

УДК 628.315

**МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ
WATER PRETREATMENT METHODS**

С.Е. Маркевич, Е.И. Смыкал, Д.А. Хлопкова, М.В. Шепелев
Научный руководитель – В.А. Романко, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
w.romanko@bntu.by

S. Markevich, E. Smykal, D. Khlopkova, M. Shepelev
Supervisor – W. Romanko, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В статье рассмотрены основные методы предварительной очистки воды: различные виды осаждений, фильтрация, дезинфекция, аэрация, необходимые для доведения любой воды до необходимых качеств. Целью их рассмотрения является изучение принципов действия и эффективности использования.*

***Abstract:** The article discusses the main methods of water pretreatment: various types of sedimentation, filtration, disinfection, aeration, necessary to get water to the required qualities. The purpose of their consideration is to study the principles of operation and efficiency of use.*

***Ключевые слова:** вода, очистка, осаждение, химические вещества, фильтр, обработка.*

***Keywords:** water, purification, settling, chemicals, filter, treatment.*

Введение

В настоящее время одной из ключевых является проблема качества воды, поскольку она является необходимым составляющим существования и жизнедеятельности человека. Вода является универсальным растворителем, поэтому в ней постоянно присутствуют различные соединения, взвешенные вещества, примеси, газы и ионы. Для получения необходимых качеств воды, пригодной к использованию, существуют некоторые основные методы очистки, неоднократно доказавшие свою эффективность.

Основная часть

Взвешенные вещества встречаются в любой жидкости, будь то жидкость из скважины, колодца или сточные воды. К взвешенным веществам относят суммарное содержание в воде грубодисперсных соединений, размер которых более 100 нм. Большая часть взвешенных веществ удаляется в отстойнике, где крупные частицы оседают под воздействием силы тяжести. Такой процесс называется простым осаждением.

Результат осаждения может быть увеличен путем смешивания химических веществ с водой с образованием хлопьевидного осадка, уносящего взвешенные вещества вниз по мере их осаждения. Этот процесс называется химической коагуляцией.

Коллоидные вещества все еще могут находиться во взвешенном состоянии после осаждения. Большую их часть можно удалить фильтрованием.

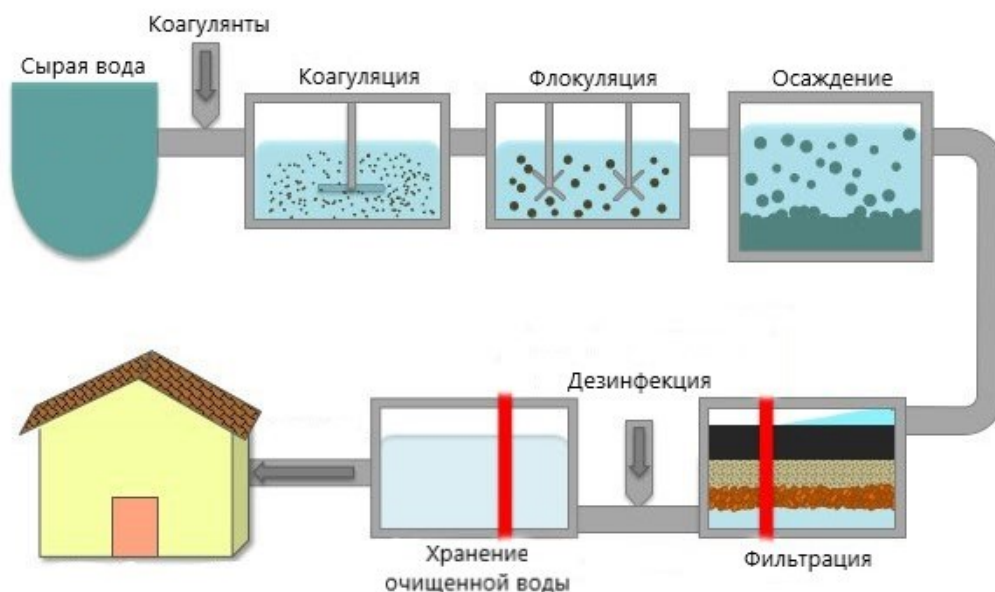


Рисунок 1 – Процесс очищения воды

Осаждение почти всегда предшествует фильтрации, так как фильтры быстро засоряются. Мутную воду необходимо очистить путем химической коагуляции и фильтрации.

Патогенные бактерии проходят как через отстойник, так и через фильтр, поэтому необходима дезинфекция – ликвидация вредных бактерий – обычно достигается хлорированием. Вода, прошедшая осаждение, фильтрацию и дезинфекцию, будет безопасной, но недостаточно чистой для организма человека.

Неприятные привкус и запах в воде удаляются аэрацией, добавлением сорбентов (активированного угля) или другими способами. Жесткость воды можно уменьшить с помощью умягчения.

Вода также подвергается и другим обработкам, таким как фторирование, известкование и рекарбонизация.

1. *Простое осаждение.* Скорость осаждения частиц в воде зависит от плотности и вязкости воды, а также от формы, размера и удельного веса частиц. Холодная вода более вязкая, поэтому частицы оседают медленнее, чем в теплой воде. Очистка воды путем осаждения направлена на обеспечение таких условий, при которых взвешенные вещества в воде могут осесть.

Отстойники, построенные для удаления взвешенного материала из воды, обычно изготавливаются из железобетона. Период удержания (или время задержки) – это среднее время, необходимое для протекания воды через бассейн. Чтобы получить достаточно высокий процент удаления взвешенного материала, желательно, чтобы конструкция была правильно спроектирована.

2. *Осаждение с коагуляцией.* Если взвешенные вещества коллоидные, то используют химические элементы для более полного удаления взвешенных веществ. При реакции коагулянты образуют хлопьевидный осадок.

Наиболее распространенным коагулянтом является сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$, который реагирует со щелочностью воды с образованием хлопьев гидроксида алюминия $Al(OH)_3$. Если вода не обладает необходимой щелочностью, требуется добавить известь CaO кальцинированной соды Na_2CO_3 , чтобы добиться надлежащей коагуляции.

Активированный диоксид кремния, иногда добавляемый в воду, обеспечивает образование хлопьев. В процессе мелкодисперсные коллоидные взвеси превращаются в осаждаемые твердые вещества путем агломерации. Отдельные частицы хлопьев сталкиваются друг с другом и образуются хлопья больших размеров.

В статической воде хлопья растут медленно. Коагуляция усиливается за счет легкого взбалтывания воды для увеличения частоты столкновений. Сильное перемешивание вредно, так как хлопья будут разрушаться в результате столкновений.

Сульфат железа $FeSO_4$ и хлорид железа $FeCl_3$ также используются в качестве коагулянтов. Они образуют осадки гидроксида железа. Количество используемого химического вещества зависит от характера воды.

Для соли двухвалентного железа $FeSO_4$ требуется использование извести в качестве химического элемента, или она может быть преобразована в форму трехвалентного железа $Fe_2(SO_4)_3$ путем добавления хлора. Количество используемого химического вещества определяется путем добавления в пробы сырой воды разного количества химического вещества. После нескольких секунд интенсивного перемешивания и нескольких минут медленного перемешивания наблюдают за характером хлопьев и их осаждаемостью и подбирают оптимальную дозировку.

Поскольку качество воды может измениться, желательно проводить тест часто. На некоторых электростанциях это делают несколько раз в день; в других, где вода менее изменчива, только один раз в несколько дней.

Химические вещества должны быть широко рассредоточены по воде за счет правильного перемешивания, что достигается механическими средствами с помощью быстро вращающихся лопастей в смесительных камерах.

Смеситель с гидравлическим прыжком является эффективным смесителем, но он может оказаться невозможным в широком диапазоне скоростей потока. После быстрого перемешивания следует 20 – 30-минутный период медленного перемешивания для обеспечения коагуляции. При тщательном контроле осадение с коагуляцией удаляет около 90 % взвешенных веществ.

3. *Фильтрация.* Обычный фильтр состоит из слоя измельченного угля или песка, уложенного на слой гравия. При прохождении воды через фильтр, взвешенные вещества и коагулянты контактируют с песчинками и присоединяются к ним. Это уменьшает размер водного потока и приводит к деформации.

Со временем все больше и больше материала задерживается в слое песка, поры закупориваются, и потеря гидравлического напора через слой становится чрезмерной. Затем фильтр промывается обратно, чтобы удалить застрявшие вещества. Во время обратной промывки песчаный слой расширяется примерно

на 50 % и материал, который был отфильтрован из воды, вытесняется и уносится для промывочной воды.

Количество воды, необходимое для промывки песочного фильтра, варьируется от 1 до 5 % от общего фильтруемого количества. Обычно промывочная вода сбрасывается в канализацию или ручей, иногда ее сбрасывают в резервуар для последующей утилизации.

4. *Дезинфекция*. Есть еще один процесс, который используется в методах очистки воды. Более 50 % патогенов в воде умрут в течение двух дней, а 90 % умрут к концу недели. Поэтому хранение в резервуарах достаточно эффективно для борьбы с бактериями. Однако некоторые патогены могут жить до двух лет и более, поэтому необходима дезинфекция.

Хлор – идеальное дезинфицирующее средство. При добавлении в воду он образует гипохлорит $NaOCl$ и оказывает разрушительное воздействие на большинство микробов. Жидкий хлор получают в емкостях под давлением и подают в воду через хлоратор.

Хлорирование осуществляется разными способами, это зависит от качества сырой воды и других условий. Постхлорирование, применение хлора после обработки, является традиционным методом. Предварительное хлорирование, применение хлора перед обработкой, улучшает коагуляцию, уменьшает нагрузку на фильтры и замедляет рост водорослей. Предварительное хлорирование и последующее хлорирование часто используются вместе.

Применение повышенных доз хлора известно как гиперхлорирование и его часто применяют для удаления привкусов и запахов. За гиперхлорированием должно следовать дехлорирование, осуществляемое обработкой диоксидом серы или пропусканием воды через фильтр из гранулированного активированного угля.

5. *Удаление привкусов и запахов*. Вкус и запах воды вызваны растворенными газами (сероводородом H_2S), живыми органическими веществами (водорослями), разлагающимися органическими веществами, промышленными отходами и остатками хлора или сочетанием хлора с фенолом или разлагающимися органическими веществами.

Аэрация, обычно осуществляемая путем распыления воды из сопел или позволяя ей стекать по каскадам, разбивает воду на капли и позволяет улетучиваться растворенным газам.

Для удаления вкусов и запахов эффективно используется активированный уголь. Удаление происходит путем нагревания отходов бумажной фабрики или опилок в закрытой конструкции и их окисления с помощью воздуха или пара для удаления углеводородов.

Полученный продукт обладает очень хорошими адсорбционными свойствами. Иногда в качестве фильтра используется активированный уголь, но чаще его вносят в сырую воду перед коагуляцией.

Заключение

Таким образом, каждый из вышеперечисленных методов очистки имеет свою область применения и является действенным способом очищения воды. Соединяя методы в одну систему водоподготовки, в зависимости от необходи-

мых параметров качества необходимой жидкости, мы можем вполне успешно ее получить и эффективно использовать в различных сферах жизнедеятельности.

Литература

1. Методы очистки сточных вод [Электронный ресурс]/ методы очистки сточных вод. – Режим доступа: https://www.promstok.com/articles/ochistnye-sooruzheniya/metody_ochistki_stochnyh_vod/. – Дата доступа: 28.03.2021.
2. Способы очистки сточных вод [Электронный ресурс]/ способы очистки сточных вод. – Режим доступа: <https://oblasti-ekologii.ru/ecology/zagryaznenie-gidrosfery/sposoby-ochistki-stochnyh-vod/>. – Дата доступа: 28.03.2021.