

ГЛАВА VIII. ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

§ 46. Источники водоснабжения

В соответствии с двумя категориями природных источников воды водоприемные сооружения также разделяются на две группы: сооружения для приема воды из поверхностных источников и сооружения для приема подземных вод. Выбор того или иного источника водоснабжения определяется местными природными условиями, санитарно-гигиеническими требованиями, предъявляемыми к качеству воды, и технико-экономическими соображениями. По возможности предпочтение должно отдаваться подземным источникам водоснабжения.

К поверхностным источникам относятся реки, озера и в отдельных случаях моря. Место расположения водоприемника определяется с таким расчетом, чтобы удовлетворялись следующие условия:

- возможность применения наиболее простого и дешевого способа забора воды из источника;
- бесперебойность получения требуемого количества воды;

- обеспечение поступления по возможности более чистой воды (очистка от загрязнений);
- наиболее близкое расположение к снабжаемому водой объекту (для уменьшения стоимости водоводов и подачи воды).

Подземные воды залегают на различных глубинах и в различных породах.

Для водоснабжения используют:

воду напорных водоносных слоев, перекрытых сверху водонепроницаемыми породами, предохраняющими подземные воды от загрязнения;

безнапорные подземные воды со свободной поверхностью, содержащиеся в пластах, не имеющих водонепроницаемой кровли;

родниковые (ключевые) воды, т. е. подземные воды, самостоятельно выходящие на поверхность земли;

шахтные и рудничные воды (чаще для производственного водоснабжения), т. е. подземные воды, поступающие в водоотливные сооружения при добыче полезных ископаемых.

§ 47. Сооружения для забора подземных вод

Для использования подземных вод применяются сооружения следующих типов: трубчатые буровые колодцы (скважины); шахтные колодцы; горизонтальные и лучевые водосборы; сооружения для каптажа родниковых вод; комбинированные водозаборы.

Для забора глубоко залегающих напорных и безнапорных подземных вод устраивают буровые колодцы, имеющие вид вертикальных цилиндрических скважин (рис. 52). Стенки скважины укрепляют обсадной трубой 1 из чугуна или стали, которую опускают до верхней границы водоносного слоя. В обсадную трубу опускают трубу меньшего диаметра до нижней границы водоносного слоя. В нижней части которой с помощью специальных замков 2 устанавливают уплотняющие сальники 3 и

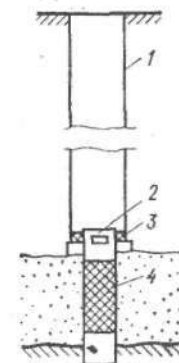


Рис. 52. Схема устройства бурового колодца
1 — обсадная труба; 2 — замок для крепления фильтра;
3 — уплотняющий сальник; 4 — фильтр

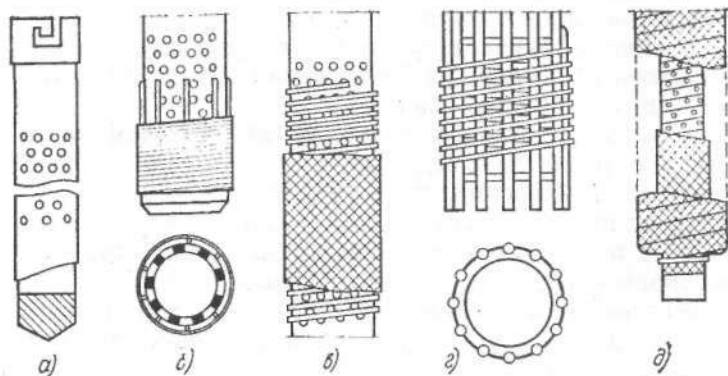


Рис. 53. Типы фильтров

а — дырчатый; б — проволочный; в — сетчатый; г — каркасно-стержневой; д — гравийный

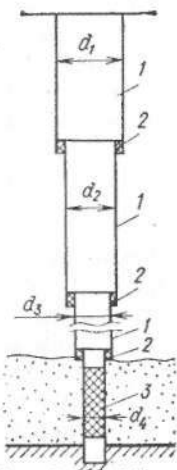


Рис. 54. Схема устройства бурового колодца с несколькими обсадными трубами

1 — обсадные трубы; 2 — уплотняющие сальники; 3 — фильтр

фильтры 4. Конструкция фильтров показана на рис. 53.

В том случае, если водоносные породы залегают на большой глубине, буровой колодец оборудуют несколькими обсадными трубами различных диаметров (рис. 54), тампонируя

кольцевое пространство между концами смежных труб цементным раствором.

Уровень воды в колодце до забора называется статическим. При отборе воды из колодца уровень ее понижается и, когда количество отбираемой воды станет равным количеству воды, притекающей из грунта, движение приобретает установившийся характер, вода в колодце устанавливается на определенном уровне, который называется динамическим.

Количество воды, которое может быть получено при понижении динамического уровня на 1 м, называется дебитом колодца (скважины).

Способы получения воды из трубчатых колодцев.

в зависимости от глубины залегания, различны. Она может самоизливаться под естественным давлением в пласте, либо забираться насосами, гидроэлеваторами или эрлифтами.

От самоизливающихся колодцев вода отводится по самотечным трубопроводам в резервуар, из которого ее перекачивают насосами.

При заборе воды из скважин насосами ее динамический уровень располагается на глубине более 10 м, электродвигатели, приводящие их в действие, могут устанавливаться на поверхности земли, имея вертикальный трансмиссионный вал для привода насоса, или размещаться непосредственно в скважине. При этом скважинные насосы нагнетают воду в резервуар, из которого насосы станции второго подъема подают ее к водопотребителям.

Для колодцев с небольшим дебитом (10—15 м³/ч) применяют воздухоподъемники-эрлифты (рис. 55), в которых вода смешивается с воздухом, за счет чего плотность воды уменьшается и она поднимается на поверхность, попадая в воздухоотделитель, где через вентиляционный канал воздух выходит наружу, а вода поступает в резервуар.

При использовании эжекторов вода может забираться по схемам, показанным на рис. 56, а, б. Наиболее совершенной является схема, приведенная на рис. 56, б, в которой используется двухступенчатый насос. Отбор полезного расхода q с относительно небольшим напором осуществляется от первой ступени, а расход эжектирующей воды Q — от последней со значительно большим напором, за счет чего увеличивается высота подъема воды из колодца.

Шахтные колодцы. Эти колодцы применяют для приема небольших количеств воды из безнапорных водоносных пластов, залегающих относительно на небольшой глубине (не более 20 м). Чаще всего они используются в водоснабжении сельской местности. Шахтные колодцы бывают железобетонными, бетонными, каменными и деревянными.

В стенках колодца в пределах водоносного пласта имеются отверстия, за счет которых увеличивается приток воды. Диаметр шахтного колодца не превышает 3—4 м. При устройстве нескольких колодцев их соединяют самотечными или сифонными трубами. Стенки колодца выводятся не менее чем на 0,7 м выше

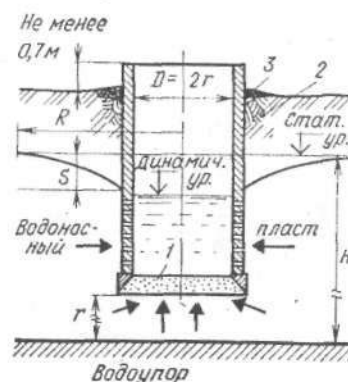
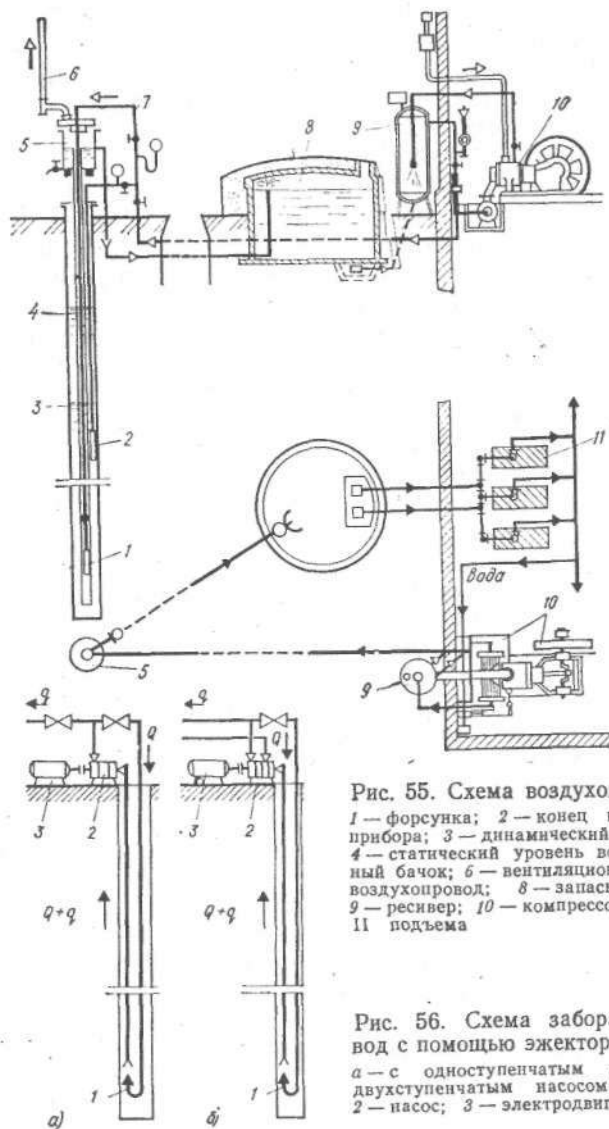


Рис. 57. Схема устройства шахтного колодца
 1 — фильтр; 2 — глиняный замок; 3 — отсыпка

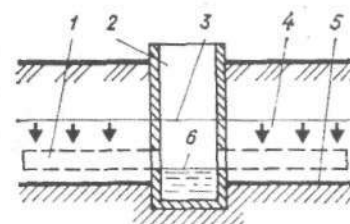


Рис. 58. Схема устройства горизонтального водозабора
 1 — горизонтальные водозаборы; 2 — сборный колодец; 3 — статический уровень подземных вод; 4 — водоносный пласт; 5 — водоупор; 6 — уровень воды в колодце

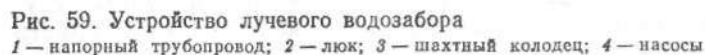
поверхности земли. Вокруг колодца у поверхности земли устраивают глиняный замок на глубину 1,5—2 м, а в радиусе около 2 м — отсыпку. На дно колодца укладывается фильтр в виде слоя гравия. Принципиальная схема шахтного колодца, забирающего воду из безнапорного водоносного пласта, показана на рис. 57.

Горизонтальные водозаборы. Такие водозаборы представляют собой дренажи разных типов или водосборные галереи (рис. 58). Вода, поступившая из грунта в дренажные трубы, подается в сборный колодец, из которого ее откачивают насосами. Горизонтальные водозаборы применяют при малой глубине залегания водоносного пласта (до 8 м) с небольшим дебитом.

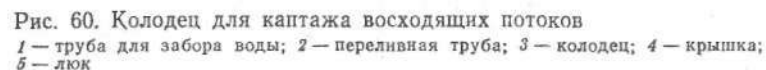
Наиболее эффективными водоприемными сооружениями являются лучевые водозаборы. В этом случае вода отбирается в колодец по нескольким лучам (трубам), расположенным в пределах водоносного пласта (рис. 59).

Лучевые водозаборы выполняются из перфорированных стальных труб. При длине лучей больше 60 м они могут быть телескопическими.

Сооружения для каптажа родниковых вод. Родники бывают двух типов: восходящие, образующиеся при проникновении в поверхностные слои грунта напорных вод; нисходящие, представляющие собой безнапорные водоносные пласты, покоящиеся на водонепроницаемых



Собранная вода отводится по трубе 1 к насосной станции. Для предотвращения подпора установлена переливная труба 2.



Каптаж нисходящих родников осуществляется путем устройства приемных камер, располагаемых в месте наиболее интенсивного выхода родниковой воды.

§ 48. Сооружения для забора воды из поверхностных источников

Наиболее часто используемыми поверхностными источниками являются реки. Для приема поверхностных вод устраивают водозаборные устройства (водоприемники). Они должны обеспечивать надежный забор расчетного количества воды из водоемного источника. Водозабор устраивается на устойчивом неразмываемом наименее загрязняемом участке водоемного источника с достаточной глубиной, выше места выпуска сточных вод, возможно ближе к объекту, на судоходных реках — вне зоны движения судов, а также вне очагов возможного образования шуги и донного

льда; на озерах и водохранилищах — вне прибойной зоны и места нагона водорослей. Речные водоприемники следует располагать в тех местах русла реки, где нет осыпей и оползней. Ввиду того, что водозаборные сооружения должны обеспечивать бесперебойность подачи воды в водопровод, они состоят не менее чем из двух секций. Тип водозаборных сооружений принимается в зависимости от объема суточной подачи воды, от глубины водонисточника, рельефа и структуры его берега и дна, категории надежности подачи воды и ряда других факторов. При небольшой глубине водонисточника непосредственно у берега и при пологом дне может применяться русловый водозабор раздельного типа (рис. 61).

В системах водоснабжения небольших объектов водозабор может состоять из оголовка, связанного с насосной станцией всасывающими трубами.

Оголовок устраивают в виде раструба (рис. 62), в котором устанавливается решетка из металлических прутьев для предотвращения попадания в него плавучих по реке предметов.

Оголовок прикрепляется к бетонной плите или к свайным опорам. Диаметр самотечных труб определяется из условия движения воды в них со скоростью, не превышающей 1,5 м/с.

Промывают самотечные трубы обратным потоком воды, подаваемой насосами первого подъема. Береговой колодец состоит из нескольких (не менее двух) независимо работающих секций и располагается на незатапливаемом участке.

В том случае, когда водонисточник непосредственно у берега достаточно глубок, применяют водозаборы берегового типа, вода в которые (рис. 63) поступает через водоприемные окна, оборудованные решетками и шиберами. При подаче воды до 1 м³/с устраиваются неподвижные решетки, при большей подаче — вращающиеся. На реках с резким колебанием горизонтов воды иногда сооружают береговые водоприемники, совмещенные с насосной станцией I подъема.

На реках с образованием шуги и донного льда предусматривается обогрев (подача теплой воды, электрообогрев и пр.) решеток оголовков и водоприемных окон. Кроме того, для предотвращения образова-

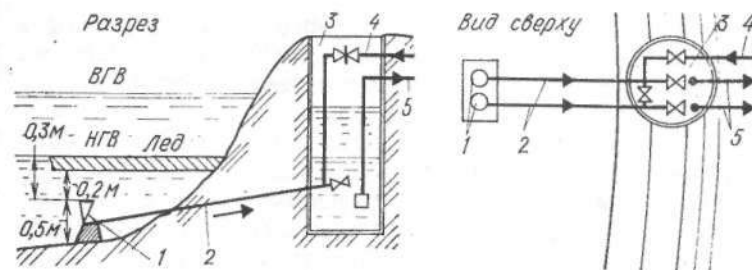


Рис. 61. Русловый водозабор раздельного типа

1 — оголовок; 2 — самотечные линии; 3 — береговой колодец; 4 — промывочные трубы; 5 — всасывающие трубы насосов

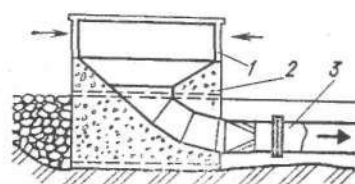


Рис. 62. Оголовок водозабора

1 — приемные окна с решетками; 2 — бетон; 3 — самотечная линия

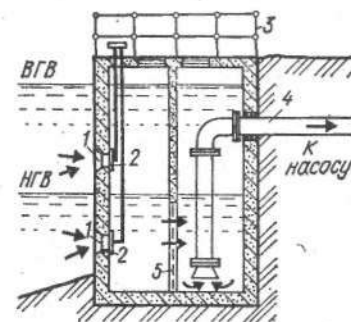


Рис. 63. Береговой водоприемник

1 — окна с решетками; 2 — бетон; 3 — ограждение; 4 — всасывающая линия; 5 — сетка

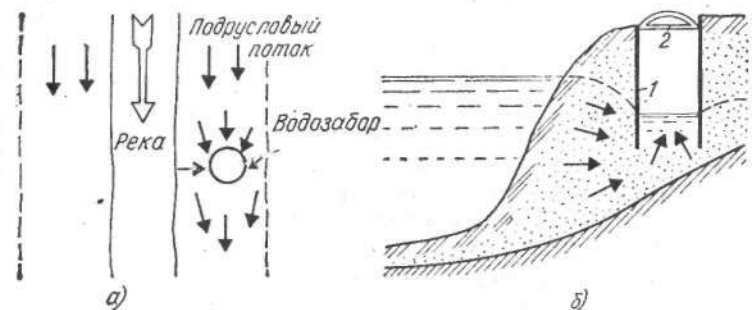


Рис. 64. Инфильтрационный водозабор

а — вид сверху; б — разрез; 1 — колодец; 2 — крышка

ния у водозабора шуги, донного льда и наносов предназначается водоприемный ковш — искусственный бассейн, через который вода из реки поступает к водозаборному сооружению.

Для забора воды из водоисточника, берега и дно которого обладают хорошей водопроницаемостью, применяют инфильтрационный водозабор (рис. 64), который чаще всего выполняется в виде шахтного колодца, располагающегося у берега. Вода из водоисточника в колодец попадает через водопроницаемую породу, фильтруясь при этом. Качество воды в инфильтрационном водозаборе выше, чем в водоисточнике, поэтому последующая обработка воды может быть менее сложной.

§ 49. Очистка воды

Очистка проводится с целью изменения качества природной воды в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ней при употреблении для различных нужд.

Основными видами обработки воды являются:

осветление, т. е. удаление из воды содержащихся в ней взвешенных веществ;

обеззараживание — уничтожение содержащихся в воде бактерий;

умягчение воды — удаление из воды катионов кальция и магния;

опреснение воды — частичное обессоливание ее до остаточной концентрации — не более 1000 мг/л.

На очистные сооружения могут возлагаться и другие задачи — удаление растворенных в воде газов (дегазация), обезжелезивание при содержании железа в количестве более 0,3 мг/л и пр.

Чтобы осветлить воду, ее отстаивают, пропускают через фильтры и слой шлама, состоящий из хлопьев коагулянта и находящихся в воде взвесей.

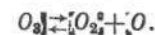
В зависимости от качества воды в источнике и требований к ее качеству после осветления эти процессы могут применяться в комплексе или отдельно.

Для обеззараживания воды используются физико-химические методы. Наиболее распространенным и дешевым методом является хлорирование (в воду добавляют хлор в количествах, обеспечивающих эффек-

тивное уничтожение болезнетворных бактерий). Для уничтожения запаха хлора (он ощущается при содержании его в воде в количестве 0,3—0,4 мг/л) одновременно с хлором вводят в воду аммиак или его соли.

Уничтожают бактерии также с помощью ультрафиолетовых (бактерицидных) лучей с длиной волны в диапазоне 2500—3300 ангстрем.

В настоящее время для обеззараживания стал широко использоваться озон, пропускаемый через воду. Молекула его при этом разлагается с выделением атомарного кислорода, являющегося сильным окислителем.



Озон обладает рядом преимуществ по сравнению с хлором; получают его непосредственно на станции очистки воды; он не ухудшает вкусовых качеств воды и не вызывает в ней запахов.

Доза озона составляет от 0,6 до 3,5 мг/л.

Умягчение воды выполняется по-разному: термическим способом, за счет образования при нагревании нерастворимых карбонатов кальция и магния, выпадающих в осадок; реагентным способом, сущность которого состоит в удалении из воды солей карбонатной жидкости с помощью извести; ионным способом, основанным на свойстве ряда веществ, нерастворимых в воде, замещать свой ион натрия или водорода на катионы Ca^{++} или Mg^{++} , содержащиеся в воде.

Опресняют воду химическим способом, основанным на ионном обмене при электролизе.

§ 50. Противопожарные требования к водозаборным сооружениям

Водоприемники поверхностных вод в зависимости от сложности природных условий, их типа и допуска на размеры водоприемных отверстий для обслуживания подразделяются на три степени надежности:

I степень — водоприемники, обеспечивающие бесперебойный забор-отбор расчетного расхода воды;

II степень — водоприемники, обеспечивающие забор расчетного расхода воды с возможным перерывом

в ее подаче на 5 ч или снижением объема ее подачи в течение одного месяца.

III степень — водоприемники, отбор воды из которых может прерываться на 3 сут.

К водоприемникам I степени надежности в средних природных условиях относятся все типы береговых незатапливаемых сооружений, ко II и III — все типы русловых и затопленных водоприемников.

Источник водоснабжения и водозаборные сооружения противопожарных водопроводов должны быть I степени надежности и обеспечивать в любое время суток подачу полного расчетного пожарного расхода воды. При этом оголовки обязательно должны иметь дополнительные устройства для их обогрева на реках с возможным образованием шуги и донного льда.

Водозаборные сооружения I и II категории надежности обычно состоят не менее чем из двух независимо работающих секций.

В объединенных водопроводах водозаборные сооружения должны обеспечить суммарный расход воды, равный

$$Q_{в.с} = Q_{х-п} + Q_{о.с} + Q_{в.}$$

где $Q_{в.с}$ — расход воды водозаборных сооружений; $Q_{х-п}$ — расход воды на хозяйственно-питьевые или производственные нужды; $Q_{о.с}$ — расход воды на нужды очистных сооружений (для промывки фильтров, отстойников и т. д.); $Q_{в.}$ — расход воды, необходимый для восстановления неприкосновенного противопожарного запаса.

Максимальный срок восстановления неприкосновенного противопожарного запаса воды не должен превышать:

24 ч — в населенных пунктах и на предприятиях с категорией производств А, Б и В; 36 ч — на предприятиях с категорией производств Г и Д; 72 ч — в сельских населенных пунктах и на сельскохозяйственных предприятиях.

На промышленных предприятиях с расчетным расходом воды на наружное пожаротушение 20 л/с и менее допускается увеличить сроки пополнения противопожарного запаса воды для производств категорий Г и Д до 48 ч, для производства категории В — до 36 ч.

Если дебит источника водоснабжения не обеспечивает пополнение неприкосновенного запаса воды в указанные сроки, допускается увеличение времени попол-

нения при условии увеличения запаса воды на величину ΔW , равную

$$\Delta W = W_{н.з.} \frac{K-1}{K}, \quad (66)$$

где $W_{н.з.}$ — необходимый запас воды при нормативной продолжительности его пополнения, м³; K — отношение принятого срока пополнения к требуемому.

Пополнение неприкосновенного противопожарного запаса может осуществляться за счет уменьшения до 70% хозяйственно-питьевых расходов воды, а также соответствующего сокращения производственных расходов — в расчете на работу предприятия по аварийному графику.

Водозаборы подземных вод должны гарантировать надежный прием необходимого количества воды и подачу ее в водоводы. Количество резервных скважин следует принимать в соответствии с данными табл. 33.

Таблица 33. Определение числа резервных скважин

Число рабочих скважин	Число резервных скважин на водозаборе по категориям		
	I	II	III
1	1	1	—
От 2 до 10	2	1	—
11 и более	20%	10%	—

Чтобы обеспечить надежную работу водозаборов всех категорий, на складе следует иметь в запасе резервные насосы, исходя из расчета: на 10 рабочих скважин — один, при большем количестве — 10% их (скважин) общего числа.

На очистных сооружениях (рис. 65) для обеспечения их надежной работы должно быть установлено не менее двух отстойников, двух фильтров, а также проложены обводные водоводы вокруг отдельных сооружений для подачи воды от насосной I подъема непосредственно в резервуары чистой воды.

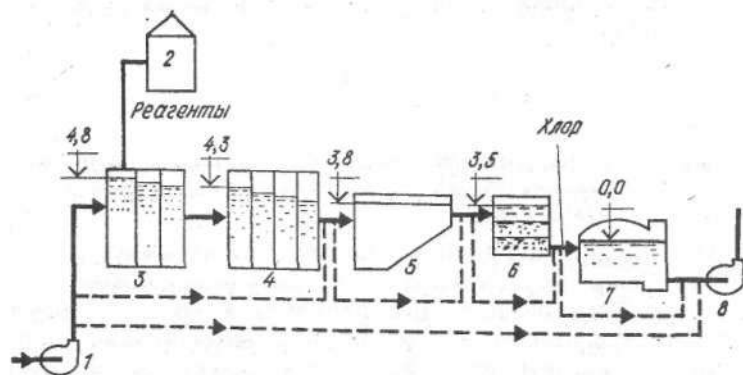


Рис. 65. Принципиальная схема очистки воды

1 — насосная станция I подъема; 2 — реагентный цех; 3 — смеситель; 4 — камера хлопьеобразования; 5 — отстойник; 6 — фильтры; 7 — резервуары чистой воды; 8 — насосная станция II подъема