

РАЗДЕЛ II. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

ГЛАВА VII. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ. РАСХОДЫ И НАПОРЫ ВОДЫ В ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ВОДОПРОВОДАХ

§ 38. Классификация систем водоснабжения

Системой водоснабжения называют комплекс инженерных сооружений, предназначенных для забора воды

из водоисточника, ее очистки, хранения и подачи к местам потребления.

Назначение пожарного водоснабжения заключается в обеспечении подачи необходимых объемов воды под требуемым напором в течение нормативного времени тушения пожара при условии достаточной степени надежности работы всего комплекса водопроводных сооружений.

Основные нормативные требования, предъявляемые к водоснабжению, изложены в строительных нормах и правилах: СНиП II-31-74 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и СНиП II-30-76 «Внутренний водопровод и канализация зданий» и ряде других нормативных документов. Системы водоснабжения (водопроводы) классифицируют по ряду признаков.

По надежности подачи воды они подразделяются на три категории в соответствии с данными табл. 22.

По виду обслуживаемого объекта системы водоснабжения подразделяют на городские,

Таблица 22. Категории надежности водопроводов

Характеристика водопотребителя	Категория надежности
Предприятия металлургической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности, электростанции; хозяйственно-питьевые водопроводы населенных пунктов с числом жителей более 50 000 чел., — допускается снижение подачи воды не более чем на 30% расчетных нормативов длительностью до 3 сут.	I
Предприятия угольной, горно-рудной, нефтедобывающей, машиностроительной и других видов промышленности; хозяйственно-питьевые водопроводы населенных пунктов с числом жителей до 50 000 чел. и групповые сельскохозяйственные водопроводы — допускается снижение подачи воды не более чем на 30% расчетных нормативов, продолжительностью до 1 месяца, или перерывы в подаче воды сроком до 5 ч	II
Мелкие промышленные предприятия; системы орошения сельскохозяйственных земель; хозяйственно-питьевые водопроводы населенных пунктов с числом жителей до 500 чел. — допускается перерыв в подаче воды до 1 сут или снижение подачи воды не более чем на 30% расчетных нормативов сроком до 1 месяца	III

поселковые, а также промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и др.

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 способу подачи воды водопроводы бывают напорные с механической подачей воды насосами и самотечные (гравитационные), которые устраивают в горных районах при расположении водоисточника на высоте, обеспечивающей естественную подачу воды потребителям.

По назначению системы водоснабжения делят на хозяйственно-питьевые, удовлетворяющие нужды населения; производственные, снабжающие водой технологические процессы производства; противопожарные и объединенные. Последние устраивают, как правило, в населенных пунктах. Из этих же водопроводов вода подается и на промышленные предприятия, если они потребляют незначительное количество воды или по условиям технологического процесса производства требуется вода питьевого качества.

При больших расходах воды предприятия могут иметь самостоятельные системы водоснабжения, обеспечивающие их хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды. В этом случае обычно сооружают хозяйственно-противопожарный и производственный водопроводы. Совмещение пожарного водопровода с хозяйственным, а не с производственным объясняется тем, что производственная водопроводная сеть обычно бывает менее разветвленной и не охватывает всех объемов предприятия. Кроме того, для некоторых технологических процессов производства вода должна подаваться под строго определенным напором, который при тушении пожара будет изменяться. Это может привести либо к увеличению расхода воды, что экономически нецелесообразно, либо к аварии производственных аппаратов. Самостоятельный противопожарный водопровод устраивают обычно на наиболее пожароопасных объектах — предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, складах нефти и нефтепродуктов, лесобиржах, хранилищах сжиженных газов и др.

Противопожарные водопроводы (отдельные или объединенные с водопроводами другого назначения) бывают низкого и высокого давления. В водопроводах низкого давления необходимый напор у стволов создается передвижными пожарными насосами, установленными на гидранты. В водопроводах высокого давления вода к месту пожара подается по рукавным линиям непосредственно от гидрантов под напором от стационарных пожарных насосов, установленных в насосной станции.

Системы водоснабжения могут обслуживать как один объект, например город или промышленное предприятие, так и несколько объектов. В последнем случае эти системы называют групповыми. Если система водоснабжения обслуживает одно здание или небольшую группу компактно расположенных зданий из близлежащего источника, то ее называют местной системой. Для питания водой под требуемым напором различных участков территории населенного пункта, имеющей значительную разницу в отметках, устраивают зонное водоснабжение. Система водоснабжения, обслуживающая несколько крупных водопотребителей, расположенных на определенной территории, называется районной.

§ 39. Схемы водоснабжения населенных пунктов

На территории большинства населенных пунктов (городов, поселков) существуют различные категории водопотребителей, предъявляющих разнообразные требования к качеству и количеству потребляемой воды. В современных городских водопроводах расход воды на технологические нужды промышленности составляет в среднем около 40% всего объема, подаваемого в водопроводную сеть. Причем около 84% воды берется из поверхностных источников и 16% — из подземных.

Схема водоснабжения для городов с использованием поверхностных водоисточников представлена на рис. 48. Вода поступает в водоприемник (оголовок) 1 и по самотечным трубам 2 перетекает в береговой колодец 3, а из него насосной станцией первого подъема (НС-I) 4 подается в отстойники 5 и далее на фильтры 6 для очистки от загрязнений и обеззараживания. После очистной станции вода поступает в запасные резервуары

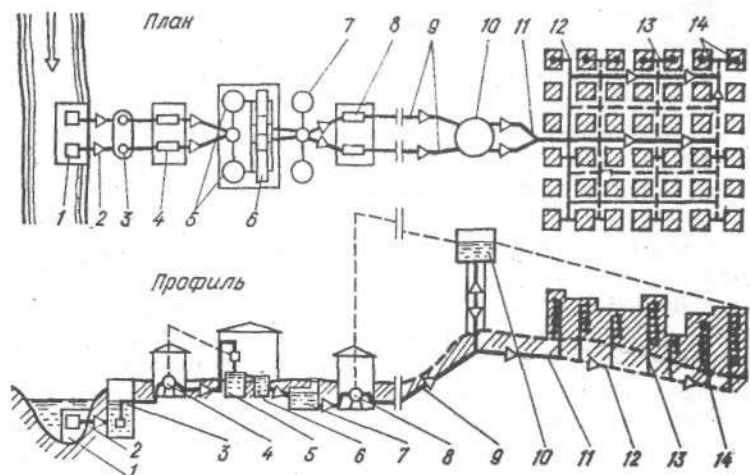


Рис. 48. Схема водоснабжения населенного пункта

1 — водоприемник; 2 — самотечные трубы; 3 — береговой колодец; 4 — насосная станция I подъема; 5 — отстойники; 6 — фильтры; 7 — запасные резервуары чистой воды; 8 — насосная станция II подъема; 9 — водоводы; 10 — водонапорная башня; 11 — магистральные трубопроводы; 12 — распределительные трубопроводы; 13 — ввод в здания; 14 — водопотребители

чистой воды 7, из которых она насосной станцией второго подъема (НС-II) 8 подается по водоводам 9 в напорно-регулирующее сооружение 10 (наземный или подземный резервуар, размещенный на естественном возвышении, водонапорная башня или гидропневматическая установка). Отсюда вода поступает по магистральным линиям 11 и распределительным трубам 12 водопроводной сети к вводам в здания 13 и потребителям 14.

Систему водоснабжения или проектирования обычно разделяют на две части: наружную и внутреннюю. К наружному водопроводу относят все сооружения для забора, очистки и распределения воды водопроводной сетью до вводов в здания. Внутренние водопроводы представляют собой совокупность устройств, обеспечивающих получение воды из наружной сети и подачу ее к водоразборным приборам, расположенным в здании.

Использование подземных водоемисточников обычно позволяет обходиться без очистных сооружений. Вода подается непосредственно в запасные резервуары 2 (рис. 49). При использовании подземных вод, а также при водоснабжении крупных городов может быть не

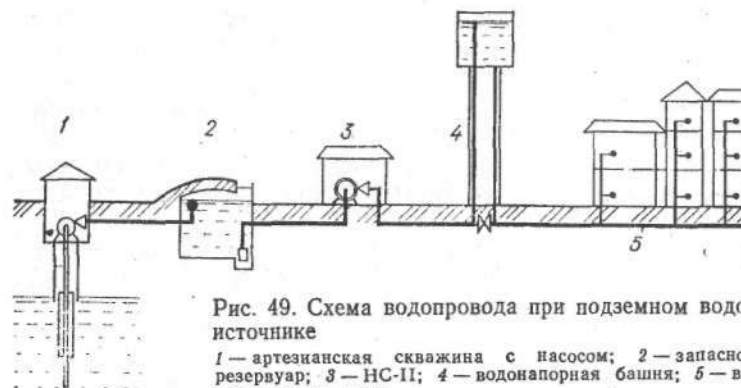


Рис. 49. Схема водопровода при подземном водоемисточнике

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

один, а несколько источников водопитания, расположенных с разных сторон населенного пункта. Такое водоснабжение позволяет получить более равномерное распределение воды по сети и поступление ее к потребителям. Неравномерность водопотребления с увеличением численности населения в городах в значительной мере сглаживается, что позволяет обходиться без напорно-регулирующих сооружений. В этом случае вода от НС-II поступает непосредственно в трубы водопроводной сети.

Подача воды для целей пожаротушения в городах обеспечивается пожарными автомобилями от гидрантов, установленных на водопроводной сети. В небольших городах для подачи воды на тушение пожаров включают дополнительные насосы в НС-II, а в крупных городах пожарный расход составляет незначительную часть водопотребления, поэтому практически не оказывают влияния на режим работы водопровода.

В соответствии с современными нормами в населенных пунктах с числом жителей до 500 чел., которые располагаются в основном в сельской местности, должен устраиваться объединенный водопровод высокого давления, обеспечивающий хозяйственно-питьевые, производственные и пожарные нужды. Однако нередко случается, когда сооружается только хозяйственно-питьевой водопровод, а на пожарные нужды воду подают передвижными насосами из водоемов и резервуаров, пополняемых от водопровода.

В малых населенных пунктах для хозяйственно-противопожарных нужд чаще всего устраиваются

системы местного водоснабжения с забором воды из подземных источников (шахтных колодцев или скважин). В качестве водоподъемных устройств применяют центробежные и поршневые насосы, системы «Эрлифт», ветросиловые установки и др. Наиболее надежны и удобны в эксплуатации центробежные насосы. Что касается других водоподъемных устройств, то вследствие малой производительности они могут использоваться лишь для пополнения пожарных запасов воды в водоемах, резервуарах, водонапорных башнях.

§ 40. Схемы водоснабжения промышленных предприятий

Схема производственного водоснабжения промышленных предприятий зависит от характера производства, мощности и расположения водисточника и бывают прямоточные, оборотные и последовательные.

При прямоточном водоснабжении вода для производственных целей подается из водисточника насосной станцией по водопроводной сети в цехи. Отсюда отработанная вода по канализационной сети поступает в тот же водоем — после обработки в очистных сооружениях. Если для производственных нужд необходимо подавать воду под различным давлением, на НС устанавливается несколько насосов, питающих обособленные сети. Для хозяйственно-противопожарных нужд предприятия вода после очистки подается в самостоятельную сеть.

При оборотном водоснабжении использованная в технологическом процессе вода не сбрасывается в водисточник, как при прямоточном водоснабжении, а вновь подается из отстойников потребителям после соответствующей обработки. Для пополнения потерь воды (3—5% — испарение, утечка) в оборотный цикл добавляют свежую воду из источника.

При последовательном водоснабжении вода, использованная одним потребителем, может применяться во втором, а иногда и третьем технологическом цикле промышленного предприятия, после чего сбрасываться в канализационную сеть для обработки в очистных сооружениях.

На одном предприятии может быть несколько си-

стем, обслуживающих разные цехи. Поэтому если говорить о системе производственного водоснабжения в целом для всего предприятия, то нередко она бывает системой смешанного (комбинированного) водоснабжения.

Хозяйственно-противопожарный водопровод промышленного предприятия может питаться водой от общего городского (или районного) водопровода, а при их отсутствии или малой мощности схемы разрабатываются с самостоятельными источниками водоснабжения.

Вода из городской сети непосредственно подается в сеть внутризаводского водопровода в том случае, когда существующее давление позволяет обеспечить предприятие в соответствии с его графиком водопотребления. Однако для обеспечения большей надежности водоснабжения предприятий необходимо устраивать не менее двух вводов от различных магистральных линий водопроводной сети.

Если свободный напор во внутризаводской сети должен быть выше, чем в прилегающих к предприятию линиях водопроводной сети города, то устраивают местные повысительные насосные станции. Они могут забирать воду или непосредственно из магистральных линий, или из дополнительных резервуаров, обеспечивающих хранение противопожарного запаса и более равномерное потребление воды из городского водопровода. При этом целесообразно иметь собственные напорно-регулирующие сооружения, которые поддерживают требуемый в сети напор и обеспечивают соблюдение графика расходования воды предприятием. В повысительной насосной станции в зависимости от соотношения напоров в городской и заводской водопроводных сетях устанавливают как хозяйственные, так и пожарные насосы (рис. 50).

Если хозяйственно-противопожарный водопровод не обеспечивает возросших потребностей в воде, то иногда прибегают к устройству пожарных гидрантов на производственном водопроводе. Для нужд пожаротушения могут быть использованы также пруды — охладители, брызгальные бассейны и градирни, в которых вода не замерзает даже в сильные морозы. В этом случае необходимо предусматривать устройство подъездов и специальных колодцев для забора воды передвижными насосами, однако следует помнить, что при температу-

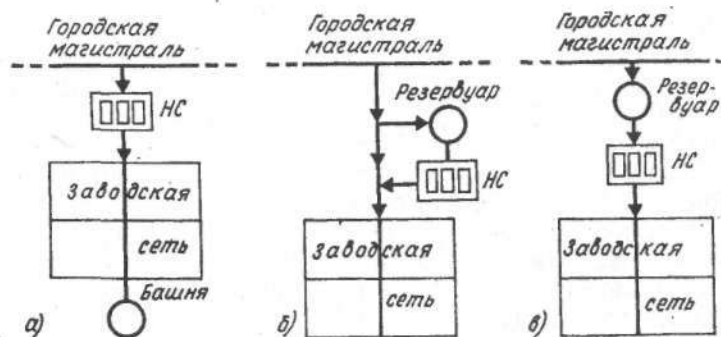


Рис. 50. Схема подачи воды предприятиям

а — при подаче воды от городской сети, превышающей расход воды на хозяйственно-питьевые и пожарные нужды предприятия; б — при подаче воды от городской сети, обеспечивающей хозяйственно-питьевые нужды, но меньшей требуемого пожарного расхода предприятия; в — при подаче воды от городской сети, меньшей требуемого расхода на хозяйственно-питьевые и пожарные нужды предприятия

ре воды 60—70°C работа центробежных насосов по ее перекачке становится практически невозможной. При строительстве пожарных подъездов необходимо стремиться к тому, чтобы высота всасывания насосов (расстояние от уровня воды до оси насоса) была минимальной.

§ 41. Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления

Благоустройство зданий и повышение жизненного уровня народа обуславливают изменение количества расходуемой воды, поэтому нормы водопотребления периодически пересматриваются. При проектировании системы водоснабжения прежде всего определяют, сколько воды и какого качества требуется подавать конкретному объекту. Вода расходуется различными потребителями на самые разнообразные нужды, которые можно разделить по назначению на следующие группы.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения. Сюда входит расход воды на бытовые нужды: питье, приготовление пищи, стирка, личная гигиена и гигиена жилищ. Сюда же относят расход воды на благоустройство населенного пункта или предприятия: поливку улиц и тротуаров, зеленых насаждений, посадок в теплицах, работу фонтанов и т. п. Кроме того,

здесь следует учитывать расход воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих на предприятиях.

Расход воды для производственных целей на предприятиях промышленности, транспорта, энергетики, сельского хозяйства и т. п. (парообразование, охлаждение, конденсация пара, изготовление различных фабрикатов, промывка продукции и пр.).

Кроме того, вода расходуется на собственные нужды водопровода (промывка фильтров, водоприемных устройств, сети и др.).

Расход воды на пожаротушение. При тушении пожара водопроводные сооружения должны пропускать одновременно объем воды, необходимый для пожаротушения и удовлетворения хозяйственно-питьевых и производственных нужд.

Общий расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения пропорционален числу жителей в населенном пункте. Удельный расход, т. е. расход на одного жителя, зависит от характера санитарно-технического оборудования зданий, благоустройства населенного пункта и климатических условий (табл. 23).

Таблица 23. Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в населенных пунктах

Степень благоустройства районов жилой застройки	Норма на одного жителя среднесуточная (за год) $q_{ж}$, л/сут
1. Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн	125—160
2. То же, с ваннами и местными водонагревателями	160—230
3. То же, с централизованным горячим водоснабжением	250—350
4. Водопотребление из водоразборных колонок	30—50

Среднесуточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяют по формуле

$$Q_{\text{сут. ср}} = q_{ж} N / 1000, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где $q_{ж}$ — норма водопотребления на одного жителя, принимается по табл. 23; N — расчетное число жителей.

Суточный расход воды при наибольшем водопотреблении рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{сут. макс}} = K_{\text{сут. макс}} Q_{\text{сут. ср}}$$

где $K_{\text{сут}}$ — коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели. Его значение обычно находится в пределах $K_{\text{сут. макс}} = 1,1-1,3$.

Максимальный часовой расход воды определяют по формуле

$$q_{\text{ч. макс}} = K_{\text{ч. макс}} Q_{\text{сут. макс}} / 24.$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $K_{\text{ч}}$ определяют из выражения:

$$K_{\text{ч. макс}} = \alpha_{\text{макс}} \beta_{\text{макс}},$$

где α — коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, он обычно равен $\alpha_{\text{макс}} = 1,2-1,4$; β — коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимаемый по табл. 24.

Таблица 24. Значения коэффициента β

N , тыс. чел., до	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более
$\beta_{\text{макс}}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1

Суточный расход воды в населенном пункте, имеющем районы с различной степенью благоустройства жилой застройки, следует определять как сумму суточных расходов воды по отдельным районам, которые в свою очередь рассчитываются по числу жителей и соответствующей норме водопотребления.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды рабочих на промышленных предприятиях определяют в зависимости от величины тепловыделения (табл. 25).

Таблица 25. Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления на промышленных предприятиях

Виды цехов	Норма на одного работающего q_p , л/см	Коэффициент часовой не- равномерности водо- потребления $K_{\text{ч}}$
С тепловыделением более 20 кал/м ³ ·ч	45	2,5
В остальных цехах	25	3

Средний расход воды за смену составит:

$$Q_{\text{см. ср}} = q_p N / 1000, \text{ м}^3/\text{см},$$

где N — число работающих в смену.

Среднечасовой расход равен

$$Q_{\text{ч. ср}} = Q_{\text{см. ср}} / \tau_{\text{см}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $\tau_{\text{см}}$ — время работы одной смены.

Максимальный часовой расход определяют с учетом коэффициента часовой неравномерности водопотребления

$$Q_{\text{ч. макс}} = K_{\text{ч}} Q_{\text{ч. ср}}.$$

На производствах, где рабочие после смены должны мыться, дополнительно учитывают расход воды в душевых из расчета 500 л/ч на одну душевую сетку в течение 45 мин после окончания смены. Число душевых сеток рассчитывают в зависимости от количества работающих в максимальную смену и санитарной характеристики производственного процесса.

Общий расход воды на поливку можно определить в зависимости от числа жителей в населенном пункте, условно считая, что затраты на одного жителя составляют 50—90 л/сут с учетом типа покрытия территории, способа ее поливки, вида насаждений, климатических и других местных условий.

§ 42. Нормы расхода воды на производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий

Расход воды на производственные нужды устанавливается исходя из технологических потребностей. При этом руководствуются удельными нормами расхода воды на единицу продукции. Например, общее потребление воды современного завода с полным металлургическим циклом достигает 240 м³ на 1 т выплавленного чугуна с переработкой его в сталь и прокат; на изготовление 1 т газетной бумаги — 500 м³ и т. д. Однако расход воды на единицу продукции сильно колеблется и часто бывает различным даже на аналогичных предприятиях, поскольку он зависит от типа применяемого оборудования и аппаратуры, схемы технологического процесса и местных условий.

Следует различать полный расход воды, необходимый для нужд производства, и расход «свежей» воды,

поступающей из источника для восполнения потерь в оборотных циклах. Так, на нефтеперерабатывающих заводах, где на 1 т перерабатываемой нефти расходуется до 120 м³ воды — в основном для конденсации, охлаждения и отмывки нефтепродуктов, применяют оборотные системы водоснабжения. При этом в производство возвращается около 93,4% воды, безвозвратно теряется 3,4%, сбрасывается в сток 3,2%. Расход «свежей» воды составляет 6,6%.

Расход воды для производственного сектора совхозов или колхозов (ремонтно-механических мастерских, предприятий по переработке сельскохозяйственных продуктов, кормоцехов и др.) определяется также в соответствии с требованиями технологической части проектов на соответствующие объекты.

Большое количество воды в системах сельскохозяйственного водоснабжения потребляется животноводством. Расход воды для скота, птиц и зверей на сельскохозяйственных фермах и в промышленных комплексах рассчитывается в зависимости от вида потребителей с учетом коэффициента часовой неравномерности водопотребления.

§ 43. Нормы расхода воды для пожаротушения

Общий расчетный расход воды $Q_{\text{пож}}$ на пожаротушение складывается из суммы наружного расхода от гидрантов Q_n и внутреннего — от пожарных кранов $Q_{\text{вн}}$, а также от стационарных спринклерных или дренчерных установок $Q_{\text{уст}}$, таким образом, он равен:

$$Q_{\text{пож}} = Q_n + Q_{\text{вн}} + Q_{\text{уст}}.$$

При объединенном водопроводе этот расход должен быть обеспечен с учетом наибольшего потребления на другие нужды населенного пункта или промышленного предприятия, исключая расходы воды на поливку территории, прием душа, мытье полов и мойку технологического оборудования предприятия.

Расход воды на наружное пожаротушение Q_n и количество возможных одновременных пожаров в населенном пункте определяют в зависимости от числа жителей в этажности зданий (табл. 26).

Расход воды на тушение пожара в жилых районах с одно- и двухэтажной застройкой, входящих в состав населенных пунктов с большой этажностью застройки,

Таблица 26. Нормы водопотребления на наружное пожаротушение в населенных пунктах

Число жителей, тыс. чел., не более	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на 1 пожар на наружное пожаротушение, л/с	
		здания до 2 этажей включительно	здания в 3 этажа и выше
5	1	10	10
10	1	10	15
25	2	10	15
50	2	20	25
100	2	25	35
200	3	—	40
300	3	—	55
400	3	—	70
500	3	—	80
600	3	—	85
700	3	—	90
800	3	—	95
1000	3	—	100
2000	4	—	100

определяют отдельно — с учетом численности населения этих районов. Общий же расход воды устанавливают по численности всего населения, суммируя данные по смешанной застройке.

При зонном водоснабжении расчетный расход на наружное пожаротушение определяют для каждой зоны отдельно в зависимости от числа жителей в ней. Число одновременных пожаров устанавливают по данным табл. 26 исходя из общей численности населения.

Для сельскохозяйственных групповых водопроводов, обслуживающих несколько населенных пунктов, число одновременных пожаров также определяют по табл. 26 в зависимости от общей численности жителей в этих населенных пунктах. Однако расход воды на наружное пожаротушение следует рассчитывать для каждого населенного пункта отдельно.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение через гидранты на промышленном предприятии или сельскохозяйственном производственном комплексе зависит от категории пожарной опасности производства, степени

огнестойкости строений и зданий, их объема и конструктивных особенностей.

Для производственных зданий шириной до 60 м (с фонарями, а также без фонарей) данные нормативного расхода указаны в табл. 27.

Несколько большие расходы воды устанавливаются для зданий без фонарей шириной более 60 м (табл. 28). В данном случае учитывается возрастающая трудность тушения пожаров из-за возможного задымления помещений больших объемов и повышения в них температуры вследствие сложности удаления продуктов сгорания.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение одного пожара на сельскохозяйственных предприятиях, зданиях и сооружениях должен приниматься в соответствии с данными табл. 29.

Для пожаротушения зданий, разделенных на части противопожарными стенами или имеющих различную категорию пожарной опасности, расчетный расход воды надлежит принимать по той части здания, где он наибольший. Для вспомогательных зданий промышленных предприятий пожарный расход воды следует определять по табл. 27, относя их к заданиям с производством категории В.

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение складов грубых кормов объемом более 1000 м³, располагаемых на территории сельскохозяйственных производственных комплексов и животноводческих ферм на промышленной основе, следует определять по табл. 29, относя их к производствам категории В и оценивая степень огнестойкости складов как пятую.

Указанные в табл. 27, 28 и 29 нормы расхода воды даны в расчете на один пожар, причем число одновременных пожаров принимается в зависимости от площади территории предприятия: один пожар — при площади до 150 га, при большей площади — два пожара.

Расчетное число одновременно возможных пожаров при объединенном противопожарном водопроводе (населенного пункта и промышленного предприятия или сельскохозяйственного производственного комплекса, расположенных вне населенного пункта) приведены в табл. 30.

Если в населенном пункте число жителей достигает 25 тыс. и более, расчетное число пожаров определяют

Таблица 27. Расход воды на наружное пожаротушение на промышленных предприятиях

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Расходы воды на наружное пожаротушение для производственных зданий с фонарями, а также без фонарей шириной до 60 м на 1 пожар, л/с, при объемах зданий, тыс. м ³					
		до 3	более 3 до 5	более 5 до 20	более 20 до 50	более 50 до 200	более 200 до 400
		до 3	более 3 до 5	более 5 до 20	более 20 до 50	более 50 до 200	более 200 до 400
I и II	Г, Д	10	10	10	10	15	20
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35
III	Г, Д	10	10	15	25	—	—
III	В	10	15	20	30	—	—
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	—	—
IV и V	В	15	20	25	40	—	—
							25
							40
							—
							—
							—
							—

Таблица 28. Расход воды на наружное пожаротушение промышленных предприятий

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Расходы воды на наружное пожаротушение для производственных зданий без фонарей шириной 60 м и более на 1 пожар, л/с, при объемах зданий, тыс. м ³							
		до 50	более 50 до 100	более 100 до 200	более 200 до 300	более 300 до 400	более 400 до 500	более 500 до 600	более 600 до 700
		до 50	более 50 до 100	более 100 до 200	более 200 до 300	более 300 до 400	более 400 до 500	более 500 до 600	более 600 до 700
I и II	А, Б и В	20	30	40	50	60	70	80	90
I и II	Г и Д	10	15	20	25	30	35	40	45
									100
									50

Таблица 29. Расход воды на наружное пожаротушение сельскохозяйственных предприятий

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Расходы воды на наружное пожаротушение сельскохозяйственных предприятий, зда-ний и сооружений на 1 пожар, л/с, при объемах зданий, тыс. м ³				
		до 3	более 3 до 5	более 5 до 20	более 20 до 50	более 50 до 200
I и II	Г, Д	5	5	10	10	15
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30
III	Г, Д	10	10	15	25	—
III	В	10	15	20	30	—
IV и V	Г, Д	15	15	20	30	—
IV и V	В	15	20	25	40	—

Таблица 30. Определение числа одновременных пожаров при объединенном водопроводе населенного пункта и промышленного предприятия

Площадь территории предприятия, га	Число жителей в населенном пункте, тыс. чел.	Расчетное число одновременных пожаров
До 150	До 10	1 пожар (на предприятии или в населенном пункте — по наибольшему расходу)
До 150	От 10 до 25	2 пожара (по одному на предприятии и в населенном пункте)
Более 150	До 25	2 пожара (два на предприятии или два в населенном пункте — по наибольшему расходу)

по табл. 26, при этом пожарный расход воды находят как сумму большего расхода (на предприятии или в населенном пункте) и половины потребного меньшего расхода (на предприятии или в населенном пункте). При нескольких промышленных предприятиях и одном населенном пункте решение этого вопроса требует согласования с органами госпожнадзора.

Продолжительность тушения пожаров при подаче воды от гидрантов, установленных на наружной водопроводной сети, в соответствии с нормативами составляет 3 ч; лишь для зданий I и II степени огнестойкости (с несгораемыми стенами, перегородками и утеплителем покрытия) с производством категорий Г и Д она составит 2 ч.

Если здания оборудованы внутренними пожарными кранами и стационарными установками, при тушении пожара следует учитывать дополнительный расход воды, который определяется следующим образом.

При объединенном водопроводе для внутренних кранов, спринклерных или дренчерных установок и наружных гидрантов расход воды на тушение пожара в течение первого часа следует рассчитывать как сумму наибольших расходов, определенных по соответствующим нормам. После отключения спринклерных или дренчерных установок подачу воды обеспечивает работа гидрантов и внутренних пожарных кранов.

Расход воды на внутреннее пожаротушение $Q_{вн}$ и число струй, одновременно подаваемых от пожарных кранов, должны определяться в зависимости от назна-

чения, этажности и объема зданий, в соответствии с нормами СНиП II-30-76.

Расход воды при тушении пожара пенными установками (а также установками с лафетными стволами) или путем подачи распыленной воды находят в соответствии с требованиями пожарной безопасности, предусмотренной нормами строительного проектирования предприятий, зданий и сооружений соответствующих отраслей промышленности, с учетом дополнительного расхода воды в размере 25% из гидрантов в соответствии с табл. 27 и 28. При этом суммарный расход воды должен быть не менее уровня, установленного СНиП II-31-74.

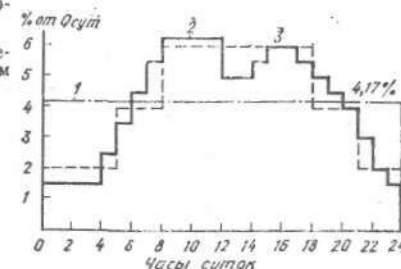
§ 44. Режим водопотребления

Потребление воды населением в течение года не равномерно. Летом ее расходуют больше, чем зимой, в предвыходные дни больше, чем в другие дни недели. Очевидно, что режим работы всех элементов системы водоснабжения должен соответствовать фактическим требованиям потребителей. Поэтому точное прогнозирование режима водопотребления при проектировании водопровода представляет собой очень важную задачу.

Для ряда категорий потребителей решение этой задачи не представляет затруднений. Например, при проектировании водопроводов промышленных предприятий режим расхода воды на производственные нужды задается в соответствии с технологическим процессом производства. Труднее установить режим водопотребления населенных мест, который определяется по совокупности факторов, связанных с условиями жизни и трудовой деятельности людей. Изучение и анализ статистических данных о фактических режимах расходования воды в населенных местах, а также выявление основных факторов, влияющих на характер режима водопотребления (численность населения, степень индустриализации, климатические условия и т. п.) — реальный путь решения этой проблемы.

В течение суток вода также потребляется неравномерно: днем расход больше, чем ночью. Колебание потребления воды по часам суток зависит от численности населения. Чем меньше населенный пункт, тем значительнее эта неравномерность. Потребление воды изме-

Рис. 51. График водопотребления
1 — режим работы НС-1; 2 — режим водопотребления; 3 — режим работы НС-11



няется и в течение часа. Однако для упрощения расчетов допускают, что расход воды в течение 1 ч остается постоянным.

Отношение расхода воды в час максимального водопотребления $Q_{ч.макс}$ к среднему часовому расходу $Q_{ч.ср}$ называют коэффициентом максимальной часовой неравномерности водопотребления $K_{ч.макс}$.

$$K_{ч.макс} = Q_{ч.макс} / Q_{ч.ср}.$$

Анализ режима водопотребления населенных пунктов различного типа позволил составить графики характерных колебаний в расходе воды в течение суток (рис. 51). Часовые расходы здесь выражены в процентах от суточного. Отношение наибольшей ординаты к средней (4,17%) дает коэффициенты максимальной часовой неравномерности $K_{ч.макс}$. Почасовые графики водопотребления за сутки можно представить в виде таблицы. Например, в табл. 31 даны расходы воды в отдельные часы суток (в процентах к суточному расходу) при $K_{ч.макс} = 1,25$ — для больших; $K_{ч.макс} = 1,35$ — для средних и $K_{ч.макс} = 1,5$ — для малых городов.

Использование графика водопотребления позволяет определить наиболее экономичный режим работы насосной станции второго подъема, рассчитать емкость запасных резервуаров и бака водонапорной башни.

В качестве примера возьмем небольшой населенный пункт с водопотреблением 2000 м³/сут при $K = 1,5$. Расчетные данные удобно записать в виде таблицы, где в гр. 1 (табл. 32) указаны часы суток, в гр. 2 — водопотребление в процентах по часам суток. В гр. 3 заносят вычисленные значения почасового расхода воды, например, максимальный часовой расход с 8 до 9 ч равен

Таблица 31. Водопотребление в городах по часам суток

Часы суток	Часовой расход воды, %, от суточного при $K_{ч-макс}$		
	1,5	1,35	1,25
0—1	1,5	3	3,35
1—2	1,5	3,2	3,25
2—3	1,5	2,5	3,3
3—4	1,5	2,6	3,2
4—5	2,5	3,5	3,25
5—6	3,5	4,1	3,4
6—7	4,5	4,5	3,85
7—8	5,5	4,9	4,45
8—9	6,25	4,9	5,2
9—10	6,25	5,6	5,05
10—11	6,25	4,9	4,85
11—12	6,25	4,7	4,6
12—13	5	4,4	4,6
13—14	5	4,1	4,55
14—15	5,5	4,1	4,75
15—16	6	4,4	4,7
16—17	6	4,3	4,65
17—18	5,5	4,1	4,35
18—19	5	4,5	4,4
19—20	4,5	4,5	4,3
20—21	4	4,5	4,3
21—22	3	4,8	4,2
22—23	2	4,6	3,75
23—24	1,5	3,3	3,7
Итого	100	100	100

$$Q = 2000 \cdot 6,25/100 = 125 \text{ м}^3.$$

В гр. 4 указана подача воды (в процентах) насосной станцией первого подъема. Так как НС-I подает воду к очистным сооружениям, а они работают эффективно при равномерном режиме, то насосная станция тоже должна работать равномерно. Следовательно, часовая подача воды составит $100/24=4,17\%$ суточного водопотребления.

В гр. 5 указана подача воды НС-II (в процентах), режим работы которой выбирается с расчетом максимального приближения к режиму водопотребления (см. рис. 51). Из нашего примера следует, что в НС-II установлено три группы рабочих насосов с производительностью 2% в час. Первая группа работает

Таблица 32. Водопотребление города и режим работы водопроводных сооружений

Часы суток	Водопотребление по часам,		Режим работы насосов, %		Подача в резервуар, %	Забор из резервуара, %	Остаток в резервуаре,		Приток в башню, %	Расход из башни, %	Остаток в башне,	
	%	м³	НС-I	НС-II			%	м³			%	м³
0—1	1,5	30	4,17	2	2,17	—	9,19	183,8	0,5	—	1,5	30
1—2	1,5	30	4,17	2	2,17	—	11,36	227,2	0,5	—	2	40
2—3	1,5	30	4,17	2	2,17	—	13,53	270,6	0,5	—	2,5	50
3—4	1,5	30	4,17	2	2,17	—	15,7	314	0,5	—	3	60
4—5	2,5	50	4,17	2	2,17	—	17,87	357,4	—	0,5	2,5	50
5—6	3,5	70	4,17	4	0,17	—	18,04	360,8	0,5	—	2,5	50
6—7	4,5	90	4,17	4	0,17	—	18,21	364,2	—	—	2,5	50
7—8	5,5	110	4,17	4	0,17	—	18,38	367,6	—	—	1	20
8—9	6,25	125	4,17	6	—	1,83	16,55	331	—	0,25	0,75	15
9—10	6,25	125	4,17	6	—	1,83	14,72	294,4	—	0,25	0,5	10
10—11	6,25	125	4,17	6	—	1,83	12,89	257,8	—	0,25	0,25	5
11—12	6,25	125	4,17	6	—	1,83	11,06	221,2	—	0,25	0	0
12—13	5	100	4,17	6	—	1,83	9,23	184,6	—	—	1	20
13—14	5	100	4,17	6	—	1,83	7,4	148	—	—	2	40
14—15	5,5	110	4,17	6	—	1,83	5,53	111,4	—	—	2,5	50
15—16	6	120	4,17	6	—	1,83	3,74	74,8	—	—	2,5	50
16—17	6	120	4,17	6	—	1,83	1,91	38,2	—	—	3,0	60
17—18	5,5	110	4,17	6	—	1,83	0	0	0,5	—	2	40
18—19	5	100	4,17	4	0,17	—	0,17	3,4	—	—	1,5	30
19—20	4,5	90	4,17	4	0,17	—	0,34	6,8	—	0,5	1,5	30
20—21	4	80	4,17	4	0,17	—	0,51	10,2	—	—	0,5	10
21—22	3	60	4,17	2	2,17	—	2,68	53,6	—	—	0,5	10
22—23	2	40	4,17	2	2,17	—	4,85	97	—	—	0,5	10
23—24	1,5	30	4,17	2	2,17	—	7,02	140,4	0,5	—	1	20

круглосуточно и обеспечивает подачу $24 \cdot 2 = 48\%$ воды, вторая с 5 до 21 ч $16 \cdot 2 = 32\%$ и третья с 8 до 18 ч — $10 \cdot 2 = 30\%$; (в сумме 100%). Очевидно, что при включении второй группы насосов подача составит 4% в час, а с добавлением насосов третьей группы — 6%.

Графы 6 и 7 заполняются с учетом режима работы НС-I и НС-II (поз. 4 и 5), неравномерность подачи которых компенсируется устройством запасного резервуара. Величина регулирующего запаса воды в резервуаре, равная $367,6 \text{ м}^3$ (18,38% от $Q_{\text{сут}}$) определена поз. 8 и 9.

Графы 10 и 11 составлены с учетом режима работы НС-II и водопотребления (поз. 2 и 5). Емкость регулирующего объема бака водонапорной башни равна 60 м^3 (3% от $Q_{\text{сут}}$). Следует иметь в виду, что полный объем запасного резервуара и водонапорного бака включает дополнительно неприкосновенный запас воды на пожаротушение.

График потребления воды из городского водопровода на производственные нужды зависит от способа потребления, продолжительности работы предприятия в течение суток, особенностей технологического процесса. Многие предприятия имеют свои регулирующие емкости, поэтому для них поступление воды из городского водопровода можно считать равномерным.

Таким образом, при проектировании водопровода необходимо иметь график суммарного водопотребления на хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные и другие нужды.

§ 45. Свободные напоры в системах водоснабжения

Гидростатический напор в наружной водопроводной сети устанавливается с учетом высоты зданий. Минимальный свободный напор в сети водопровода населенного пункта при хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе в здание над поверхностью земли должен приниматься при одноэтажной застройке не менее 10 м, при большей этажности на каждый этаж следует добавлять 4 м. В часы минимального водопотребления напор на каждый этаж, кроме первого, допускается принимать равным 3 м. Для отдельных зданий повышенной этажности или зданий, расположенных на возвышении, целесообразнее использовать местные или зонные системы водоснабжения.

В противопожарных водопроводах низкого давления свободный напор при пожаротушении должен быть достаточным для забора воды из гидрантов пожарными насосами. В соответствии с требованиями СНиП II-31-74 минимальный свободный напор на уровне поверхности земли в этом случае принимается равным 10 м. Этот запас напора должен превышать его потери h в гидранте h_g , пожарной колонке h_k и в рукавных патрубках h_p , соединяющих колонку с насосом

$$h = h_g + h_k + h_p = (S_g + S_k + S_p) Q^2,$$

где S_g — сопротивление гидранта — 0,0016, S_k — сопротивление колонки — 0,0035 и S_p — сопротивление рукавных патрубков при $d = 77 \text{ мм}$ — 0,0033.

Отсюда найдем, какой расход воды можно обеспечить для тушения пожара от одного гидранта при свободном напоре в 10 м

$$Q = \sqrt{h / \Sigma S} = \sqrt{10 / 0,0084} = 39,5 \text{ л/с}.$$

Как видим, расход в данном случае не превышает подачи современных передвижных пожарных насосов, следовательно, он является минимально допустимым.

В противопожарных водопроводах высокого давления свободный напор в сети должен обеспечивать высоту компактной струи не менее 10 м при полном пожарном расходе воды, расположении ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания и подаче воды по непрорезиненным пожарным рукавам длиной 120 м, диаметром 66 мм, с насадками диаметром 19 мм, при расчетном расходе каждой струи 5 л/с.

Исходя из этих положений, определим напор в водопроводной сети у гидранта, отнесенный к поверхности земли

$$H = h_g + h_k + h_p + H_{\text{ст}} + T,$$

где h — потери напора в гидранте, пожарной колонке, рукавной линии; $H_{\text{ст}}$ — напор у ствола; T — высота расположения ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания.

Подставляя значения сопротивлений для гидранта $S_g = 0,0016$, колонки $S_k = 0,0035$, шести рукавов $S_p = 0,462$ и ствола $S_{\text{ст}} = 0,634$ при расходе через гидрант и колонку 10 л/с, а по рукавной линии и через ствол 5 л/с, получим формулу для определения требуемого напора

$$H = 28 + T. \quad (65)$$

Гидростатический напор в сети наружного и внутреннего хозяйственно-питьевого или хозяйственно-противопожарного водопровода у потребителей не должен превышать 60 м. Это ограничение принято для того, чтобы обеспечить нормальное и удобное пользование водопроводными приборами и не увеличивать сверх необходимых пределов расхода воды. В отдельной сети внутреннего противопожарного водопровода максимальный напор не должен превышать 90 м для наиболее низко расположенных пожарных кранов.

Максимальная величина гидростатического напора в наружных противопожарных водопроводах высокого давления с лафетными стволами на объектах повышенной пожарной опасности (предприятиях химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности, лесобиржах и т. п.) может достигать 150 м.

Свободный напор в наружной сети производственного водопровода должен приниматься в соответствии с уровнем, обусловленным технологическими характеристиками оборудования.