

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))
РОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА
(РОАТ)

КАФЕДРА «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»

ЕЛСУКОВ А.В., кандидат технических наук

Тематические материалы к лекциям

по учебной дисциплине

«ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГИДРАВЛИКИ»

Направление/специальность: 08.03.01 Строительство

(код, наименование специальности /направления)

Профиль/специализация: Промышленное и гражданское строительство (ГС)

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

МОСКВА

ВВЕДЕНИЕ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «08.03.01 Строительство Профиль: Промышленное и гражданское строительство» и приобретение ими теоретических знаний и практических навыков для осуществления профессиональной деятельности бакалавров, которая включает:

инженерные изыскания, проектирование, возведение, эксплуатация, оценка и реконструкция зданий и сооружений; инженерное обеспечение и оборудование строительных объектов и городских территорий; применение машин, оборудования и технологий для строительства и производства строительных материалов, изделий и конструкций

на объектах профессиональной деятельности бакалавров, которыми являются: промышленные, гражданские здания, гидротехнические и природоохранные сооружения; системы теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения промышленных, гражданских зданий и природоохранные объекты; машины, оборудование, технологические комплексы и системы автоматизации, используемые при строительстве и производстве строительных материалов, изделий и конструкций; объекты недвижимости, земельные участки, городские территории.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.Б.20.2).

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые следующими предшествующими дисциплинами:

- **Физика,**
- **Механика. Теоретическая механика,**

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций, в соответствии с федеральными государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки «08.03.01 Строительство Профиль: Промышленное и гражданское строительство» и будут использованы при изучении последующих дисциплин:

- **Проектирование гражданских и промышленных зданий,**
- **Реконструкция и техническая эксплуатация сооружений, зданий и застройки**

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Индекс и содержание компетенции	Планируемые результаты
1	2	3
1	<p>Выпускник должен обладать компетенцией</p> <p>ПК-4</p> <p>способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: основы проектирования и изыскания объектов профессиональной деятельности.</p> <p>Уметь: использовать методы проектирования и изыскания объектов профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть: способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности.</p>
2	<p>Выпускник должен обладать компетенцией</p> <p>ПК-13</p> <p>знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности</p>	<p>Знать: научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.</p> <p>Уметь: использовать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.</p> <p>Владеть: способностью использовать научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

___6___ зачетных единиц,

___216___ часов.

4.2. Объем учебной дисциплины

Вид учебной работы	Количество часов					
	Всего по учебному плану	Курсы				
		№1	№2	№3	№4	№5
1	2	3	4	5	6	7
Аудиторные занятия (всего):	26			26,35		
В том числе:						
Лекции (Л)	12			12		
практические (ПЗ) и семинарские (С) занятия	12			12		
лабораторные работы (ЛР) (лабораторный практикум) (ЛП)						
Контроль самостоятельной работы (КСР):	2			2		
Самостоятельная работа (всего):	181			181		
Промежуточная аттестация (Экз, ЗаО, За), часов	9			9		
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины:	Часы:	216		216		
	Зач. ед.:	6		6		
Текущий контроль (К, КП, КР, Эл. тест)	КП(1), Эл. тест(1)			КП(1), Эл. тест(1)		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экз.			Экз. 0,35		



ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ



ЗНАЧЕНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Водоснабжение и водоотведение являются важнейшими санитарно-техническими системами, обеспечивающими нормальную жизнедеятельность населения и всех отраслей народного хозяйства страны.

Используя природные водные источники, эти системы снабжают водой различных потребителей, а также обеспечивают очистку сточных вод, их отведение и возврат природе, защиту и охрану водоисточников от загрязнения и истощения.

Системы водоснабжения и водоотведения представляют собой сложные инженерные сооружения, устройства и оборудование, в значительной степени определяющие уровень благоустройства зданий, объектов и населенных пунктов, рентабельность и экономичность промышленных предприятий.

В целом можно говорить о том, что от стабильного функционирования данных систем зависит нормальная работа города, предприятий, здоровье и безопасность жителей. Мы привыкли к тому, что, открыв кран, из него течет вода, и порой даже не задумываемся, усилия скольких людей, бесперебойная работа машин и сооружений за этим стоят. Но стоит нам на несколько дней отключить воду, и мы сразу почувствуем, как начнутся сбои в организме города.

Человек чрезвычайно остро ощущает нарушение водного баланса.

С потерей 1...1,5 л воды (менее 2% веса тела) появляется ощущение жажды. При потере 6...8% влаги человек впадает в полубморочное состояние, потеря 10% вызывает галлюцинации, нарушается

водный баланс, потеря воды превышает 12% – наступает смерть.



настоящего времени. К ним следует отнести деревянные самотечные трубопроводы в Новгороде.

Обычным способом водоснабжения русских городов являлось получение воды или из поверхностных источников, вблизи которых строился город, или из колодцев и прудов, вырытых в местах с обильными подземными водами. Наряду с хозяйственными целями учитывалась необходимость получения воды в случае обороны города, для чего устраивались скрытые подземные ходы - «тайники» из города к ближайшему водоёму.

Первый самотечный водопровод был построен для Московского Кремля в 1492 г., головным сооружением его являлась Арсенальная (ранее Собакина) башня, где находился родник. Затем в 1632 - 1634 гг. был построен новый кремлевский водопровод.

Массовое строительство специальных сооружений для водоснабжения связано со строительством крепостей и укрепленных пунктов для защиты пограничных линий. Расположение источников водоснабжения оказывало определяющее влияние на развитие структуры городов, которая сложилась в большинстве из них в XVII - XVIII вв. Водообеспечение городов-крепостей еще в этот период было связано со строительством достаточно сложных по тому времени гидротехнических сооружений: плотин, водоподводящих галерей, деревянных срубных колодцев, бассейнов и резервуаров для хранения запаса воды.

С развитием промышленности стало происходить функциональное разделение систем водоснабжения на промышленное и хозяйственно-питьевое. Особенно четко это разделение проявилось в горно-заводских поселениях. Технический прогресс в XVIII - XIX вв. коснулся главным образом промышленного водоснабжения, системы хозяйственно-питьевого назначения оставались на низком уровне развития. Для горно-заводского производства стали создаваться водохозяйственные комплексы, в которые входили водозаборные сооружения, плотины, деривационные каналы, водоподводящие и водораспределительные трубы и лотки и водоотводящие каналы.

Дальнейшее развитие водоснабжение в России получило в связи с развитием железнодорожного транспорта в конце XIX начале XX в.: вода требовалась для паровозов так же, как и топливо. Однако при развитии систем железнодорожного водоснабжения нужды населения, как и раньше, в достаточной мере не учитывались. Системы железнодорожного водоснабжения представляли собой локальные водопроводы, обеспечивавшие все потребности железнодорожной станции.

Первый централизованный водопровод Москвы был введен в действие в 1804 г. Источником водоснабжения для этого водопровода служили подземные воды верховьев р. Яузы. В дальнейшем этот водопровод перестраивался и модернизировался. В 1903 г. была пущена в строй первая очередь Москворецкого водопровода, который забирал воду из р. Москвы. Расширение Москворецкого водопровода продолжалось вплоть до 1917 г., когда в город подавалось 13 млн. 240 тыс. ведер воды в сутки. На каждого жителя Москвы приходилось 6,5 ведра воды.

Сооружались водопроводы и в других городах. В течение XIX в. в России было построено еще 64 городских водопровода. Однако это строительство в основном проводилось в Европейской части России. В этот период из всех сибирских городов лишь в Тюмени был небольшой водопровод общего пользования. До 1917 г. в Сибири были построены хозяйственно-противопожарные водопроводы только в семи городах.

В годы гражданской войны и борьбы с иностранной интервенцией коммунальное хозяйство многих городов было разрушено. В 1924 - 1925 гг. секцией водного хозяйства Госплана СССР был подготовлен проект «Основных начал водного законодательства СССР».

За 20-е и 30-е годы была проведена коренная реконструкция многих существующих водопроводов и введено в строй более 100 городских промышленных водопроводов, построены новые системы водоснабжения в десятках городов.

В годы Великой Отечественной войны водопроводное хозяйство обеспечивало бесперебойную подачу воды на нужды оборонной промышленности и пожаротушение от бомбардировок.

После окончания войны при восстановлении и развитии промышленности и городов были выдвинуты новые задачи по восстановлению и строительству систем водоснабжения. Были построены районные системы водоснабжения промышленных районов Урала и Сибири.

В 70-х и 80-х годах в нашей стране построено около 700 водопроводов, выделяются большие материальные средства на природоохранные цели, включая строительство большого числа очистных сооружений, создание замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий.

На современном этапе дальнейшее развитие систем водного хозяйства связано с применением прогрессивных решений при их проектировании, строительстве и эксплуатации.

Первые сведения об искусственных сооружениях для добывания воды - колодцах - относятся к III тысячелетию до н.э



В период расцвета Древней Греции и Рима начали строиться централизованные системы водоснабжения. Вода подавалась к городу самотеком по каналам



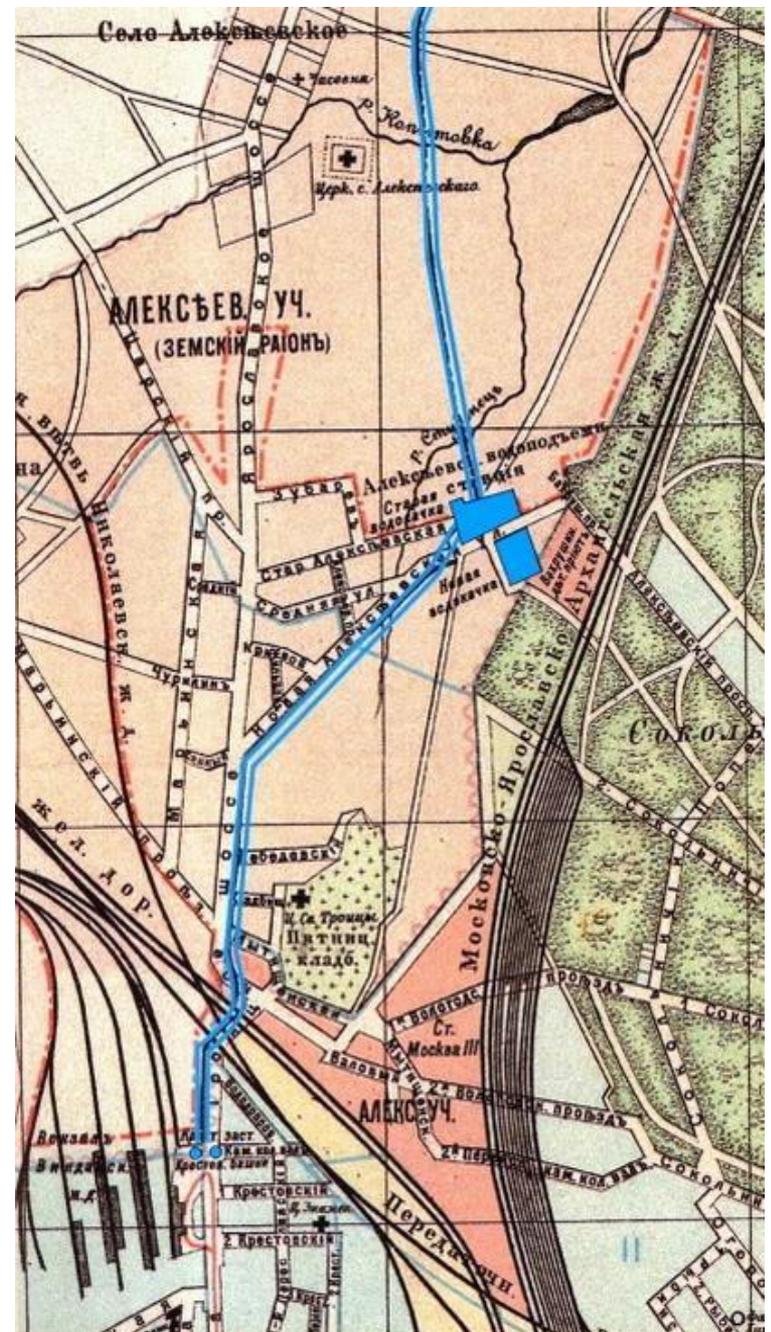


Акведук в Сеговии (I в. н.э.)

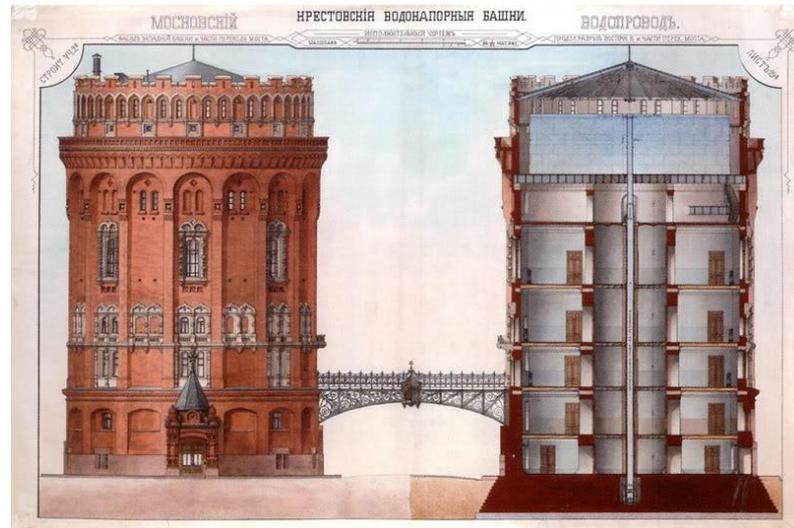


Самым известным в России акведуком является Ростокинский акведук («Миллионный мост»), воздвигнутый во времена Екатерины II. Ростокинский акведук длиной 356 метров с устоями высотой до 15 метров был для своего времени самым большим в России каменным мостом

«... В Мытищах, в двух верстах от станции Ярославской железной дороги, была сооружена водоподъемная станция. Вода поднималась... из колодцев, заложенных на глубине 15 сажен, в машинное здание. Отсюда по трубам она поступала в Алексеевский резервуар, построенный на водоподъемной станции близ села Алексеевское, в двух верстах от Крестовской заставы. Отсюда вода перекачивается в водонапорные резервуары, заключенные в двух Крестовских башнях, а из этих башен с высоты 14 сажен над уровнем земли,



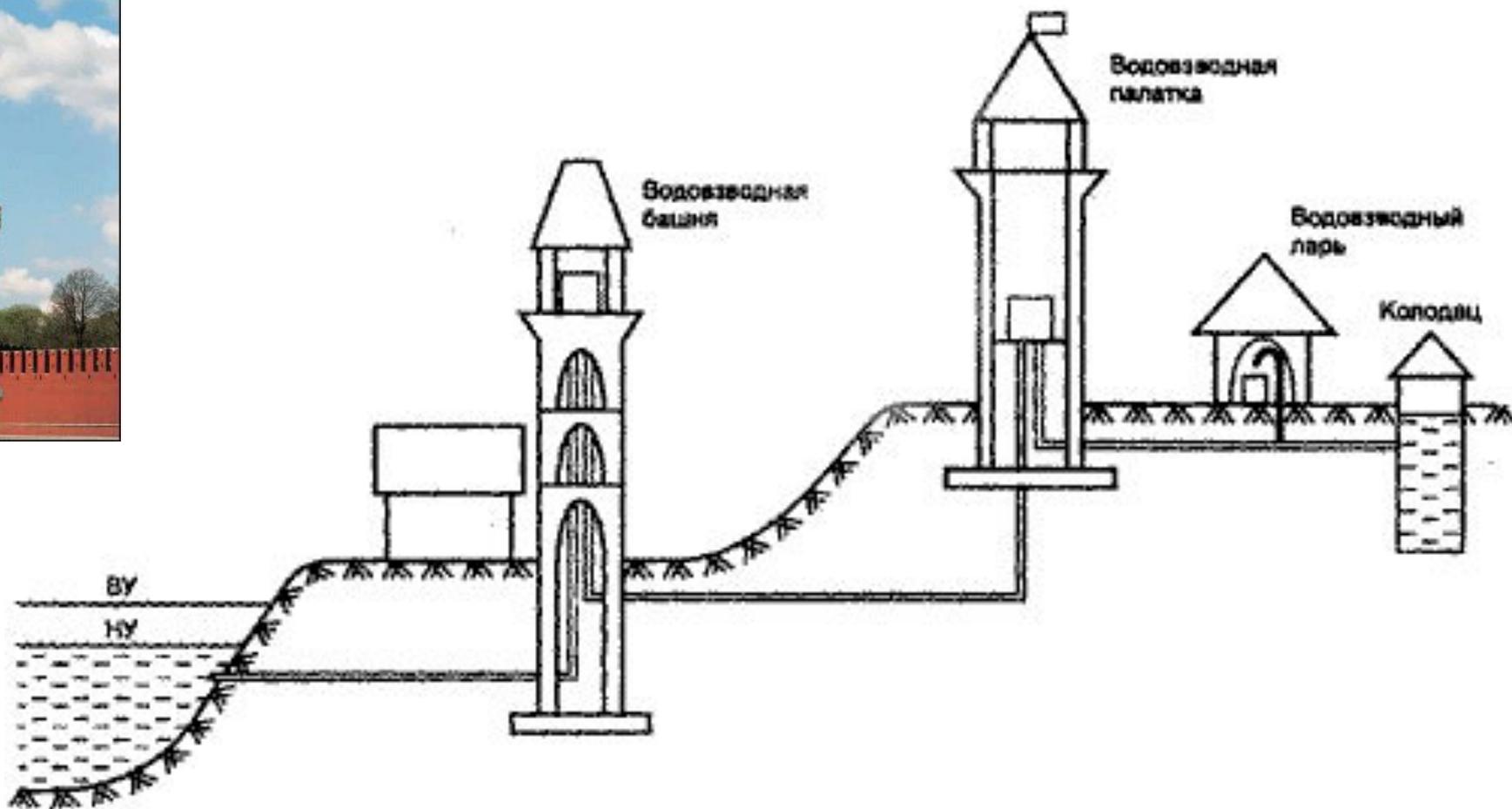
2017
вода поступает самотеком в городские



Крестовские водонапорные башни – две круглые в плане кирпичные башни высотой около 40 м и диаметром 20 м, связанные между собой ажурным мостиком. В верхнем ярусе башен размещались резервуары весом в 78,5 т и ёмкостью 1850 м³ каждый.

На пяти нижних этажах находились жилые и служебные помещения, контрольная станция водомеров.





В 1631 г. в Кремле был сделан водопровод, который подавал воду с помощью "водовзводной машины" в водонапорную башню



Первые сооружения Рублевской водопроводной станции появились в 1903 году

Водовзводная башня - часть кремлевского водопровода: в 1633 году Христофор Галовой разместил в ней подъемную машину, которая подавала воду по свинцовым трубам в сады нагорной части Кремля

Сухарева башня построена в самом конце XVII века по инициативе Петра I как ворота Земляного города. При прокладке Мытищинского водопровода в ней устроили резервуар



Город	Одесса (артезианские скважины)	Нижний Новгород	Полтава	Краснодар	Мариуполь
Год строительства водопровода	1847	1847	1873	1907	1910

Канализационная система в Древнем Риме





Строительство
канализационного канала



Люблинские поля орошения



Городская канализация в Москве появилась
почти на век позднее водопровода.
Главная канализационная насосная станция,
открытая в 1898 году

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))
РОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА
(РОАТ)

КАФЕДРА «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»

ЕЛСУКОВ А.В., кандидат технических наук

*Тематические материалы к лекциям
по учебной дисциплине*

«ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГИДРАВЛИКИ»

Направление/специальность: 08.03.01 Строительство
(код, наименование специальности /направления)

Профиль/специализация: Промышленное и гражданское строительство

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

Раздел 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

МОСКВА

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

- 1.1. Системы и схемы водоснабжения населенных мест.**
- 1.2. Внутренний водопровод зданий и сооружений.**
- 1.3. Основы расчета систем водоснабжения.**

Раздел 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

1.1. Системы и схемы водоснабжения населенных мест

Основные элементы систем водоснабжения

Система водоснабжения - комплекс инженерных сооружений, обеспечивающих забор воды из источников водоснабжения, ее очистку до нормативных показателей, транспортировку и подачу воды абонентам.

Система водоснабжения должна удовлетворять техническим, экономическим и санитарным требованиям, предъявленным к ней.

Системы водоснабжения проектируют одновременно с системами канализации.

Требования к качеству воды хозяйственно-питьевого назначения и воды, идущей на технические цели (технической воды) различны. Поэтому на большинстве объектов сооружают отдельную объединенную систему хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения и отдельную систему технического водоснабжения.

Основные нормативные требования, предъявляемые к системам водоснабжения, в том числе для железнодорожных станции и поселков при них, изложены в :

- СП 30.13330.2016 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий»
- СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

В данной дисциплине рассматриваются системы водоснабжения хозяйственно-питьевого назначения.

Классификация систем водоснабжения

Системы водоснабжения классифицируются по следующим признакам:

по виду водоисточника

- с использованием **поверхностных вод**;
- с использованием **подземных вод**;
- **смешанные**;

по способу подъема воды

- **нагнетательный**, в которых вода к потребителям подается насосами;
- **самотечные (гравитационные)**;
- **комбинированные**;

по назначению

- **хозяйственно-питьевые**,
- **противопожарные**,
- **технологические (производственные)**,
- **объединенные**;

по видам обслуживаемых объектов

- **городские**,
- **промышленные**,
- **сельские**;

по территориальному охвату водопотребителей

- **местные (локальные)**, предусматривающие водоснабжение отдельных объектов (предприятия, фермы, группы зданий),
- **централизованные**, обеспечивающие водой всех потребителей, расположенных в данном городе, поселке;

по характеру использования воды

- **прямоточные**, в которых воду после однократного использования выпускают в канализацию,
- **прямоточные с повторным использованием воды**,
- **оборотные**, в которых воду после использования для технических целей очищают и охлаждают, затем многократно используют на том же объекте;

по сроку службы

- **постоянные**;
- **временные**.

по размещению водопроводных сооружений, устройств и трубопроводов относительно потребителей

- **наружные** – все сооружения для забора, очистки воды, транспортирования и распределения ее водопроводной сетью;
- **внутренние** – забирают воду из наружной сети, и подают ее потребителям в здания.

По надежности подачи воды

системы водоснабжения подразделяются на три категории:

I - допускается снижение подачи воды

на хозяйственно-питьевые нужды не более **30%** расчетного расхода и на производственные нужды до предела, установленного аварийным графиком работы предприятий;

Длительность снижения подачи воды не должна превышать **3 суток**.

Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы, но не более чем на **10 мин**;

II - допускаемое снижение подачи воды

то же, что и при I категории;

длительность снижения подачи не должна превышать **10 суток**.

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 часов**;

III - допускаемое снижение подачи воды

то же, что и при I категории,

длительность снижения подачи не должна превышать **15 суток**.

Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время проведения ремонта, но не более чем на **24 часа**.

В общем случае система водоснабжения населенного места включает:

- сооружения для забора воды из источника (водозаборы, водоприемники);
- насосная станция первого подъема для подачи воды в очистные сооружения ;
- сооружения обработки воды (водоочистные сооружения);
- резервуары для хранения запасов воды;
- насосная станция второго подъема для подачи воды в водопроводную сеть;
- сооружения для регулирования и поддержания требуемых расходов и напоров в водопроводной сети (водонапорная башня, насосная установка, резервуары);
- водоводы, наружная и внутренняя водопроводные сети для транспортировки и распределения воды потребителям.

С поверхностного источника воды

В состав системы водоснабжения входят следующие основные сооружения:

водозаборные сооружения, при помощи которых осуществляется прием воды из источников;

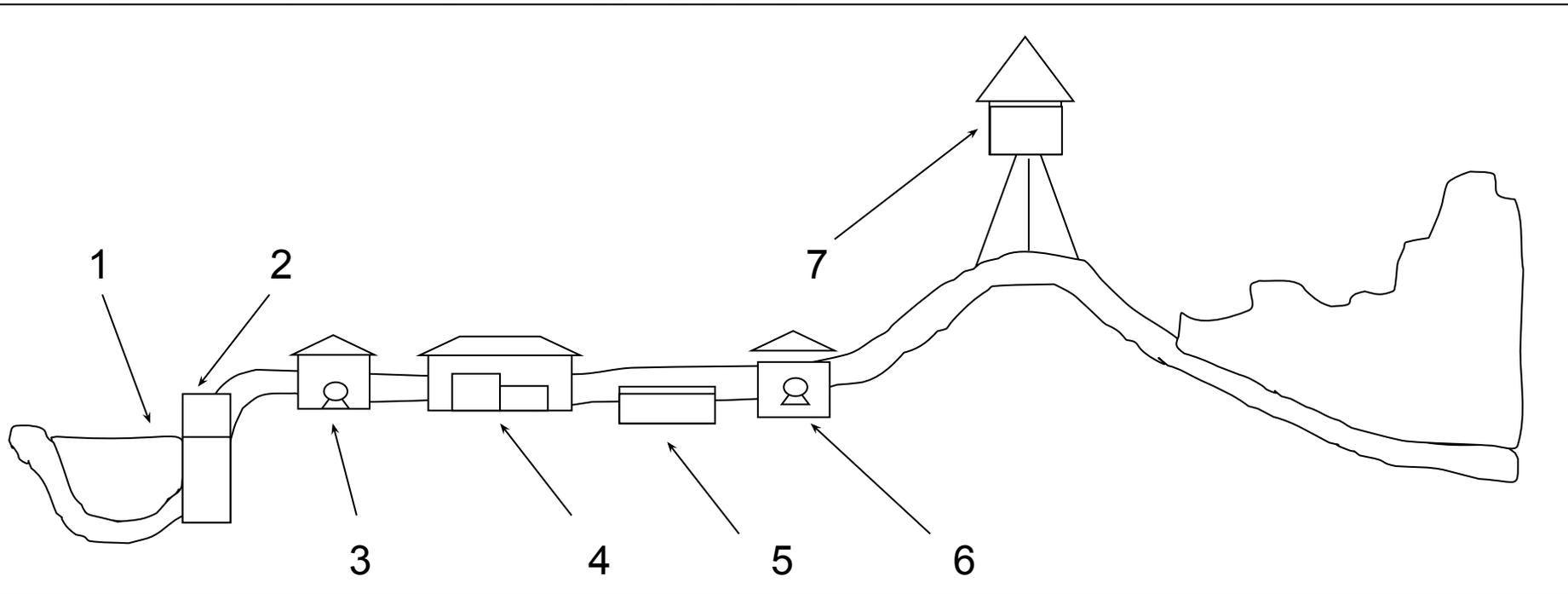
насосные станции, подающие воду по трубам на очистные сооружения и к месту водопотребления. Из источника водоснабжения вода, как правило, перекачивается на очистные сооружения насосной станцией I подъема, а после очистки подается водопотребителям насосной станцией II подъема;

очистные сооружения, предназначенные для очистки воды;

резервуары чистой воды, в которых осуществляется регулирование неравномерности режима работы насосных станций I и II подъемов, а также хранение аварийных и противопожарных объемов воды;

напорные водоводы и водопроводная сеть, служащие для транспортирования воды к местам ее потребления;

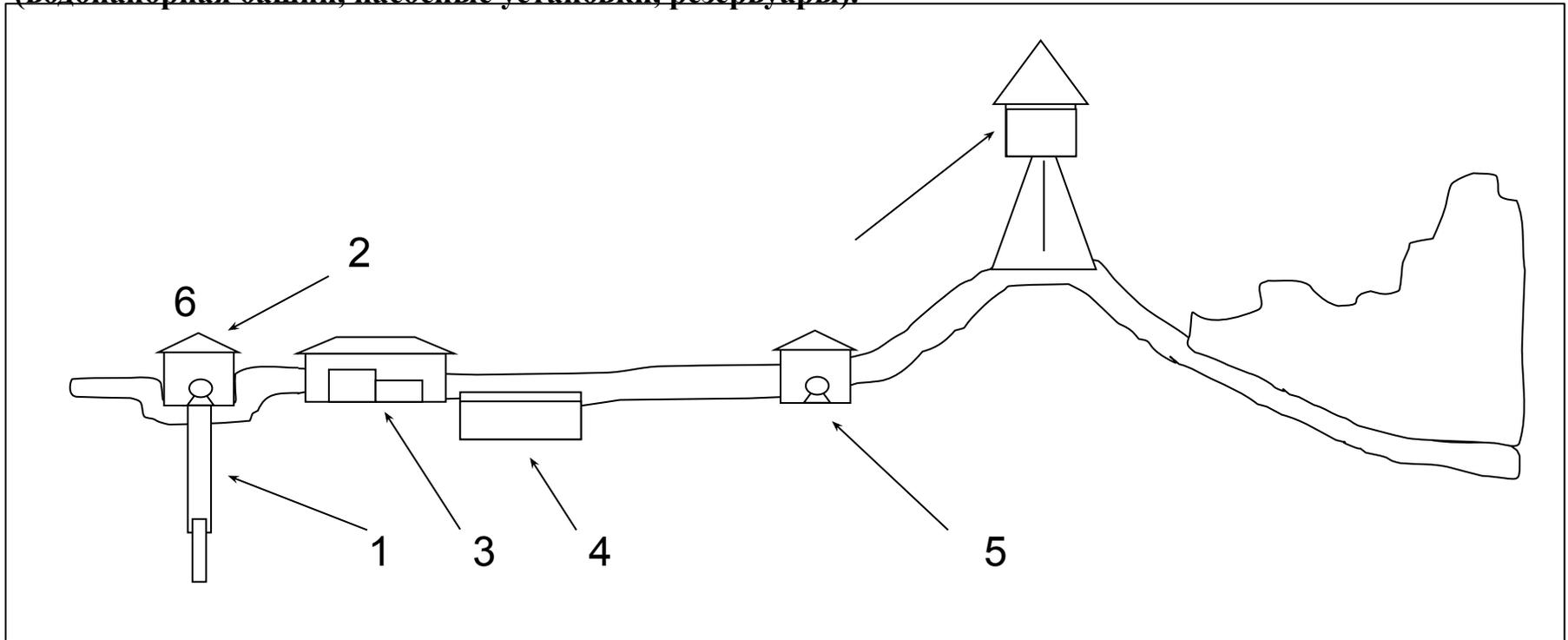
сооружения для регулирования и поддержания требуемых расходов и напоров в водопроводной сети (водонапорная башни, насосные установки, резервуары);



1 – источник воды; 2 – водоприемник; 3 – насосная станция первого подъема; 4 – очистные сооружения; 5 – резервуары чистой воды; 6 – насосная станция второго подъема; 7 – водонапорная башня

В состав системы водоснабжения входят следующие основные сооружения:

- артезианская скважина с насосом;
- водоочистная станция;
- резервуары чистой воды;
- насосы станции второго подъема;
- водонапорная башня;
- напорные водоводы и водопроводная сеть;
- сооружения для регулирования и поддержания требуемых расходов и напоров в водопроводной сети (водонапорная башни, насосные установки, резервуары).



1 – водозаборная скважина; 2 – насосная станция первого подъема; 3 – очистные сооружения (водоочистная станция - при необходимости); 4 – резервуары чистой воды; 5 – насосная станция второго подъема; 6 – водонапорная башня

СХЕМЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

свой совокупностью сооружений водопровод и последовательность расположения их на местности.

Классификация схем систем водоснабжения:

По количеству водопользователей схемы водоснабжения могут быть: **объединенными (централизованными)** (Рис. 3.3, Рис. 3.4); **схемы местного водоснабжения** (Рис. 3.5).

В системах местного водоснабжения обслуживается обычно один объект, например населенный пункт, железнодорожная станция.

В объединенных (централизованных) системах водоснабжения вода подается к нескольким потребителям. При этом вода может подаваться как по отдельным системам водоснабжения, так и по единой (объединенной) системе.

В населенных пунктах, а также в городах, как правило, устраивают единую систему водоснабжения для хозяйственно-питьевых и противопожарных целей.

Вода на технологические и противопожарные нужды предприятий в зависимости от требуемого качества и экономической целесообразности может быть получена как от объединенной системы водоснабжения, так и от отдельной.

Отдельный противопожарный водопровод устраивают очень редко и, как правило, для наиболее пожароопасных объектов - предприятий нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, складов нефти и нефтепродуктов, хранилищ сжиженных газов, лесоперерабатывающих предприятий и др.

По условиям водоснабжения: **стационарные схемы водоснабжения; схемы временного водоснабжения; схемы привозного водоснабжения.**

По типу водопроводов: **схема водоснабжения с продольными водопроводами (Рис. 3.3); схемы**

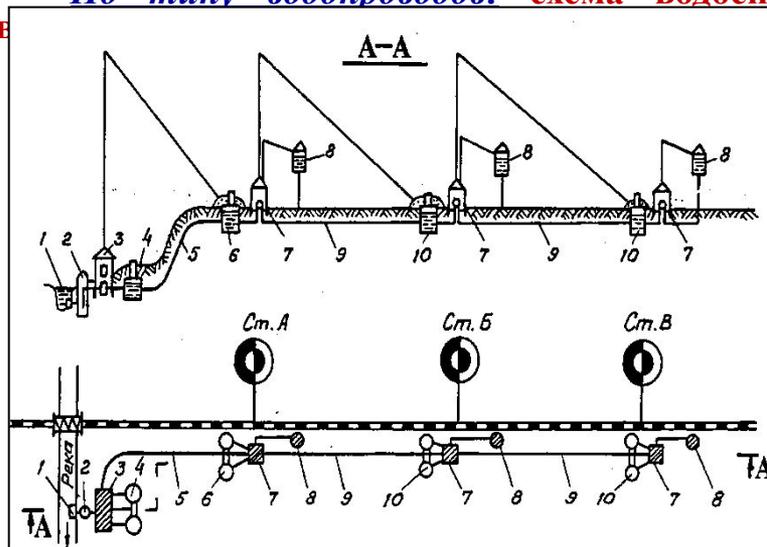


Рис. 3.3. Схема централизованного водоснабжения с продольными водопроводами

1 - водоприемник; 2 - береговой колодец, 3 - насосные станции I и II подъемов, совмещенные с очистными сооружениями, 4 - резервуары чистой воды; 5, 9 - напорные трубопроводы; 6, 10 - резервуары-накопители станций; 7 - линейные насосные станции; 8 - водонапорные башни

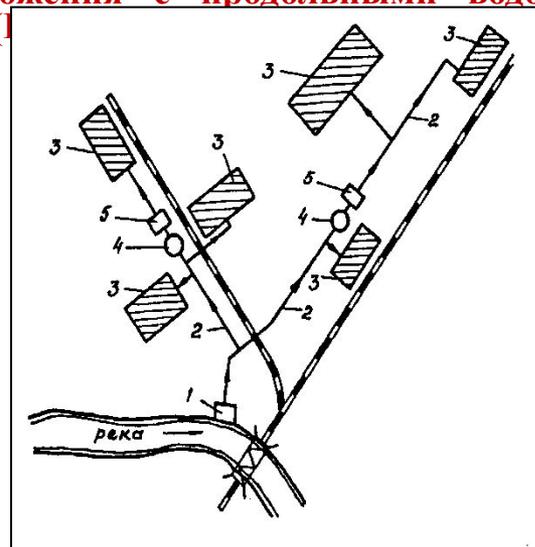


Рис. 3.4. Схема централизованного водоснабжения с групповыми водопроводами

1 - головные водопроводные сооружения; 2 - напорные трубопроводы; 3 - объекты водоснабжения; 4 - резервуары-накопители чистой воды; 5 - насосные станции

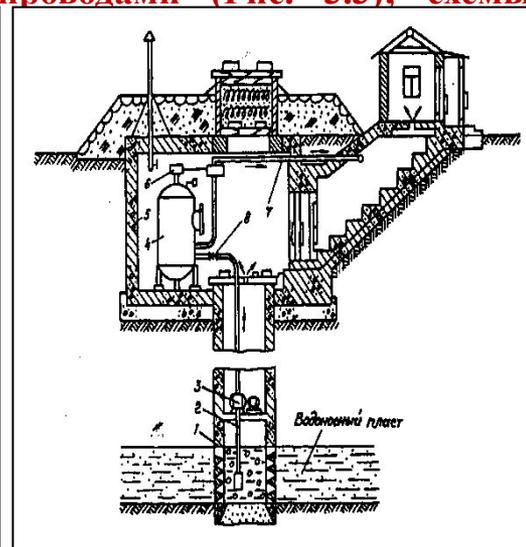


Рис. 3.5. Схема местного водоснабжения
1 - шахтный колодец; 2 - всасывающая труба насоса; 3 - насос; 4 - воздушно-водяной бак; 5 - подземная камера; 6 - реле давления; 7 - напорно-разводящий трубопровод; 8 - напорная труба

Классификация схем систем водоснабжения

Схемы производственного водоснабжения, кроме того, могут быть прямоточными, прямоточными с повторным использованием воды и оборотными. Существуют также комбинированные схемы водоснабжения.

Название систем водоснабжения в инженерной практике повторяет название соответствующей схемы.

В прямоточных системах вода после использования в технологическом цикле сбрасывается в водоем (Рис. 3.6).

В системах повторного использования воды свежая вода, пройдя технологический цикл на одном производстве, участвует в технологическом процессе следующего производства (рис. 3.7). При использовании такой системы необходимо, чтобы качество воды после использования на первом предприятии удовлетворяло требованиям технологического процесса второго производства.

Оборотные системы, как правило, применяют на промышленных предприятиях и представляют собой систему, в которой вода, участвующая в технологическом процессе, не сбрасывается в водоем, а после обработки возвращается в производственный цикл (рис. 3.8). Потери воды, имеющие место в производстве, восполняются из источника.

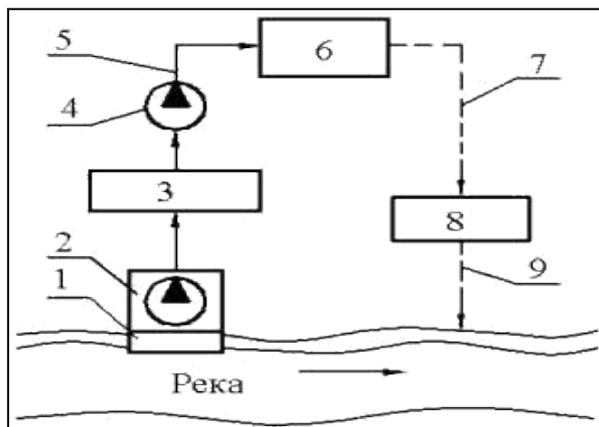


Рис. 3.6. Прямоточная схема СПВ
1 – речной водозабор; 2 – насосная станция 1-го подъема; 3 – станция водоочистки; 4 – насосная станция 2-го подъема; 5 – подающий трубопровод; 6 – промпредприятие; 7 – трубопровод отработанной воды; 8 – станция очистки сточных вод; 9 – сброс воды в реку; 10 – водоохлаждающее устройство; 11 – сборная камера; 12 – насосная станция оборотной воды

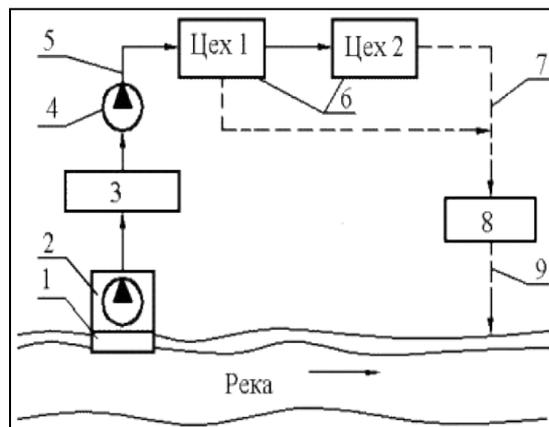


Рис. 3.7. Схема СПВ с повторным использованием воды
1 – речной водозабор; 2 – насосная станция 1-го подъема; 3 – станция водоочистки; 4 – насосная станция 2-го подъема; 5 – подающий трубопровод; 6 – промпредприятие; 7 – трубопровод отработанной воды; 8 – станция очистки сточных вод; 9 – сброс воды в реку; 10 – водоохлаждающее устройство; 11 – сборная камера; 12 – насосная станция оборотной воды

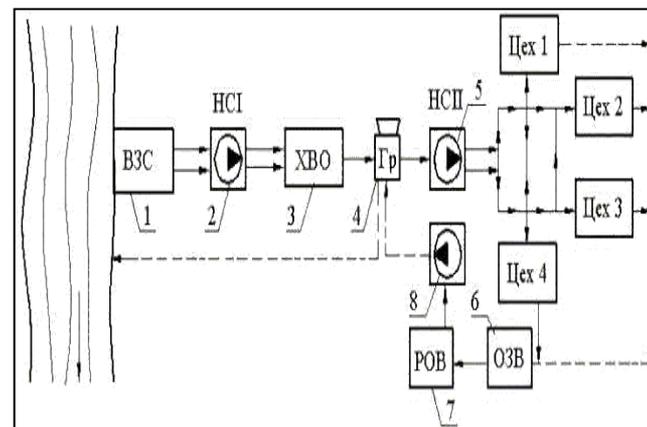


Рис. 3.8. Оборотная схема СПВ
1 – водозаборное сооружение; 2 – насосная станция 1-го подъема; 3 – станция очистки природной воды; 4 – охлаждающая установка; 5 – насосная станция 2-го подъема; 6 – станция очистки загрязненных вод; 7 – резервуар очищенной воды; 8 – насосная станция оборотной воды

ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ (водозаборы, водоприемники) - гидротехнические сооружения, осуществляющие забор воды из водотока или водоема, а также для захвата подземных вод и подачи их в водопровод, оросительные и другие системы.

По характеристикам источника водозаборы разделяют на подземные и поверхностные.

Подземные источники водоснабжения, как правило, отличаются более стабильными характеристиками качества воды и относительной защищенностью от загрязнения с поверхности.

Поверхностные источники водоснабжения отличаются высокой производительностью, но требуют постоянного надзора за соблюдением санитарно-технического состояния территории поверхностного источника: озера, реки.

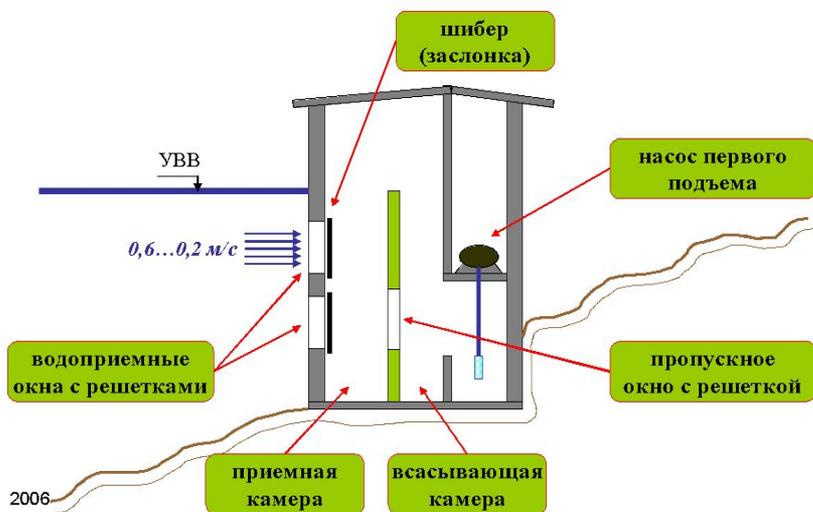
Водозабор является первым звеном сложной системы водоснабжения, обеспечивающим питание всех водопотребителей. Занимая головное положение в системе, водозабор имеет определяющую роль в ее функционировании. Современный водозабор для водоснабжения крупного города представляет собой сложный комплекс инженерных сооружений, оснащенных энергетическим и механическим оборудованием, системой автоматического и телемеханического управления. Такой водозабор должен работать бесперебойно при любых условиях забора воды, существенно изменяющихся по сезонам года.

Основными типами водозаборов из поверхностных источников являются:

- береговой водоприемник с береговой насосной станцией (рис. а);
- русловый водоприемник, вынесенный в водоисточник (креб) с самотечными или сифонными водоводами и береговой насосной станцией (рис. б);
- инфильтрационные (устанавливаются в случаях, когда дно и берега поверхностного источника воды сложены из водопроницаемых пород, а вода в нем характеризуется низкими качественными показателями);
- фильтрующие;
- с водоприемным ковшом (ковшовые);
- комбинированные и др.

а) БЕРЕГОВОЙ ВОДОЗАБОР

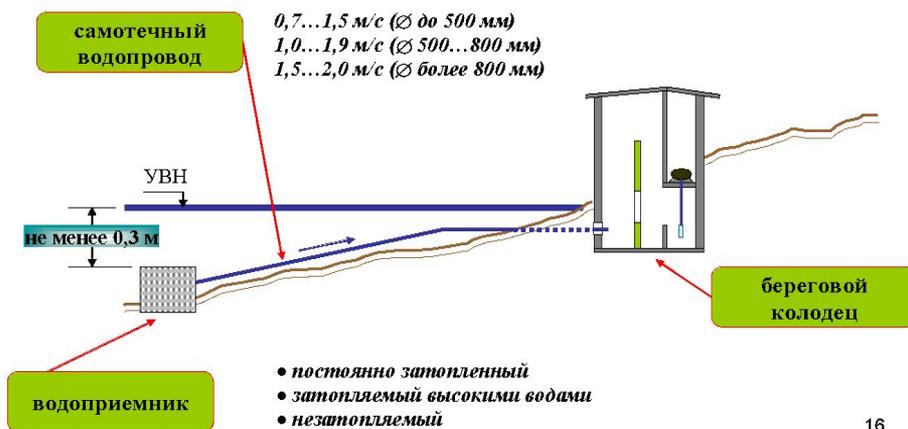
Водозаборы берегового типа устраиваются при относительно крутых устойчивых берегах и наличии у берега достаточных глубин, гарантирующих надежные условия забора требуемого количества воды



15

б) РУСЛОВЫЙ ВОДОЗАБОР

Водозаборы руслового типа устраиваются при пологом берегу и дне реки, когда требуемые для забора воды глубины находятся на большом расстоянии от берега



16

Рис. 1.1. Основные типы водозаборов из поверхностных источников

Основными типами водозаборов из подземных источников являются:

- водозаборные скважины;
- шахтные колодцы;
- горизонтальные водозаборы (горизонтальные линейные открытые или закрытые дрены, галереи, штольни);
- лучевые водозаборы (горизонтальные скважины-лучи);
- каптаж источников (родников);
- комбинированные водозаборы.

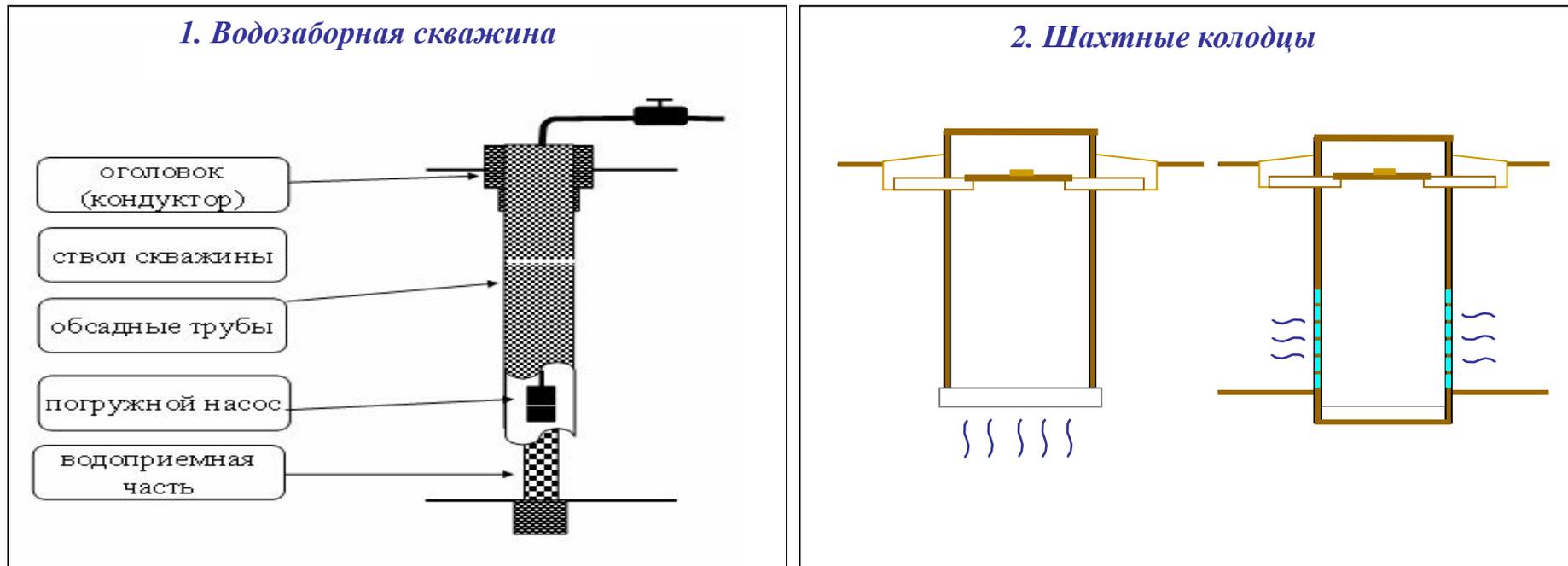


Рис. 1.1. Типы водозаборных сооружений

НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

Водопроводные насосные станции представляют собой сооружения с комплексом насосных агрегатов, аппаратуры для управления насосными агрегатами и приборов контроля за их работой, трубопроводов с запорно-регулирующей арматурой.

Насосные станции классифицируют:

ПО МЕСТУ В СХЕМЕ ВОДОПРОВОДА:

первого подъема

устанавливаются для подачи воды из водозаборов на очистные сооружения, а если вода не требует обработки – в резервуары чистой воды или непосредственно в водопроводную сеть.

второго подъема

подают воду из резервуаров чистой воды потребителям. Их производительность и режим работы зависят от суточного расхода воды потребителями и графика водопотребления.

ПО НАЗНАЧЕНИЮ:

Хозяйственно-питьевого водоснабжения

Технического (производственного, технологического) водоснабжения

Противопожарного водоснабжения

ПО УСЛОВИЯМ ПОДЪМА ВОДЫ И РАСПОЛОЖЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ:

Наземные

Заглубленные

Глубокие (шахтного типа)

ВОДОПРОВОДНЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Задачи и способы очистки воды

Основными требованиями, предъявляемыми к питьевой воде, являются безопасность в эпидемическом отношении, безвредность по токсикологическим показателям, хорошие органолептические показатели и пригодность для хозяйственных нужд.

ОЧИСТКА ВОДЫ ВКЛЮЧАЕТ:

Процесс	Назначение	Чем достигается
Осветление, обесцвечивание	Удаление веществ, вызывающих мутность (цветность) воды	- отстаивание с коагулированием; - фильтрование
Дезодорация	Удаление веществ, придающих воде запах и вкус	- дегазация; - в частности, аэрирование
Обезвреживание (дегазация, детоксикация)	Удаление отравляющих веществ	- обработка реагентами; - отстаивание; - фильтрование
Обеззараживание (дезинфекция)	Уничтожение бактерий и болезнетворных микроорганизмов	- кипячение; - окисление (хлорирование); - озонирование; - обработка УФ лучами
Дезактивация	Удаление радиоактивных веществ	- отстаивание с коагулированием; - фильтрование
Обессоливание (опреснение)	Удаление растворенных солей	- дистилляция; - обратный осмос; - вымораживание

В технологических схемах водоочистных средств применяется сочетание методов: обработка хлорсодержащим реагентом, отстаивание с коагулированием, фильтрование и др.

Улучшение качества воды

Добавление к воде тех или иных солей с целью повышения концентрации в ней элементов, содержащихся в недостаточном количестве, или улучшения органолептических свойств.

- фторирование;
- дефторирование

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВОДЫ (ВОДООЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ)

Комплекс устройств (установок), на которых осуществляются процессы улучшения качественных показателей природной воды представляет собой технологическую схему обработки воды.

Классификация технологических схем обработки воды

Применяемые в практике водоподготовки технологические схемы классифицируют по следующим основным признакам:

1. По способу очистки различают: реагентные и безреагентные технологические схемы.

Процессы обработки воды с применением реагентов протекают быстрее и значительно эффективнее. Так, для осаждения основной массы взвешенных веществ в первом случае необходимо 2- 4 ч, а во втором - несколько суток. С использованием реагентов фильтрование осуществляется со скоростью 5-12 м/ч, а без реагентов - со скоростью - 0,1 - 0,3 м/ч.

Водоочистные сооружения для обработки воды с применением реагентов значительно меньше по объему, компактнее и дешевле, но сложнее в эксплуатации, чем сооружения безреагентной схемы.

В связи с этим безреагентные технологические схемы с гидроциклонами и медленными фильтрами применяют для водоснабжения небольших водопотребителей при цветности исходной воды до 50°.

2. По эффекту осветления различают: технологические схемы для полного или глубокого осветления воды и для неполного или грубого осветления.

В первом варианте очищенная вода соответствует требованиям питьевой воды (СанПиН 2.1.4.1074-01), во втором - содержание взвеси в очищенной воде во много раз больше (до 50-100 мг/л).

Технологические схемы для глубокого осветления воды применяют как для хозяйственно-питьевых, так и для многих промышленных водопроводов, где к качеству технической воды предъявляют высокие требования.

Схемы для неполного осветления воды обычно применяют при подготовке технической воды.

3. По числу технологических процессов технологические схемы подразделяют: на одно-, двух- и многопроцессные.

При двухпроцессной технологической схеме два основных технологических процесса - обработка воды в слое взвешенного осадка и фильтрование - осуществляются последовательно и однократно (в одну ступень).

По числу ступеней каждого из технологических процессов технологические схемы подразделяют: на одно-, двух- и многоступенчатые.

Технологическая схема называется двух-, трех- или многоступенчатой в случае, когда один из основных технологических процессов осуществляется два или более число раз.

4. По характеру движения обрабатываемой воды технологические схемы делят на самотечные (безнапорные) и напорные.

Самотечные схемы обычно применяют на городских и крупных промышленных водоочистных комплексах. При этом уровень воды в каждом последующем сооружении ниже уровня в предыдущем. Разность уровней определяет напор, требуемый для преодоления гидравлических сопротивлений внутри сооружения и

Технологические схемы обработки воды

Общая схема очистки питьевой воды
- Первичная очистка (грубая фильтрация, удаление мелких твердых частиц, обезжиривание).

Предназначена для удаления крупных частиц вещества, которые могут мешать другим процессам очистки. Может быть оправдана только в случае большой загрязненности поверхностных вод.

- Физическое (аэрация) или химическое предокисление (O_3 , Cl , Cl_2O_2).

Применяется для удаления растворенных газов (CO_2 , H_2S) для окисления некоторых компонентов (органических веществ, Fe^{2+} или Mn^{2+}).

- Коагуляция, флокуляция.

Образование хлопьев из коллоидных частиц. Важнейшая ступень для успешного разделения твердой и жидкой фаз.

- Флотация.

Разделение твердой и жидкой фаз впрыскиванием воздуха и реактивов, чтобы образовавшиеся хлопья могли всплыть.

- Отстаивание (осаждение).

Разделение твердой и жидкой фаз путем седиментации. Часто эффективность осаждения увеличивается внутренней или внешней рециркуляцией осадка для преобразования диффузной флокуляции в контактную.

- Фильтрация.

Разделение твердой и жидкой фаз путем фильтрования через слой песка. Фильтрация происходит под действием силы тяжести или под давлением. Она в основном задерживает частицы в толще фильтрующей среды. При прямой фильтрации слой песка служит одновременно флокулятором и фильтром.

- Дополнительная обработка (O_3 , адсорбция активированным углем).

Удаляет избыточные органические вещества.

- Дезинфекция (O_3 , УФ, Cl , Cl_2O_2).

Обеспечивает стабильность качества очистки (остаточный эффект) и удаляет патогенные микроорганизмы (бактерицидный эффект).

- Специальная обработка.

Удаление железа: окисление Fe^{2+} аэрацией (уменьшение CO_2)

Удаление марганца: окисление Mn^{2+} аэрацией

Декарбонизация снижает жесткость воды, вызванную избытком кальция

Нейтрализация агрессивной воды (богатой CO_2 , бедной карбонатами)

Принципиальная двухпроцессная схема водоподготовки с горизонтальными отстойниками и фильтрами

На рис. 3.2.1 показано взаимное расположение отдельных сооружений станции осветления и обеззараживания воды, подаваемой для хозяйственно-питьевых целей, осуществленной по *двухпроцессной* схеме - с *горизонтальными отстойниками и фильтрами*.

При этом на приведенной схеме горизонтальные отстойники выполнены со встроенными в них камерами хлопьеобразования.

Вместо горизонтальных отстойников могут быть использованы вертикальные отстойники.

В данном случае процесс очистки воды включает следующие операции: коагулирование воды, осветление ее в горизонтальных отстойниках, фильтрование и обеззараживание при помощи хлорирования.

Вода, подаваемая насосной станцией первого подъема 1, поступает через сетчатые фильтры 2 в смеситель 4, куда вводится раствор реагентов (заготавливаемых в помещении реагентного хозяйства 3, необходимых для коагулирования), и где происходит их смешение с водой. Из смесителя вода поступает в камеру хлопьеобразования 5, где происходит формирование хлопьев коагулянта, и затем проходит последовательно через горизонтальные отстойники 6 и фильтры 7. Пройдя фильтры, осветленная вода поступает в резервуар чистой воды 9. В трубу, подающую в него воду, вводится хлор из хлораторной 8, необходимый для обеззараживания воды, контакт ее с хлором обеспечивается в резервуаре 9.

Представленная схема может рассматриваться как общая принципиальная схема очистных сооружений для речной воды, подаваемой в хозяйственно-питьевые водопроводы.

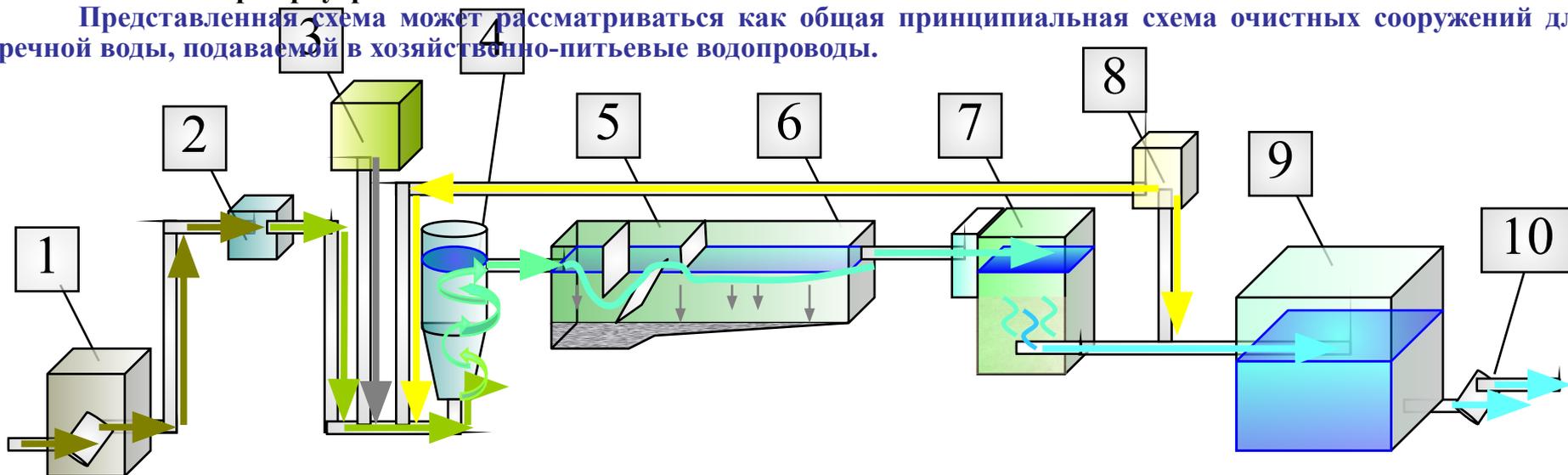


Рис. 3.2.1. Технологическая схема водоочистки двухступенчатая с горизонтальным отстойником и фильтром:
 1 - насосная станция I подъема; 2 - микросетки; 3 - реагентное хозяйство; 4 - смеситель; 5 - камера хлопьеобразования; 6 - горизонтальный отстойник; 7 - фильтр; 8 - хлораторная; 9 - резервуар чистой воды; 10 - насосы II подъема

Технологические схемы обработки воды

Принципиальная двухпроцессная схема водоподготовки с осветлителями и фильтрами

На рис. 3.2.2. показано взаимное расположение отдельных сооружений станции осветления и обеззараживания воды, подаваемой для хозяйственно-питьевых целей, осуществленной по **двухпроцессной схеме - с осветлителем (со взвешенным осадком) и фильтром**. В этом случае отпадает необходимость использования камеры хлопьеобразования.

В данном случае процесс очистки воды включает следующие операции: коагулирование воды, осветление ее в горизонтальных отстойниках, фильтрование и обеззараживание при помощи хлорирования.

Вода, подаваемая насосной станцией первого подъема 1, поступает через сетчатые фильтры 2 в смеситель 4, куда вводится раствор реагентов необходимых для коагулирования (заготавливаемых в помещении реагентного хозяйства 3), и где происходит их смешение с водой. Из смесителя 4 вода поступает в осветлитель (со взвешенным осадком) 5, где происходит частичная очистка от хлопьев коагулянта, и затем проходит через фильтры 6. Пройдя фильтры, осветленная вода поступает в резервуар чистой воды 8. В трубу, подающую в него воду, вводится хлор из хлораторной 7, необходимый для обеззараживания воды, контакт ее с хлором обеспечивается в резервуаре 8.

Представленная схема может также рассматриваться как общая принципиальная схема очистных сооружений для речной воды, подаваемой в хозяйственно-питьевые водопроводы.

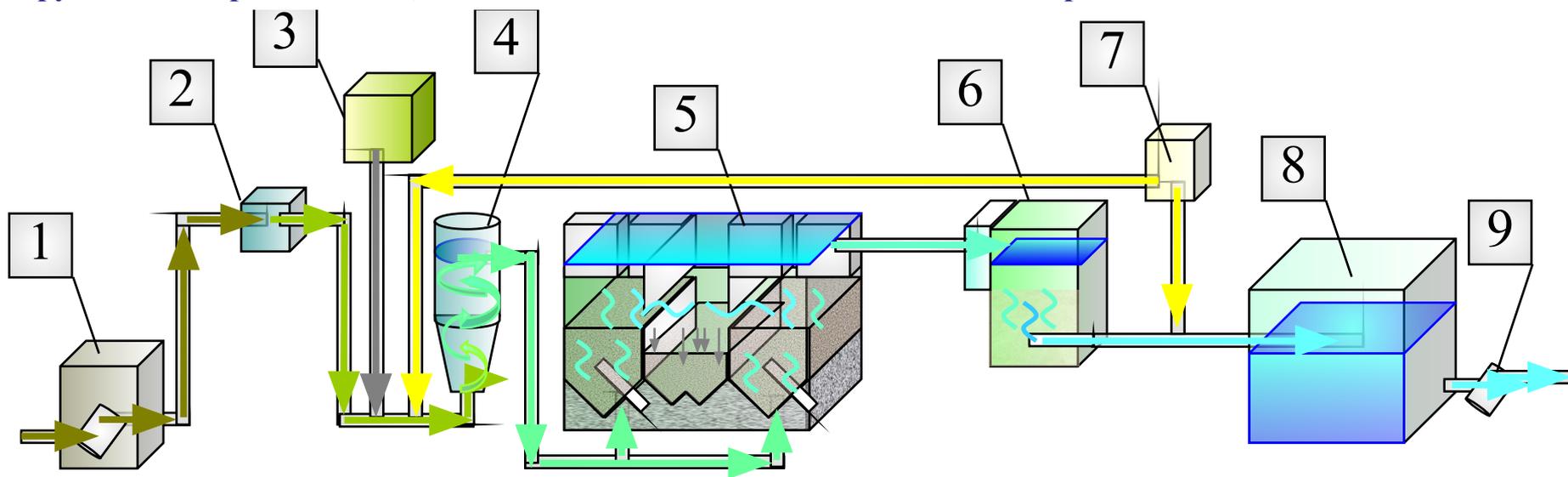


Рис. 3.2.2. Технологическая схема водоочистки двухступенчатая с осветлителем (со взвешенным осадком) и фильтром:

1 — насосная станция I подъема; 2 — микросетки; 3 — реагентное хозяйство; 4 — смеситель; 5 — осветлитель со взвешенным осадком; 6 — фильтр; 7 — хлораторная; 8 — резервуар чистой воды; 9 — насосы II подъема;

Технологические схемы обработки воды

Принципиальная однопроцессная схема водоподготовки с контактными осветлителями

При одноступенчатой схеме очистки воды ее осветление осуществляется в контактных осветлителях или на фильтрах (без использования отстойников).

На рис. 3.2.3. в качестве примера показано взаимное расположение отдельных сооружений станции осветления и обеззараживания воды, подаваемой для хозяйственно-питьевых целей, осуществленной по **однопроцессной схеме - с контактным осветлителем.**

В данном случае процесс очистки воды включает следующие операции: коагулирование воды, осветление ее в контактных осветлителях и обеззараживание при помощи хлорирования.

Вода, подаваемая насосной станцией первого подъема 1, поступает через барабанные сетки 2 в смеситель 4, куда вводится раствор реагентов необходимых для коагулирования (заготавливаемых в помещении реагентного хозяйства 3), и где происходит их смешение с водой. Из смесителя 4 вода поступает в контактный осветлитель 5, где происходит очистка воды от коагулянта. Пройдя через контактный осветлитель, вода поступает в резервуар чистой воды 7. В трубу, подающую в него воду, вводится хлор из хлораторной 6, необходимый для обеззараживания воды, контакт ее с хлором обеспечивается в резервуаре 7.

В отдельных случаях приведенная основная схема очистных сооружений хозяйственно-питьевых водопроводов может быть дополнена устройствами для устранения запахов и привкусов воды, для ее умягчения и др.

Представленная схема может также рассматриваться как общая принципиальная схема очистных сооружений для речной воды, подаваемой в хозяйственно-питьевые водопроводы.

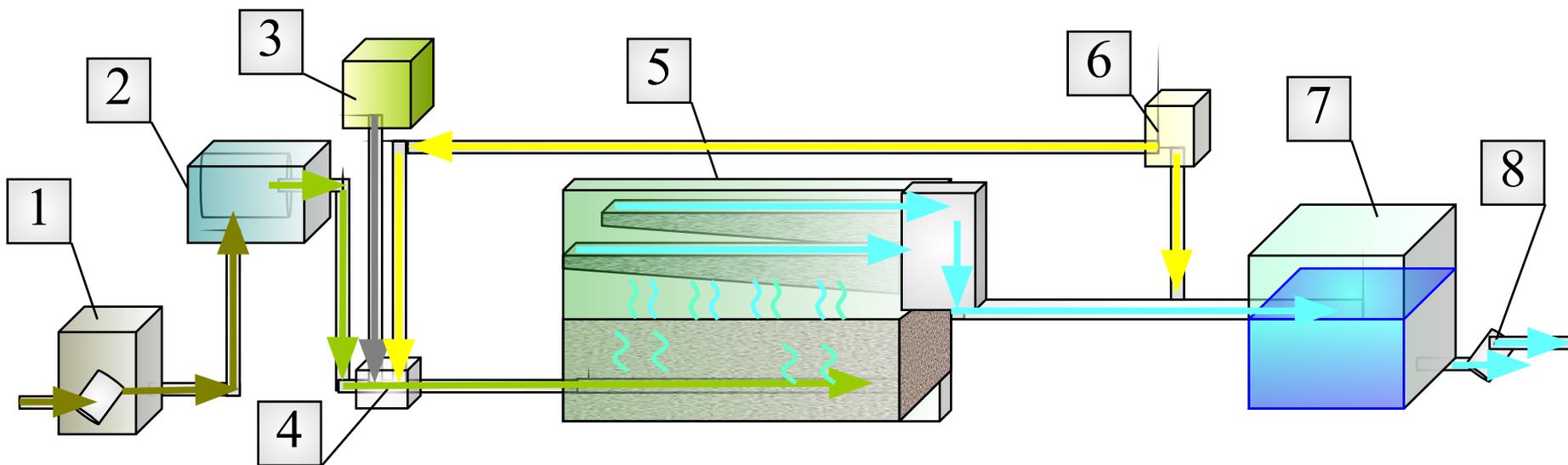


Рис. 3.2.3. Технологическая схема водоочистки одноступенчатая с контактными осветлителями:

1 — насосная станция I подъема; 2 — барабанные сетки; 3 — реагентное хозяйство; 4 — сужающее устройство (смеситель); 5 — контактный осветлитель КО-1; 6 — хлораторная; 7 — резервуар чистой воды; 8 — насосы II подъема

Технологические схемы обработки воды

Принципиальная многопроцессная схема очистных сооружений подземных вод окислительно-сорбционным методом

При использовании подземных вод, содержащих аммиак, уголекислоты, железо и сероводород, схемы их обработки включают сооружения для удаления из подземных вод этих соединений.

На рис. 3.2.4. в качестве примера показана принципиальная технологическая схема удаления из подземных вод аммиака, уголекислоты, железа и сероводорода.

В данном случае процесс очистки воды включает следующие операции: дегазацию воды в дегазационно-аэрационной колонне (2), очистку воды на скорых зернистых напорных фильтрах (7) и обеззараживание воды хлором или озоном (8).

Вода, подаваемая на обработку 1, поступает в дегазационно-аэрационную колонну 2, куда с озонаторной станции 3 подается воздух. Из дегазационно-аэрационной колонны 2 вода поступает в бак-накопитель для дегазированной воды 4, откуда перекачивающим насосом 5 подается на скорый зернистый напорный фильтр, где происходит очистка воды от осадка и в контактную камеру для обеззараживания воды озоном. Пройдя через контактную камеру, очищенная вода подается в резервуары-накопители чистой воды и к потребителю.

Представленная схема может также рассматриваться как общая принципиальная схема очистных сооружений для подземной воды, подаваемой в хозяйственно-питьевые водопроводы.

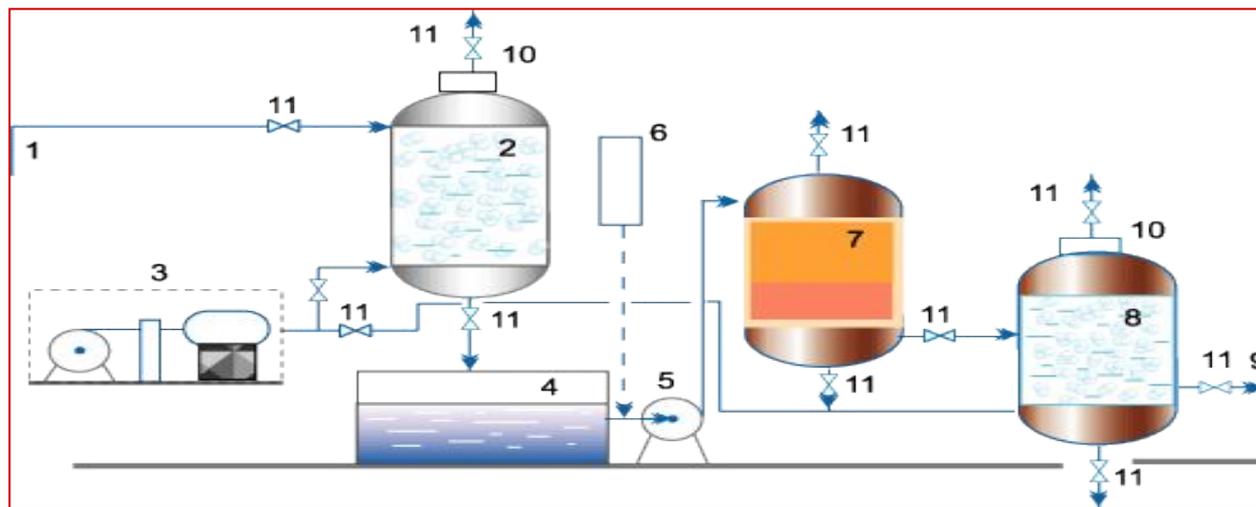


Рис. 3.2.4. Принципиальная технологическая схема удаления из подземных вод аммиака, уголекислоты, железа и сероводорода окислительно-сорбционным методом:

1 - подача подземной воды на обработку; 2 - дегазационно-аэрационная колонна; 3 - озонаторная станция; 4 - бак-накопитель для дегазированной воды; 5 - перекачивающий насос; 6 - реакгентный блок (приготовление рабочего раствора полиоксихлорида алюминия и его дозирование); 7 - скорый зернистый напорный фильтр; 8 - контактная камера для обеззараживания воды озоном; 9 - подача очищенной воды в резервуары-накопители чистой воды и к потребителю; 10 - деструктор остаточного озона; 11 - запорно-регулирующая арматура

Технологические схемы обработки воды

Принципиальная многопроцессная схема очистных сооружений подземных вод с помощью ультрафильтрации

На рис. 3.2.5. в качестве примера показана принципиальная технологическая схема удаления из подземных вод железа методом обезжелезивания воды с помощью ультрафильтрации.

В данном случае процесс очистки воды включает следующие операции: дегазацию воды в дегазационно-аэрационной колонне 3, очистку воды на ультрафильтрационных модулях 8 и обеззараживание воды хлором или озоном.

Метод обезжелезивания воды с помощью ультрафильтрации рекомендуется применять при содержании в исходной воде железа не более 40 мг/л.

При содержании железа до 5 мг/л применяется схема с упрощенной аэрацией и фильтрованием.

При содержании железа до 20-40 мг/л используется аэрация эжектированием или барботированием и дополнительная упрощенная аэрация.

При содержании в исходной воде трудноокисляемого железа степень аэрации увеличивается. В зависимости от продолжительности процесса окисления двухвалентного железа и расчетной производительности установки обезжелезивания назначается объем аэрационных сооружений.

При наличии в исходной воде грубодисперсных примесей и песка в начале технологического тракта предусматривается сетчатый самопромывающийся фильтр с размером ячеек 100- 200 мкм.

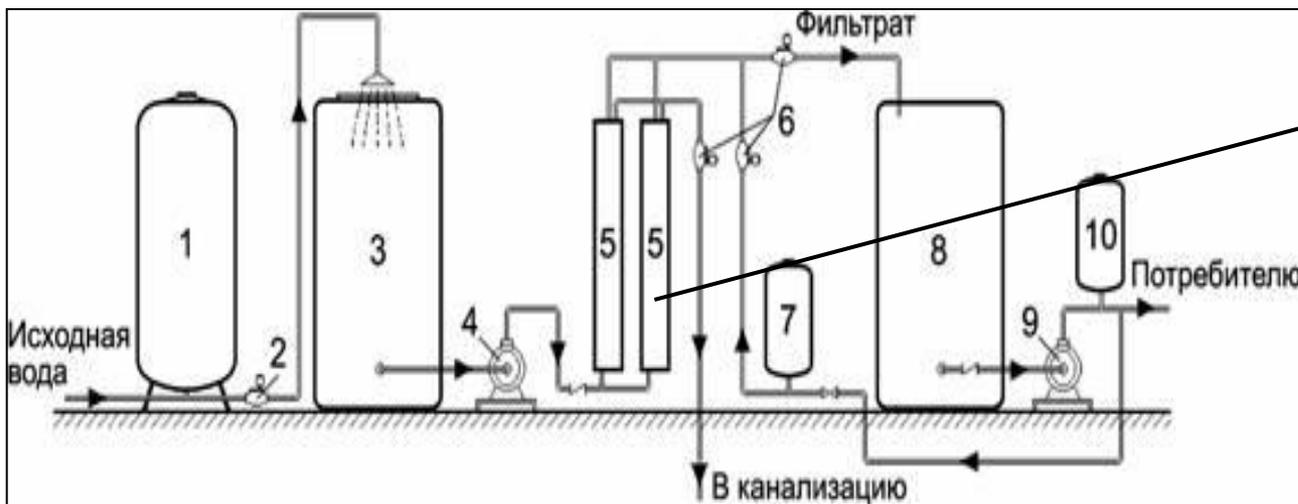


Рис. 3.2.5. Технологическая схема обезжелезивания подземных вод с использованием ультрафильтрации (при содержании железа в исходной воде не более 5 мг/л)

1 - регулирующая напорная емкость с реле давления; 2 - магнитный клапан на входе в установку; 3 - бак-аэратор; 4 - рабочий насос; 5 - блок рулонных ультрафильтрационных модулей; 6 - магнитные клапаны обратной промывки; 7 - напорный бак обратной промывки; 8 - бак-накопитель очищенной воды; 9 - сетевой насос; 10 - напорный сетевой бак с реле давления

Принципиальная многопроцессная схема очистных сооружений подземных вод с ионообменными фильтрами

При использовании подземных вод большой жесткости, схемы их обработки включают сооружения для умягчения воды. В некоторых случаях необходимо проводить обработку воды для снижения концентрации фтора, удаления из подземных вод бора и брома.

На рис. 3.2.6. в качестве примера показана принципиальная технологическая схема удаления из подземных вод йода и брома, основанная на окислительно-сорбционном методе, который предусматривает обработку воды окислителем (гипохлоритом натрия) с последующей сорбцией окисленных соединений йода и брома гидроксидом алюминия.

В данном случае процесс очистки воды включает следующие операции: дегазацию воды в дегазационно-аэрационной колонне 3, очистку воды на ОН-анионитовых фильтрах 7 и окислительно-сорбционных напорных фильтрах 10 и обеззараживание воды хлором, озоном или УФ-лучами.

Вода, подаваемая на обработку 1, поступает в дегазационно-аэрационную колонну 3, куда с озонаторной станции 14 подается воздух. Из дегазационно-аэрационной колонны 3 вода поступает в бак-накопитель для дегазированной воды 4, откуда перекачивающим насосом 5 подается на ОН-анионитовые 8 и окислительно-сорбционные 10 фильтры, где происходит очистка воды от соединений бора и брома, и в контактную камеру 12 для обеззараживания воды. Пройдя через контактную камеру, очищенная вода подается в резервуары-накопители чистой воды и к потребителю.

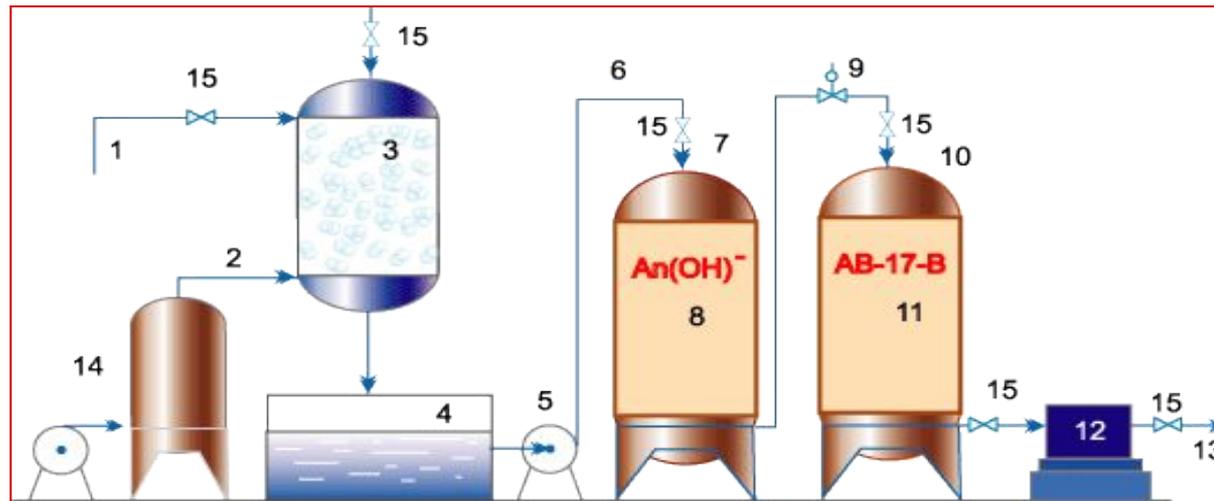


Рис. 3.2.6. Принципиальная технологическая схема удаления из подземных вод бора и брома

1 - подача подземной боро-бромсодержащей воды на обработку; 2 — подача сжатого воздуха; 3 - дегазационно-аэрационная колонна; 4 - бак для дегазированной воды; 5 - насос; 6 - подача обрабатываемой воды на ОН-анионитовый фильтр; 7 - ионообменный ОН-анионитовый фильтр; 8 - высокоселективная ионообменная смола «S-108» в ОН-форме; 9 - подача в обрабатываемую воду окислителя - активного хлора (Cl или NaClO); 10 - окислительно-сорбционный фильтр; 11 - сильноосновной анионит АВ-17-8 в СГ форме; 12 - обеззараживание воды (УФ-лучами, хлором, озоном); 13 - подача воды в накопительную емкость и к потребителю; 14 - воздуходувная станция; 15 - запорно-регулирующая арматура

Оборудование, применяемое для осветления воды отстаиванием

Смесители и камеры хлопьеобразования

Для смешения коагулянтов с водой и хлопьеобразования используют смесители и камеры хлопьеобразования гидравлического и механического типа.

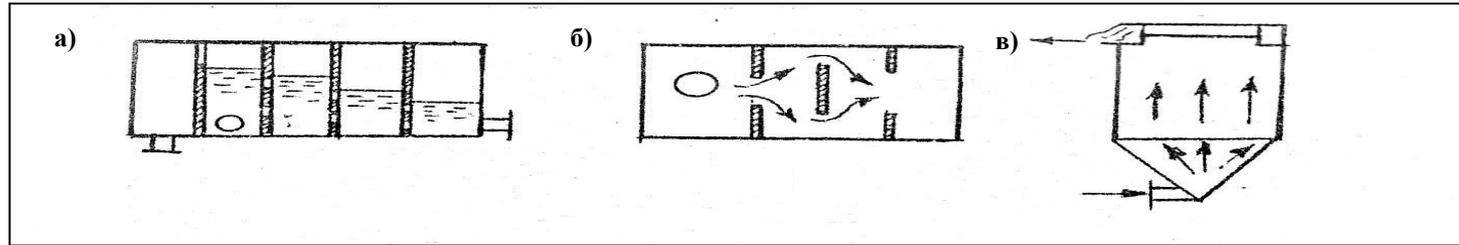


Рис. 6.1. Смесители гидравлического типа:
а – дырчатый; б – перегородчатый; в – вертикальный

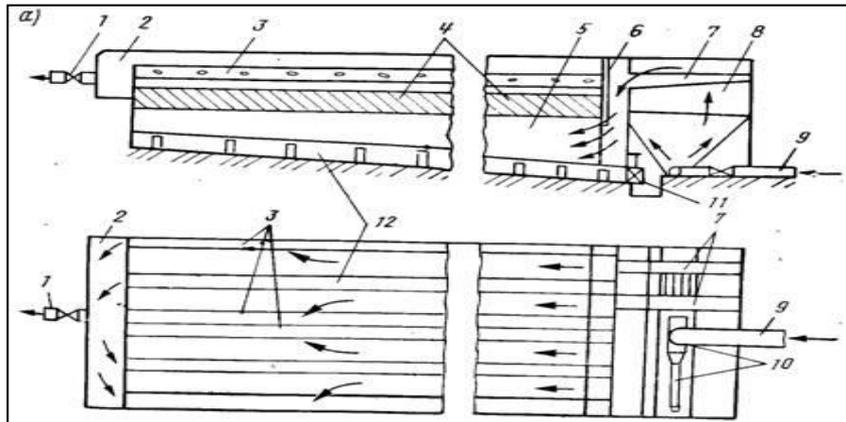


Рис. 6.2. Камеры хлопьеобразования вихревого (а) типа, встроенная в горизонтальный отстойник.
1 — отвод осветленной и подача исходной воды; 2 — водосборный карман; 3 — лотки децентрализованного сбора осветленной воды; 4 — тонкослойные модули; 5 — зона осветления воды; 6 — струенаправляющая перегородка; 7 — лотки для сбора и отведения воды из камеры; 8 — камера хлопьеобразования; 9 — подача исходной воды; 10 — перфорированные водораспределительные трубы; 11 — удаление осадка из

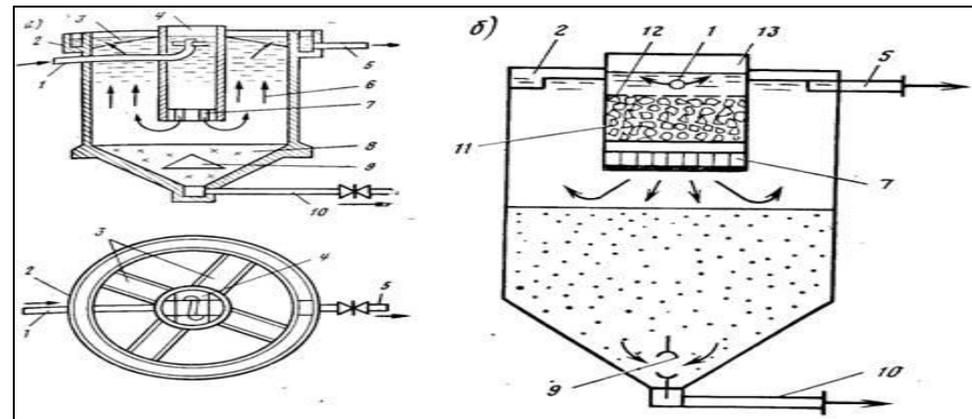


Рис. 6.3. Водоворотная (а) и контактная (б) камеры хлопьеобразования, встроенные в вертикальный отстойник.
1,5 — подача исходной и отвод осветленной воды; 2 и 3 — кольцевой и радиальные водосборные лотки; 4 — водоворотная камера; 6 — зона осветления воды; 7 — гаситель; 8 — зона накопления и уплотнения осадка; 9 — конусный отражатель; 10 — удаление осадка; 11 — контактная загрузка из вспененного полистирола; 12 — сетка; 13 — контактная камера хлопьеобразование конвективный коагуляция

Оборудование, применяемое для осветления воды отстаиванием

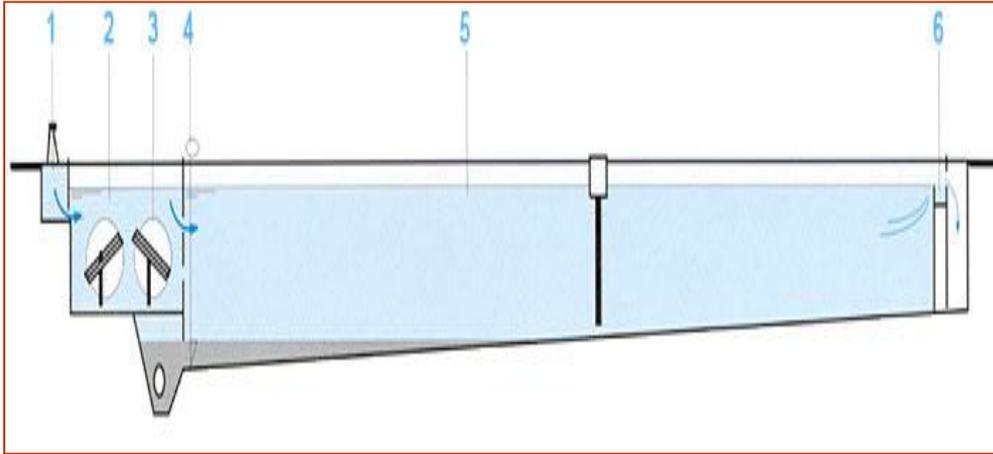
Флокуляторы

Флокуляторы предназначены для перемешивания с растворами реагентов и начального хлопьеобразования.

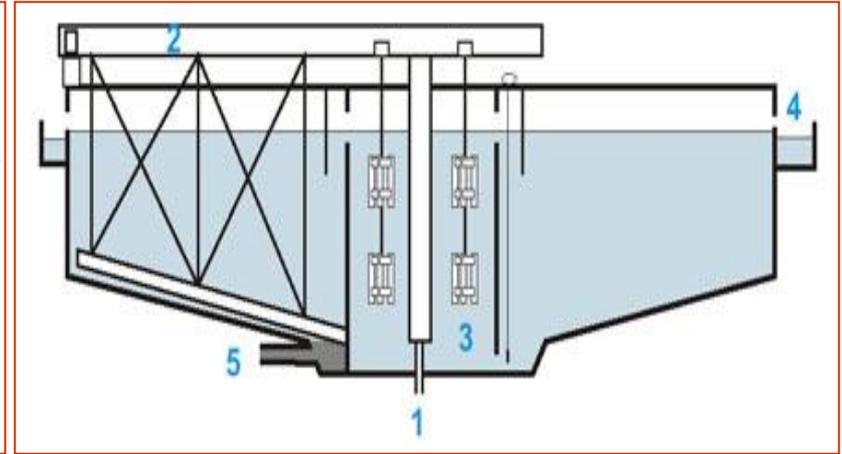
Во флокуляторах происходит механическое отделение взвешенных примесей (хлопьев) из обрабатываемой воды.

Флокуляторы имеют лопастные или пропеллерные мешалки, служащие для интенсивного перемешивания воды.

Флокуляторы размещаются в начале отстойника.



- а - механический флокулятор - горизонтальный отстойник:
1 - быстрая мешалка; 2 - камера флокуляции;
3 - вращающаяся лопасть;
4 - задвижка выпуска осадка;
5 - камера осаждения;
6 - очищенная вода



- б - механический флокулятор - вертикальный отстойник:
1 - выпуск неочищенной воды;
2 - ферма со скребком;
3 - зона флокуляции с пропеллерными мешалками;
4 - очищенная вода;
5 - удаление осадка

Горизонтальный отстойник

представляет собой прямоугольный в плане железобетонный резервуар. Как правило, сооружают не менее двух параллельно работающих горизонтальных отстойников.

Обрабатываемая вода поступает в отстойник из камеры хлопьеобразования.

Вода, подлежащая осветлению, подходит с одного торца бассейна, проходит вдоль зоны осаждения (а). Пройдя через отстойник, вода собирается лотком или перфорированной (дырчатой) трубой.

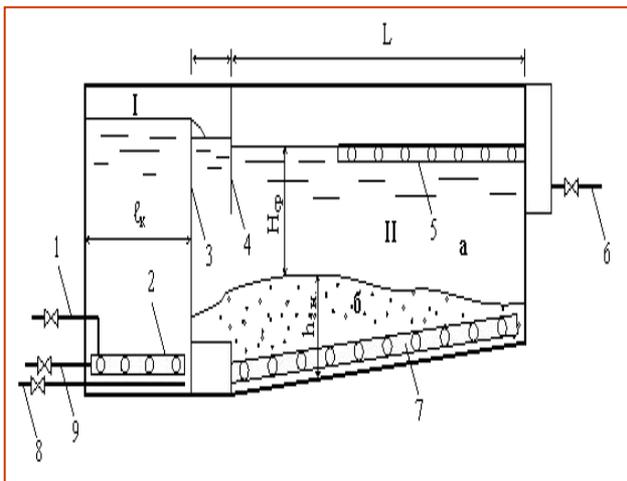


Схема горизонтального отстойника со встроенной камерой хлопьеобразования:

I – камера хлопьеобразования; II – горизонтальный отстойник; а – зона осветления воды; б – зона накопления осадка;

1 – трубопровод подачи воды; 2 – дырчатые распределительные трубы; 3 – стенка, разделяющая камеру хлопьеобразования с отстойником; 4 – подвесная перегородка; 5 – сборные желоба; 6 – трубопровод осветленной воды; 7 – дырчатые трубы для сброса осадка из отстойника; 8 – трубопровод для удаления осадка из отстойника; 9 – трубопровод для удаления осадка из камеры хлопьеобразования

Отстойники Радиальные отстойники

имеют радиальное направление воды и представляют собой круглый железобетонный резервуар большого диаметра (50-60м) и небольшой глубины (1,5-2,5 м). Вода подводится в центр отстойника по трубопроводу, который заканчивается воронкой, где расположен цилиндр с дырчатыми стенками для равномерного распределения воды в отстойнике. Распределительное устройство выполняет также роль камеры хлопьеобразования. Вода движется в отстойнике в радиальном направлении и поступает

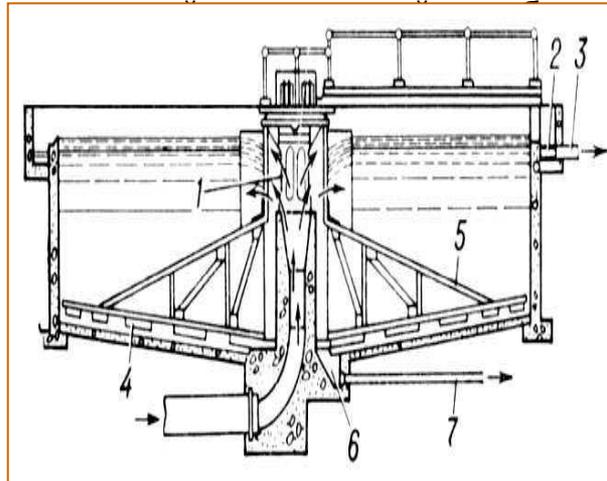
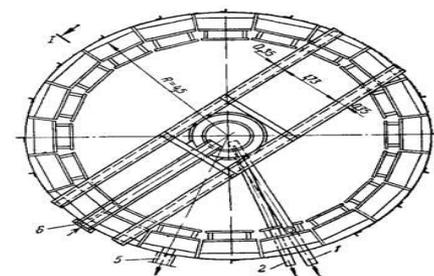
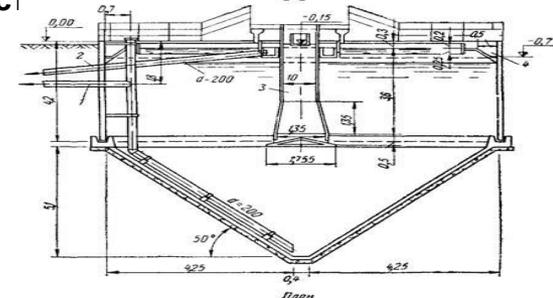


Схема радиального отстойника:

1 — центральная распределительная труба; 2 — круговой желоб; 3 — труба; 4 — скребки; 5 — движущая ферма; 6 — приямок; 7 — иловая труба.

Вертикальный отстойник состоит из круглого или квадратного резервуара с коническим или пирамидальным днищем. В вертикальных отстойниках осветляемая вода движется вертикально – снизу вверх. Отстаивание воды осуществляется следующим образом. Вода по трубе 3 подается в верхнюю часть центральной трубы 2 и, опускаясь по ней вниз, проходит через гаситель 6 в нижнюю часть корпуса отстойника. Далее вода движется вверх по кольцевому сечению между корпусом и центральной трубой и отводится через сборный желоб 4 и отводную трубу 5. Взвешенные частицы во время восходящего движения воды



Вертикальный отстойник: 1 - выпуск ила, 2 - выпуск корки, 3 - центральная труба с отражателем, 4 - водосборный лоток, 5 - отводящий лоток. 6 - подводный лоток

Гидроциклоны

системах водоподготовки, механической очистки сточных вод, а также для сгущения, обогащения и классификации осадка, выделяемого из сточных вод.

В напорные гидроциклоны вода подается через тангенциально направленный патрубок в цилиндрическую часть. Далее, вода двигаясь по винтовой спирали вдоль наружной стенки аппарата, направляется в его коническую часть. Здесь основной поток изменяет направление движения и перемещается к центральной части аппарата. Выделяющийся в пристенной зоне осадок и наиболее насыщенная взвешенными веществами часть воды удаляются из аппарата через насадку для шлама. Поток осветленной воды в центральной зоне аппарата движется по цилиндрической спирали вверх к сливной насадке.

Гидроциклоны могут работать в вертикальном, наклонном или горизонтальном положении.

Эффективность гидро-

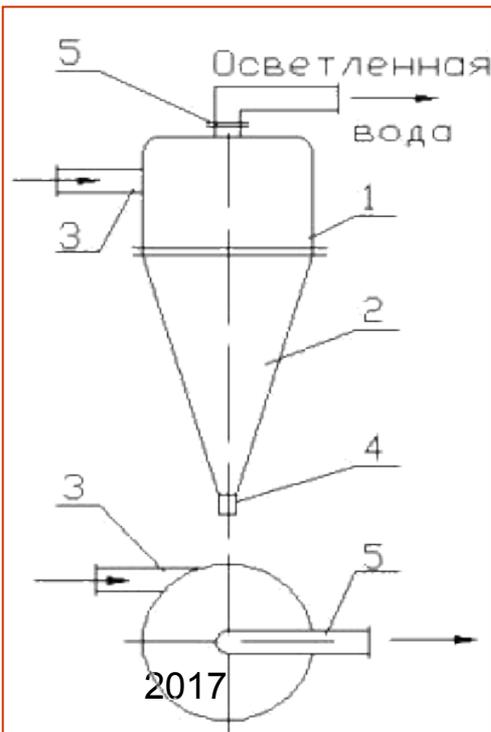
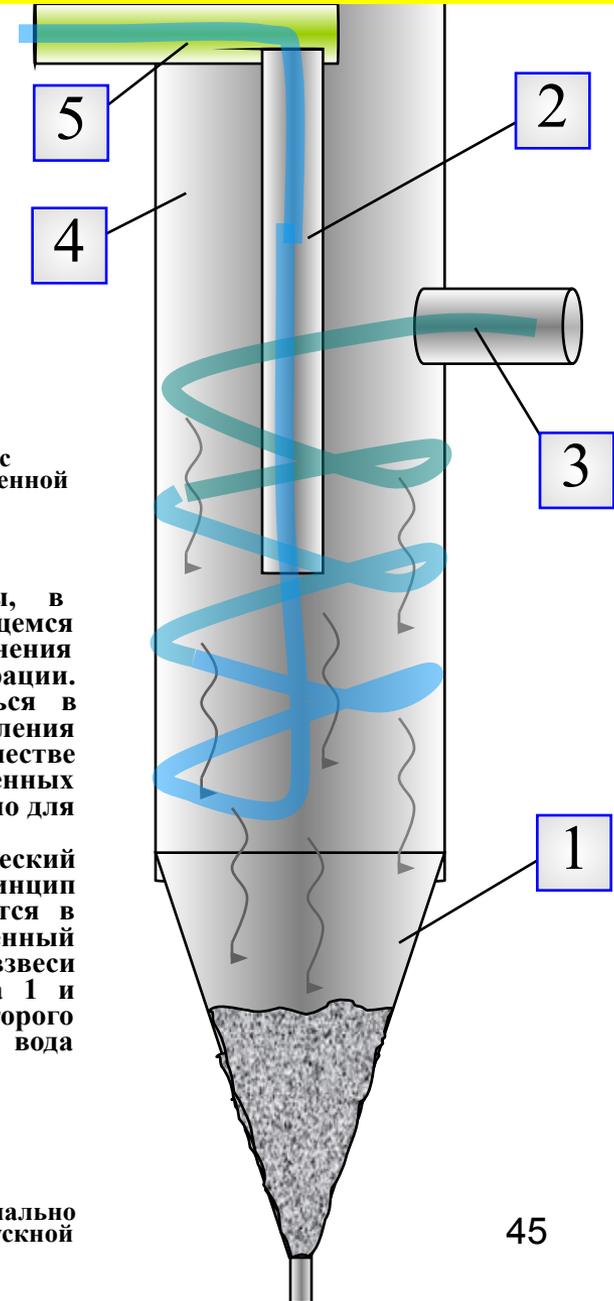
Схема напорного гидроциклона:

1 - сменная насадка-сгуститель; 2 - сливной патрубок с диафрагмой; 3 - входной патрубок; 4 - камера сбора осветленной воды; 5 - выходной патрубок

Безнапорные гидроциклоны – аппараты, в которых очистка воды производится во вращающемся потоке, в котором создаются условия для укрупнения частиц загрязнений вследствие их агломерации. Безнапорные гидроциклоны могут применяться в качестве первой ступени очистки для выделения основной массы загрязнений, а также в качестве песколовки на очистных сооружениях промышленных сточных вод. Их применение особенно эффективно для выделения коагулированных взвесей.

Гидроциклон представляет собой цилиндрический корпус с вытянутым коническим днищем. Принцип работы гидроциклона следующий: вода подается в корпус 1 через тангенциально расположенный патрубок 3. При вращении воды частицы взвеси отгоняются к цилиндрической стенке корпуса 1 и сползают по ней в конусное днище, из которого удаляются через выпуск 4. Осветленная вода отводится из центра корпуса 1 через патрубок 5.

Безнапорный гидроциклон:
1 – корпус; 2 – коническое днище; 3 – тангенциально расположенный подающий патрубок; 4 – выпускной патрубок; 5 – отводящий патрубок.



Осветлители

При повышенных требованиях технологии к качеству воды и наличию в исходной воде большого количества мелкодисперсной взвеси очистка воды в отстойниках может оказаться недостаточным и потребуются дополнительная стадия очистки. Для этих целей используют осветлители.

Осветлитель коридорного типа со взвешенным слоем осадка

взвешенным слоем осадка коридорного типа, который представляет собой прямоугольный в плане резервуар, разделенный на три секции. Две крайние секции являются рабочими камерами осветлителя, а средняя секция служит осадкоуплотнителем.

Осветляемая вода подается у дна осветлителя по дырчатым трубам и равномерно распределяется по площади осветлителя. Затем она проходит через взвешенный слой осадка, осветляется и по дырчатому лотку или трубе отводится на фильтры.

Взвешенный слой осадка состоит из хлопьев, непрерывно и хаотически движущихся под действием потока воды, вследствие чего масса осадка во взвешенном слое постоянно перемешивается.

Излишки постоянно накапливающегося осадка отводятся через осадкоприемные окна в осадкоуплотнитель. Осветление воды при движении ее через взвешенный слой объясняется явлением коагуляции. При движении частиц взвеси с потоком воды через взвешенный слой, который непрерывно перемешивается, обеспечивается частое столкновение их с ранее образовавшимися хлопьями и с хлопьями, вновь формирующимися вокруг частиц коагулянта. Процесс коагуляции и осветления воды здесь протекает интенсивнее, чем в камерах хлопьеобразования и в отстойниках. Перед осветлителями не требуется устройства камер хлопьеобразования.

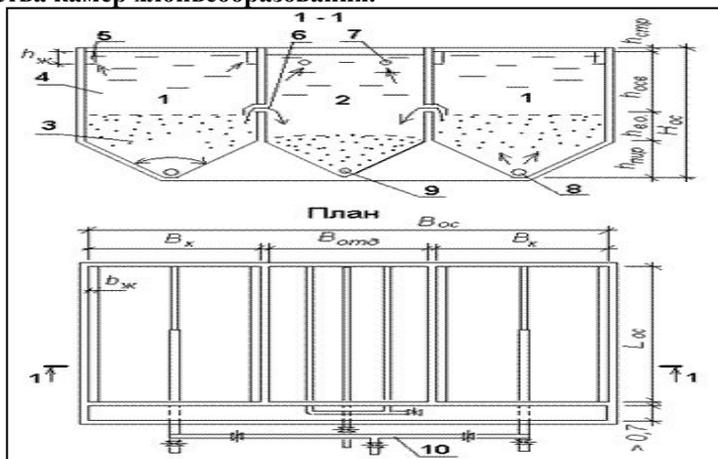


Рис. 8.1. Конструкция осветлителя со взвешенным осадком коридорного типа: 1 – коридоры осветления; 2 – осадкоуплотнитель; 3 – слой взвешенного осадка; 4 – зона осветления; 5 – сборные желоба; 6 – осадкоприемные окна; 7 – трубы принудительного отвода осветленной воды; 8 – трубопровод распределения исходной воды в коридорах осветления; 9 – трубопровод сброса осадка; 10 – подача исходной воды в осветлитель

Осветлитель с дырчатым днищем

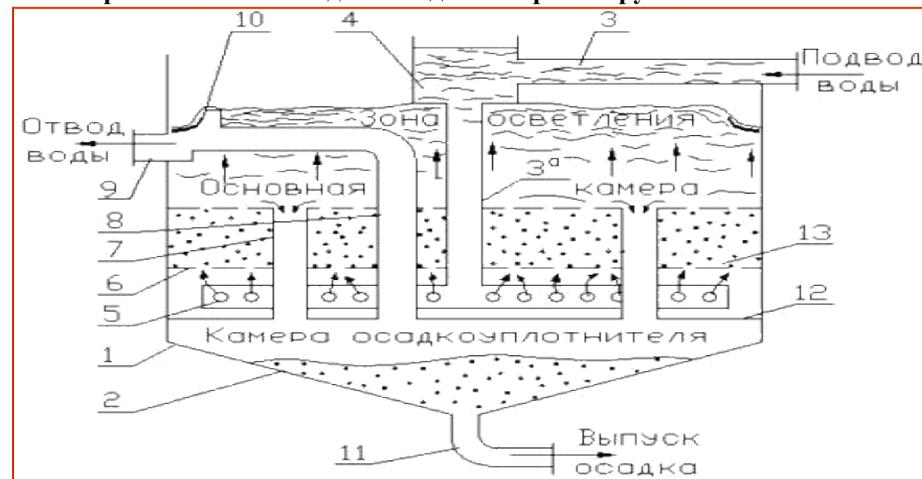
Осветлитель представляет собой цилиндрический сосуд с конусным дном, где вода с коагулянтном через подводящий патрубок 3 подводится в лоток 4, служащий воздухоотделителем, а из него по вертикальной трубе 3 подается в дырчатые трубы 5. Через отверстия в этих трубах вода поступает в пространство, ограниченное снизу сплошным днищем 12, а сверху – дырчатым днищем 13. Днище 12 разделяет осветлитель на камеру осадкоуплотнения и основную камеру.

Через отверстия в дырчатом днище вода проходит в основную камеру, в которой происходит выпадение взвешенных частиц. Частицы, выпадающие из воды, оседают на поверхности дырчатого днища, образуя слой взвешенного осадка 6.

Затем вода поднимается вверх и переливается в лоток 10, из которого отводится через отводящий патрубок 9.

Для того, чтобы осветлитель полностью не заполнялся осадком в днище 12 заделывается система осадкоотводящих труб 7.

Камера осадкоуплотнения через трубу 8 соединяется с лотком 10. Так как уровень воды в основной камере выше, чем в лотке 10, то под действием этой разности уровней возникает циркуляция воды из основной камеры через трубы 7 в камеру осадкоуплотнения, а из нее через трубу 8 в лоток 10. При этом вода, сливающаяся в трубы 7, захватывает весь слой осадка выше их уровня. Осадок, попадая в камеру осадкоуплотнения, осаждается в поддном осадкоуплотнителе. По мере накопления осадок отводится через патрубок 11.



Осветлитель с дырчатым днищем: 1 – корпус; 2 – коническое дно; 3 – подводящий патрубок; 4 – вертикальная труба; 5 – лоток; 6 – дырчатые трубы; 7 – взвешенный слой осадка; 8 – осадкоотводящие трубы; 9 – труба; 10 – отводящий патрубок; 11 – лоток; 12 – сплошное днище; 13 – дырчатое днище.

Флотаторы

Сущность метода флотации основана на способности многих веществ адсорбироваться на поверхности пузырьков газа, проходящих через жидкость. Пузырьки газа поднимаются к поверхности жидкости, образуя пену, в которой концентрируются нежелательные примеси. Пена вместе с примесями удаляется и таким образом происходит очистка воды.

Различают три вида флотации: пенная (безнапорная), напорная, электрофлотация.

Пенная (безнапорная) флотация. Для образования пузырьков предлагались различные методы: образование углекислого газа за счёт химической реакции – безнапорная флотация, энергичное перемешивание пульпы, пропускание воздуха сквозь мелкие отверстия.

Напорная флотация. В последние годы для очистки поверхностных вод умеренной мутности с большим содержанием органических соединений или планктона все чаще применяют **напорную флотацию**, при которой выделение взвеси из воды производится с помощью пузырьков газа, получаемого из перенасыщенного водовоздушного раствора, т.е. выделение газа из раствора при понижении давления.

Электрофлотация - перспективный метод для применения в химической промышленности, заключается во всплытии на поверхности жидкости дисперсных загрязнений за счет выделения электролитических газов и флотационного эффекта.

Тонкодисперсные пузырьки для флотации из растворов получают при электролитическом разложении воды с образованием газообразных кислорода и водорода (электрофлотация). При электрофлотации расход реагентов существенно меньше, а в некоторых случаях они не требуются.

Ионная флотация. Для очистки воды, а также извлечения компонентов из разбавленных растворов разработан также метод ионной флотации, перспективный для переработки промышленных стоков, минерализованных подземных термальных и шахтных вод, а также морской воды. При ионной флотации отдельные ионы, молекулы, тонкодисперсные осадки и коллоидные частицы взаимодействуют с флотационными реагентами-собирателями, чаще всего катионного типа, и извлекаются пузырьками в пену или плёнку на поверхности раствора.

Флотационные камеры – флотаторы могут быть разнообразных форм и конструкций.

Безнапорные флотаторы.

Напорные флотаторы.

Вода из через механический фильтр непрерывно поступает во флотатор. Воздух из компрессора подается в распылитель (1), после чего в виде большого количества мелких пузырьков поднимается к поверхности воды. На поверхности пузырьков происходит адсорбция, главным образом, органических веществ. На поверхности флотатора образуется пена, которая задерживается пеноуловителем (2) и выносится в емкость для сбора загрязнений.

Напорные флотаторы применяются для сепарации взвешенных веществ и жидкостей с помощью напорной воздушной флотации. Жидкость поступает в центр флотационной ячейки и распространяется по направлению к боковым стенкам. Образующийся флотошлам удаляется вращающимся сборником, смонтированным на движущейся ферме. Флотошлам разгружается из лотка в центральную часть ячейки.

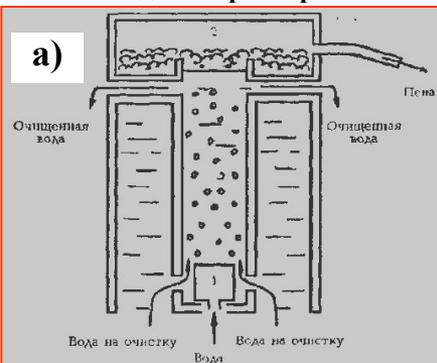
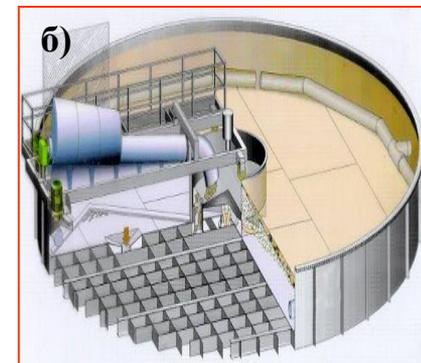


Схема простейшего флотатора (а) и общий вид прямоугольного (б) флотатора



Общий вид (а) и схема (б) флотационной установки

Фильтры для очистки воды

Механические фильтры очистки воды

Фильтры механической очистки воды являются эффективными и надежными при удалении мелких твердых частиц и органических веществ из воды жидкостей.

Удаление крупных взвешенных частиц производится при так называемом предварительном фильтровании (макрофильтрование или грубая очистка). Для этого на магистральную трубу, подающую воду к потребителю, устанавливают фильтры предварительной грубой очистки.

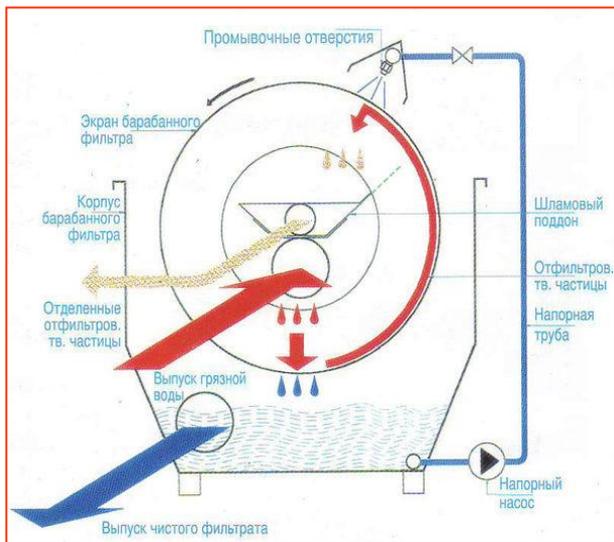
Процесс фильтрования может осуществляться либо на поверхности, либо в глубине фильтрующего материала. Исходя из этого, данные фильтры имеют различное конструктивное исполнение.

Фильтры механической очистки воды могут быть:

1. Сетчатые;
2. Дисковые;
3. Картриджные.

В сетчатых фильтрах в качестве фильтрующего элемента используются металлические сетки с различными размерами ячеек, фильтрование осуществляется на поверхности сетки.

В дисковых или картриджных фильтрах используется принцип глубинного (объемного) фильтрования. В большинстве случаев дисковые фильтры имеют неоспоримое преимущество перед сетчатыми вследствие их более высокой грязеемкости (при этом, размер удаляемых частиц не менее 25 мкм). Основным достоинством дисковых фильтров является сочетание поверхностной и объемной фильтрации, а так же возможность 100% отмывки пакета дисков.



Барабанные фильтры механической очистки воды

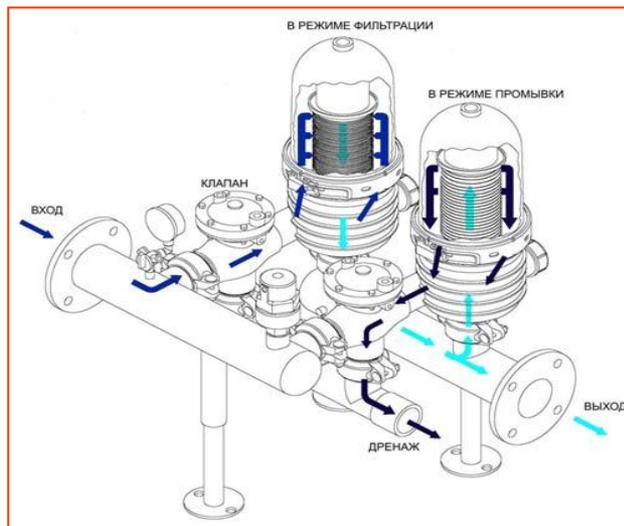


Схема двух дисковых фильтров в режиме фильтрации и в режиме промывки



Картриджные фильтры

Фильтры для очистки воды

Зернистые (засыпные) фильтры

Принцип работы засыпных фильтров основан на фильтрации воды через слои зернистых и пористых фильтрующих материалов различной структуры, плотности.

Фильтры с зернистой загрузкой классифицируют по ряду основных признаков:

по скорости фильтрования - медленные (0,1-0,3 м/ч), скорые (6-12 м/ч) и сверхскоростные (36-100 м/ч);

по рабочему давлению - открытые (или безнапорные), напорные;

по направлению фильтрующего потока - однопоточные (обычные скорые фильтры), двух-поточные; многопоточные;

по крупности фильтрующего материала - мелкозернистые, среднезернистые, крупнозернистые;

по числу фильтрующих слоев - однослойные, двухслойные, многослойные

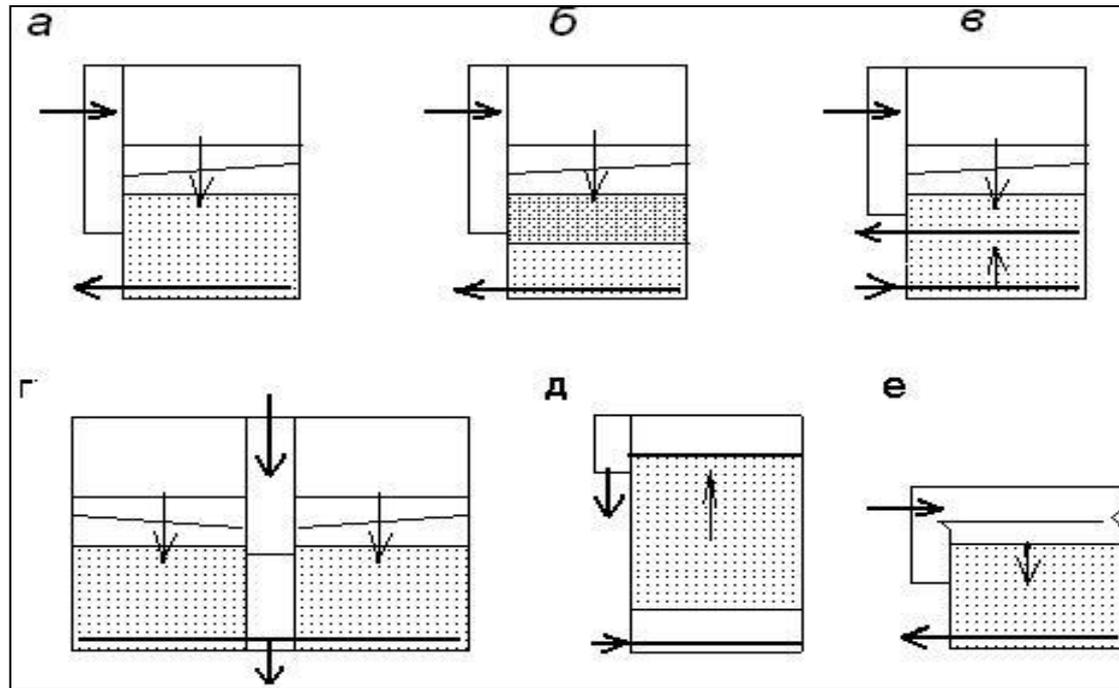


Рис. 16.1. Схемы скорых фильтров:
а – однослойный безнапорный фильтр с боковым каналом; *б* – двухслойный фильтр; *в* – двухпоточный фильтр (основная масса воды проходит через фильтрующий материал снизу вверх, а часть воды, фильтруется сверху вниз); *г* – фильтр с центральным каналом; *д* – фильтр с плавающей загрузкой; *е* – однослойный фильтр с низким горизонтальным отводом промывных вод

Фильтры для очистки воды

Медленные засыпные фильтры

Медленные засыпные фильтры могут применяться для фильтрования некоагулированной воды, содержащей относительно мелкую взвесь.

Скорость фильтрования на медленных фильтрах при содержании взвешенных веществ в исходной воде до 25 мг/л принимается равной 0,2 м/ч (до 0,3 м/ч - при выключении одного из фильтров на ремонт или промывку). При содержании взвешенных веществ в исходной воде от 25 до 50 мг/л скорость фильтрования соответственно принимают в пределах 0,2-0,1 м/ч. При столь малой скорости фильтрования медленные фильтры должны иметь весьма большую площадь. Это обуславливает их высокую строительную стоимость.

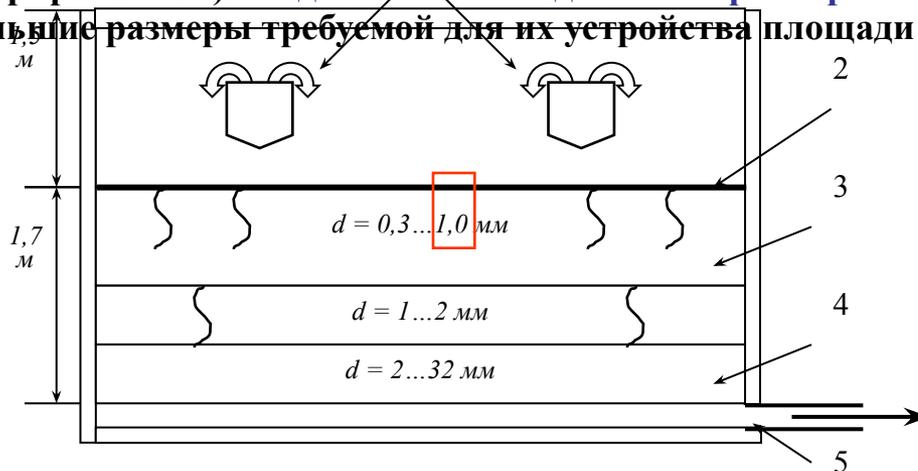
Конструктивно фильтр представляет собой прямоугольный бетонный или кирпичный резервуар.

В фильтрах площадью до 15 м² специального дренажа не устраивают. Сбор профильтрованной воды осуществляется через лоток в днище фильтра. При большей площади фильтра устраивают дренаж из перфорированных труб, кирпича или бетонных плит.

Малая скорость фильтрования и малые размеры частиц взвеси способствуют созреванию фильтрующей пленки в течение 1-2 суток. Нормальная работа фильтра (от момента окончания созревания пленки до момента очистки) в медленных фильтрах продолжается 1-2 месяца.

Для очистки с фильтра снимают загрязненный верхний слой песка толщиной 1-2 см. Очистка медленного фильтра при большой его площади является трудоемкой и дорогой операцией.

Достоинство медленных фильтров - весьма высокая степень осветления воды и высокий процент задержания бактерий (в современных установках обеззараживание воды проще и дешевле достигается ее хлорированием). **Недостатками медленных фильтров** являются их значительная строительная стоимость, большие размеры требуемой для их устройства площади и, наконец, сложность очистки.



Медленный фильтр:
1 – распределительные желоба; 2 – биологическая пленка; 3 – песок; 4 – гравий; 5 – дренаж

Фильтры для очистки воды

Скорые засыпные фильтры

Скорые засыпные фильтры используют для осветления мутных и цветных вод после коагулирования (и отстаивания), при реагентном умягчении, обезжелезивании и в некоторых других случаях.

Вода в процессе фильтрования может проходить через скорые фильтры самотеком или под напором. В соответствии с этими принципами работы различают фильтры самотечные и напорные.

Самотечные фильтры

Схема однослойного фильтра с боковым каналом (карманом) приведена на рис. 16.2.

Исходная вода по трубопроводу 6 поступает в карман 5, откуда через отверстия в стенке перетекает в желоба 3. Переливаясь через верхние кромки желобов, вода фильтруется сверху вниз через фильтрующую загрузку 10, проходит поддерживающие гравийные слои 11 и собирается в трубы водораспределительной системы 12. Далее вода перетекает в коллектор 8 и отводится в резервуар чистой воды (РЧВ). Промывная вода подается от промывных устройств (насоса или бака башни) по трубопроводу в коллектор 8, проходит распределительные трубы 12, поддерживающие слои 11 и фильтрующую загрузку 10 снизу вверх. При этом происходит расширение загрузки и вымыв из нее загрязнений. Загрязненная промывная вода переливается через кромки в желоба 3, по ним перетекает в боковой карман 5 и по трубопроводу 9 отводится в техническую канализацию.

Двухслойные (рис. 30.5) и многослойные фильтры. При фильтровании сверху вниз вода проходит сначала мелкозернистые слои загрузки, имеющие малые поры, но большую суммарную поверхность зерен. Это способствует накоплению в верхних слоях основной массы загрязнений и быстрому росту потерь напора. В двухслойных фильтрах верхний слой имеет размеры зерен крупнее, чем нижний, что способствует более равномерному распределению загрязнений во всей толще загрузки (рис. 16.1, б). Для того чтобы при промывке в результате гидравлической сортировки не происходило перемешивание загрузки, верхний слой выполняется из более легкого фильтрующего материала. Например, из керамита.

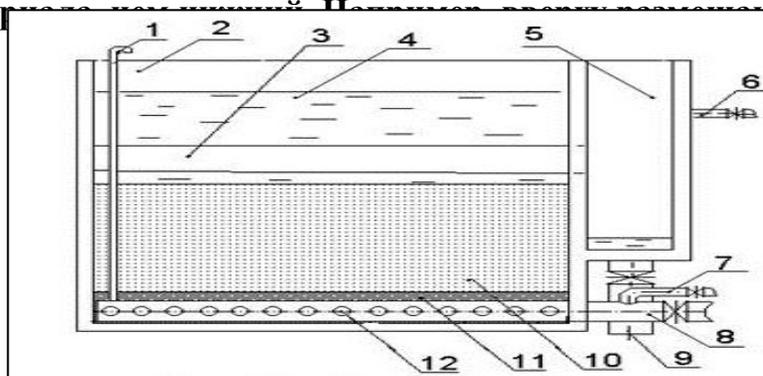


Рис. 16.2. Схема безнапорного однослойного скорого фильтра с боковым каналом (продольный разрез):

1 – воздухоотводчик; 2 – корпус; 3 – желоб; 4 – слой воды; 5 – карман; 6 – подача воды на очистку; 7 – отвод фильтрата; 8 – коллектор; 9 – отвод промывной воды; 10 – фильтрующая загрузка; 11 – поддерживающие гравийные (щебеночные) слои; 12 – водораспределительные трубы

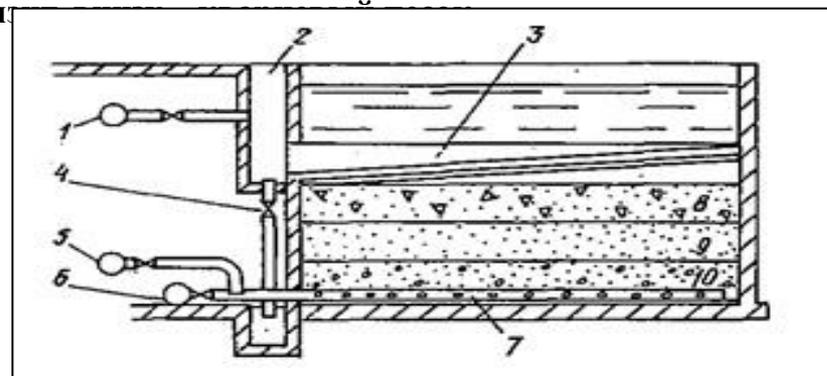


Рис. 30.5. Схема двухслойного фильтра:

1 — подача фильтруемой воды; 2 — карман; 3 — желоб для распределения фильтруемой воды и отвода промывной; 4 — выпуск промывной воды; 5 — подача промывной воды; 6 — отвод, фильтрованной воды; 7 — дренажная система; 8 — антрацит; 9 — песок; 10 — гравий

Двухступенчатые фильтры представляют собой два скорых фильтра, объединенных в единый корпус (рис. 16.4). Вода движется последовательно через фильтр первой ступени снизу вверх, а затем, пройдя сборный канал, фильтруется через фильтр второй ступени. Самотечное движение через обе ступени обеспечивается тем, что фильтр первой ступени оборудован системой низкого отвода через водослив. При этом создается постоянный уровень разлива воды в центральный соединительный канал. Вторая ступень фильтра имеет традиционную конструкцию с желобами

Радиальные фильтры. Повышению грязеемкости фильтров способствует увеличение скорости фильтрования по ходу движения потока очищаемой воды. Этот принцип применен в радиальных фильтрах, конструкции НГАСУ (рис. 16.5), где очищаемая вода движется горизонтально в радиальном направлении – от периферии к центральной трубе. Скорость фильтрации постепенно повышается, создавая наилучшие условия для проникновения загрязнений во всю толщу загрузки.

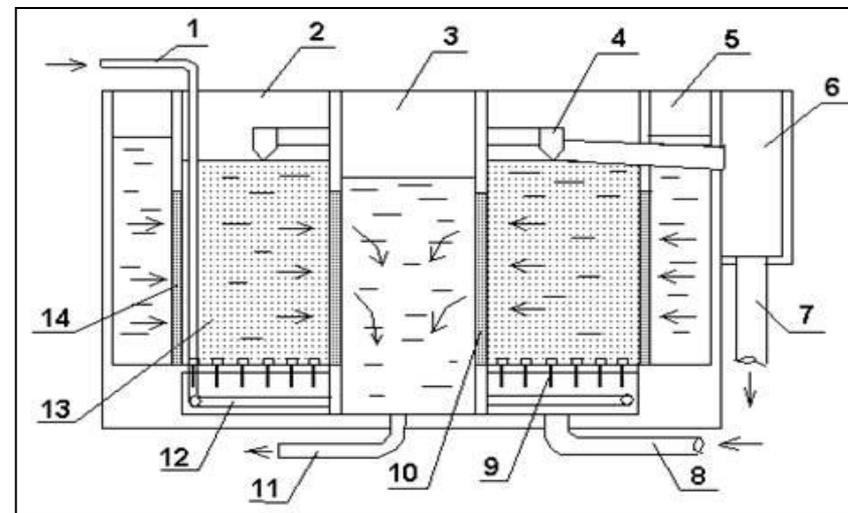
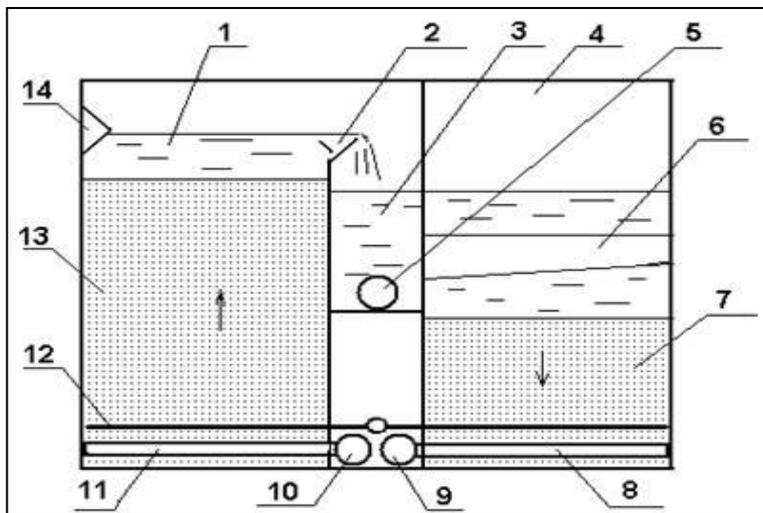


Рис. 16.4. Конструкция двухступенчатого фильтра: 1 – первая ступень; 2 – водослив с пескоулавливающим желобом; 3 – центральный соединительный канал; 4 – вторая ступень фильтра; 5 – отвод промывочной воды; 6 – водосборные желоба; 7 – загрузка второй ступени фильтра; 8 – водораспределительная система фильтра второй ступени; 9 – коллектор фильтра второй ступени; 10 – коллектор фильтра первой ступени; 11 – водораспределительная система фильтра первой ступени; 12 – воздушная распределительная система; 13 – загрузка второй ступени фильтра; 14 – струнаправляющий уступ

Рис. 16.5. Схема радиального фильтра: 1 – подача сжатого воздуха; 2 – радиальный корпус; 3 – центральная водосборная труба осветленной воды; 4 – водосборные желоба промывочной воды; 5 – кольцевая водораспределительная камера; 6 – боковой карман; 7 – сброс промывочной воды; 8 – подвод воды на промывку; 9 – колпачковая распределительная система; 10 – внутренняя пористая перегородка; 11 – отвод осветленной воды в РЧВ; 12 – распределительный трубопровод для воздуха; 13 – фильтрующая загрузка; 14 – внешняя пористая перегородка

Фильтры для очистки воды

Скорые засыпные фильтры

Напорные фильтры

Напорные фильтры применяются при малой производительности станций водоочистки. В промышленном водоснабжении принято называть их осветлительными или механическими. Они изготавливаются из металла, полной заводской готовности и рассчитаны на различную производительность и разное давление.

Напорные осветлительные фильтры, применяемые для очистки воды, классифицируются:

- по расположению корпуса: вертикальные и горизонтальные;
- по числу камер фильтрования: одно-, двух- и трехкамерные;
- по количеству слоев фильтрующего материала: одно- и двухслойные.

На рис. 4.12. приведены схемы некоторых осветлительных фильтров. Стрелками показано направление движения воды в режиме фильтрования.

Конструктивно напорный фильтр представляет собой цилиндрический сосуд, работающий обычно под давлением до 0,6 МПа. Важнейшими элементами конструкции напорного фильтра являются дренажно-распределительные устройства, состоящие из трубчатой системы и предназначенные для равномерной подачи и сбора воды и сжатого воздуха по всей площади фильтра.

Фильтры серийно выпускаются заводами и оборудуются верхними и нижними распределительными системами (дренажами), системами воздушного взрыхления загрузки, системами гидроперегрузки фильтрующего материала, запорно-регулирующей арматурой. Все это позволяет обеспечить быстрый монтаж оборудования, надежную работу и высокий уровень эксплуатации фильтров.

Вертикальные фильтры позволяют обеспечить большую высоту фильтрующего материала, горизонтальные требуют здания меньшей высоты, двухслойные и двухпоточные фильтры предназначены для увеличения эффекта очистки воды, двухкамерные фильтры располагаются на меньшей производственной площади, нежели однокамерные. В напорные фильтры вода подается насосами, поэтому их можно располагать на произвольной отметке.

Напорные фильтры загружаются зернистыми материалами, аналогичными применяемыми в открытых фильтрах. При использовании гранодиорита и других загрузок из горных пород, отличающихся повышенной образивностью, поверх дренажа укладывают поддерживающий слой из гранодиорита или щебня диаметром зерен 2–5 мм и высотой 200–300 мм.

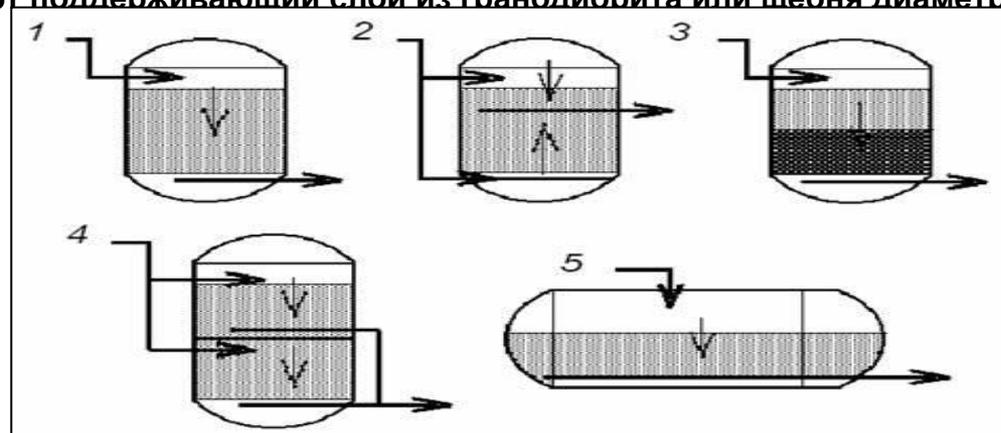


Рис. 4.12. Принципиальные схемы напорных фильтров:

1 – вертикальный однокамерный однослойный;

2 – двухпоточный; 3 – двухслойный; 4 – двухкамерный; 5 – горизонтальный однопоточный

Фильтры для очистки воды

Фильтры с плавающей загрузкой

Для промывки традиционных фильтров с тяжелыми фильтрующими материалами требуются специальные устройства (насосы, башни), что удорожает их эксплуатацию.

В фильтрах с загрузкой из легких (меньше плотности воды) материалов не требуется значительный напор при промывке. Кроме того, для фильтров с плавающей загрузкой (ФПЗ) часто можно обойтись без сложных нижних сборно-распределительных систем.

В качестве фильтрующей загрузки обычно используют гранулированный вспененный полистирол, шунгизит и замкнутоячейстые плавающие гранулы из других материалов с размером зерен от 0,3 до 10–15 мм.

Разработано несколько конструкций ФПЗ с восходящей и нисходящей фильтрацией, некоторые из которых показаны на рис. 16.6.

В фильтре с восходящим фильтрационным потоком (рис. 16.6, а, б) исходная вода фильтруется снизу вверх через удерживаемую в затопленном состоянии верхней системой пенополистирольную загрузку, собирается в надфильтровом пространстве и отводится в резервуар чистой воды.

Промывка пенополистирольной загрузки осуществляется нисходящим потоком чистой воды, накопленной в надфильтровом пространстве. Загрузка при этом расширяется на 20-30 %, а накопленные в ней загрязнения уносятся в канализацию.

В фильтрах с нисходящим фильтрационным потоком (рис. 16.6, в) используется более неоднородная загрузка. Исходная вода фильтруется в направлении убывающей крупности гранул и собирается средней дренажной системой, расположенной в толще загрузки с гранулами диаметром 0,8-1,5 мм.

Когда потери напора на фильтре достигнут заданной величины (1,5-2,0 м в безнапорных фильтрах и 6-10 м - в напорных), задвижку на трубопроводе подачи исходной воды закрывают, а задвижку на трубопроводе отвода промывной воды открывают. Промывка загрузки происходит так же, как в фильтрах с восходящим фильтрационным потоком (исходной водой).

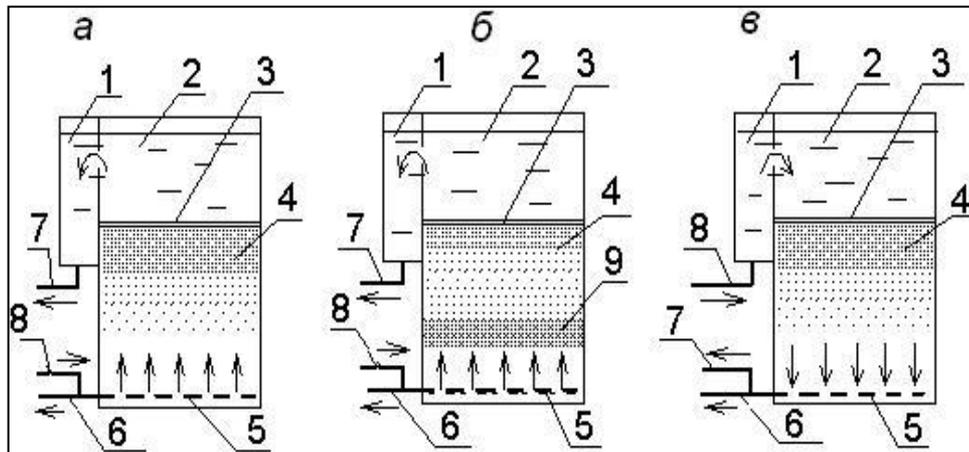


Рис. 16.6. Схемы фильтров с плавающей загрузкой: а – однослойные с восходящим потоком воды (ФПЗ-1); б – двухслойные с восходящим потоком воды (ФПЗ-6); в – однослойные с нисходящим потоком воды (ФПЗ-3); 1 – канал (карман); 2 – корпус; 3 – удерживающая решетка; 4 – фильтрующая загрузка; 5 – распределительный трубопровод; 6 – отвод промывной воды; 7 – отвод фильтрата; 8 – подвод воды на очистку; 9 – крупнозернистая загрузка

Контактные осветлители по своей конструкции близки к фильтрам с песчаной загрузкой, укладываемой на слой гравия или непосредственно на дренажную систему.

Вода проходит загрузку снизу вверх, т.е. в направлении уменьшающихся размеров ее зерен.

Действие контактного осветлителя основано на том, что при движении воды через слой зернистой загрузки коллоидные и взвешенные частицы прилипают к поверхности зерен и к ранее прилипшим частицам, т. е. на поверхности зерен коагулируются взвешенные и коллоидные примеси, обуславливающие мутность и цветность воды. Этот процесс значительно ускоряется при добавлении в воду коагулянта - сернокислого алюминия или железа.

При контактном осветлении воды исключаются отстойники и хлопьеобразователи, что позволяет уменьшить объемы очистных сооружений по сравнению с объемами сооружений обычного типа.

Контактный осветлитель представляет собой резервуар, заполненный слоем зернистой загрузки, толщиной 2,3-2,6 м (крупность песка 0,5-2 мм, гравия 2-32 мм).

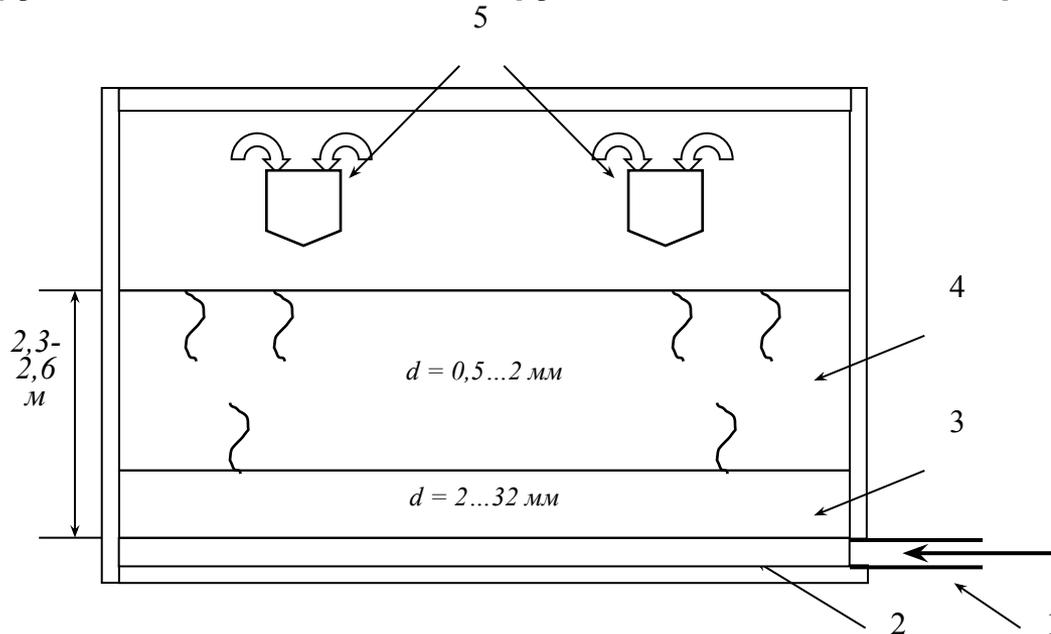


Рис. 8. Контактный осветлитель
1 – подводящая (промывная труба); 2 –
распределительная система труб;
3 – гравий; 4 – песок; 5 – желоба

Фильтры для очистки воды

Каркасные или намывные фильтры

Намывные фильтры содержат дополнительный фильтровальный слой, который формируется на поверхности фильтрующего элемента при подготовке установки к работе.

Очистка воды при помощи намывных фильтров проходит три стадии: нанесение вспомогательного слоя, фильтрование и регенерация материала. Формирование намывного слоя производится при помощи насоса путем ввода пульпы определенной концентрации и ее равномерного наслаивания на фильтрующий элемент. Создание намывного слоя занимает около 30 минут. После этого выполняется санитарная промывка установки, поскольку воду, пропущенную через фильтр на этапе создания намывного слоя, необходимо слить в дренаж.

При большом количестве примесей в исходной воде, вместе с очищаемой водой подается суспензия вспомогательного вещества, которая позволяет увеличить емкость намывного слоя и повышает эффективность очистки.

После того как фильтрационный слой выработал свой ресурс, его необходимо удалить и заменить новым. Чаще всего отработанный слой выбрасывают, иногда подвергают регенерации. Фильтровальные слои можно разделить на одноразовые и обновляемые.

Намывные фильтры чаще всего используются на стадии осветления воды и в тех случаях, когда требуется тщательное и полное удаление механических примесей и коллоидных частиц, к примеру, в случае установки фильтра обратного осмоса.

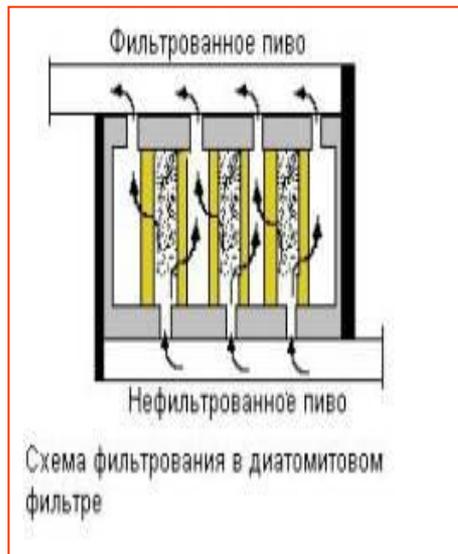
Намывные фильтры классифицируют по след признакам:

по принципу действия - периодического и непрерывного действия;

по назначению - осветляющие, стерилизующие;

по конструктивным признакам - рамные или листовые (пластинчатые), патронные, дисковые, свечные, ленточные, барабанные, тарельчатые, карусельные и т. д.

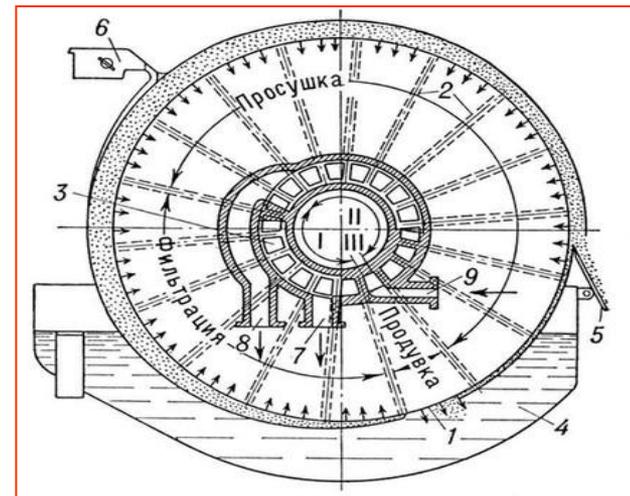
Кроме того, различают фильтры для **грубой и тонкой очистки**. Применяются также **двухступенчатые** фильтры, осуществляющие последовательно грубую и тонкую очистку.



Рамный фильтр



Свечные патронные намывные фильтры



Барабанный вакуум-фильтр непрерывного действия:
1 - барабан; 2 - перегородки; 3 - распределительная головка (золотниковый механизм); 4 - корыто; 5 - нож для срезания осадка; 6 - распределитель воды для промывания осадка; 7, 8 - трубы для откачки соответственно отфильтрованной жидкости и промывной воды; 9 - труба для подачи сжатого воздуха.

Принцип мембранных процессов состоит в пропускании исходной воды через полупроницаемую мембрану.

Под влиянием приложенного давления молекулы воды, некоторые растворенные вещества (размер которых меньше диаметра пор мембраны) проникают через мембрану, тогда как остальные примеси задерживаются. В результате прохождения через мембрану исходная вода разделяется на два потока: фильтрат (очищенная вода) и концентрат (сконцентрированный раствор примесей). Фильтрат подается потребителю, а концентрат сливается в дренаж.

Размер задерживаемых частиц определяется структурой мембраны, то есть размером ее пор.

Мембранные процессы можно классифицировать по размерам задерживаемых частиц на следующие типы:

микрофльтрационные мембраны,
ультрафльтрационные мембраны,
нанофльтрационные мембраны,
обратноосмотические мембраны.

(Нанометр - одна миллиардная метра, или одна тысячная микрона, то есть $1 \text{ нм} = 10 \text{ ангстрем} = 0,001 \text{ мкм}$.)

При переходе от микрофльтрации к обратному осмосу размер пор мембраны уменьшается и, следовательно, уменьшается минимальный размер задерживаемых частиц. При этом, чем меньше размер пор мембраны, тем большее сопротивление она оказывает потоку, и тем большее давление требуется обеспечить для процесса фильтрации (рис. 2.3.1,б).

Микрофльтрационные мембраны с размером пор $0,1-1,0 \text{ мкм}$ задерживают мелкие взвеси и коллоидные частицы, определяемые как мутность. Как правило, они используются, когда есть необходимость в грубой очистке воды, или для предварительной подготовки воды перед более глубокой очисткой.

Ультрафльтрационные мембраны с размером пор от $0,01$ до $0,1 \text{ мкм}$ удаляют крупные органические молекулы (молекулярный вес больше $10\ 000$), коллоидные частицы, бактерии и вирусы, не задерживая при этом растворенные соли. Такие мембраны применяются в промышленности и в быту и обеспечивают стабильно высокое качество очистки от вышеперечисленных примесей, не изменяя при этом минеральный состав воды.

Нанофльтрационные мембраны характеризуются размером пор от $0,001$ до $0,01 \text{ мкм}$. Они задерживают органические соединения с молекулярной массой выше 300 и пропускают $15-90 \%$ солей в зависимости от структуры мембраны.

Обратноосмотические мембраны содержат самые узкие поры и потому являются самыми селективными. Они задерживают все бактерии и вирусы, большую часть растворенных солей и органических веществ (в том числе железо и гумусовые соединения, придающие воде цветность, и патогенные вещества). В среднем обратноосмотические мембраны задерживают $97-99 \%$ всех растворенных веществ. Такие мембраны используются во многих отраслях промышленности, где есть необходимость в получении воды высокого качества (розлив воды, производство алкогольных и безалкогольных напитков, пищевая промышленность, фармацевтика, электронная промышленность и др.).

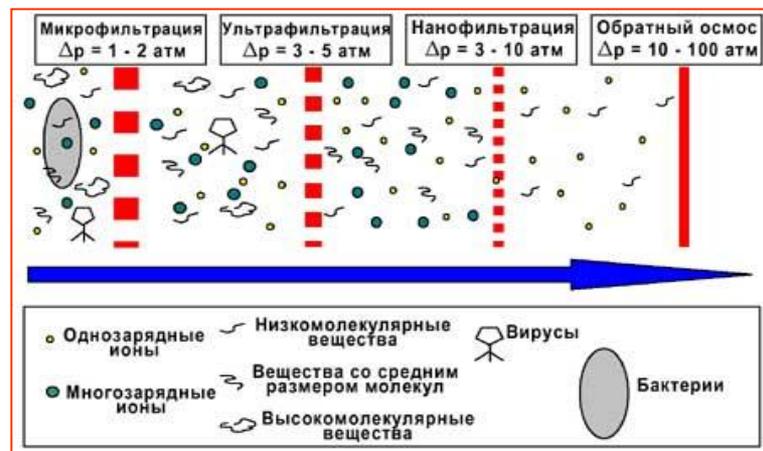
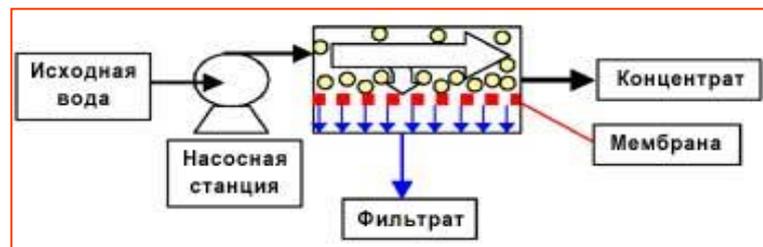


Рис. 2.3.1. Принципиальная схема мембранной технологии:
 а – процесс фильтрации, б – характеристики мембранных процессов фильтрации

Каталитические фильтры (обезжелезивание, деманганация, удаление сероводорода)

Обезжелезивание, деманганация воды осуществляется в 3 стадии:

аэрация для насыщения исходной воды кислородом воздуха с помощью компрессора (эжектора) для окисления растворенного в воде железа Fe^{+2} и марганца Mn^{+2} в нерастворимую форму гидроксида железа Fe^{+3} , Mn^{+3} ;

последующее каталитическое окисление железа и марганца на фильтрах с зернистой каталитической специальной загрузкой;

фильтрацию, при которой окисленные коллоидные формы осаждаются на зернах загрузки последовательно на фильтрах с плавающей и песчаной загрузкой.

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ.

Реакция окисления железа происходит внутри напорного резервуара на скорых насыпных фильтрах, так называемых фильтрах обезжелезивания, которых насыпным слоем служит специальная фильтрующая среда с каталитическими свойствами, т.е. катализатором обезжелезивания.

Наиболее часто в качестве каталитической засыпки применяется синтетический материал «Вirm», позволяющий эффективно и экономично удалять из воды соединения железа и марганца низких и средних концентраций. Также довольно широко применяются каталитические засыпки на основе природных минералов, таких как доломит, цеолит, глауконит. Используется и синтетические цеолиты.

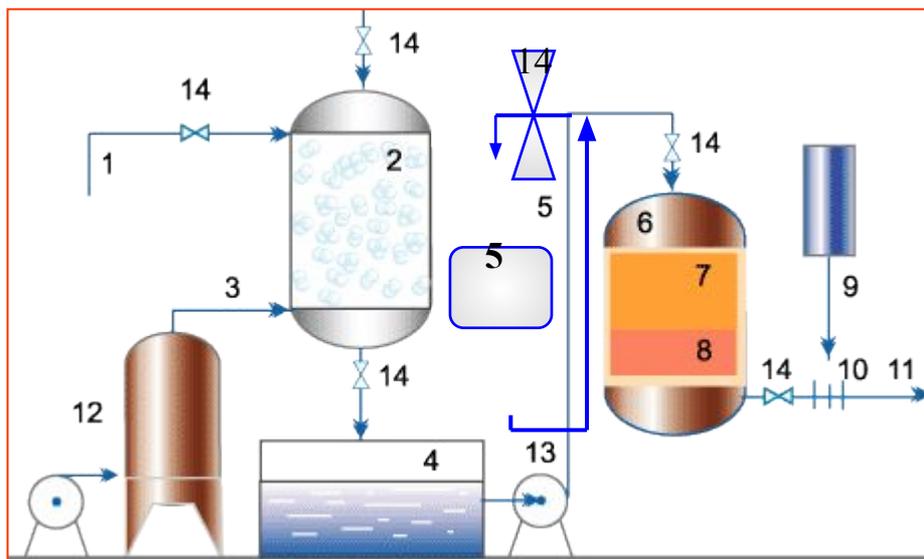


Рис. 2.4.1 Принципиальная технологическая схема (а) и установка (б) для удаления из подземных вод железа, марганца, сероводорода, аммиака и углекислоты:

1 - подача подземной воды на обработку; 2 - дегазационно-аэрационная колонна; 3 - подача сжатого воздуха; 4 - бак-накопитель дегазированной воды; 5 - каталитический фильтр; 6 - двухслойный зернистый фильтр; 7 - дробленная фильтрующая загрузка из золо-шлаковых отходов ТЭС и крупных котельных работающих на угле; 8 - зернистая загрузка из природного материала-клиноптилолита; 9 - обеззараживание воды хлором или озоном, УФ-лучами; 10 - шайбовый смеситель; 11 - подача воды в резервуар чистой воды и к потребителю; 12 -воздуходувная станция; 13 - перекачивающий насос; 14 - запорно-регулирующая арматура

Фильтры-умягчители применяются с целью снижения образования накипи на нагреваемых поверхностях (ТЭНы, теплообменники, испарители, котельные и др.).

В умягчителе очищаемая вода проходит через слой катионита сверху вниз. При этом на определённой глубине фильтрующего слоя происходит максимальное умягчение воды (очистка воды от солей жёсткости). Слой катионита, который участвует в умягчении воды, называется зоной умягчения (рабочий слой катионита). При дальнейшем умягчении воды верхние слои катионита истощаются и теряют ионообменную способность. В ионный обмен вступают нижние слои катионита и зона умягчения постепенно опускается. Через некоторое время наблюдаются три зоны: работающего, истощенного и свежего катионита. Жесткость фильтрата будет постоянной до момента совмещения нижней границы зоны умягчения с нижним слоем катионита. В момент совмещения начинается «проскок» катионов Ca^{+2} и Mg^{+2} и увеличение остаточной жесткости, пока она не станет равной жесткости исходной воды, что свидетельствует о полном истощении катионита.

Когда поглощающая способность смолы снижается до определенного уровня, блок управления автоматически начинает цикл регенерации. **Восстановление свойств ионообменной смолы осуществляется при подаче в фильтр водного раствора высокоочищенной поваренной соли (NaCl) за счет обратного замещения накопленных в смоле ионов кальция и магния на ионы натрия.** Затем все загрязнения вымываются из фильтра в дренаж, а смола, обогащенная натрием, становится вновь готовой к работе. В зависимости от размеров умягчителя цикл регенерации/промывки может продолжаться до 2-3 часов.

Конструктивно фильтры умягчения (умягчители) могут состоять из одного или нескольких попеременно работающих фильтров.

В первом случае, во время регенерации умягченная вода не производится. Во втором случае, поскольку оба фильтра работают попеременно, умягченная вода подается потребителю непрерывно, т.е. установка непрерывного действия.

Модельный ряд установок умягчения представлен аппаратами производительностью 0,1-10,0 м³/час по умягченной воде. Установки большей производительности выполняются из отдельных блоков-модулей расположенных на едином основании и обвязанных единой системой трубопроводов и контрольно-измерительных приборов. Производительность таких станций умягчения 10–100 м³/час. Установки выполнены из нержавеющей стали. Управление работой установок - ручное, полуавтоматическое и автоматическое. Подача раствора соли для регенерации возможна с помощью водо-водяных эжекторов или специальными химически стойких насосов. Для хранения соли (растворов соли) предусмотрены емкости из полипропилена объемом 100-1000 литров (солерастворитель). Отмывка фильтров от соли производится чистой водой из специальных баков-накопителей.



Рис. Система для непрерывного умягчения воды для котельной производительностью 5 м³/час с блоком полуавтоматической регенерации раствором соли.

Фильтры окислительные для очистки воды

Ионообменные фильтры для удаления из подземных вод бора и брома

Технология очистки воды от йода и брома основана на окислительно-сорбционном методе, который предусматривает обработку воды окислителем (гипохлоритом натрия) с последующей сорбцией окисленных соединений йода и брома гидроксидом алюминия.

Образующийся осадок может быть утилизирован на предприятиях йодобромной промышленности с получением технических продуктов - йода и брома.

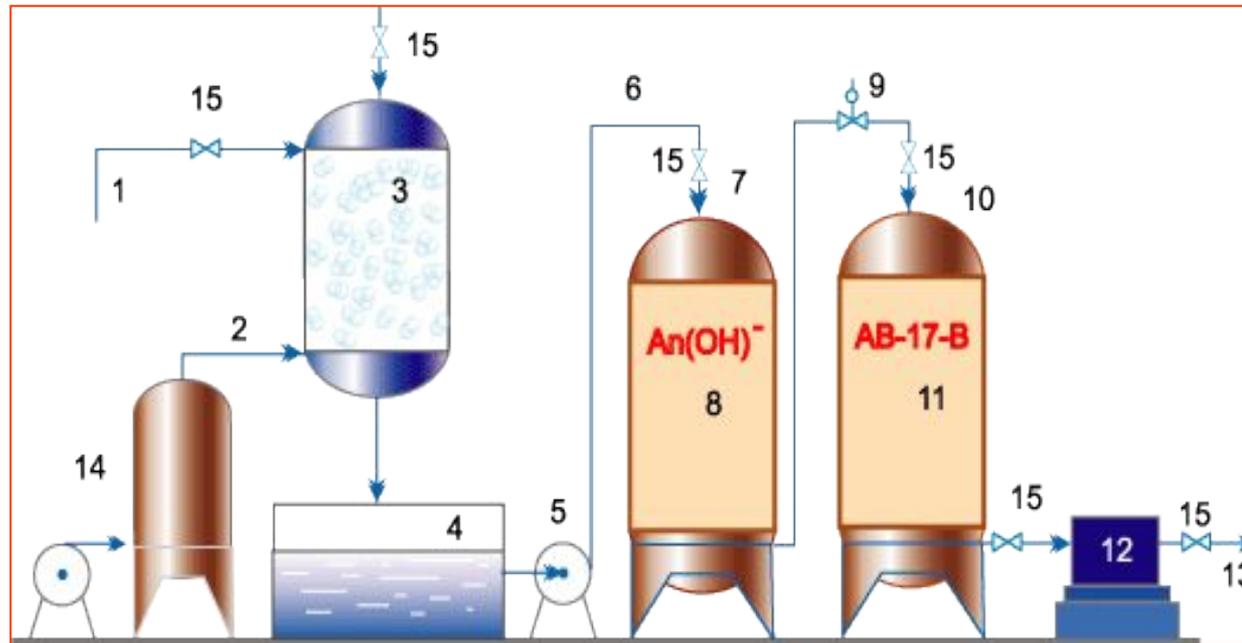


Рис. Принципиальная технологическая схема удаления из подземных вод бора и брома:

1 - подача подземной боро-бромсодержащей воды на обработку; 2 — подача сжатого воздуха; 3 - дегазационно-аэрационная колонна; 4 - бак для дегазированной воды; 5 - насос; 6 - подача обрабатываемой воды на ОН-анионитовый фильтр; 7 - ионообменный ОН-анионитовый фильтр; 8 - высокоселективная ионообменная смола «S-108» в ОН-форме; 9 - подача в обрабатываемую воду окислителя - активного хлора (Cl или NaClO); 10 - окислительно-сорбционный фильтр; 11 - сильноосновной анионит АВ-17-8 в СГ форме; 12 - обеззараживание воды (УФ-лучами, хлором, озоном); 13 - подача воды в накопительную емкость и к потребителю; 14 - воздуходувная станция; 15 - запорно-регулирующая арматура

Сорбционные фильтры

Сорбция – это поглощение растворенных в воде веществ поверхностью твердого сорбента. Сорбентом в установках является тот материал, который наполняет фильтр.

Сорбционная обработка воды, в отличие от механической обработки, считается активным процессом: элемент захватывает примеси и удерживает их силами молекулярного притяжения.

Принцип действия установок для сорбционной обработки воды заключается в адсорбции – улавливании частиц примесей в структуре волокон, а назначение – в тонкой механической очистке.

Сорбционные фильтры для дополнительной очистки воды в системе водоснабжения предназначены для решения специфических задач (например, удаление фтора, нитратов).

Сорбционный угольный фильтр используется для очистки воды от эмульгированных в ней жидкостей, в частности остатков масел и нефтепродуктов. Промышленность выпускает следующие модели фильтров. УСФ 2.0-0.6, УСФ 2.6 – 0.6 и УСФ 3.4-0.6. Первая цифра означает диаметр фильтра в метрах, вторая давление в МПа. Масса фильтров от 2.5 до 5 тонн. Производительность от 30 до 70 куб/ч. Высота от 4.5 до 5.2 метра.

Схема работы сорбционного угольного фильтра.

Активированный уголь представляет из себя мелкопористое вещество с большой площадью поверхности, покрытой порами. Эти поры имеют способность поглощать (адсорбировать) органические примеси.

Сорбционные фильтры с активированным углем работают в периодическом режиме. В процессе работы уголь загрязняется, качество очистки к концу фильтроцикла ухудшается. При полной выработке активированного угля, поток воды выходит без очистки. Выработка угля происходит неравномерно. Для повышения эффективности и защиты от слеживания активированного угля с периодичностью в 10-15 дней необходимо «продувать» фильтрующий материал потоком горячего очищенного конденсата пять десять минут, чтобы его взрыхлить и перемешать. Выработанный фильтрующий материал с поверхности вынимается, примерно 40%, и насыпается новая порция, а остатки невыработанных 60% добавляются наверх.

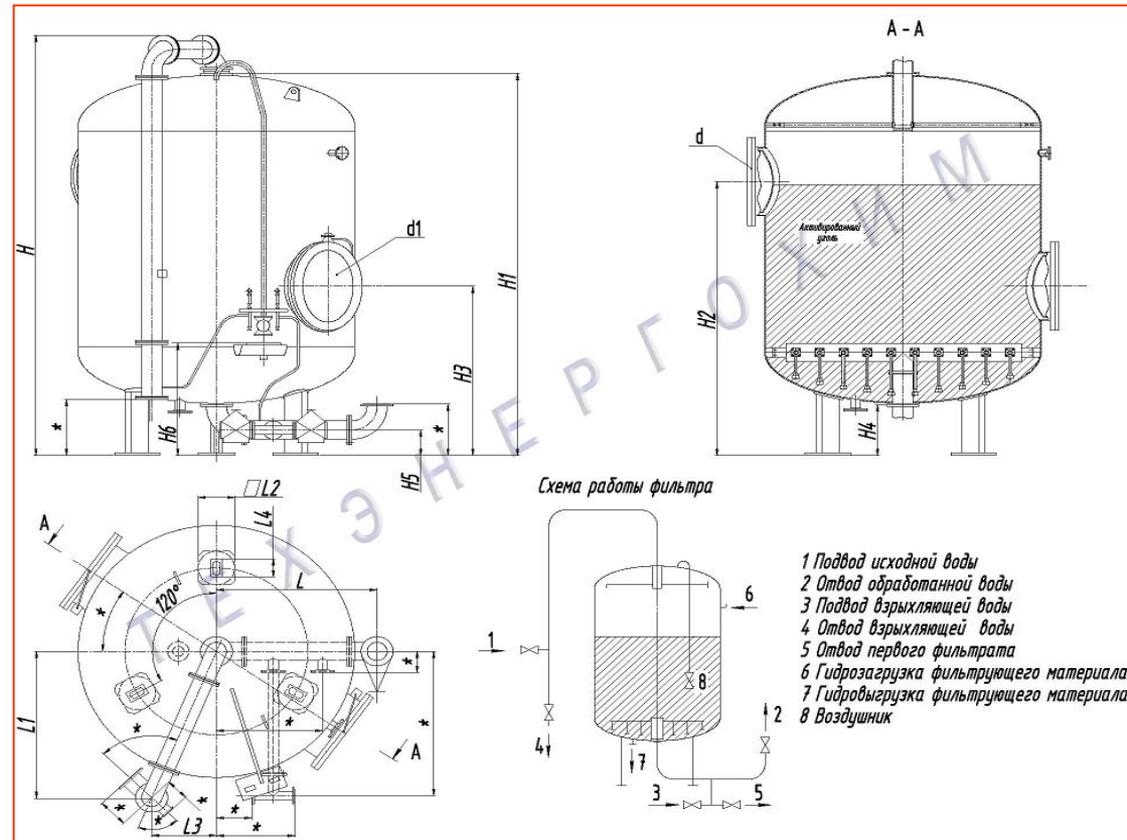


Рис. Угольный сорбционный фильтр «УСФ»

1.1.4. РЕГУЛИРУЮЩИЕ И ЗАПАСНЫЕ ЕМКОСТИ (РЕЗЕРВУАРЫ)

Емкости, используемые в системах водоснабжения, могут быть классифицированы следующим образом.

1. По функциональному признаку (по их назначению):

- а) регулирующие;
- б) запасные;
- в) запасно-регулирующие (т. е. объединяющие в одном сооружении функции аккумуляции и хранения воды).

2. По способу подачи воды из них в сеть:

- а) напорные, которые обеспечивают напор, необходимый для непосредственной подачи воды в водопроводную сеть;
- б) безнапорные, из которых воду нужно забирать насосами.

Напорные емкости в зависимости от конструкции подразделяют на следующие основные типы:

- а) **водонапорные башни** (напор обеспечивается установкой резервуара на поддерживающей конструкции требуемой высоты);
- б) **напорные резервуары** (напор обеспечивается установкой резервуара на естественных возвышенностях с требуемыми отметками);
- в) **водонапорные колонны** (занимают промежуточное положение между наземными резервуарами и башнями);
- г) **пневматические водонапорные установки** (напор обеспечивается давлением сжатого воздуха на поверхность воды в герметически закрытых резервуарах).

Регулирующие емкости выполняют роль аккумуляторов (накопителей) воды, обеспечивающих компенсацию несовпадения режимов подачи воды и ее разбора. Включение в систему водоснабжения регулирующих емкостей (резервуаров) повышает ее технико-экономическую эффективность.

Регулирующие емкости 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 водопроводов и транзитных магистралей водопроводной сети.

Правильный выбор размеров регулирующих емкостей, их числа к мест расположения в системе водоснабжения имеет большое экономическое значение.

В запасных емкостях хранятся пожарные и технологические запасы воды, способствующие повышению надежности работы систем водоснабжения. Регулирующие и запасные емкости могут соединяться в одном, общем резервуаре.

Запасные емкости способствуют повышению надежности систем водоснабжения, т. е. обеспечивают выполнение одного из основных требований, предъявляемых к этим системам.

Водонапорные башни и резервуары

Водонапорные башни и резервуары - это сооружения в системе водоснабжения для регулирования напора и расхода воды в водопроводной сети, создания её запаса и выравнивания графика работы насосных станций.

Водонапорная башня состоит из бака (резервуара) для воды, обычно цилиндрической формы, и опорной конструкции (ствола).

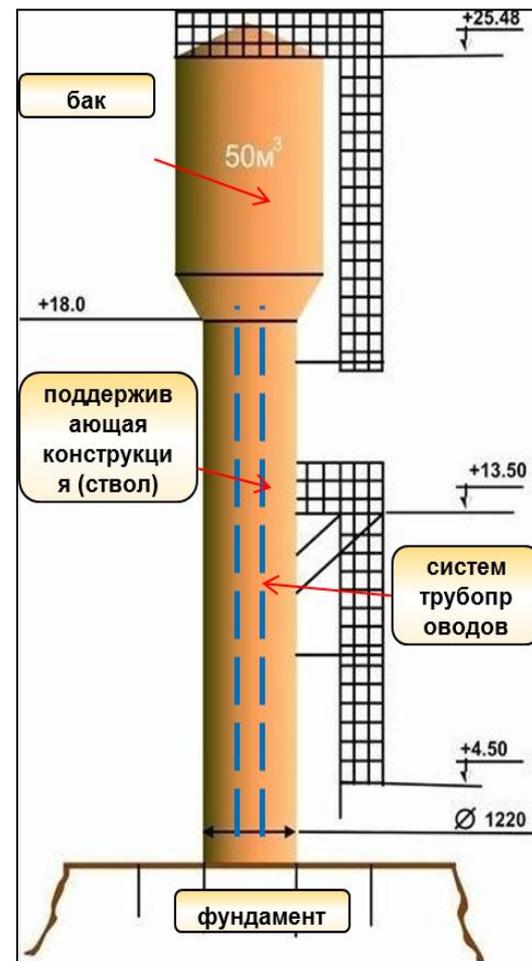
Регулирующая роль водонапорной башни заключается в том, что в часы уменьшения водопотребления избыток воды, подаваемой насосной станцией, накапливается в водонапорной башне и расходуется из нее в часы увеличенного водопотребления.

Высота водонапорной башни (расстояние от поверхности земли до низа бака) обычно не превышает 25 м, в редких случаях — 30 м; ёмкость бака — от нескольких десятков м³ (для малых водопроводов) до нескольких тысяч м³ (в больших городских и промышленных водопроводах). Опорные конструкции выполняются в основном из стали, железобетона, иногда из кирпича, баки — преимущественно из железобетона и стали.

Водонапорные башни оборудуются трубами для подачи и отвода воды, переливными устройствами для предотвращения переполнения бака, а также системой замера уровня воды с телепередачей сигналов в диспетчерский пункт.

Водонапорный резервуар, в отличие от водонапорной башни, не имеет опорной конструкции (ствола), но устанавливается на возвышенных отметках местности.

Иногда водонапорные резервуары служат для хранения пожарного и аварийного запасов воды. В современных системах водоснабжения наибольшее распространение получили резервуары из железобетона (в том числе предварительно напряжённого).



Водонапорная башня

Пневматические водонапорные установки

В системах водоснабжения небольших объектов находят также применение гидропневматические установки. Они выполняют роль водонапорной башни. Требуемый напор в них создается давлением сжатого воздуха.

Основным элементом пневматической установки является герметичный бак (гидропневмобак), из которого вода под давлением подается в распределительную сеть внутреннего водопровода. Требуемый напор в пневмобаке может быть создан насосом или компрессором при подаче в пневмобак воды или сжатого воздуха. Пневматическая установка, в которой воздух, находящийся в пневмобаке, сжимается водой, поступающей от насоса, а не от компрессора, называется *бескомпрессорной установкой*.

В зависимости от напора (давления) в пневмобаке различают пневматические установки *с переменным* (рис. 15.7) и *постоянным давлением* (рис. 1.41). Бескомпрессорные установки относят к пневматическим установкам с переменным давлением.

Установки переменного давления. В часы минимального недопотребления, когда подача воды насосами 2, забирающими воду из резервуара 1, превышает водоотбор из сети, избыток воды поступает в водовоздушный бак 5. При этом повышается уровень воды в баке и увеличивается давление воздуха на свободную поверхность. При достижении максимального уровня воды в баке, соответствующего отметке Z_2 , реле давления 4 отключает насос. С этого момента подача воды в водовод 7 осуществляется от водонапорного бака под давлением сжатого воздуха P_{\max} . В процессе сработки уровня воды давление в баке снижается. При достижении уровня, соответствующего отметке Z_1 , давление в баке снизится до P_{\min} . Рабочий цикл установки повторяется. Для поддержания давления воздуха в баке установка оборудуется компрессором 6.

Установки постоянного давления позволяют с помощью регулятора давления поддерживать постоянное давление воздуха в гидропневматическом баке и тем самым обеспечивать постоянство расхода и давления у потребителя. Эти установки несколько сложнее описанных выше. Они могут применяться в системах пожаротушения и промышленного водоснабжения, если изменение напора приводит к недопустимым колебаниям расходов воды.

Гидропневматическое водоснабжение целесообразно применять в системах водоснабжения со сравнительно высоким давлением.

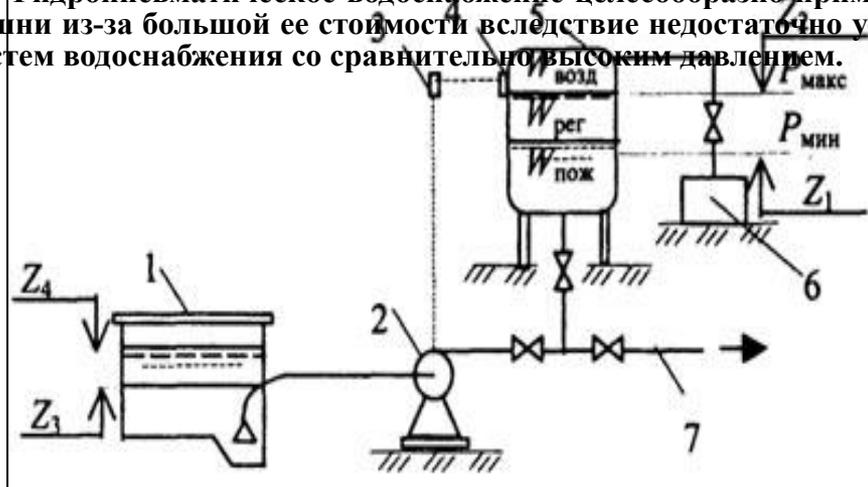


Рис. 15.7. Гидропневматическая напорная установка:

1 - резервуар, питающий насосы; 2 - насосный агрегат; 3 - шкаф управления; 4 - реле давления; 5 - водонапорный бак; 6 - компрессор; 7 - напорный трубопровод.

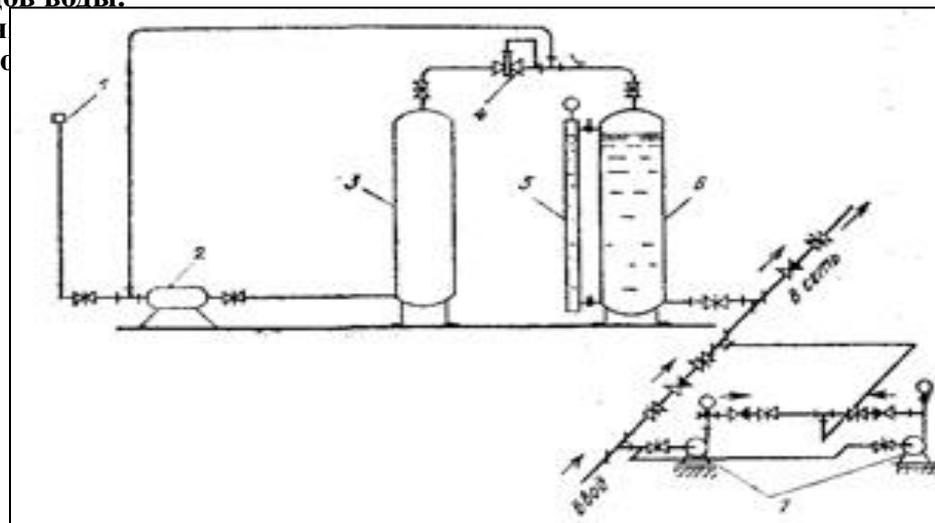


Рис. 1.41. Схема пневматической установки постоянного давления:

1 — фильтр; 2 — компрессор; 3 — воздушный резервуар (котел); 4 — редукционный клапан (регулятор давления); 5 — указатель уровня; 6 — водяной резервуар; 7 — насосы

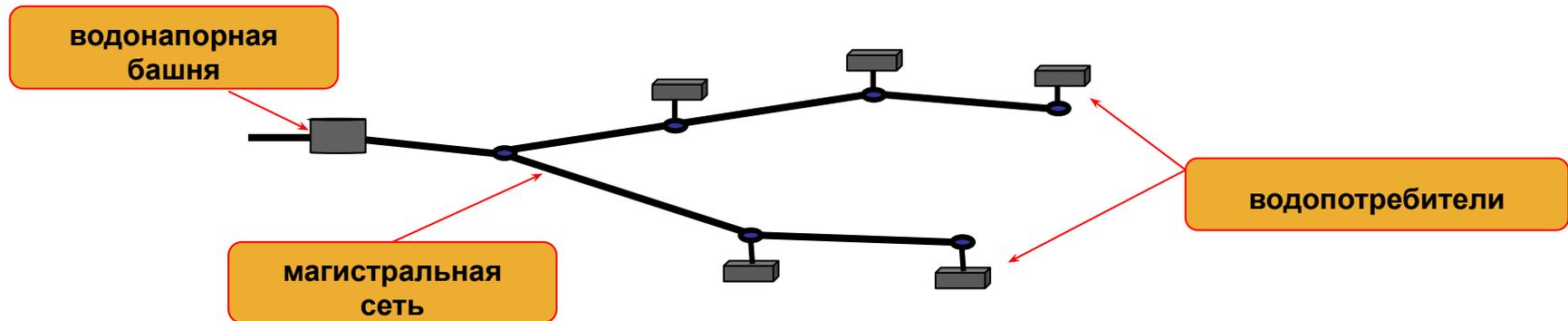
1.1.5. ВОДОВОДЫ И ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

Водопроводные сети предназначены для транспортирования воды к потребителям

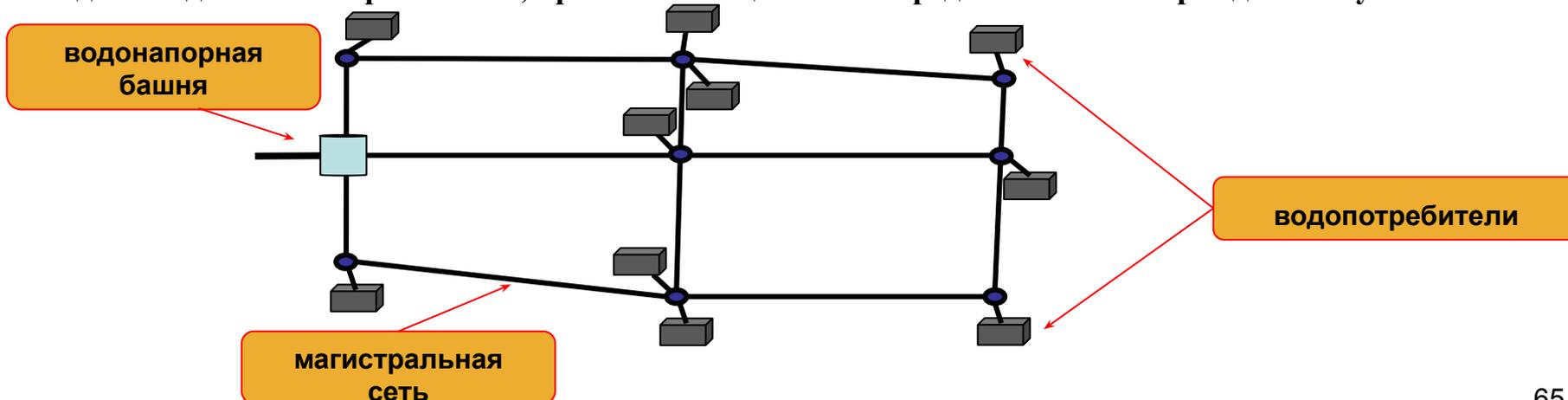
По начертанию водопроводные сети бывают: разветвленные (тупиковые); кольцевые

Водопроводную сеть следует проектировать кольцевой, тупиковые линии разрешается устраивать в хозяйственно-питьевых водопроводах при диаметре труб не более 100 мм, в противопожарных водопроводах при длине линии до 200 м и производственных водопроводах при допустимости перерыва в водоснабжении на время ликвидации аварии

Тупиковые сети допускают транспортирование воды к потребителю по единственному направлению



Кольцевые сети в отличие от тупиковых имеют более высокую надежность, т.к. благодаря наличию параллельно работающих магистралей в этих сетях, авария на любом участке не вызывает прекращения подачи воды всем потребителям, кроме питающихся непосредственно от поврежденного участка



Раздел 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

1.2. ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

1.2. Внутренний водопровод зданий

присоединение к наружным сетям, подачу воды к санитарно-техническим приборам, технологическому оборудованию и пожарным кранам в границах внешнего контура стен одного здания или группы зданий и сооружений и имеющая общее водоизмерительное устройство от наружных сетей водопровода населенного пункта или предприятия

Внутренний водопровод подразделяется в первую очередь на холодный (В) и горячий (Т) водопровод.

Холодные водопроводы имеют следующие разновидности:

В1 — хозяйственно-питьевой водопровод;

В2 — противопожарный водопровод (с пожарными кранами);

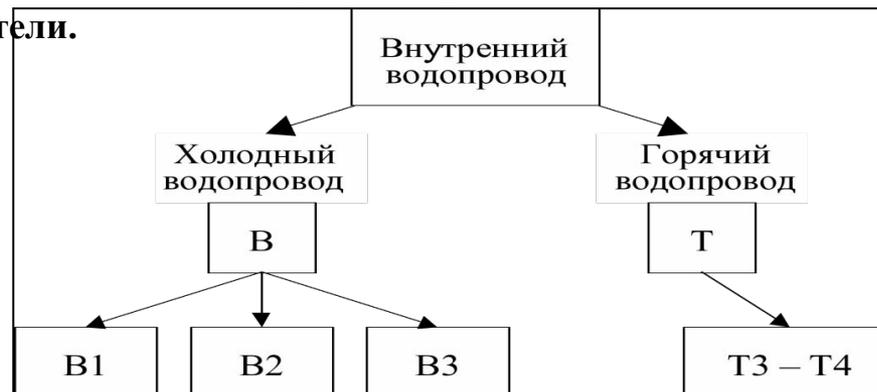
В3 — производственный водопровод (общее обозначение).

Хозяйственно-питьевые водопроводы подают воду на нужды питьевые, гигиенические и хозяйственно-бытовые. Они обязательны во всех жилых, служебных и общественных зданиях, строящихся в канализованных районах или в зданиях с местной канализацией.

Систему противопожарного водопровода в зданиях (сооружениях), имеющих системы хозяйственно-питьевого или производственного водопровода, следует, как правило, объединять с одной из них.

Современный горячий водопровод должен иметь в здании две трубы: Т3 — подающая, Т4 — циркуляционная. Попутно отметим, что Т1-Т2 обозначаются системы отопления (теплосети), которые не относятся непосредственно к водопроводу, однако связаны с ним.

В зависимости от режима и объема потребления горячей воды на хозяйственно-питьевые нужды зданий и сооружений различного назначения следует предусматривать системы централизованного водоснабжения или местные водонагреватели.



1.2. Внутренний водопровод зданий

гарантированного напора в наружной водопроводной сети $H_{гр}$ и напора, требуемого для водоснабжения конкретного здания $H_{тр}$, м.

Приближенно требуемый напор определяется по формуле $H_{тр} = 10 + 4(n-1)$, где n – этажность здания.

При достаточно высоком напоре в наружной водопроводной сети ($H_{тр} \leq H_{гр}$) применяется простая схема водоснабжения здания (рис. 1.1). При $H_{тр} > H_{гр}$ используются схемы с насосной станцией подкачки.

В соответствие с этим внутренние водопроводы различаются по способу подачи воды к водозаборным точкам:

- **внутренний водопровод присоединяется непосредственно к наружному;** применяют в тех случаях, когда городская сеть находится под постоянным давлением, достаточным для бесперебойной подачи воды в самую высокую и удаленную водоразборную точку здания.

- **внутренний водопровод с постоянной или периодической подкачкой насосной установкой;** в этом случае насосная установка, включенная в линию после водомера, работает постоянно или периодически, по мере надобности нагнетая воду в домовую сеть.

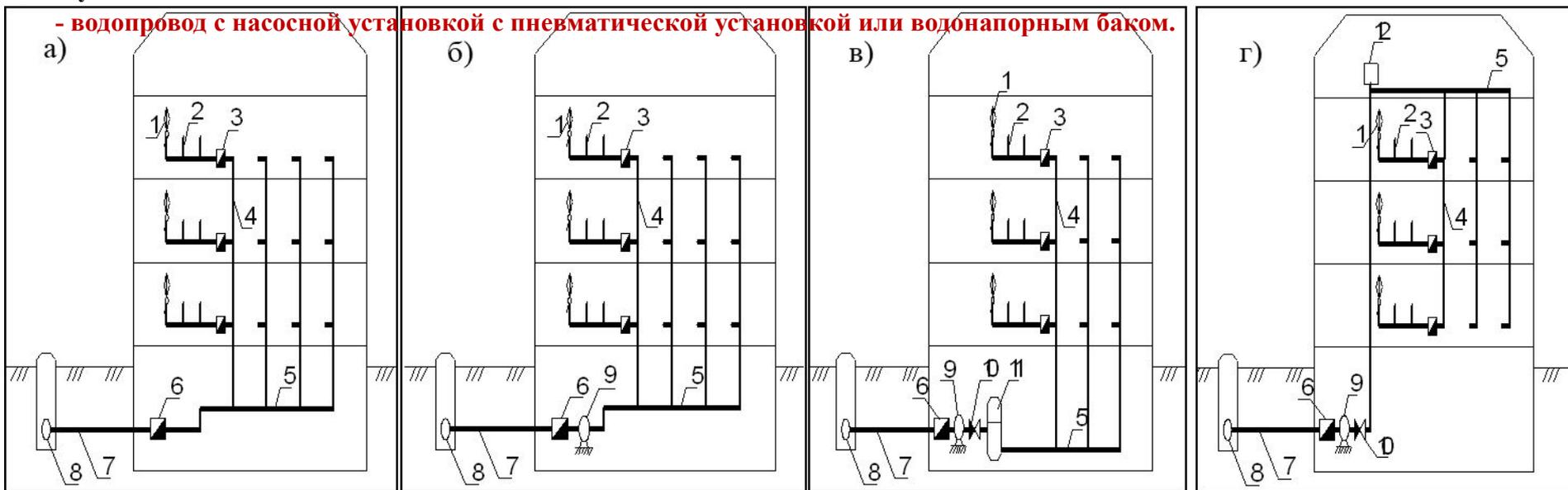


Рис. 1.1. Системы внутренних водопроводов:

а - Простая схема водоснабжения здания с обеспеченным напором в наружной сети; б - Схема водоснабжения здания с местной насосной установкой без регулирующих емкостей; в - Схема водоснабжения здания с местной насосной установкой с пневматической установкой;

г - Схема водоснабжения здания с местной насосной установкой с водонапорным баком;

1 – водоразборная арматура; 2 – подводка к приборам; 3 – водомер; 4 – стояк; 5 – разводящая сеть (магистраль); 6 – водомерный узел; 7 – ввод; 8 – трубопровод наружной водопроводной сети; 9 – насос; 10 – обратный клапан; 11 – гидропневматический бак; 12 – водонапорный бак

Хозяйственно-питьевой водопровод В1 — это разновидность холодного водопровода. Это основной водопровод в городах и населённых пунктах, поэтому ему присвоена цифра 1. В его названии на первом месте стоит слово «хозяйственный», так как основной объём воды — более 95 % — используется в зданиях на хозяйственные нужды и лишь менее 5 % на питьё.

Требования к качеству воды В1

Требования к качеству воды в хозяйственно-питьевом водопроводе В1 можно разбить на две группы:

- вода должна быть питьевой, согласно ГОСТ 2874-82 и СанПиН 2.1.4.1074-01;
- вода должна быть холодной, то есть с температурой примерно +8 ... +11°C.

Предназначенная для питья вода в источниках водоснабжения должна стать безопасной в эпидемиологическом отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические (для восприятия органов чувств) свойства.

Температура воды +8 ... +11°C достигается за счёт контакта водопроводов с грунтом, для чего эти трубы не теплоизолируют под землёй и прокладывают ниже глубины промерзания на 0,5 метра.

Системы внутреннего водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного) включают:

- вводы в здания,
- узлы учета потребления холодной и горячей воды,
- разводящую сеть,
- стояки,
- подводки к санитарно-техническим приборам и технологическим установкам,
- водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру.

Дополнительно могут предусматриваться запасные и регулирующие емкости.

Ввод водопровода

Ввод водопровода - это участок подземного трубопровода (с запорной арматурой) от смотрового колодца на наружной сети до наружной стены здания, куда подаётся вода (см. рис. 2).

Каждый ввод водопровода в жилых зданиях рассчитан на количество квартир не более 400.

На схемах и чертежах ввод обозначается, например, так: *Ввод В1-1*. Это означает, что ввод относится к хозяйственно-питьевому водопроводу В1 и порядковый номер ввода № 1.

Глубина заложения трубы ввода водопровода (см. рис. 2) принимается по СП 31.13330.2012 для наружных сетей и находится по формуле

$H_{\text{зал}} = d_{fn} + 0,5 \text{ м}$, где d_{fn} - нормативная глубина промерзания грунта в данной местности; 0,5 м - запас ниже границы промерзания.

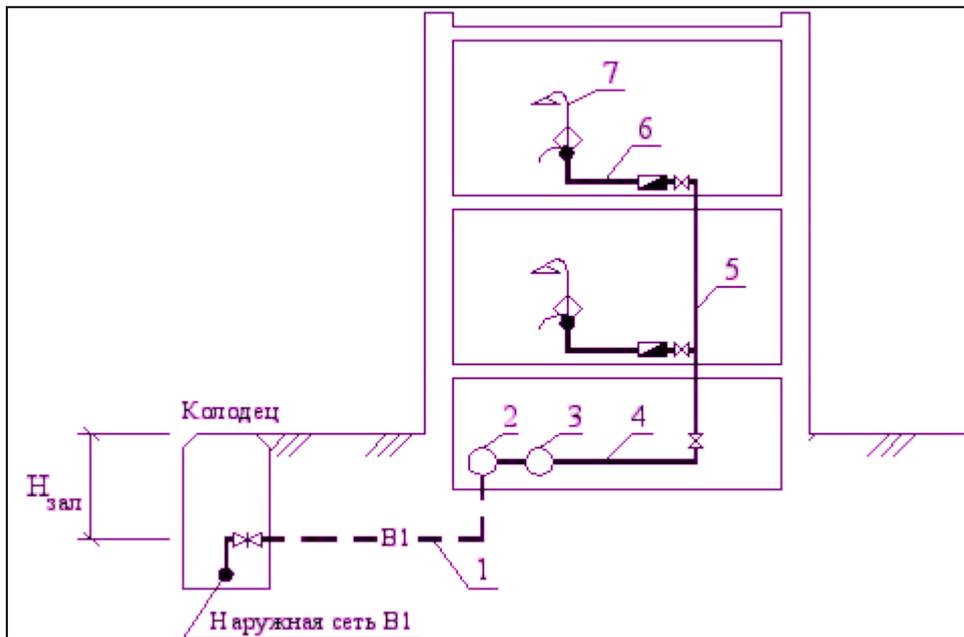


Рис. 2. Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1
1 - ввод водопровода; 2 - водомерный узел; 3 - насосная установка (не всегда); 4 - разводящая сеть водопровода; 5 - водопроводный стояк; 6 - поэтажная (поквартирная) подводка; 7 - водоразборная и смесительная арматура.

Водомерный узел

Водомерный узел (водомерная рамка) - это участок водопроводной трубы непосредственно после ввода водопровода, который имеет водомер, манометр, запорную арматуру и обводную линию (рис. 3).

Водомерный узел надлежит устанавливать у наружной стены здания в удобном и легкодоступном помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже +5°C согласно СП 30.13330.2016.

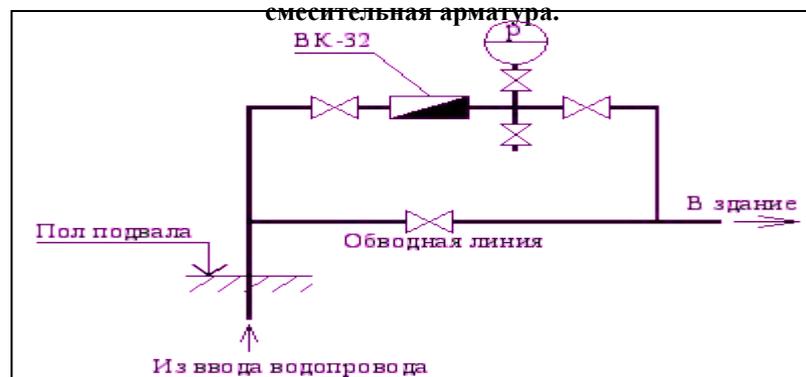


Рис. 3. Водомерный узел

Обводная линия водомерного узла обычно закрыта, а арматура на ней опломбирована. Это необходимо для

Установки для поддержания заданного напора

Насосные установки применяются в системах зонного водопровода в жилых зданиях высотой 17 и более этажей, административных зданиях, гостиницах и др. высотой более 50 м.

Схема насосной установки для этого случая показана на рис. 4.

Высота зоны определяется из расчета максимально допустимого гидростатического напора у нижних пожарных кранов и хозяйственных водоразборных точек. Гидростатический напор в системе хозяйственно - питьевого водопровода не должен превышать 60 м.

В отдельной сети противопожарного водопровода максимальный напор при работе пожарных насосов не должен превышать 90 м на отметке наиболее низко расположенных пожарных кранов.

Для подачи воды в каждую зону устанавливают повысительные насосы. В некоторых случаях в первые этажи здания вода подается за счет давления в городской сети без установки повысительных насосов для этой зоны.

Забор воды насосами осуществляется непосредственно из наружной водопроводной сети.

У каждого насоса устанавливают две задвижки: на всасывающей трубе - для отключения насоса от ввода и на напорной трубе - для пуска насоса и регулирования количества подаваемой воды. Между насосами и задвижкой на напорной трубе устанавливают манометры для измерения давления, развиваемого насосом, и обратный клапан, обеспечивающий переключение насосов без перекрытия задвижек. Для подачи воды из ввода непосредственно в домовую сеть устраивают обводную линию с обратным клапаном и задвижкой. Обратный клапан позволяет включать насосы, не закрывая задвижку.

Насосы устанавливают на фундаментах и оборудуются звукоизолирующими (например, эластичными патрубками длиной не менее 1 м на всасывающем и напорном трубопроводах) и виброизолирующими устройствами.

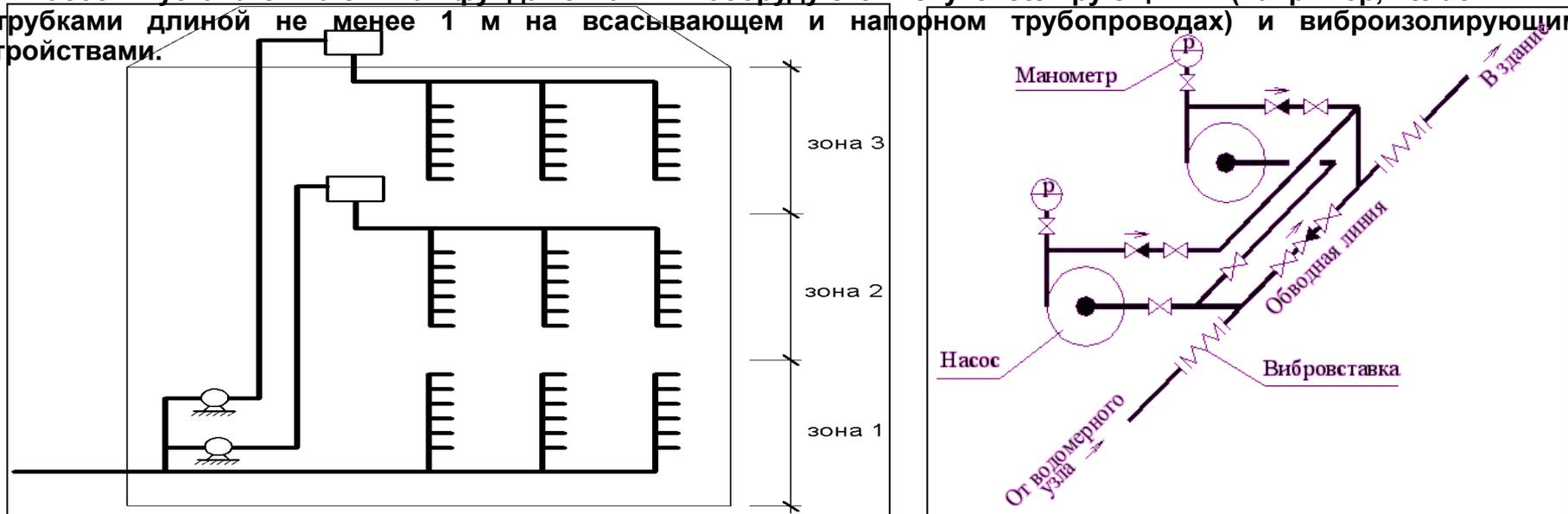


Рис. 4. Схема водоснабжения здания с параллельным зонированием

При неравномерном водоразборе постоянная стабильная работа насоса невозможна, и рекомендуются схемы, позволяющие создавать в системе водоснабжения здания запас воды и периодически отключать насос – схема с гидропневматическим баком (рис. 1.3) или открытым водонапорным баком (рис. 1.4).

Схема с гидропневматическими установками применяется в противопожарных и объединенных хозяйственно-противопожарных системах многоэтажных зданий для хранения регулирующего и противопожарного запаса воды.

Водонапорные баки применяются для создания запаса воды на период снижения давления в наружной сети и устанавливаются на чердаках зданий или на технических этажах.

Вместимость баков определяется из условий: запаса воды на хозяйственно-питьевые нужды, который обычно принимается не менее 20% при ручном пуске насоса и не менее 5% суточного расхода при автоматическом пуске насоса; неприкосновенного запаса воды для противопожарных целей, рассчитанного на 10-минутную продолжительность тушений пожара внутренними пожарными кранами при ручном включении пожарных насосов и 10-минутное тушение пожара при автоматическом включении насосов.

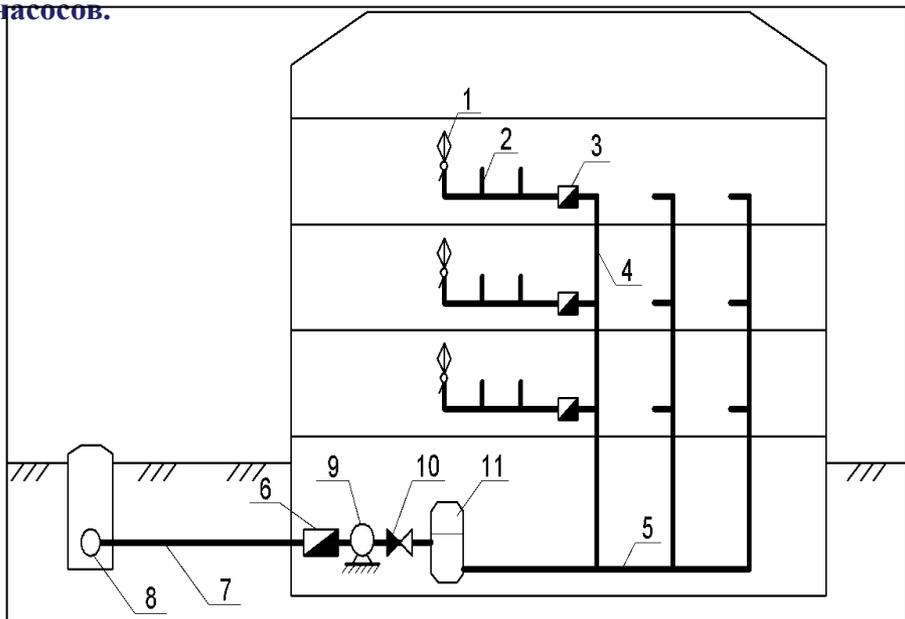


Рис. 1.3. Схема водоснабжения здания с местной насосной установкой и гидропневматическим баком:

1 – водоразборная арматура; 2 – подводка к приборам; 3 – водомер; 4 – стояк; 5 – разводящая сеть (магистраль); 6 – водомерный узел; 7 – ввод; 8 – трубопровод наружной водопроводной сети; 9 – насос; 10 – обратный клапан; 11 – гидропневматический бак

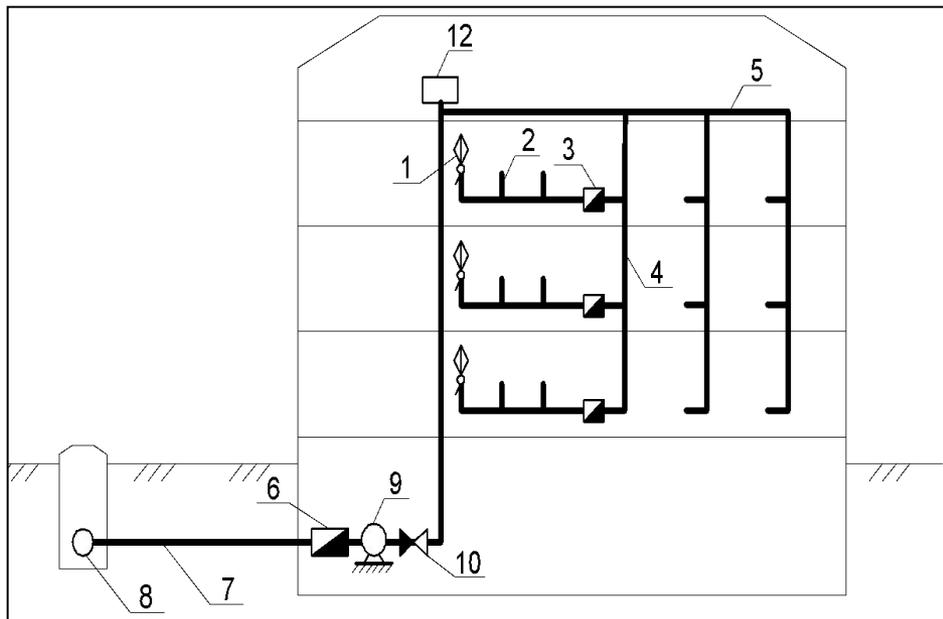


Рис. 1.4. Схема водоснабжения здания с местной насосной установкой и водонапорным баком:

1 – водоразборная арматура; 2 – подводка к приборам; 3 – водомер; 4 – стояк; 5 – разводящая сеть (магистраль); 6 – водомерный узел; 7 – ввод; 8 – трубопровод наружной водопроводной сети; 9 – насос; 10 – обратный клапан; 12 – водонапорный бак

В подвалах и техподпольях к разводящим сетям водопровода присоединяют трубы 15, 20 или 25 мм, подающие воду к поливочным кранам, которые обычно выводят в ниши цокольных стен наружу на высоте над землей около 30-35 см. По периметру здания поливочные краны размещают с шагом 60-70 метров. Кроме того, в мусорокамерах жилых зданий следует подводить от водопровода поливочные краны холодной и горячей воды.

Водопроводные стояки

Стояком называется любой вертикальный трубопровод. Водопроводные стояки размещают и конструируют по следующим принципам (см. рис. 2):

- 1) Один стояк на группу близкорасположенных водоразборных приборов.
- 2) Преимущественно в санузлах.
- 3) С одной стороны от группы близкорасположенных водоразборных приборов.
- 4) Зазор между стеной и стояком принимают 3-5 см.
- 5) В основании стояка предусматривают запорный вентиль.

Поэтажные подводки

Поэтажные (поквартирные) подводки (см. рис. 2) подают воду от стояков к водоразборной и смесительной арматуре: к кранам, смесителям, поплавковым клапанам смывных бачков. Диаметры подводов обычно принимают без расчёта 15 мм. Это связано с аналогичным диаметром водоразборной и смесительной арматуры. На подводке около стояка устанавливают вентиль \square 15 мм и квартирный водомер крыльчатого типа ВК-15. Далее подводят трубы к кранам и смесителям, обычно на высоте 10-20 см от пола. Перед смывным бачком на подводке устанавливают дополнительный вентиль для регулировки напора перед поплавковым клапаном. Ещё вентиль может быть установлен перед водонагревателем (если он есть).

Водоразборная и смесительная арматура

Водоразборная и смесительная арматура служит для получения воды из водопровода В1 и Т3:

- водоразборная (краны водоразборные, банные, поплавковые клапаны смывных бачков унитазов и др.);
- смесительная (смесители для мойки, для умывальника, общий для ванны и умывальника, с душевой сеткой и т.д.);
- запорная (вентили на трубах 15-40 мм, задвижки на трубах 50 мм и более). Например, вентили на ответвлениях в квартиру, перед смывными бачками и водонагревателями. Для Т3 до 50 мм включительно — из бронзы, латуни или термостойких пластмасс;
- предохранительная (обратные клапаны).

Контрольно-измерительные приборы на водопроводе:

- манометры (измеряют давление и напор);
- водомеры (измеряют расход воды).

Манометры применяют пружинного типа с максимальным давлением до 1 МПа (100 м вод. ст.). Водомеры используют крыльчатые (ВК 15, 40 мм) и турбинные (ВТ 50 и

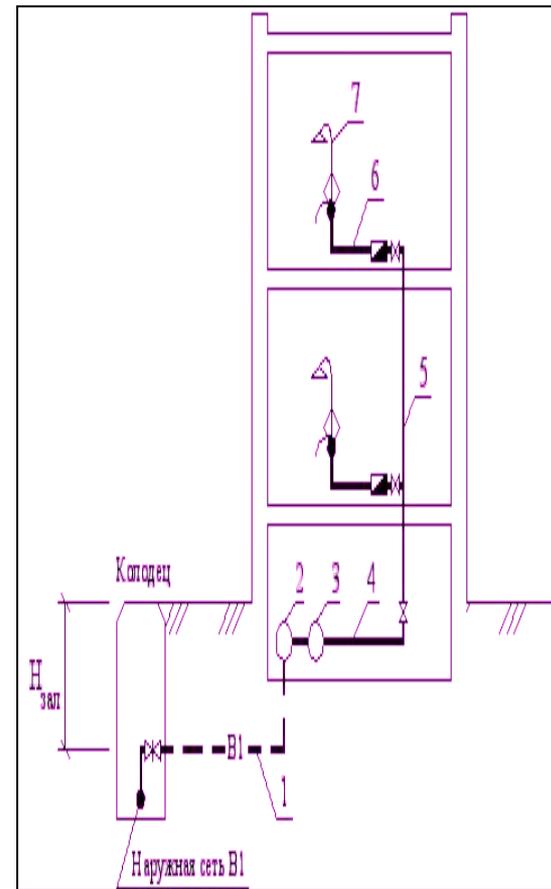


Рис. 2. Элементы хозяйственно-питьевого водопровода В1

- 1 - ввод водопровода; 2 - водомерный узел; 3 - насосная установка (не всегда); 4 - разводящая сеть водопровода; 5 - водопроводный стояк; 6 - поэтажная (поквартирная) подводка; 7 - водоразборная и смесительная арматура.

пожарных кранов.

Согласно СП 30.13330.2016, систему В2 должны иметь следующие здания:

- 1) жилые здания от 12 и более этажей;
- 2) здания управлений от 6 и более этажей;
- 3) клубы с эстрадой, театры, кинотеатры, актовые и конференц-залы, оборудованные киноаппаратурой;
- 4) общежития и общественные здания объёмом от 5000 м³ и более;
- 5) административно-бытовые здания промпредприятий объёмом от 5000 м³ и более.

Классификация противопожарных водопроводов

Противопожарные водопроводы подразделяются на три разновидности, из которых лишь системы с пожарными кранами обозначаются как В2:

- 1) с пожарными кранами;
- 2) спринклерные - автоматические (сами включаются);
- 3) дренчерные - полуавтоматические (включение кнопкой).

Установки пожаротушения делят на спринклерные, предназначенные для локального тушения пожаров, и дренчерные - для тушения по всей территории или ее части.

Спринклерные установки включаются при повышении температуры, при этом струя распыленной воды подается в непосредственной близости от очага пожара. Узлы управления этих установок бывают «сухого» типа - для неотапливаемых объектов, и «мокрого» - для помещений, температура в которых в течение года не опускается ниже 0 градусов С. Спринклерные установки в силу своей специфики - низкой чувствительности и независимости (полной или частичной) от пожарной сигнализации - более эффективны для защиты помещений, пожар в которых, скорее всего, будет развиваться быстро, с интенсивным тепловыделением (деревянное помещение и др.).

Дренчерные системы работают по команде от извещателя, что позволяет ликвидировать пожар на более ранней стадии развития.

Противопожарный водопровод В2 предназначен для тушения пожаров водой в зданиях с помощью пожарных кранов.

Согласно СП30.13330.2016, система В2 носит подчинённый характер по отношению к системам В1 или В3. Это означает, что если в здании предусмотрена сеть В1 или В3, то противопожарный водопровод В2 стояками присоединяется к сети В1 или В3. Стояки В2 принимают диаметром не менее 50 мм и прокладывают в лестничных клетках и коридорах. Пожарные краны 50 мм располагают на высоте 1,35 м над полом. Их помещают в шкафчиках, куда кладут свёрнутый пеньковый пожарный рукав длиной 10, 15 или 20 м. На одном конце рукава имеется полугайка для быстрого присоединения к пожарному крану, а на другом конце — конический пожарный ствол для получения компактной водяной струи длиной около 10-20 метров. Струи воды при тушении пожара должны пересекаться примерно на 5 метров.

Нормативный расход воды от одного пожарного крана 2,5 л/с. Гидростатический напор **в отдельной системе В2** не должен превышать 90 метров водяного столба. **В системе В1+В2** — не более 45 м.

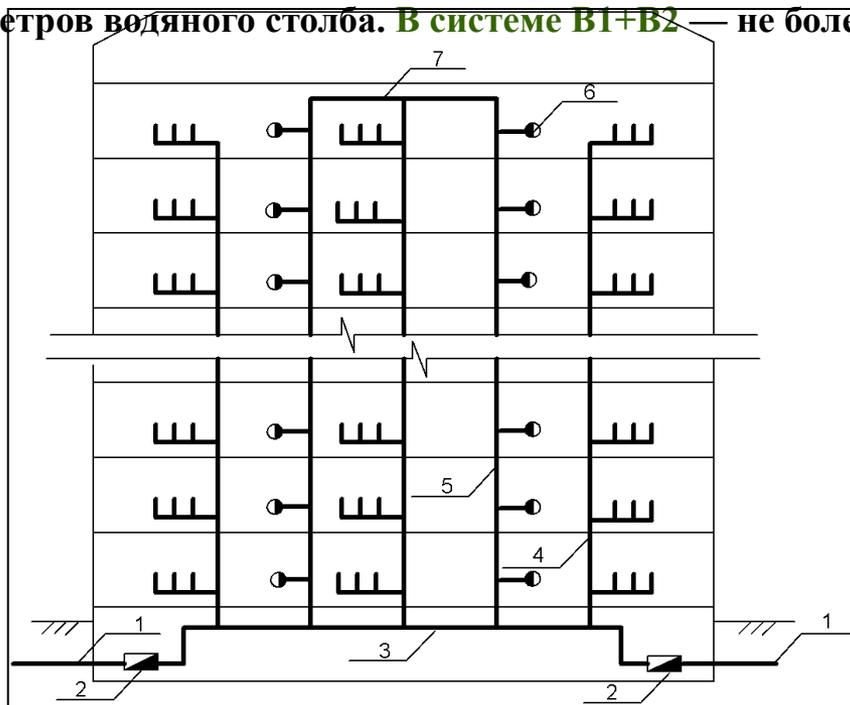


Рис. 1.20. Схема объединенной хозяйственно-противопожарной системы водоснабжения здания с двумя вводами: 1 – вводы; 2 – водомерные узлы; 3 – объединенная магистраль; 4 – водоразборный стояк; 5 – пожарный стояк; 6 – пожарный кран; 7 – кольцевая перемычка

Автоматические спринклерные установки предназначены для создания площадного орошения водой при тушении пожара. Они применяются в архивах библиотек и документации, в торговых залах крупных супермаркетов и в складах с повышенной пожароопасностью.

Спринклерная система водяного пожаротушения - это система трубопроводов, постоянно заполненная огнетушащим составом, снабженная специальными насадками, спринклерами, легкоплавкая насадка которых, вскрываясь при начальной стадии возгорания, обеспечивает подачу огнетушащего состава на очаг возгорания. При пожаре спринклерные установки приступают к тушению независимо от того, находятся ли в помещениях люди или они там отсутствуют. Конструктивно установки пожаротушения представляют собой смонтированную под перекрытиями помещений сеть труб со спринклерами, вскрывающимися при повышении температуры.

Главным элементом является **спринклер-ороситель** — это особый вид водоразборной арматуры. Под потолком помещения прокладывается разводящая сеть из стальных труб диаметром не менее 20 мм. На них с шагом 3 метра устанавливаются спринклеры, направленные вниз. В ожидании действия система находится под напором. При возникновении пожара под конкретным спринклером внутри него расплавляется легкоплавкая вставка. Спринклер автоматически открывается и начинает поливать — брызгать водой вниз туда, где возник пожар. Поэтому спринклерная система и называется автоматической, так как срабатывает без участия человека.

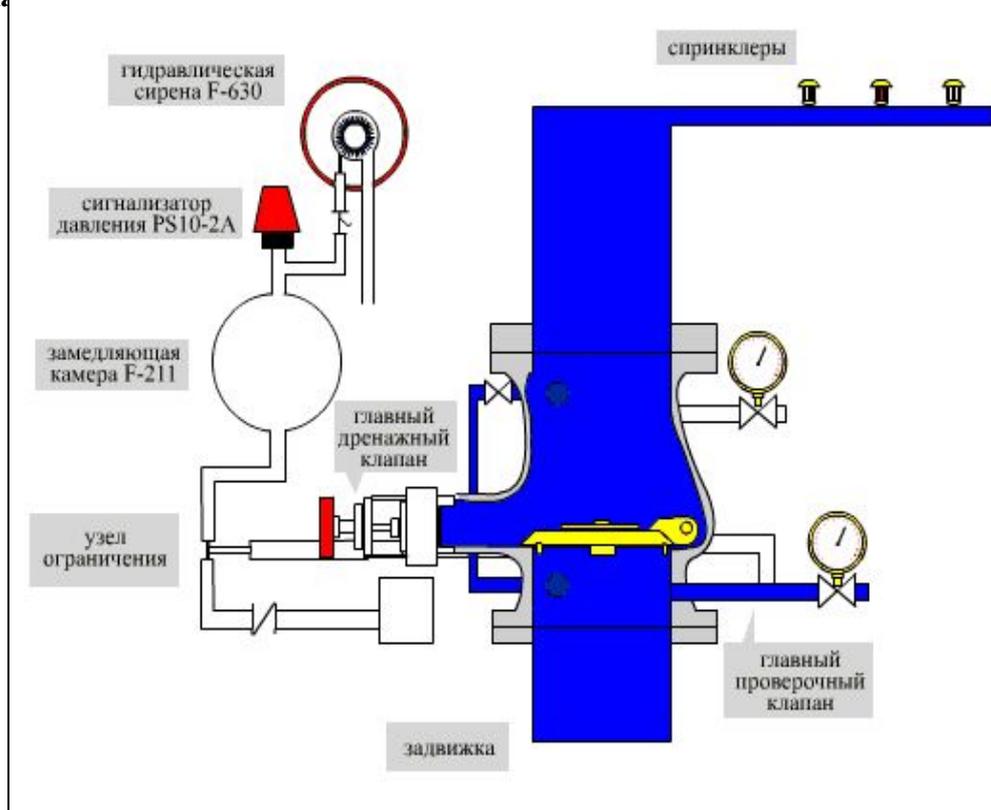
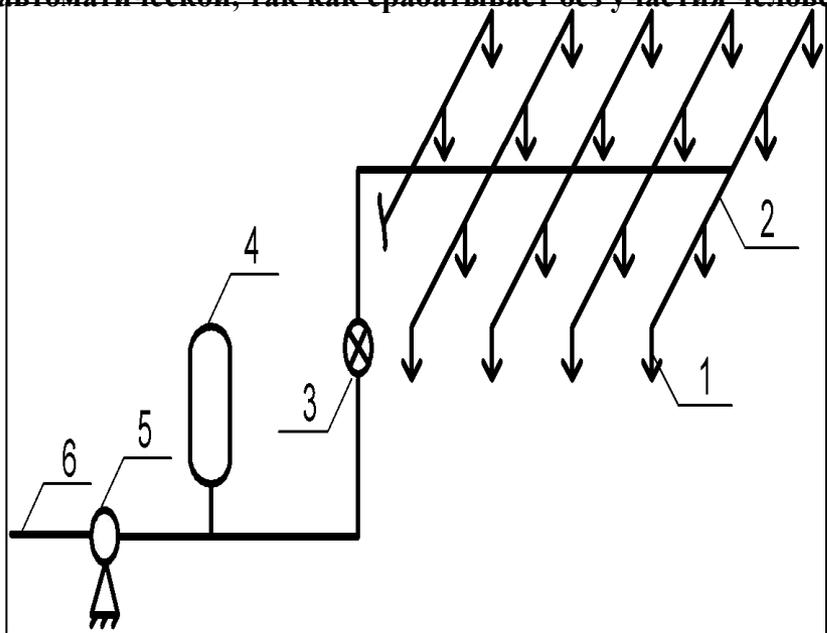


Рис. 1.22. Схема спринклерной системы пожаротушения:

- 1 – спринклер; 2 – распределительный трубопровод; 3 – контрольно-сигнальный клапан; 4 – гидропневматический бак; 5 – насос; 6 – питание от водопроводной сети
- 3) спринклерные — автоматические (сами включаются).

Дренчерная система используется для борьбы с очагами возгорания и предотвращения распространения пожара из одного помещения в другое в зданиях самого разного назначения.

Дренчерные установки применяются в помещениях с высокой пожарной опасностью, где возможно быстрое распространение фронта пожара, при котором срабатывающие с запозданием спринклеры не в состоянии локализовать огонь (на предприятиях взрывчатых веществ, целлулоида и др.).

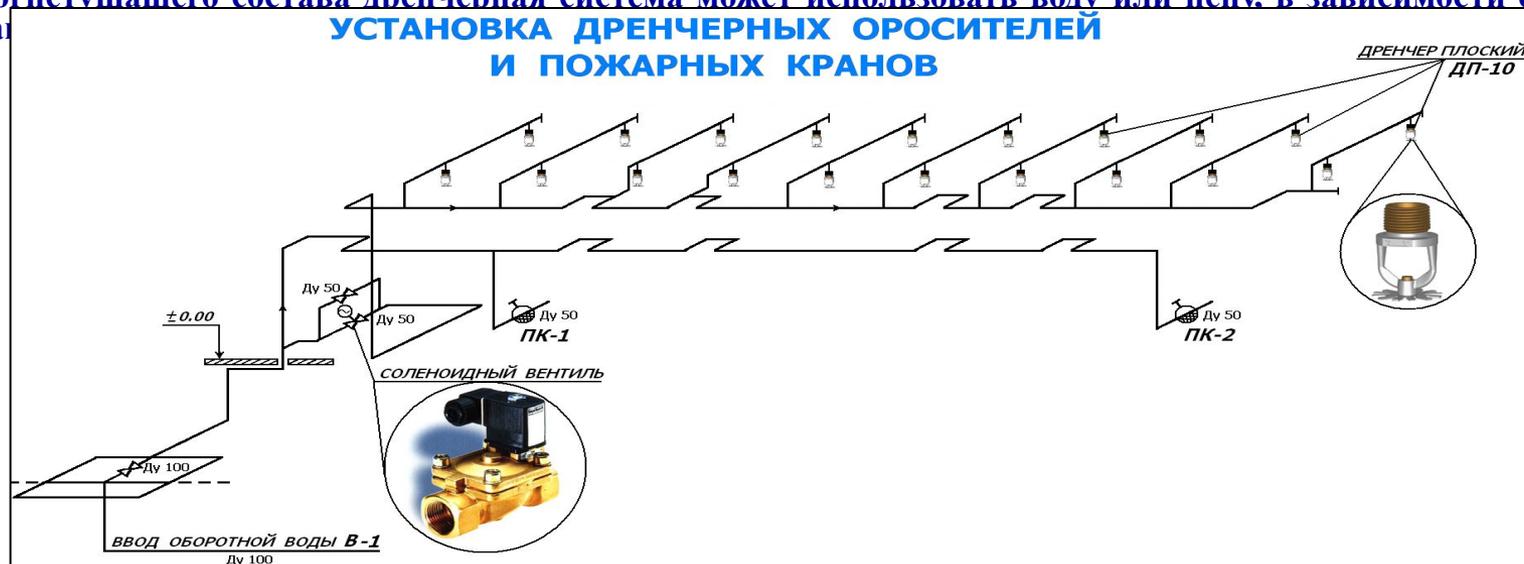
Дренчерные системы разделяются на дренчерные установки, защищающие всю площадь помещения, и дренчерные завесы, устраиваемые для предупреждения перехода огня с одной части здания на другую.

В отличие от спринклерной, дренчерная система пожаротушения не имеет насадок с тепловыми замками, которые плавятся под воздействием температуры. Здесь подача огнетушащего состава производится не после расплава предохранителя, а по команде от датчиков или ручного управления. Эта система отличается использованием дренчеров – оросительных головок открытого типа.

Поэтому система распределительных трубопроводов находится под действием только атмосферного давления. Она может быть заполнена воздухом (воздушная система) или, для ускорения срабатывания, водой (заливная система). Вместо контрольно-сигнального клапана устанавливается клапан группового действия, рабочее состояние которого – закрытое. **Открытие клапана может осуществляться вручную, дистанционно или автоматически с помощью датчиков электрической пожарной сигнализации, которые могут реагировать на повышение температуры, дым, ультрафиолетовую часть спектра пламени и др.** При ручном или автоматическом открытии клапана производится автоматический пуск насоса, и вода сначала от автономного водопитателя, а затем от насоса поступает в систему трубопроводов и разбрызгивается не только в месте возгорания, а сразу через все дренчеры установки. Поэтому во избежание чрезмерной подачи воды в одной системе (секции) должно быть не более 70 дренчеров.

Дренчерная система пожаротушения может использоваться как для непосредственного тушения возгорания, так и в качестве препятствия для распространения огня. **Дренчерные завесы** работают по принципу стены огнетушащего вещества. В зависимости от их мощности и конструктивного исполнения, такие завесы могут долгое время удерживать внутри горящего помещения и пламя, и продукты горения (дым, токсичные вещества, тепловое излучение).

В качестве огнетушащего состава дренчерная система может использовать воду или пену, в зависимости от типа помещения и на



Горячее водоснабжение (ГВС) - система, комплекс устройств, предназначенных для обеспечения потребителей горячей водой для гигиенических, санитарных и технологических целей.

Классификация систем горячего водоснабжения по территориальному охвату водопотребителей:

Централизованные. Одна подогревательная установка обслуживает как минимум одно здание, а во многих случаях даже несколько зданий в пределах одного квартала (микрорайона) или поселка.

Децентрализованные. Приготовление горячей воды происходит вблизи водоразборных приборов (на месте потребления) и осуществляется мелкими генераторами тепла: газовыми нагревателями, дровяными колонками и т. п.

По способу подачи воды на горячее водоснабжение (способу присоединения подсистемы ГВС к системе теплоснабжения) водяные системы теплоснабжения делятся на:

- Закрытые.** В закрытых системах воду из тепловых сетей используют только в качестве энергоносителя в теплообменниках для подогрева холодной водопроводной воды, поступающей в местную систему горячего водоснабжения. Подача воды на горячее водоснабжение в закрытых системах теплоснабжения осуществляется через водо-водяные теплообменники.
- Открытые.** В открытых системах вода непосредственно из тепловой сети забирается для приготовления и подачи её в систему горячего водоснабжения потребителя. В открытых системах теплоснабжения вода отбирается непосредственно из тепловой сети, где горячая вода нагревается в котельной или центральном тепловом пункте, после чего подается потребителю отдельно от системы теплоснабжения. Такая система горячего водоснабжения называется также **независимой**.



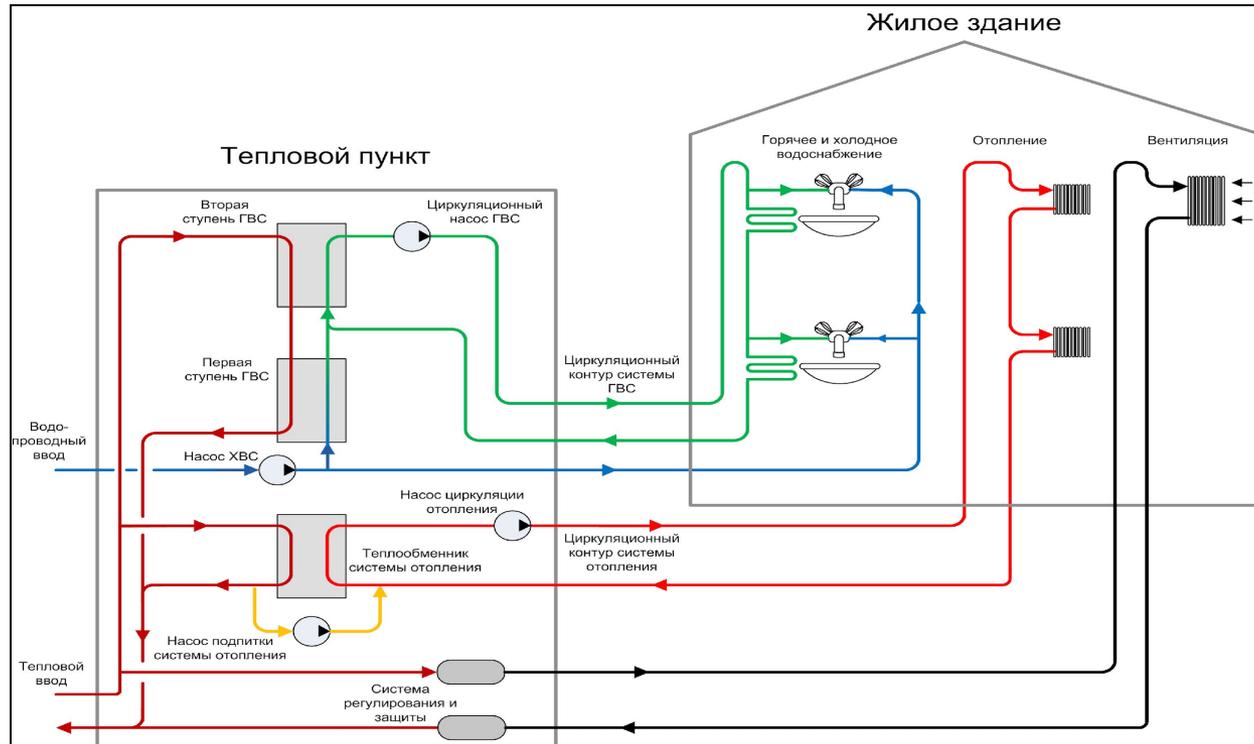
Системы горячего водоснабжения закрытого типа

Принципиальная схема системы горячего водоснабжения закрытого типа включает в себя: водонагреватель, циркуляционный насос, трубы горячего водоснабжения, арматура для раздачи воды потребителям (краны, душевые сетки).

Нагретая в водонагревателе вода по подающему трубопроводу поступает в систему горячего водоснабжения, из которой потребители используют ее для бытовых и производственных целей. Взятая из системы вода пополняется из водопровода.

Для подогрева остывшей в системе воды прокладывается циркуляционный трубопровод, который соединяет систему горячего водоснабжения с водонагревателем.

Чтобы поддерживать постоянный расход воды, поступающей из тепловой сети, устанавливают регулятор расхода, а на трубопроводе, подающем холодную воду в водонагреватель, — водомер, который учитывает расход воды. На узле управления у водонагревателей монтируют задвижки для отключения трубопровода системы горячего водоснабжения и отопления и отдельных частей узла. Давление и температуру воды в отдельных точках узла управления измеряют манометрами и термометрами.



Закрытая система теплоснабжения жилого здания

Для нагревания холодной воды до температуры не выше 75°C используют скоростные проточные водонагреватели. В таких водонагревателях вода протекает со значительной скоростью через нагревательные трубки, которые в свою очередь подогреваются водой из теплосети, проходящей внутри корпуса водонагревателя и омывающей их.

При приготовлении горячей воды в ЦТП по закрытой схеме используют скоростные водонагреватели ОСТ 34-588-68 (теплоноситель — вода), ОСТ 34-531-68 и ОСТ 34-532-68 (теплоноситель — пар).

рассчитаны на давление 1 МПа и температуру теплоносителя 150°C . Выпускают их отдельными секциями наружным диаметром от 57 до 325 мм с поверхностью нагрева каждой секции от 0,37 до 28 м^2 . Требуемая поверхность нагрева водонагревателя комплектуется из однотипных секций, соединяемых между собой калачами. Секция состоит из корпуса 1 с приваренными к ней стальными трубными решетками 3 и пучка латунных трубок 4 диаметром 16X1 мм. К корпусу приварены патрубки с фланцами для соединения секций в межтрубном пространстве. Горячая вода из теплосети направляется в межтрубное пространство, а нагреваемая вода перемещается по трубкам водонагревателя.

Паровые водонагреватели (ОСТ 34-531-68 и ОСТ 34-532-68) (рис. 174,б) предназначены для подогрева воды паром в системах отопления и горячего водоснабжения. Максимальное рабочее давление пара 1 МПа. Водонагреватели выпускают двухходовые (ОСТ 34-531-68) и четырехходовые (ОСТ 34-532-68). Поверхность нагрева может быть от 6,3 до 224 м^2 . Водонагреватель состоит из корпуса 1, трубной системы 5, передней 8 и задней 6 водяных камер. В трубную систему входят стальные решетки и пучок латунных трубок диаметром 16X1 мм. Нагреваемая вода поступает через нижний патрубок передней входной камеры, проходит по латунным трубкам, подогревается и через верхний патрубок уходит в сеть. Пар, подогревающий воду, поступает

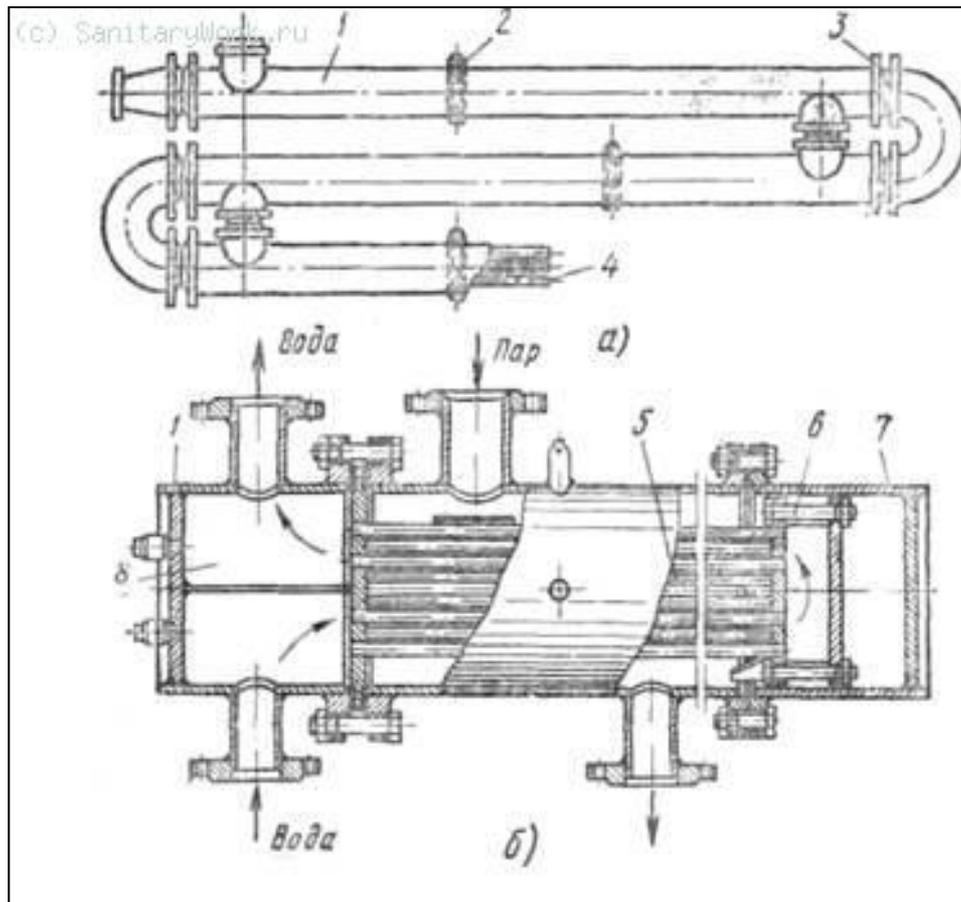


Рис. 174. Скоростные водонагреватели:
 а — секционный ОСТ-34-588-68, б — паровой;
 1 — корпус, 2 — линзовый компенсатор, 3 — решетка, 4 — латунные трубки, 5 — трубная система, 6 — задняя водяная камера, 7 — колпак, 8 — передняя водяная камера

Схемы ГВС бывают трех типов: накопительного, проточного, комбинированного (проточный + накопительный). Соответственно для каждого типа схем используются свои компоненты и схемные решения.

- **Схема ГВС накопительного типа** — как правило, такая схема применяется для ГВС коттеджей. Разбор горячей воды в доме имеет периодический пиковый характер, т.е. он интенсивней во время завтрака, обеда и ужина. В качестве накопительной емкости используется бойлер.
- **Схема ГВС проточного типа** — схему ГВС проточного типа, как правило, применяют в системах ЖКХ и на производствах для технологических линий, которые используют постоянный разбор ГВС. В качестве нагревательного элемента ГВС используются теплообменники разных типов (пластинчатые, трубчатые и др.), однако большую популярность завоевали теплообменники пластинчатого типа.
- **Схема ГВС комбинированного типа** — схему ГВС комбинированного типа (т.е. проточный + накопительный водонагреватели), как правило, применяют на производствах для технологических линий, которые используют постоянный и периодический пиковый разбор ГВС. В качестве нагревательного элемента ГВС используется проточный теплообменник. Бойлер используется как накопитель тепловой энергии для пикового разбора ГВС. Теплообменник в бойлере не используется, поскольку он более инертный, чем теплообменник проточного типа.

Оборудование внутреннего горячего водопровода

Бесциркуляционные системы (однотрубные системы) (рис. 1) состоят только из подающих трубопроводов, являются наиболее простыми по устройству и дешевыми по первоначальной стоимости. **Основной недостаток** таких систем состоит в остывании воды в трубопроводах при перерывах в водоразборе или его малой величине. Открывая кран после перерыва в водоразборе, потребитель получает воду с пониженной температурой и начинает сливать эту воду в канализацию до появления воды с нужной ему температурой. Такие сливы при общем ухудшении обеспечения потребителя горячей водой приводят к перегрузке канализации и бесполезным потерям воды и тепла. Из-за указанных недостатков бесциркуляционные системы устраивают только в тех случаях, когда возможные сливы воды в канализацию невелики, а именно: при длительном непрерывном разборе воды (в банях, в технологических установках) и при малом протяжении сети.

В однотрубных системах централизованного горячего водоснабжения, используемых в жилых домах, стояки в пределах одной секции вверху соединяются между собой, причем все стояки, кроме одного, присоединяются к подающей магистрали 3, а один холостой стояк — к циркуляционной магистрали 4. Чтобы обеспечить равномерную циркуляцию воды в системах горячего водоснабжения зданий, присоединяемых к одному центральному тепловому пункту, на холостом стояке устанавливают диафрагму. Для лучшего водораспределения к отдельным точкам потребления воды, а также в целях сохранения одинаковых диаметров по всей высоте здания в однотрубных системах горячего водоснабжения стояки **закольцовывают**.

Циркуляционные системы (двухтрубные системы) (рис. 2) применяются там где требуется непрерывное обеспечение потребителей горячей водой (жилые здания, больницы, поликлиники и т. п.). В таких системах при отсутствии водоразбора находящаяся в трубах вода не останавливается, а непрерывно перемещается, проходя через подогреватель, чем обеспечивается заданная температура воды вблизи точек водоразбора. В системах с поверхностными подогревателями циркуляция, как правило, обеспечивается центробежными насосами. В отдельных случаях циркуляция воды в системах горячего водоснабжения может обеспечиваться действием гравитационных сил, что целесообразно в мелких системах или в системах многоэтажных и малопротяженных зданий (в зданиях типа «башня») при дополнительной застройке такими зданиями жилых кварталов и невозможности (или нерациональности) присоединения их систем горячего водоснабжения к существующим квартальным

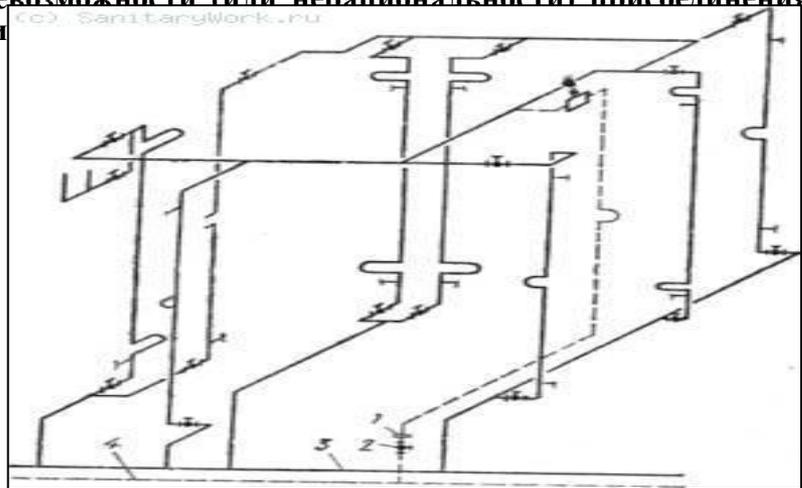


Рис. 1. Однотрубная схема горячего водоснабжения: 1 — диафрагма, 2—пробковый кран, 3—подающая транзитная магистраль, 4—циркуляционная транзитная магистраль

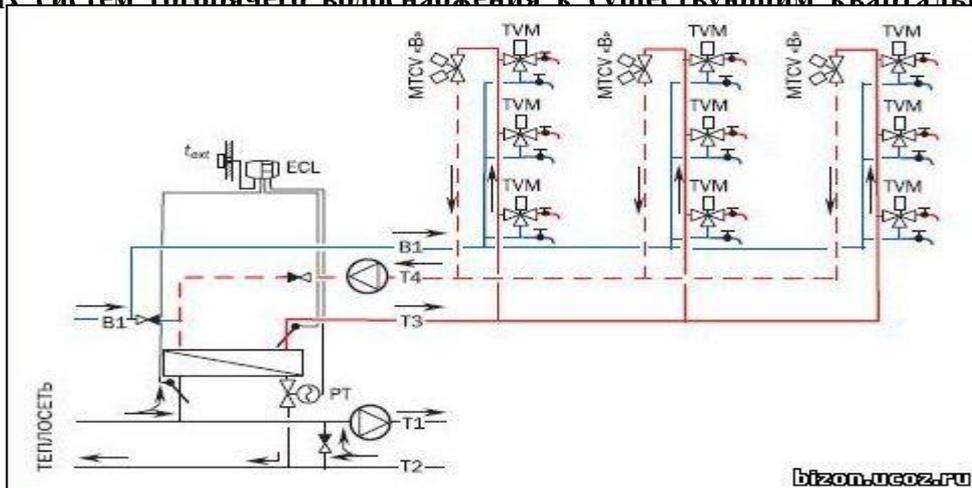


Рис. 2. Циркуляционная схема системы горячего водоснабжения с регуляторами температуры TVM

Оборудование внутреннего горячего водопровода

По расположению подающей (разводящей) магистрали внутри дома различают:

Системы с нижней разводкой. При наличии подвалов предпочтительнее нижняя разводка как более удобная для эксплуатационного обслуживания системы.

Системы с верхней разводкой. Верхнюю разводку наиболее часто применяют при установке открытых (верхних) баков-аккумуляторов и при наличии в здании верхнего технического зала или чердака. Циркуляционную магистраль прокладывают в этом случае в подвалах, а при их отсутствии в подпольных каналах.

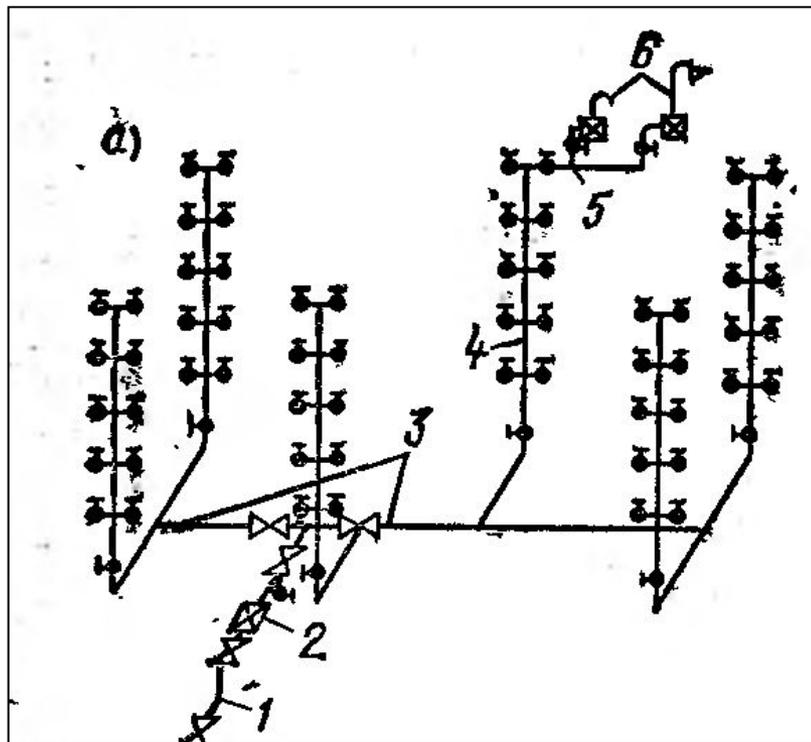


Схема внутренней водопроводной сети с нижней разводкой.

1-ввод; 2-водосчетчик; 3-магистральный (разводящий) трубопровод; 4-стояк (распределительный трубопровод); 5-квартирный трубопровод; 6-водоразборная арматура (краны, смесители)

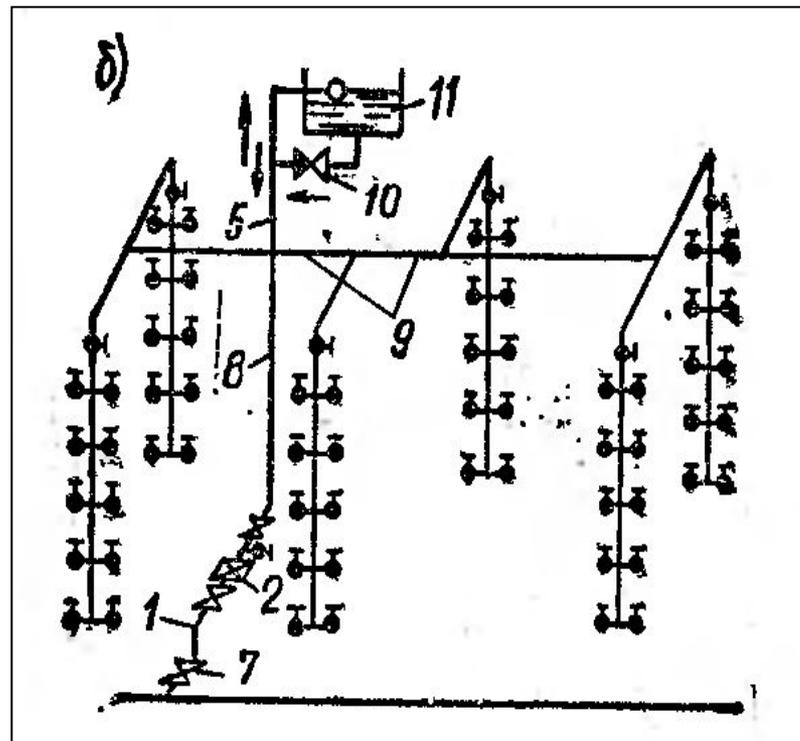


Схема водоснабжения с верхней разводкой.

1-ввод; 2-водосчетчик; 3-подающий трубопровод; 4-разводящий трубопровод; 5-обратный клапан

Оборудование внутреннего горячего водопровода

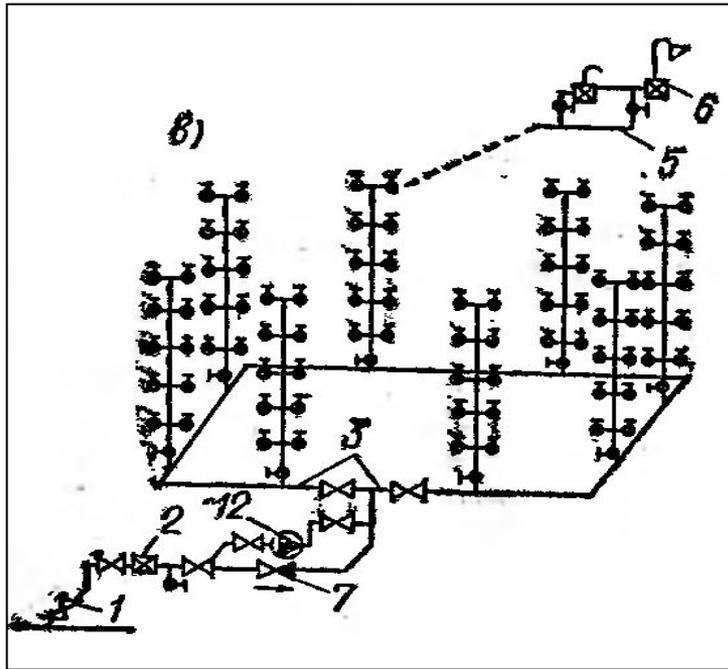
Кольцевые внутренние водопроводные сети устраивают, когда необходимо обеспечить бесперебойную подачу воды. Причем, если кольцевая сеть имеет 10 и более водоразборных точек, то к наружной сети ее подключают не менее чем двумя вводами. Так что в случае отключения одного из них подача воды в здание не прекращается.

Тупиковые сети применяют в основном в зданиях, где допускается перерыв в подаче воды в случае выхода из строя части или всей сети водопровода. Это могут быть жилые, административные, а иногда и производственные здания.

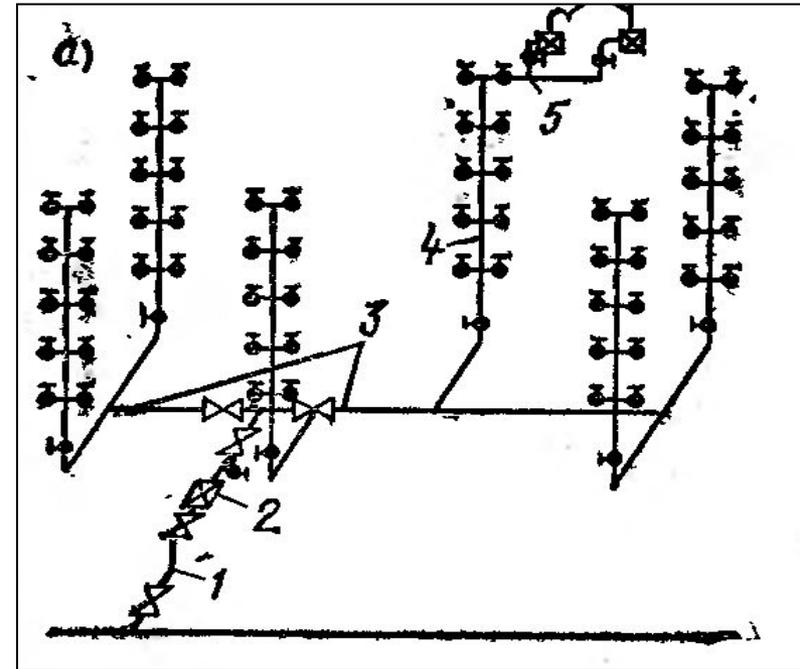
Существуют также **комбинированные и зонные** сети.

Комбинированные сети, состоящие из кольцевых и тупиковых магистральных трубопроводов, применяют в крупных зданиях с большим разбросом водоразборных устройств.

Зонные сети применяют в зданиях высотой более 50 м (свыше 16 этажей), где систему горячего водоснабжения делят по вертикали на зоны с самостоятельными разводками и отдельными стояками для каждой зоны. Это связано в основном с ограничением допустимого давления на водоразборную и водозапорную арматуру, которая в обычном исполнении выдерживает давление до 0,6 МПа. **Зонные сети** представляют собой несколько сетей в одном здании, соединенных друг с другом или отдельных. Сети отдельных зон могут иметь самостоятельные вводы и установки для повышения напора. Нижняя зона может работать под напором наружного водопровода, а верхняя от повысительных насосов.



Кольцевая система горячего водоснабжения



Тупиковая система горячего водоснабжения

Классификация производственного водопровода по использованию воды:

- 1) **Прямоточный водопровод.** Это самый простой производственный водопровод, когда вода после использования напрямую сбрасывается в канализацию. Однако он загрязняет окружающую среду и не экономит ресурсы, поэтому предприятия стремятся от него перейти на другие, более прогрессивные системы.
- 2) **С повторным использованием воды.** Вода, использованная в технологическом цикле одного цеха, не сбрасывается сразу в канализацию, а используется на другие технологические нужды, по цепочке. Система более прогрессивная по сравнению с предыдущей.
- 3) **Оборотное водоснабжение.** Вода подаётся из местного очистного сооружения на производственно-технологические нужды по трубопроводу В4, используется и уходит обратно в очистное сооружение по трубопроводу В5. Оборотное водоснабжение — это перспективная, экологически чистая и ресурсосберегающая технология. Примером могут служить мойки автомобилей с такими системами, которые к тому же выгодны для данных предприятий автосервиса, так как дают экономию по забору воды из водопровода и сбросу стоков на водоотведение.

Производственный водопровод подаёт воду в производственные здания на различные технологические нужды, поэтому требования по качеству воды весьма разнообразны.

Стандартная классификация производственного водопровода ВЗ по качеству воды:

В6 — системы с умягчённой водой.

В7 — системы с речной водой.

В8 — системы с речной осветлённой водой.

В9 — системы с подземной (промышленной) водой.

Для широты кругозора рассмотрим две другие классификации.

Классификация производственного водопровода по объёмам потребляемой воды:

- 1) **Объединённые системы В1+В2+В3.** Применяются для небольших производственных зданий при суточном расходе водопотребления не более $100 \text{ м}^3/\text{сут}$.
- 2) **Раздельные системы (В1+В2, В3) или (В1, В3+В2).** Применяются для производственных зданий при значительном суточном расходе водопотребления более $100 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Производственные здания содержат системы В1, В2, В3 для различных нужд. Например, в цехах следует

Раздел 1. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

1.3. ОСНОВЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Нормы потребления воды.

Расход воды в зданиях и сооружениях определяется по принятой для данного объекта норме водопотребления на хозяйственно-питьевые и другие нужды.

Норма водопотребления – установленное количество потребляемой воды в расчете на одного человека или на условный показатель, используемый для характеристики соответствующего производственного процесса.

Удельная норма водопотребления – количество воды, необходимое для производства единицы продукции.

Для специфических **железнодорожных водопользователей** существуют **ведомственные удельные нормы водопотребления**.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в пристанционных поселках и других населенных пунктах (СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»)

Степень благоустройства районов жилой застройки	Среднесуточное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя (за год), л/сут.
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:	
без ванн	125-160
с ваннами и местными водонагревателями	160-230
с центральным горячим водоснабжением	230-350
Застройка с водопользованием из уличных водоразборных колонок	30-50

Данные нормы предусматривают водопотребление только в жилых и общественных зданиях. Для других потребителей, таких, как дома отдыха, санаторно-туристические комплексы, детские лагеря, школы-интернаты, которые часто подключают к железнодорожным водопроводам, расходы воды следует принимать согласно **СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий»**.

Нормы расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды рабочих и служащих во время их пребывания на производстве составляют:

- 45 л/чел.** в смену в горячих цехах;
- 25 л/чел.** в смену в холодных цехах.

Часовой расход воды на одну душевую сетку на промышленных предприятиях принимается равным 500 л при продолжительности пользования душем 45 минут.

Нормы потребления воды.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления в пристанционных поселках и других населенных пунктах (СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»)

Степень благоустройства районов жилой застройки	Среднесуточное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя (за год), л/сут.
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:	
без ванн	125-160
с ваннами и местными водонагревателями	160-230
с центральным горячим водоснабжением	230-350
Застройка с водопользованием из уличных водоразборных колонок	30-50

Данные нормы предусматривают водопотребление только в жилых и общественных зданиях. Для других потребителей, таких, как дома отдыха, санаторно-туристические комплексы, детские лагеря, школы-интернаты, которые часто подключают к железнодорожным водопроводам, расходы воды следует принимать согласно **СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий»**.

Нормы расхода воды.

Расход воды на поливку и мойку улиц и площадей, а также на поливку зеленых насаждений, газонов и цветников, л/м²

Механизированная мойка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1,2-1,5
Механизированная поливка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	0,3-0,4
Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов	0,4-0,5
Поливка городских зеленых насаждений	3-4
Поливка газонов и цветников	4-6

Нормы расхода воды на наружное пожаротушение в населенном пункте
(СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий»)

Количество жителей в населенном пункте, тыс.чел.	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды, л/с, на один пожар при высоте застройки	
		до двух этажей	три этажа и больше
До 1	1	5	5
5	1	10	10
10	1	10	15
25	2	10	15
50	2	20	25
100	2	25	35
200	3		40

Продолжительность тушения пожара в большинстве случаев принимается равной **3 часа**

Режим подачи воды и работы водопроводных сооружений

Существуют различные методы описания процессов водопотребления в течение суток. В современной практике проектирования данные о режиме водопотребления представляют в табличной, интегральной, аналитической или графической форме. Во всех случаях для этого используют график водопотребления и подачи воды насосными станциями подъемов.

Взаимосвязь в работе отдельных сооружений системы водоснабжения можно проследить по совмещенным графикам водопотребления и подачи воды насосными станциями подъемов.

График водопотребления (линия 1 на рис. 3.9) обычно имеет ступенчатый вид с несколькими максимумами и минимумами в потребностях воды. Водозаборные сооружения, насосная станция I подъема и очистные сооружения обеспечивают подачу воды в объеме суточного водопотребления. Поэтому режим работы этих сооружений, в основном, принимают равномерным в течение суток (пунктирная линия 2 на рис. 3.9).

В водопроводную сеть вода подается из резервуаров чистой воды насосной станцией II подъема, режим работы которой, как правило, принимается ступенчатым (линия 3 на рис. 3.9) в течение суток. При этом режиме в часы максимального водопотребления насосная станция II подъема подает меньший объем воды по сравнению с требуемым. В часы минимального водопотребления подача насосной станции II подъема превышает потребление воды.

Совмещением графика водопотребления (линия 1 на рис. 3.9) с графиком подачи насосной станции II подъема определяют регулируемую вместимость водонапорной башни. Объем регулирующей емкости будет тем меньше, чем ближе график работы насосной станции II подъема к графику водопотребления.

Режимы работы насосных станций I и II подъемов определяют регулируемую вместимость резервуаров чистой воды.

Режим работы трубопроводов от водозаборных сооружений на очистные сооружения и резервуары чистой воды определяется равномерным режимом работы насосной станции I подъема, а режим работы трубопроводов, подающих воду от резервуаров чистой воды до водонапорной башни, - насосной станции II подъема.

Режим работы водопроводной сети определяется графиком водопотребления, а водопроводную сеть рассчитывают на максимальный секундный расход максимального часового водопотребления.

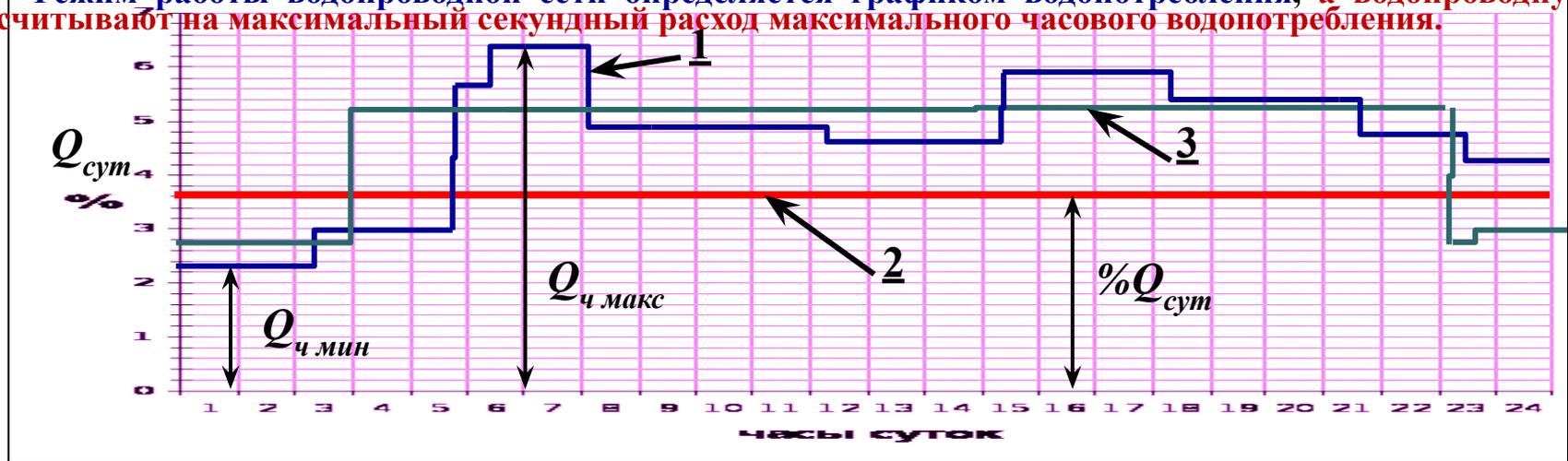


Рис. 3.9. Режим подачи воды и работы водопроводных сооружений

Требования в отношении напоров

Напоры, которые должны быть обеспечены в тех или иных точках.
В водопроводной сети необходимо обеспечить такой напор, который будет достаточным для подъема воды до наивысшей водоразборной точки, излива воды из прибора и преодоления всех сопротивлений на пути движения воды от магистрали до точки излива. Этот напор называется свободным напором и измеряется в метрах от поверхности земли (над землей).

На рис. 3.10 показана связь между напорами в различных точках схемы водоснабжения с башней в начале сети на момент максимального водопотребления. Она определяется положением пьезометрических линий, которые отражают падение напора в сети при движении воды от насосной станции П подъема до «диктующей» точки. Обычно «диктующей» точкой является наиболее удаленная от башни точка отбора воды, имеющая наибольшую геодезическую отметку земли. В такой точке будут самые низкие пьезометрические напоры и самые малые свободные напоры.

Связь между напорами в точке расположения водонапорной башни и в диктующей точке определяется уравнением

$$Z_{B6} + H_{B6} = Z_a + H_{св} + \sum h_c,$$

Для объектов водоснабжения при одноэтажной застройке минимальный напор в сети при хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе в здание должен приниматься в соответствии со СНиП 2.04.02-84 не менее 10 м, при большей этажности на каждый последующий этаж следует добавлять 4 м.

В часы минимального водопотребления напор допускается принимать равным 3 м на каждый этаж, кроме первого.

Для производственных зданий величина свободного напора принимается в зависимости от технологии производства.

Свободный напор в сети противопожарного водопровода низкого давления в период пожаротушения должен быть не менее 10 м.

Для предупреждения аварий на водопроводной сети и уменьшения утечек воды из нее нельзя допускать, чтобы свободный напор был более 60 м; в противном случае необходимо предусматривать установку регуляторов дав.

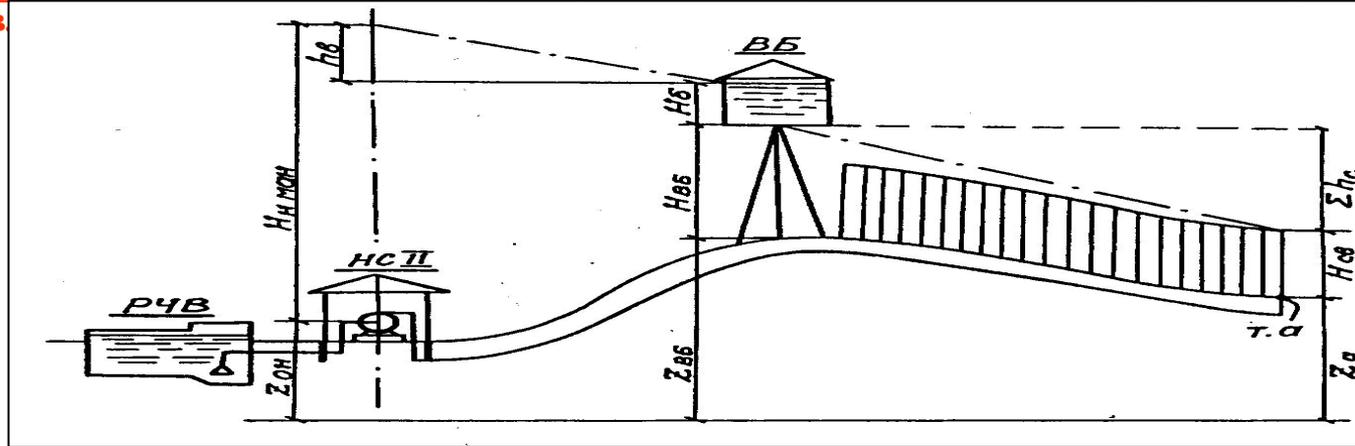


Рис. 3.10. Схема взаимосвязи между напорами в системе водоснабжения с водонапорной башней в начале сети

ПОКАЗАТЕЛИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Коэффициенты суточной неравномерности водопотребления учитывают уклад жизни людей, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням недели.

Значения этих коэффициентов принимаются в пределах:

$$K_{\text{сут. макс}} = 1,1 \dots 1,3; K_{\text{сут. мин}} = 0,7 \dots 0,9$$

Коэффициенты часовой неравномерности водопотребления учитывают число жителей, степень развития промышленности и другие факторы.

Значения этих коэффициентов для населенных пунктов определяют по формулам:

$$K_{\text{ч макс}} = \alpha_{\text{max}} \beta_{\text{max}}; K_{\text{ч мин}} = \alpha_{\text{min}} \beta_{\text{min}}$$

Коэффициент α учитывает степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и др. местные условия. Принимается равным: $\alpha_{\text{max}} = 1,2 \dots 1,4$, $\alpha_{\text{min}} = 0,4 \dots 0,6$.

Коэффициент β учитывает влияние численности населения объекта, выбирается в зависимости от числа жителей.

Значения β_{max} и β_{min} в зависимости от численности жителей в населенном пункте

Число жителей, тыс. чел.	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	20	50	100	300	1000 и более
β_{max}	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1,0
β_{min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1,0

Коэффициенты часовой неравномерности производственного водопотребления устанавливаются технологическим проектом предприятия

Расход воды в зданиях и сооружениях, как отмечено выше, определяется по принятой для данного объекта норме водопотребления на хозяйственно-питьевые и другие нужды.

Расчетные расходы находятся по числу водозаборных кранов и санитарных приборов в здании и по расходу воды приборами.

Расходы воды зависят от **типа приборов** и приводятся к эквиваленту.

За эквивалент принят расход водозаборного крана раковины составляющий **0,2 л/сек.**

Величина эквивалентов санитарных приборов применяется равной для: - крана раковины – 1, - умывальника – 0,33, - смывного бачка – 0,5, - для душа в квартирах – 0,67, - смесителя у ванны – 1-1,5, - писсуара – 0,17, - смывного крана унитаза – 6-7.

Расчетные расходы в стояках и магистральных зданиях можно определить по формуле:

$$q = 0,2a\sqrt{N + kN}, \text{ л/с,}$$

где: a – величина, зависящая от нормы водопотребления и равная 2,2 при норме до 200 л/чел.; 2,14 при норме 200 л/чел.; N – число санитарных приборов и водоразборных кранов на расчетном участке, приведенное к эквиваленту; k – коэффициент, зависящий от N – находится по таблице СНиП

$$q = 0,2a\sqrt{N}, \text{ л/с,}$$

Расчетные расходы на хозяйственно-питьевые потребности в детских яслях, поликлиниках, больницах, зданиях определяются по формуле:

где: a – коэффициент, применяемый в зависимости от назначения зданий от 1,2 до 2,5; N – сумма эквивалентов.

Диаметры труб хозяйственно-питьевого водопровода **определяются по наибольшему секундному расходу.**

Практически диаметры труб, подводящих воду к единичным санитарным приборам или водозаборным кранам, принимаются без расчета равными: для смывного бачка и писсуара 10-15 мм, умывальника, раковины, душа и ванны – 15 мм, двум душам должен быть не менее 20 мм, мойки – 15-20 мм, для крана смывного унитаза – 25-32 мм.

Расход воды на внутреннее пожаротушение по норме 2,5 л/сек. При этом предусматривается тушение пожара одной струей воды.

Расход воды в специальных объектах применяется по специальным инструкциям.

Объединенные хозяйственно-питьевые-противопожарные водопроводы должны рассчитываться на пожарный расход воды при наибольшем хозяйственно-питьевом секундном расходе.

Расчетная скорость движения воды может приниматься до 2,5 м/сек в подводных трубопроводах к водоразборным точкам и до 1,5 – в магистральных и стояках. По таблицам же находятся и расчетные диаметры труб.

При необходимости учета потребления воды применяются водомеры. Рассчитываются они на пропуск расчетного максимального суточного расхода воды.

Водомеры в жилых зданиях должны отвечать условию:

$$Q_{сут} \leq 2Q_x$$

где: $Q_{сут}$ – суточный расход воды в здании, куб. м.; Q_x – характерный расход водомера, куб. м.

Потери напора в водомерах определяются по формуле:

Отдельные сооружения системы водоснабжения рассчитывают исходя из разных расходов воды, а именно:

Отдельные сооружения системы водоснабжения рассчитывают исходя из разных расходов воды, а именно:

- **разводящую водопроводную сеть**, из которой вода поступает непосредственно потребителям, рассчитывают на подачу максимальных секундных расходов воды q_{max} ;
- **насосные станции, напорные водоводы, водозаборные и очистные сооружения** рассчитывают на подачу среднечасовых расходов в сутки максимального водопотребления $Q_{ч ср}$;
- **регулирующие емкости** водонапорных сооружений определяют по расчетному расходу в сутки максимального водопотребления $Q_{сут max}$;
- **себестоимость 1 м³ подаваемой воды** определяют исходя из годового объема водопотребления $Q_{год}$.

Средний суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте

$$Q_{сут.ср.х} = \frac{\sum q_{жи} \cdot N_{жи}}{1000}, м^3 / сут.$$

$q_{жи}$ - удельное водопотребление, л/сут, принимаемое по СНиП 2.04.02-84;

$N_{жи}$ - расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства;

1000 - переводной коэффициент (метр кубический в литры).

Максимальный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды

$$Q_{сут.макс.х} = Q_{сут.ср.х} \cdot K_{сут.макс}, м^3 / сут.$$

$K_{сут.макс}$ - максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления.

Минимальный суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды

$$Q_{сут.мин.х} = Q_{сут.ср.х} \cdot K_{сут.мин}, м^3 / сут.$$

$K_{сут.мин}$ - минимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления.

Средний суточный расход воды на производственные нужды предприятий

$$Q_{сут.ср.п} = \sum q_{ni} \Pi_i, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

q_{ni} - норма потребления воды на одну расчетную единицу, производственную операцию или агрегат, м^3 ;

Π_i - количество расчетных единиц в сутки на предприятии.

Максимальный и минимальный суточный расход на производственные нужды предприятий

$$Q_{сут.макс.п} = Q_{сут.ср.п} \cdot K_{сут.макс.п}, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$Q_{сут.мин.п} = Q_{сут.ср.п} \cdot K_{сут.мин.п}, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$K_{\dots\dots\dots}$ - максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления.

Суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды рабочих на предприятии

$$Q_{сут.х-р} = 0,025(n_x^I + n_x^{II} + n_x^{III}) + 0,045(n_z^I + n_z^{II} + n_z^{III}), \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

0,025 и 0,045 - норма водопотребления за одну смену на одного рабочего, соответственно в холодном и горячем цехах;

n_x, n_z - количество рабочих, соответственно в холодных и горячих цехах, за каждую смену.

Суточный расход воды на душевые нужды предприятия

$$Q_{сут.душ} = \frac{0,5(n^I + n^{II} + n^{III}) \cdot 45}{60}, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

0,5 - норма расхода вода на одну душевую сетку, $\text{м}^3/\text{ч}$;

n - количество рабочих под душом в конце каждой смены и

Максимальный суточный расход воды на поливку улиц, площадей, зеленых насаждений, цветников

$$Q_{\text{сут. макс. полив}} = \frac{q_{\text{полив}} F_{\text{полив}} n_{\text{полив}}}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$q_{\text{полив}}$ - норма на поливку, л/м²;

$F_{\text{полив}}$ - поливаемая площадь, м²;

$n_{\text{полив}}$ - количество поливок в сутки;

1000 - переводной коэффициент (метр кубический в литры).

Средний суточный расход воды на поливку улиц, площадей, зеленых насаждений, цветников

$$Q_{\text{сут. ср. полив}} = \frac{Q_{\text{сут. макс. полив}} \cdot T}{365}, \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

T – число дней полива в году.

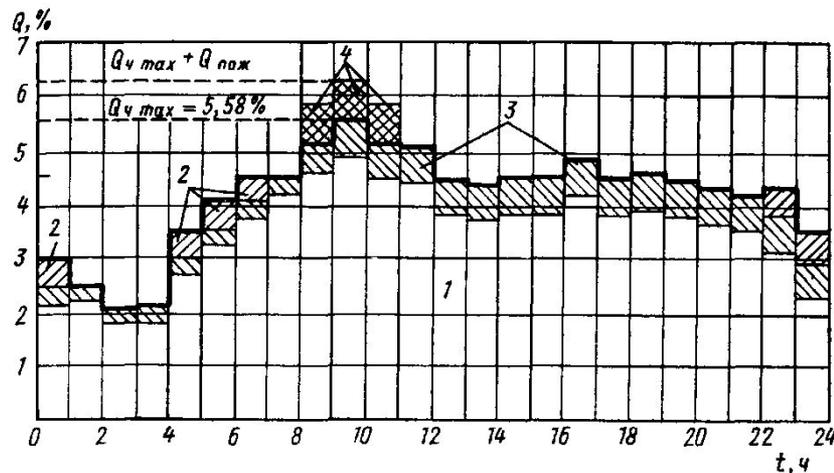
Расчет систем водоснабжения

Расчет сооружений системы водоснабжения

Система водоснабжения должна быть рассчитана на максимальный часовой расход воды в сутки максимального водопотребления (час 9-10)

Часы суток	Водопотребление										
	жилой зоной			промышленными предприятиями						суммарное	
	хозяйственно-питьевое		поливочное, м ³	предприятие № 1			предприятие № 2			м ³	%
	%	м ³		технологическое, м ³	хозяйственно-питьевое, м ³	душ, м ³	технологическое, м ³	хозяйственно-питьевое, м ³	душ, м ³		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>III смена</i>											
0—1	2,5	900	220	120	—	15	—	—	16	1271	2,97
1—2	2,65	954	—	120	2	—	—	—	—	1076	2,51
2—3	2,2	792	—	120	3	—	—	—	—	915	2,13
3—4	2,25	810	—	120	5	—	—	—	—	935	2,18
4—5	3,2	1152	220	120	2	—	—	—	—	1494	3,49
5—6	3,9	1404	220	120	3	—	—	—	—	1747	4,08
6—7	4,5	1620	220	120	5	—	—	—	—	1965	4,58
7—8	5,1	1836	—	120	5	—	—	—	—	1961	4,57
<i>I смена</i>											
8—9	5,35	1926	—	120	—	8	160	—	—	2214	5,17
9—10	5,85	2106	—	120	3	—	160	3	—	2392	5,58
10—11	5,35	1926	—	120	5	—	160	5	—	2216	5,17
11—12	5,25	1890	—	120	9	—	160	10	—	2189	5,11
12—13	4,6	1656	—	120	3	—	160	3	—	1942	4,53
13—14	4,4	1584	—	120	5	—	160	5	—	1874	4,37
14—15	4,6	1656	—	120	9	—	160	10	—	1955	4,56
15—16	4,6	1656	—	120	9	—	160	10	—	1955	4,56
<i>II смена</i>											
16—17	4,9	1764	—	120	—	15	140	—	18	2058	4,80
17—18	4,6	1656	—	120	3	—	140	2	—	1922	4,48
18—19	4,7	1692	—	120	5	—	140	4	—	1961	4,57
19—20	4,5	1620	—	120	9	—	140	6	—	1895	4,42
20—21	4,4	1584	—	120	3	—	140	2	—	1849	4,31
21—22	4,2	1512	—	120	5	—	140	4	—	1781	4,15
22—23	3,7	1332	220	120	9	—	140	8	—	1829	4,28
23—24	2,7	972	220	120	9	—	140	8	—	1469	3,43
Итого	100	36000	1320	2880	111	38	2400	82	34	42865	100

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ГОРОДОМ ПО ЧАСАМ СУТОК



Определение диаметров труб

Определение диаметров труб производят по расчетным расходам участков Q_p , при этом за основной расчетный случай принимают час наибольшего водопотребления

Для водопроводных труб круглого сечения $Q_p = \omega v$, $\omega = \pi d^2/4$, откуда:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot v}}, \text{ м}$$

где ω - площадь живого сечения трубы;

По условиям эксплуатации водопроводных сетей **предельное значение скорости**, определенное требованиями предохранения сети от разрушающего действия гидравлических ударов, принимают равным **2,5-3 м/с**.

Нижний предел скорости принимается из условия незаиляемости трубопроводов в пределах **0,5-0,6 м/с**.

Потери напора

Потери напора на трение в водопроводных трубах пропорциональны их длине и зависят от диаметра труб, скорости течения воды, характера стенок труб и от области гидравлического режима их работы:

$$h = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \text{ м}$$

λ - коэффициент гидравлического сопротивления, зависящий от материала труб, степени шероховатости их стенок и диаметра; l и d - длина и диаметр трубы; v - скорость движения воды; g - ускорение свободного падения.

При гидравлическом расчете водопроводных сетей для определения потерь напора в трубах широко используют формулу:

$$h = i \cdot l, \text{ м}$$

где i - гидравлический уклон, определяющий потерю напора на единицу длины трубопровода, который устанавливается по таблице..

С учетом местных потерь напора в фасонных частях и арматуре, принимаемых в пределах 5-10% величины потерь по длине, общие потери напора на участке составляют:

Порядок пользования таблицами Шезелева:

Стальные водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262-75)

а. $d = 15-50$ мм

► по расчетному расходу и скорости движения воды определяется диаметр трубы (рукава) нужного сортамента и потери напора в ней на 1000 м (т.е. 1000i);

q, л/с	d, мм											
	15		20		25		32		40		50	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
0.50	2.95	2242	1.56	414.9	0.93	110.9	0.52	26.2	0.40	13.4	0.24	3.75

► зная длину водопроводной сети, можно подсчитать потерю напора на любом из ее участков:

$$h_{j-k} = 1000i \cdot l_{j-k}, \text{ м}$$

Принципы трассировки магистральной сети

1. Основное направление магистральных линий должно соответствовать основным направлениям потоков воды по территории снабжаемого объекта.

2. По основному направлению должно быть предусмотрено несколько магистральных линий, включенных параллельно и обеспечивающих бесперебойность работы сети; продольные магистрали необходимо соединить перемычками, которые позволяют в случае аварии выключить не всю магистраль, а только отдельные ее участки. Оптимальное расстояние между магистральными линиями составляет 300-600 м, расстояние между перемычками - 400-800 м. Диаметры труб перемычек должны назначаться с учетом работы их при аварии на магистральной линии. Обычно диаметр труб перемычки назначается на один-два размера меньше, чем диаметр магистральной линии.

3. Магистральная сеть должна охватывать наиболее крупных потребителей воды и располагаться равномерно по всей территории снабжаемого водой объекта.

4. Магистральные линии рекомендуется прокладывать по наиболее возвышенным отметкам территории для создания достаточных напоров в распределительной сети.

5. Пересечение железнодорожных путей трубопроводами следует осуществлять под прямым углом.

6. Водопроводные линии, идущие вдоль станционных путей, необходимо прокладывать в стороне от них с учетом возможного развития станции; в междупутьях разрешается укладывать только магистрали, проводящие воду к водозаборным кранам.

7. Минимальные расстояния от наружной поверхности трубопровода до различных подземных коммуникаций в плане:

обрез фундамента здания 5 м

крайний рельс трамвайных путей 2 м

газопровод 1-2 м

столбы наружного освещения и ограды 1,5 м

стволы деревьев и бордюрные камни дорог 2 м

кабели связи 0,5 м

канализационные линии при диаметре труб, мм:

< 200 не менее 1,5 м

>200 не менее 3 м

8. Трассирование напорных водоводов осуществляют, как правило, в две линии с устройством между ними переключений, позволяющих выключать отдельные участки во время аварии. Водонапорные сооружения (башни, колонны, напорные резервуары) следует располагать на наиболее высоких отметках местности в непосредственной близости к водопроводной сети.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА



Основная

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания. Место доступа	Используется при изучении разделов
1	2	3	4	5
1	Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте. Учебник.	Дикаревский В.С., Якубчик П.П. и др.	2009, М.: «Вариант». Библиотека РОАТ.	Раздел 1: стр.21-36] Раздел 2: стр.2 61-271, 274-281
2	Системы водоснабжения. Водоочистные сооружения. Учебное пособие.	Кузьминский Р.А.	2015, М.: МИИТ РОАТ. Библиотека РОАТ.	Раздел 1: стр. 36-250

Дополнительная

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания. Место доступа	Используется при изучении разделов
1	2	3	4	5
3	Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте.	Дикаревский В.С.	1999, М.: Транспорт. Библиотека РОАТ.	Раздел 1: стр. 3-36; 54-94; Раздел 2: стр.155-285;
4	СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.		1985, М.: Стройиздат. Библиотека РОАТ.	Раздел 1
5	СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения.		1986, М.: Стройиздат. Библиотека РОАТ.	Раздел 2
6	Водоснабжение и санитарная техника.		Журнал. Библиотека РОАТ.	Разделы 1, 2: все номера



Спасибо за внимание

Спасибо за внимание