

*КРИНЕЦ О.Д.*

## **НОВЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ КОАГУЛЯНТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВОДООЧИСТКИ**

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
olegrinec@gmail.com*

Промышленное развитие индустриальных стран определило приоритетные направления, одной из главных задач которых является снижение воздействия технологических процессов на окружающую среду. Многие страны (США, Япония, страны Западной и Восточной Европы) [1] ежегодно устанавливают все более жесткие требования к качеству воды и постоянно находятся в поисках менее токсичных веществ, используемых для очистки. Поэтому разработка новых технологических процессов, в том числе и разработка новых коагулянтов, является одной из наиболее актуальных проблем водоочистки.

За последние годы значительно увеличилось разнообразие примесей в природных водах. При этом отмечаются значительные сезонные колебания их состава и цветности. Эти факторы и является основой для разработки новых коагулянтов. Как известно, коагулянты – вещества (химические реагенты), способные вызывать или ускорять процесс объединения мелких взвешенных частиц в группировки (агрегаты) вследствие их сцепления при соударениях.

Традиционные природные коагулянты – глины, алюмосиликаты – состоят в основном из солей металлов алюминия, железа и др. Именно соли металлов и обладают коагулирующими (связывающими) свойствами. Первыми опытами коагулирования можно считать попытки очистки воды солевыми растворами хлорида натрия, но одновалентный Na обладает очень малой степенью коагуляции. Двухвалентные металлы обладают степенью коагуляции в 30 раз большей, чем одновалентные, а трехвалентный Al – обладает степенью коагуляции в 1000 раз большей, чем одновалентный Na [2].

В настоящее время фактически все страны имеют свои технологии получения коагулянтов на основе оксидов и гидроксидов алюминия и железа. Одними из наиболее актуальных коагулянтов в этом аспекте является оксихлорид алюминия (полиалюминийгидрохлорид) и хлорированный железный купорос. Основные возможные коагулянты алюминия, используемые в современном мире, представлены в таблице 1 [4].

Одним из коагулянтов нового поколения является алюможелезный коагулянт ( $Al_2O_3 \cdot 0,28FeCl_3 \cdot 25H_2O$ ), приготавливаемый на основе сульфата алюминия. Наиболее популярным методом приготовления является смешение растворов сульфата алюминия и хлорного железа. Недостатком

этого способа является трудность подбора и поддержания определенных пропорций, применение и хранение реагентов в виде кислых растворов.

Таблица 1 – Алюмосодержащие коагулянты

Коагулянт	Формула	Содержание, % по массе	
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нерастворимых примесей
Сульфат алюминия неочищенный	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ×18H <sub>2</sub> O	> 9	–
Сульфат алюминия очищенный	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ×18H <sub>2</sub> O	> 13,5	< 1
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ×14H <sub>2</sub> O	17-19	–
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ×12H <sub>2</sub> O	28,5	3,1
Оксихлорид алюминия	Al <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> Cl×6H <sub>2</sub> O	40-44	–
Алюминат натрия	NaAlO <sub>2</sub>	45-55	6-8
Полиоксихлорид алюминия	Al <sub>n</sub> (OH) <sub>m</sub> Cl <sub>3n-m</sub>	30±3	–

Основные коагулянты железа, представленные в мире представлены в таблице 2 [4].

Также в наше время появляются и новые металлы, из которых изготавливаются растворы коагулянтов: титан, цирконий и другие металлы, способные к гидролизу (применяются для ускорения процесса коагуляции). Главные цели всех производителей – снижение токсичности коагулянтов, экономичность и скорость протекания реакций [1, 5]. На сегодняшний день отмечается высокая заинтересованность в изготовлении коагулянтов при помощи повторного использования ресурсов и отходов различных производств, для меньшего вреда экологии и большей экономии средств.

Таблица 2 – Железосодержащие коагулянты

Коагулянт	Формула	Содержание, % по массе	
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нерастворимых примесей
Хлорид железа	FeCl <sub>3</sub> ×6H <sub>2</sub> O	> 9	–
Сульфат железа(II) (Железный купорос)	FeSO <sub>4</sub> ×7H <sub>2</sub> O	> 47	< 1
Сульфат железа(III)	Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ×2H <sub>2</sub> O	68–76	< 1
Хлорированный железный купорос	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> +FeCl <sub>3</sub>	69–8	< 37

В заключение стоит отметить, что для Беларуси более предпочтительно было бы использовать полимерные коагулянты на основе не токсичных

металлов (желательно из переработанных материалов), не смотря на возможное увеличение затрат, но при этом снижая токсичность коагулянта, увеличивая скорость протекания процесса коагуляции и соответствуя мировым экологическим требованиям.

### Список литературы

1 **Горелая О.Н.** Сорбент для очистки нефтесодержащих сточных вод на основе отходов станций обезжелезивания / О.Н. Горелая, В.И. Романовский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2020.– № 10. – С. 48–54.

2 **Алексеев, Л.С.** / Контроль качества воды / Л.С. Алексеев.– М. : ИНФРА-М, 2007. – 154с.

3 **Фрог, Б.Н.** Водоподготовка / Б.Н. Фрог. – М. : МГУ, 2001. – 680 с.

4 **Шевченко, Т.В.** Прикладная и коллоидная химия: коагуляция и коагулянты / Т.В. Шевченко. – Кемерово : Изд-во Кемеровского технол. ин-та пищ. пром-ти, 2007. – 144 с.

5 **Романовский, В. И.** Магнитные сорбенты для удаления нефтепродуктов из водных сред / В.И. Романовский, О.Н. Горелая, А.А. Хорт // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Ч. 1. – Гомель. : БелГУТ, 2018. – С. 215–216. УДК 628.316.12

*КРИНЕЦ О.Д., КНЫРЕВИЧ В.В.*

## ВОПРОСЫ ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ. СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ГОРОД» И «РАЗУМНАЯ ВОДА»

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель  
olekrinec@gmail.com*

Цифровизация Водоканала максимально актуальна на сегодняшний день и всё ещё развивается, поэтому наша цель такова: рассказать о существующих цифровых системах в области водоснабжения и канализации населенных пунктов и предприятий, обсуждение задач по цифровизации и информационно-техническому обеспечению водоснабжения.

«Умный город» – это система информационных и коммуникативных технологий IT и интернета вещей, созданная человеком, которая делает облегчение управления внутренними городскими процессами, а также создаёт комфортные и безопасные условия жизни. Идея «Цифровой водоканал» является основным составляющим «умного города», а также включает в себя цифровизацию и автоматизацию всех процессов.

В ноябре 2019 года представители Беларуси и строительной компании ОАЭ **Emaar Properties** вели переговоры по разработке государственной