

Водоснабжение населенных пунктов

Лекция №3. **УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ.**

Требования, предъявляемые к качеству воды.

- **Природная вода** никогда не бывает абсолютно чистой. Он всегда содержит различные вещества в виде истинно растворенных коллоидных или механических примесей. Кроме того, поверхностные воды содержат бактерии и вирусы. Таким образом, качество воды характеризуется ее физическими (температура, мутность, цветность, привкус и запах), химическими (содержание концентрация различных химических веществ) и бактериологическими свойствами. Требования к качеству воды, подаваемой для хозяйственно-питьевых нужд населения, установлены ГОСТ 2874-73.
- **Мутность воды** характеризуется содержанием в воде различного рода взвешенных частиц, например частиц песка, глин, илистых частиц органического происхождения и др. Мутность измеряют в миллиграммах сухого вещества, содержащегося в 1 воды (мг/л). Мутность воды поверхностных источников достигает десятков тысяч мг/л. Подземные воды имеют незначительную мутность.
- **Цветность воды** объясняется главным образом наличием в воде гуминовых веществ, содержащихся в почве и болотных водах. Цветность выражают в градусах платинокобальтовой шкалы. По интенсивности окраски природные воды подразделяются на малоцветные - до 35° и цветные - более 35°.
- **Привкус и запах**, воды, обуславливаются наличием в ней растворенных газов, минеральных солей, органических веществ и микроорганизмов. Привкус и запах оценивают по условной пяти балльной шкале при температуре 20 С. Питьевая вода при температуре 20°С и при ее подогревании до 60°С не должна иметь запах более 2 баллов и привкус (при 20°С) более 2 баллов.
- **Химические свойства воды** определяются активной реакцией, жесткостью, сухим остатком, окисляемостью, содержанием железа, фтора, марганца, хлоридов и сульфатов, меди, цинка и др.
- **Активная реакция воды** характеризуется концентрацией в ней водородных ионов и обозначается рН при рН<7 среда кислая, при рН=7 среда нейтральная, при рН>7 среда щелочная. Для питьевой воды значение рН должно быть 6.5-8,5.

- **Жесткость воды** определяется количеством растворенных в ней солей кальция и магния. Жесткость может быть карбонатной, характеризующейся наличием двууглекислых солей кальция и магния и некарбонатной, обусловленной содержанием некарбонатных солей кальция и магния. При кипячении карбонатные соли разлагаются и выпадают в виде рыхлых осадков. Некарбонатные соли при выпаривании образуют плотную твердую накипь. **Жесткость воды** измеряется в миллиграмм - эквивалентах на 1 л воды (мг-экв/л). Сумму карбонатной и некарбонатной жесткости называют общей. Допускаемая общая жесткость воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения не должна превышать 7 мг-экв/л.
- **Сухой остаток** (мг/л) характеризует общее содержание в воде органических и неорганических веществ (кроме газов). Определяется он как остаток от выпаривания известного объема нефильтрованной пробы воды, высушенной при 110°C до постоянной массы. Прокаленный остаток характеризует содержание в воде неорганических веществ (кроме газов).
- **Щелочность воды** (мг-экв/л) обуславливается присутствием в ней бикарбонатов, карбонатов, гидратов и солей слабых кислот, поэтому различают щелочность бикарбонатную, карбонатную, гидратную и др. Щелочность природной воды обычно равна ее карбонатной жесткости.
- **Окисляемость** (до 5 мгО²/л) указывает на содержание в воде растворенных органических и некоторых легкоокисляющихся неорганических веществ.

- **Железо** (до 0,3 мг/л) содержится в воде в виде двухвалентного (закисного) и трехвалентного (окисного) железа. В подземных водах оно содержится чаще всего в виде растворенного двухвалентного железа, а в поверхностных водах - в виде коллоидных комплексных соединений. В реках с питанием из болот содержится гуминово-кислое железо, что обуславливает повышенная цветность воды.
- **Марганец** (до 0,1 мг/л) в подземных водах чаще всего сопутствует железу в виде бикарбоната закиси марганца.
- **Хлориды и сульфаты** (мг/л) встречаются почти во всех природных водах чаще всего в виде кальциевых, магниевых и натриевых солей. Их содержание в питьевой воде не должно превышать соответственно 350 и 500 мг/л.
- **Кремнекислота** (мг/л) присутствует в воде как поверхностных, так и подземных источников в коллоидной, ионодисперсной и других формах.
- **Азотистые соединения** (мг/л) чаще всего присутствуют в природных водах в чистой форме. Они имеют индикаторное значение, свидетельствуют о попадании в источник бытовых сточные вод.
- **Растворенные газы** (кислород, углекислота, сероводород) содержатся в природных водах от долей до сотен мг/л. Присутствие в воде сероводорода придает ей неприятный запах и способствует, так же как и присутствие кислорода и углекислоты коррозии металла.

● Требования, предъявляемые к качеству хозяйственно-питьевой воды, обусловлены заботой об охране здоровья людей и регламентируются СанПин «Вода питьевая», а именно:

- Запах и привкус при температуре 20°C.....≤ 2 балл
- Цветность по платино-кобальтовой шкале.....≤ 20 град
- Прозрачность:
 - по шрифту.....≥ 30 см
 - »по кресту.....≥ 300 »
- Мутность:.....≤ 1,5 мг/л
- Содержание:
 - железа.....≤ 0,3 »
 - марганца.....≤ 0,1 »
 - фтора.....0,7-1,5 »
 - свинца.....0,1 »
 - мышьяка.....0,05 »
 - урана природного и урана – 238.....1,7 »
 - остаточного алюминия.....0,5 »
- Общая жесткость воды.....≤7 мг-ЭКВ/л

Коагулирование примесей воды

- **Осветление воды** – устранение мутности, т.е. удаление из нее взвешенных веществ, частиц и коллоидов. Для этого воду отстаивают в отстойниках, в которых большая часть взвешенных частиц выпадает в осадок, затем фильтруют на фильтрах, где невыпавшие в отстойнике частицы задерживаются в порах фильтрующего слоя (чаще всего песка). Для интенсификации процессов осветления и обесцвечивания применяют коагулирование взвешенных частиц и коллоидов, добавляя в воду химические вещества – коагулянты.
- **Обесцвечивание воды** – это устранение различных окрашенных коллоидов или растворенных веществ. Для этой цели воду подвергают коагулированию или применяют различные окислители (хлор, озон и др.) и сорбенты (активный уголь).
- **Обеззараживание воды** проводят с целью уничтожения содержащихся в воде болезнетворных бактерий и вирусов путем ее хлорирования, озонирования, бактерицидного облучения и пр.

Коагулирование примесей воды

- Поверхностные воды обычно подвергают осветлению, обесцвечиванию, обеззараживанию, а подземные, залегающие глубоко поверхности земли и не содержащие механических взвешенных частиц и бактерий - умягчению, дезодорации, обезжелезиванию, деманганации и пр.
- В основе реагентной обработки поверхностных вод лежит процесс коагулирования - процесс укрупнения мельчайших коллоидных и диспергированных частиц, происходящий вследствие и взаимного слипания под действием сил молекулярного притяжения. Коагуляция завершается образованием видимых невооруженным глазом агрегатов (хлопьев) и отделением их от жидкой среды. Различают два типа коагуляции: в свободном объеме (в камерах хлопьеобразования) и контактную (в толще загрузки или в массе взвешенного осадка).
- При введении в обрабатываемую воду коагулянта - сернокислого алюминия - происходит его диссоциация:
- $Al_2(SO_4)_3 + 6 H_2O = 2 Al_3^{++} + 3 SO_4^{2-} + 6 H^+ + 6 OH^- =$
- $= 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2SO_4$

- Образовавшиеся ионы алюминия частично адсорбируются коллоидными и взвешенными частицами, а частично гидролизуются с образованием гидроокиси алюминия. При обменной адсорбции ионов алюминия нарушается агрегативная устойчивость примесей воды, происходит их взаимное слипание при контакте друг с другом или с частицами контактной массы. При гидролизе ионов алюминия формируются хлопья гидроксидов алюминия, на поверхности которых сортируются дисперсные и коллоидные частицы примесей. Отдельные хлопья при контакте укрупняются, а затем выпадают в осадок или задерживаются в толще фильтрующей загрузки.

- Процесс коагуляции примесей в свободном объеме в значительной степени зависит от правильного выбора дозы коагулянта, концентрации водородных ионов в воде, щелочности и температуры воды, условий перемешивания (в камерах хлопьеобразования), быстроты смешения коагулянта с водой, содержания в воде естественных взвешенных веществ.
- Используемые для обработки воды реагенты вводят в нее в виде порошков или гранул (сухое дозирование) либо в виде водных растворов или суспензий (мокрое дозирование). При обоих способах дозирования на водоочистных комплексах требуется организация реагентного хозяйства. При сухом дозировании реагентов должны быть предусмотрены склад готовой продукции и аппараты-дозаторы, при мокром дозировании, учитывая, что реагенты поставляются в виде полуфабрикатов, помимо склада требуется аппаратура для приготовления растворов (или суспензий) реагентов и их дозирования в обрабатываемую воду.

Предварительная обработка воды

- Смешение реагентов с обрабатываемой водой осуществляется в смесительных устройствах (соплах Вентури, диафрагмы) или в специальных сооружениях-смесителях, которые должны удовлетворять требованию быстрого и полного смешения реагентов со всей массой воды (продолжительность пребывания воды 1-3 мин).
- Смесители бывают двух основных типов: гидравлические (рис. 2.14) и механические. К гидравлическим относятся смесители коридорного типа (с вертикальным или горизонтальным движением воды), дырчатый, перегородчатый с разделением потока и вертикальный (вихревой).
- Камеры хлопьеобразования предназначены для создания благоприятных условий для завершающей второй стадии процесса коагуляции - хлопьеобразования, что обеспечивается плавным перемешиванием потока.
- Вначале отстаивание происходит наиболее интенсивно; с течением времени по мере выпадения наиболее тяжелых частиц процесс отстаивания замедляется. Для полного осветления воды потребовалось бы очень много времени, поэтому на практике задаются степенью осветления воды, т. е. ограничиваются определенной продолжительностью отстаивания и исходя из нее определяют размеры отстойников.

Предварительная обработка воды

- В зависимости от направления движения воды отстойники могут быть горизонтальные, вертикальные и радиальными. В отстойниках различают зону осаждения, где происходит осаждение взвешенных частиц из воды, и зону накопления и уплотнения осадка.
- Вертикальный отстойник - это железобетонный цилиндрический резервуар, в котором вода движется вертикально - снизу вверх. Вертикальные отстойники применяют при расходе воды до 3000 м³/сут.
- Горизонтальный отстойник (30000 м³/сут) устраивается обычно со встроенной камерой хлопьеобразования. Имеет прямоугольную форму, вытянутую по ходу движения воды. Вода поступает по распределительному лотку, через дырчатую перегородку в зону осаждения и затем через карман отводится.
- Радиальный отстойник (более 30000 м³/сут) круглый в плане, вода движется от центра к периферии в радиальном направлении. Принимаются при больших расходах и значительном количестве минеральных взвешенных частиц.

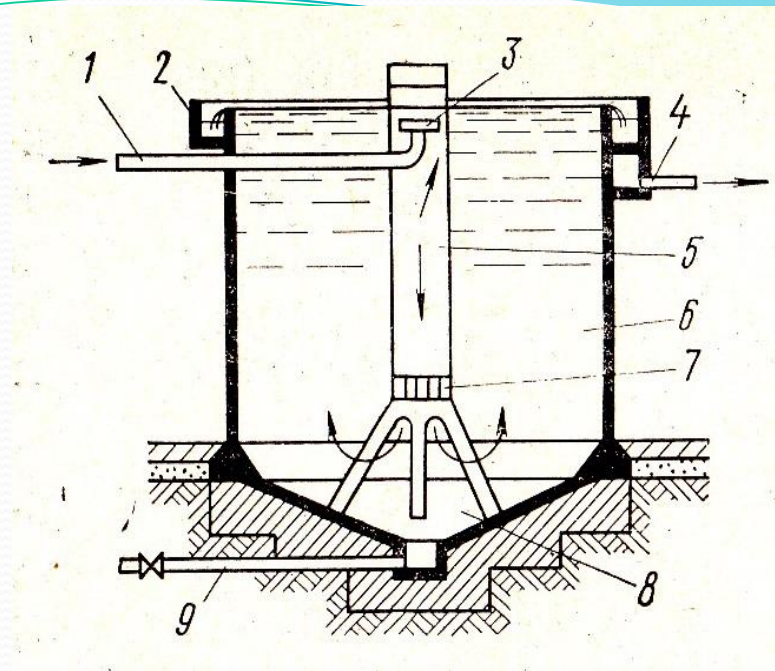


Рис. 5. Вертикальный отстойник

1 – трубопровод для подачи воды; 2 – кольцевой водосборный лоток; 3 – водораспределитель в виде сегнерова колеса; 4 – трубопровод для отвода воды; 5 – водоворотная камера хлопьеобразования; 6 – зона осветления воды; 7 – гаситель; 8 – зона накопления и уплотнения осадка; 9 – труба для удаления осадка.

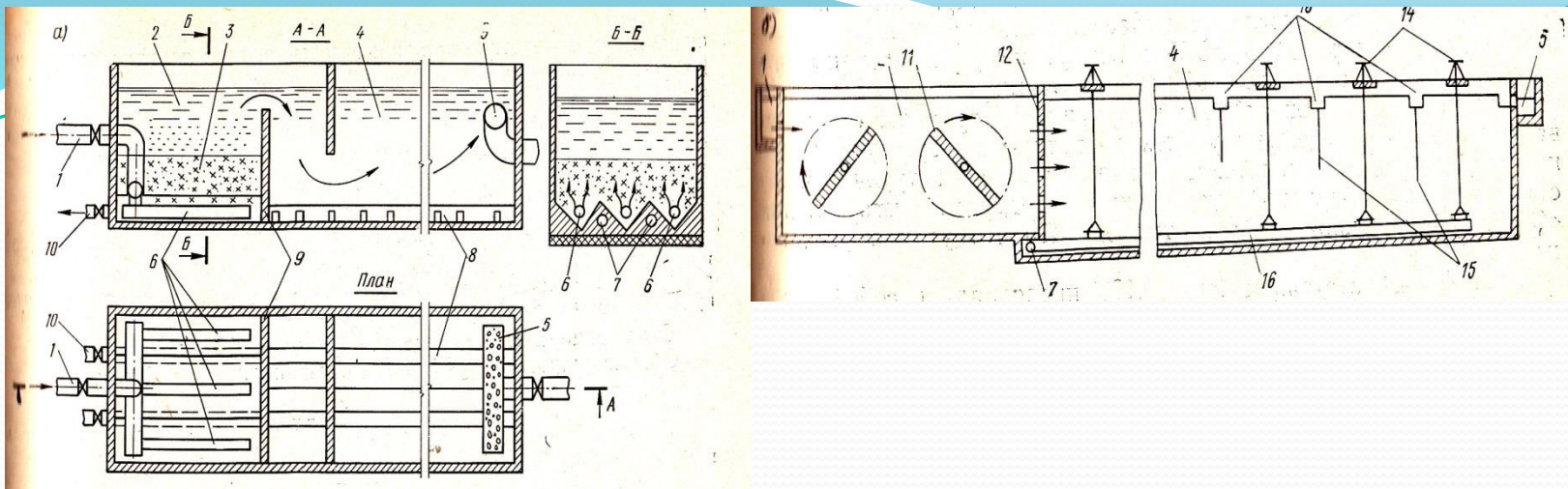


Рис. 6. Горизонтальные отстойники.

а – со встроенной камерой зашламленного типа и с удалением осадка коробами; б – со встроенным флокулятором и с удалением осадка через донные клапаны; 1 – трубопровод для поддачи исходной воды; 2 – камера хлопьеобразования; 3 – слой взвешенного осадка; 4 – отстойник; 5 – система сбора и отведения осветленной воды; 6 – водораспределительные трубки; 7 – трубы для удаления осадка из отстойника; 8 – перфорированные короба для удаления осадка; 9 – затопленный водослив; 10 – задвижки, регулирующие сброс осадка; 11 – мешалки, установленные на горизонтальной оси; 12 – дырчатая перегородка; 13 – лотки для централизованного отбора осветленной воды; 14 – штурвалы управления донными клапанами; 15 – перегородки, регулирующие объем отстойника на секции; 16 – система гидравлического удаления осадка с донными клапанами.

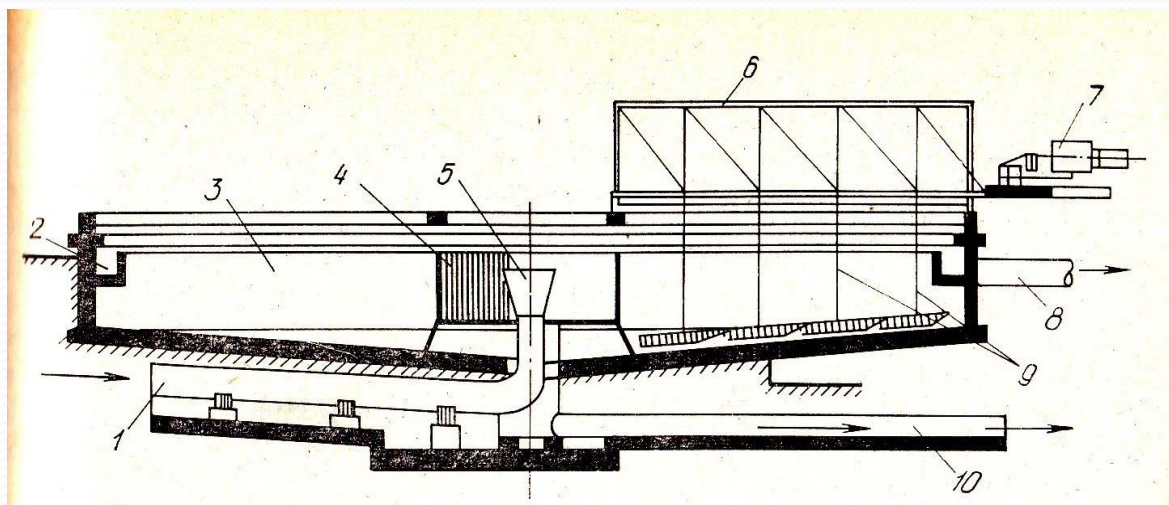


Рис. 7. Радиальный отстойник

1 – трубопровод для подачи воды; 2 – кольцевой периферийный водосборный лоток; 3 – зона осветления воды; 4 – водораспределительный перфорированный стакан; 5 – распределительная воронка; 6 – вращающаяся ферма; 7 – электропривод фермы; 8 – трубопровод для отвода воды; 9 – штоки со скребками; 10 – трубопровод для отвода осадка.

Обработка воды фильтрованием

- **Фильтрование** является одним из основных методов кондиционирования воды, позволяющим довести ее качество до требования ГОСТа на питьевую воду. В процессе фильтрования из воды выделяются не только диспергированные частицы, но и коллоиды, в чем заключается существенное отличие метода фильтрования от рассмотренных выше. Водоочистные сооружения, на которых осуществляется процесс фильтрования, называются фильтрами. В практике водоочистки наибольшее распространение получила фильтры с зернистой загрузкой, которые можно классифицировать по следующим основным признакам:
 - по скорости фильтрования - медленные (0,1-0,3 м/ч), скорые (5-12 м/ч) и сверхскоростные (36-100 м/ч);
 - по давлению, под которым они работают, - открытые (или безнапорные), напорные;
 - по направлению фильтрующего потока - однопоточные (обычные скорые фильтры), двухпоточные (фильтры АКХ, ДДФ), многопоточные,
 - по крупности зерен фильтрующего материала - мелкозернистые, среднезернистые, крупнозернистые;
 - по числу фильтрующих слоев - однослойные, двухслойные, многослойные

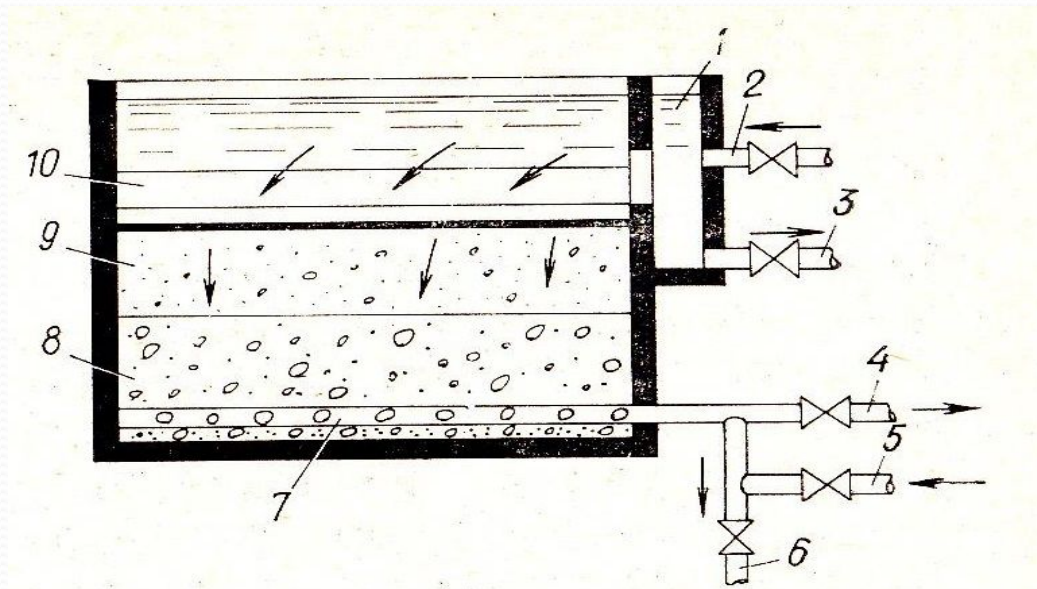


Рис. 8. Скорый фильтр

1 – боковой карман; 2 и 4 – трубопроводы для подачи исходной и отфильтрованной воды; 3 и 5 – трубопроводы для отвода промывной и для подачи воды на промывку; 6 – труба для сброса первого фильтрата; 7 – трубчатая распределительная система большого сопротивления с графийной обсыпкой; 8 – поддерживающий слой графия; 9 – фильтрующий слой песка; 10 – водосборный лоток.

**Спасибо за
внимание.**