

Оглавление

1. Выбор системы и схемы водоснабжения населенного пункта	5
2. Материал трубопроводов для систем водоснабжения.....	7
3. Трассировка водопроводной сети	7
4. Основные типы систем подачи и распределения воды и расчетные случаи их работы.....	10
5. Расчет полного водопотребления населенного пункта.....	12
6. Определение режимов водопотребления различными группами потребителей и суточной водопотребности всего объекта в целом	17
7. Гидравлический расчет сети.....	19
8. Расчет водоводов	23
9. Определение полной вместимости и необходимого количества резервуаров чистой воды	24
10. Построение графиков пьезометрических линий	26
11. Подбор насосов для насосной станции II подъема	27
12. Конструирование сети	29
13. Пример расчета водопроводной сети.....	33
Библиографический список	53

1. ВЫБОР СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Системой водоснабжения, или водопроводом, называют комплекс сооружений, служащих для забора воды из источника водоснабжения (водозаборные сооружения), очистки воды (очистные сооружения), хранения запасов воды (резервуары и водонапорные башни) и подачи воды к местам ее потребления (насосные станции, водоводы, распределительная сеть трубопроводов) (рис. 1).

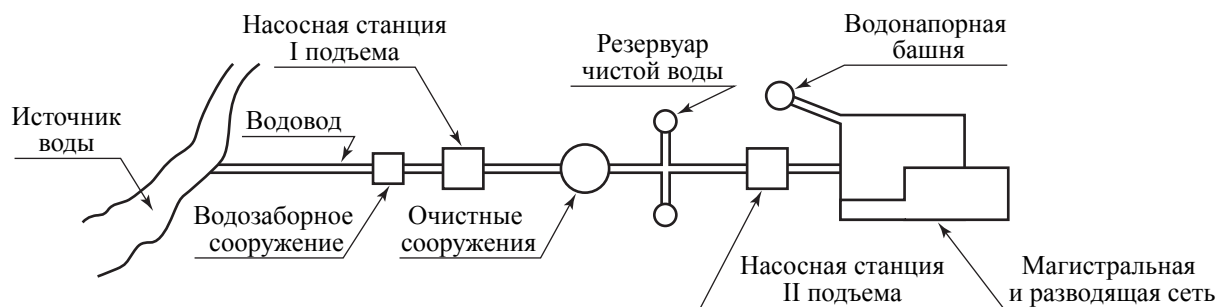


Рис. 1. Схема системы водоснабжения с основными элементами

Большое влияние на выбор системы и ее элементов оказывают местные природные условия, характер потребления воды, экономические соображения и источник: его характер, мощность, качество воды в нем, расстояние от снабжаемого водой объекта и т. п.

Выбор системы и схемы водоснабжения – важнейший этап проектирования, который должен решаться с учетом **технических и санитарных требований и экономических соображений**. Оптимальной является такая схема водоснабжения, при которой потребитель снабжается водой требуемого качества и в необходимом количестве при минимальной стоимости.

Системы водоснабжения различают:

- По назначению
 - Коммунальные (города, населенные пункты)
 - Сельскохозяйственные
 - Производственные (их различают по отраслям промышленности, например, системы железнодорожного транспорта и т. п.)
- По целевому назначению
 - Хозяйственно-питьевые
 - Хозяйственно-противопожарные
 - Хозяйственно-производственные
 - Поливочные
 - Противопожарные
- По виду использования природных источников
 - Воды поверхностных источников
 - Воды подземных источников
 - Смешанного питания
- По способам подачи воды
 - Самотечные (гравитационные)
 - Напорные (механическое побуждение)

В городах обычно устраивают единый хозяйственно-противопожарный водопровод. Он же подает воду для хозяйственно-питьевых нужд тех предприятий, где требуется вода питьевого качества (пищевая промышленность и т. п.)

Для крупных промышленных предприятий города, которые могут использовать неочищенную воду, обычно устраивают самостоятельные производственные водопроводы. Иногда такие водопроводы устраивают для группы предприятий, расположенных в одном районе города.

Вопросы объединения противопожарного водопровода с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом решаются на основе технико-экономических расчетов. Чаще всего противопожарные функции выполняют системы хозяйственно-питьевого водопровода, имеющего большую разветвленность на территории города.

Под **схемой** водоснабжения понимают начертание, генеральный план объекта водоснабжения с указанными на нем всеми водопроводными сооружениями. Проектирование схем водоснабжения осуществляется на основе генеральных планов городов (первая очередь на срок 8–10 лет и перспектива на срок 20–25 лет) и промышленных предприятий. Схема водоснабжения зависит от многих факторов, из которых главными являются следующие: расположение, мощность и качество воды источника водоснабжения, рельеф местности и кратность использования воды на промышленных предприятиях.

Схема водоснабжения города состоит из следующих основных элементов: 1) водоприемных сооружений; 2) водоподъемных сооружений, т. е. насосных станций, подающих воду к очистным сооружениям (насосная станция I подъема, НС I) или потребителям (насосная станция II подъема, НС II); 3) очистных сооружений; 4) башен и резервуаров, накапливающих запасы воды или регулирующих напоры и расходы; 5) водоводов и сети трубопроводов, предназначенных для транспортирования воды от сооружения к сооружению или к потребителям.

Потребление воды в городах и на промышленных предприятиях в течение суток неравномерно. В городах в ночное время вода потребляется значительно меньше, чем днем. На промышленных предприятиях в начале и конце смен воды для производственных целей расходуется меньше, чем в середине смен.

Для сокращения размеров и обеспечения стабильной работы водоприемных и очистных сооружений, а также насосных станций I подъема их проектируют на равномерную производительность. Насосные станции II подъема проектируют с учетом необходимости изменения их производительности. Подаваемый ими в отдельные часы суток объем воды должен быть близок к потребляемому расходу.

Производительность водоприемных и очистных сооружений и насосных станций I подъема больше минимальной и меньше максимальной производительности насосных станций II подъема. В часы минимальной производительности насосных станций II подъема (в часы минимального водопотребления) излишек воды, поступающей от очистных сооружений, накапливается в резервуарах чистой воды; в часы максимальной производительности насосных станций II подъема (в часы максимального водопотребления) накопившийся излишек воды расходуется потребителями. Таким образом, **резервуары чистой воды** являются регулирующими емкостями. Кроме того, в резервуарах чистой воды хранят запас воды для пожаротушения и собственных нужд очистных станций.

Для регулирования расходов воды, подаваемой насосными станциями II подъема и расходуемой потребителями, служат водонапорные башни. Водонапорные башни представляют собой утепленные резервуары, поднятые над землей на специальных конструкциях, называемых стволами. Высота водонапорных башен определяется исходя из условий обеспечения подачи потребителям воды необходимыми напорами.

Состав сооружений системы водоснабжения зависит от вида источника водоснабжения и качества воды в нем, требований, предъявляемых к качеству воды потребителями, и ряда других факторов. При определенных условиях необходимость в некоторых сооружениях может отпасть, а некоторые сооружения могут быть совмещены. В современной практике наблюдается отказ от водонапорных башен, в пользу проектирования безбашенных систем.

Для обеспечения необходимой надежности работы системы водоснабжения в ней проектируют по два и более однотипных сооружения, а также создают резерв насосного и механического оборудования.

На представленной схеме (рис. 1) показаны лишь **основные** сооружения. Система водоснабжения, как правило, имеет много **дополнительных сооружений**, обеспечивающих бесперебойную подачу воды потребителям. Между основными сооружениями располагают камеры переключения или распределительные устройства, обеспечивающие отключение или включение отдельных сооружений, насосов или оборудования. На водопроводной сети устраивают **смотровые колодцы**, в которых располагают задвижки для отключения отдельных участков сети, гидранты, служащие для пожаротушения, водоразборные колонки и другое оборудование.

Пересечение водопроводной сети с реками и оврагами, железными или автомобильными дорогами выполняют путем прокладки труб по мостам, в туннелях или дюкерах, представляющих собой две нитки труб, уложенных по дну реки в траншее.

Источником водоснабжения могут служить поверхностные водоемы (реки, озера, моря) и подземные воды. Место забора воды и местоположение водоприемного сооружения и станции I подъема определяются санитарными соображениями – стремлением получить из источника наиболее чистую воду. При заборе воды из рек эта цель достигается расположением водоприемного соору-

жения выше по течению реки относительно объекта водоснабжения и других населенных пунктов и промышленных предприятий, т. е. выше мест возможного загрязнения воды водоема; при заборе воды из озер и морей – удалением водоприемного сооружения от объекта водоснабжения и других населенных мест и промышленных предприятий. При заборе подземных вод эта задача может быть решена удалением водоприемного сооружения от населенных пунктов и промышленных предприятий или получением воды из глубоких водоносных слоев. В последнем случае водоприемные сооружения могут располагаться даже в черте объекта водоснабжения.

Очистные сооружения можно размещать как вблизи водоприемников, так и вблизи объектов водоснабжения. В первом случае оказывается целесообразным совмещение насосных станций I и II подъема (расположение их в одном здании).

Воду необходимо подавать потребителям не только в требуемом количестве, но и под определенным напором, который называется свободным напором $H_{св}$. Этот напор должны обеспечивать насосная станция II подъема и водонапорная башня (при ее наличии), так как в часы максимального водопотребления вода подается в сеть и из водонапорных башен. В целях сокращения высоты водонапорных башен их располагают на наиболее высоких точках местности. В связи с этим они могут оказаться расположенными в начале сети, в середине ее и в конце. В последнем случае башня называется контррезервуаром.

2. МАТЕРИАЛ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Для напорных водоводов и сетей, как правило, следует применять **неметаллические трубы** (железобетонные напорные, пластмассовые, хризотилцементные напорные и др.). Применение **чугунных** (в том числе ВЧШГ) напорных труб допускается в пределах населенных пунктов, территорий промышленных предприятий. Применение **стальных** труб допускается при следующих условиях:

- на участках с расчетным внутренним давлением более 1,5 МПа;
- для переходов под железными и автомобильными дорогами, через водные преграды и овраги;
- в местах пересечения хозяйственно-питьевого водоснабжения с сетями канализации;
- при прокладке трубопроводов по автодорожным и городским мостам, по опорам, эстакадам и в тоннелях.

3. ТРАССИРОВКА ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Сеть должна:

- **Распределять** подаваемую воду по территории города
- **Обеспечить** возможность отбора в заданных точках:
 - а) требуемого количества воды
 - б) при требуемых величинах свободного напора
- **Обладать** надёжностью (при любых авариях подавать воду не ниже аварийного графика)
- **Сохранять** качество воды в процессе ее транспортирования
- **Осуществлять** всё вышеперечисленное при наименьших затратах:
 - а) на строительство
 - б) на эксплуатацию

По характеру работы водопроводные линии подразделяют на линии:

- I категории (магистральные)
- II категории (распределительные)

Магистральные трубопроводы (сети) – предназначены для транспортирования воды при $q_{\text{транз}} \gg q_{\text{пут}}$. (т. е. когда основные потоки воды транзитом проходят по трубопроводам). Здесь $q_{\text{транз}}$ – транзитный расход в водопроводах, тот расход, который отбирается в строго определенных точках водопроводной сети; $q_{\text{пут}}$ – путевой расход, т. е. расход, который отбирается «по пути следования».

Распределительные трубопроводы (сети) – предназначены для раздачи воды в домовые ответвления при условии $q_{\text{транз}} \approx q_{\text{пут}}$.

Конфигурация сети зависит от:

- Формы территории города
- Её планировки
- Системы улиц и проездов

- Мест подачи воды
- Расположения крупных ПП (промышленных предприятий)
- Расположения естественных препятствий – рек, оврагов, рельефа и т. д.

При трассировке сети необходимо соблюдать правило, согласно которому основные магистрали должны:

- Охватывать всю территорию города
- Обеспечивать подачу воды в его удаленные районы

Направление магистралей должно соответствовать направлению основных потоков.

По своей конфигурации водопроводные сети могут быть **тупиковые** (рис. 2), **кольцевые** (рис. 3), **комбинированные** (рис. 4).

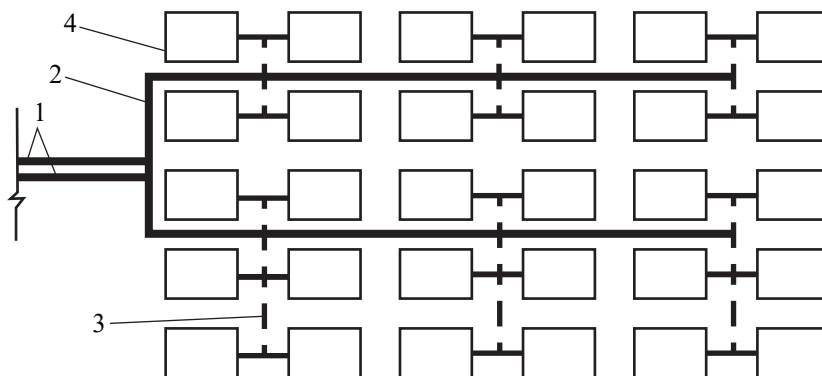


Рис. 2. Схема тупиковой водопроводной сети

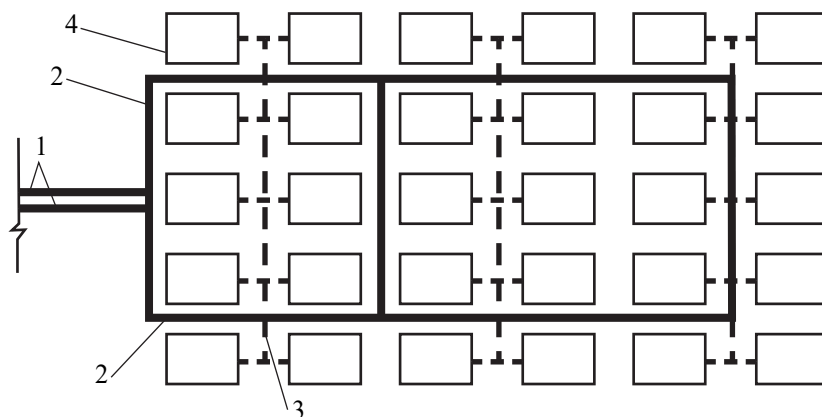


Рис. 3. Схема кольцевой водопроводной сети

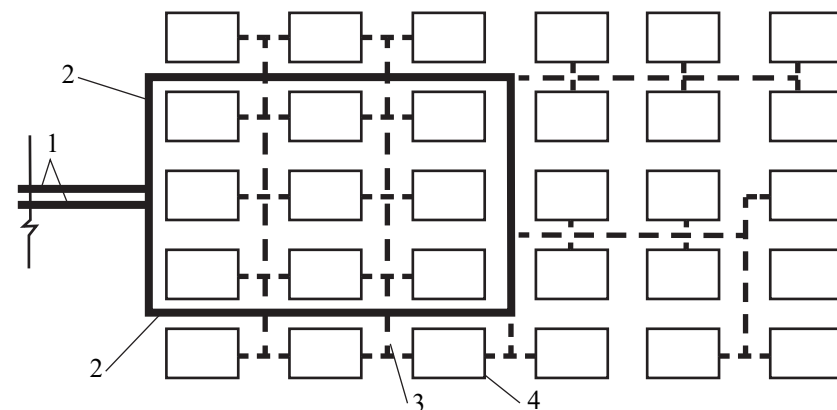


Рис. 4. Схема комбинированной сети:

1 – водоводы; 2 – магистральные водопроводы; 3 – распределительные трубопроводы; 4 – кварталы застройки

Области применения данных сетей

Сеть тупиковая. Применяется для небольших поселков при диаметре трубопроводов не менее 100 мм, если в случае аварии можно допустить перерыв в подаче воды, и при устройстве специальных аварийных (запасных) и противопожарных емкостей. Длина тупиковых частей водоводов должна быть менее 200 м. Если это условие не соблюдается, то необходимо в конце предусматривать регулируемую емкость (напор и расход).

Положительными моментами можно считать устойчивый гидравлический режим, простоту расчета, минимальное количество труб.

Недостатками таких систем является то, что вода может замерзнуть, так как отсутствует циркуляция, сильнее действуют гидравлических удары (создается «накопительный» эффект при продвижении по трубе, кроме того, ухудшается качество в конечных участках сети из-за возможного застоя воды).

Сеть кольцевая. Обеспечивает бесперебойную подачу, меньше подвержена авариям, т. к. в них гидроудары не так сильны (удар «распределяется» по разветвлениям водовода). Вода не замерзает из-за циркуляции. Рекомендованы в городских и производственных сетях. Кольцевые сети длиннее тупиковых, но диаметры в них меньше (в начальных участках), и полностью отвечают противопожарным требованиям, так как обеспечивают бесперебойную подачу воды. (Даже при аварии на каком-либо участке и размыкании кольца вода к аварийному участку может подходить с двух сторон.)

Недостатками данной системы являются трудности при эксплуатации и расчете, поскольку вода не только подается по основным магистральным направлениям, но и циркулирует в кольцах.

Обычно водопроводная сеть проектируется **кольцевой**. Основных магистралей должно быть **не менее двух**.

Основные магистрали соединяются между собой **перемычками**, располагающимися перпендикулярно к основному направлению движения воды. При обычной работе они практически не загружены, они включаются при аварии. Кольца целесообразно вытягивать по направлению движения воды.

Расстояние между пожарными гидрантами не должно превышать 150 м. Задвижки устанавливаются для отключения отдельных участков (причем на любом отключаемом участке должно быть не более **5 гидрантов**), кроме того, на сети предусматриваются воздушные вентузы, водовыпуски и т. п. Рекомендуемая длина магистральных участков:

Длина магистральных линий – 500÷1000 м.

Расстояние между ними (длина перемычек) – 300÷800 м

Глубина заложения зависит от:

- глубины промерзания ($h_{\text{зал}} = h_{\text{пром}} + 0,5$) (рис. 5),
- температуры воды,
- режима подачи воды,
- места прокладки:
 - для защиты от динамических нагрузок транспорта сеть прокладывается на глубине не менее 1 м;
 - для защиты труб от нагревания не менее 0,5 м до их верха.

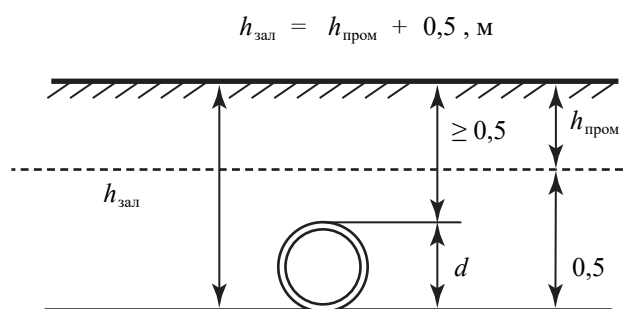


Рис. 5. Глубина заложения трубопровода:

$h_{\text{зал}}$ – глубина заложения трубопровода, м; $h_{\text{пром}}$ – глубина промерзания местного грунта, м

4. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СИСТЕМ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ И РАСЧЕТНЫЕ СЛУЧАИ ИХ РАБОТЫ

Основные типы систем

- А. Системы, имеющие один водопитатель и не имеющие нефиксированных отборов:
- Безбашенные (вода подается в сеть НС, расход $\geq 25000 \div 30000 \text{ м}^3/\text{сут}$, рельеф не допускает строительства напорных емкостей).
 - С башней в начале сети (вода подается НС к ВБ и в сеть) (рис. 6, а). Для населенных пунктов с суточной производительностью менее $25000 \text{ м}^3/\text{сут}$; при большей производительности устраивают напорные резервуары, но перепад рельефа должен быть не менее 20–25 м; регулирующий объем башни составляет 2–8% от расчетного; полная вместимость башни типовых проектов: 50, 100, 150, 200, 300, 500, 800 м^3 ; регулирующий объем занимает не более 70% полной вместимости.
- В. Системы, в которых суммарное число водопитателей и нефиксированных отборов **равно двум** (имеется один напорно-регулирующий резервуар, расположенный в удаленной от НС точке сети (рис. 6, б, в); в сети не имеется нефиксированных отборов).
- С. Системы, в которых общее число водопитателей и нефиксированных отборов более двух:
- с одним водопитателем и несколькими нефиксированными отборами;
 - с несколькими водопитателями без нефиксированных отборов;
 - с несколькими водопитателями и нефиксированными отборами.

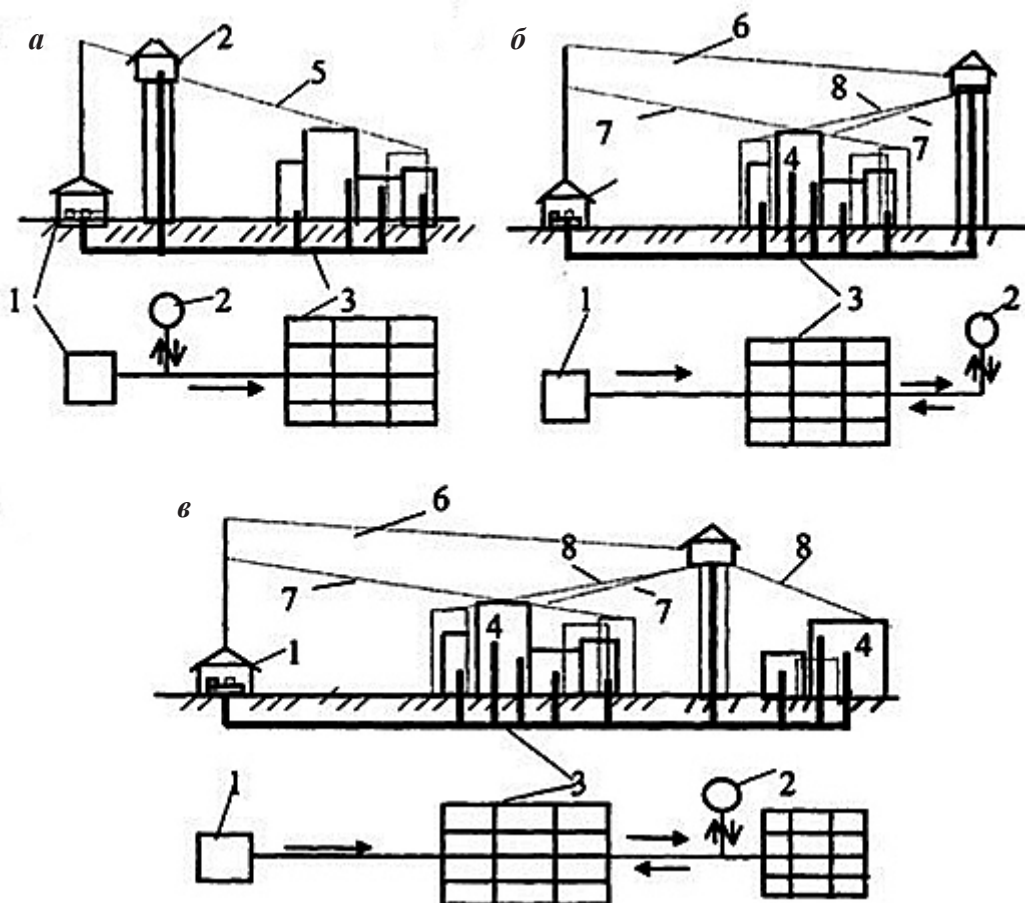


Рис. 6. Схемы с различным расположением водонапорной башни:

- а – водонапорная башня в начале сети; б – ВБ в конце сети (контррезервуар); в – башня в середине сети;
 1 – насосная станция II подъема; 2 – водонапорная башня; 3 – водопроводные сети; 4 – распределительные сети (потребители);
 5–8 – пьезометрические линии; 5 – распределение напора, когда напор на насосной станции дополняется напором ВБ;
 6 – напор при заполнении ВБ (транзит); 7 – напор насосной станции II подъема;
 7, 8 – напоры ВБ в час максимального водопотребления

Нефиксированным отбором называется такой отбор воды, при котором необходимо учитывать влияние изменений давлений в сетях систем подачи и распределения воды (сбросы воды в запасные и регулирующие резервуары промпредприятий, отборы воды станциями подкачки, пожарными насосами и т. д).

Расчетные случаи для систем типа А:

- 1) работа в часы максимального и минимального расхода в сутки наибольшего водопотребления;
- 2) работа системы при пожаре в часы наибольшего водопотребления;
- 3) работа сети при возникновении аварий на основных магистралях в часы максимального водопотребления.

Системы типа В, в которых суммарное число водопитателей и нефиксированных отборов равно двум. Так называемая **система с контррезервуаром** (рис. 6, б, в).

Вода подается в нее одной питающей станцией, башня расположена на противоположном конце сети. В этих системах в часы минимального водопотребления вода транзитом проходит в башню (нефиксированный отбор), а в час максимального водопотребления из ВБ (водопитатель) подается вода (недостающая ее часть).

Расчетные случаи для систем типа В:

- 1) совместная работа насосов и водоводов, сети и башни в часы наибольшего водопотребления (двухстороннее подключение сети) в сутки с максимальным водопотреблением;
- 2) то же, в сутки наибольшего транзита воды в башню (обычно это в часы наибольшей подачи насосов) в сутки с максимальным водопотреблением;
- 3) то же, при пожаре в часы и дни наибольшего потребления;
- 4) то же, при авариях на магистральной сети в часы и дни наибольшего водопотребления.

Все эти расчеты требуют проведения внутренней и внешней увязки сети. Необходимо учитывать изменение колебания уровня воды в башне, а также проверять достаточность принятой емкости бака.

Системы типа С, в которых общее число водопитателей и нефиксированных отборов более двух.

Расчет сводится к нахождению действительного режима работы системы:

- 1) действительных подач и напоров насосов;
- 2) фактических величин нефиксированных отборов;
- 3) действительного расхода по линиям сети;
- 4) потерь напора в них при совместной работе насосов и сети, нефиксированных отборов всех видов.

При этом одним из основных наиболее значительных и часто встречающихся типов нефиксированных отборов являются **напорные регулирующие емкости**.

Расчетные случаи для систем типа С (рассчитывается на те же случаи, как и система с контррезервуаром):

- 1) при наличии нескольких напорно-регулирующих емкостей важно выяснить действительную полезность их совместной работы, т. е. убедиться, что они являются регулируемыми емкостями для насосов и сети;
- 2) проверить правильность выбора первоначального намеченного объема баков.

Задача расчета системы заключается в определении: диаметров трубопроводов, потерь напора на участках сети и определения свободных напоров по профилю сети. Основой для расчета сети является заданная схема и величина узловых отборов.

Необходимо помнить, что сеть это часть общего комплекса сооружений **насосы – водоводы – сеть – напорно-регулирующие емкости**.

Поэтому чем выше диаметры, тем больше строительная стоимость сетей и меньше затраты на электроэнергию для насосов; чем ниже диаметр, тем меньше затраты на строительство, но выше затраты на электроэнергию.

Прежде чем приступить к расчету сети, необходимо:

1. Предварительно задаться некоторым распределением расходов воды в линиях водопроводной сети.
2. Выбрать основные случаи работы системы (расчетные случаи).

Для того чтобы осуществить предварительное распределение расходов, необходимо ввести несколько ограничений. Их можно определять двумя способами.

1 способ. Условно считаем, что общие отборы воды с каждого участка городской сети пропорциональны его длине при одинаковой плотности застройки и одинаковой норме водопотребления. При этом все крупные и известные по величине отборы (ПП, пожарные емкости и др.) вычитаются из общего количества отдаваемой из сети воды и учитываются в виде сосредоточенных расходов.

Тогда суммарная отдача воды остальным потребителям на единицу длины, л/с·м:

$$q_{уд} = \frac{Q - \sum Q_{соср}}{\sum l}, \quad (1)$$

где $q_{уд}$ – удельный расход воды на один погонный метр, л/с·м; Q – полный расход воды, отбираемый из сети, л/с; $\sum Q_{соср}$ – сумма отборов воды по крупным водопотребителям, л/с; $\sum l$ – длина всех линий водопроводной сети (не включая линии без домовых присоединений и линии, проходящие через незастроенные территории, парки, площади, длинные мосты и т. п.).

Путевой расход – суммарная отдача воды с каждого участка сети:

$$Q_{п} = q_{уд} \cdot l, \quad (2)$$

где l – длина участка сети, м.

2 способ. Условно считаем, что общие отборы воды с каждого участка городской сети пропорциональны площади этого участка при одинаковой плотности населения, степени благоустройства и одинаковой норме водопотребления.

Тогда удельный расход можно рассчитать по формуле:

$$q_{уд}^{\cdot} = \frac{Q - \sum Q_{соср}}{\Omega}, \quad (3)$$

где Ω – площадь города или района с одинаковой плотностью населения и одинаковой нормой водопотребления.

$$Q_{п} = q_{уд}^{\cdot} \cdot \omega, \quad (4)$$

где ω – площадь участка, м².

Второй способ более точный, но более трудоемкий.

5. РАСЧЕТ ПОЛНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Проектирование водоснабжения объекта (города, района, ПП (промышленное предприятие) или их комплекса) начинается с определения **количества** потребляемой воды и **режима ее расходования** на перспективный (расчетный) период. Величина водопотребления объектом определяется в кубических метрах **в сутки максимального и в сутки среднего за год** водопотребления воды. Все водопроводные сооружения рассчитываются из условия обеспечения максимального водопотребления в конце расчетного периода, а технико-экономические показатели – из условия среднего за год.

Так как каждый объект включает различные категории потребителей, имеющие свои нормы водопотребления и свои режимы расходования воды, количество ее определяется отдельно для каждой категории потребителей.

В городах водопотребление определяется отдельно для следующих категорий потребителей:

- Хозяйственно-питьевое водопотребление населением с учетом нужд в воде общественных зданий
- Расход воды на поливку и мойку улиц, площадей и зеленых насаждений
- Хозяйственно-питьевое водопотребление рабочими и служащими во время пребывания их на производстве (для предприятий, не имеющих своих обособленных водопроводов)
- Расход воды на производственные нужды промышленных предприятий, получающих ее из городского водопровода
- Расход воды на нужды пожаротушения

Количество воды, потребляемое каждой категорией потребителей, определяется как произведение числа потребителей на норму водопотребления, а суточный расход всего объекта как сумма слагаемых по отдельным категориям потребителей:

$$Q = \sum N_{ж}q_{ж} + \sum N_{п}q_{п} + \sum N_{р}q_{р} + \sum N_{т}q_{т}, \quad (5)$$

где Q – общее количество воды, потребляемое в сутки объектом; $N_{ж}$, $N_{п}$, $N_{р}$, $N_{т}$ – число потребителей воды по категориям: население, площадь поливки, рабочие и служащие ПП, единица продукции или технологических устройств; $q_{ж}$, $q_{п}$, $q_{р}$, $q_{т}$ – нормы водопотребления соответствующих категорий потребителей.

Полное водопотребление $Q_{пол}$ кроме суточного расхода объекта учитывает также расход воды на собственные нужды водопровода $Q_{с.н.}$ (периодическую промывку сети, фильтров, удаление осадка из резервуаров и т. п.) и определяется по формуле:

$$Q_{пол} = Q + Q_{с.н.} = Q + \alpha Q, \quad (6)$$

где α – коэффициент, учитывающий собственные нужды водопровода; для предварительных расчетов может быть принят равным 0,05–0,10.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на нужды населения определяется в м³/сут по формуле:

$$Q_{сут.м} = q_{жи} \cdot N_{жи} / 1000, \quad (7)$$

где $q_{жи}$ – удельное водопотребление на одного жителя i -го района, л/сут, принимается в зависимости от степени санитарно-технического оборудования в соответствии с классификацией действующих норм [8]; $N_{жи}$ – расчетное число жителей i -го района города, чел., определяется по формуле:

$$N_{жи} = S_i \cdot \rho_i, \quad (8)$$

где S_i – площадь населенного пункта, га, определяется как суммарная площадь кварталов на плане населенного пункта, без учета межквартальных проездов и площади, занимаемой промышленным предприятием;

ρ_i – плотность населения, чел./га (принимается по заданию на проектирование).

В приведенные нормы включены расходы воды на хозяйственно-питьевые и коммунальные нужды жителей независимо от того, где происходит расходование воды – в жилых домах или общественных зданиях. Большие значения расходов (в пределах указанных норм) следует принимать для южных районов, а меньшие – для северных.

Согласно [8] расход воды на неучтенные нужды необходимо учитывать дополнительно в размере 10–20% от $Q_{сут.м}$. Тогда среднесуточный расход для каждого района населенного пункта, м³/сут, корректируется по формуле:

$$Q'_{сут.м} = (1,1 \dots 1,2) \cdot Q_{сут.м}. \quad (9)$$

Поскольку расход воды не является постоянным и меняется в течение года, при проектировании необходимо определять также расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, м³/сут, по формулам:

$$Q_{сут.маx} = K_{сут.маx} \cdot Q'_{сут.м}, \quad (10)$$

$$Q_{сут.миn} = K_{сут.миn} \cdot Q'_{сут.м}. \quad (11)$$

где $K_{сут.маx}$ и $K_{сут.миn}$ – коэффициенты максимальной и минимальной суточной неравномерности [1] водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням недели ($K_{сут.маx} = 1,1 \div 1,3$; $K_{сут.миn} = 0,7 \div 0,9$).

Учет $K_{сут.маx}$ в зависимости от степени благоустройства зданий условно осуществляется следующим образом:

- жилая застройка с централизованным горячим водоснабжением (III степень благоустройства)
 $K_{сут.маx} = 1,1; K_{сут.мин} = 0,9;$
- для зданий с местными водонагревателями (II степень благоустройства)
 $K_{сут.маx} = 1,2; K_{сут.мин} = 0,8;$
- для зданий, оборудованных только водопроводом и канализацией без ванн (I степень благоустройства), $K_{сут.маx} = 1,3; K_{сут.мин} = 0,7.$

Одновременно рассчитывается максимальный часовой расход воды, $м^3/час$, по формуле:

$$Q_{час\ max} = K_{час\ max} \cdot Q_{ср.сут.}/24, \quad (12)$$

где $K_{час\ max}$ – коэффициент часовой неравномерности, который определяется по формуле:

$$K_{час\ max} = \alpha_{маx} \beta_{маx}, \quad (13)$$

где $\alpha_{маx}$ – коэффициент, который учитывает степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия ($\alpha_{маx}=1,2-1,4$); $\beta_{маx}$ – коэффициент, учитывающий количество жителей в районе или населенном пункте [8].

По расчетному значению $K_{час\ max}$ для населенного пункта выбирается типовой график водопотребления. Такие графики составлены по многолетним наблюдениям за водопотреблением населенных пунктов.

Если в населенном пункте несколько районов с разной плотностью населения, то расчет водопотребления удобно заносить в таблицу (табл. 1).

Таблица 1

Определение расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населения

№ района	Площадь района $S, га$	Плотность населения $\rho_{ж}, чел./га$	Расчетное количество жителей $N_{ж}, чел.$	Удельное водопотребление $q_{ж}, л/сут на 1 человека$	Среднесуточный расход воды $Q_{сут.л}, м^3/сут$	Коэффициент неучтенных нужд	Среднесуточный расход с учетом неучтенных нужд $Q'_{сут.л}, м^3/сут$	Коэффициент максимальной суточной неравномерности	Максимальный суточный расход $Q_{сут.маx}, м^3/сут$	Коэффициент минимальной суточной неравномерности	Минимальный суточный расход $Q_{сут.мин}, м^3/сут$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Расход воды на нужды промышленного предприятия

Промышленные предприятия, располагаемые на территории населенного пункта или близко к его границам, для целей водоснабжения используют городской водопровод.

Вода хозяйственно-питьевого качества на ПП обычно расходуется:

- на хозяйственно-питьевые нужды работающих
- на пользование душами в бытовых помещениях
- на технологические нужды в процессе производства продукции

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих определяются для каждой смены в зависимости от типа цехов. Условно цехи подразделяются на горячие – с тепловыделением более 80 кДж на 1 $м^3/ч$ и холодные – к ним относятся все остальные.

Расход воды на работающих за смену, $м^3/смену$, определяется по формулам:

$$Q_{см.х-п}^{хол} = \frac{N_{см}^{хол} \cdot q_{см}^{хол}}{1000}, \quad (14)$$

$$Q_{см.х-п}^{гор} = \frac{N_{см}^{гор} \cdot q_{см}^{гор}}{1000}, \quad (15)$$

где $Q_{см.х-п}^{хол}$, $Q_{см.х-п}^{гор}$ – расход воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих в холодных и горячих цехах соответственно, м³/смену; $N_{см}^{хол}$, $N_{см}^{гор}$ – количество работающих за смену в холодных и горячих цехах соответственно, чел.; $q_{см}^{хол}$, $q_{см}^{гор}$ – норма расхода воды на одного работающего в холодных и горячих цехах соответственно, л/смену, [9] (для холодных принимается равным 25 л/смену, для горячих – 45 л/смену).

Расход на пользование душем определяется для каждой смены, при этом душем пользуются 45 минут после каждой смены.

Согласно [9] расход воды на одну душевую сетку независимо от типа цехов составляет 500 л/ч.

Количество душевых сеток, шт., за смену для каждого типа цехов определяется по формулам:

$$m_{душ}^{хол} = \frac{N_{душ}^{хол}}{n_{душ}}, \quad (16)$$

$$m_{душ}^{гор} = \frac{N_{душ}^{гор}}{n_{душ}}, \quad (17)$$

где $m_{душ}^{хол}$, $m_{душ}^{гор}$ – количество душевых сеток для холодных и горячих цехов соответственно, шт.; $N_{душ}^{хол}$, $N_{душ}^{гор}$ – количество людей, пользующихся душем в холодных и горячих цехах, чел.; $n_{душ}$ – количество людей, пользующихся одной душевой сеткой, чел.

Расход воды на пользование душем за смену определяется по формуле:

$$Q_{душ}^{хол} = \frac{500 \cdot m_{душ}^{хол}}{1000}, \quad (18)$$

$$Q_{душ}^{гор} = \frac{500 \cdot m_{душ}^{гор}}{1000}, \quad (19)$$

где $Q_{душ}^{хол}$, $Q_{душ}^{гор}$ – расход воды на пользование душем в холодных и горячих цехах соответственно, м³/час; 500 – норма расхода воды на одну душевую сетку, л.

Все расчеты рекомендуется производить в табличной форме (табл. 2).

Расход воды на технологические нужды обычно задается технологами или рассчитывается по нормам расхода воды на единицу продукции.

Таблица 2

Определение расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды и пользование душем на ПП

Наименование предприятия	Тип цехов	Номер смены	Количество работающих в смену $N_{см}$, чел.	Хозяйственно-пит. расход		Расход воды на пользование душем $Q_{душ}$, м ³ /ч				
				Норма воды на одного работника в смену, л/смена	Расход воды за смену, м ³ /смена	Пользуются душем $N_{душ}$, чел.	Количество людей на одну душевую сетку $n_{душ}$, чел.	Количество душевых сеток $m_{душ}$, шт.	Норма воды на одну душевую сетку, л/ч	Расход воды за смену $Q_{душ}$, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Холодные	I		25					500	
		II		25					500	
		III		25	х				500	
	Горячие	I		45					500	
		II		45					500	
		III		45					500	
	Итого									

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru