

**ВОДОСНАБЖЕНИЕ И  
ВОДООТВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ  
ГИДРАВЛИКИ**

# ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГИДРАВЛИКИ

## Перечень умений и знаний, установленных ФГОС

- Бакалавр после освоения программы настоящей дисциплины должен:
- **знать**: основные направления и перспективы развития систем водоснабжения и водоотведения, сооружений и населенных мест и городов, элементы этих систем, современное оборудование и методы их проектирования, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем;
- **уметь**: использовать нормативные правовые документы в своей деятельности; выбирать типовые схемные решения систем водоснабжения и водоотведения зданий, населенных мест и городов; осуществлять работы по строительству, реконструкции и интенсификации работы инженерных сетей и сооружений, составлять отчеты по выполненным работам;
- **владеть**: основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов с использованием лицензионных прикладных расчетных и графических программных пакетов.

# ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГИДРАВЛИКИ

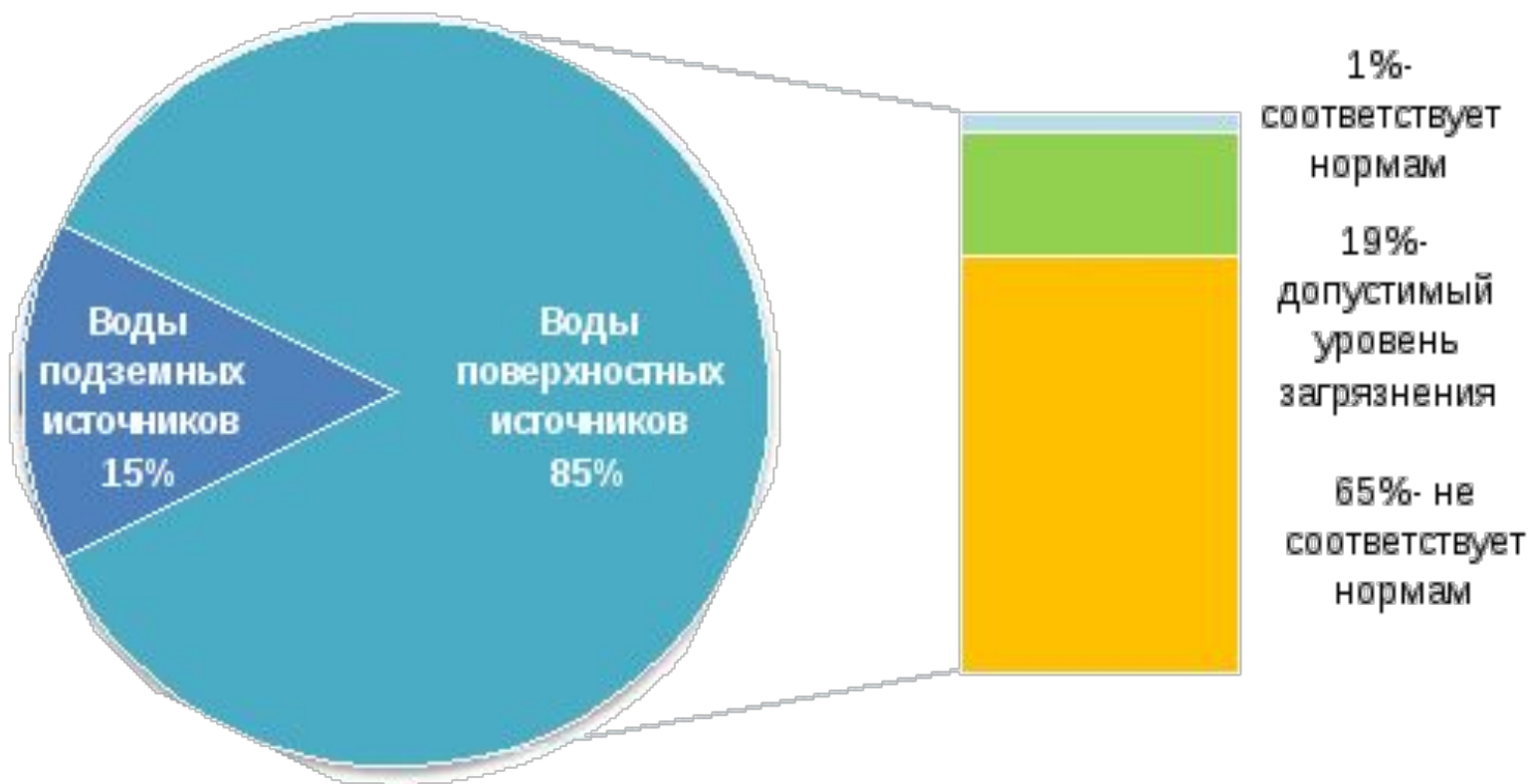
- **Цель изучения дисциплины**

подготовка специалистов к проектно-конструкторской и экспериментально – исследовательской деятельности. Научить будущих специалистов основам водоснабжения и водоотведения, правилам проектирования систем водоснабжения и водоотведения зданий различного назначения с учетом особенностей других инженерных систем и архитектурно-строительных решений.

- **Задачи изучения дисциплины**

предоставление необходимого объема информации по нормативной базе в области инженерных изысканий; устройству систем водоснабжения и водоотведения, принципам их проектирования и расчета.

# Источники водоснабжения



# **Роль и значение систем водоснабжения и водоотведения в городах и населенных местах**

## **Системы жизнеобеспечения**

представляют собой комплекс трубопроводов, сооружений, технических устройств, предназначенных для обеспечения комфортных условий быта и трудовой деятельности населения, коммунальных и промышленных предприятий.

### **Они включают в себя системы:**

- водоснабжения,
- канализации,
- теплоснабжения,
- электроснабжения,
- газоснабжения,
- связи, освещения,
- санитарной очистки и других видов благоустройства.

# Понятие о гидравлике

- **Гидравлика** – наука, изучающая законы равновесия и движения жидкостей и рассматривающая способы приложения этих законов к решению конкретных практических задач. Гидравлика лежит в основе многих инженерных расчетов специальных сооружений.
- Гидравлика как прикладная инженерная наука необходима для расчетов при проектировании сети и сооружений систем водоснабжения, водоотведения, осушения и орошения, гидротехнических сооружений, мостов для расчета транспортирования строительных растворов по трубам, конструирования насосов, компрессоров и т.д.
- Гидравлика изучает капельные жидкости - вода, бензин, керосин, нефть, ртуть и другие.
- Основные физические **свойства** жидкости:
- **плотность,**
- **давление,**
- **сжимаемость,**
- **температурное расширение,**
- **вязкость.**

**Давление** – это отношение силы, действующей на площадку в нормальном к ней направлении, к площади площадки. Давление в системе СИ измеряется единицей паскаль (Па).

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$$

$$1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па} = 10 \text{ кгс/см}^2$$

# Основы гидростатики

- **Гидростатика** – раздел гидравлики, изучающий законы равновесия в покоящейся жидкости. Гидростатика рассматривает жидкость и погруженные в нее тела в состоянии покоя. Жидкость, находящаяся в покое, подвергается действию внешних сил двух категорий: массовых (объемных) и поверхностных. Под действием внешних сил в каждой точке жидкости возникают внутренние силы, характеризующие ее напряженное состояние.
- **Гидростатическое давление** измеряется в единицах силы, деленных на единицу площади.
- **Закон Паскаля:** давление, приложенное к свободной поверхности жидкости, передается во все ее точки без изменения. Сила давления на площадку внутри жидкости пропорциональна площади этой площадки.
- **Абсолютное (полное)** гидростатическое давление состоит из внешнего давления на свободную поверхность жидкости и **манометрического (избыточного)** давления, которое создает слой воды над рассматриваемой точкой. В открытом сосуде на свободную поверхность жидкости действует **атмосферное или барометрическое** (зависящее от высоты уровня моря) давление. Для измерения давления применяют **манометры и вакуумметры**.

# Основы гидродинамики

**Гидродинамика** рассматривает законы движения жидкостей. Параметры, характеризующие движение - скорость и давление, изменяются в потоке жидкости в пространстве и во времени.

## **Виды движения жидкости:**

- установившееся и неуставившееся;
- равномерное и неравномерное;
- сплошное и прерывистое.
- **Живым сечением потока** называют поперечное сечение потока, перпендикулярное его направлению.
- **Расходом потока** называют объем жидкости, проходящей в единицу времени через живое сечение потока.
- **Равномерным** называют такое установившееся движение жидкости, при котором живые сечения и средняя скорость потока не меняются по его длине.
- **Неравномерное** – происходят изменения по его длине.

## **Режимы движения жидкостей:**

- **Ламинарное** (слоистое) - течение без перемешивания частиц и пульсации скорости.
- **Турбулентное** - течение, в котором частицы жидкости перемещаются по достаточно сложным траекториям. Скорости движения меняются по величине и направлению, поэтому в потоке возникают вихри. Слои жидкости перемешиваются.

При числах Рейнольдса  $Re$ , меньших 2300, течение бывает ламинарным, а при числах  $Re$ , больших 2300, - турбулентным. Критическое число Рейнольдса зависит от формы поперечного сечения канала



## Основы гидродинамики

### ***Гидравлическое сопротивление и потери напора при движении жидкостей***

- В протяженных трубопроводах становятся существенными потери напора за счет трения жидкости о стенку трубы, приводящие к превращению части механической энергии в теплоту. Эта часть потерь напора называется потерями напора по длине трубы (**линейные потери**). К потерям напора приводят также повороты, резкие сужения, расширения и другие изменения геометрии трубы, способствующие вихреобразованию. Эти препятствия потоку называются **местными** сопротивлениями.

***Местные потери напора*** в соединениях труб, фасонных частях, арматуре определяют в зависимости от средней скорости движения воды на расчетном участке и коэффициентов местных сопротивлений.

# Основы гидродинамики

**Потери напора на трение по длине труб** определяют по формулам:

$$h_l = i l; \quad h_l = S q_p^2 = A l q_p^2$$

где  $l$  — длина расчетного участка трубопровода данного диаметра, м;

$S$  — гидравлическое сопротивление трубопровода;

$q_p$  — расчетный расход воды на участке трубопровода, л/с;

$A$  — удельное сопротивление трубы;

$i$  — гидравлический уклон.

Потеря напора на единицу длины тем больше, чем меньше диаметр и больше расход воды.

- для стальных и чугунных труб гидравлический уклон определяют по СП при скорости движения воды  $V > 1,2$  м/с:  $i = 0,001735 q^2 / d^{5,3}$
- при малых скоростях  $V < 1,2$  м/с  $i = 0,001712 q^2 / d^{5,3} [1 + 0,867/x]^{0,13}$ .
- Для пластмассовых труб  $i = 0,00105 q^{1,774} / d^{4,774}$

# Системы водоснабжения

**Системы водоснабжения** представляют собой комплекс сооружений, предназначенных для снабжения потребителей водой в необходимых количествах, требуемого качества и под требуемым напором.

## **Классификация систем водоснабжения:**

В зависимости от вида обслуживаемого объекта системы водоснабжения подразделяются на городские, промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и др.

В зависимости от вида потребителей - хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные, поливочные водопроводы.

По степени объединения системы водоснабжения могут быть объединенными (едиными), неполно раздельными и раздельными.

В зависимости от способов транспортирования воды системы водоснабжения подразделяются на напорные и безнапорные и т. д.

# Системы водоснабжения

- В общем случае система водоснабжения включает **следующие сооружения**: водозаборные сооружения, сооружения для подъема и перекачки воды — насосные станции, сооружения для очистки воды, сборные резервуары (резервуары чистой воды), сооружения для транспортирования воды к местам ее распределения — водоводы, водопроводная сеть, водонапорная башня.

## Источники водоснабжения:

### Природные подземные и поверхностные источники

- Забор воды для целей водоснабжения возможен из поверхностных и подземных источников. *Для хозяйственно-питьевого водоснабжения целесообразно применять подземные воды, как правило, с более высокими показателями качества, чем воды поверхностные. Использование подземных вод для производственных нужд нецелесообразно, если нет соответствующего обоснования.*
- Требования к качеству питьевой воды, правила контроля качества воды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения, регламентированы санитарными правилами и нормами **СанПиН 2.1.4.1074-01** «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
- Подземные воды **характеризуются** постоянством температуры, санитарной надежностью, повышенной минерализацией. Возможно также иногда повышенное содержание в них железа, солей жесткости, сероводорода, фтора и марганца. Подземные воды могут быть **безнапорными, напорными**. Если подземные воды имеют выход на поверхность, то образуются **родники**.

# Выбор источника

- Выбор источника хозяйственно-питьевого водоснабжения должен производиться в соответствии с требованиями [ГОСТ 17.1.1.04](#).
- Выбор источника производственного водоснабжения следует производить с учетом требований, предъявляемых потребителями к качеству воды.
- Принятые к использованию источники водоснабжения подлежат согласованию в соответствии с действующим законодательством.

# Выбор источника

## Оценка использования водных ресурсов для целей водоснабжения

### следует учитывать:

1. Расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику с прогнозом на 15 - 20 лет;
2. Требования к качеству воды, предъявляемые потребителями;
3. Качественную характеристику воды в источнике с указанием агрессивности воды и прогноз возможного изменения ее качества с учетом поступления сточных вод;
4. Качественные и количественные характеристики наносов и сора, их режим, перемещение донных отложений, устойчивость берегов;
5. Наличие вечномерзлых грунтов, возможность промерзания и пересыхания источника, наличие снежных лавин и селевых явлений (на горных водотоках), а также других стихийных природных явлений в водосборном бассейне источника;

# Выбор источника

6. Осенне-зимний режим источника и характер льдошуговых явлений в нем;
7. Температуру воды по месяцам года и развития фитопланктона на различной глубине;
8. Характерные особенности весеннего вскрытия источника и прохождения весенне-летних паводков;
9. Запасы и условия питания подземных вод;
10. Качество и температуру подземных вод;
11. Возможность искусственного пополнения и образования запасов подземных вод;
12. Требования уполномоченных государственных органов по регулированию и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы, рыбоохраны и др.

## Выбор источника

При оценке достаточности водных ресурсов поверхностных источников водоснабжения необходимо обеспечивать ниже места водоотбора гарантированный расход воды, необходимый в каждом сезоне года для удовлетворения потребностей в воде расположенных ниже по течению:

- населенных пунктов;
- промышленных предприятий;
- сельского хозяйства;
- рыбного хозяйства;
- судоходства и других видов водопользования;
- а также для обеспечения санитарных требований по охране источников водоснабжения.



## **Влияние деятельности человека на состояние природных источников водоснабжения**

Сброс загрязненных вод в водоемы приводит к:

- нарушению экологического равновесия: (источники теряют возможность самоочищения)
- вода становится непригодной для целей водоснабжения.

### **Загрязнения происходят:**

- через атмосферу – выбросы производства (азот, окись углерода, пыль, зола и др.)
- выпадают в виде «кислотных дождей».

## Основные виды загрязнений природных источников

Особенно влияют на природные источники сбросы промышленных производств:

- нефтеперерабатывающая
- химическая
- целлюлозно-бумажная
- текстильная
- металлургическая отрасли

Содержание **нефти** (всего 0,2 – 0,4 мг/л) придает воде запах, который не исчезает после хлорирования. **Фенолы** нарушают биологические процессы. **ПАВЫ** приводят к ухудшению биохимической окислительной способности водоемов, усиливают привкус, запах.

# Основные виды загрязнений природных источников

Стоки электрохимических производств, рудообогатительных фабрик, шахтные воды содержат цинк и медь.

**Пестициды** (используемые в с/х) загрязняют водоемы при смыве с почвы, растений, опылении, в результате вымывания воды из почвы.

Пестициды имеют глобальный характер распространения во многих странах. Они ухудшают цвет воды, придают ей запах земли, плесени, хлора, лука, гнилой капусты. Поступление в организм человека приводит к интоксикации, патологическим состояниям.

## Основные виды загрязнений природных источников

Сельское хозяйство – источник загрязнения **биогенными веществами**.

Они способствуют развитию планктона, эвтрофикации (содержание в воде питательных веществ) в водоемах, нарушают процессы самоочищения.

Животноводческие фермы – существенные источники загрязнения, содержат яйца гельминтов, патогенные микроорганизмы. Опасны свиноводческие комплексы. Ферма на 100 голов по результатам загрязнений равна городу с населением 250 тыс. чел.

# Основные виды загрязнений природных источников

## Радиоактивное загрязнение

наиболее опасно, высоко канцерогенно.

Приводит к лейкозам, раку легких, трахеи, желудка и др. Радиоактивные отходы образуются в результате эксплуатации АЭС, при использовании радионуклидов в науке, медицине, с/х, промышленности. Основные пути поступления радионуклидов в экосистему – водный транспорт, осаждение аэрозолей.

Причины заражения – техногенные аварии: нарушение технологического режима работы установок, использующих ядерное топливо, технология режимов переработки отходов, герметичности трубопроводов, установок с радиоактивными веществами.

# Основные виды загрязнений природных источников

## «Тепловое» загрязнение водоемов

– сброс отработавших подогретых вод. Подогрев воды приводит к развитию в ней растительности и накоплению органических веществ.

Водный транспорт – источник загрязнения, сброс недостаточно очищенных отходов. Больше всего от нефтеналивных судов при авариях. При разливе 1 т нефти образуется пленка общей площадью 10-12 км<sup>2</sup>.

## Бытовые сточные воды

самый древний вид загрязнений

## Загрязняющее воздействие атмосферы на

подземные воды связано с инфильтрацией загрязненных дождевых осадков и снега.

Загрязненные речные воды попадают в водоносный горизонт.

## Основные виды загрязнений природных источников

**Деятельность человека** – связанная с отбором воды. Интенсивная эксплуатация подземных вод приводит к изменению гидрологических условий: формируются депрессионные воронки, изменяется направление движения подземных вод, изменяется поверхностный сток, происходит осушение болот и озер, исчезают родники, оседает поверхность земли, гибнет растительность.

Показателем истощения является непрерывное снижение уровня подземных вод, что приводит к уменьшению естественных запасов.

## **Основные виды загрязнений природных источников**

### **Коммунальное и промышленное**

**водоснабжение** - основной фактор хозяйственной деятельности, наиболее влияющий на количественные показатели речного стока

### **Агротехнические мероприятия,**

**мелиорация земель, вырубка леса, урбанизация** – влияют на условия формирования стока источников.

### **Морские перевозки, вынос примесей с**

**речным стоком, поступление примесей с атмосферными осадками** - основные источники загрязнения мирового океана.



# Зоны санитарной охраны

## Зоны санитарной охраны

- Создание санитарных зон необходимо для предотвращения загрязнения источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.
- Границы **первого пояса** зоны санитарной охраны (строгого режима) ограничивают источник в месте забора воды и площадку, занимаемую водозаборами, насосными станциями, очистными сооружениями и резервуарами чистой воды. Первый пояс охватывает акваторию рек и подводных каналов: не менее, чем на **200 м** от водозабора вверх по течению и **100 м** вниз по течению, по прилегающему берегу она проходит на расстоянии не менее, чем на **100 м** от линии уреза воды при максимальном уровне. Для подземных источников граница проходит в радиусе **30 м** от водозабора, если источник надежно защищен; при отсутствии гарантий надежной защиты граница пояса проходит в радиусе **50 м**. В санитарной зоне первого пояса запрещено пребывание людей, не связанных с эксплуатацией сооружений.
- **Второй пояс** охватывает территорию по обеим сторонам реки на расстоянии **500—1000 м** вверх по течению реки. Зона санитарной охраны этого пояса назначается исходя из пробега воды от его границы до водозабора в течение 3 сут. при расходе воды 95%-й обеспеченности.
- **Третий пояс** охватывает территорию, окружающую источник, которая оказывает влияние на формирование в нем качества воды. Границы территории третьего пояса определяются исходя из возможности загрязнения источника химическими веществами.

# Водозаборные сооружения

## ***Сооружения для забора поверхностных вод***

- береговые,
- русловые
- специальные
  - водоприемные ковши,
  - передвижные,
  - плавучие водозаборы,
- сооружения по забору воды из водохранилищ, горных рек, морей.

## ***Сооружения для забора подземных вод***

- скважины,
- шахтные колодцы,
- горизонтальные водозаборы,
- лучевые водозаборы,
- каптаж источников.

# Водозаборные сооружения

## Сооружения для забора поверхностных вод

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

**Водозаборные сооружения берегового типа** применяют при относительно крутом берегу, наличии глубин, обеспечивающих условия забора воды. Их располагают **на склоне берега** с приемом воды **непосредственно из русла реки.** Водоприемники этих водозаборов бывают двух видов: **раздельные** и **совмещенные** с насосной станцией.

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

# Водозаборные сооружения

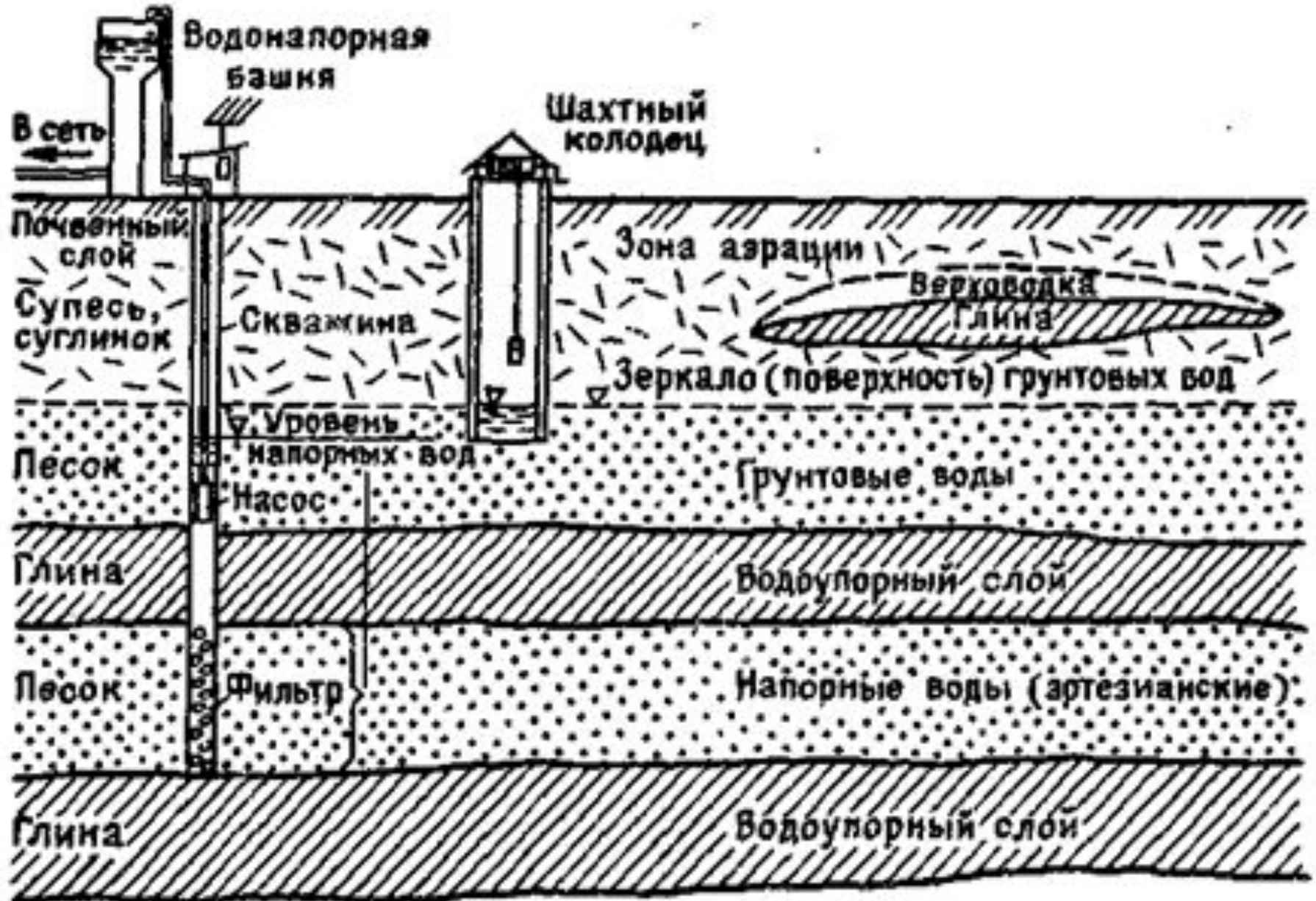
## Сооружения для забора подземных вод

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

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

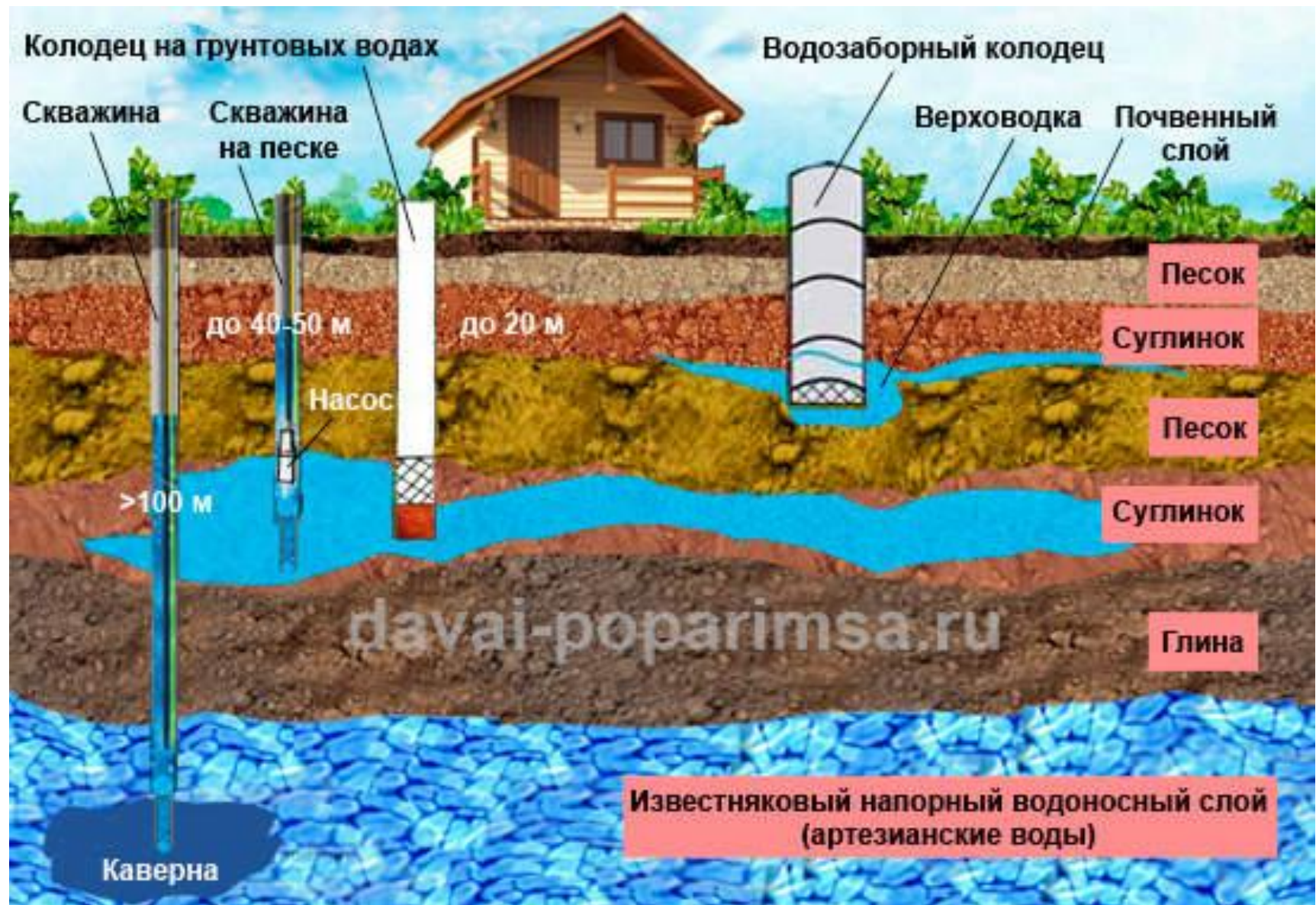
- **Скважины** устраиваемые путем бурения, предназначены для приема как *напорных*, так и *безнапорных* подземных вод, залегающих на глубине *более 30 м*. Это *наиболее распространенный* тип водозаборных сооружений подземных вод. В рыхлых грунтах стенки скважин крепят ***обсадными трубами***. Для предохранения скважины от попадания в нее частиц грунта из водоносного пласта ее, как правило, оборудуют ***фильтром***.
- **Шахтные колодцы** применяют для забора воды из маломощных водоносных пластов, залегающих на глубине **до 30 м** от поверхности земли. Их выполняют из кирпича, бетона, железобетона, дерева, камня. Вода поступает в колодец через боковые отверстия, устраиваемые в стенках, и дно, засыпанное крупнозернистым материалом. Забор воды из шахтного колодца осуществляется с помощью сифонов или насосов.
- Для защиты колодца от попадания загрязнений и поверхностных стоков вокруг него устраивают отсыпку с мощением камнем, а также глиняный замок. Стенки колодца поднимают на 0,8 м над поверхностью земли. Сверху колодец закрывается крышкой.
- **Горизонтальные водозаборы** устраивают в пределах водоносного пласта на глубине 6—8 м при незначительной его мощности. Водозабор располагают перпендикулярно направлению движения грунтового потока с уклоном в сторону сборного колодца, откуда вода забирается насосами. Вокруг труб устраивают гравийно-песчаную обсыпку, которая предотвращает попадание в воду частиц грунта.
- **Лучевые водозаборы** применяют для забора подрусловых и подземных вод, не имеющих питания из открытых водоемов. Водозаборы этого типа предусматривают при залегании водоносных пластов на глубине не более 15—20 м. Лучевой водозабор представляет собой разновидность шахтного колодца, оборудованного водоприемными фильтрами с дренами. Дрены располагаются в водоносном слое радиально по отношению к колодцу. Их выполняют из перфорированных стальных труб, прокладываемых способом продавливания из сборного колодца.
- Для использования родниковой (ключевой) воды, отличающейся высокими показателями качества, применяют **каптажные сооружения**, которые, представляют собой камеры типа шахтных колодцев, устраиваемые в месте выхода воды.

# Водозаборные сооружения из подземных вод





# Водозаборные сооружения из подземных вод





# Системы водоснабжения

## Качество воды

Качество природных вод весьма разнообразно и представляет собой сложную, непрерывно изменяющуюся систему, которая содержит **минеральные и органические вещества** во взвешенном, коллоидном и истинно растворенном состоянии.

**Показатели качества воды** подразделяются на:

- **физические** температура, содержание взвешенных веществ, цветность, запах, вкус и др.,
- **химические** жесткость, щелочность, активная реакция, окисляемость, солесодержание, сухой остаток и др.,
- **биологические и бактериологические** (общее микробное число, колифаги и др.),
- **радиационные** (общая а—b-активность),
- Требования к качеству питьевой воды, правила контроля качества воды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения, регламентированы санитарными правилами и нормами **СанПиН 2.1.4.1074-01** «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».



# Системы водоснабжения

## Физические свойства воды

- **Температура воды** поверхностных источников изменяется в весьма широких пределах по сезонам года (от **0,1 до 30°C**); **подземных** вод более стабильна (**8—12°C**). Оптимальная температура воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения принимается **7—11°C**.
- **Мутность** (прозрачность, содержание взвешенных веществ) характеризует наличие в воде частиц песка, глины, илистых частиц, планктона, водорослей и других механических примесей, которые попадают в нее в результате размыва дна и берегов реки, с дождевыми и тальными водами, со сточными водами и т.п.
- **Количество взвешенных веществ** в воде выражается в миллиграммах на литр по каолину (мг/л) или единицах мутности по формазину (ЕМФ). Количество взвешенных веществ в питьевой воде не должно превышать **1,5 мг/л**.
- **Цветность воды** (ее окраска) выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы. Вода с цветностью до 35 град считается **малоцветной**, от 35 до 120 град — **средней цветности**, свыше 120 град — **высокой цветности**. Цветность питьевой воды не должна превышать **20 град**.
- **Запахи и привкусы** воды обуславливаются присутствием в ней органических соединений. Интенсивность и характер запахов и привкусов определяют **органолептически** по **пятибалльной** системе; привкусы и запахи, определяемые при 20°C, не должны превышать **2 баллов**.

# Системы водоснабжения

## Химические свойства воды

- **Общая минерализация (сухой остаток)** - общее количество веществ (кроме газов), содержащихся в воде в растворенном состоянии, характеризуется сухим остатком, получаемым в результате выпаривания профильтрованной воды и высушивания задержанного остатка до постоянной массы. В воде, используемой для хозяйственно-питьевых целей, сухой остаток не должен превышать **1000 мг/л**, в особых случаях — **1500 мг/л**.
- **Активная реакция.** Вода, подаваемая хозяйственно-питьевым водопроводом, должна иметь показатель рН в пределах **6—9**. *При низких значениях рН сильно возрастает ее корродирующее действие на сталь и бетон.*
- **Жесткость воды** обуславливается содержанием в ней солей кальция, магния. Различают *карбонатную жесткость*, которая определяется наличием в воде двууглекислых солей кальция и магния, *некарбонатную*, при которой в воде содержатся другие соли кальция и магния — сульфаты, хлориды, нитраты. Суммарная жесткость воды называется *общей жесткостью*.
- **Содержание фтора** в питьевой воде должно поддерживаться в пределах **0,7—1,5 мг/л** ( в зависимости от климатических условий).

# Системы водоснабжения

**Содержание соединений железа.** Железо довольно часто встречается в воде подземных источников, в основном в форме растворенного двухвалентного железа. Иногда железо содержится и в поверхностных водах в форме комплексных соединений, коллоидов или тонкодисперсной взвеси. Содержание железа допускается не более **0,3 мг/л**.

## Бактериальная загрязненность воды

В воде могут интенсивно развиваться многие формы вирусов и бактерий. Основными *источниками* поступления вирусов и бактерий в природные воды являются хозяйственно-фекальные сточные воды, атмосферные осадки с территорий водосбора и дренажные воды свалок и навозохранилищ.

Контроль бактериальных и вирусных загрязнений осуществляется по **микробиологическим показателям**: общее микробное число (**ОМЧ**) — количество образующихся колоний бактерий в 1 мл (для питьевой воды **не более 50**), количество *общих и термотолерантных колиформных бактерий* ( для питьевой воды — отсутствие в 100 мл), колифагов (в питьевой воде *отсутствие* бляшкообразующих единиц— **БОЕ в 100 мл**).

В практике использования природных вод для различных потребителей приходится встречаться еще с целым рядом ее **специфических свойств**.

# Очистка воды. Основные способы обработки ВОДЫ

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

В процессе очистки и обработки вода подвергается:

**осветлению** (освобождение от взвешенных веществ),

**обесцвечиванию**,

**обеззараживанию** (уничтожение находящихся в ней болезнетворных бактерий),

**умягчению** (снижение или почти полное устранение содержащихся в ней солей жесткости).

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

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

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

# Очистные сооружения систем водоснабжения

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

- **Место расположения очистной станции** назначают при выборе схемы водоснабжения объекта. Часто очистные сооружения располагают вблизи источника водоснабжения и, следовательно, в незначительном удалении от насосной станции I подъема и водозабора. Наибольшее распространение в практике водоочистки, особенно в городских водопроводах, имеют *схемы очистных сооружений с самотечным движением воды*. Вода, поданная насосами станции I подъема, самотеком проходит последовательно все очистные сооружения и поступает в сборный резервуар чистой воды, из которого забирается насосами станции II подъема.
- Очистные станции водопроводов населенных пунктов, в зависимости от качества воды источника, могут строиться по [одноступенчатой или двухступенчатой схеме](#).
- **Двухступенчатая схема** очистной станции осветления, обесцвечивания и обеззараживания воды, подаваемой для хозяйственно-питьевых целей, предусматривает следующие операции: коагулирование воды, углевание, осветление ее в горизонтальных отстойниках и фильтрах с применением флокулянтов, обеззараживание путем хлорирования.
- Для снижения цветности, привкусов и запахов, для очистки от антропогенных загрязнений одновременно с введением активированного угля или самостоятельно применяют следующие методы: озонирование, аэрирование, другие физико-химические, биологические.
- При **одноступенчатой схеме** очистки воды ее осветление осуществляется на фильтрах или в контактных осветлителях без использования отстойников. При очистке маломутных цветных вод обычно применяется одноступенчатая схема с фильтрами или контактными осветлителями без использования камер хлопьеобразования и отстойников.

# Очистные сооружения системы водоснабжения

Очистные сооружения **рассчитывают**, как правило, на равномерную подачу воды в течение суток.

Для осуществления технологического процесса коагуляции в качестве **коагулянтов** применяют сернокислый алюминий  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , сернокислое закисное железо  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и т.д. В результате реакций гидролиза образуются нерастворимые в воде **гидроксиды алюминия или железа**, которые являются неустойчивыми компонентами коллоидной системы.

- Исходная вода насосной станцией I подъема подается в смеситель, где быстро перемешивается в течение 1—2 мин с реагентами. Из смесителя вода поступает в камеру хлопьеобразования, где происходит ее медленное перемешивание (в течение 15—30 мин) для осуществления процесса коагуляции (хлопьеобразования) — укрупнения взвешенных частиц. В большинстве случаев камеры хлопьеобразования предусматриваются встроенными в горизонтальный отстойник. В горизонтальном отстойнике укрупнившиеся взвешенные частицы выпадают в осадок под действием силы тяжести. Затем вода поступает на фильтры, где удаляется мелкодисперсная взвесь в результате фильтрования воды через слой фильтрующего материала. Осветленная вода (содержание взвеси до 1,5 мг/л) после хлорирования поступает в резервуары чистой воды. Такая схема обработки воды рекомендуется для осветления и обесцвечивания природных вод при расходах **более 30 000 м<sup>3</sup>/сут**, наличии взвешенных веществ **до 1500 мг/л**. При расходах до 3000 м<sup>3</sup>/сут применяют схему с **вертикальными** отстойниками.
- Широко используется также **схема обработки воды с осветлителем со взвешенным слоем осадка**, рекомендуемая при расходах **более 3000 м<sup>3</sup>/сут** и наличии взвешенных веществ в исходной воде **до 1,5 г/л**.
- Для **интенсификации** процессов коагуляции иногда применяют специальные химические реагенты — **флокулянты** (активная кремниевая кислота и полиакриламид), способствующие образованию крупных хлопьев.

# Водопроводная сеть

**Водопроводная сеть.** Устройство и оборудование водопроводной сети. Запасные и регулирующие емкости. Нормы водопотребления, режим работы сооружений. Основные сведения по расчету водопроводных сетей и сооружений

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

**По конфигурации** водопроводные сети бывают *тупиковые* (разветвленные) и *кольцевые*. Для городских и производственных водопроводов, как правило, устраивают *кольцевые сети*.

**Материалы сетей.** Для **напорных** водоводов и сетей применяют стальные, чугунные, асбестоцементные, пластмассовые, железобетонные и другие трубы. Для **безнапорных** водоводов используют бетонные трубы, открытые каналы из бетона, железобетонные трубы.



# Водопроводная сеть

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

Для возможности выключения ремонтных участков водоводов применяют **задвижки и поворотные затворы**. Задвижки бывают диаметром до 1200 мм с ручным, гидравлическим и электрическим приводами. По конструкции запорного органа они подразделяются на параллельные и клиновые.

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

**Предохранительные клапаны и устройства**, предназначенные для борьбы с гидравлическим ударом в трубопроводах, разделяются на две основные группы: *пружинные предохранительные клапаны, гасители удара*.

Для создания нормальных условий работы трубопроводов их оборудуют **аэрационными устройствами**, которые необходимы для *впуска воздуха* в случае опорожнения отдельных участков трубопроводов и *выпуска воздуха* при заполнении их водой.

**Выпуски** служат для сброса воды. Их устанавливают в пониженных точках каждого ремонтного участка трубопровода, а также в местах, принятых для промывки трубопроводов перед сдачей в эксплуатацию по окончании строительства или после ремонта.

Если здания в населенном пункте не оборудованы внутренним водопроводом, то забор воды из сети осуществляется через **водоразборные колонки**.

Для забора воды из сети с целью пожаротушения применяют **гидранты**, устанавливаемые в смотровых колодцах через 150 м.



# Запасные и регулирующие емкости

## **Водонапорные башни**

Водонапорные башни необходимы для сглаживания режима работы насосной станции II подъема, определяемого режимом водопотребления. При значительной неравномерности водопотребления практически трудно либо невыгодно достичь совпадения потребления и подачи воды.

Водонапорная башня **состоит** из резервуара или бака, поддерживающей конструкции (ствола). В районах с суровым климатом вокруг бака устраивают *шатер* для предохранения воды от замерзания. Водонапорные башни могут быть выполнены из железобетона, кирпича, металла и дерева. *Деревянные* водонапорные башни применяют, в основном, на временных водопроводах. *Кирпичные* водонапорные башни строят относительно небольшой высоты, когда их применение, исходя из местных условий, экономически целесообразно. **Баки** водонапорных башен выполняют из стали с плоским или сферическим днищем. Наиболее широко в нашей стране применяют железобетонные водонапорные башни, в основном, цилиндрической формы с плоским или сферическим днищем. Все более широкое распространение получает напряженный железобетон, повышающий водонепроницаемость баков. Башни оборудуют *сигнализацией*, передающей показания уровня воды на насосную станцию или диспетчерский пункт водопроводного хозяйства.

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

- В настоящее время наибольшее распространение получили железобетонные резервуары различных форм, конструкций и методов изготовления.

# Нормы водопотребления. Режим работы сооружений

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

*Норма водопотребления* зависит от характера санитарно-технического оборудования зданий, местных климатических условий. Она учитывает расход воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в жилых и общественных зданиях, за исключением расхода воды в домах отдыха, санаториях и детских оздоровительных лагерях.

- В настоящее время действующим СП предусмотрены следующие расчетные среднесуточные расходы (л/сут ) на хозяйственно-питьевые нужды на одного жителя.

**Степень благоустройства районов жилой застройки:**

- застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией, без ванн 125-160
- то же, с ваннами и местными водонагревателями 160-230
- то же, с централизованным горячим водоснабжением 230-350
- застройка зданиями, в которых водопользование осуществляется **из водоразборных колонок** 30-50

# Нормы водопотребления. Режим работы сооружений

**Потребление воды на производственные нужды** зависит от характера и объема производства, а также технологии производства.

**Расходование воды на нужды пожаротушения** определяется в соответствии с нормами, устанавливаемыми на основании опыта тушения пожаров. *Расчетная продолжительность тушения пожара* принимается 3 часа.

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

На хозяйственно-питьевые и бытовые нужды населения средние суточные расходы воды  $Q$ , м<sup>3</sup>/сут, равны

$$Q = q_{cp} N,$$

где  $q_{cp}$  — средний за год расчетный расход воды на одного жителя, принимаемый в соответствии с действующими СНиП;

$N$  — расчетное число жителей.

- Расчетные объемы водопотребления промышленных объектов определяются на основании технологических расчетов.
- Суточная неравномерность потребления воды характеризуется **коэффициентами суточной неравномерности**. Характер потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды **неравномерный**. Неравномерность водопотребления на промышленных предприятиях зависит от технологии производства. Зная режим водопотребления, можно установить режим подачи воды и режим работы отдельных сооружений.
- **Режим работы насосной станции II подъема** может быть равномерным или по ступенчатому графику.
- **Насосная станция I подъема**, как правило, работает равномерно.

# Расчет водопроводных сетей и сооружений

## Цель гидравлического расчета:

- определение потерь напора и диаметров труб участков сети.

Потери напора необходимо знать для определения высоты водонапорной башни и напора насосов. Водопроводная сеть должна быть рассчитана на случай наибольшего водопотребления и момента пожара, совпадающего по времени с часом максимального водопотребления.

При определении *диаметров труб* линий сети необходимо вычислить расчетные расходы воды для этих линий, т.е. количество воды, которое будет протекать по ним в расчетные периоды работы системы.

- В городских водопроводных сетях принимается схема **равномерного** распределения отбора воды на хозяйственно-питьевые нужды населения. Расходы воды крупных предприятий рассматриваются как **сосредоточенные** в определенных узлах.
- Расход, приходящийся на 1 м длины сети, называется **удельным**. Принимается, что расход воды на каждом участке магистральной сети пропорционален его длине. Этот расход, называется **путевым**.
- Каждый участок сети (кроме конечных), помимо путевого расхода пропускает **транзитный** расход  $q_{\tau}$ , необходимый для питания последующих участков.
- Ориентировочно **диаметр** труб иногда выбирают по **экономичным** скоростям, составляющим **0,5—2 м/с**.
- В практике расчетов **потерь напора** существуют таблицы, позволяющие определять потери напора:  $h = il$ .

# Насосные станции

Насосы — одно из основных средств, используемых при напорном транспортировании воды. В настоящее время существует множество насосов, различающихся принципом действия, конструкцией и т.д.

Работа каждого насоса характеризуется следующими ***техническими параметрами***:

подачей, напором, частотой вращения рабочего колеса, потребляемой мощностью, КПД, высотой всасывания.

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

# Насосные станции

## Классификация насосных станций

По назначению и расположению в схеме водоснабжения :

**станции I и II подъемов, повысительные, циркуляционные.**

**Насосные станции I подъема** забирают воду от водоприемных сооружений и подают ее на очистные сооружения (при необходимости ее очистки) либо потребителю. **Насосные станции II подъема** предназначены для подачи воды от очистных сооружений к потребителям. **Повысительные** насосные станции служат для повышения давления в отдельных возвышенных или удаленных районах. В системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий устраивают **циркуляционные** насосные станции, осуществляющие оборот воды.

По расположению относительно поверхности земли :

**наземные и заглубленные;**

В зависимости от применяемого насосного оборудования :

**с горизонтальными центробежными насосами, вертикальными центробежными насосами и т.д. ;**

По характеру управления :

**с ручным, автоматическим и дистанционным управлением.**

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

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

# Системы водоснабжения зданий

**Системы водоснабжения зданий и объектов любого назначения** должны обеспечивать потребителей водой заданного качества, в требуемом количестве, под необходимым напором. Снабжение водой зданий и отдельных объектов может осуществляться от наружной водопроводной сети (населенного пункта, предприятия) или от собственного местного (подземного или поверхностного) источника водоснабжения.

Системы водоснабжения **подразделяются** по: назначению, сфере обслуживания, способу использования воды, обеспеченности напором с учетом установленного оборудования.

## **Элементы внутреннего водопровода:**

- Основными элементами внутреннего водопровода являются: вводы (один или несколько), водомерный узел, водопроводная сеть, арматура, местные водонапорные установки, регулирующие и запасные баки (водоаккумулирующие устройства), местные установки кондиционирования воды.

# Противопожарные водопроводы

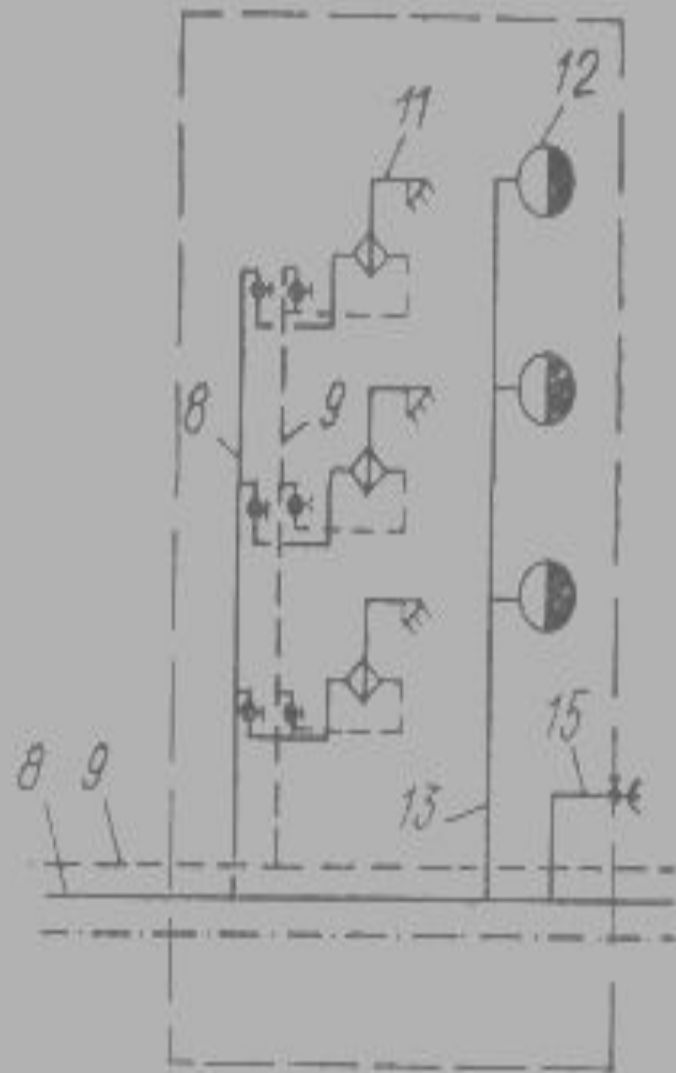
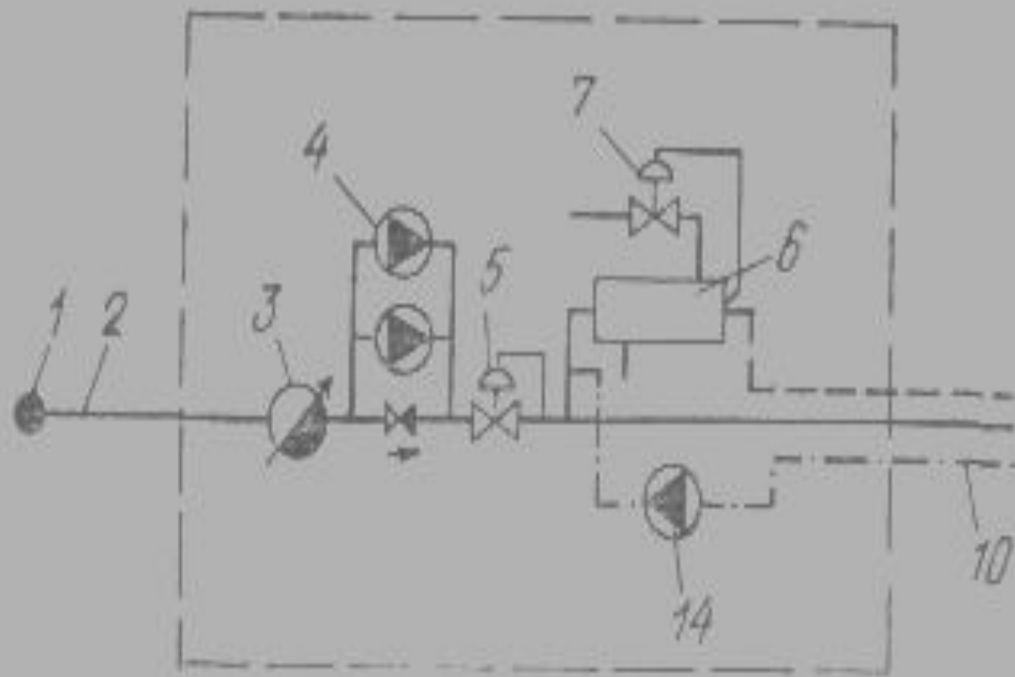
## Поливочные водопроводы

### *Противопожарные водопроводы*

- Для защиты зданий и отдельных объектов от пожаров устраивают наружные, внутренние противопожарные водопроводы.
- Внутренние противопожарные водопроводы, в зависимости от огнеопасности и этажности зданий, устраивают раздельными, объединенными с водопроводом другого назначения.
- Проектируют следующие системы противопожарного водопровода в зданиях: противопожарные водопроводы **с пожарными кранами; автоматические (спринклерные) в зданиях, требующих повышенной защиты; полуавтоматические (дренчерные) установки.**
- Противопожарные водопроводы ***устраивают***: в жилых одно- и многосекционных зданиях высотой 12 этажей и более; общежитиях и гостиницах высотой в четыре этажа и более; в зданиях учебных заведений; санаториях, домах отдыха, лечебных и детских учреждениях, магазинах и др. при объеме здания 5000 м<sup>3</sup> и более; кинотеатрах, клубах, домах культуры. В *жилых зданиях* высотой 12—16 этажей устраивают ***объединенный*** хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод, а в зданиях высотой 17 этажей и более — ***раздельный*** противопожарный и хозяйственно-питьевой водопровод.
- ***Максимальный напор*** в объединенном противопожарном водопроводе на отметке наиболее низко расположенного водоразбора и пожарного крана должен быть не более 45 м, а у раздельного противопожарного водопровода — не более 90 м.



ЦТП



## Основные элементы внутреннего водопровода

1 – присоединение к городскому водопроводу, 2 – ввод водопровода, 3 – водосчетчик, 4 – установки для повышения напора, 5 – устройства для выравнивания давления в сети, 6 – водонагреватели, 7 – устройства для регулирования температуры, 8 – магистральная и распределительная сети холодной воды, 9 – подающие трубопроводы горячей воды, 10 – циркуляционные трубопроводы горячей воды, 11 – водоразборная и запорная арматура, 12 – пожарные краны, 13 – пожарный стояк, 14 – циркуляционный насос, 15 – поливочный водопровод.

# Внутренний водопровод

- **Ввод** прокладывается *кратчайшим путем* от здания к наружной сети и вводится в здание *перпендикулярно* стене. В месте присоединения ввода к наружной водопроводной сети устраивают *колодец* диаметром не менее 700 мм, в котором размещают запорную арматуру (вентиль или задвижку) для отключения ввода. Желательно ввод присоединять к имеющемуся колодцу, если он расположен не дальше 15 м от здания
- Для устройства вводов *применяют* чугунные раструбные водопроводные трубы диаметром 50, 100 мм и более, стальные оцинкованные трубы с противокоррозионной битумной изоляцией (при диаметрах менее 50 мм), пластмассовые трубы (в отдельных случаях).
- *Глубина заложения* труб вводов зависит от глубины заложения наружной водопроводной сети, т.е. вводы размещают ниже глубины промерзания грунта:

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

- где  $h_{\text{пром}}$  – глубина промерзания грунта в данной местности. Минимальная глубина, равная 0,7 м до верха трубы, назначается из условий защиты трубопровода от механических повреждений наземным транспортом.  
**Проход ввода через отверстие фундамента** здания или стены подвала устраивают в стальной гильзе, диаметр которой на 400 мм больше диаметра ввода. Трубы укладывают с *уклоном 0,005* в сторону наружной сети, чтобы их можно было опорожнить для ремонта.

# Внутренний водопровод

## Учет расхода воды, водомерные узлы и водосчетчики

- Для учета количества потребляемой воды в системах водоснабжения зданий устанавливают **водосчетчики или расходомеры** — контрольно-измерительные интегрирующие приборы. В процессе эксплуатации требуется проводить проверку измерительных приборов, а иногда ремонт или замену приборов, дающих показания с большими погрешностями.
- Водосчетчик устанавливают на трубопроводе между двумя задвижками или вентилями, в результате чего образуется **водомерный узел**. Счетчики воды *устанавливают* на вводах холодного и горячего водоснабжения в каждое здание, вводах в каждую квартиру, всех ответвлениях трубопроводов в отдельные помещения: магазины, рестораны и др.
- **Виды водомерных узлов.** Различают водомерные узлы простые (без обводной линии), с обводной линией, на которой устанавливают вентиль или задвижку в закрытом (опломбированном) положении.
- **Типы счетчиков.** Для учета количества воды, расходуемой в зданиях, применяют скоростные водосчетчики: **крыльчатые, турбинные, комбинированные, камерные диафрагмы, сопла и трубы Вентури**.
- Б сеть
- **Подбор счетчика.** Диаметр (калибр) условного прохода водосчетчика подбирают так, чтобы средний часовой расчетный расход воды (за смену, сутки) был не больше эксплуатационного расхода счетчика выбранного калибра. Скоростные счетчики надежно работают при расходе, близком к нормативному эксплуатационному, характеризующему выбранный водосчетчик. Выбранный счетчик проверяют по максимальному расчетному секунднему расходу ( $q$ , л/с), при котором потеря напора в нем не должна превышать допустимого значения: для крыльчатого счетчика — 5 м, для турбинного — 2,5 м.
- Потерю напора определяют по формуле:  $h = S q_p$
- где  $S$  — гидравлическое сопротивление счетчика,  $q_p$  — расчетный максимальный секундный расход воды, л/с.

# Водопроводная сеть зданий

**Схемы водопроводных сетей** бывают:

*тупиковыми, кольцевыми, комбинированными.*

- По расположению магистральных трубопроводов: с *нижней* горизонтальной, с *верхней* горизонтальной, с *вертикальной* разводкой.
- По виду подачи воды различают сети: *циркуляционные* напорные и самотечные, *двойные*.
- Магистральные трубопроводы в сетях с *нижней разводкой* размещают в подвале или техническом подполье здания, а в сетях с *верхней разводкой* — под потолком верхнего этажа, на чердаке или в техническом этаже здания. Трубопроводы, прокладываемые в неотапливаемых помещениях, должны быть утеплены, если температура воздуха опускается ниже  $- 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- *Водопроводная сеть высотных зданий* состоит из самостоятельных зон, не соединенных одна с другой. В каждой зоне хозяйственно-питьевой водопроводной сети гидростатический напор не должен превышать допустимую величину  $H_{доп}$  равную 45 м (для противопожарного водопровода — 90 м).
- Подача воды в водопроводные сети каждой последующей зоны производится отдельными повысительными насосами. Если воду из водонапорного бака, размещенного в одном техническом этаже, передают насосами в бак, обслуживающий сеть другой зоны, то такая схема называется *последовательной*. Если воду подают в сеть каждой зоны повысительными насосами, размещенными централизованно в первом техническом этаже (в подвале), то такая схема называется *параллельной*.
- **Выбор схемы водопроводной сети.** При выборе схемы водопроводной сети следует *учитывать*: места размещения водоразборной арматуры на каждом этаже, условия подачи и режим потребления воды; удобство монтажа и ремонта всех трубопроводов. При проектировании систем водоснабжения стремятся к рациональному размещению трубопроводов, приблизив их к водоразборным устройствам. Например, в жилых и общественных зданиях водоразборную арматуру соединяют поэтажно стояками, прокладывая более короткие подводки к арматуре.

# Конструирование водопроводной сети

## Прокладка водопроводной сети

- Трубопроводы прокладывают *открытым, скрытым* способом. *Открыто* по стенам, по фермам, по колоннам, под перекрытиями. *Скрытая прокладка* - в бороздах, шахтах, каналах, блоках, панелях, кабинах. При невозможности открытой прокладки водопроводных труб их можно размещать в *общих каналах* с другими трубопроводами, если по ним транспортируют нетоксичные жидкости и газы.
- Горизонтальные участки трубопроводов прокладывают с **уклоном 0,002—0,005** для возможности опорожнения их при производстве ремонтных работ.

**Трассировка сети.** Водопроводные сети прокладывают так, чтобы их *протяженность* и *количество пересечений* со строительными конструкциями были минимальными. *Трассировка сети* начинается с квартальной сети, которая объединяет основные элементы системы (насосные станции, сети отдельных зданий и т.д.). Обычно *квартальные сети* прокладывают в земле. Минимальные расстояния от данных сетей до других коммуникаций принимаются такими же, как для вводов. Рациональной является прокладка квартальных сетей совместно с другими сетями в проходных или непроходных каналах – сцепках между зданиями.

- **Водопроводная сеть здания** прокладывается параллельно стенам зданий и линиям колонн, по возможности прямолинейно, так, чтобы длина труб была минимальной. Трубопроводы *не должны пересекать* балки, колонны и другие несущие части здания. Рекомендуется прокладывать сеть *совместно* с другими сетями (отопления, горячего водоснабжения и т.д.).
- Трубопроводы прокладывают в помещениях с *температурой выше 2°С*, чтобы предотвратить замерзание трубопроводов. При прокладке в помещениях с более низкой температурой следует покрывать трубопроводы *теплоизоляцией*. *Неизолированные* трубы окрашивают масляной краской, а в сырых помещениях – лаком. Если в помещении проложено несколько трубопроводов различного назначения, их окрашивают в различные цвета.
- **Трассировку внутренней сети** начинают от водоразборных приборов: на планах этажей и разрезах здания намечают места прокладки труб, подающих воду к приборам (разводки), а также стояков. **Разводки** (подводки к приборам) прокладывают, как правило, *открыто* по стенам душевых, кухонь и других помещений. Рационально размещать их под санитарно-техническими приборами на высоте 15 – 40 см над полом.
- **Стояки** прокладывают по возможности в местах расположения наибольшего количества водоразборных приборов так, чтобы их количество и длина разводов к водоразборным приборам были минимальными. Они должны располагаться около стен и перегородок, колонн, допускающих крепление трубопроводов.
- **Магистралы** прокладывают так, чтобы объединить все стояки и трубопровод, подающий воду в здание. На сетях с *нижней разводкой* их размещают в подпольях, подвалах, технических этажах или в первом этаже. *При верхней разводке* магистралей они монтируются на чердаке здания, под потолком верхнего этажа, в межферменном пространстве производственных зданий. В нижних точках необходимо установить **спускные устройства** (тройники или муфты с пробками для спуска воды).
- На основе проведенной трассировки строится **аксонометрическая схема**, на которой намечают места установки арматуры.

# Материалы и арматура водопроводной сети

## Материалы водопроводной сети

- Для устройства водопроводных сетей холодного и горячего водоснабжения СНиП 2.04.01-85\*рекомендует применять трубы: пластмассовые, металлополимерные, из стеклопластика, стальные, чугунные, асбестоцементные. Допускается применять медные, бронзовые, латунные трубы и фасонные части к ним.

## Арматура внутреннего водопровода

- Во внутренних водопроводах, в зависимости от назначения, различают арматуру: запорную, водоразборную, регулировочную, предохранительную.
- К трубопроводам арматуру *присоединяют* на резьбе, с помощью фланцев. Арматуру *изготавливают* из чугуна, стали, латуни, пластмассы.

**Запорная арматура.** К запорной арматуре относятся: пробковые проходные краны, запорные вентили, задвижки, шаровые краны. Запорная арматура *предназначена* для отключения отдельных участков водопроводной сети. Запорную арматуру *устанавливают*: у основания стояков водопроводной сети в зданиях, имеющих более трех этажей; на всех ответвлениях от магистральных трубопроводов; на кольцевой магистральной сети; у основания пожарных стояков, на ответвлениях в каждую квартиру; на подводках к промывным канализационным устройствам (бачкам, смывным кранам) и т.д.

Расстояние от магистрали до запорной арматуры, установленной на стояках и ответвлениях, не должно превышать 120 мм.

**Водоразборная арматура.** К водоразборной арматуре относятся краны водоразборные, туалетные, смесительные, лабораторные, банные, поливочные, писсуарные, смывные, пожарные и т.д.

В зависимости от вида перемещения затвора водоразборную арматуру *подразделяют* на два типа: вентильную, пробковую.

**Регулировочная арматура.** К регулировочной арматуре относятся: регуляторы расхода, напора, регулировочные вентили и т.п.

Регулировочная арматура *предназначена* для регулирования расхода воды, поддержания определенного напора в сети или перед водоразборными приборами.

**Предохранительная арматура.** К предохранительной арматуре *относятся* предохранительные клапаны, обратные клапаны

Предохранительная арматура *предназначена* для защиты от повреждения сети и оборудования при внезапном повышении напора. *Обратные клапаны* предусматриваются на обводной линии насосов, на напорном патрубке каждого насоса, на вводах, если на внутренней водопроводной сети размещают водонапорные баки или проектируют несколько вводов, соединенных между собой трубопроводами внутри здания.

**Воздухоотводчики** устанавливают обычно в верхних точках сетей с верхней разводкой, верхних коллекторов, соединяющих несколько стояков, и других точках, где возможно скопление воздуха. Перед воздухоотводчиком предусматривается



## Поливочные водопроводы

- Поливочные водопроводы *устраивают* для поливки зеленых насаждений и территорий в летнее время на площадках промышленных предприятий, в садах, парках, скверах, стадионах. *Сеть поливочного водопровода. Трубопроводы* распределительной сети *прокладывают* в земле или на опорах по поверхности земли с уклоном не менее 0,005 к специально установленным спускным кранам для возможности полного опорожнения всей сети.
- Поливочные краны *размещают* в нишах наружных стен здания через каждые 60—70 м по его периметру на высоте 0,35 в отместке здания. На каждом трубопроводе подводки от сети внутреннего водопровода к поливочному крану устанавливают вентиль и спускной кран (или пробку) для опорожнения на зимний период. При необходимости (для мытья полов и пр.) поливочные краны с подводкой к ним холодной и горячей воды устанавливают внутри помещений на высоте 1,25 м от поверхности пола.



# Системы водоотведения

Системы водоотведения (канализация) *предназначены* для удаления из здания загрязнений, образующихся в процессе санитарно-гигиенических процедур, хозяйственной и производственной деятельности человека, отведения атмосферных и талых вод.

- **По способу удаления отходов** выделяют системы: сплавные, вывозные.
- **По назначению** системы водоотведения разделяются на бытовые, производственные, внутренние водостоки,
- Мусор, *твердые бытовые отходы* (ТБО) удаляют мусоропроводами, которые также можно отнести к системам канализации — **канализование твердых отходов**.
- **По степени объединения:** отдельные, объединенные, единые.

## Элементы внутренней канализации

- Система водоотведения состоит из следующих *элементов*: приемников сточных вод, гидравлических затворов, внутренней водоотводящей сети, устройств для прочистки, местных установок для очистки и перекачки сточных вод.

Из здания сточные воды отводятся в наружную уличную сеть через систему трубопроводов, которая, в зависимости от расположения ее на территории населенного пункта или промышленного предприятия, называется дворовой, внутриквартальной, внутриплощадочной (заводской).

# Мусороудаление.

## **Мусороудаление.**

- *Количество твердых отходов* в сутки в жилых домах в среднем на одного человека составляет 1,64 л, или 0,05 кг (0,25 л на 1 м<sup>3</sup> жилой площади), на производстве 0,3 л, в учреждениях 0,275 л. В больших городах количество вывозимого мусора составляет ежегодно десятки тысяч тонн. В мусоре *содержатся* 15—45 % золы, 20—30 % горючих материалов.
- *Органический мусор* (кухонные, пищевые отбросы) при несвоевременном удалении гниет, разлагается, является источником размножения болезнетворных микроорганизмов и пищей для мух и грызунов, являющихся переносчиками инфекционных заболеваний. Для предотвращения этого на территории населенного пункта службой санитарной очистки организуются сбор, хранение и вывоз отходов.

## **Способы мусороудаления:**

- сбор мусора в специальные ведра и вынос их в мусорные ящики, мусоросборники или помойницы (для органических отбросов), которые периодически очищаются. Собранный мусор вывозится мусоровозами. Этот способ применяется в поселках и городах, застроенных домами высотой не более пяти этажей;
- удаление мусора из квартир системой мусоропроводов, сбор в контейнеры, расположенные в специальной камере, откуда его вывозят автомашины. Данный способ применяется в многоэтажных зданиях квартирного типа, гостиницах, общежитиях.
- Собранный мусор и отходы мусоровозами перевозятся на:
  - сортировочные мусороперерабатывающие,
  - мусоросжигательные предприятия.
- После сортировки и извлечения утильсырья остатки мусора (преимущественно, органического происхождения) перерабатывают на удобрение или сжигают.
- **В практике используются мусоропроводы следующих типов: холодные, сухие, мокрые, горячие (огневые). Наибольшее распространение получили холодные и сухие мусоропровод.**

# Водоотведение

**Под водоотведением (канализацией)** понимается комплекс оборудования, сетей и сооружений, предназначенных для организованного приема и удаления по трубопроводам за пределы населенных пунктов или промышленных предприятий загрязненных сточных вод, а также для их очистки и обезвреживания перед утилизацией или сбросом в водоем.

## Классификация систем

- **бытовые, производственные, атмосферные; вывозные, сплавные.**

## Элементы системы водоотведения

- внутренние устройства зданий,
- наружные внутриквартальные и уличные сети,
- насосные станции,
- напорные трубопроводы,
- очистные сооружения,
- устройства для выпуска очищенных сточных вод в водоем.

## Состав и свойства стоков. Очистка сточных вод. Обработка осадка. Виды загрязнений

Сточные воды представляют собой сложные системы, в которых органические и минеральные загрязнения находятся в растворенном, коллоидном, нерастворенном состояниях.

*Характерная особенность городских сточных вод — их неравномерное поступление в водоотводящие системы, на насосные станции и очистные сооружения.*

*Состав городских сточных вод и концентрация в них загрязнений определяются, в основном, нормами водопотребления, а также составом производственных сточных вод.*

*Степень загрязнения сточной воды органическими веществами можно определить по **количеству кислорода**, которое необходимо для окисления органических веществ с помощью аэробных микроорганизмов — минерализаторов. Количество кислорода, которое необходимо для окисления органических веществ с помощью аэробных микроорганизмов называется **биохимической потребностью в кислороде (БПК)**.*

***Химической потребностью в кислороде (ХПК)** является количество кислорода, требуемое для химического окисления органических веществ сточной воды до конечных минеральных продуктов окисления.*

# Методы очистки сточных вод

## Сооружения для очистки сточных вод

**Методы очистки сточных вод:** механический, физико-химический, биологический.

### **Механическая очистка**

- В результате механической очистки из сточных вод удаляются загрязнения, находящиеся в ней, главным образом, в *нерастворенном* и, частично, *коллоидном* состоянии. Для механической очистки используют следующие *сооружения*: решетки, песколовки, отстойники, жироловки, нефтеловушки, маслоотделители, гидроциклоны, центрифуги, фильтры и другие сооружения.

### **Физико-химические методы**

- К физико-химическим методам относятся: коагулирование, нейтрализация, экстракция, сорбция, электролиз и др.

**Биохимические методы очистки** основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, способствующих окислению и минерализации органических веществ, которые находятся в сточных водах в растворенном виде, в виде тонких суспензий или коллоидов. Биологическая очистка сточных вод осуществляется двумя методами: в условиях, близких к естественным (*поля орошения и поля фильтрации*); в искусственно созданных условиях (*биофильтры, аэротенки* и т.д.). Очистка происходит с помощью активного ила или биопленки. Очистка сточных вод в естественных условиях происходит довольно медленно, значительно интенсивнее она осуществляется на биологических *фильтрах* и *аэротенках*.

**Обеззараживание** очищенных сточных вод производится с *целью* уничтожения оставшихся в них патогенных микроорганизмов и устранения опасности заражения воды водоема. Сточные воды обеззараживают **различными способами**: хлорирование жидким хлором, хлорирование воды гипохлоритом натрия, озонирование, ультрафиолетовое излучение. До настоящего времени наибольшее распространение имеет способ **хлорирования** сточных вод. Хлор вводят в сточную воду или в виде хлорной извести, или в газообразном виде.

- Количество активного хлора, вводимого на единицу объема сточной воды, называется **дозой хлора** и выражается в граммах на  $1 \text{ м}^3$  ( $\text{г}/\text{м}^3$ ).

## Обработка осадка

- **Осадки** - смесь минеральных и органических веществ различных составов и происхождения. Состав и свойства осадков весьма разнообразны. Условно осадки можно разделить на **три основные категории**: минеральные, органические, избыточные активные илы.
- Основные задачи современной технологии обработки осадков: превращение их в продукт, не вызывающий загрязнения окружающей среды, утилизация ценных компонентов осадков. В зависимости от свойств осадков эти задачи решаются *стабилизацией* органической части осадков, естественным или искусственным **обезвоживанием, сжиганием.**
- Обработка осадка, образующегося в процессе очистки сточных вод, заключается в предварительной стабилизации с последующим обезвоживанием в естественных (иловые площадки) или искусственных условиях (сооружения механического обезвоживания). При необходимости обезвоженные осадки могут подвергаться сушке или сжиганию. Осадок обезвоживают на иловых площадках или на вакуум-фильтрах, а затем сушат в термических печах.