные сооружения водопровода	35
3.1. Источники водоснабжения и водозаборные устройства.....	35
3.2. Напорно-регулирующие емкости	36
3.3. Насосные станции	45
4. Устройство и обеспечение надежности работы водопроводной сети.....	62
Список использованных источников	72

Введение

Несмотря на развитие пожарной техники и оборудования, позволяющих использовать в целях пожаротушения новые огнетушащие средства, статистика утверждает, что около 90% пожаров на военных объектах тушатся с помощью воды и водных растворов.

Непрерывное развитие пожаро- и взрывопожарных производств, широкое применение в промышленности и быту синтетических материалов и конструкций из металла с низким пределом огнестойкости, тенденция увеличения площадей и этажности производственных, административных, общественных и жилых зданий, а также концентрация производственных и энергетических мощностей и увеличение вместимости товарно-материальных складов требуют усиленного внимания к вопросам профилактики предупреждения пожаров и необходимых условий для их успешного тушения.

Одним из основных факторов, обеспечивающих успешную борьбу с огнем, является водоснабжение.

Системы противопожарного водоснабжения представляют собой комплекс сложных технических устройств, обеспечивающих пожарную безопасность людей, технологического оборудования и материальных ценностей.

От того, насколько правильно будут спроектированы системы водоснабжения зависит возможность использования их в целях пожаротушения.

В воинских частях ВС РФ при строительстве новых объектов, а также реконструкции и расширении имеющихся зданий (сооружений) особенно остро встает вопрос обеспечения противопожарного водоснабжения от эксплуатируемой системы наружного водоснабжения, что, как правило, требует расширения последней и перепроектирования ее на пропуск больших расчетных расходов воды, что, в свою очередь, требует выполнения определенных организационных мероприятий: гидравлический расчет водопроводной сети, разработка, экспертиза и согласование проектов, приемка в эксплуатацию, обследование, испытание на водоотдачу.

В данном пособии рассматриваются общие сведения о противопожарном водоснабжении воинских частей и требования руководящих документов, предъявляемые к нему; вопросы, позволяющие в соответствии с действующими нормами и правилами произвести проектирование, расчет, экспертизу и приемку проектов, обследование и правильную эксплуатацию систем противопожарного водоснабжения.

1. Общие сведения о противопожарном водоснабжении

1.1. Термины, определения и условные обозначения

<i>Внутренний водопровод</i> -	система трубопроводов и устройств, обеспечивающая подачу воды к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и обслуживаемому оборудованию, обслуживающая одно здание или группу зданий и сооружений и имеющая общее водоизмерительное устройство от сети водопровода населенного пункта или промышленного предприятия
<i>Интенсивность подачи воды</i> –	количество воды, подающейся на единицу площади в единицу времени
<i>Противопожарное водоснабжение</i> –	комплекс инженерно – технических сооружений, предназначенных для забора и транспортирования воды, хранения ее запасов и использования их для пожаротушения
<i>Пожарный гидрант</i> –	устройство для отбора воды из водопроводной сети для тушения пожара (виды: подземный пожарный гидрант, наземный пожарный гидрант)
<i>Пожарная колонка</i> –	съёмное устройство, устанавливаемое на пожарный гидрант для отбора воды
<i>Пожарный кран</i> –	может быть наружным и внутренним – ком-

плект, состоящий из клапана, установленного на пожарном трубопроводе и оборудованного пожарной соединительной головкой, а также пожарного рукава с ручным стволом.

Расход воды –

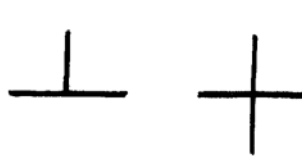
количество воды, подающееся в единицу времени

Условные обозначения

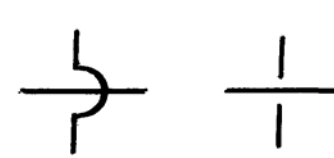
Трубопровод



Соединение трубопроводов



Перекрещивание трубопроводов



Водомер крыльчатый



Вентиль (клапан) запорный



Клапан обратный



Клапан дроссельный



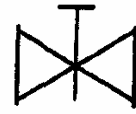
Клапан редукционный



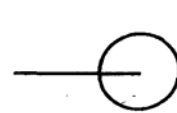
Клапан воздушный автоматический
(вантуз)



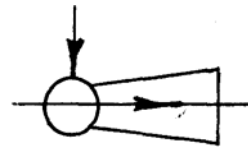
Задвижка



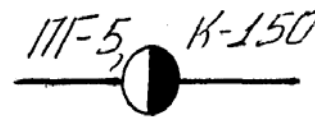
Насос лопастной, центробежный



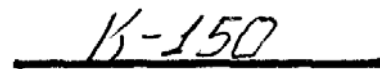
Насос струйный (этектор, инжектор, элеватор водоструйный и пароструйный)



Пожарный гидрант



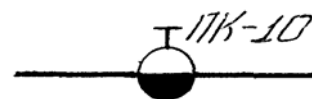
Кольцевая водопроводная магистраль



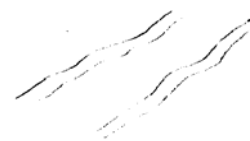
Тупиковая водопроводная магистраль



Внутренний пожарный кран



Река



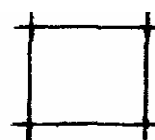
Пруд


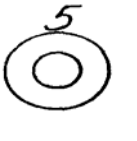



Пожарный водоем (объем в м³)



Пирс



Колодец	
Водонапорная башня (скважина) $V = 5 \text{ м}^3$	
Трубопровод с вертикальным стояком	

1.2. Классификация систем водоснабжения

Системой водоснабжения называют комплекс инженерных сооружений, предназначенных для забора воды из водоисточника, её очистки, хранения и подачи к местам потребления.

Системы водоснабжения классифицируют по ряду признаков.

По *виду обслуживаемого объекта* системы водоснабжения делят на городские, поселковые, промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и пр.

По *способу передачи воды* водопроводы бывают напорные с механической передачей воды насосами и самотечные (гравитационные). Последние устраивают в горных районах при расположении водоисточника на высоте, обеспечивающей естественную подачу воды потребителям; такие системы характеризуются меньшими затратами, они надежнее напорных, так как не нуждаются в электроснабжении основного оборудования.

В зависимости от *условий приведения в работу* системы классифицируют на автоматизированные системы снабжения и системы, приводимые в действие операторами (например, прибывшими к месту пожаротушения подразделениями пожарной охраны).

По *виду используемых природных источников* различают водопроводы, забирающие воду из поверхностных источников (рек, водохранилищ, озер, морей) и

подземных (артезианских, родниковых). Имеются также водопроводы смешанного питания.

По назначению системы водоснабжения подразделяют на хозяйственно – питьевые, предназначенные для передачи воды на хозяйственные и питьевые нужды населения и работников предприятия; производственные, снабжающие водой технологические процессы производства; противопожарные, обеспечивающие подачу воды для тушения пожаров.

Часто устраивают объединенные системы водоснабжения: хозяйственно – противопожарные, производственно – противопожарные или хозяйственно – производственно – противопожарные. В городах и поселках, как правило, устраивают объединенные хозяйственно – противопожарные водопроводы. Из этих же водопроводов вода подается и на промышленные предприятия, если последние потребляют незначительное количество воды или по условиям технологического процесса производства требуется вода питьевого качества.

При больших расходах воды промышленные предприятия могут иметь самостоятельный водопровод, обеспечивающий им хозяйственно – питьевые, производственные и пожарные нужды. В этом случае чаще всего сооружают отдельные хозяйственно – противопожарный и производственный водопроводы и значительно реже отдельные производственно – противопожарный, хозяйственно – питьевой или объединенный хозяйственно – производственно – противопожарный. Совмещение противопожарного водопровода с хозяйственным, а не с производственным водопроводом объясняется следующими причинами.

Производственная водопроводная сеть обычно бывает мало разветвленной, так как вода подается лишь наиболее крупным водопотребителям, хозяйственная же и противопожарная сеть должны охватывать все объекты предприятия.

Для многих технологических процессов производства вода подается под строго определенным напором и расходом. При тушении пожара изменение напора в водопроводной сети может привести либо к ухудшению качества выпускаемой продукции, либо к аварии производственных аппаратов.

Устройство самостоятельного противопожарного водопровода допускается только в том случае, если объединение его с хозяйственно – питьевым или производственным водопроводом по техническим или экономическим соображениям нецелесообразно. Например, на промышленном объекте расход воды на хозяйственно – питьевые и производственные нужды незначительный, а на противопожарные нужды расход воды большой.

Самостоятельный противопожарный водопровод устраивается обычно на наиболее пожароопасных объектах – предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, лесобиржах, хранилищах сжиженных газов и др.

По давлению противопожарные водопроводы (отдельные или объединенные с водопроводами другого назначения) различают низкого или высокого давления [9]. Свободный напор в сети противопожарного водопровода низкого давления при пожаротушении на уровне поверхности земли должен быть не менее 10 м, при этом длина рукавов не должна превышать 150 м. Вода для наружного пожаротушения подается под необходимым напором передвижными пожарными насосами или мотопомпами, забирающими воду через пожарный гидрант.

В системе противопожарного водопровода высокого давления вода к месту пожара подается по рукавам непосредственно из гидрантов, а необходимый для пожаротушения напор в сети и у стволов создается стационарными пожарными насосами, установленными в насосной станции – насосы оборудуются устройствами, обеспечивающими их запуск не позднее, чем через 5 мин после получения сигнала о пожаре.

Водопроводные сети высокого и низкого давления устраивают кольцевыми, в исключительных случаях допускается применять тупиковые линии, при этом длина их не должна превышать 200 м.

По виду обслуживания системы водоснабжения могут обслуживать как один объект, например город или промышленное предприятие, так и несколько объектов. В последнем случае эти системы называют групповыми. Обслуживание ряда объектов единой системной водоснабжения дает значительные преимущест-

ва, так как стоимость общего водопровода ниже, чем суммарная стоимость индивидуальных систем для каждого отдельного объекта.

Если система водоснабжения обслуживает одно здание или небольшую группу компактно расположенных зданий из ближайшего источника, то ее называют местной системой.

Для питания водой под требуемым напором различных участков территории населенного пункта (промышленного предприятия), имеющей значительную разницу в отметках, устраивают зонное водоснабжение.

Система водоснабжения, обслуживающая несколько крупных водопотребителей, расположенных на определенной территории, называется районной.

По *надежности подачи воды* системы водоснабжения подразделяются на три категории в соответствии с данными, приведенными в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Категории надежности водопроводов

Характеристика водопотребителя	Категория надежности
<p>Предприятия металлургической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности, электростанции, хозяйственно – питьевые водопроводы населенных пунктов с числом жителей более 50000 чел., - допускается снижение подачи воды не более чем на 30 % расчетных нормативов длительностью до 3 суток. Перерыв в подаче допускается на время ликвидации повреждения и включения резервных систем но не более чем на 10 мин</p>	I
<p>Предприятия угольной, горно-рудной, нефтеперерабатывающей, машиностроительной и других видов промышленности; хозяйственно – питьевые водопроводы населенных пунктов с числом жителей от 5000 до 50000 человек и групповые сель-</p>	II

Характеристика водопотребителя	Категория надежности
<p>скохозяйственные водопроводы – допускается снижение подачи воды не более, чем на 30 % расчетных нормативов, продолжительностью до 10 суток или перерывы в подаче воды сроком до 6 часов</p> <p>Мелкие промышленные предприятия; системы орошения сельскохозяйственных земель; хозяйственно – питьевые водопроводы населенных пунктов с числом жителей до 500 чел. – допускается перерыв в подаче воды до 24 часов. Или снижение подачи воды не более, чем на 30 % расчетных нормативов до 15 суток</p>	III

2. Противопожарное водоснабжение населенных пунктов и промышленных объектов

2.1. Водоснабжение населенных пунктов

Большинство современных населенных пунктов имеют различные категории водопотребителей, предъявляющих разнообразные требования к количеству и качеству потребляемой воды.

Выбор источника водоснабжения в каждом отдельном случае обосновывается соответствующими техническими и экономическими показателями и во внимание принимается, наряду с мощностью источника, качество воды в нем, расстояние от снабжаемого водой объекта и т.п.

На рисунке 2.1 приведена наиболее распространенная схема водоснабжения города с получением воды из реки. Речная вода поступает в водоприемник (оголовок) 1 и по самотечным трубам 2 в береговой колодец 3, а из него насосами первого подъема 4 подается в отстойники 5 и далее на фильтры 6 для очистки от загрязнений и обеззараживания. Пройдя очистную станцию, вода поступает в запасные резервуары чистой воды 7, из которых она насосами второго подъема 8 подается по водоводам 9 в напорно–регулирующее сооружение 10 (надземный или подземный резервуар, размещенный на естественном возвышении, водонапорную башню или пневматическую установку), а также в магистральные трубы 11 водопроводной сети, по которым вода транспортируется в различные районы города и по распределительным трубам 12 и домовым вводам 13 поступает к потребителям 14.

Систему водоснабжения при проектировании обычно разделяют на две части: наружную и внутреннюю. К наружному водопроводу относят все сооружения для забора, очистки воды и распределения ее водопроводной сетью до вводов в здания. Внутренние водопроводы представляют собой совокупность устройств, обеспечивающих получение воды из наружной сети и подачу ее к водозаборным устройствам, расположенным внутри здания (потребителям).

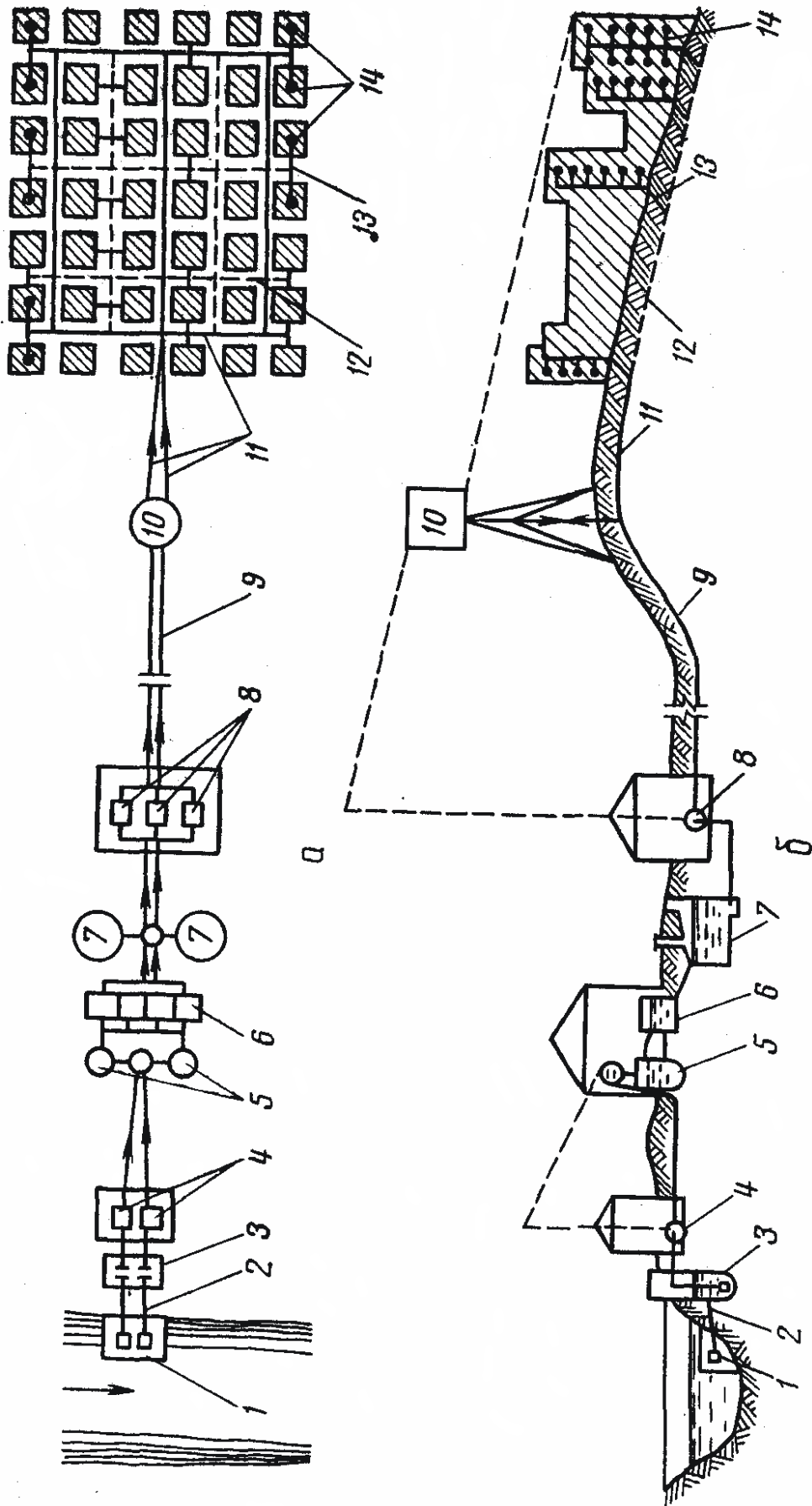


Рис. 2.1. Схема водоснабжения населенного пункта: а — план; б — разрез

Сооружения для забора воды должны обеспечивать снабжение потребителей водой возможно лучшего качества, что достигается правильным выбором места их расположения, типа и конструкции.

Очистные сооружения служат для придания воде необходимых физических, химических и бактериологических свойств. Их работа наиболее эффективна при равномерном поступлении воды. Поэтому воду из источника насосная станция I подъема должна подавать более или менее равномерно по часам суток. В то же время режим работы насосной станции должен строиться с учетом водопотребления, которое не является постоянным: оно является наибольшим в дневное время и снижается ночью. Регулирование неравномерности работы насосных станций I и II подъемов достигается благодаря устройству запасных резервуаров чистой воды.

Устройство водонапорной башни или других напорно–регулирующих сооружений часто бывает необходимо в том случае, если наблюдается значительная неравномерность потребления воды городом по часам суток и подачи ее насосами II подъема. Когда насосы подают воды больше, чем ее расходуется, излишек воды поступает в водонапорную башню; когда же воды расходуется больше, чем подается насосами, вода, напротив, идет из башни. Кроме того, напорно–регулирующее сооружение предназначается для хранения запаса воды на тушение пожара.

На рис. 2.1 водонапорная башня расположена в начале водопроводной сети. Предположим, что здесь имеется естественная возвышенность. Но могут быть случаи, когда такая возвышенность находится в другом месте города, в частности, даже в противоположной стороне от водопровода. В последнем случае водонапорная башня называется *контррезервуаром*.

Режим работы системы при таком расположении башни будет отличаться от режима работы системы с башней в начале сети.

В системах с контррезервуаром в часы максимального водоразбора вода в сеть будет подаваться с двух противоположных сторон: от насосов Q_H и от башни

Q_6 (рис. 2.2). Зная Q_H и Q_6 , а также характер отбора воды из сети, можно наметить районы питания сети от насосов и башни. У границы этих районов (линия а-а) будет происходить встреча потоков воды, идущих от башни и насосов. Подача максимального расхода воды из двух противоположных точек позволяет уменьшать диаметры водопроводных труб.

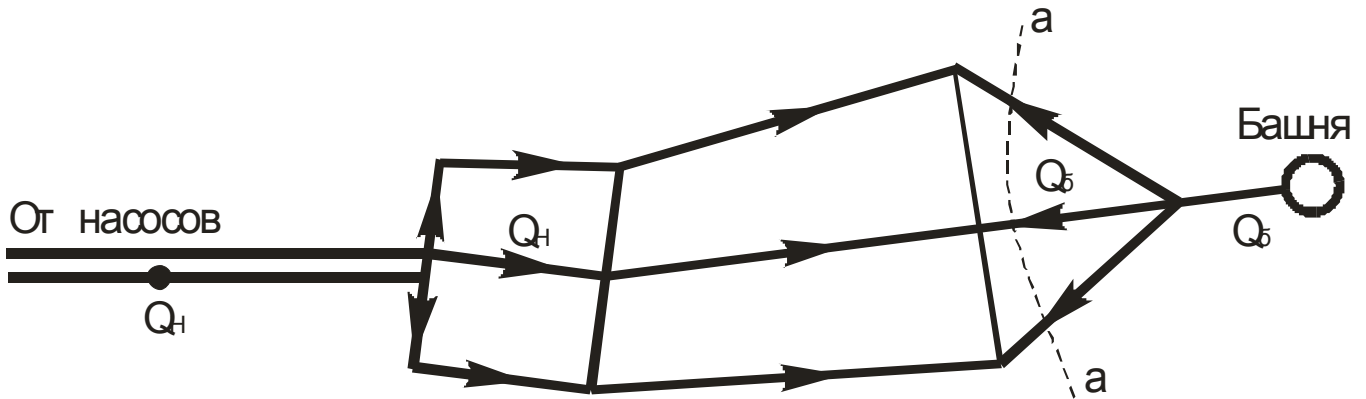


Рис. 2.2. Схема водопровода с контррезервуаром

Неравномерность водопотребления по часам суток с ростом городов и, следовательно, с увеличением численности населения и потребления воды в значительной мере сглаживается, что позволяет обходиться без напорно-регулирующих сооружений. В этом случае воду подают насосами непосредственно в трубы распределительной сети.

Устройство пневматических установок в городах может применяться для систем местного водоснабжения при суточном расходе воды до 300 м^3 . Что касается водонапорных башен, то их строительство бывает оправдано при суточном расходе до $60\,000 \text{ м}^3$.

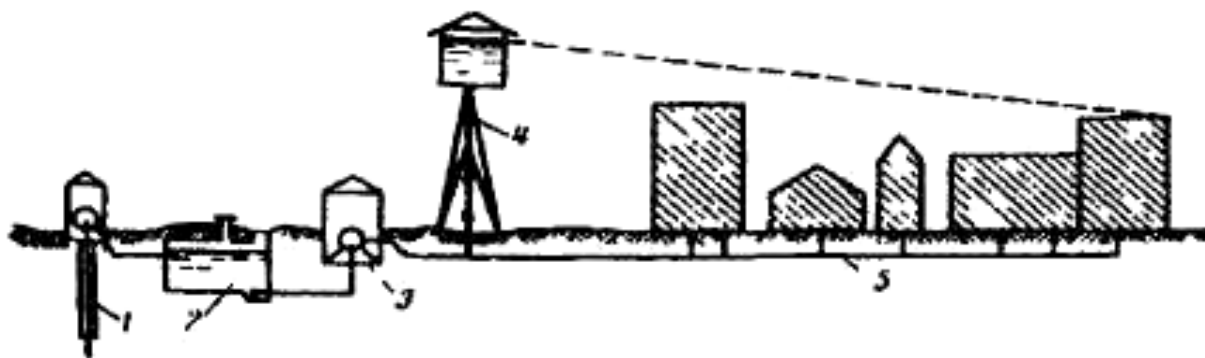


Рис. 2.3. Схема водопровода с использованием подземных вод:

1 – артезианская скважина; 2 – запасной резервуар; 3 – НС-II; 4 – водонапорная башня; 5 – водопроводная сеть

При наличии источников воды, по качеству удовлетворяющих требования потребителей необходимость в постройке очистных сооружений отпадает. Иногда не требуется так же насосная станция второго подъема. В этих случаях вода из источника подается погружными насосами непосредственно по вводам в магистральные сети, а по ним к потребителям. Примером такого водоснабжения может служить водозабор из артезианских скважин (рис. 2.3).

При использовании подземных вод, а также при водоснабжении крупных городов может быть не один, а несколько источников водоснабжения, расположенных с разных сторон населенного пункта. Такое водоснабжение называют *водоснабжением с двухсторонним, трехсторонним или много сторонним питанием*, что позволяет получить более равномерное распределение воды по сети и поступление к потребителям.

Важной особенностью сети водоснабжения крупных населенных пунктов является наличие, как правило, зонных систем водоснабжения. Эти системы устраивают в городах, занимающих значительную территорию, если разница в отметках отдельных районов составляет 30 – 40 м. Разделение на зоны (при значительной разности отметок или протяженности сети) производят, исходя из следующих условий: в наиболее высоко (или далеко) расположенной точке сети должен быть обеспечен необходимый свободный напор, а в ее нижней точке (или начальной) напор не должен превышать 60 м.

Разделение единой централизованной системы водоснабжения на несколько зон позволяет снизить давление в трубах водопроводных сетей и уменьшить количество энергии, затрачиваемой на подъем воды.

Зонирование может быть *горизонтальным и вертикальным, по последовательной или параллельной схеме*. При последовательном зонировании насосная станция каждой зоны подает воду в количестве, необходимом для всех вышележащих зон, но под напором, требуемым только для данной зоны. Насосы верхней зоны могут брать воду или непосредственно из сети нижней зоны или из промежуточного резервуара. Резервуар может служить одновременно источником питания насосов верхней зоны и контррезервуаром для нижней зоны. Обычно этот резервуар располагается выше границы зон на отметках, обеспечивающих необходимые напоры в верхних точках сети нижней зоны.

При параллельной системе зонирования вода подается в сеть каждой зоны отдельными группами насосов, установленными в общей насосной станции по отдельным водоводам. Каждая группа насосов подает количество воды, требуемое только для обслуживаемой ими зоны, на высоту, обеспечивающую свободные напоры в этих зонах. При этой системе в пределах сети каждой зоны также достигается возможность снижения давления. Максимальные давления будут наблюдаться в водоводах верхней зоны от насосов до сети.

Горизонтальный тип зонного водопровода применяют для больших по протяженности территорий (более 7-10 км) в городах со сравнительно ровным рельефом.

Вертикальный тип зонирования применяют при больших разностях отметок в связи со слишком большими напорами в нижних районах сети. Зонирование сети осуществляется таким образом, чтобы на нижней границе каждого района давление не превышало допустимого предела.

Вертикальное зонирование может быть произведено как по параллельной, так и по последовательной схеме. Выбор той или иной схемы водоснабжения производится на основании технико-экономических расчетов для различных вариантов. По техническим соображениям число зон определяют исходя из необхо-

димости обеспечить в сети напоры, допускаемые техническими условиями эксплуатации водопровода.

Объединенные хозяйственно-противопожарные водопроводы городов в подавляющем большинстве случаев устраиваются низкого давления. В небольших городах пожарные расходы воды обеспечиваются включением дополнительных насосов второго подъема, а в крупных городах они по своей величине составляют незначительную часть от хозяйственно-питьевых расходов, поэтому практически не оказывают влияния на режим работы насосной станции второго подъема.

2.2. Водоснабжение малых населенных пунктов

В малых населенных пунктах, которые располагаются, главным образом, в сельской местности и характеризуются относительно небольшим водопотреблением, в целях снижения эксплуатационных расходов применяются более простые, дешевые и в тоже время эффективные схемы водоснабжения.

Характерной особенностью водоснабжения в сельской местности является относительно малая величина хозяйственно – питьевых расходов по сравнению с расходами, необходимыми для тушения пожара. Следовательно, водопровод должен обеспечивать во время пожара подачу воды с расходом, значительно большим, чем в обычное время. Создание значительных резервов водоснабжения на случай тушения пожаров (увеличение мощности насосных станций, емкости запасных резервуаров, увеличение диаметров труб и т.д.) ведет к удорожанию водопровода. Поэтому нередки случаи, когда устраивается только хозяйственно – производственный водопровод, а воду на пожарные нужды забирают из пожарных водоемов и резервуаров, располагаемых параллельно с водопроводом, который в этом случае должен обеспечивать пополнение пожарных запасов воды.

Для хозяйственно – противопожарного водоснабжения в малых населенных пунктах чаще всего устраиваются системы местного водоснабжения, в которых используются подземные воды, не требующие очистки, однако в случае малого дебита источника, очень большой глубины залегания подземных вод или повы-

шенной их минерализации допускается использование поверхностных водоисточников. При этом схема водоснабжения дополняется устройствами для очистки воды.

Очень распространенной для сельских водопроводов является схема с забором воды из местных источников с помощью шахтных колодцев или скважин с прямой подачей в водопроводную сеть при параллельном водоснабжении водонапорной башни.

В качестве водонапорных сооружений в сельских водопроводах получили распространение башни, несущие конструкции которых выполняются из железобетона, камня, кирпича и дерева, и металлические водонапорные башни – колонны. Башни-колонны выпускаются высотой до дна бака 8 и 10 м вместимостью 15 и 25 м³. В металлической опоре башни также содержится вода с количеством 14 или 25 м³. Для использования этого объема при пожаре можно рекомендовать некоторое расширение колодца при башне и установку в нем насоса-повысителя, что во многих случаях позволяет создавать без существенных затрат сельские противопожарные водопроводы высокого давления.

Башни из сборного железобетона имеют высоту 12 и 16 м с опорами из трех стоек. Баки этих башен имеют емкость 25-30 м³.

Получение воды населением, проживающим в части поселка, застроенной одноэтажными зданиями, осуществляется, как правило, из водоразборных колонок, к другим жилым, производственным, административным и культурно – бытовым зданиям подача воды осуществляется посредством устройства ввода.

В ряде сельскохозяйственных районов нашей страны подземные водоисточники сильно минерализованы, а поверхностные местные источники отсутствуют. В таких случаях для водоснабжения населенных пунктов воду забирают из многоводных источников, расположенных иногда на значительных расстояниях. Так как подвод воды из отдаленных источников стоит очень дорого, целесообразно в этих случаях объединять ряд населенных пунктов и устраивать групповые системы водоснабжения.

Групповая сеть рассчитана на равномерную подачу воды в течение суток. Для регулирования водопотребления предусмотрены резервуары при насосных станциях перекачек и резервуары при внутрипоселковых системах. В этих резервуарах хранятся также аварийные и пожарные запасы воды.

Системы групповых водопроводов оснащены электрооборудованием, средствами автоматизации, телемеханизации и связи, которые обеспечивают автоматизацию работы основных агрегатов, аварийную сигнализацию, надежную связь между всеми объектами водопровода и между ремонтными бригадами.

Вследствие больших давлений в магистральных трубопроводах их прямое подключение к внутрипоселковым системам невозможно. Рассмотрим некоторые схемы привязки поселковых водопроводов к водоводам групповых систем.

Схемы 1, 2, изображенные на рис. 2.4, предназначаются для поселковых хозяйственно-противопожарных водопроводов как высокого, так и низкого давления, схема 3 - только для водопровода низкого давления.

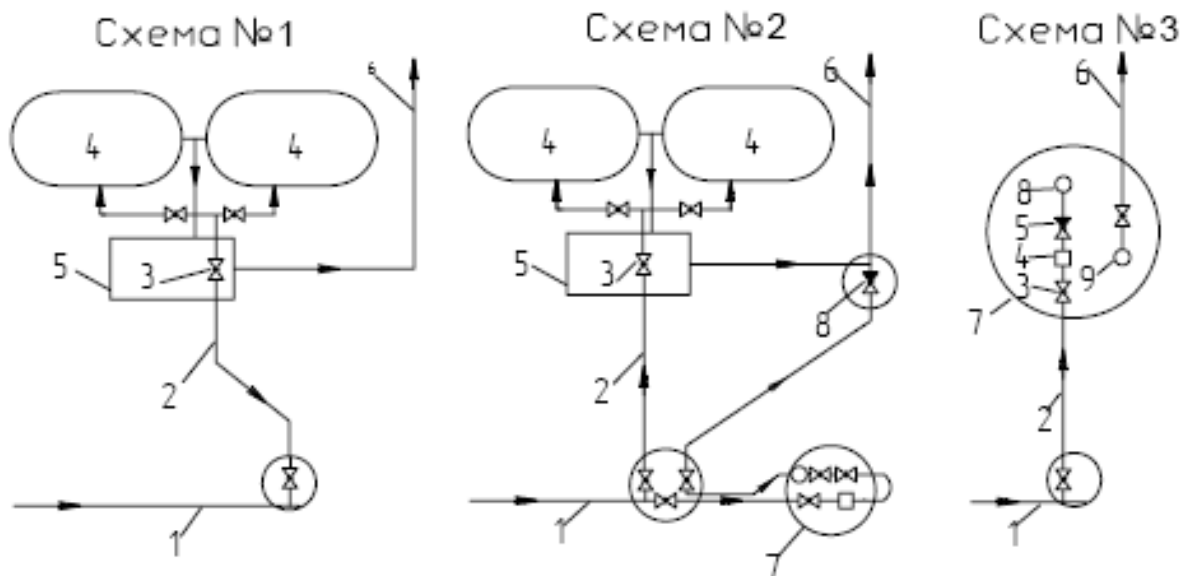


Рис. 2.4. Схемы подключения систем водоснабжения к водоводам групповых водопроводов

По схеме 1 вода из группового водопровода 1 поступает в приемные резервуары 4, из которых забирается насосами поселковой станции 5 и подается в раз-

водящую сеть поселка 6. Насосные агрегаты работают круглосуточно, неравномерность водопотребления регулируется ступенчатой работой насосов. Наполнение резервуаров и сохранение неприкосновенного запаса воды в них достигается автоматическим открыванием или закрыванием задвижки с электроприводом 3, установленной на подающем трубопроводе 2 в помещении насосной станции. В том случае, если насосная станция оборудуется и пневматической установкой, работа хозяйственных насосов, подающих воду в разводящую сеть поселка, происходит с периодическими остановками. При наполненном водовоздушном баке происходит отключение насосов, при опорожнении - включение.

По схеме 2 вода из группового водопровода 1 поступает одновременно в запасные резервуары 4 и в бак водонапорной башни 7. Работа водонапорной башни, как правило, ограничивается периодами минимального водопотребления, когда расчетная подача воды из группового водопровода равна или больше расхода воды по поселку. С увеличением водопотребления вода в разводящую сеть 6 поселка подается насосной станцией 5. Как и в предыдущей схеме, отключение резервуаров и водонапорной башни от группового водопровода осуществляется автоматической задвижкой 3, установленной на подводящем трубопроводе 2. При включении пожарного насоса водонапорная башня 7 автоматически отключается от поселковой сети. Для этой цели на водоводе, идущем от башни, устанавливается обратный клапан 8.

По схеме 3 вода из группового водопровода 1 по подающему трубопроводу 2 поступает в бак водонапорной башни 7, а из нее в разводящую сеть поселка 6. Башня оборудуется подающим 8 и разводящим 9 стояками. На подающем трубопроводе устанавливаются задвижка 3 с электроприводом, автоматически открывающаяся или закрывающаяся при наполнении или опорожнении бака до нижнего и верхнего расчетных уровней воды, водомер 4 и обратный клапан 5.

В том случае, если в населенном пункте пожарный водопровод отсутствует или не полностью обеспечивает возросшие нужды в воде, необходимо для целей пожаротушения использовать искусственные (пруды, колодцы, резервуары, водохранилища) и естественные (ключи, реки и озера) водоемы. Для противопожар-

ных целей в сельской местности могут быть использованы также хозяйственные и производственные водопроводы, оросительные системы и др.

2.3. Водоснабжение промышленных предприятий

Задачей системы водоснабжения промышленного предприятия является обеспечение его водой для производственных, хозяйственно – питьевых и противопожарных нужд. В процессе эксплуатации системы водоснабжения приходится регулировать режим использования источников воды, управлять работой сооружений и оборудования, распределять воду между потребителями, приводить качество и свойства воды в соответствие с требованиями технологии производства.

В ряде случаев в системе производственного водоснабжения отдельные потребители требуют подачи воды под различными напорами. Тогда в целях снижения затрат энергии на подачу воды устраивают отдельные сети различных напоров, т.е. применяют своеобразное зонирование систем водоснабжения.

Если при промышленном предприятии имеется рабочий поселок или несколько предприятий, расположенных близко друг к другу, то, как правило, они обслуживаются одной системой хозяйственно-противопожарного водоснабжения. Применяемые в подобных случаях схемы хозяйственно-противопожарного водоснабжения принципиально ничем не отличаются от рассмотренных схем для города.

В промышленных районах иногда устраивают районные системы хозяйственно-противопожарного водоснабжения, обслуживающие ряд промышленных предприятий и населенных пунктов. В таких системах вместо отдельных водопроводных сооружений для каждого предприятия устраивают общие сооружения: водозаборы, насосные и очистные станции, водоводы и др. На промышленных предприятиях возможно применение следующих основных схем производственного водоснабжения: прямоточной; оборотной с охлаждением воды в градирнях, брызгальных бассейнах, прудах-охладителях; с последовательным использованием воды.

При прямоточном водоснабжении (рис. 2.5) насосная станция 2, расположенная вблизи водозаборного сооружения 1, подает воду для производственных целей в цехи 7 по сети 5. Отработанная вода поступает по канализационной сети 6 в тот же водоем без очистки (если она не загрязнена) или при необходимости после очистки ее в очистных сооружениях 8. В случае необходимости подачи воды для производственных нужд под различным давлением на насосной станции устанавливается несколько групп насосов, питающих обособленные сети. Для хозяйственно-противопожарных нужд поселка 9 и цехов предприятия 7 вода подается в самостоятельную сеть 4 специальными насосами. Предварительно вода очищается в очистных сооружениях 3.

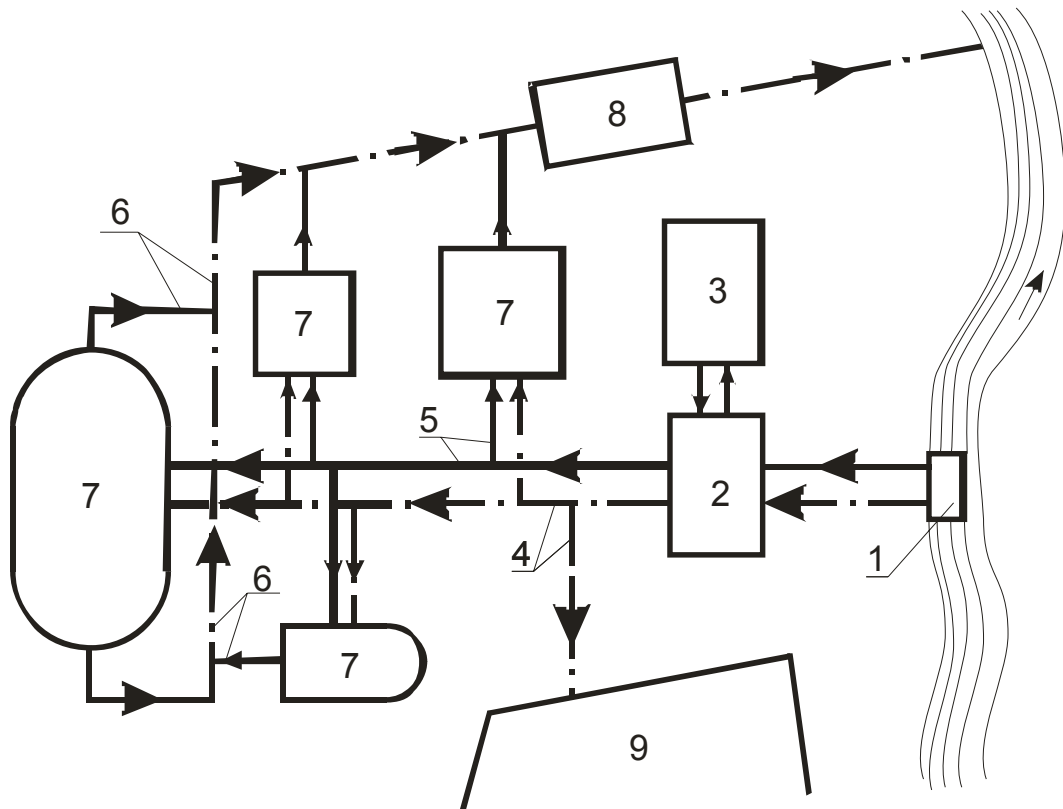


Рис. 2.5. Схема прямоточного водоснабжения промышленного предприятия

При оборотном водоснабжении использованная потребителем вода не сбрасывается в водоем, как при прямоточном водоснабжении, а вновь подается потребителям после обработки. Для пополнения потерь воды (в охлаждающих соору-

жениях при испарении, при утечке и др.) в оборотный цикл добавляют свежую воду из источника.

Схема оборотного водоснабжения показана на рис. 2.6. Насосами 5 вода после охлаждения на сооружении 4 подается по трубопроводам 6 к производственным агрегатам 7. Нагретая вода поступает в трубопроводы 8 и отводится на охлаждающие сооружения 4 (градирни, брызгальные бассейны, охладительные пруды). Добавление свежей воды из источника через водоприемник 1 производится насосами 2 по водоводам 3. Количество свежей воды в таких системах составляет обычно незначительную часть (3-6%) от общего количества воды.

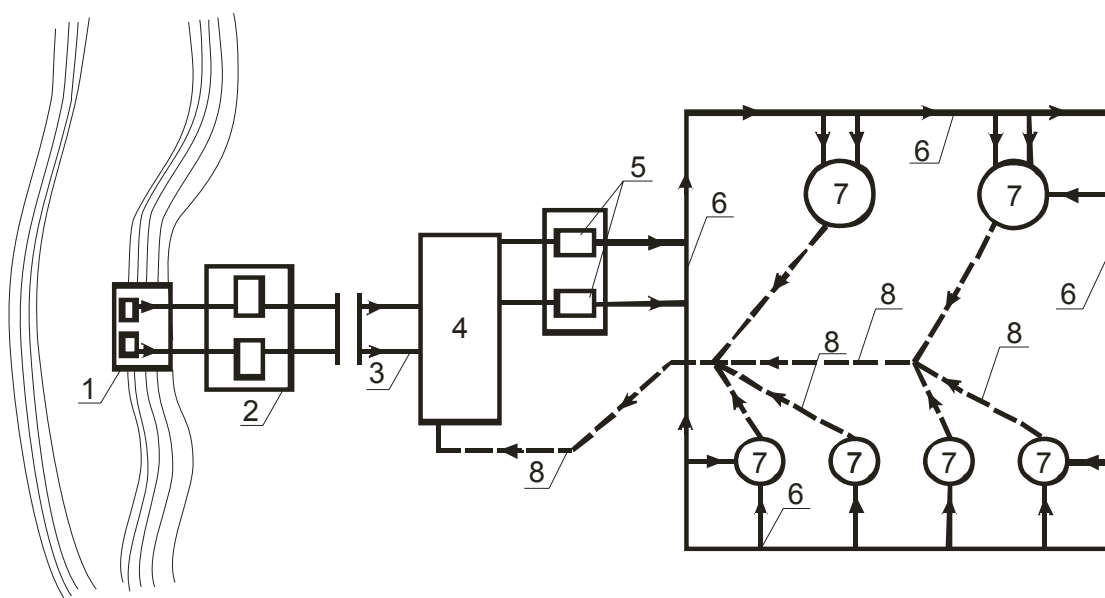


Рис. 2.6. Схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия

Оборотное водоснабжение экономически выгодно, когда промышленное предприятие расположено на значительном расстоянии от источника водоснабжения или на значительном возвышении по отношению к нему. Также выгодно устраивать оборотную систему водоснабжения, если расход воды в близлежащем водоеме мал, а потребности в производственной воде велики, если вода в процессе ее использования загрязняется настолько, что перед выпуском в водоем требуется весьма сложная и дорогостоящая очистка, между тем как повторное использование может быть допустимым после простой и дешевой очистки.

При последовательном водоснабжении вода, использованная одним потребителем, может быть использована во втором, а иногда и в третьем технологическом цикле промышленного предприятия. Вода, прошедшая несколько циклов, сбрасывается затем в канализационную сеть для обработки в очистных сооружениях.

Последовательное водоснабжение занимает как бы промежуточное положение между прямоточным и оборотным. Так, количество воды, забираемой из источника, при последовательном водоснабжении меньше, чем при прямоточном, но больше, чем при оборотном.

На одном и том же предприятии могут быть одна, две и больше из перечисленных систем, обслуживающих разные цели. Так, для некоторых цехов может быть устроено оборотное водоснабжение, а для других – прямоточное; некоторые из цехов могут использовать воду, отходящую из других цехов и т.д. Поэтому, если говорить о системе производственного водоснабжения в целом для всего предприятия, то в большинстве случаев она бывает по существу *системой смешанного (комбинированного) водоснабжения*.

Производственные водопроводы всех трех схем могут быть использованы для тушения пожара, если забор воды из них в случае пожара не нарушит технологический процесс и не вызовет аварии.

Для взятия воды на производственной водопроводной сети устраивают пожарные гидранты, а на канализации, выпускающей самотеком обработанную воду в источник водоснабжения, предусматривают специально разработанные колодцы.

Для тушения пожара можно использовать воду из охлаждающих прудов, брызгательных бассейнов, градирен, отстойников, приемных и запасных резервуаров. К водоисточникам должны быть оборудованы подъезды шириной не менее 3,5 м с твердым покрытием.

Для забора воды предусматривают специальные устройства – пирсы, колодцы, специально установленные всасывающие линии и т.п.

При строительстве водозаборных устройств необходимо стремиться к тому, чтобы высота всасывания насосов (расстояние от зеркала воды до оси насоса) была минимальной.

Хозяйственно – противопожарный водопровод промышленного предприятия может питаться водой от общего городского водопровода, районного или, при их отсутствии, применяются схемы с самостоятельными источниками водоснабжения.

Схема подключения сети предприятия к городской сети (рис. 2.7) зависит от соотношения гарантированного H_{Γ} и требуемого напоров в условиях хозяйственно-питьевого водопотребления $H_{\text{тр.хоз}}$ и в условиях пожаротушения. Если $H_{\text{тр.хоз}} < H_{\Gamma} > H_{\text{тр.пож}}$, то подключение сети может быть выполнено от двух разных точек кольцевой сети города без насосов - повысителей (рис. 2.7, а).

Если $H_{\text{тр.хоз}} < H_{\Gamma} < H_{\text{тр.пож}}$, то в обычное время заводская сеть питается от городской сети (рис. 2.7, б), а при пожаре включается пожарный насос на насосной станции 1, забирая воду на пожаротушение из резервуара 2. Обратные клапаны 3 предотвращают поступление воды из заводской сети в городскую.

Если $H_{\text{тр.хоз}} > H_{\Gamma} > H_{\text{тр.пож}}$, то (рис. 2.7, в) устраивается повысительная насосная станция 1, обеспечивающая работу сети предприятия в обычных условиях и при пожаре. В этом случае в резервуаре 2 должен содержаться не только неприкосновенный запас воды на период пожаротушения, но и регулируемый объем воды, учитывающий неравномерность поступления воды из городской сети и потребление предприятия.

Непосредственная подача воды из городской сети в сеть внутриводского хозяйственно – противопожарного водопровода осуществляется в том случае, когда городской водопровод может обеспечить подачу воды предприятию под требуемым для него напором и в соответствии с его графиком водопотребления. В целях обеспечения большей надежности снабжения водой предприятий необходимо устраивать два или несколько вводов от различных магистральных линий городской водопроводной сети.

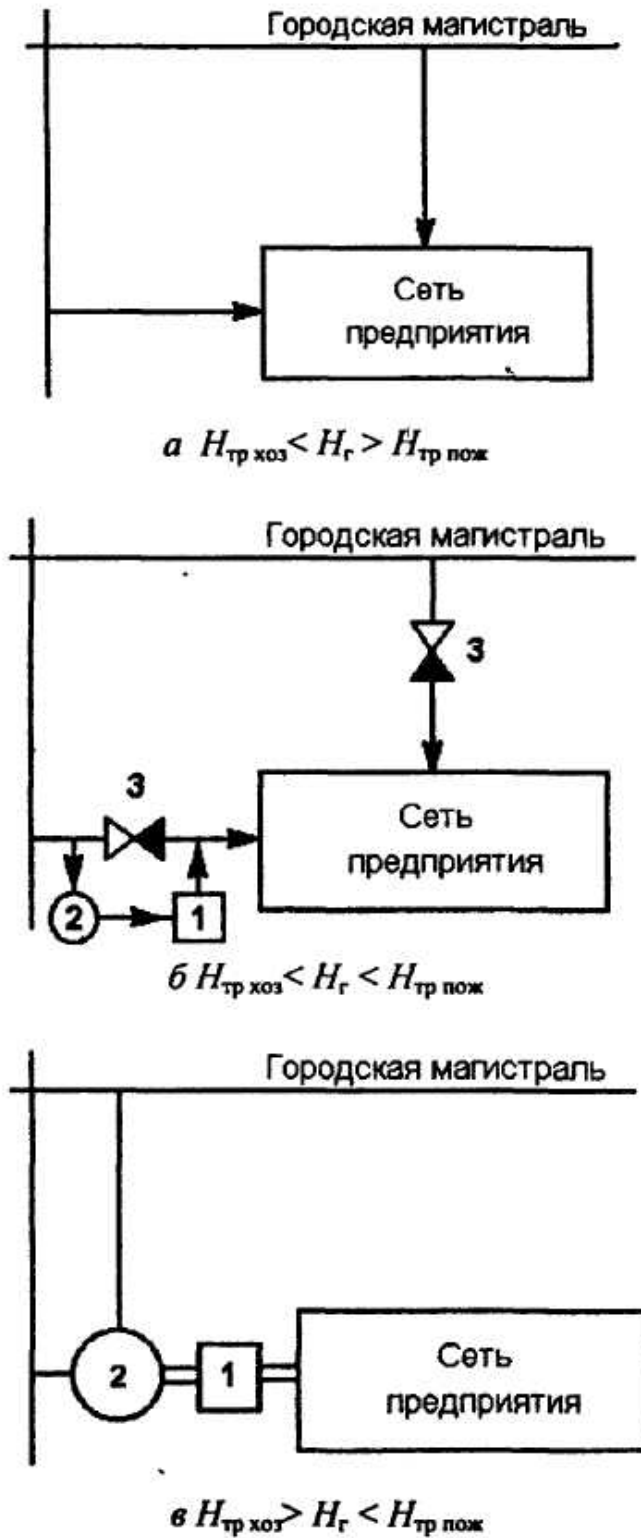


Рис. 2.7. Схемы подачи воды из городского водопровода в объединенную сеть предприятия

На промышленных объектах водопроводы противопожарного назначения могут устраиваться как низкого, так и высокого давления. Противопожарные во-

допроводы низкого давления можно устраивать только при наличии непосредственно на объекте или в радиусе 3 км от него пожарного депо, дежурные подразделения которого могут подать с учетом наличной пожарной техники огнетушащие средства с необходимым для целей тушения пожара расходом. В тех случаях, когда пожарное депо удалено от объекта на расстояние более 3 км или производительность средств тушения пожара недостаточна, необходимо предусматривать противопожарные водопроводы высокого давления.

Однако в тех случаях, когда пожарное депо располагается ближе 3 км, часто по причине повышенной пожарной опасности объекта рекомендуется устраивать противопожарные водопроводы высокого давления. При возникновении пожара успех его тушения во многом зависит от времени начала тушения пожара.

Часто противопожарные водопроводы высокого давления устраиваются самостоятельными. Особенно целесообразно устройство отдельных противопожарных водопроводов при наличии поблизости поверхностного водоисточника, так как для целей пожаротушения можно использовать воду без какой – либо очистки. В тоже время наличие только одной насосной станции и отсутствие очистных сооружений значительно снижает стоимость всей системы водоснабжения. Для повышения эффективности тушения пожаров на противопожарных водопроводных сетях высокого давления в некоторых случаях предусматривается установка стационарных лафетных стволов.

Если хозяйственно – противопожарный водопровод по тем или иным причинам не обеспечивает возросших потребностей в воде, то иногда прибегают к устройству пожарных гидрантов на производственном водопроводе.

При оборудовании отдельных цехов спринклерными или дренчерными установками пожаротушения хозяйственно – противопожарный водопровод обслуживает и их. Тушение пожара может обеспечиваться использованием гидрантов городской водопроводной сети. В этом случае подача воды осуществляется привозными автонасосами с помощью перекачки воды, если расстояние менее 400 м.

2.4 Специальные наружные противопожарные водопроводы высокого давления

Специальные наружные противопожарные водопроводы устраивают на складах лесных материалов, нефти и нефтепродуктов, на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, где развитие пожара происходит быстро и использование передвижных сил и средств не обеспечивает эффективного пожаротушения.

Склады лесных материалов предназначены для хранения запасов пиломатериалов, круглого леса, балансовой древесины, осмола, дров, щепы и опилок. Они устраиваются на бетонированных, асфальтных, фунтовых площадках.

Пожары на складах лесоматериалов имеют ряд характерных особенностей. Наиболее существенными из них являются:

- большая скорость распространения фронта пламени по штабелям;
- мощное тепловое излучение от горящих штабелей;
- массовый высев из конвективной колонки искр и головней и перенос их на расстояние;
- большая скорость притока свежего воздуха в зону горения.

Противопожарное водоснабжение должно устраиваться таким образом, чтобы обеспечить расход воды на пожаротушение не менее 200 л/с через 5 мин после получения сообщения о пожаре в течение не менее 40 мин и возможности наращивания расхода воды до 500 - 600 л/с.

Современные открытые технологические установки по переработке углеводородных газов, нефти и нефтепродуктов характеризуются большой производительностью и площадью застройки. Они обычно состоят из однотипных аппаратов, высота которых достигает 80 - 100 м, объем до 2000 м. Технологические процессы в них осуществляются при высоких температурах и давлениях.

Анализ статистических данных показал, что каждый четвертый пожар сопровождается взрывом с последующим развитием горения на площади до 5000 м². Если же пожар возникает без взрыва, то средняя площадь пожара несколько ниже и составляет 500 м² (79 % случаев), максимальная площадь достигает 3000

м. Увеличению площади пожара способствует подаваемая на охлаждение технологического оборудования вода, по которой горящий нефтепродукт растекается по территории установки. Поэтому правильная организация сбросов пожарных расходов воды через канализацию является важным мероприятием по ограничению развития пожара на установке. Во многих случаях для ликвидации пожаров привлекается более 20 основных и специальных автомобилей. Расходы воды на тушение пожара могут достигать 300 л/с и более.

Быстрое введение большого количества воды из стационарных лафетных стволов или других систем водяного орошения является решающим условием успешного тушения данных пожаров.

Необходимость устройства противопожарных водопроводов на складах лесных материалов определяется СНиП 2.11.06-91, на складах нефти и нефтепродуктов - СНиП 2.11.03-93, на предприятиях нефтехимии - ведомственными нормами технологического проектирования.

Наружные противопожарные водопроводы, как правило, устраивают по принципу высокого давления. Режим работы подобных систем водоснабжения имеет ряд особенностей по сравнению с объединенными водопроводами.

Обычно в противопожарных водопроводах требуется временное повышение давления в период пожаротушения, в другое же время в них поддерживается сравнительно небольшое давление с помощью производственных или хозяйственных насосов, обеспечивающих заполнение всей системы водой. Водопроводы с постоянно высоким давлением устраивают только в особых случаях, так как эксплуатация таких систем требует значительных затрат электроэнергии.

В результате резкого изменения давления и подачи, больших расходов воды в трубах и арматуре возникают гидравлические удары и кавитационные процессы, которые заставляют предъявлять повышенные требования к надежности всей системы.

Основной мерой обеспечения надежности подачи пожарных расходов воды является обязательное кольцевание водопроводной сети. Для водопроводных линий применяют сварные стальные трубы, способные выдержать значительные

внутренние давления и внешние динамические нагрузки. Использование железобетонных и чугунных труб ограничивается возможностью разрушения менее прочных по сравнению со стальными стыковых соединений.

Задвижки на сети необходимо устанавливать таким образом, чтобы в случае неисправности на каком-либо участке водопровода одновременно выключалось не более двух лафетных стволов. Расстановка лафетных стволов должна обеспечивать равномерное орошение защищаемой поверхности.

Подача воды к лафетным стволам и гидрантам может осуществляться непосредственно из естественных водоисточников или резервуаров без предварительной очистки. Поверхностные водоисточники (реки, озера) обычно используют для противопожарного водоснабжения складов лесных материалов. При этом необходимо учитывать сезонные колебания уровня воды, возможность наносов, а также предусматривать дополнительные мероприятия для защиты водоприемных сооружений от замерзания.

3. Основные сооружения водопровода

3.1. Источники водоснабжения и водозаборные устройства

В соответствии с двумя категориями природных источников воды водоприемные сооружения также разделяются на две группы: сооружения для приема воды из поверхностных источников (реки, озера, водохранилища, моря, пруды, запруды, водоемы и т.п.) и сооружения для приема подземных вод (артезианские скважины, буровые скважины, колодцы и т.п.)

Устройство водозаборных сооружений и их конструктивное оформление зависят от рода и характера источника.

Для противопожарных водопроводов используются как подземные, так и поверхностные воды, имеющие необходимый для пожаротушения дебит.

Сооружения для забора воды из поверхностных источников по месту расположения подразделяются на русловые и береговые. Русловые водоприемники забирают воду на некотором расстоянии от берега. Их применяют в случаях, если водоисточник имеет небольшую глубину непосредственно у берега (при пологом дне). Береговые водоприемники производят прием воды у берега (если водоисточник непосредственно у берега глубок).

Для забора воды из водоисточника, берега и дно которого обладают хорошей водопроницаемостью, применяют инфильтрационный водозабор, который чаще выполняется в виде шахтного колодца, располагающегося у берега. Вода из водоисточника в колодец попадает через водопроницаемую породу, фильтруясь при этом. Качество воды в инфильтрационном водозаборе выше, чем в водоисточнике, поэтому последующая обработка воды может быть менее сложной.

В качестве сооружений для забора подземных вод применяются:

- а) горизонтальные водосборы (при глубине водоносного слоя до 8 м);
- б) лучевые водосборы (при глубине водоносного слоя не более 20 м);
- в) шахтные колодцы (при глубине водоносного слоя 10–20 м и более);
- г) трубчатые колодцы (при глубине водоносного слоя более 20–30 м).

При устройстве скважины в напорном водоносном слое, уровень воды в котором находится выше поверхности земли, вода будет изливаться на поверхность земли. Такую скважину называют артезианской напорной самоизливающейся. Если вода из скважин не выходит на поверхность земли, скважина называется артезианской несамоизливающейся.

Вода из безнапорных скважин, а также несамоизливающихся напорных скважин забирается при помощи:

- а) погружных центробежных или пропеллерных насосов; электродвигатель опускают в скважину вместе с насосами или размещают над скважиной и соединяют с насосом посредством вала;
- б) штанговых (поршневых) насосов;
- в) глубоководных погружных насосов;
- г) эрлифтной установки (водоприемника), в которой используется сжатый воздух, напускаемый в нижнюю часть скважины.

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

3.2. Напорно-регулирующие емкости

Значительное повышение надежности систем водоснабжения обеспечивается за счет использования напорно-регулирующих емкостей и водонапорных башен или гидроколонн.

Правильный выбор объема напорно-регулирующих емкостей, их числа и места расположения в системе водоснабжения имеет и большое экономическое значение.

Резервуары чистой воды (РЧВ) выполняют роль регулирующих и запасных емкостей и располагаются между НС-I и НС-II.

Общий объем РЧВ должен включать регулирующий и неприкосновенный противопожарный объемы воды:

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{н.з.}} \quad (1)$$

где $W_{\text{рег}}$ - регулирующий противопожарный объем воды, м³;
 $W_{\text{н.з.}}$ - неприкосновенный противопожарный объем воды, м³.

РЧВ обеспечивает хранение регулирующего объема воды, образующегося в результате того, что насосная станция первого подъема обычно работает в равномерном режиме, а НС-II в неравномерном (если обе станции работают в равномерном режиме с одинаковой подачей воды, то $W_{\text{рег}} = 0$).

Регулирующий объем РЧВ определяется на основании графиков поступления и отбора воды, а при их отсутствии по формуле (1).

Регулирующие объемы воды на промышленных предприятиях, присоединенных к централизованной системе водоснабжения, надлежит определять на основании графика водопотребления каждого предприятия и графика подачи воды в соответствии с режимом работы всей системы.

Объем неприкосновенного противопожарного запаса воды в РЧВ должен приниматься из условия, что пожаротушение осуществляется из наружных гидрантов и внутренних пожарных кранов, а также специальными средствами пожаротушения (спринклерными, дренчерными и другими установками, если эти установки не имеют собственных резервуаров), и на весь период пожаротушения обеспечиваются максимальные хозяйственно-питьевые и производственные расходы. При этом на промышленном предприятии расходы воды на поливку территории, душ, мытье полов и мойку технологического оборудования не учитываются. Таким образом,

$$W_{\text{н.з.}} = W_{\text{НАР}} + W_{\text{ВН}} + W_{\text{УСТ}} + W_{\text{ХОЗ}}, \quad (2)$$

$$\text{При этом} \quad W_{\text{НАР}} = Q_{\text{НАР}} \cdot \tau \cdot 3600; \quad W_{\text{ВН}} = Q_{\text{ВН}} \cdot \tau \cdot 3600;$$

$$W_{\text{УСТ}} = Q_{\text{УСТ}} \cdot \tau_1 \cdot 3600; \quad W_{\text{ХОЗ}} = Q_{\text{ХОЗ.ПР.}} \cdot \tau \cdot 3600,$$

где $Q_{\text{нар}}$, $Q_{\text{вн}}$, $Q_{\text{уст}}$, $Q_{\text{хоз.пр.}}$ - соответственно расходы на наружное пожаротушение, на пожаротушение внутренними пожарными кранами, стационарными установками, на хозяйственно-питьевые нужды, м³/с; τ - продолжительность тушения

пожара из гидрантов и внутренних пожарных кранов, с; τ_1 - продолжительность тушения пожара установками пожаротушения, с.

При подаче воды по одному водоводу в РЧВ должен предусматриваться дополнительный аварийный объем на время ликвидации аварии на водоводе.

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{н.з.}} + W_{\text{ав}} \quad (3)$$

где $W_{\text{ав}}$ - аварийный объем воды, м³.

Аварийный объем воды должен обеспечивать:

- а) хозяйственно-питьевые нужды в размере 70 % от расчетного расхода;
- б) производственные расходы по аварийному графику;
- в) расходы на пожаротушение - наружное, внутреннее и установки пожаротушения в течение нормативного времени пожаротушения.

Максимальный срок восстановления неприкосновенного запаса воды должен быть не более:

- а) 24 ч - в населенных пунктах и на промышленных предприятиях со зданиями, отнесенными по пожарной опасности к категориям А, Б, В;
- б) 36 ч - на промышленных предприятиях со зданиями, отнесенными по пожарной опасности к категориям Г и Д;
- в) 72 ч - в сельских населенных пунктах и на сельскохозяйственных предприятиях.

Для промышленных предприятий с расходом воды на наружное пожаротушение 10-20 л/с и менее допускается увеличивать время пополнения противопожарного запаса воды:

- а) до 48 ч - для категории Г и Д;
- б) до 36 ч - для категории В.

На период восстановления пожарного объема воды допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды системами водоснабжения 1-й и 2-й категорий до 70 %, 3-й категории - до 50 % от расчетного расхода и подачи воды на производственные нужды по аварийному графику.

Общее количество РЧВ, как правило, должно быть не менее двух. Распределение запасных и регулирующих объемов воды следует производить пропорционально количеству РЧВ и их объему. При выключении одного резервуара в остальных должно храниться не менее 50 % пожарного и аварийного объемов воды.

Устройство одного резервуара допускается в случае отсутствия противопожарного и аварийного объема воды. Резервуары следует принимать железобетонными. Применение металла для резервуаров не допускается. Резервуары оборудуются системой трубопроводов для подачи и отбора воды, слива избытка воды, сброса грязной воды при ремонте. Подающий трубопровод снабжают клапаном, автоматически закрывающимся при заполнении резервуара. Постоянное перемешивание воды в резервуаре достигается за счет того, что отверстие подающего трубопровода располагают на максимальном уровне воды в резервуаре в противоположной стороне от приемка со всасывающими трубами насосов (рис. 3.1).

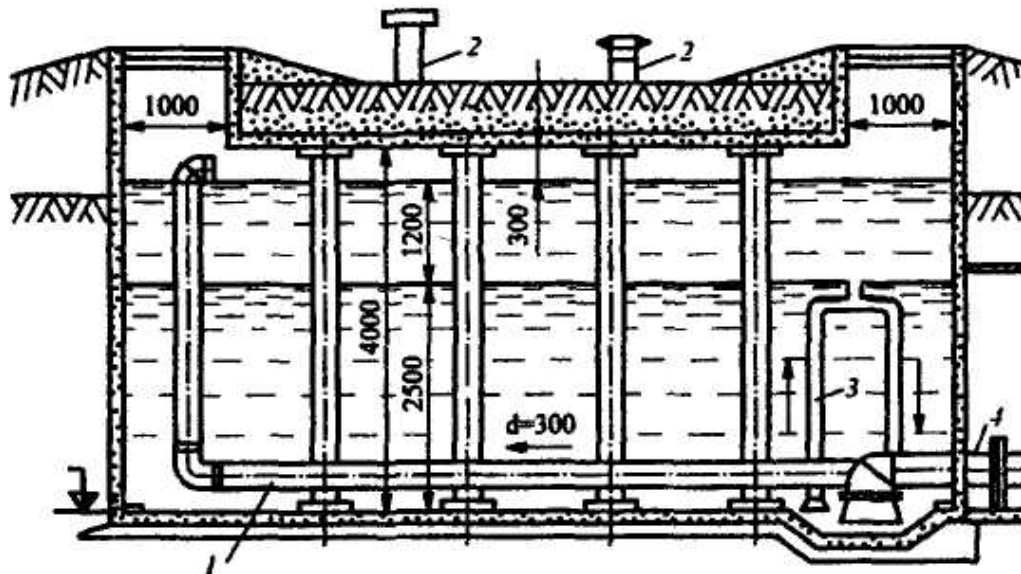


Рис. 3.1. Схема железобетонного резервуара:

1 - подающий трубопровод; 2 - вентиляционная труба; 3 - трубопровод отбора воды (всасывающий трубопровод хозяйственно-питьевых насосов); 4 - трубопровод отбора воды на пожаротушение

РЧВ, система трубопроводов с задвижками и НС-II образуют узел насосной станции. Узлы проектируют обычно в двух вариантах: с камерой переключения и без нее.

Способы сохранения неприкосновенного противопожарного запаса в резервуарах определяются типом НС-Н.

На насосных станциях низкого давления с общими всасывающими линиями для отбора хозяйственно-питьевых и пожарных расходов применяют автоматические указатели уровней.

На насосных станциях высокого давления (со специальными пожарными насосами) хозяйственно-питьевые и пожарные насосы имеют самостоятельные всасывающие линии. Сохранение неприкосновенного противопожарного запаса воды обеспечивается в этом случае за счет того, что при снижении уровня воды в резервуаре до уровня неприкосновенного запаса (рис. 3.2) во всасывающую трубу 1 хозяйственно-питьевого насоса через отверстие попадает воздух и происходит срыв работы насоса. Наличие изгиба на конце всасывающей линии хозяйственно-питьевых насосов позволяет производить отбор воды из низшей части резервуара, что улучшает перемешивание воды в нем.

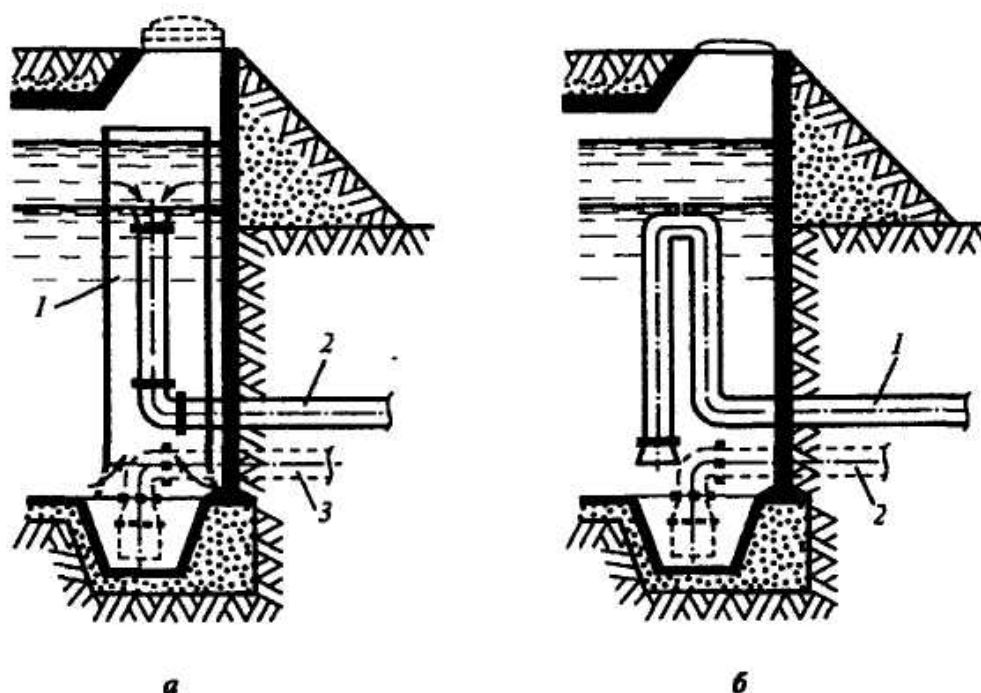


Рис. 3.2. Способы сохранения неприкосновенного противопожарного запаса

Другим способом сохранения неприкосновенного противопожарного запаса воды в резервуаре может служить способ, показанный на рис. 3.2, когда всасывающая труба 2 производственно-хозяйственных насосов выведена на уровень неприкосновенного противопожарного запаса, что исключает отбор этими насосами неприкосновенного запаса воды. Наличие кожуха 1 обеспечивает перемешивание воды в резервуаре.

Водонапорные башни

Водонапорная башня располагается между насосной станцией второго подъема и сетью (в обычной схеме водоснабжения) или в конце сети (в схеме водоснабжения с контррезервуаром).

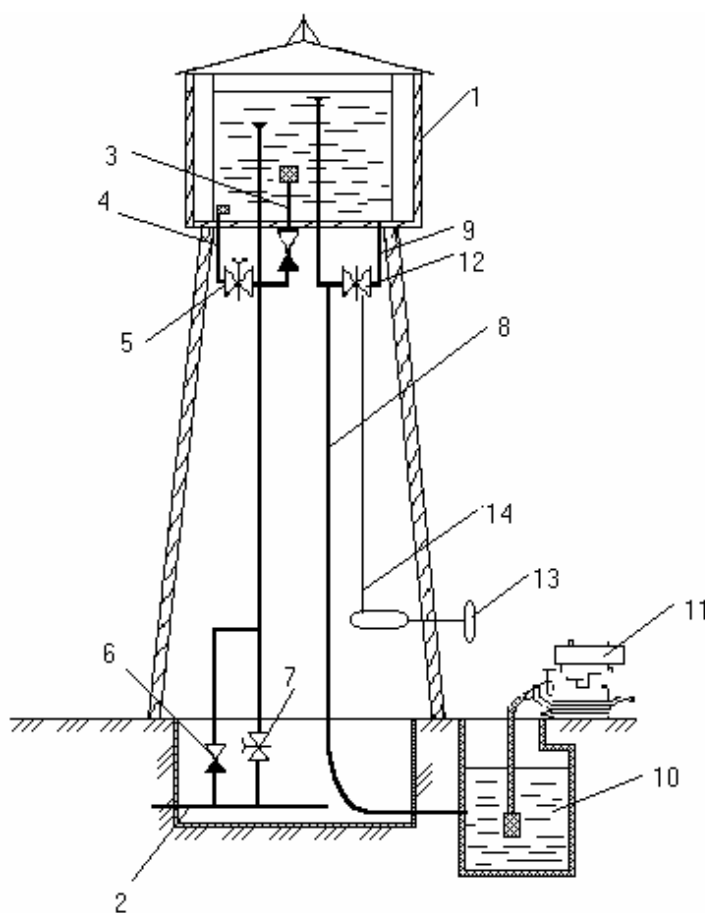


Рис. 3.3. Схема оборудования водонапорной башни

Водонапорная башня предназначена для:

- а) регулирования неравномерности водопотребления;
- б) хранения неприкосновенного противопожарного запаса воды;
- в) создания необходимого напора в водопроводной сети.

На рис. 3.3 показана принципиальная схема водонапорной башни и ее оборудования.

Подача воды в бак 1 из водопроводной сети 2 при поступлении регулирующего запаса воды из бака в сеть осуществляется по падающе-разводящему трубопроводу 3. Для отбора неприкосновенного запаса воды используется трубопровод 4 с электрозадвижкой 5, которая открывается при пуске пожарного насоса. С помощью обратного клапана 6 и электрозадвижки 7, которая в обычное время закрыта, происходит отключение водонапорной башни от сети. В противном случае часть воды от пожарного насоса будет поступать в бак, в результате чего расход воды в водопроводной сети при пожаре может оказаться меньше расчетного.

Водонапорная башня оборудуется переливным 8 и грязевым 9 трубопроводами, которые соединяются с канализационным колодцем 10. Для подачи воды к месту пожара передвижным пожарным насосом 11 из колодца 10 открывают задвижку 12 с помощью вентиля 13 и муфты 14.

Сохранение неприкосновенного запаса воды в баке в показанном случае осуществляется за счет расположения приемных патрубков хозяйственных и пожарных трубопроводов на разных уровнях. В городах часто ограничиваются установкой указателя уровня различных конструкций, которые сигнализируют о состоянии уровня воды в баке.

По типовым проектам сооружают водонапорные башни высотой до дна бака 8 – 40 метров и баками с объемом 50 – 800 м³. Водонапорные башни надлежит принимать железобетонными.

Гидроколоны

Разновидностью водонапорной башни является гидроколонна, которая

предназначена, главным образом, для хранения аварийного запаса воды, например в системах водоснабжения металлургических комбинатов. Она представляет собой железобетонную или стальную цилиндрическую вертикальную емкость (рис. 3.4), высота которой равна высоте водонапорной башни.

В отличие от водонапорной башни ствол гидроколонны полностью заполнен водой. Однако полезным объемом является практически только верхняя часть, расположенная на высоте, соответствующей требуемым свободным напорам в водопроводной сети. Эта часть гидроколонны используется в обычное время как регулирующая емкость, а в нижней части ее может храниться неприкосновенный запас воды, подаваемой к месту пожара стационарными или передвижными насосами.

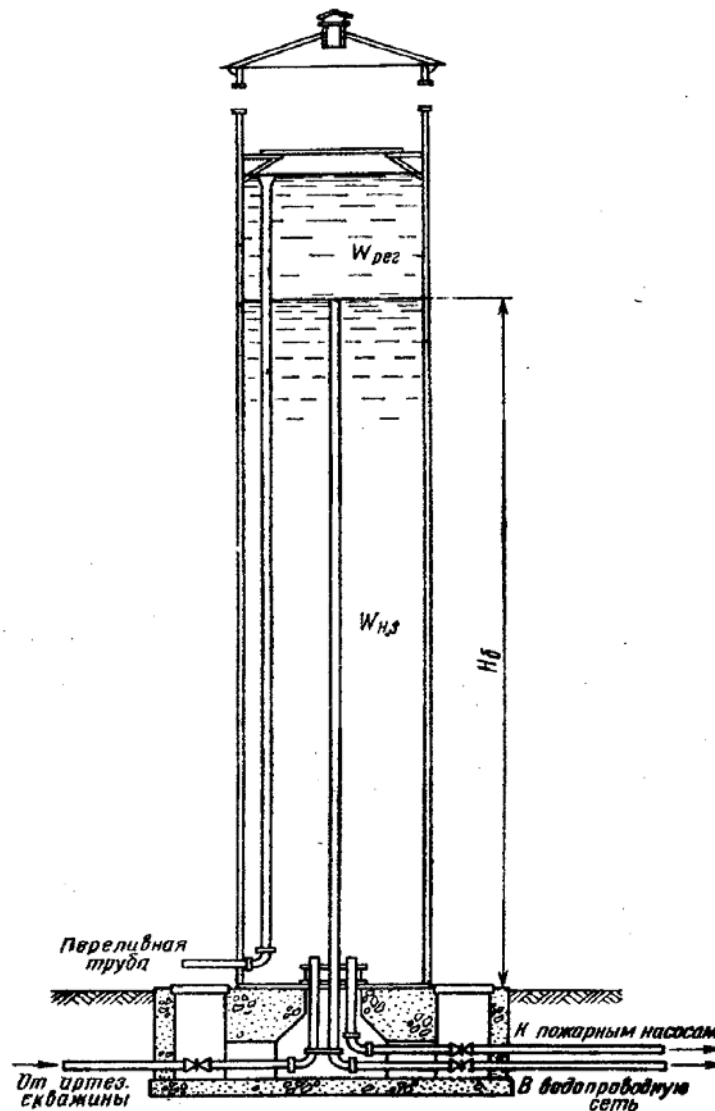


Рис. 3.4. Гидроколонна

Водонапорные и гидропневматические баки

Водонапорные и гидропневматические баки предназначены для поддержания постоянного давления во внутренней водопроводной сети здания, регулирования неравномерности водопотребления и работы хозяйственно-питьевых насосов, а также для сохранения неприкосновенного запаса воды, необходимого для тушения пожара.

Водонапорные баки устанавливают на высоте, достаточной для создания необходимого напора для пожаротушения при минимальном уровне воды в них.

В современных жилых микрорайонах водонапорные баки не применяют. Это объясняется тем, что современную городскую застройку формируют типовые здания, причем крупность микрорайонов варьируется в широких пределах (от 300 до 4000 квартир). Следовательно и водонапорные баки должны быть различной вместимости. Кроме того, водонапорный бак в микрорайоне должен располагаться в диктующей точке, поскольку все баки, расположенные ниже, по закону сообщающихся сосудов не могут опорожняться до тех пор, пока не опорожнится бак, расположенный в диктующей точке. Это не позволяет рассредоточить баки по всем зданиям микрорайона.

Гидропневматическая установка может состоять из одного герметичного бака, наполненного водой и воздухом, или из двух герметичных баков, из которых один наполнен воздухом, а другой – воздухом и водой. При больших расчетных объемах воды установка может состоять из трех баков и более.

Гидропневматические установки с компрессором и насосами могут размещаться в подвале или на первом этаже. При устройстве пневматических установок на чердаке, на верхнем техническом этаже, давление воздуха принимается меньше расчетного на величину геометрической высоты подъема воды. Если чердачное помещение небольшое, в нем помещают только водяной бак, а воздушный бак располагают в подвале или на первом этаже вместе с компрессором и насосами.

Гидропневматические баки для хранения противопожарного запаса воды применять не рекомендуется, но должен приниматься минимальный объем воды, обеспечивающий гарантированное включение противопожарных насосов от датчиков уровня или давления.

3.3. Насосные станции

Насосные станции в системе водоснабжения – это сложный комплекс механического оборудования, энергетических установок, трубопроводов, арматуры, состав которых так же, как и оснащенность станций, варьируется в широких пределах в зависимости от их целевого назначения.

Насосные станции предназначены для подачи воды в водопроводную сеть в установленном количестве и под определенным напором.

Классификация насосных станций

1. По назначению различают насосные станции первого подъема, насосные станции второго подъема, повысительные и циркуляционные.

Насосные станции первого подъема (НС-1) предназначены для подачи воды от источника водоснабжения на очистные сооружения или, если очистка не требуется, непосредственно в резервуары чистой воды (РЧВ), водонапорную башню, распределительную сеть или другие сооружения в зависимости от схемы водоснабжения.

Они могут быть совмещены с водоприемными сооружениями или расположены в отдельном здании. Их часто приходится заглублять ниже поверхности земли, чтобы не превысить допустимую высоту всасывания насосов. Для удобства размещения оборудования, трубопроводов и грузоподъемных устройств здания насосных станций выполняют прямоугольной формы, которая особенно предпочтительна при большом числе насосов и малом заглублении станции.

На станциях I подъема целесообразно устанавливать не менее двух рабочих насосов ввиду изменения летнего и зимнего режима работы, а также на случай непредвиденного увеличения подачи станции. Число резервных агрегатов определяется степенью надежности работы насосной станции.

В тех случаях, когда насосы подают воду непосредственно в водопроводную сеть (насосная станция второго подъема отсутствует), их производительность рассчитывается на полный расчетный расход воды на тушение пожара и максимальный расход воды на хозяйственно-производственные нужды. При этом не учитывается расход воды на поливку, мытье полов в промышленных зданиях и мойку технологического оборудования.

Насосные станции второго подъема (НС-II) предназначены для подачи воды из резервуаров чистой воды через водоводы и водопроводную сеть к потребителям.

Повысительные насосные станции предназначены для местного повышения напора в водопроводной сети. При этом вода из одной сети под увеличенным напором подается в другую сеть (сеть района, города или отдельного здания).

Циркуляционные насосные станции устраивают в оборотных системах водоснабжения промышленных предприятий. В таких насосных станциях одни насосы подают воду на производственные цели, а другие отработанную воду подают на очистные сооружения или на охлаждение.

2. По расположению насосных станций относительно поверхности земли они могут быть:

- а) наземные;
- б) заглубленные;
- в) шахтного типа (расположены на большой глубине).

3. По виду оборудования различают насосные станции:

- а) с вертикально и горизонтально расположенными насосами.

4. По характеру управления различают насосные станции:

- а) с ручным управлением;
- б) с автоматическим управлением;

в) с дистанционным управлением.

5. По надежности действия насосные станции подразделяются на три категории:

а) насосные станции первой категории — когда не допускается перерыв в подаче воды, к ним относятся насосные станции противопожарных и объединенных хозяйственно-производственно-противопожарных водопроводов;

б) насосные станции второй категории — когда допускается перерыв в подаче воды на время, необходимое для включения резервного электроснабжения обслуживающим персоналом, к ним относятся станции противопожарных и объединенных противопожарных водопроводов при наличии на сети емкостей с необходимым противопожарным запасом воды, обеспечивающих требуемый напор;

в) насосные станции третьей категории — когда допускается перерыв в подаче воды на время ликвидации аварии, но не более одних суток. К ним относятся станции противопожарных и объединенных противопожарных водопроводов при расходе воды на наружное пожаротушение до 20 л/с в населенных пунктах с количеством жителей до 5000 чел., а также при подаче воды по одному водоводу.

В объединенных водопроводах низкого давления устанавливают группу насосов, обеспечивающих все нужды, в том числе и пожарные. Однако, если они не обеспечивают расчетного давления, необходимого для тушения пожара, то на станции устанавливают пожарные насосы.

При объединенных водопроводах высокого давления (повышающегося во время тушения пожара) на насосной станции устанавливают группу хозяйственно-питьевых (производственных) и специальную группу пожарных насосов.

Здания насосных станций выполняют из бетона, железобетона и кирпича. В последние годы широко применяется строительство насосных станций из сборных железобетонных элементов, а это дает возможность блокировать ее с другими водопроводными сооружениями при наличии непосредственного выхода наружу.

На насосных станциях устанавливают насосы со всасывающими, напорными трубопроводами и арматурой. Насосы и трубопроводы размещаются таким об-

разом, чтобы обеспечивалась надежность их действия, удобство, простота и безопасность обслуживания, минимальная протяженность трубопровода и простота узлов коммуникаций.

Всасывающий трубопровод является одной из наиболее ответственных частей оборудования станции; при недостаточной его герметизации нарушается работа насосов (возможен даже срыв их работы).

Обеспечение надежности подачи воды насосными станциями, категории насосных станций

В начале всасывающего трубопровода (НС-1) монтируется обратный клапан, а в конце — вакуумметр — для измерения разрежения в насосе.

Всасывающий трубопровод должен иметь непрерывный подъем к насосу (уклон не менее 0,005), чтобы воздух, выделяющийся из воды во всасывающих трубах, мог свободно двигаться вместе с водой к насосу. Количество всасывающих линий на насосных станциях I и II категории независимо от количества групп насосов, включая пожарные, должно быть не менее двух. При выключении одной линии остальные должны пропускать полный расчетный расход для насосных станций I и II категории и 70 % расчетного расхода для III категории.

Насосы, как правило, устанавливают под залив.

Если центробежные насосы подключены к городской водопроводной сети, то они постоянно находятся под давлением. Подбор насосов производится по характеристикам с учетом различных режимов водопотребления. Зная расчетный (заданный) расход, полный напор и возможную вакуумметрическую высоту всасывания по характеристикам, приведенным в специальных каталогах (табл. 3.1), выбирают марку насоса с учетом к. п. д., частоты вращения вала насоса и возможности параллельной работы нескольких насосов.

Выбор марки насоса

Марка насоса	Подача		Полный напор, м	Вакуум- метрическая высота всасы- вания, м	Мощность на валу насоса, кВт	Частота враще- ния, об/мин.
	м ³ /ч	л/с				
2К-6	10	2,8	34,5	8,7	1,8	3000
	30	8,4	24	5,7	3,1	3000
2К-6б	10	2,8	22	8,7	1,2	3000
	25	7	16,4	7,6	1,7	3000
3К, 3КМ-6	30,6	8,6	58	7	8,8	3000
	61	17	45	4,5	12,5	3000
3К-6а, 3КМ-6а	27,7	7,7	47	7	6,7	3000
	56	15,6	33,5	4,5	9	3000
3К-9	30	8,4	34,8	7	4,6	3000
	54	15	27	2,9	5,8	3000
4К-6	65	18,1	98	6,2	29	3000
	117	32,8	72	3,5	38,2	3000
4К-8, 4КМ-8	65	18,1	61	6	16,5	3000
	112	31,2	45	4	20,1	3000
4К-12, 4КМ-12	65	18,1	40	6,5	9,8	3000
	112	31,2	27,5	3,5	12	3000
4К-18	60	16,7	25,7	5,4	5,6	3000
	100	28	18,9	4,2	6,7	3000
4К-18а	50	14	20,7	5,4	3,9	3000
	90	25	14,3	5,2	4,7	3000
6К-8	122	34	36,5	6,5	16,5	1500
	198	55	28	5,5	20,7	1500
6К-8б	106	29	26	6,5	10,9	1500
	170	43	18	5,5	14	1500
6К-12а	108	30	18	6,8	6,8	1500
6КМ-12а	165	46	14	5,5	8,5	1500
4НДв-60	180-150	50-42	97-104	2-3,3	75	3000
	108-90	30-25	22-24	6,5	14	1500
5НДв-60	180-125	50-35	26-30	6,8-7,3	30	1500
	250-150	70-42	31-40	4,6-7	40-30	1500
6НДв-60	360-216	100-60	32-42	4-5,5	55	1500
	360-250	100-70	46-54	4-5	75-55	1500

Если в насосной станции установлена группа пожарных насосов, то необходимо постоянно следить за быстротой их включения и надежностью работы. Для

чего необходимо, чтобы насосы постоянно находились ниже уровня воды в резервуарах: это значительно упрощает автоматизацию пуска насосных агрегатов.

Управляют пожарными насосами дистанционно, при этом одновременно с подачей команды на включение пожарного насоса должна автоматически сниматься блокировка, запрещающая расход пожарного запаса воды.

В водопроводах высокого давления одновременно с подачей команды на включение пожарных насосов должны автоматически выключаться все насосы другого назначения и закрываться задвижки на трубопроводе, подающем воду в водонапорную башню, напорные резервуары или баки гидропневматической установки.

Для бесперебойной подачи воды при тушении пожара в насосной станции II подъема кроме основных насосов должны быть установлены резервные насосы, имеющие подачу и напор не меньшие, чем наибольший из основных насосов.

Число резервных насосов, установленных в насосных станциях, обусловлено категорией надежности (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Определение числа резервных насосов

Число рабочих насосов (включая пожарные)	Число резервных насосов при следующей категории надежности		
	I	II	III
1	2	1	1
2-3	2	1	1
4-6	2	2	1
7-9	3	3	2
10 и более	4	4	3

Установка пожарных насосов без резервных агрегатов допускается в населенных пунктах с расходом воды на наружное пожаротушение до 20 л/с и на промышленных предприятиях с категорией пожарной опасности Г и Д, с производственными зданиями I и II степени огнестойкости.

Контроль за работой насосной станции осуществляется с помощью различных измерительных приборов и устройств, которые разделяются на две основные группы:

- а) для контроля за технологическими параметрами работы станции: давлением, расходом воды, ее температурой и т. п.;
- б) для контроля за электрическими параметрами: силой тока, напряжением расходом электроэнергии, мощностью и т. д.

Для измерения давления используют пружинные манометры, которые размещают на напорных патрубках насосов, а также на напорных коллекторах. На крупных насосных станциях устанавливают самопишущие манометры, которые непрерывно регистрируют давление на ленточных или круговых диафрагмах. Разрежение во всасывающих трубках измеряют с помощью вакуумметров, размещаемых на патрубках насосов.

Для измерения подачи воды на насосных станциях устанавливают водосчетчики (водомеры) и расходомеры. Водомеры на трубопроводах пожарных насосов могут не устанавливаться.

Для измерения уровня воды в приемных камерах или резервуарах на насосных станциях устанавливают уровнемеры поплавкового типа с рейкой или уровнемеры-дифманометры.

Для приведения в действие центробежных насосов применяют синхронные и асинхронные двигатели переменного тока, работающие на напряжении 220/300 и 500 В (насосные агрегаты малой и средней мощности) или 3000 и 6000 В (насосные агрегаты большой мощности), а также двигатели внутреннего сгорания. Наиболее просты асинхронные двигатели, не требующие для запуска специальных устройств. Синхронные электродвигатели применяют для крупных насосных агрегатов мощностью более 200 кВт.

Для обеспечения бесперебойного электроснабжения на трансформаторных подстанциях насосных станций устанавливают резервные трансформаторы, способные полностью заменить (на 100%) существующие и продублировать их работу.

Для приема электроэнергии и ее распределения служит щит низкого напряжения, располагаемый в машинном отделении. На нем размещены низковольтные аппараты, приборы и соединения.

Насосные станции, подающие воду на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды, должны иметь:

- а) I категорию надежности по электроснабжению при расходе воды на внутреннее пожаротушение более 2,5 л/с;
- б) II — при расходе 2,5 л/с, а для жилых зданий высотой 12 - 16 этажей - при расходе 5 л/с.

Если для приведения в действие насосов применяются двигатели внутреннего сгорания, то в насосных станциях размещают расходные емкости с жидким топливом в количестве: бензина до 250 л, дизельного топлива до 500 л; устанавливают их в помещениях, отделенных от машинного зала несгораемыми ограждающими конструкциями с пределом огнестойкости не менее 2 ч.

Помещения насосных станций должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения: огнетушителями и пожарными кранами. Если насосная станция оснащена низковольтным электрооборудованием, то она должна быть обеспечена двумя ручными огнетушителями, а при двигателях внутреннего сгорания мощностью до $2,2 \cdot 10^2$ кВт - четырьмя огнетушителями. В насосных станциях с высоковольтным оборудованием или двигателями внутреннего сгорания мощностью более $2,2 \cdot 10^2$ кВт следует предусматривать дополнительно два углекислотных огнетушителя, бочку с водой емкостью 250 л, два куска войлока, асбестового полотна или кошмы размером 2×2 м.

Повысительные насосные станции служат для увеличения напора в водопроводной сети или водоводах. В этом случае вода забирается из одной сети и под увеличенным напором подается в другую сеть (района, города, отдельного цеха предприятия, отдельного здания). Эти насосные станции по устройству, оборудованию аналогичны насосным станциям II подъема.

Определение требуемого напора насосов и их количества.

Устройство и оборудование насосных станций

Особенности работы НС-1:

В обычное время (без пожара) НС-1 подъема должна обеспечивать подачу максимального суточного расхода на хозяйственно-питьевые и производственные цели, а также на собственные нужды сооружений водопровода. При равномерном режиме работы насосов НС-1 в течение суток часовая подача определяется из соотношения:

$$Q_{ч} = \frac{\alpha \cdot Q_{\text{макс.сут.}}}{24} \quad (4)$$

где $Q_{\text{макс.сут.}}$ - максимальный суточный расход, л/с; α - коэффициент, учитывающий расход на собственные нужды, принимается равным $\alpha = 1,01—1,02$ для водопровода без очистных сооружений и $\alpha = 1,04—1,10$ для водопровода с очистными сооружениями.

При пожаре НС-1, кроме того, должна обеспечивать восстановление неприкосновенного противопожарного запаса воды (НПЗ) в резервуарах чистой воды. Максимальный срок восстановления НПЗ должен быть не более:

- а) 24 ч в населенных пунктах и на промышленных предприятиях с производствами, отнесенными по пожарной опасности к категориям А, Б, В;
- б) 36 ч - на промышленных предприятиях с производствами, отнесенными по пожарной опасности к категориям Г и Д;
- в) 72 ч - в сельских населенных пунктах и на сельскохозяйственных предприятиях.

При этом предусматривается:

- а) для промышленных предприятий с противопожарными расходами воды на наружное пожаротушение 20 л/с и менее допускается увеличивать время восстановления НПЗ для производств категорий Г и Д до 48 ч, для категории В до 36 ч;

б) в случае, когда дебит источника водоснабжения недостаточен для восстановления НПЗ в указанные сроки, допускается увеличить это время при условии создания дополнительного объема воды ΔW , определяемого по формуле:

$$\Delta W = W_{н.з.} (k - 1) / k \quad (5)$$

где $W_{н.з.}$ - необходимый объем НПЗ при требуемой продолжительности его восстановления, м³; k - отношение принятого срока восстановления НПЗ к требуемому, при этом сроки восстановления допускается принимать в два раза больше указанных сроков, но не более 72 ч;

в) на период восстановления НПЗ допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые цели на 30% расчетного расхода и подача воды на производственные цели по аварийному графику.

Восстановление НПЗ может осуществляться следующими способами:

- а) увеличением продолжительности времени работы НС-1, если в обычное время насосы работают не круглосуточно;
- б) резервными насосами;
- в) сокращением водопотребления;
- г) специальными пожарными насосами, которые устанавливаются на НС-1 подъема специально для восстановления НПЗ.

Напор насосов на НС-1 подъема определяется по формуле:

$$H_n = 1,05(h_{вс} + h_n) + \Delta z \quad (6)$$

где 1,05 - коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях (задвижках, обратных клапанах и т. п.) всасывающего и напорного трубопроводов; $h_{вс}$ - потери напора во всасывающем трубопроводе, м; h_n - потери напора в напорном трубопроводе, м; Δz - разница геометрических отметок наивысшего уровня воды в резервуаре чистой воды и наинизшего уровня воды в источнике воды, м.

Выбор типа насосной станции второго подъема

НС-II бывают двух типов — низкого и высокого давления. Выбор типа НС-II зависит от соотношения требуемых напоров насосов при работе сети в обычное время (без пожара) и при пожаре. В обычное время НС-II обеспечивает подачу воды на хозяйственно-питьевые, производственные и другие цели (без расхода воды на пожаротушение). В этом случае требуемый напор насосов, работающих на сеть без водонапорной башни, определяется по формуле:

$$H_{хоз} = 1,05(h_{вс} + h_{вод} + h_c) + H_{св} + \Delta z \quad (7)$$

а насосов, работающих на сеть с водонапорной башней (ВБ), по формуле:

$$H_{хоз} = 1,05(h_{вс} + h_{вод}) + H_{св} + \Delta z \quad (8)$$

где $H_{св}$ - свободные напоры соответственно в диктующей точке сети и у основания ВБ, м; $h_{вс}, h_{вод}, h_c$ - потери напора соответственно во всасывающем трубопроводе, в водоводе, в сети в обычное время, м; Δz — разность геометрических отметок соответственно диктующей точки и наинизшего уровня воды в резервуарах чистой воды (РЧВ) и основания ВБ и наинизшего уровня воды в РЧВ, м.

Требуемый напор при пожаре определяются по формуле:

$$H_{пож} = 1,05(h_{вс} + h_{вод} + h_c) + H_{св} + \Delta z \quad (9)$$

где $h_{вс}, h_{вод}, h_c$ — потери напора соответственно во всасывающем трубопроводе, в водоводе, в сети при пожаре, м; $H_{св}$ — свободный напор в диктующей точке сети, м; Δz - разность геометрических отметок между диктующей точкой сети при пожаре и наинизшим уровнем воды в РЧВ, м.

Если выполняется соотношение:

$$H_{пож} - H_{хоз} \geq 10 \text{ м,}$$

то устраивается насосная станция высокого давления.

Особенности работы насосных станций в водопроводах высокого и низкого давления

Насосная станция высокого давления — станция, на которой устанавливаются специальные пожарные насосы, создающие напор $H_{пож}$, обеспечивающие подачу воды на пожаротушение, на хозяйственно-питьевые и производственные цели, исключая расходы воды на промышленных предприятиях ΔQ на душ, на поливку территории, мойку технологического оборудования.

Таким образом,

$$Q_{нас.пож} = Q_{пож} + Q_{хоз-пит} + Q_{пр} - \Delta Q \quad (10)$$

где ΔQ - расход воды на промышленных предприятиях, л/с.

На насосной станции высокого давления в обычное время работают хозяйственные насосы; при пожаре включается пожарный насос. Так как напор, создаваемый пожарным насосом, больше, чем напор хозяйственных насосов, то пожарный насос своим напором закрывает обратные клапаны на напорных трубопроводах хозяйственных насосов и последние работают вхолостую. Поэтому после включения пожарного насоса хозяйственные насосы выключают. При этом пожарный насос обеспечивает полный расход воды.

Если $H_{пож} - H_{хоз} < 10$ м,

$$H_{пож} \leq H_{хоз},$$

то устраивается насосная станция низкого давления.

Насосная станция низкого давления — станция, на которой устанавливаются одинаковые насосы, т. е. специальных пожарных насосов нет. Насосная станция низкого давления работает следующим образом: в обычное время работают основные (рабочие) хозяйственные насосы, а при пожаре для обеспечения дополнительного расхода включается дополнительный насос такого же типа, что и рабочие.

Одним из наиболее широко применяемых методов повышения надежности насосных станций является резервирование.

По методу резервирования различают:

- а) структурный;
- б) нагрузочный;
- в) функциональный;
- г) временной.

На рис. 3.5 показаны принципиальные схемы насосной станции высокого давления (рис. 3.5, а) и насосной станции низкого давления (рис. 3.5, б).

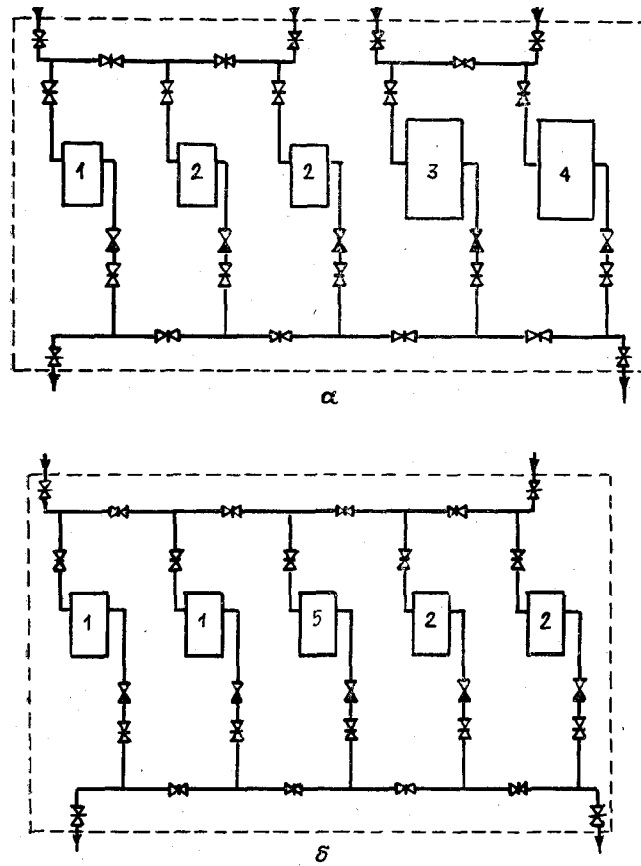


Рис. 3.5. Схемы насосной станции второго подъема:

а - высокого давления; б - низкого давления

1 - насосы хозяйственные (основные); 2 - насосы хозяйственные (резервные); 3 - насосы специальные противопожарные (основные); 4 - насосы противопожарные (резервные); 5 - насосы противопожарные того же типа, что и хозяйственные.

Структурный метод резервирования предусматривает использование на станциях избыточных элементов. Примером его является применение в качестве избыточных элементов насосов, трубопроводов, запорно-регулирующей аппаратуры. Основным показателем структурного резерва является кратность:

$$m = \frac{k - n}{n} \quad (11)$$

где k - общее число насосов или других элементов одного и того же назначения;
 n - число рабочих элементов.

Различают три вида структурного резервирования:

- а) нагруженный;
- б) ненагруженный;
- в) облегченный.

Нагруженный резерв характерен для запорно-регулирующей аппаратуры, всасывающих и напорных трубопроводов, когда резервные элементы участвуют в обеспечении расхода наравне с основными.

Для насосов используется ненагруженный резерв, т. е. резервные насосы не работают до отказа основных агрегатов.

На станциях со ступенчатым (неравномерным) режимом работы резервные насосы работают в более легком режиме, чем основные, т. е. это облегченный резерв.

Нагрузочный метод резервирования предусматривает использование способности насосов и других элементов станции увеличивать подачу (пропускную способность) при отключении части из них. Такой метод характерен для самих насосов и напорных, и всасывающих трубопроводов. При наличии нагрузочного резервирования общая кратность резерва будет превышать кратность структурного резервирования.

Функциональный метод резервирования означает возможность взаимозаменяемости оборудования разного назначения. Например, при подборе хозяйственно-питьевых, противопожарных и других насосов учитывается возможность вы-

полнения ими дополнительных функций: дублирования друг друга, создания больших напоров при авариях на водоводах, сети и т. п.

Временной метод резервирования предусматривает использование резерва по продолжительности работы станции в течение суток. Такой резерв может создаваться, например, путем применения насосов с подачей, превышающей суточную. Этот метод используется в системах с регулирующими емкостями. Исследования показывают, что эффективность резервирования как метода повышения надежности зависит от ряда факторов, таких как показатели надежности оборудования, трубопроводов, число рабочих агрегатов и т. п.

Необходимо, кроме того, учитывать, что повышение надежности работы станции резервированием приводит к увеличению затрат на строительство и эксплуатацию. Поэтому кратность резерва следует обосновывать технико-экономическими расчетами.

Обеспечивают требуемую надежность насосных станций следующими способами:

1. Установкой резервных насосов (см. табл. 3.2).

При этом предусматривается:

- а) в количество рабочих агрегатов на НС-II низкого давления включаются противопожарные насосы;
- б) при установке только противопожарных насосов или при объединенных противопожарных водопроводах высокого давления следует предусматривать только один резервный насос;
- в) установка противопожарных насосов без резервных допускается для населенных пунктов с расходом воды на наружное пожаротушение до 20 л/с и промышленных предприятий с категорией пожарной опасности Г и Д с производственными зданиями I и II степеней огнестойкости с негоряемыми утеплителями покрытия, стенами и перегородками.

2. Противопожарные насосы должны быть обеспечены электропитанием от двух независимых источников, а в случае одного источника и в населенных пунк-

тах с количеством жителей до 5000 человек, допускается установка резервного противопожарного насоса с двигателем внутреннего сгорания.

3. Количество всасывающих линий на насосных станциях первой и второй категории надежности должно быть не менее двух, при выключении одной всасывающей линии остальные должны быть рассчитаны на пропуск полного расчетного расхода для насосных станций первой и второй категории и 70% расчетного расхода для третьей категории.

Устройство одной всасывающей линии допускается для насосных станций третьей категории надежности и противопожарных насосных станций при установке одного рабочего противопожарного насоса.

4. При установке в НС первой и второй категории надежности специальных пожарных насосов (т. е. на насосных станциях высокого давления) эти насосы должны иметь самостоятельные всасывающие линии.

5. Трубопроводы в НС, а также всасывающие линии за пределами НС следует выполнять из стальных труб.

6. Для выбора диаметра труб и арматуры следует принимать скорости движения воды из табл. 3.3.

Таблица 3.3

Диаметр труб, мм	Скорость движения воды в трубопроводах НС, м/с	
	всасывающий	напорный
До 250	0,7-1	1-1,5
От 300 до 800	1-1,5	1,2-2
Более 800	1,5-2	1,8-3

7. Напорная линия каждого насоса должна быть оборудована запорной арматурой и обратным клапаном, установленным между насосом и запорной арматурой. На всасывающих линиях запорную арматуру следует устанавливать у насосов или при присоединении насосов к общей всасывающей линии. Запорная

арматура диаметром более 400 мм, а также запорная арматура всех диаметров при дистанционном или автоматическом управлении должна быть с механизированным приводом.

8. Размещение запорной арматуры на напорных и всасывающих трубопроводах должно обеспечивать возможность замены или ремонта любого из насосов, обратных клапанов, а также основной запорной арматуры с обеспечением непрерывной подачи воды:

а) на пожаротушение — полностью;

б) на хозяйственно-питьевые цели — 70% расчетного расхода для НС первой и второй категорий;

в) на производственные цели — по аварийному графику.

9. Корпус насоса, как правило, должен быть под заливом, создаваемым уровнем воды в водоеме или емкости. В НС, в которых насосы установлены не под заливом, следует предусматривать установку с вакуум-насосами.

10. Помещения насосных станций должны оборудоваться внутренним противопожарным водопроводом.

4. Устройство и обеспечение надежности работы водопроводной сети

Водопроводная сеть, т. е. система линий, разводящих воду по территории населенного пункта или промышленного объекта, является конечным звеном на пути движения воды от источника к потребителю. Стоимость водопроводной сети составляет примерно 30% полной стоимости системы водоснабжения. Поэтому трассировка сети должна, с одной стороны, обеспечивать достаточную надежность, с другой, — быть экономичной. Эти два требования носят антагонистический характер. Действительно, разветвленная или тупиковая сеть (рис. 4.1) имеет меньшую стоимость, чем кольцевая (рис. 4.2). Однако от каждого узла тупиковой сети до точки подачи воды есть только один путь. Для обеспечения же надежности необходимо иметь не менее двух таких путей. Этому требованию удовлетворяют кольцевые сети. Обычно кольцевая магистральная сеть объекта представляет систему параллельных магистральных линий (рис. 4.2), совпадающих с основным продвижением воды от точки *A* до конечной точки *B*. Система основных продольных магистралей соединяется поперечными линиями-перемычками. Перемычки обычно не несут больших транзитных расходов и используются в основном для питания водой прилегающих к ним районов. К магистральной сети примыкает система второстепенных распределительных линий, осуществляющих непосредственно отдачу воды во внутренние водопроводы зданий. Таким образом, структура кольцевой сети обладает сама по себе высокой степенью резервирования путей подачи воды и, следовательно, высокими показателями надежности. При этом необходимо, чтобы параллельно включенные участки имели также и близкие проводимости.

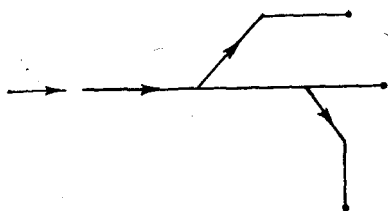


Рис. 4.1. Разветвленная (тупиковая) сеть

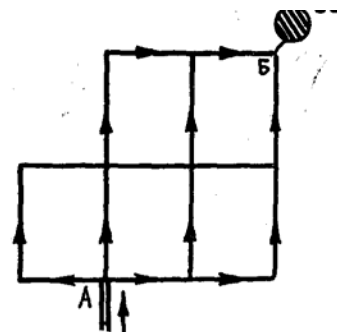


Рис. 4.2. Кольцевая сеть

Надежность обеспечения водой отдельных потребителей в значительной степени зависит от места их расположения на территории объекта. Чем дальше находится потребитель от точки подачи воды в сеть, тем меньше надежность его водообеспечения.

СНиП 2.04.02-84 устанавливает допустимый предел снижения общей подачи воды при возникновении аварии и наименьшую величину давления в сети в критической точке при аварийной ситуации. Отказом системы является нарушение указанных пределов. В сетях с одним источником питания обычно критические (диктующие) точки оказываются расположенными в наиболее удаленных и наиболее высоко расположенных пунктах. Выбор критических точек должен быть проведен с учетом возможности питания всей сети от источника, а также питания ее одновременно от источника и от регулирующей емкости. При наличии нескольких источников питания надежность водообеспечения не только объекта в целом, но и надежность показатели сети улучшаются.

Как показывают статистические данные, существенное влияние на показатели надежности водопроводной сети оказывают диаметры труб. С увеличением диаметра труб частота повреждения их уменьшается.

К трассировке и устройству водопроводной сети в соответствии с СНиП 2.04.02-84 предъявляется ряд требований, основными из которых являются следующие:

- сеть должна быть кольцевой;
 - тупиковые сети допускается применять:
- а) для подачи воды на производственные нужды — при допустимости перерыва в водоснабжении на время ликвидации аварии;
 - б) для подачи воды на хозяйственно-питьевые цели, при диаметре труб не более 100 мм;
 - в) для подачи воды на пожаротушение — при длине линии не более 200 м. В населенных пунктах с числом жителей до 3 тыс. человек и расходом воды на наружное пожаротушение до 10 л/с допускаются тупиковые линии длиной более 200 м при условии устройства противопожарных резервуаров или водоемов,

водонапорной башни или контррезервуара в конце тупика и согласовании с органами государственного пожарного надзора.

При выключении одной линии кольцевой сети:

- а) подачу воды на хозяйственно-питьевые цели по остальным линиям допускается снижать на 30—50% в зависимости от количества точек питания сети, а в наиболее неблагоприятной точке — не более чем на 75% расчетного расхода, причем свободный напор в этой точке должен быть не менее 10 м. При этом общую подачу воды на объект допускается снижать не более чем на 30%;
- б) допустимое снижение подачи воды на производственные цели следует определять из расчета работы предприятия по аварийному графику;
- в) расчет сети при пожаре следует выполнять без учета выключения линии кольцевых сетей, т. е. расход воды на пожаротушение должен обеспечиваться полностью.

Разделение водопроводной сети на ремонтные участки должно обеспечивать при выключении одного из участков отключение не более 5 пожарных гидрантов и подачу воды потребителям, не допускающим перерыва в подаче воды.

Пожарные гидранты следует располагать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен здания; допускается располагать гидранты на проезжей части.

Расстояние между гидрантами определяется расчетом, учитывающим суммарный расход воды на пожаротушение и сопротивление устанавливаемого типа гидрантов. Это расстояние должно соответствовать требованиям СНиП и не превышать 150 м.

Диаметр труб сетей надлежит производить на основании технико-экономических расчетов. Минимальный диаметр труб водопровода, объединенного с противопожарным, в населенных пунктах и на промышленных предприятиях должен быть не менее 100 мм, в сельскохозяйственных пунктах — не менее 75 мм.

Время, необходимое для ликвидации аварии на трубопроводах, следует принимать по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Диаметр труб, мм	Время, необходимое для ликвидации аварии на трубопроводах, ч., при глубине заложения труб, м	
	≤ 2 м	> 2 м
< 400	8	12
$400 \leq d \leq 1000$	12	18
1000	18	24

В зависимости от материала и диаметра труб, наличия дорог, средств ликвидации аварии, транспортных средств указанное время может быть изменено, но должно приниматься не менее 6 ч.

Водопроводные сети и водоводы изготавливаются из чугунных, стальных, асбестоцементных, бетонных, железобетонных, полиэтиленовых труб. Материал и класс прочности труб принимают на основании технико-экономического расчета с учетом санитарных требований, агрессивности грунта и воды, условий работы трубопроводов и требований к качеству воды.

Для напорных водоводов и сетей, как правило, следует принимать неметаллические трубы (железобетонные, асбестоцементные, полиэтиленовые и др.).

Применение чугунных напорных труб допускается для сетей в пределах населенных пунктов, территории промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также при отсутствии соответствующих неметаллических труб.

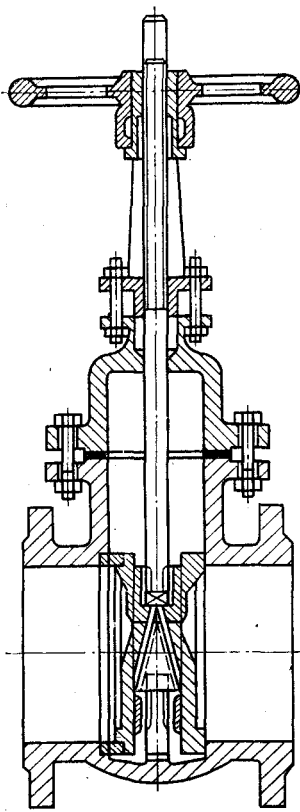
Применение стальных труб допускается:

- а) на участках при рабочем давлении более $12 \cdot 10^5$ Па;
- б) для переходов под железными и автомобильными дорогами, через водные преграды и овраги;
- в) при прокладке трубопроводов по опорам эстакад и в туннелях;
- г) при прокладке в труднодоступных местах строительства, в вечномерзлых, просадочных, набухающих и заторфованных грунтах и др.

Для железобетонных и асбестоцементных трубопроводов допускается применение металлических фасонных частей, с помощью которых к трубам крепится оборудование и арматура.

На водоводах и линиях водопроводной сети необходимо предусматривать остановку: задвижек для выделения ремонтных участков, клапанов для впуска воздуха, выпуска для сброса воды, вантузов для выпуска воздуха, компрессоров, обратных клапанов или клапанов других типов автоматического действия для предупреждения недопустимого повышения давления при гидроударах.

При устройстве водопроводных сетей применяются следующие основные типы арматуры:



- а) запорная и регулирующая — задвижки и вентили;
- б) водоразборная — водоразборные колонки, краны, пожарные гидранты;
- в) защитная и измерительная — предохранительные клапаны, воздушные вантузы, водомеры и т. п.

Задвижки (рис. 4.3) предназначены для отключения отдельных участков сети в случае аварии и ремонта и для регулирования расходов. Задвижки могут быть с ручным приводом, устанавливаемые на трубопроводах диаметром до 350 мм и с электроприводом для трубопроводов диаметром 300 мм и более.

Вантузы служат для автоматического впуска и выпуска воздуха из трубопроводов. Вантузы устанавливаются на трубопроводах диаметром 400 мм и более на возвышенных точках профиля на расстоянии 250 - 2500 м друг от друга.

Рис. 4.3. Задвижка

Если воздух не будет удален из трубопровода, то образуются воздушные подушки, уменьшающие площадь живого сечения трубопровода.

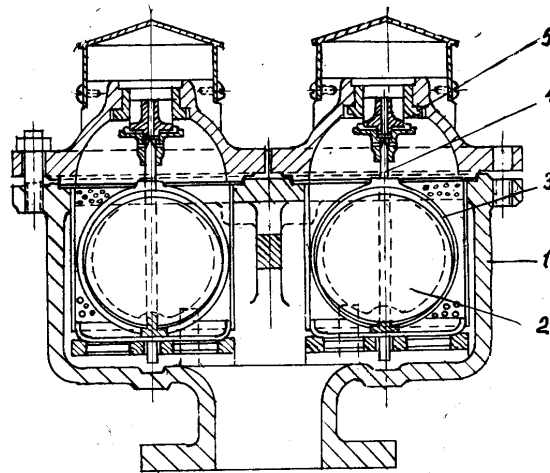


Рис. 4.4. Вантуз

Вантуз (рис. 4.4) состоит из чугунного корпуса 1, в котором помещены пустотелые шары 2. Шары через кольца 3 и шток 4 жестко соединены с клапаном 5. При отсутствии воздуха шары 2 под давлением воды снизу всплывают, клапаны 5 плотно прилегают к своим седлам. При скоплении воздуха в верхней части вантуза вода отжимается, вместе с водой опускаются шары, плавающие в воде. Вместе с шарами опускаются клапаны, и через образовавшиеся отверстия воздух выходит наружу.

Обратные клапаны (рис. 4.5) предназначены для пропуска воды только в одном направлении. Они устанавливаются на напорных линиях около центробежных насосов, на линиях для отключения водонапорных башен и в ряде других случаев.

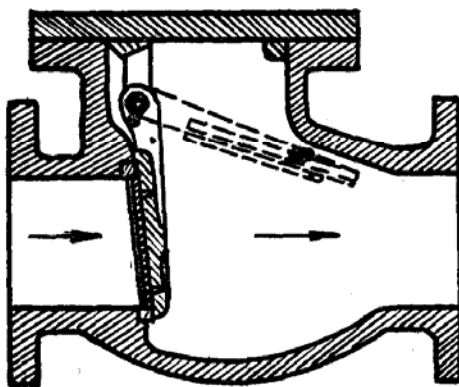
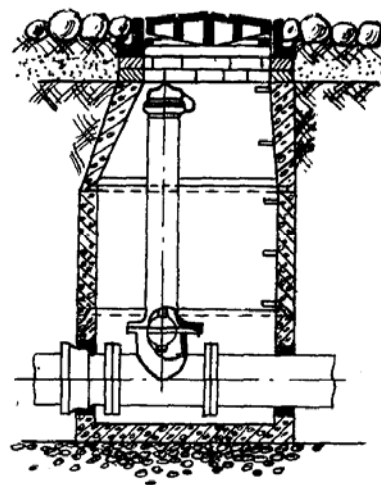


Рис. 4.5. Обратный клапан

Рис. 4.6. Установка пожарного гидранта
в колодце

Арматура наружной водопроводной сети размещается в специальных колодцах. На рис. 4.6 показан колодец с пожарным гидрантом. Водопроводные колодцы устраивают из сборного железобетона, но допускается их устройство и из местных материалов.

В случаях расположения грунтовых вод выше дна колодца следует предусматривать гидроизоляцию дна и стен колодца на 0,5 м выше уровня грунтовых вод. Высота рабочей части колодца должна быть не менее 1,5 м.

При создании водопроводной сети выполняется ее детализовка. Детализовкой сети называют схему сети с нанесенными на нее в условных обозначениях фасонными частями, а также размерами сети. При прокладке трубопроводов в зоне отрицательных температур материал труб и элементы стыковых соединений должны удовлетворять требованиям морозоустойчивости. Для предупреждения нагревания воды в летнее время глубину заложения трубопровода хозяйственно-питьевого назначения надлежит, как правило, принимать не менее 0,5 м, считая до верха труб. Допускается принимать меньшую глубину заложения при условии обоснования теплотехническими расчетами.

При определении глубины заложения труб следует учитывать внешние нагрузки от транспорта и условия пересечения с другими подземными сооружениями и коммуникациями.

Пожарные гидранты

Пожарные гидранты предназначены для отбора воды на пожаротушение.

Пожарные гидранты выполняют наземными и подземными.

Наибольшее распространение в нашей стране получил подземный гидрант московского типа ПГ-5, изобретателем которого является замечательный русский инженер Н.П. Зимин. Гидрант устанавливается на фланец пожарной подставки наружной водопроводной сети. В настоящее время промышленность выпускает подземный пожарный гидрант московского типа с клапаном обтекаемой формы ГОСТ 8220-62 (рис. 4.7). Этот гидрант имеет ряд преимуществ: уменьшен шаг

резьбы шпинделя, что снизило усилие при открывании гидранта; нет опасности замерзания воды; более устойчив к появлению гидравлического удара.

В настоящее время выпускается колонка ГОСТ 7499-71 (рис. 4.8). Пожарная колонка состоит из корпуса и головки. В нижней части корпуса имеется резьбовое кольцо для присоединения колонки к гидранту. В верхней части расположены управление колонкой и два напорных патрубка с соединительными головками для присоединения пожарных рукавов. Напорные патрубки перекрыты вентилями. Клапан гидранта открывают с помощью рукоятки пожарной колонки. Рукоятку можно вращать только при закрытых вентилях напорных патрубков, так как при открытом вентиле его маховичок поднимается и попадает в поле вращения

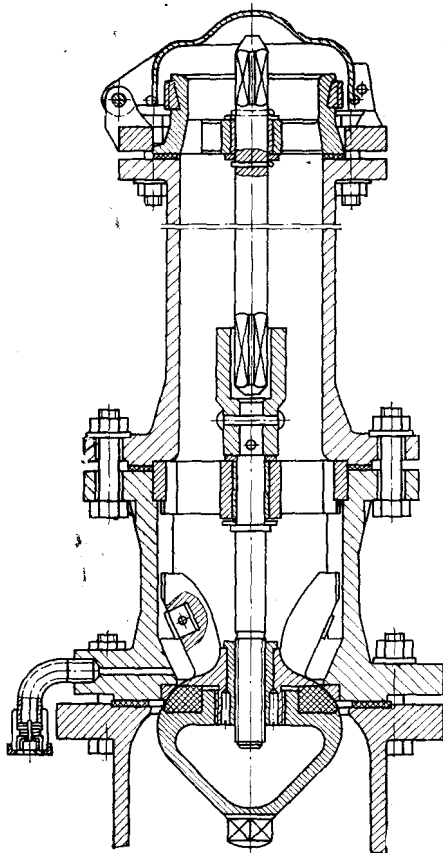


Рис. 4.7. Пожарный гидрант подземный

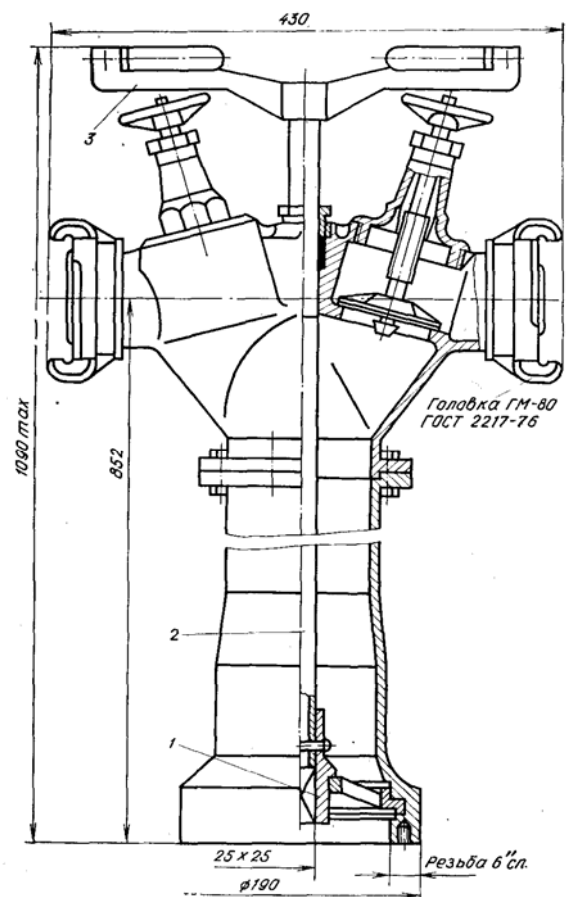


Рис. 4.8. Пожарная колонка

рукоятки. Таким образом, пожарная колонка имеет блокировку, исключающую поворот центрального ключа при открытых клапанах. Снимать пожарную колонку с гидранта можно только при закрытом клапане гидранта.

Сопротивление пожарной колонки: $S=0,35 \cdot 10^4 \text{ с}^2/\text{м}^2$.

Наземные гидранты, в отличие от подземных, доступны в любое время года, и для их использования не требуется устанавливать пожарную колонку. Наземные пожарные гидранты могут применяться в основном в южных районах нашей страны. В средней и северной части России в зимних условиях требуется их утеплять. На рис. 4.9 показан бесколодезный наземный гидрант с двумя патрубками диаметром 77 мм и одним — диаметром 125 мм. При вращении гайки штанга, соединенная со шпинделем, опускается вниз, открывая затвор для подачи воды. В момент закрывания гидранта затвор поднимается вверх и уплотнительное кольцо плотно садится на седло, перекрывая воду.

Нижняя часть корпуса гидранта расположена в грунте и фланцем прикреплена к стандартной пожарной подставке водопровода. Для уменьшения усилий, возникающих при открывании и закрывании гидранта, в верхней части корпуса расположен опорный шариковый подшипник, который закрыт крышкой. Для предотвращения попадания воды из корпуса гидранта в резьбовое соединение гайки и шпинделя в крышке установлены два уплотнительных кольца. Для сельской местности и поселков разработана конструкция гидранта-колонки.

Гидрант-колонка ГОСТ 13816-68 (рис. 4.10) предназначена для отбора воды из водопроводной сети на хозяйственно-питьевые цели и на пожаротушение и представляет собой гидрант, совмещенный с водоразборной колонкой. Гидрант-колонку монтируют на пожарных подставках, устанавливаемых на наружной водопроводной сети без устройства колодца. Гидрант-колонка пригодна для установки на всей территории страны, за исключением районов вечной мерзлоты.

При подъеме рукоятки 2 водоразборная трубка 7 опускается вниз и отжимает пружину 14. Клапан 13 эжектора 11 открывается и вода поступает в хозяйственный отвод. После выключения колонки вода сливается в нижнюю часть корпуса 1 и отсасывается эжектором в подающую трубу 6 при следующем отборе.

При пожаротушении открывание и закрывание гидранта производится специальным ключом. При открывании гидранта рукояткой ключа вращается гайка 3 шпинделя 4 и трубчатая штанга 8 с клапаном гидранта 10 опускается вниз.

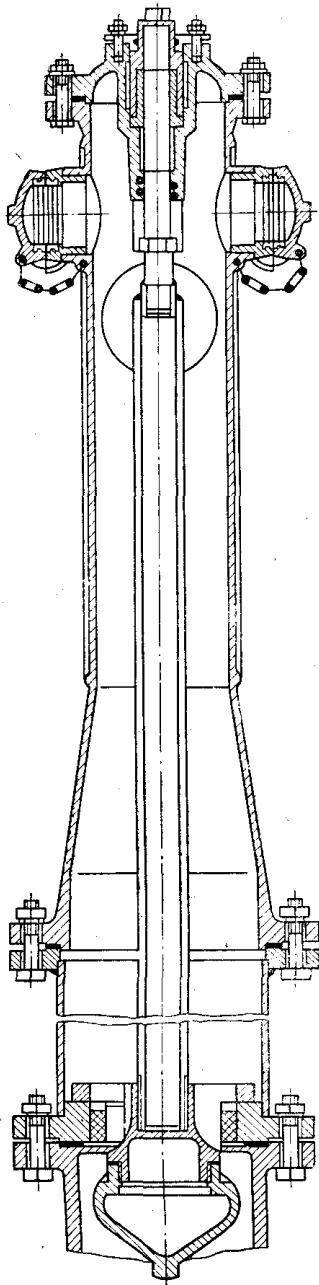


Рис. 4.9. Пожарный гидрант
наземный

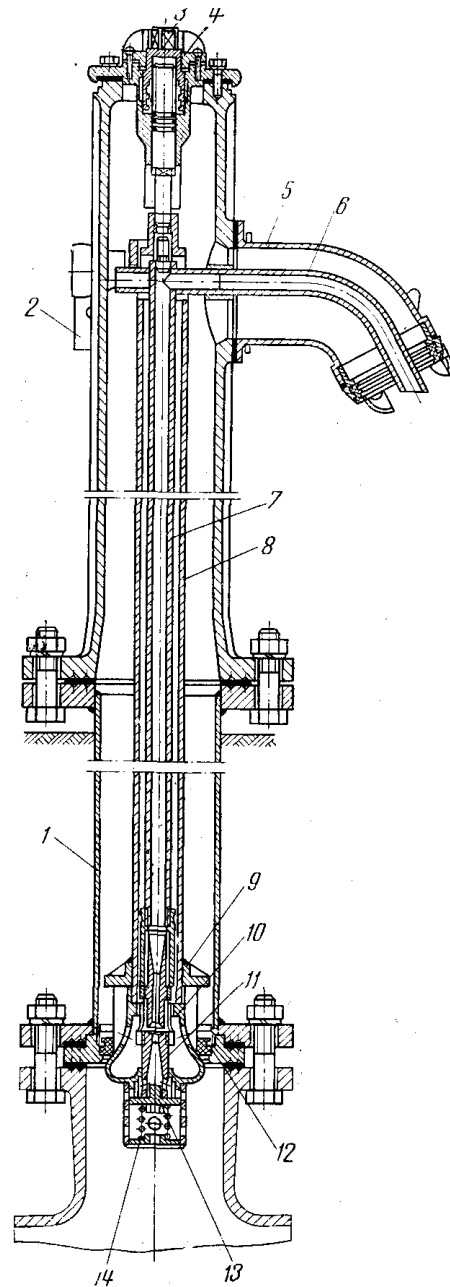


Рис. 4.10. Гидрант, совмещенный
с водоразборной колонкой

Вода заполняет корпус колонки и поступает в отвод 5. Отбирать воду из гидранта можно через рукава диаметром 77 мм. Оставшаяся после работы гидранта вода отсасывается с помощью эжектора колонки. При необходимости выполнения ремонта гидранта-колонки имеется возможность извлечения ее деталей без раскопки траншеи. Для этого используется металлическое кольцо 9 с двумя выступами, которые входят в пазы седла 12.

Список использованных источников

1. Абросимов Ю.Г., Иванов А.И., Качалов А.А. и др., Гидравлика и противопожарное водоснабжение: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. 391 с.
2. Качалов А.А., Воротынцев Ю.П., Власов А.В., Противопожарное водоснабжение: Учебник. – М.: Стройиздат, 1985, 277 с.
3. Воротынцев Ю.П., Качалов А.А., Абросимов Ю.Г. и др., Гидравлика и противопожарное водоснабжение: Под ред. Кошмаров Ю.А.: ВИПТШ МВД СССР, 1985, 379 с.