# Тема 3. ВОДОСНАБЖЕНИЕ ПОСЕЛЕНИЙ

## Содержание

3.1 Источники водоснабжения. Водопотребители.

3.2 Системы и схемы водоснабжения поселений. Основные сооружения системы.

3.3 Водозаборные сооружения. Насосные станции.

3.4 Водопроводные очистные сооружения.

3.5 Наружная водопроводная сеть.

## 3.1 Источники водоснабжения. Водопотребители.

**Природные подземные и поверхностные источники**

Забор воды для целей водоснабжения возможен из поверхностных и подземных источников. *Для хозяйственно-питьевого водоснабжения, по рекомендациям СП 31.13330.2012,* целесообразно применять *подземные* воды, которые имеют более высокие казатели качества, чем воды поверхностные. Использование подземных вод для *производственных* нужд допускается при соответствующем обосновании.

**Поверхностные источники.**

В качестве поверхностных источников используются реки, водохранилища, озера, моря. ***Для рек*** *характерно* сезонное колебание расхода и качества *воды*. ***Водохранилищам*** *свойственны:* малая мутность, высокая цветность воды и наличие планктона в ней в летний период. *Качество воды* ***в озерах*** характеризуется большим разнообразием. ***Морская вода*** может использоваться для целей промышленного водоснабжения, а при отсутствии пресных вод — и для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения после ее опреснения.

**Подземные источники.**

Подземные воды (*артезианские*) ***характеризуются*** постоянством температуры, санитарной надежностью, повышенной минерализацией. Возможно также повышенное содержание в них железа, солей жесткости, сероводорода, фтора и марганца. Подземные воды могут быть *безнапорными* и *напорными*. Если подземные воды имеют выход на поверхность, то образуются ***родники***.

**Зоны санитарной охраны.**

Создание санитарных зон необходимо для предотвращения загрязнения источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Границы ***первого пояса*** зоны санитарной охраны (*зона строгого режима*) ограничивают источник в месте забора воды и площадку, занимаемую водозаборами, насосными станциями, очистными сооружениями и резервуарами чистой воды. Первый пояс ***для поверхностных источников*** охватывает акваторию рек и подводящих каналов: не менее, чем на **200 м** от водозабора вверх по течению и **100 м** вниз по течению, по прилегающему берегу она проходит на расстоянии не менее, чем на **100 м** от линии уреза воды при максимальном уровне.

***Для подземных источников*** граница проходит в радиусе **30 м** от водозабора, если источник надежно защищен; при отсутствии гарантий надежной защиты граница пояса проходит в радиусе **50 м.** В санитарной зоне первого пояса запрещено пребывание людей, не связанных с эксплуатацией сооружений.

***Второй пояс*** *(зона ограничений)* охватывает территорию по обеим сторонам реки на расстоянии **500—1000 м** вверх по течению реки. Зона санитарной охраны этого пояса назначается исходя из пробега воды от его границы до водозабора в течение 3 сут, при расходе воды 95%-ой обеспеченности.

***Третий пояс*** *(зона наблюдений)* охватывает территорию, окружающую весь источник, которая оказывает влияние на формирование в нем качества

воды. Границы территории третьего пояса определяются исходя из возможности загрязнения источника вредными химическими веществами.

**Водопотребители.**

Общий расход воды в населённом пункте складывается из расходов *потребителей* воды на хозяйственно-питьевые нужды, на поливку территории и зелёных насаждений, на пожаротушение и на нужды производственных предприятий.

*Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения* пропорционален числу жителей в населенном пункте, для которого строится система водоснабжения, расходу воды на хозяйственно-питьевые нужды, приходящемуся на одного жителя, т.е. норме водопотребления.

*Норма водопотребления* зависит от характера санитарно-технического оборудования зданий, местных климатических условий. Она учитывает расход воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в жилых и общественных зданиях, за исключением расхода воды в домах отдыха, санаториях и детских оздоровительных лагерях. В настоящее время действующими СП 31.13330.2012 предусмотрены следующие расчетные среднесуточные расходы воды (л/сут) на хозяйственно-питьевые нужды на одного жителя (таблица 1).

*Табл.1 Удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения*

| Степень благоустройства районов жилой застройки | Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя среднесуточное (за год), л/сут |
|---|---|
| Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией: без ванн | 125–160 |
| То же, с ваннами и | 160–230 |

| Степень благоустройства районов жилой застройки | Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя среднесуточное (за год), л/сут |
|---|---|
| местными водонагревателями | |
| То же, с централизованным горячим водоснабжением | 230–350 |

Застройка зданиями, в которых водопользование осуществляется ***из водоразборных колонок*** 30—50л/сут.

*Потребление воды на производственные нужды* зависит от характера и объема производства, а также технологии производства. Расчетные расходы водопотребления промышленных объектов определяются на основании технологических расчетов.

*Расходование воды на нужды пожаротушения* определяется в соответствии с нормами СП 31.13330.2012, установленными на основании опыта тушения пожаров. *Расчетная продолжительность тушения пожара* принимается 3 ч.

На основании данных о нормах водопотребления, сведений о расчетном числе жителей и потребности в воде промышленных предприятий, забирающих воду из городского водопровода, может быть определено полное среднее расчетное количество воды, которое должно быть подано городу в течение суток.

***Расходы и режим водопотребления.***

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{сут}$, м$^3$/сут, на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяется по СП 31.13330.2012 по формуле:

$$Q_{сут.\ m} = q_ж\ N_ж\ /\ 1000,$$

где:

$q_ж$ – удельное водопотребление, л/сут, принимаемое по таблице 1;

$N_ж$ – расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства.

Характер потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды неравномерный. Суточный расход воды осуществляется по ступенчатому графику, который строится на основании данных эксплуатирующей организации. Суточная неравномерность потребления воды характеризуется коэффициентами суточной неравномерности. Определяется отношением минимального (максимального) суточного расхода воды к среднесуточному:

$$K_{сут.\min} = \frac{Q_{\min}}{Q_{ср.}};$$

$$K_{сут.\max} = \frac{Q_{\max}}{Q_{ср.}};$$

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления $K_{сут}$, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, следует принимать равным:

$$K_{сут.\ \max} = 1{,}1 – 1{,}3;$$

$$K_{сут.\ \min} = 0{,}7 – 0{,}9.$$

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления $Q_{сут.m}$, м3/сут, надлежит определять:

$$Q_{сут.\max} = K_{сут.\max}\, Q_{сут.m}$$

$$Q_{сут.\min} = K_{сут.\min}\, Q_{сут.m}$$

На основании режима водопотребления устанавливается режим подачи воды и режим работы отдельных сооружений.

## 3.2 Системы и схемы водоснабжения поселений. Основные сооружения системы.

**Системы водоснабжения** представляют собой комплекс сооружений, предназначенных для снабжения потребителей водой необходимого количества, заданного качества и под требуемым напором.

**Классификация систем водоснабжения:**

*По виду источника:*

- с поверхностным источником (рис.3.1);
- с подземным источником (артезианские воды).

*По назначению:*

- хозяйственно-питьевые;
- противопожарные;
- производственные водопроводы.

*По виду обслуживаемого объекта*

- городские;
- промышленные;
- сельскохозяйственные;
- железнодорожные и др.

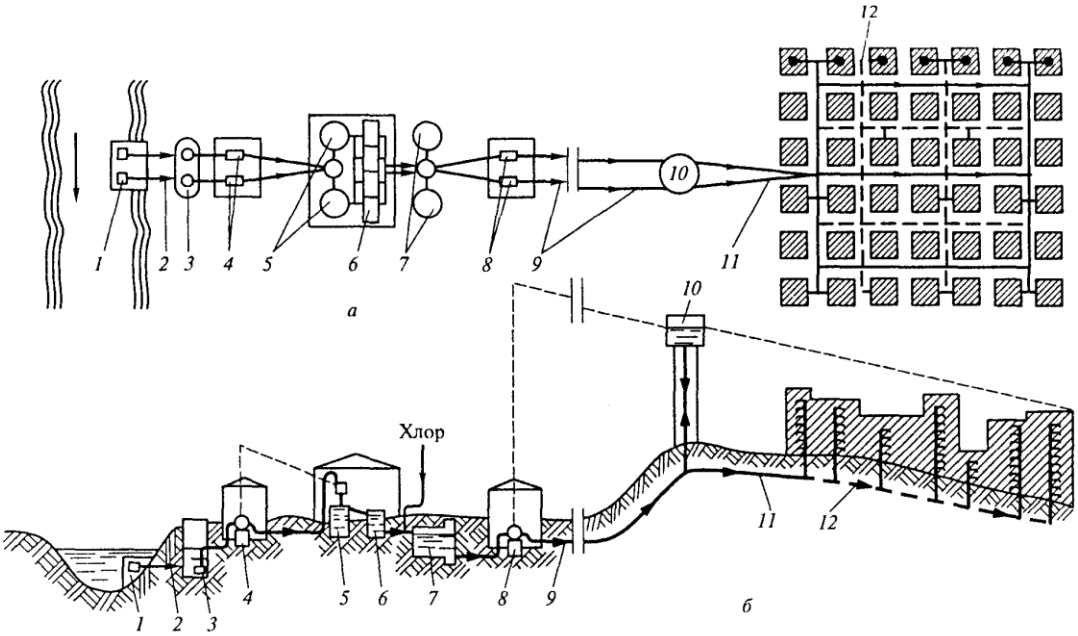

*Рис.3.1. Схема водоснабжения населенного пункта: а – план, б – профиль: 1- водоприемник, 2- самотечная труба, 3- береговой колодец, 4 – насосная станция первого подъема, 5- отстойники, 6- фильтры, 7- запасные резервуары чистой воды, 8- насосная станция второго подъема, 9- водоводы, 10- водонапорная башня, 11 – магистральные трубопроводы, 12 – распределительные трубопроводы*

*По степени обеспеченности* подачи воды централизованные системы водоснабжения подразделяются на ***три категории***:

- **Первая категория**. Допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды *не более 30 %* расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать **3 сут.** Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы (оборудования, арматуры, сооружений, трубопроводов и др.), но не более чем на **10 мин.** К ним относятся водопроводы населённых пунктов при числе жителей более 50 тыс. чел.
- **Вторая категория.** Величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при первой категории; длительность снижения подачи не должна превышать **10 сут.** Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на **6 ч;** К ним относятся водопроводы населённых пунктов при числе жителей более 50 тыс. чел.
- **Третья категория.** Величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при первой категории; длительность снижения подачи не должна превышать **15 сут.** Перерыв в подаче воды при снижении подачи ниже указанного предела допускается на время не более чем на **24 ч.**

- Объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при численности жителей в них **более 50 тыс**. человек следует относить к ***первой*** категории; **от 5 до 50 тыс. чел**. – ко ***второй*** категории; **менее 5 тыс. чел.** – к ***третьей*** категории.

**Схемы и основные элементы систем водоснабжения**

Схема водоснабжения населенных пунктов определяются видом источника водоснабжения, качеством воды в нем, рельефом местности, режимом водопотребления.

*В общем случае система водоснабжения включает в себя следующие* ***сооружения***:

- водозаборные сооружения,
- сооружения для подъема и перекачки воды — насосные станции,
- сооружения для очистки воды,
- сборные резервуары (резервуары чистой воды),
- водоводы, водопроводная сеть,
- водонапорная башня.

Схемы водоснабжения города из поверхностного и подземного источника представлены на рис.3.2.

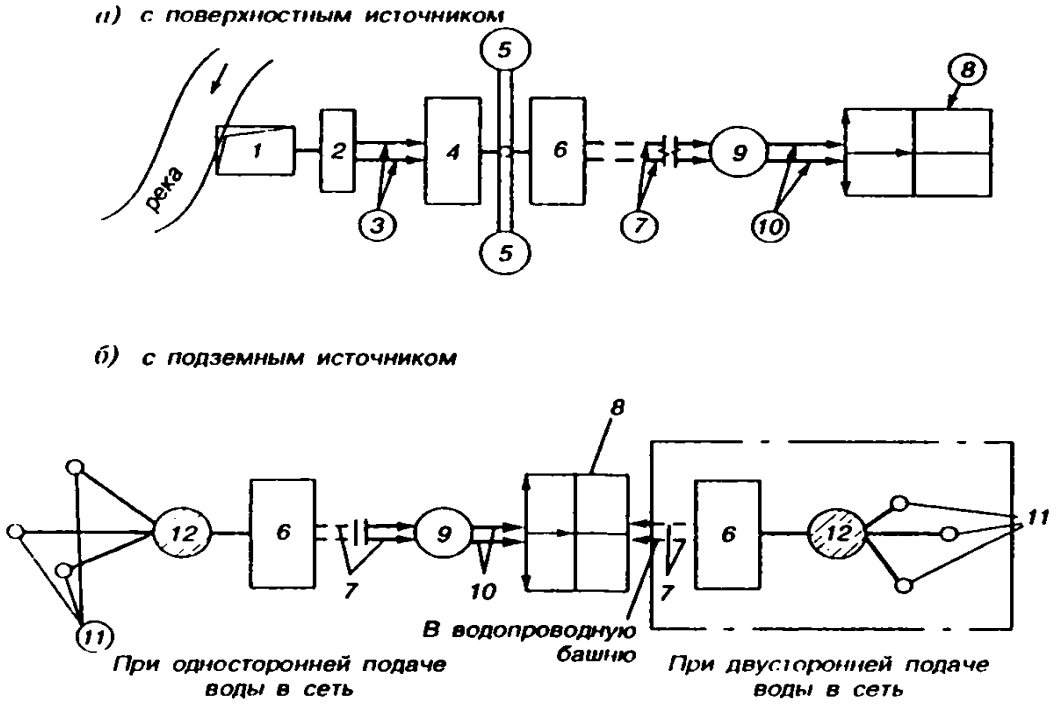


*Рис.3.2 Схемы водоснабжения города: 1.- водозаборные сооружения; 2 – насосная станция первого подъёма; 3 – водоводы первого подъёма; 4 – очистные сооружения; 5.- резервуар чистой воды; 6 – насосная станция второго подъёма; 7 – водоводы второго подъёма; 8 – водопроводная сеть города; 9 – водонапорная башня; 10 – водоводы; 11 – водозаборные скважины; 12 – сборный резервуар.*

***Водоснабжение промышленных предприятий*** *может быть осуществлено по следующим схемам: прямоточной, последовательной, оборотной.*

## 3.3 Водозаборные сооружения. Насосные станции

С учетом особенностей источника и условий забора воды водозаборные сооружения делятся на:

***Сооружения для забора поверхностных вод:***

- береговые,
- русловые,
- водоприемные ковши,
- плавучие водозаборы,

***Сооружения для забора подземных вод:***

- скважины,
- шахтные колодцы,
- горизонтальные водозаборы,
- лучевые водозаборы,
- каптажные сооружения.

**Сооружения для забора поверхностных вод.**

Речные водозаборные сооружения рекомендуется устраивать ***на участках, обеспечивающих*** *плавное их обтекание* и *наименьшее стеснение русла реки*, наименьшую опасность образования ледяных заторов, шугозажоров и внутриводного льда. ***Место*** забора воды согласованное с органами санитарного надзора, должно иметь *достаточную глубину* и *устойчивый берег*.

***Водозаборные сооружения берегового типа*** применяют при относительно крутом береге, наличии глубин более 10 м, обеспечивающих условия забора воды. Их располагают *на склоне берега* с приемом воды *непосредственно в береговой колодец через приёмные окна, закрытые решетками.* Водоприемники этих водозаборов бывают двух видов: *раздельные* и *совмещенные* с насосной станцией (рис.3.3).

Принципиальная схема работы берегового водозабора раздельного типа приведена на рис.3.3, *а.* Он представляет собой колодец *1,* выполненный, как правило, из железобетона и располагаемый на склоне берега. Вода поступает в береговой водозабор через входные окна 2, оборудованные с наружной стороны съемными решетками для грубой механической очистки речной воды. Колодец разделен перегородкой *3* на две камеры — приемную *4* и всасывающую *5.* В проеме перегородки между камерами устанавливают сетку 6. Из всасывающей камеры вода забирается всасывающими патрубками 7 центробежных насосов *8,* расположенными в насосной станции первого подъема *9.* Всасывающие трубы центробежных насосов для защиты от повреждений и для облегчения их осмотра и ремонта иногда располагают в специальной галерее *10.* Над

водоприемным колодцем устраивают служебный павильон *11*, из которого осуществляется управление арматурой и механизмами очистки сеток, а также другие операции, связанные с эксплуатацией водозабора.

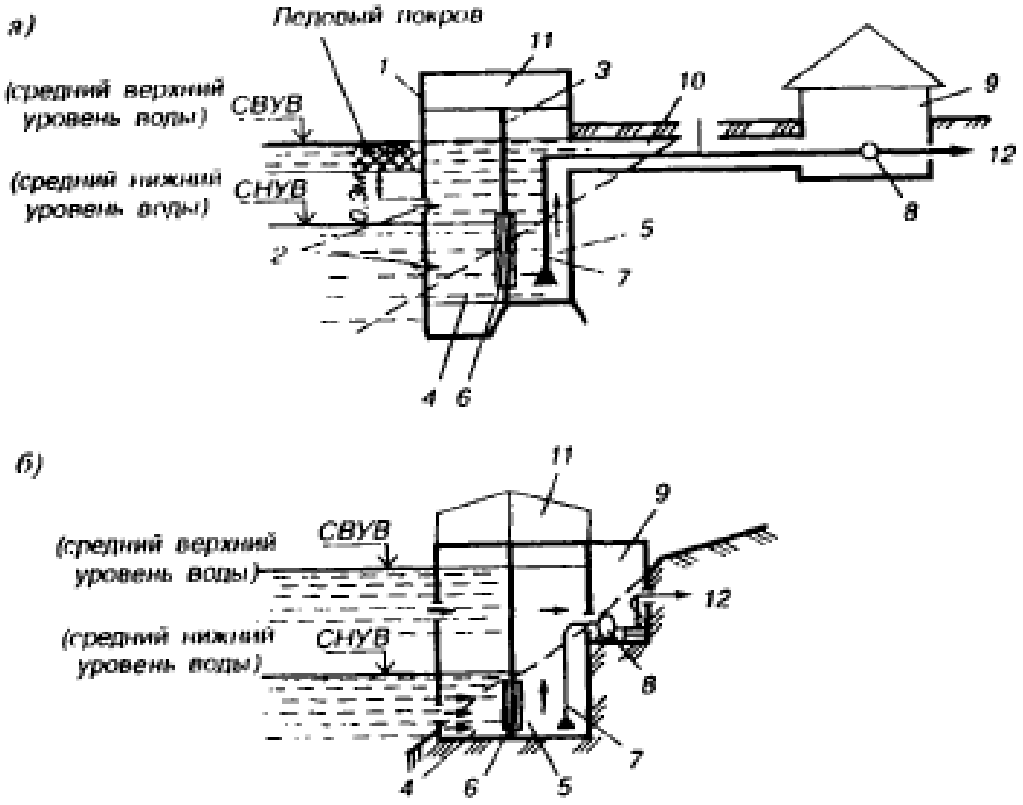


*Рис.3.3. Схема водозабора берегового типа: а – раздельного; б – совмещённого; 1 – береговой колодец; 2 – приёмные окна; 3 – перегородка; 4 – приёмная камера; 5 – всасывающая камера; 6 – съёмная сетка; 7 – всасывающий патрубок подъёма; 10 – галерея для всасывающих труб; 11 – служебный павильон; 12 – напорные водоводы.*

Решетки приемных окон выполняются из стальных стержней с зазором между ними 40 — 100 мм. Приемные окна располагаются в два яруса при значительном колебании уровней воды в реке. Расстояние от низа возможного ледяного покрова до верха верхнего приемного окна водозабора должно составлять не менее 0,2 — 0,3 м. Порог между дном реки и низом нижнего приемного окна, необходимый для исключения попадания в водозабор донных наносов, составляет не менее 0,5 м. Средняя скорость движения воды через

решетки приемных окон — 0,2 — 0,6 м/с. Сетка, вмонтированная в перегородку между приемной и всасывающей камерами, предохраняет всасывающую камеру от попадания в нее крупных взвесей. На крупных водозаборных сооружениях устанавливают вращающиеся сетки с непрерывной промывкой

***Водозаборные сооружения руслового типа*** применяют при относительно пологом береге с неустойчивыми грунтами, когда требуемые для забора воды глубины находятся на большом расстоянии от берега, при глубине реки до 10 м. *Водозабор состоит* из оголовка, самотечных водоводов, берегового колодца и насосной станции. Забор воды из реки производится через ***оголовок.*** *Самотечные водоводы* соединяют оголовок с береговым колодцем. Число водоводов принимают равным числу секций оголовка, но *не менее дв*ух. Прокладывают их *ниже минимального уровня воды в реке*. Как правило, самотечные линии выполняют из *стальных труб. Скорость движения* воды в самотечных линиях принимается 0,7—1,5 м/с. (рис.3.4) Для уменьшения заглубления трубопроводов вместо самотечных можно применять ***сифонные водоводы***.

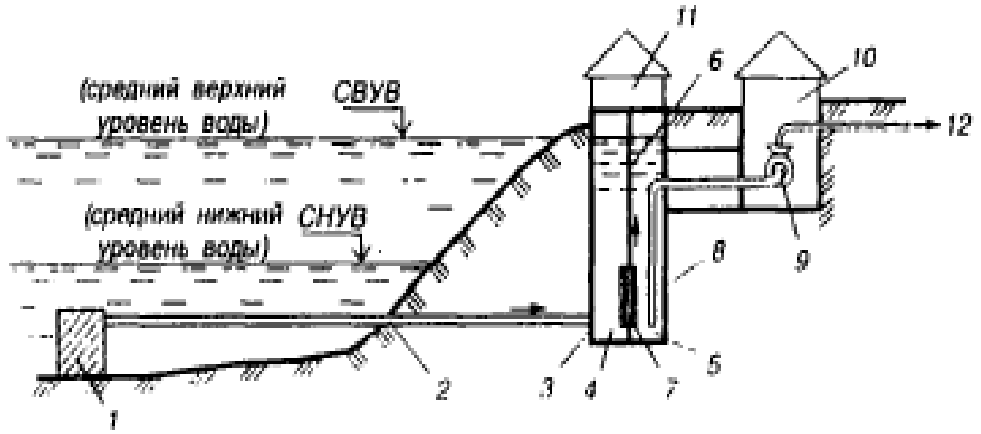


*Рис.3.4. Схема водозабора руслового типа: 1 – оголовок; 2 – самотечные трубопроводы; 3 – береговой колодец; 4 – приёмная камера; 5 – всасывающая камера; 6 – перегородка; 7 – съёмная сетка; 8 – всасывающий патрубок центробежного насоса; 9 – центробежный насос; 10 – насосная станция первого подъёма; 11 – служебный павильон; 12 – напорные водоводы.*

Согласно принципиальной схеме работы водозабора руслового типа (рис.3.4), не совмещённого с насосной станцией первого подъема, вода через оголовок *1* по самотечным линиям *2* поступает в береговой колодец *3.* Так же как и в водозаборе берегового типа, береговой колодец состоит из приемной *4 и* всасывающей *5* камер, разделенных перегородкой *6* с сеткой 7. Из всасывающей камеры вода забирается всасывающими патрубками *8* центробежных насосов *9,* расположенных на насосной станции первого подъема *10.* Применение самотечных линий от оголовка до берегового колодца оправдано с экономической точки зрения.

***К специальным водозаборным сооружениям*** могут быть отнесены: водоприемные *ковши, передвижные и плавучие водозаборы*, сооружения по забору воды *из водохранилищ, горных рек и морей*.

**Сооружения для забора подземных вод.**

*Выбор типа сооружений и схемы их размещения* зависит от глубины залегания водоносного пласта, его мощности и водообильности, условий залегания, геологических и гидрологических условий.

Сооружения, применяемые для захвата подземных вод, подразделяются на следующие группы: скважины, шахтные колодцы, горизонтальные водозаборы, лучевые водозаборы, каптаж родников.

***Скважины*** (трубчатые колодцы) устраиваемые путем бурения, предназначены для приема как *напорных*, так и *безнапорных* подземных вод, залегающих на глубине *более 30 м.* Это *наиболее распространенный* тип водозаборных сооружений подземных вод. Скважина имеет телескопическую форму.

Стенки скважины после бурения закрепляют стальной *обсадной* трубой Эту трубу опускают приблизительно до верхней границы залегания водоносных пород. В обсадную трубу опускают трубу меньшего диаметра, которую доводят до нижней границы залегания водоносных пород, немного заглубляя в водоупор. Затем в трубу опускают *фильтр,* предназначенный для

защиты колодца от занесения в него вместе с водой частиц грунта. Фильтр опускают с помощью штанг и замков в его верхней части. Затем трубу удаляют из скважины, а кольцевое пространство между стенками фильтровой и обсадной труб уплотняют путем установки сальника. В ряде случаев в грунте с внешней стороны обсадной трубы устраивается «цементный замок». Над скважиной устраивают специальный павильон или подземную камеру для обслуживания.

***Шахтные колодцы*** применяют для забора воды из маломощных водоносных пластов, залегающих на глубине **до 30 м** от поверхности земли. Их выполняют из кирпича, бетона, железобетона, дерева, камня. Вода поступает в колодец через боковые отверстия, устраиваемые в стенках, и дно, засыпанное крупнозернистым материалом. Забор воды из шахтного колодца осуществляется с помощью сифонов или насосов. *Для защиты колодца* от попадания загрязнений и поверхностных стоков вокруг него устраивают отмостку, а также глиняный замок. Стенки колодца поднимают на 0,8 м над поверхностью земли. Сверху колодец закрывается крышкой.

***Горизонтальные водозаборы*** устраивают в пределах водоносного пласта на глубине 6—8 м при незначительной его мощности. Водозабор располагают перпендикулярно направлению движения грунтового потока с уклоном в сторону сборного колодца, откуда вода забирается насосами. Вокруг труб устраивают гравийно-песчаную обсыпку, которая предотвращает попадание в воду частиц грунта.

***Лучевые водозаборы*** применяют для забора подрусловых и подземных вод, не имеющих питания из открытых водоемов. Водозаборы этого типа предусматривают при залегании водоносных пластов на глубине не более 15—20 м. Лучевой водозабор представляет собой разновидность шахтного колодца, оборудованного водоприемными фильтрами с дренами. Дрены располагаются в водоносном слое радиально по отношению к колодцу. Их выполняют из перфорированных стальных труб, прокладываемых способом продавливания из сборного колодца.

***Каптажные сооружения*** применяют для использования родниковой (ключевой) воды, отличающейся высокими показателями качества**.** Они представляют собой камеры типа шахтных колодцев, устраиваемые в месте выхода воды на поверхность.

**Насосные станции.**

Насосы — одно из основных средств, используемых при напорном транспортировании воды. В настоящее время существует множество насосов, различающихся принципом действия, конструкцией и т.д. Работа каждого насоса характеризуется следующими ***техническими параметрами:*** *подачей, напором, частотой вращения рабочего колеса, потребляемой мощностью, КПД, высотой всасывания.*

В централизованных системах водоснабжения наиболее широко применяются ***центробежные насосы***. Центробежные насосы *классифицируются* по напору, числу рабочих колес, расположению вала, виду перекачиваемой жидкости и другим признакам. Для транспортирования и подъема жидкости используют также ***водовоздушный подъемник*** (эрлифт).

***Классификация насосных станций.***

*По назначению и расположению* в схеме водоснабжения насосные станции можно подразделить на станции:

- I подъёма,
- II подъема,
- повысительные,
- циркуляционные.

***Насосные станции I подъема*** забирают воду от водоприемных сооружений и подают ее на очистные сооружения (при необходимости ее очистки) либо потребителю. Насосные станции первого подъема, работают, как правило, *равномерно* в течение суток. Количество рабочих насосов должно быть не менее двух. Здание ***НС I*** заглубленное, круглой, в плане, формы из железобетона с наружной гидроизоляцией.

Для насосных станций с обособленными (отдельными для каждого насоса) всасывающими водоводами наиболее благоприятна схема, в которой количество рабочих насосных агрегатов (как правило, одинаковых) равно или кратно числу секций водозабора.

***Насосные станции II подъема*** предназначены для подачи воды от очистных сооружений к потребителям или в водонапорную башню. Насосные станции второго подъема могут быть *полузаглубленными и незаглубленными*. При хозяйственно-питьевом водоснабжении насосы располагают вблизи от резервуаров с чистой водой, что значительно сокращает строительные работы. Ввиду того что насосная станция 2-го подъема подает воду непосредственно в сеть потребителя, режим работы *неравномерный* и ее стараются максимально приблизить к режиму водопотребления. При этом сочетают различные способы регулирования работы насосной станции — изменение числа работающих насосных агрегатов и регулирование работы одного или нескольких насосов. Выбранному режиму работы насосной станции должен соответствовать минимум затрат на строительство и эксплуатацию устройств, связанных с регулированием.

На практике указанным требованиям, как правило, отвечает *двух-, реже трехступенчатый режим работы насосной станции* с водонапорной башней в системе водоснабжения. В таком случае задача сводится к определению такого двухступенчатого (трехступенчатого) режима, при котором вместимость бака водонапорной башни минимальна, а значит, минимальны и затраты на ее строительство.

Обеспечить нужный режим работы можно путем установки в насосной станции различного количества одинаковых или разных рабочих насосных агрегатов. *Принципы подбора* количества рабочих насосов следующие:

– необходимо стремиться к установке *одинаковых* насосов. Это обеспечивает благоприятные условия эксплуатации, минимальную номенклатуру запасных частей и, что очень важно, возможность устройства скользящего резервирования насосов. В исключительных

случаях принимают разнотипные насосы с приблизительно равными напорами;

- принимать *минимальное* количество рабочих и резервных насосов, обеспечивая при этом требуемые режимы работы на различных очередях строительства;
- подобранные насосы должны работать в области максимальных КПД.
- подбор насосов ведут по расчётным параметрам расхода и напора, используя графические характеристики насосов по каталогам фирм-производителей.

***Повысительные*** насосные станции служат для повышения давления в отдельных возвышенных или удаленных районах.

***Циркуляционные*** насосные станции, осуществляющие оборот воды, устраивают в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

***По расположению относительно поверхности земли*** станции бывают

- наземные
- заглубленные.

***В зависимости от применяемого насосного оборудования*** устраивают станции

- с горизонтальными центробежными насосами,
- вертикальными центробежными насосами и т.д.

***По характеру управления*** насосные станции могут быть

- с ручным,
- полуавтоматическим
- автоматическим
- и дистанционным управлением.

*В здании насосной станции* ***размещают*** насосные агрегаты с двигателями, коммуникации, арматуру, контрольно-измерительную аппаратуру и т.д.

***На циркуляционных насосных станциях*** устанавливают отдельные группы насосов для перекачки теплой воды на охладительные устройства, а охлажденной воды — потребителям. Все водопроводные линии в пределах насосной станции *(обвязка насосов)* монтируют из *стальных* труб. *На напорных линиях* устанавливают задвижки и обратные клапаны, а на *всасывающих линиях* — задвижки. На водопроводах при необходимости устанавливают противоударную аппаратуру для смягчения действия гидравлических ударов, которые могут возникать при внезапном отключении электроэнергии.

*Насосные станции по степени обеспеченности подачи воды* следует подразделять на **три категории**, принимаемые *в соответствии с категорией системы водоснабжения*. Категорию насосных станций следует, устанавливать в зависимости от функционального назначения в общей системе водоснабжения.

## 3.4 Водопроводные очистные сооружения

**Способы обработки воды.**

Способ обработки воды, состав и расчетные параметры очистных сооружений и расчетные дозы реагентов устанавливают *в зависимости от качества воды в источнике* водоснабжения, *назначения* водопровода, *производительности станции*, местных условий, на основании данных технологических исследований и эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях.

В процессе очистки и обработки вода подвергается ***осветлению*** (освобождение от взвешенных веществ), ***обесцвечиванию***, ***обеззараживанию*** (уничтожение находящихся в ней болезнетворных бактерий), ***умягчению*** (снижение или почти полное устранение содержащихся в ней солей жесткости).

Кроме того, при использовании воды некоторых источников и *для отдельных потребителей* требуется удалять *все* растворенные в ней соли (*обессоливание*), соли железа (*обезжелезивание),* растворенные в ней газы (*дегазация*), привкусы и запахи, предотвращать коррозионное действие воды на трубы, удалять из воды фтор (обесфторивание) и т.п.

Для получения воды *питьевого качества* при использовании ***поверхностных источников,*** как правило, необходимо производить ***осветление, обесцвечивание, обеззараживание*** *воды.*

При этом в зависимости от качества исходной воды в некоторых случаях *дополнительно* необходимо применять и ***специальные виды*** водоподготовки: фторирование, обесфторивание, обезжелезивание, опреснение, умягчение и т.п.

**Принципиальные схемы водопроводных очистных сооружений**

Очистные сооружения являются одним из составных элементов системы водоснабжения и тесно связаны с ее другими элементами.

*Схемы обработки* ***подземных вод*** для хозяйственно-питьевых водопроводов в ряде случаев более просты, так как включают лишь сооружения для *обеззараживания* воды

*Схемы обработки* ***поверхностных вод*** могут быть разными**.**

*Место расположения очистной станции* назначают при выборе схемы водоснабжения объекта. Часто очистные сооружения располагают вблизи источника водоснабжения и, следовательно, в незначительном удалении от насосной станции I подъема и водозабора. Наибольшее распространение в практике водоочистки, особенно в городских водопроводах, имеют *схемы очистных сооружений с* ***самотечным*** *движением воды***.**

Вода, поданная насосами *станции I подъема*, самотеком проходит последовательно все *очистные сооружения* и поступает в *сборный резервуар чистой воды*, из которого забирается насосами станции *II подъёма* (рис.3.5).

Очистные станции водопроводов населенных пунктов, в зависимости от качества воды источника, могут строиться по *одноступенчатой* или *двухступенчатой* схеме. В случае, когда один из основных процессов очистки

(осветление или фильтрация) осуществляется *несколько раз*, технологическая схема называется *двух-, трех- или многоступенчатой.*

***Двухступенчатая схема*** очистной станции осветления.

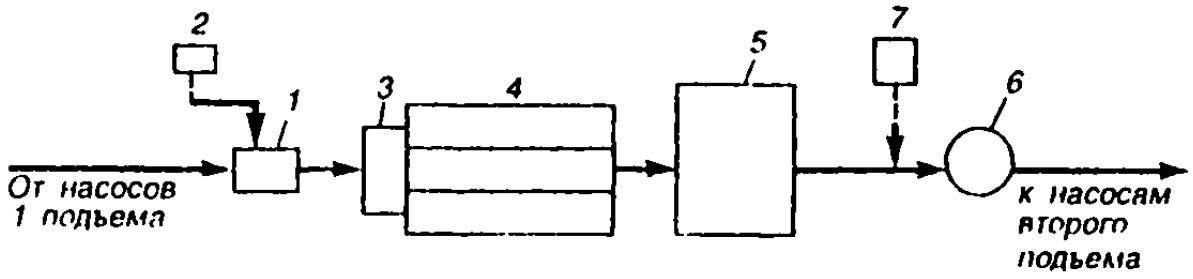


*Рис.3.5. Комплекс очистных сооружений по очистке воды для хозяйственно-питьевых целей: 1 – смеситель; 2 – реагентное хозяйство; 3 – камера хлопьеобразования; 4 – отстойники; 5 – фильтры; 6 – резервуар чистой воды; 7 – хлораторная.*

**Процесс очистки.**

Исходная вода насосной станцией I подъема подается в смеситель - **1**, где быстро перемешивается в течение 1—2 мин с реагентами, приготовленными в реагентном хозяйстве ***2***. Из смесителя вода поступает в камеру хлопьеобразования – **3**, где происходит ее медленное перемешивание (в течение 15—30 мин) для осуществления процесса коагуляции (хлопьеобразования) — укрупнения взвешенных частиц. В большинстве случаев камеры хлопьеобразования предусматриваются встроенными в горизонтальный отстойник. В горизонтальном отстойнике – **4** укрупнившиеся взвешенные частицы выпадают в осадок под действием силы тяжести. Затем вода поступает на фильтры - **5**, где удаляется мелкодисперсная взвесь в результате фильтрования воды через слой фильтрующего материала. В трубу, подающую воду из фильтров в резервуар чистой воды *6*, вводится хлор из хлораторной **7.** Необходимый для обеззараживания контактводы с хлором происходит в резервуаре ***6***. В ряде случаев хлорирование воды осуществляется дважды — перед смесителем (первичное хлорирование) и после фильтров (вторичное хлорирование). Процесс обесцвечивания воды происходит одновременно с

процессом коагулирования и осветления воды. Осветленная вода (содержание взвеси до 1,5 мг/л) после хлорирования поступает в резервуары чистой воды

***Для снижения цветности, привкусов и запахов***, для очистки от антропогенных загрязнений одновременно с введением активированного угля или самостоятельно *применяют* следующие методы: озонирование, аэрирование, другие физико-химические, биологические.

***Коагулированием*** примесей называют процесс укрупнения мельчайших коллоидных частиц, происходящий вследствие их взаимного слипания под действием молекулярного притяжения.

Коллоидные частицы, содержащиеся в воде, имеют чаще всего отрицательный заряд и находятся во взаимном отталкивании, поэтому не оседают. Реагент (коагулянт), добавленный в воду (процесс протекает в смесителе), образует положительно заряженные ионы. Это способствует взаимному притяжению противоположно заряженных коллоидов и приводит, как показано на схеме, к образованию укрупненных частиц или, как их принято называть, «хлопьев» в камерах хлопьеобразования.

Для осуществления технологического процесса **коагуляции** в качестве ***коагулянтов*** применяют сернокислый алюминий AI2(SO4)3 18H20, сернокислое закисное железо FeSO47H20 и т.д.

Для *интенсификации* процессов *коагуляции* иногда применяют специальные химические реагенты — ***флокулянты*** (активная кремниевая кислота и полиакриламид), способствующие образованию крупных хлопьев.

## Осветление

Удаление взвешенных веществ из воды (***осветление***) осуществляется путем отстаивания ее в ***отстойниках.*** По направлению движения воды отстойники бывают горизонтальные, радиальные, вертикальные. Для повышения эффективности осветления горизонтальные отстойники оборудуются ***тонкослойными элементами***.

***Осветлители со взвешенным слоем осадка*** предназначены для предварительного осветления воды перед фильтрованием и только при условии предварительного коагулирования.

***Фильтры.*** Для глубокого осветления воды применяют фильтры**,** которые способны улавливать из нее практически все взвеси. Существуют также фильтры и для частичной очистки воды. *Фильтрование* воды через зернистые материалы позволяет улучшить ее качества и довести их до требуемых стандартов, позволяющих использовать ее для питьевых целей. Слой фильтрующего мелкозернистого материала задерживает содержащиеся в воде частицы мелкой взвеси.

В качестве фильтрующего материала применяют кварцевый песок, гравий, дробленый антрацит и другие материалы.

Важнейшей *характеристикой* работы фильтров является ***скорость фильтрования***, в зависимости от которой фильтры подразделяются на *медленные* (0,1 — 0,2), *скорые* (5,5 — 12), *сверхскоростные* (25 — 100 м/ч). Очистку скорых фильтров производят, исходя из опыта их эксплуатации, 1 — 2 раза в сутки (в паводки чаще).

При этом промывку фильтрующего материала осуществляют обратным током чистой воды, подаваемой снизу через дренаж. При промывке фильтр выключается из работы. Промывка длится 5 — 7 мин. Скорость промывки фильтра в несколько раз больше скорости фильтрования. Вода взмучивает песок и интенсивно промывает его от поступивших в процессе фильтрования загрязнений. Промывная вода отводится через желоба.

Высотная схема процесса очистки представлена на рис.3.6.

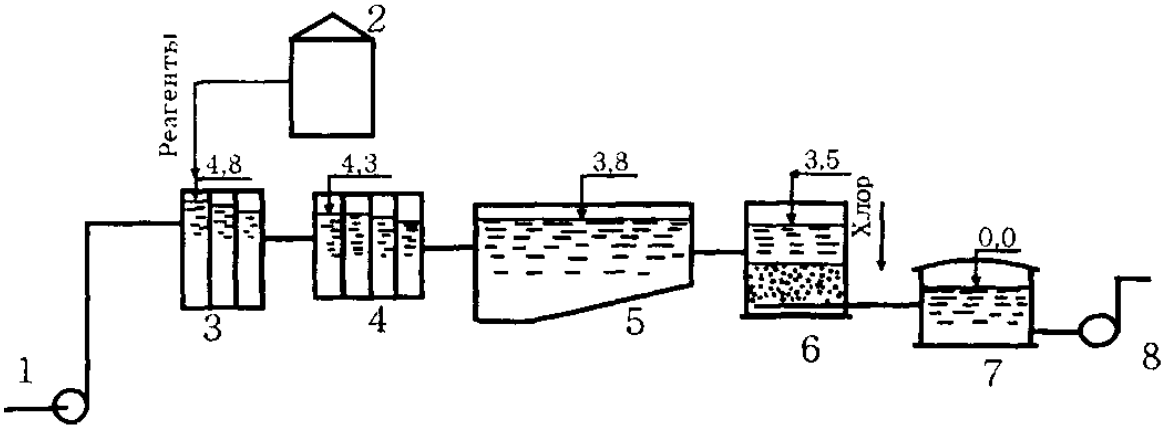


*Рис.3.6. Высотная схема водопроводных очистных сооружений: 1 – насосная станция 1 подъёма; 2 – реагентное хозяйство;3 – смеситель; 4 – камера хлопьеобразования; 5 – отстойники; 6 – фильтры; 7 – резервуар чистой воды; 8 – насосная станция 2 подъёма*

## Обеззараживание воды

В современных очистных сооружениях обеззараживание воды производится во всех случаях, когда источник водоснабжения ненадежен с санитарной точки зрения. Обеззараживание может быть осуществлено путем хлорирования (хлором, гипохлоритом натрия), озонирования, УФ-облучения и др.

***Хлорирование.***

Хлорсодержащие реагенты вводят в трубопровод фильтрованной воды, а для подземных вод, не подвергаемых обработке, — перед резервуарами чистой воды. Концентрация ***остаточного свободного хлора*** в воде, забираемой из резервуаров чистой воды, должна быть **не менее 0,3 и не более 0,5 мг/л**; концентрация связанного хлора— не менее 0,8 и не более 1,2 мг/л.

***Бактерицидное облучение( ультрафиолетовое облучение – УФО)***

Обеззараживание с помощью бактерицидного облучения применяют для подземных вод при условии постоянного соблюдения требований стандарта на питьевую воду по физико-химическим показателям. При этом коли-индекс

обрабатываемой воды должен быть не более 1000 ед/л, содержание железа— не более 0,3 мг/л.

***Озонирование.***

Озонирование с целью обеззараживания воды применяют при специальном обосновании и при отсутствии опасности ухудшения качества воды в сети. Необходимая ***доза озона*** для вод подземных источников— **0,75—1 мг/л,** фильтрованной воды— **1—3 мг/л**.

***Умягчение воды.***

Умягчение воды — процесс понижения ее жесткости, обусловленной наличием солей кальция и магния. Метод снижения жесткости воды выбирают, исходя из требований к качеству умягчаемой воды (глубины умягчения) и технико-экономических обоснований. В практике водоподготовки получили распространение следующие методы умягчения воды: *реагентный, катионный* и др.

## 3.5 Наружная водопроводная сеть.

*Водопроводная сеть* – это система трубопроводов, она состоит из водоводов, магистральных и распределительных трубопроводов, подающих воду потребителю.

***Начертание в плане*** водоводов и водопроводной сети определяется взаимным расположением источника и объекта водоснабжения, планировкой застройки, рельефом местности, грунтовыми условиями, наличием искусственных и естественных препятствий, требованиями к обеспечению бесперебойного снабжения водой потребителей, кратчайшими путями транспортирования воды.

***Водоводы*** – трубопроводы большого диаметра без присоединений и ответвлений, транспортируют воду между основными сооружениями системы: водозабором, насосной станцией 1 подъёма (НС 1), очистными сооружениями, резервуаром чистой воды (РЧВ), насосной станцией 2 подъёма (НС 2), водонапорной башней (ВБ). Обычно проектируют не менее , чем в две нитки.

***Магистральные трубопроводы*** – служат для транспортирования воды по населённому пункту. По конфигурации магистральные водопроводные сети бывают *тупиковые* (разветвленные) и *кольцевые* (рис.3.7).

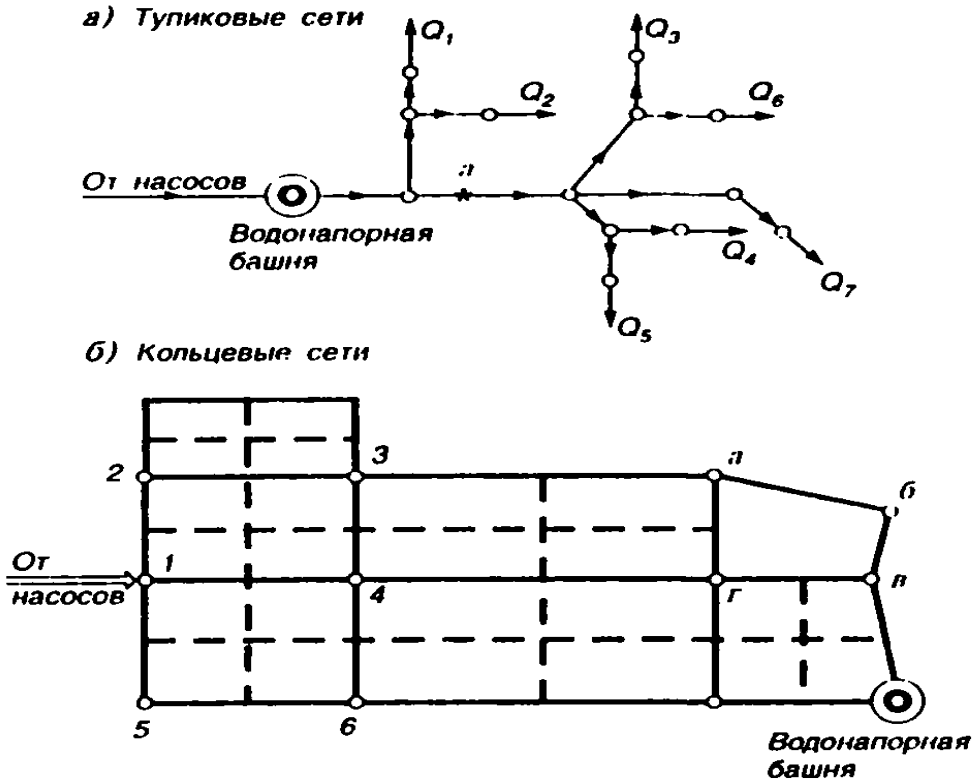


*Рис.3.7. Схемы водопроводных сетей*

<u>*Тупиковые сети*</u> допускается применять для небольших населённых пунктов, допускающих перерыв в подаче воды. Они дешевле, чем кольцевые, но менее надёжны в подаче воды, может наблюдаться ухудшение качества воды на концевых участках, гидравлические удары, промерзание. Такие сети проектируют *при диаметре труб до 100 мм.* Длина тупиковых участков допускается не более 200 м, если более 200 м, то в конце устанавливается *регулирующая ёмкость*.

<u>*Кольцевые сети*</u> устраивают, как правило, для городских и производственных водопроводов. Они имеют большую протяжённость, но обеспечивают непрерывную подачу воды, меньше подвержены авариям и гидравлическим ударам, не промерзают, т.к. вода циркулирует.

<u>*Распределительные сети*</u> подают воду к зданиям и сооружениям.

При проектировании и гидравлическом расчете все линии сети обозначаются цифрами и условно разделяются на *магистральные* и *распределительные*.

***Трассировка сетей.*** При *трассировке* (расположении) магистралей стремятся к тому, чтобы подача воды в отдельные районы города и к отдельным крупным потребителям проходила кратчайшим путем. Трассировку трубопроводов начинают только после того, как определено место расположения напорно-регулирующих емкостей.

*При проектировании водопроводных магистралей* следует руководствоваться следующими правилами:

- Главные магистрали должны направляться к наиболее крупным потребителям и к регулирующим ёмкостям;
- Кольца, образуемые магистралями должны иметь вытянутую форму в напрвлении основного движения воды;
- Магистрали должны проходить по наиболее возвышенным точкам рельефа, что позволяет обеспечить меньшее давление в трубах (создание напора);
- Число магистралей должно быть не менее 2-х, проложенных параллельно на расстоянии 400-600 м друг от друга и соединяться перемычками через каждые 500 - 800 м, которые служат для передачи воды из одной магистрали (при аварии) в другую. При нормальной работе сети перемычки загружены слабо. Перераспределение потоков производится в камерах переключения, установленных на сети.
- Расположение магистралей должно быть равномерным по всей территории.

Прокладка магистралей – подземная, вдоль дорог, параллельно линии застройки.

Пересечение с железными и автомобильными дорогами - под прямым углом.

Трубопроводы при пересечении с железными и автомобильными дорогами следует прокладывать в водопропускных трубах под насыпями или в путепроводах. При отсутствии такой возможности водопроводные линии укладываются в футляре, представляющем собой трубу диаметром на 300 мм превышающим диаметр трубопровода.

*Глубина заложения* водопроводных сетей зависит от глубины промерзания грунта:

$$H_{зал.} = H_{пром.} + 0,5, \text{ м}$$

При непромерзаемости грунта *минимальная глубина заложения 1 м* для защиты от механических повреждений.

При прокладке с канализационными сетями водопровод прокладывают *выше* на расстоянии от стенки трубы *не менее 0,4 м*.

В случае прокладки *ниже* канализационных сетей водопровод заключают в футляр из *стальной* трубы.

Расстояние в свету между собой водопроводных труб не менее 0,2 м.

Хозяйственно – питьевой водопровод запрещено прокладывать по кладбищам, скотомогильникам и т.п.

Перед *прокладкой* водопроводных труб производят разбивку трассы водопроводной сети на местности. Трассу и отметки заложения водопроводных труб увязывают с расположением труб, каналов и тоннелей иного назначения.

***Материалы сетей.***

***Трубы.*** Для строительства ***напорных*** водоводов и сетей применяют стальные, чугунные, асбестоцементные, пластмассовые, железобетонные, из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) и другие трубы. Для ***безнапорных*** водоводов используют бетонные трубы, открытые каналы из бетона, железобетонные трубы, земляные с одеждой дна и откосов различного типа. Анализ достоинств и недостатков труб различных типов позволяет правильно производить их выбор для применения в конкретных условиях.

***Колодцы.*** На водопроводной сети устанавливаются колодцы, в которых

*размещается арматура*. Колодцы имеют горловину (верхняя часть) и рабочую камеру (нижняя часть). Колодцы на наружной водопроводной сети проектируют из монолитного и сборного железобетона. Наиболее совершенны и экономичны при массовом строительстве сборные железобетонные колодцы круглой формы. Основные части колодца приведены на рис.3.8.

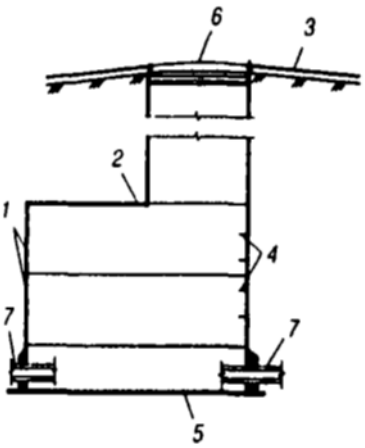


Рис.3.8. Устройство водопроводного колодца в сухих грунтах: *1 – ж.б.кольца с гидроизоляцией; 2 – плита перекрытия;3 – отмостка; 4 – скобы ходовые; 5 – плита днища на утрамбованном слое грунта; 6 – чугунный люк с крышкой; 7 – трубопроводы.*

В не замощенных местах дорог люки колодцев должны незначительно возвышаться над поверхностью земли с устройством отмостки шириной 1 м вокруг люка и с уклоном от него. На проезжей части улицы с усовершенствованным покрытием люки располагают на одном уровне с поверхностью покрытия.

При наличии грунтовых вод водонепроницаемость колодцев обеспечивается гидроизоляцией дна и стенок на высоту не менее 0,5 м выше уровня этих вод. Проемы в стенках колодцев, через которые проходят трубы, заделывают просмоленной прядью и асбестоцементным раствором.

***Арматура.*** Для обеспечения нормальной эксплуатации водопроводная сеть должна быть оборудована арматурой.

На наружных водопроводных сетях применяются следующие *типы арматуры*: запорная, водоразборная, предохранительная.

*Запорная арматура*. Для возможности выключения ремонтных участков водоводов применяют ***задвижки и поворотные затворы***. Задвижки бывают диаметром до 1200 мм с ручным, гидравлическим и электрическим приводами. По конструкции запорного органа они подразделяются на параллельные и клиновые. Запорным элементом служит диск, перекрывающий сечение трубы.

С помощью *задвижек,* установленных на водопроводных линиях, можно, меняя степень их открытия, изменять расход воды в линиях или совсем прекращать в них движение воды для выключения на ремонт отдельных участков. Чтобы снизить возможность возникновения в трубах гидравлических ударов, устройство всей применяемой на сети запорной арматуры основано на принципе их постепенного закрывания. Задвижки обычно устанавливаются в колодцах.

*Водоразборная арматура*. *Водоразборные колонки* устраивают для разбора воды из водопроводной сети жителями, проживающими в домах, не оборудованных внутренним водопроводом. Колонки устанавливают на прочном основании с обязательной отмосткой для отвода воды (радиус действия одной колонки не более 100 м). Давление в сети должно быть не менее 0,1 МПа.

*Пожарные гидранты (ПГ)* устанавливают на наружной водопроводной сети для целей пожаротушения. Они бывают надземные и подземные. Более широкое применение имеют подземные гидранты. Гидранты этого типа полностью располагаются в колодце. Высота гидранта зависит от глубины укладки труб и колеблется в пределах 2 – 2,5 м. Гидранты размещают на сети на расстоянии не более 100 — 150 м друг от друга (в зависимости от диаметра труб), 5 м от стен здания и 2,5 м от края проезжей части. Для использования гидранта на него навинчивают специальное приспособление — стендер. При вращении его рукоятки открывается водозапорный клапан и вода под напором направляется в пожарные рукава.

*Предохранительные клапаны и устройства***,** предназначенные для борьбы с гидравлическим ударом в трубопроводах, разделяются на две основные группы: *пружинные предохранительные клапаны*, применяемые при ударах, начинающихся с волны повышения давления, и *гасители удара*, применяемые при ударах, начинающихся с волны понижения давления.

*Обратные клапаны* применяются для того, чтобы воспрепятствовать обратному току воды, протекающей по трубопроводу.

*Аэрационные устройства (воздушные вантузы)* служат для создания нормальных условий работы трубопроводов**,** которые необходимы для *впуска воздуха* в случае опорожнения отдельных участков трубопроводов и *выпуска воздуха* при заполнении их водой. Их устанавливают *в высоких* точках системы.

*Спускные краны* (выпуски) служат для сброса воды, представляют собой патрубок с задвижками, примыкающие к нижней части трубы, устанавливают на *пониженных* участках сети для их опорожнения, отключения на ремонт или промывки. Устанавливаются в колодцах.

***Запасные и регулирующие емкости***

*Водонапорные башни***.** Водонапорные башни необходимы для сглаживания режима работы насосной станции II подъема, определяемого режимом водопотребления. При значительной неравномерности водопотребления практически трудно либо невыгодно достичь совпадения потребления и подачи воды. Водонапорные башни позволяют обеспечить более или менее равномерную работу насосных станций, так как отпадает необходимость в подаче ими пиковых расходов воды, а также уменьшить диаметр, а следовательно, и стоимость городских водопроводных магистралей. Кроме того, они способствуют повышению надежности систем водоснабжения.

Водонапорная башня ***состоит*** из резервуара или бака, поддерживающей конструкции (ствола). В районах с суровым климатом вокруг бака устраивают утепляющий *шатер* для предохранения воды от замерзания. Водонапорные башни могут быть выполнены из железобетона, кирпича, металла и дерева.

Чаще выполняют башни из *железобетона*. *Железобетонные* водонапорные башни различают двух типов: со стволом в виде сплошного железобетонного цилиндрического стакана и со стволом из опорных колонн. Баки в таких водонапорных башнях также железобетонные с вогнутым днищем.

*Деревянные* водонапорные башни применяют, в основном, на временных водопроводах. *Кирпичные* водонапорные башни строят относительно небольшой высоты, когда их применение, исходя из местных условий, экономически целесообразно.

*Баки* водонапорных башен выполняют из стали с плоским или сферическим днищем. Все более широкое распространение получает напряженный железобетон, повышающий водонепроницаемость баков. Башни оборудуют *сигнализацией*, передающей показания уровня воды на насосную станцию или диспетчерский пункт водопроводного хозяйства.

Объем бака водонапорной башни, м$^3$, определяется по формуле:

$$V=V_p+V_n,$$

где:

$V_p$ — регулирующий объем бака башни;

$V_n$ — запас воды для тушения одного внутреннего и одного наружного пожара в течение 10 мин (хранится в баке башни постоянно).

Регулирующий объем бака в % от суточною расхода воды городом можно определять графическим путем по совмещенным ступенчатым или интегральным графикам водопотребления и подачи воды

***Резервуары воды.*** Резервуары в системах водоснабжения используются как *регулирующие емкости*. Одновременно в них могут храниться *противопожарные* и *аварийные* запасы воды. Если рельеф местности позволяет располагать резервуары на достаточно высоких отметках, они могут служить *напорными емкостями*; если воду из резервуаров необходимо перекачивать к потребителю, то они называются *безнапорными.* В зависимости от назначения

они могут быть расположены в различных местах системы водоснабжения. Резервуары *предназначаются* для:

- приема и хранения воды, поступающей от насосных станций;
- фильтровальных станций или районных водопроводов и воды, подаваемой далее насосными станциями для последующего подъема;
- приема свежей воды, питающей системы оборотного водоснабжения;
- хранения регулирующего объема воды и поддержания напора в сети (водонапорный резервуар);
- хранения противопожарных и аварийных запасов воды.

Резервуары могут служить одновременно для нескольких их целей.

*Объем резервуаров* зависит от их назначения и производительности системы водоснабжения. Так, вместимость водонапорных резервуаров для хранения регулирующего объема воды, устраиваемых вместо водонапорных башен в тех случаях, когда имеется значительное естественное возвышение, определяется так же, как вместимость баков водонапорных башен.

*Объем резервуаров чистой воды* (РЧВ) при станциях очистки воды (фильтровальных станциях) обусловливается регулирующим объемом, необходимым для возмещения разницы между равномерной подачей воды фильтровальной станцией и откачкой ее насосами станции 2-го подъема в сеть. Регулирующий объем резервуара определяют по совмещенному ступенчатому или интегральному графику подачи воды фильтровальной станцией и откачки ее насосами. В резервуарах чистой воды обычно хранится также запас воды для технологических целей очистной станции (промывки, фильтровки и др.) и запас воды на случай тушения пожара продолжительностью **3 ч.**

Резервуары могут быть сооружены из кирпича, естественного камня и железобетона. В настоящее время наиболее распространены железобетонные резервуары круглой (вместимостью до 2000 м$^3$) и прямоугольной (при большей вместимости) формы. Перекрытие таких резервуаров может быть монолитным

или сборным, балочным или безбалочным, плоским. Стенки и днище должны быть хорошо гидроизолированы.

***Основные сведения по расчету водопроводных сетей и сооружений.***

*Гидравлический расчет* водопроводных сетей выполняют с *целью* определения потерь напора в них и диаметров труб участков сети. Потери напора необходимо знать для определения высоты водонапорной башни и напора насосов. Водопроводная сеть должна быть рассчитана на случаи *наибольшего водопотребления* и *момента пожара*, совпадающего по времени с часом максимального водопотребления. При определении *диаметров труб* линий сети необходимо вычислить расчетные расходы воды для этих линий, т.е. количество воды, которое будет протекать по ним в расчетные периоды работы системы.

В городских водопроводных сетях принимается схема *равномерного* распределения отбора воды на хозяйственно-питьевые нужды населения. Расходы воды крупных предприятий рассматриваются как *сосредоточенные* в определенных узлах.

Расход, приходящийся на 1 м длины сети, называется ***удельным.*** Принимается, что расход воды на каждом участке магистральной сети пропорционален его длине. Этот расход, называется ***путевым.*** Каждый участок сети (кроме концевых), помимо путевого расхода пропускает ***транзитный*** расход, необходимый для питания последующих участков. Ориентировочно ***диаметр*** труб иногда выбирают по *экономичным* скоростям, составляющим ***0,5—2 м/с.***

В практике расчетов *потерь напора* существуют таблицы (таблицы Шевелева), позволяющие определять потери напора: $h = il$.

**Водоснабжение фонтанов**

*Фонтаны* — важный элемент инженерного благоустройства городских территорий. Они имеют большое санитарно-гигиеническое и архитектурное

значение. Существуют две схемы водоснабжения фонтанов: прямоточная и оборотная.

*Прямоточное водоснабжение* используют для сравнительно небольших фонтанов с расходом воды до 3... 5 л/с.

*Оборотное водоснабжение* применяют для фонтанов с большим водопотреблением. Это замкнутая сеть. Фонтанные струи воды получают требуемый напор от насосов, которые устанавливают в специальном помещении — машинном зале, расположенном, как правило, в подвальном помещении близлежащих домов.

Система водоснабжения фонтанов включает в себя распределительную сеть трубопроводов, фонтанные насадки различной формы, запорную и регулирующую арматуры, подающий и циркулирующий трубопроводы, выпуск, насосную установку, приемный резервуар. Распределительную сеть рассчитывают на максимальный расход воды. Фонтанные насадки влияют на высоту, форму и траекторию полета струи. Необходимый напор перед фонтанной насадкой определяют расчетом.

**Контрольные вопросы.**

1. Дайте сравнительную характеристику систем водоснабжения города с поверхностным и подземным водоисточником.
2. Какие водозаборные сооружения для забора воды из поверхностных источников вы знаете?
3. От каких основных факторов зависит выбор водозаборного сооружения для забора воды из подземных источников?
4. В чем состоит назначение и принцип работы водонапорной башни?
5. Какого типа насосы устанавливаются на насосных станциях первого и второго подъемов?
6. Дайте характеристику материалам водопроводных труб, применяемых в практике водоснабжения городов.
7. Перечислите основные методы и сооружения по обработке воды из

поверхностных источников для хозяйственно-питьевых целей.

8. Перечислите основные правила трассировки водопроводных сетей.