

**Фируза АБДИЕВА,**  
 Базовый докторант Национальный Университет Узбекистана  
 E-mail: firuzaanalitika@gmail.com  
**Абдурахим НАБИЕВ,**  
 Доцент Ташкентский химико-технологический институт  
 E-mail: nabievximik@mail.ru

По рецензии к.т.н., профессор Усанбоев Н.Х. Институт общей и неорганической химии УЗРФА

## ОБРАБОТКА КОАГУЛЯНТАМИ ЖИДКОГО ОТХОДА КУНГРАДСКОГО СОДОВОГО ЗАВОДА

Аннотация

Мы знаем, что на сегодняшний день переработка промышленных отходов и превращение их в готовую продукцию является одной из важнейших задач. В статье отмечена обработка жидкого отхода Кунградского содового завода с помощью коагулянтами.

**Ключевые слова:** Коагуляция, дистиллерная жидкость, метод Солве, центрифугат.

## PURIFICATION OF LIQUID WASTE FROM THE KUNGRAD SODA PLANT USING COAGULANTS

Annotation

We know that today the processing of industrial waste and turning it into finished products is one of the most important tasks. The article notes the treatment of liquid waste from the Kungrad soda plant using coagulants.

**Key words:** Coagulation, distiller liquid, Solvay method, centrifugate.

## QO'NG'IROT SODA ZAVODINING SUYUQ CHIQUINDILARINI KOAGULYANTLAR BILAN TOZALASH

Annotatsiya

Bugungi kunda sanoat chiqindilarini qayta ishlash va ularni tayyor mahsulotga aylantirish eng muhim vazifalardan biri ekanini bilamiz. Maqolada Qo'ng'irotd soda zavodining suyuq chiqindilarini koagulyantlar yordamida qayta ishlash keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** Koagulyatsiya, distiller suyuqligi, Solve usuli, sentrifugat.

**Введение.** Коагуляция – это слипание мелких частиц очищаемой жидкости в более крупные фракции под воздействием внешнего силового поля в процессе перемешивания и теплового воздействия. В качестве коагулянта используют также соли железа, магния и алюминия. В результате реакции гидролиза образуются малорастворимые в воде гидроксиды железа, магния и алюминия, сорбируемые на развитой хлопьевидной поверхности взвешенные, коллоидные и мелкодисперсные вещества. При благоприятных условиях они оседают на дно и образуют осадок [1]. Коагуляция – один из основных методов предварительной очистки воды - является сложной совокупностью физико-химических процессов, которые характеризуют превышение силами молекулярного притяжения между частицами дисперсной фазы сил электростатического отталкивания. Упрощенные представления о коагуляции, как о «механическом захвате» загрязнений осаждающимися хлопьями или как о следствии появления в системе новой кинетически неустойчивой фазы, не позволяють в полной мере отразить всей совокупности явлений процесса [2]. Исследованиями процессов коагуляции природных вод в присутствии контактных сред занимались такие ученые, как Д.М. Минц, В.З. Мельцер, Е.Д. Бабенков, Р.И. Аюкаев, М.Г. Журба, Ж.М. Говорова, Е.Ф. Кургаев, А.В. Бутко, В.А. Лысов, В.А. Михайлов, Ю.Л. Сколубович, Е.Л. Войтов и др. Установлено, что сульфат алюминия обладает большей эффективностью, чем соли железа, при удалении из воды дубильных и гуминовых веществ. Попутно с обесцвечиванием воды происходит заметное снижение ее окисляемости. Все коагулянты можно классифицировать на органические и неорганические. К органическим относят низкомолекулярные водорастворимые полимеры, такие как полиамины, дициандиамидные и меламиноформальдегидные смолы. Данные соединения эффективны, они практически не влияют на pH сточной воды, для очистки достаточно небольших доз. Однако они имеют высокую цену, сырьевая база для их производства ограничена. Неорганические коагулянты получили более широкое применение в промышленных объемах, что связано с их универсальностью, распространенностью и низкой стоимостью. Минеральные коагулянты представлены солями алюминия, железа и их смесями, значительно реже используются соли магния, титана, цинка [3, 4, 5].

**Железосодержащие коагулянты.** Из железосодержащих коагулянтов используют, главным образом, хлорид железа, сульфат железа.  $FeCl_3$ , представляющий собой мелкие кристаллы фиолетового цвета с темно-зеленым оттенком с металлическим блеском, очень гигроскопичен, поэтому чаще встречается в форме кристаллогидрата  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ . Товарный продукт выпускается двух сортов, содержащих соответственно не менее 97,3 и 95 %  $FeCl_3$  [6].

Сульфат закиси железа  $Fe(SO_4) \cdot 7H_2O$  — зеленовато-голубые кристаллы, окисляющиеся на воздухе с образованием основного сульфата железа (III)  $Fe(OH)(SO_4)$ . Товарный продукт содержит от 47 до 53 %  $Fe(SO_4)$  [7, 8].

Соли железа обеспечивают наилучшую коагуляцию при pH 3,5–6,5 или 8,0–11,0, что является преимуществом их применения. Помимо этого, коагулянты на основе железа не теряют своей коагулирующей способности даже при низких температурах воды. К недостаткам можно отнести необходимость точной дозировки коагулянта, так как избыток может приводить к значительному повышению концентраций катионов и соединений железа в очищенной воде [9].

**Алюмосодержащие коагулянты.** Сульфат алюминия (очищенный)  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  выпускается в трех сортах. Сульфат алюминия высшего сорта представляет собой сыпучий белый материал с содержанием  $Al_2O_3$  не менее 16 %, первый и второй сорт – это не слеживающиеся пластины, куски, брикеты с содержанием  $Al_2O_3$  16 и 15 % соответственно [8, 9]. Данный коагулянт эффективен при pH 5–7,5, при этом он обладает высокой чувствительностью к изменению pH и температуры воды, что является существенным недостатком. Однако сульфат алюминия имеет невысокую стоимость, прост в обращении, обладает практически неограниченным сроком хранения и хорошей растворимостью. Это один из самых распространенных коагулянтов [9].

**Смешанные коагулянты.** Недостатки железосодержащих и алюмосодержащих коагулянтов можно минимизировать, если использовать смешанные коагулянты. Смешанный алюможелезный коагулянт представляет собой смесь растворов  $FeCl_3$  и  $Al_2(SO_4)_3$  в соотношении 1:1, возможны и другие соотношения в зависимости от условий работы очистных сооружений и характера сточных вод [10]. Очистка сточных вод — одна из самых острых экологических проблем современной промышленности. В ходе эксперимента были определены оптимальные дозы коагулянтов (сульфат закиси железа  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  — 300 мг/л, хлорное железо  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  — 250 мг/л, сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  — 300 мг/л, смешанный коагулянт  $FeCl_3$  и  $Al_2(SO_4)_3$  (1:1) — 150 мг/л. Среди них был выбран наиболее эффективный коагулянт — сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  — 300 мг/л. Цель исследования — подбор оптимальных реагентов и их доз для процессов коагуляционной очистки сточных вод Кунградского содового завода. «Кунградский содовый завод» - единственное в Центральной Азии предприятие, производящее кальцинированную соду. Кунградский содовый завод расположен в республике Каракалпакстан в поселке Елебад. Уникальная производственная технология завода состоит из нескольких сложных этапов. Основное сырье - озерная соль, добываемая из рудника Барсакельмес, находящегося на плато Устюрт. Применяемый в производстве известняк тоже отличается высоким качеством. В настоящее время завод ежегодно производит 200 тысяч тонн соды. Продукция применяется в качестве основной химической добавки при изготовлении стекла, моющих средств, в цветной металлургии, легкой промышленности, при водоочистительных работах. В настоящее время в промышленности для получения кальцинированной соды применяется метод Сольве. Метод Сольве является недорогим, широко распространенным и легко добываемым. Реакции осуществляются при невысоких температурах и близких к атмосферному давлению. Способ хорошо изучен, технологические процессы отлажены и устойчивы. Получаемая кальцинированная сода имеет высокое качество при сравнительно низкой стоимости. Но основным недостатком метода Сольве является образование большого количества жидких отходов, так называемой дистиллерной жидкости, что свидетельствует о недостаточно эффективном использовании исходного природного сырья. На 1 т произведенной кальцинированной соды приходится примерно 9–10 м<sup>3</sup> дистиллерной жидкости. Жидкий отход содового производства выбрасываются в земельные участки недалеко от завода. Это влияет в окружающую среду [11].

**Методы исследования:** Для исследования использовались приборы ИК-Фурье спектрометр Япония, Шимадзу «IRAffinity-1», высокопроизводительный, энергодисперсионный, рентгеновский, флуоресцентный спектрометр Япония, Rigaku NEX CG EDXRF, дистиллерная жидкость Кунградского содового завода, коагулянты.

**Результаты и обсуждение:** Дозы различных коагулянтов и величины мутности жидкого отхода при их использовании

Таблица 1.

Используемый коагулянт	Доза (оптимальная) мг/л	Остаточная мутность,
Сульфат закиси железа $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	300	60
Сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	300	57
Хлорное железо $FeCl_3 \cdot 6H_2O$	250	20
Смешанный коагулянт $FeCl_3$ и $Al_2(SO_4)_3$	150	20
Полиоксихлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl \cdot 6H_2O$	200	10

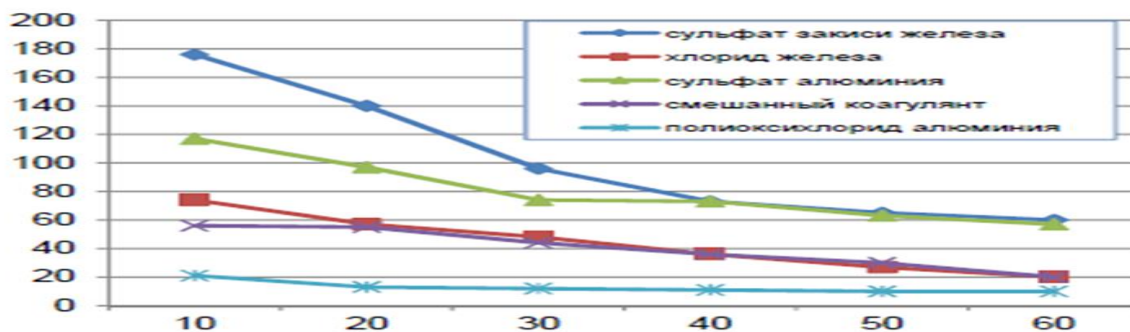


Рис. 1. Изменение мутности от времени отстаивания для оптимальных доз всех коагулянтов

Элементный состав жидкого отхода и пробы после коагуляционной обработки.

Таблица 2.

1.	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ %	0.125	0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ , мл	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3.	Жидкий отход, мл	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4.	Осадок, см	1	1.5	1.75	2	3	3.5	4	4.5	5	5.5	5.75	6	6.5

Таблица 3.

№	Компонент	Показатель pH	S%	Cl%	Ca%	Cu%	Zn%	Sr%	H <sub>2</sub> O%
1	Центрифугат дис. жидкости	12,5	0.17	9.01	3.96	0.000517	0.000482	0.00163	86.8
2.	Осадок дис. жидкости	12.5	1.93	40.4	25.3	0.0073	0.0012	0.0155	32.05
3.	КОДЖ 0.125% $Al_2(SO_4)_3$	7,25	0.0356	4.98	2.11	0.000626	-	0.00129	92.9
4.	КОДЖ 0.25% $Al_2(SO_4)_3$	7.18	0.0502	5.02	2.13	0.000623	0.000308	0.0011	92.8
5.	КОДЖ 0.5% $Al_2(SO_4)_3$	6.6	0.121	5.98	2.65	0.000688	-	0.00168	91.2
6.	КОДЖ 1% $Al_2(SO_4)_3$	3,80	0,33	4,61	2,17	0,00061	-	0,00129	92,9
7.	КОДЖ 3% $Al_2(SO_4)_3$	3,55	0,135	4,73	1,57	0,000748	0,000343	0,000998	93,6
8.	КОДЖ 5% $Al_2(SO_4)_3$	3,40	0,241	4,71	1,26	0,000632	0,000283	0,000914	93,8

9.	КОДЖ 7%Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	3,20	0,206	4,78	0,866	0,000692	0,00029	0,000829	94,1
10.	КОДЖ 10%Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	3,00	0,241	4,83	0,387	0,000623	-	0,000562	94,5

**Заключение.** При исследовании жидкого отхода Кунградского содового завода установлены наиболее эффективные коагулянты. Для всех реагентов определены оптимальные дозы. Наилучшие результаты были достигнуты при коагуляции жидкого отхода с применением в качестве коагулянта позволяют добиться снижения мутности. Работа имеет непосредственную практическую значимость, так как ее результаты могут быть использованы для совершенствования процессов очистки жидкого отхода на «Кунградский содовый завод».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <https://prom-water.ru/articles/koagulyaciya-stochnyh-vod>
2. Алексеева, Л.П. Оценка эффективности применения оксихлорида алюминия по сравнению с другими коагулянтами / Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. - 2003. - № 2.
3. Драгинский, В. Л., Алексеева, Л. П. и Гетманцев, С. В. (2005). Коагуляция в технологии очистки природных вод. М.: б. и., 576 с.
4. Пазенко, Т. Я. и Колова, А. Ф. (2010). Обработка промывных вод фильтров водоподготовки. Известия вузов. Строительство, № 9, сс. 65–68.
5. Wang, B., Shui, Y., He, M. and Liu, P. (2017). Comparison of flocs characteristics using before and after composite coagulants under different coagulation mechanisms. *Biochemical Engineering Journal*, vol. 121, pp. 107–117. DOI: 10.1016/j.bej.2017.01.020.
6. Бабенков, Е.Д. Влияние перемешивания воды на физические параметры коагулированной взвеси / Е.Д. Бабенков // Химия и технология воды. - 1980. -№ 5. - т. 2.
7. Бабенков, Е. Д. (1977). Очистка воды коагулянтами. М.: Наука, 356 с.
8. Качалова, Г. С. (2018) Использование современных коагулянтов и флокулянтов в процессе коагулирования сточных вод. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 2, сс. 23–27.
9. Бабенков, Е.Д. Очистка воды коагулянтами /Е.Д. Бабенков. - М.: Недра, 1977. - 356 с.
10. Бабенков, Е.Д. Влияние степени дисперсности примесей на физические параметры коагулированной взвеси / Е.Д. Бабенков // Химия и технология воды. -1983. - № 1.- т. 5.
11. Абдиева Ф.И., Набиев А.А. Low efficiency in the treatment of liquid waste from the Kungrad soda plant with ion exchangers // *Universum: Химия и биология. Электрон. научн.журн.*, 2022 - № 9 (99). - С.38-40. URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14151>
12. Аэров, М.Э. Аппараты со стационарным зернистым слоем / М.Э. Аэров, О.М. Тодес, Д.А. Наринский. - Л.: Химия (ЛЮ), 1979. - 176 с.
13. Аюкаев, Р.И. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды: Справочное пособие / Р.И. Аюкаев, В.З. Мельцер. - Л.: Стройиздат (ЛЮ), 1985. - 120 с.