

УДК 621.311

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД:
КОАГУЛИЦИЯ И ФЛОКУЛЯЦИЯ
PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS OF WASTEWATER
TREATMENT: COAGULATION AND FLOCCULATION**

В.А. Новикова, А.И. Снапкова

Научный руководитель – В.А. Романко, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

V. Novikova, A. Snapkova

Supervisor – V. Romanko, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В данной статье рассматриваются некоторые способы очистки сточных вод, описание каждого из методов, преимущества и недостатки их применения в процессе очистки от разного рода примесей.

Abstract: This article discusses some methods of wastewater treatment, a description of each method, the advantages and disadvantages of their use in the process of purification from various types of impurities.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, примеси, коагуляция, флокуляция, гидрофильные вещества, коллоидные частицы.

Key words: wastewater, treatment, impurities, coagulation, flocculation, hydrophilic substances, colloidal particles.

Введение

Попадание в водоёмы сточных вод, содержащих неорганические загрязнители, такие как соли азота, фосфор, тяжелые металлы способствуют росту сине-зеленых водорослей, что в конечном итоге приводит к разрушению экосистемы. В зависимости от состава и уровня концентрации этих загрязняющих веществ выбирается соответствующий метод очистки. Этот подход основывается на использовании физических характеристик загрязнений и химических веществ, применяемых для их устранения.

Основная часть

Важную роль в очистке сточных вод играют физико-химические методы, включающие огромное количество способов, что могут использоваться не только отдельного, но и совместно с другими процессами (биологическими, механическими и др.). Такие методы очистки способны избавляться как от твердых частиц, так и от растворенных примесей.

Взаимодействие веществ с водой определяется их гидрофильностью или гидрофобностью. У гидрофильных веществ силы притяжения к молекулам воды превышают силы притяжения между самими молекулами воды. Это приводит к интенсивному взаимодействию и хорошей растворимости таких веществ в воде.

Напротив, у гидрофобных веществ силы притяжения между молекулами воды сильнее, чем силы притяжения к молекулам этих веществ. Как правило, к таким веществам относятся нуклеиновые кислоты, белки (нерастворимые в воде), жиры, крахмал, клетчатка, АТФ и др.

Важно отметить, что абсолютной гидрофобности не существует, и гидрофобность рассматривается как низкий уровень гидрофильности [1].

Если рассматривать физико-химические методы очистки, то они направлены на удаление коллоидных и мелкодисперсных примесей размером 1-1000 нм, представляющих собой нерастворимые минеральные и органические соединения, а также на удаление некоторых щелочей и кислот, ионов и разрушение слабо окисляемых соединений.

Достоинством таких способов очистки являются:

- очищающие системы функционируют стабильно даже при низких температурах жидкости, изменениях показателя рН, а также при варьирующих гидравлических и органических нагрузках;
- оборудование можно за небольшое время активировать после его первоначального монтажа или профилактического обслуживания и ремонта;
- высокая продолжительность процессов обработки;
- процесс в значительной степени автоматизирован, что снижает необходимость ручного контроля за работой оборудования;
- по сравнению с этапом биологической очистки обработка сточных вод характеризуются стабильностью;
- 85-99 % эффективности удаления загрязняющих веществ, которые не удается убрать при механической фильтрации;
- имеется возможность утилизации большого числа отходов в целях повторного применения.

К недостаткам относятся:

- применение передовых методов очистки воды, таких как обратный осмос, абсорбция и ионный обмен связано с высокими денежными затратами;
- использование более доступных методов, таких как коагуляция и флокуляция приводит к образованию значительного количества отходов, которые необходимо дополнительно очищать;
- некоторые методы, основанные на использовании электричества, требуют больших затрат энергии.

Для каждого типа сточных вод существует свой способ очистки, который лучше всего подходит для устранения конкретных примесей. Эти методы отличаются по принципу работы, используемыми реагентами и критерием оценки качества очищенной воды. Рассмотрим 2 распространенных метода очистки: коагуляция и флокуляция.

Коагуляция.

В основе метода лежит процесс объединения мелких коллоидных частиц загрязнений в более крупные агрегаты при их столкновении. В результате этого размер частиц увеличивается с 0,0001 до 10 мкм и более. Для достижения такого эффекта используются минеральные вещества, такие как соли алюминия, магния, железа, меди, сернокислого кальция и цинка. Также применяются замутнители (глины, известь, различные отходы, которые содержат алюминий, песок, цемент и др.).

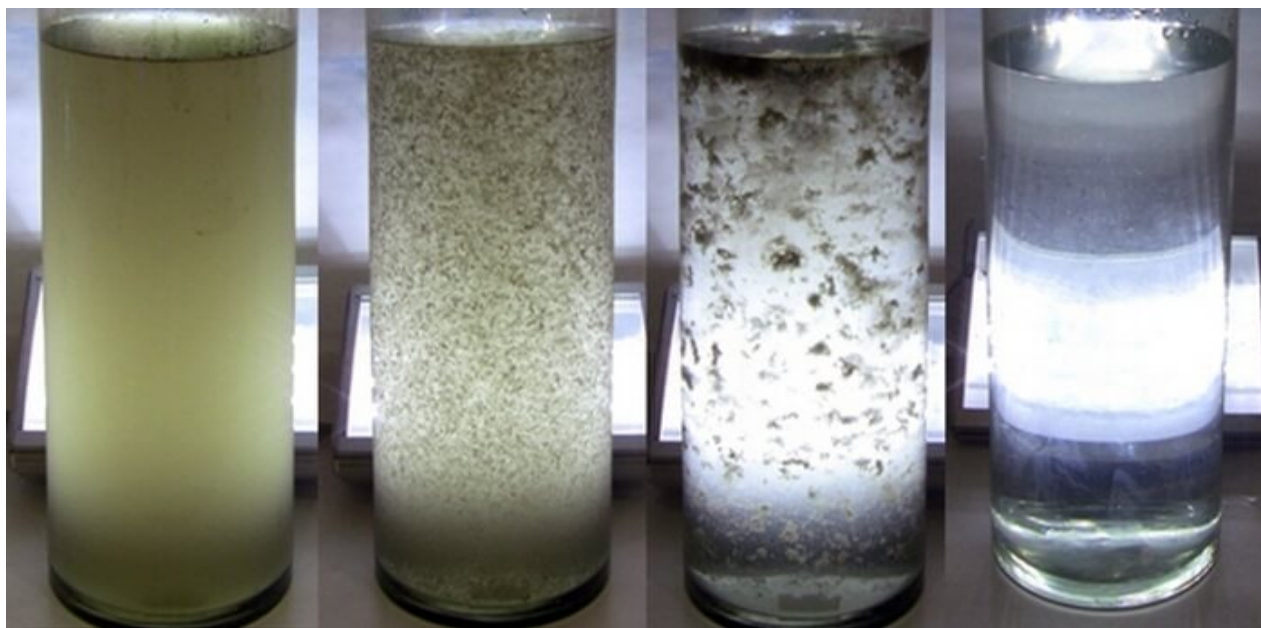


Рисунок 1 – Процесс коагуляции сточной воды [2]

Коагуляция является самым эффективным методом очистки от тонкодисперсных примесей. Образовавшиеся хлопья оседают под действием силы тяжести и просто удаляются после отстаивания. Эффективность очистки данного способа зависит от дозы коагулянта, температуры, активности перемешивания загрязнений с коагулянтом [2]. Доза коагулянта обычно увеличивается с ростом концентрации загрязнений, однако переизбыток коагулянта может ухудшить протекание процесса очистки и приводит к перерасходу вещества, а недостаток не обеспечивает необходимую степень очистки. Дозируемое вещество может иметь наименьшую концентрацию и тогда его следует называть порогом коагуляции.

Данный метод очистки может протекать медленно или быстро. Когда коагуляция протекает медленно, только мизерная часть частиц слипается и коагулянт, в основном, не растворяется. При быстрой коагуляции – большее число частиц начинает слипаться и в растворе образуется осадок. К способам перемешивания раствора относят: механический, пневматический и комбинированный.

Также в сочетании с другими методами очистки применяется процесс соосаждения (при коагуляции удаляются растворимые примеси, которые адсорбируются на поверхности растущих кристаллов).

Флокуляция.

Процесс флокуляции основан на объединении взвешенных частиц в более крупные образования. Для этого в сточные воды добавляют специальные вещества, называемые флокулянтами, которые представляют собой высокомолекулярные соединения.

Объединение (агрегация) частиц может происходить как при непосредственном контакте, подобно процессу коагуляции, так и при взаимодействии молекул флокулянта, адсорбированного на поверхности частиц.

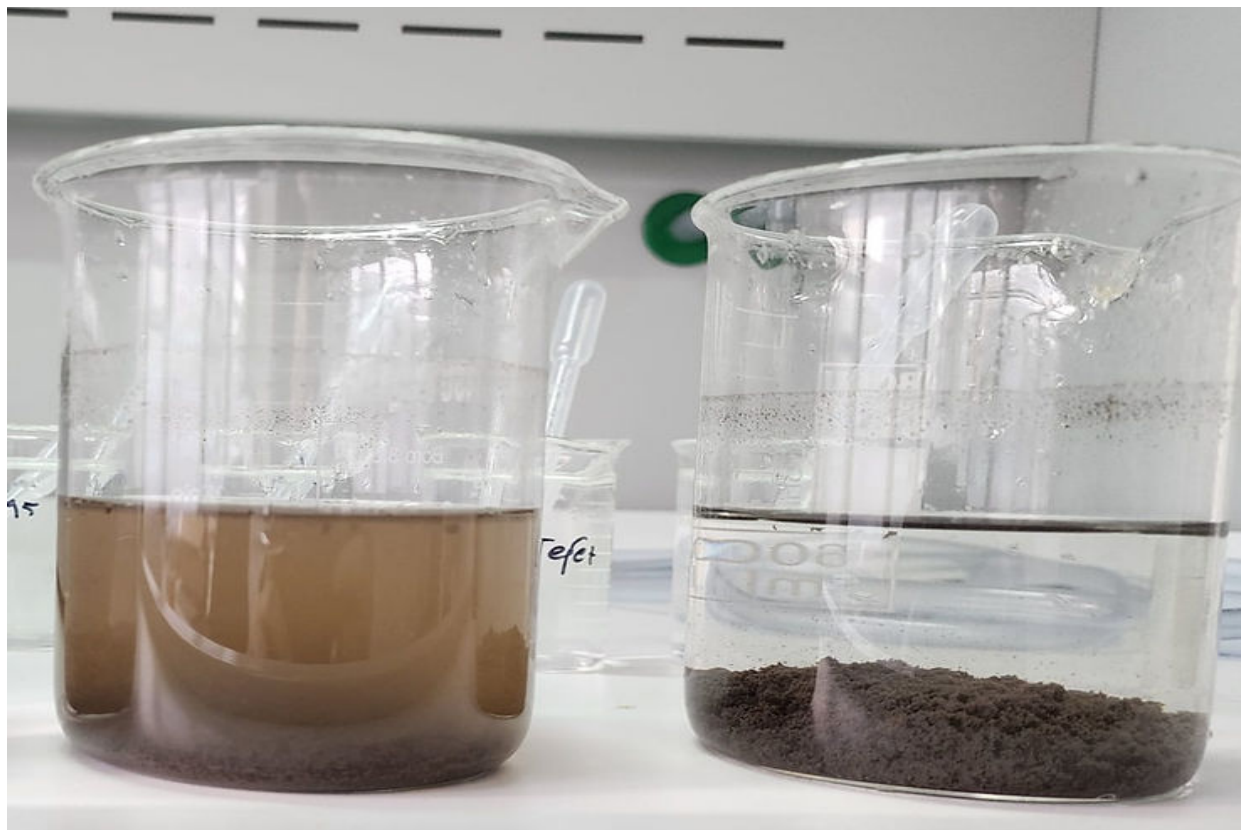


Рисунок 2 – Процесс флокуляции [3]

Флокулянты обычно применяются для активации коагулянтов, что позволяет увеличить объем образующихся хлопьев, которые после выпадают в осадок. Благодаря своей высокой молекулярной массе, флокулянты способны создавать связи между микрохлопьями, превращая их в более крупные и плотные макрохлопья, которые быстрее оседают. Комбинирование двух процессов коагуляции и флокуляции позволяет существенно снизить расход коагулянта.

Флокулянты можно разделить на 3 категории:

- неорганические соединения (активная кремниевая кислота);
- синтетические полимеры;
- природные полимеры (гуаровые смолы, крахмал, альгинат натрия, а также производные целлюлозы). Они отличаются высокой безопасностью, но их способность к флокуляции ограничена.

Это самый широко применяющиеся вещества для очистки воды, которые эффективно удаляют примеси даже в небольших количествах и без использования коагулянтов.

Чтобы ускорить процесс распределения флокулянтов в жидкость, применяют разбавленные растворы и активно перемешивают смесь с помощью специальных устройств, что позволяет снизить расход флокулянта примерно на треть.

К основным достоинствам использования растворов флокулянтов для очистки воды относят следующие факторы:

- ускорение процесса осаждения, придание жидкости прозрачности;
- сокращение продолжительности процедуры фильтрации, что позволяет снизить затраты при значительных объемах;

- продление эксплуатационного срока фильтрующих систем за счет удаления крупных загрязнений;
- отсутствие влияния на показатель pH обрабатываемой субстанции;
- частичное удаление вирусов, бактерий, водорослей;
- повышение эффективности процедуры на 30 % по сравнению с аналогичными методами.

Рассматривая оба приведенных выше метода очистки воды, можно подытожить, что и коагуляция, и флокуляция представляют собой обыкновенные процессы, однако они имеют множество отличий. К примеру, коагуляция – это химический процесс, и он предполагает свертывание. Коагулянты – это соли, обычно распадающиеся на заряды разного потенциала. В то время как флокуляция – это физический процесс, обеспечивающий слипание частиц, а затем образование осадка. Флокулянты – обычно полимеры, преобразующие частицы в более крупные хлопья. Хотя флокуляция и ускоряет процесс очистки воды, однако для этого необходимо постоянное помешивание, когда коагуляция происходит. Как только коагулянт будет добавлен в воду.

Заключение

В энергетике и промышленности практически всегда используется очистка с помощью физико-химических методов. В сточных водах нередко образуются нерастворимые примеси и их нельзя устранить с помощью других методов. Запускаемые в эксплуатацию очистительные сооружения имеют сравнительно небольшие размеры и процесс очистки полностью автоматизирован. Методы хороши тем, что они работают как по отдельности, так и в сочетании с другими видами очисток и друг с другом. В среднем процесс имеет достаточно большую эффективность. Среди таких эффективнейших методов выступают флокуляция и коагуляция, которые способны очистить воду от тонкодисперсных трудноудаляемых примесей.

Литература

1. Физико химическая очистка сточных вод: основные методы и их суть. [Электронный ресурс] / Физико химическая очистка сточных вод: основные методы и их суть. – Режим доступа: <https://rcycle.net/stochnye-vody/ochistka/fiziko-himicheskij-metod/>. – Дата доступа: 17.09.2022.
2. Физико-химические основы процессов очистки воды: учебное пособие / А.Ф. Никифоров, А.С. Кутергин, И.Н. Липунов [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 164 с.
3. Что такое флокулянт? С какой целью и где он используется? [Электронный ресурс] / Что такое флокулянт? С какой целью и где он используется? – Режим доступа: <https://www.ncc.com.tr/ru/post/>. – Дата доступа: 23.02.2023.