

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОКРАШЕННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

На сегодняшний день одним из самых важных вопросов для большинства стран является вопрос очистки сточных вод от различного типа загрязнений и минимизация попадания опасных выбросов в водный бассейн. Известно, что в процессе использования в быту и в промышленности природная вода загрязняется веществами минерального и органического происхождения. Промышленные сточные воды, в основном загрязнены отходами и выбросами конкретных производств, в связи с чем, количественный и качественный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности и технологических процессов, которые внедряются на производстве [1]. Актуально стоит вопрос разработки эффективных методов очистки сточных вод от загрязнения красителями различного типа, основным источником попадания которых в сточные воды являются текстильная, пищевая и химическая промышленность.

Известно довольно много эффективных методов очистки водных растворов от красителей, отличающихся своим многообразным строением и физико-химическими свойствами. Например, в работе [2] авторами предлагается использование фотоэкстракции с использованием поверхностно-активных веществ для извлечения бром фенолового синего. Достаточно широко на сегодняшний день используются сорбционные методы с использованием как синтетических, так и природных сорбентов для извлечения красителей [3–5].

Также, особое внимание следует уделить такому методу очистки, как коагуляция – процесс эффективного удаления из водных систем твердых частиц и коллоидов. Химическая коагуляция это наиболее эффективный и надежный метод удаления взвешенных частиц (диаметром > 10 нм) из природных и сточных вод, которая также удаляет растворенные фракции некоторых компонентов, снижает цветность исходной воды и содержание фосфатов в промышленных сточных водах. В качестве коагулянтов чаще всего используют соли алюминия и железа. Коагулянты способны гидролизироваться в воде с образованием различных коагуляционных структур, имеющих высокие адсорбционные и адгезионные свойства. Небольшие добавки флокулянтов в дополнение к обычным коагулянтам способствуют образованию хлопьев, от-

стаиванию и фильтрации, стабилизируют процесс очистки, повышают качество и увеличивают эффективность работы оборудования.

На кафедре химических технологий и водоочистки Черкасского государственного технологического университета проводятся исследования, направленные на изучение физико-химических параметров процессов очистки окрашенных растворов коагуляционным методом.

Объектами данного исследования были модельные растворы сточных вод, окрашенные красителем активный синий, в качестве коагулирующих компонентов были использованы классические коагулянты на основе алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и ALS) и железа (PIX-318). Для интенсификации процесса удаления красителя из водных растворов в качестве флокулянта использовался природный высокомолекулярный полимер – хитозан. Определение концентрации красителя в водных растворах проводили спектрофотометрическим методом с помощью спектрофотометра Ulab 102. Для определения максимальных доз коагулянтов и флокулянтов использовался метод пробной коагуляции, так называемый Джар-тест (JAR-test), воспроизводимый на флокуляционной установке Flocculator 2000 производства ТМ «Kemira» (Финляндия), суть которого состоит в том, что в лабораторных условиях осуществляется имитация процесса образования хлопьев на промышленных установках очистки сточных вод, для чего используются стеклянные сосуды, в которых пробы воды взаимодействуют с реагентами при различных режимах перемешивания. Проведение данного эксперимента дает возможность определить минимальное время и дозы коагулянта, которые необходимы для осаждения или всплытия хлопьевого осадка, который образовывается при взаимодействии красителя с коагулянтом или с флокулянтом. При этом также есть возможность для исследования качества обработанной воды после отстаивания. При определении эффективности действия коагулянтов и флокулянтов в исследуемые объемы воды были добавлены различные дозы растворов коагулянта и флокулянта. При этом были использованы растворы коагулянта в пяти и десяти процентной концентрации, а флокулянта - от пяти сотых до одной десятой процента.

В ходе эксперимента были протестированы диапазоны доз от 20 до 70 мг/дм³ для коагулянтов на основе алюминия, а также от 10 до 60 мг/дм³ для коагулянта на основе железа. Диапазон доз для флокулянта-хитозана составил от 2 до 34 мг/дм³. Полученные данные, которые приведены на рис.1 показывают, что оптимальная доза для наиболее эффективной очистки модельного раствора с концентрацией красителя 0,02/дм³ коагулянтами составляет 40 мг/дм³ для PIX-318 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и 20 мг/дм³ для ALS.

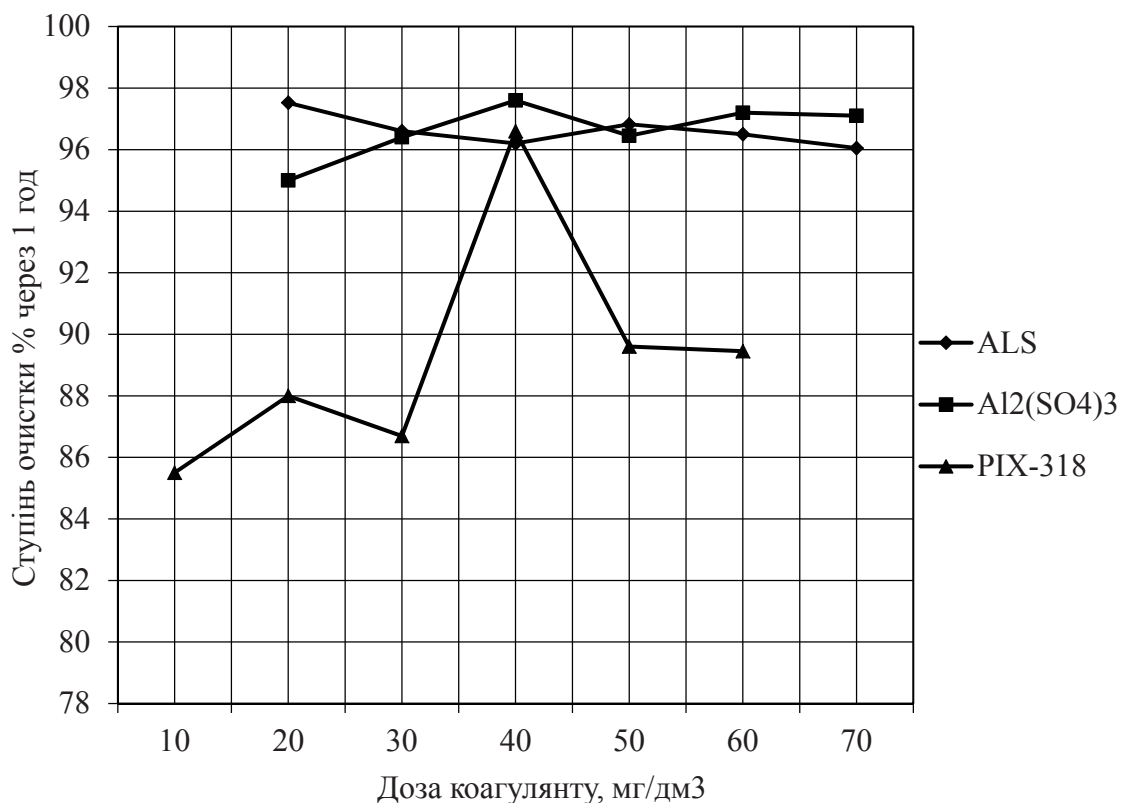


Рисунок 1. Зависимость степени очистки окрашенных модельных растворов с концентрацией красителя 0,02 г/дм³ от дозы коагулянта через 60 мин после начала процесса

Данные значения оптимальных доз, изучаемых коагулянтов, использовались при исследовании совместного действия этих коагулянтов и флокулянта-хитозана с целью определения его оптимальной дозы. Исходя из данных, представленных на рис.2, видно, что оптимальная доза флокулянта-хитозана для проведения эффективной очистки коагуляционным методом окрашенных растворов через один час после начала процесса составляет 20 мг/дм³ при использовании с PIX-318 и Al₂(SO₄)₃·nH₂O, а совместно с ALS – 34 мг/дм³.

В ходе исследования было установлено, что при использовании коагулянта PIX -318 очищенная вода содержит некоторое количество ионов Fe³⁺, которые увеличивают цветность растворов и отрицательно влияют на качество очистки, чего можно избежать при добавлении флокулянта-хитозана в количестве от 10 мг/дм³.

Также установлено, что использование природного полимера в качестве флокулянта способствует образованию хлопьев большего размера, а также увеличивается скорость их оседания, характерно, что коагулянты ALS и Al₂(SO₄)₃·nH₂O с хитозаном образуют агрегаты, которые со временем разрушаются, в отличие от агрегатов с коагулянтом PIX-318.

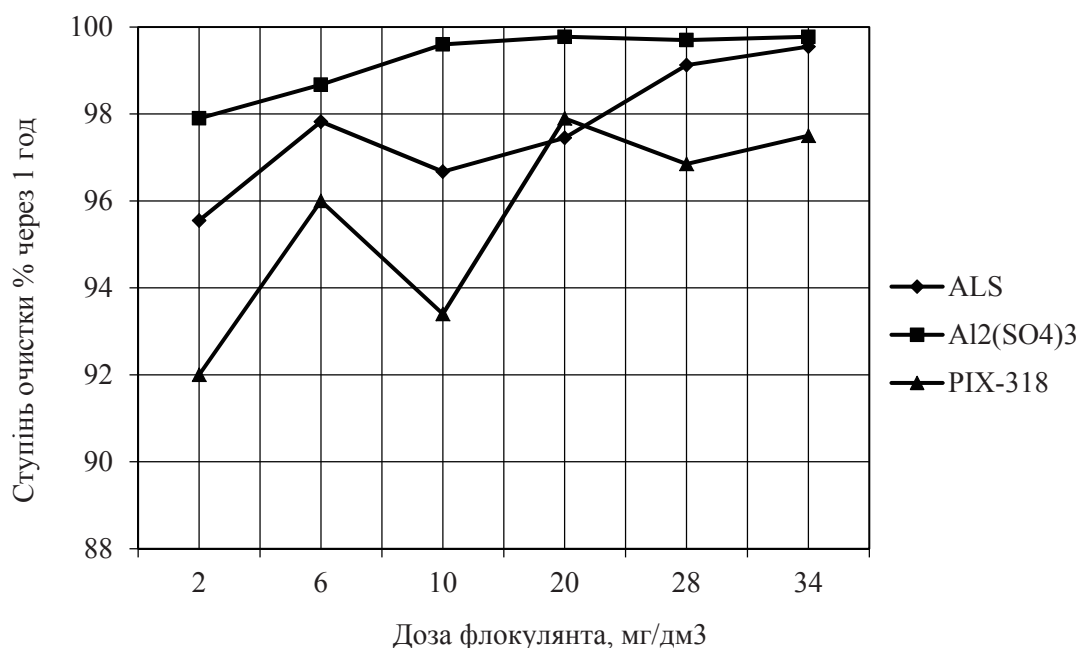


Рисунок 2. Зависимость степени очистки окрашенных модельных растворов с содержанием красителя 0,02 г/дм³ от дозы флокулянта-хитозана совместно с различными типами коагулянтов через один час после начала процесса

Таким образом, использование природного флокулянта в комплексе с классическими флокулянтами способствует уменьшению дозы всех исследуемых флокулянтов а также позволяют избежать загрязнения водных растворов ионами Fe³⁺ при использовании коагулянта PIX-318.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физико-химические методы очистки воды. Управление водными ресурсами. Учебник. В рамках проекта “Water Harmony”, ТОВ “Друкарня Вольф”, 2015. – 578 с. ISBN 978-82-999978-3-6
2. 6. Obushenko, T., Tolstopalova, N., Kulesha, O., Astrelin I. (2016). Thermodynamic studies bromphenol blue removal from water using solvent sublation. *Chemistry & Chemical Technology*, 10(4), pp. 515–518.
3. 8. Солодовник Т.В. (2003). Сорбция растворимых красителей на хитинсодержащих комплексах. *Химия и технология воды*, 25(4), стр. 342–349.
4. 9. Dontsova T.A., Ivanenko I., Astrelin I. (2015). Synthesis and characterization of titanium (IV) oxide from various precursors. *Springer Proceedings in Physics*, 167, pp. 275–293.
5. 10. Mykhailenko, N., Makarchuk, O., Dontsova, T., Gorobets, S. and Astrelin, I. (2015) Purification of aqueous media by magnetically operated saponite sorbents. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 4, pp. 13–20.