

ваться и для хозяйственно-питьевых целей. Однако это должно быть обосновано технико-экономическими соображениями.

Воду из поверхностных источников рекомендуется использовать для водоснабжения при недостаточном дебите или непригодности подземных вод. Перед использованием для хозяйственно-питьевого водоснабжения воду из поверхностных источников обычно очищают, а перед использованием для водоснабжения некоторых производств, не нуждающихся в высоком качестве воды, ее подвергают только простейшей очистке либо вообще не очищают.

При выборе источника водоснабжения следует учитывать качество воды в нем и его мощность, требования, предъявляемые к качеству воды потребителями, технико-экономические соображения и другие факторы. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения наиболее пригодны подземные воды, так как они обладают сравнительно высоким качеством и часто не нуждаются в очистке.

8.2. Водозаборные сооружения из подземных источников

Выбор типа сооружения для приема подземных вод зависит от глубины их залегания и мощности водоносного горизонта. Сооружения для приема подземных вод могут быть подразделены на четыре вида: водозаборные скважины; шахтные колодцы; горизонтальные водозаборы; каптажные камеры.

Водозаборные скважины (трубчатые колодцы) служат для приема безнапорных и напорных подземных вод, залегающих на глубине более 10 м. Это наиболее распространенный вид водозаборных сооружений для систем водоснабжения городов, сельских населенных пунктов и промышленных предприятий. Их устраивают путем бурения в земле скважин, стенки которых крепят обсадными стальными трубами. По мере заглубления скважины диаметр обсадных труб уменьшают. В результате скважина приобретает телескопическую форму. Зазоры между отдельными обсадными трубами заделывают (тампонируют) цементным раствором. В скальных грунтах стенки скважин обсадными трубами не крепят. Над верхом скважины устраивают кирпичную, бетонную или железобетонную камеру. В нижней части скважины устанавливают фильтр.

Водозаборные скважины размещают перпендикулярно направлению потока подземных вод. Их количество зависит от требуемого расхода и мощности водоносного горизонта. В зависимости от глубины залегания динамического уровня воды, она либо самоизливается из скважин в сборные резервуары, либо (при глубоком залегании) ее выкачивают насосами.

Шахтные колодцы служат для приема подземных вод, залегающих на глубине не более 30 м.

Они представляют собой вертикальный проем в грунте, достигающий до водоносного слоя. Такие колодцы делают из бетона, железобетона, кирпича, бутового камня и дерева. Их, как правило, устраивают опускным способом. Наиболее часто для них используют бетонные кольца круглой формы и деревянные срубы квадратной формы в плане. В дне шахтных колодцев для приема воды устраивают *обратные фильтры*, т.е. насыпают песок, гравий, щебень, увеличивая крупность зерен снизу вверх. Чтобы усилить поступление воды, в стенках колодцев делают отверстия, для чего используют бетонируемые трубы, фильтры или зазоры кладки. С этой же целью донный фильтр увеличивают по площади или за счет его радиального расположения (лучевой водозабор).

Шахтные колодцы располагают перпендикулярно направлению потока грунтовых вод. При значительной потребности в воде устанавливают несколько колодцев, связанных сифонами со сборной емкостью, из которой воду насосами перекачивают в очистные сооружения или к потребителю.

Горизонтальные водозаборы устраивают для приема грунтовых вод, залегающих на небольшой глубине (до 8 м) при малой мощности водоносного горизонта. Их выполняют в уровне залегания водоносного слоя из железобетонных, бетонных или керамических труб с круглыми или щелевыми отверстиями. Для горизонтальных водозаборов целесообразно использовать трубы овоидального сечения, у которых больше площадь водоприемной поверхности. Для предотвращения засорения их обсыпают фильтрующей песчано-гравийной смесью. Чтобы исключить поступление в водозаборы загрязненных поверхностных вод, в уровне земли над ними устраивают глиняную подушку.

Простейшие горизонтальные водозаборы выполняют из коротких труб с зазорами в местах соединений, из кирпичной или бутовой кладки без раствора. Для их осмотра и очистки через каждые 50...150 м по их длине устраивают смотровые колодцы.

Каптажные камеры используют для получения ключевой воды. Для сбора вод восходящих ключей устраивают каптажные камеры в виде шахтных колодцев, располагая их над местами выходов воды, а для приема вод нисходящих ключей выполняют каптажные камеры с забором воды через боковые стенки в виде горизонтальных водозаборов.

8.3. Водозаборные сооружения из поверхностных источников

При водозаборе из поверхностных источников особое внимание уделяется бесперебойному качественному водоснабжению населения независимо от времени года. При этом особое значение

приобретают правильный выбор места расположения водозаборных сооружений в плане и по глубине, тип и конструкция.

Место расположения водозаборного сооружения в плане выбирают как можно ближе к потребителю в устойчивом, наименее загрязненном участке водоема, выше населенных пунктов промышленных предприятий и участков сброса сточных вод по течению рек. Также его устраивают вне очагов возможного образования шуги, ледяных заторов, вне областей интенсивного движения донных наносов и с учетом возможности организации зоны санитарной охраны. Водозаборное сооружение на реках устанавливают с учетом характера изменения русла с течением времени.

Глубинное положение места забора воды на реке определяют из условия, что расстояние от низа ледяного покрова (в зимний период) до верха водозабора должно быть не менее 0,2...0,3 м. Порог между дном реки и его низом, необходимый для исключения попадания в водозаборное сооружение вместе с забираемой водой донных наносов, должен составлять не менее 0,7...1 м.

В предледоставный период вода, переохлажденная до температуры $-0,02...-0,05^{\circ}\text{C}$, кристаллизуется на взвешенных частицах грунта, образуя глубинный лед (шугу), переносимый течением. Такие потоки часто создают аварийные ситуации на водозаборных сооружениях, полностью закупоривая их приемные отверстия. Для защиты водозаборных сооружений от глубинного льда нужно принимать специальные меры.

Водозаборные сооружения на реках по конструкции подразделяют на следующие типы:

- береговые (раздельные или совмещенные с насосной станцией);
- русловые (с самотечными линиями);
- специальные (ковшовые, инфильтрационные, из горных рек, передвижные, плавучие и др.).

Водозаборное сооружение берегового типа устраивают при сравнительно крутых берегах рек. Оно состоит из водоприемного берегового колодца и насосной станции. По фронту водоприемный колодец разделяется на отдельные секции, число которых принимается равным двум или числу всасывающих линий. Каждая секция водоприемного колодца разделена перегородкой на две камеры: приемную и всасывающую. Верх водоприемного колодца должен располагаться выше самого высокого уровня воды не менее чем на 0,5 м. Над колодцем располагают сооружение с блоком управления оборудованием.

Водозаборное сооружение руслового типа устраивают при сравнительно пологих берегах, слабых грунтах и малых глубинах воды в реке. Водозабор состоит из оголовка, который служит для закрепления концов самотечных линий и приема воды из источника, расположенного на дне русла реки, самотечных линий к заглубленному береговому колодцу и насосной станции. Самотечные

линии (не менее двух) устраивают из стальных, железобетонных труб, а также в виде железобетонных галерей и др. Скорость движения воды в самотечных линиях во избежание их засорения следует принимать не менее 0,7...0,9 м/с.

Специальные водозаборы применяют в особых случаях. При образовании в реке глубинного льда или при высокой мутности воды целесообразно забирать воду не непосредственно из реки, а из искусственного залива, так называемого ковша, который может быть вырыт в русле реки или вдаваться в ее берег. Размеры ковшевой определяют из условия всплывания глубинного льда или выпадения взвесей. Проточная скорость в них принимается 0,2...0,5 м/с. Конструкция сооружений для забора воды из ковшевой аналогична конструкции обычных речных водозаборных сооружений.

Инфильтрационные водозаборные сооружения представляют собой скважины, шахтные колодцы или горизонтальные водозаборы, располагаемые вдоль реки с песчаными или песчано-гравелистыми берегами. Их целесообразно применять при необходимости получения хорошо осветленной воды и на реках с интенсивным образованием глубинного льда.

Для временных водопроводов устраивают передвижные или плавучие водозаборы. Передвижной водозабор представляет собой насосную станцию легкого типа, которая может передвигаться соответственно изменению уровня воды в реке по наклонному рельсовому пути, проложенному на берегу. При плавучих водозаборах насосные агрегаты размещаются на плавучих средствах: баржах, понтонах и т. п. Достоинствами таких сооружений являются независимость приема воды от колебания уровня воды в реке и возможность быстрого их устройства. Существенные недостатки — необходимость применения гибких соединений трубопроводов, тяжелые условия эксплуатации зимой и в период паводков.

Для забора воды из водохранилищ можно использовать водозаборные сооружения двух типов: совмещенные с плотинами, водоспусками или водосбросами и отдельно стоящие.

Перед началом использования водозаборная система должна быть подвергнута технической проверке. После испытания перед пуском в эксплуатацию водопроводные линии промывают водой с большой скоростью (не менее 1 м/с). Линии хозяйственно-питьевых водопроводов, кроме того, подвергают дезинфекции раствором, содержащим 40 мг активного хлора на 1 л воды. Хлорная вода должна находиться в трубопроводах одни сутки.

8.4. Водонапорные башни и резервуары

Водонапорные башни служат для достижения соответствия водопотребления и подачи воды насосной станцией, для подъема

воды и регулирования подачи и потребления. Регулирующий объем бака водонапорной башни можно определять по совмещенным ступенчатым или интегральным графикам подачи и потребления воды. В баке водонапорной башни должен храниться, кроме того, запас воды для тушения пожара в первые минуты после его возникновения. Таким образом, бак водонапорной башни должен вмещать регулирующий объем бака и запас воды для тушения одного внутреннего и одного наружного пожаров в течение 10 мин.

Водонапорная башня состоит из водонапорного бака, поддерживающей конструкции (ствола) и обогревающего шатра вокруг бака. В районах с мягким климатом шатры можно не устраивать, но в этом случае бак должен иметь перекрытие. Водонапорный бак оборудуют уровнем с сигнализацией.

Водонапорные башни бывают железобетонные, кирпичные, металлические и деревянные. 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. В кирпичных водонапорных башнях ствол выполняют из кирпича в виде цилиндра или многогранника, а баки с днищем — из стали. Металлические водонапорные башни получили распространение в сельских населенных пунктах. Деревянные водонапорные башни выполняют преимущественно на временных водопроводах.

Роль водонапорных башен могут выполнять пневматические напорно-регулирующие установки.

Резервуары служат для хранения запасов воды. 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 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 при фильтровальных станциях обуславливается регулирующим объемом, необходимым для возмещения разницы между равномерной подачей воды фильтровальной станцией и откачкой ее насосами станции второго подъема. 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 м³) 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.

8.5. Водоподъемные устройства

Водозаборные сооружения включают в себя водоподъемные устройства, основным компонентом которых являются насосы. Насос преобразуют механическую энергию приводного электрического двигателя в гидравлическую энергию движущейся жидкости. С помощью насосов можно поднять воду на определенную высоту, переместить ее на значительные расстояния по горизонтальной плоскости, заставить циркулировать в замкнутой системе, что и является основой функционирования водопроводной сети. Насосы располагаются в насосных станциях.

Насосные станции конструируются и оборудуются в зависимости от производительности, напора, мощности и коэффициента полезного действия (КПД) насосных агрегатов. Наиболее распространенным типом является центробежный насос. Его достоинства — плавная и непрерывная подача воды, несложное устройство, высокая надежность, долговечность, высокий КПД. В помещении водопроводной насосной станции размещаются насосы и электродвигатели, трубопроводы, задвижки, контрольно-измерительные приборы (водомеры, манометры, вакуумметры), электрораспределительные устройства и приборы автоматизированного регулирования.

Насосные станции подразделяются на станции первого подъема, второго подъема, повысительные и циркуляционные. Насосные станции первого подъема поднимают воду из источника во-

доснабжения на очистные сооружения или направляют к потребителю. Насосные станции второго подъема подают воду с очистных сооружений к потребителю. Повысительные насосные станции предназначены для повышения напора в водопроводной сети. Циркуляционные насосные станции устраиваются в замкнутых системах.

8.6. Устройство и оборудование наружной водопроводной сети

От водозаборных сооружений источника водоснабжения через насосные водонапорные и очистные сооружения, резервуары и регулирующие устройства вода поступает в водопроводную сеть, которая подает ее непосредственно на объекты водоснабжения (рис. 8.2). Водопроводная сеть должна обеспечить подачу заданного количества и качества воды под требуемым напором, а также экологическую надежность и бесперебойность снабжения потребителей. При проектировании должны учитываться требования экономичности и возможность перспективного развития.

Для достижения оптимального конструктивного решения при сооружении наружных водопроводных сетей необходимо применять экологически чистые, долговечные, надежные трубы, подобранные на основе гидравлического расчета сети. Важно также выбрать правильную трассировку линий водоводов в плане.

Наружная система водопроводов состоит из сочетания подающих магистральных (главных) и распределительных (второстепенных) линий. Диаметры магистральных линий рассчитываются, распределительных — принимаются по величине пропускаемого пожарного расхода.

Для подачи воды непосредственно к местам ее потребления используют два основных вида сетей: разветвленные (тупиковые) и кольцевые (из замкнутых контуров и колец).

Разветвленные водопроводные сети применяют для объектов, отдаленных друг от друга, допускающих перерывы водоснабжения. Кольцевые водопроводные сети обеспечивают бесперебойное водоснабжение, так как в них гарантировано питание водой всех подключенных потребителей с двух сторон. Кольцевые водопроводные сети дороже и надежнее. Их применяют для хозяйственно-питьевых и производственных целей и обязательно в расчете на пожаротушение.

Водопроводы выполняют из двух и более ниток трубопроводов, укладываемых параллельно друг другу. Для экстренного подключения к водопроводным сетям в случае пожара в смотровых колодцах на расстоянии 100...200 м друг от друга на наружной

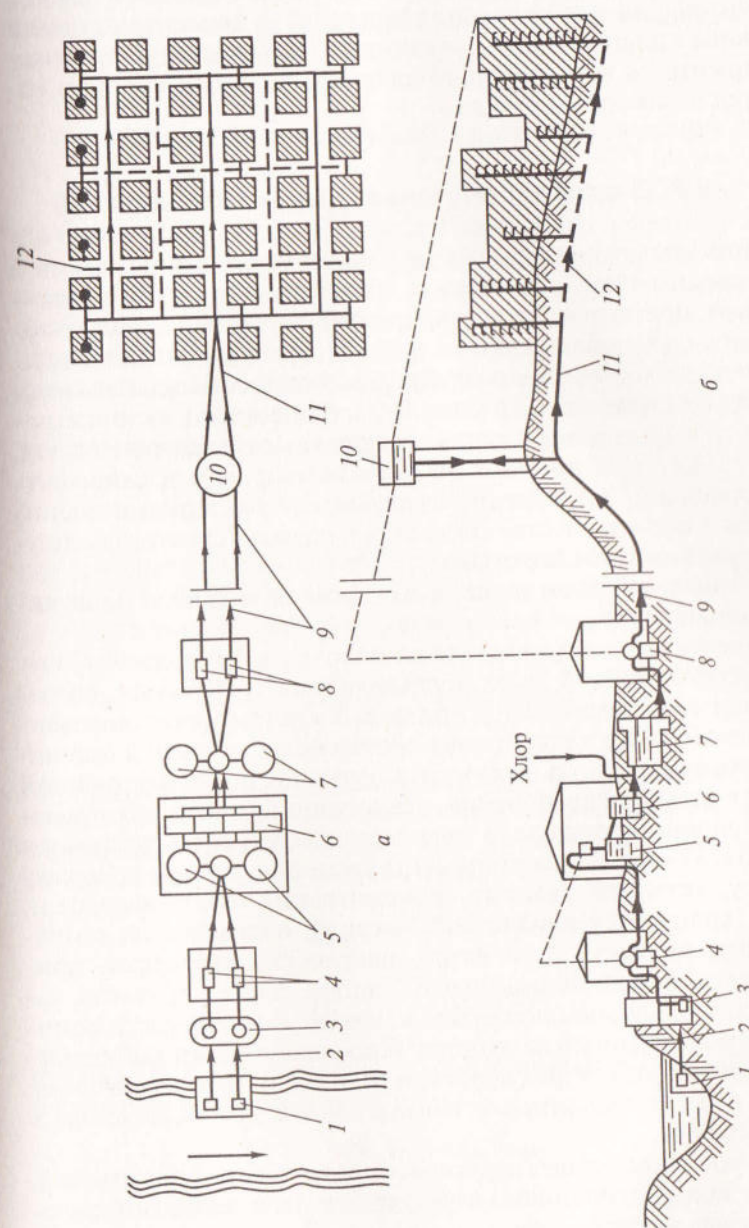


Рис. 8.2. Схема водоснабжения населенного пункта:

а — план; б — профиль; 1 — водоприемник; 2 — самотечная труба; 3 — береговой колодец; 4 — насосы станции первого подъема; 5 — план; 6 — профили; 7 — запасные резервуары чистой воды; 8 — насосы станции второго подъема; 9 — водоводы; 10 — водонапорная башня; 11 — магистральные трубопроводы; 12 — распределительные трубопроводы