

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 1680-9165

№ 1 (2021)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ63VPY00028965

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация результатов фундаментальных и прикладных научных исследований
по широкому спектру проблем в области металлургии, машиностроения, транспорта,
строительства и естественных наук

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/ERLV4618>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,344

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич - к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна - к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Исаева КуралайСметкановна Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

**С. Р. Масакбаева, А. В. Токарева, Р. М. Несмеянова,
С. Ю. Ковтарева**

Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар

ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ ИЗ ТРИГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ И СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

В статье описан эксперимент по получению оксихлорида алюминия из гидроксида алюминия и соляной кислоты в лабораторных условиях. Рассмотрена возможность синтеза коагулянта из сырья различного качества. Описана схема и принцип работы лабораторной установки по получению коагулянтов. В статье предоставлены результаты анализа полученных продуктов. Исследованы способы получения оксихлорида алюминия при единоразовом и дробном введении реагентов в реактор.

Ключевые слова: оксихлорид алюминия, основной хлорид алюминия, коагулянт, производство коагулянта.

Введение

Оксихлорид алюминия является коагулянтом, предназначенным для очистки и обработки воды в бытовом-питьевом и промышленном водоснабжении, очистки сточных вод в промышленности и сельском хозяйстве [1]. В зависимости от содержания основного вещества (в пересчете на Al_2O_3) коагулянт может представлять собой водные растворы от бесцветного, светло-желтого и темно-желтого цвета до темно-серого или зеленого цвета, а так же порошок, гранулы, чешуйки от белого до кремового, желтого или светло-серого цвета [2, 3].

Помимо многочисленных вариантов внешнего вида коагулянта, существует и множество способов его производства, технологических схем, методик получения из различных видов сырья, в большом диапазоне технологических режимов. В настоящее время на территории Республики Казахстан нет действующих предприятий, производящих оксихлорид алюминия [4]. Наша страна является индустриально развитой в разных отраслях промышленности, имеется множество заводов и предприятий, способных обеспечить сырьевую базу для производства данного коагулянта. Применение местного сырья, теоретически поможет обеспечить относительно невысокую стоимость готового продукта, за счет минимальных логистических затрат. Таким образом, исследование возможности получения оксихлорида алюминия из отечественного сырья является актуальным и экономически целесообразным.

В целях эффективного осуществления процесса подготовки и очистки воды, оксихлорид алюминия должен обладать определенными техническими

характеристиками, для возможности проведения на предприятиях расчетных теоретических и практических доз коагулянта [5]. Для этого необходимо производить оценку качества готового продукта на стадии производства.

Немаловажным фактором при производстве оксихлорида алюминия, как и любых других продуктов промышленности, является логистика предприятия, наличие местных производств, способных обеспечить сырьевую базу, и возможность поставки необходимых реагентов при наиболее минимальных затратах на транспортировку.

Для простоты реализации удобнее, если технологическая схема будет содержать минимум аппаратов, при условии соблюдения безопасного протекания процесса.

Материалы и методы

Рассматривая промышленность Павлодарской области, оптимальным способом производства оксихлорида алюминия является реакция гидроксида алюминия с соляной кислотой. В качестве сырья может быть использован гидроксид алюминия, производимый АО «Алюминий Казахстана» и соляная кислота производства АО «Каустик».

Был проведен эксперимент, в ходе которого в лабораторных условиях синтезировали коагулянт и произвели оценку его качества.

В качестве сырья для синтеза оксихлорида алюминия использовался 30 % гидроксид алюминия, и соляная кислота, концентрацией 37 %.

Для сравнения использовался гидроксид алюминия марки ч.д.а., технический и термохимически активированный.

Для интенсификации процесса и предположительно повышения степени извлечения алюминия из $Al(OH)_3$, предложено технический тригидроксид алюминия предварительно подвергнуть термической активации методом переосаждения. Суть процесса заключается в гидратации гидроксида алюминия, проведении быстрой дегидратации полученной суспензии при температуре 300–1200 °С, и последующей закалке продукта при температуре не более 280 °С [6].

Коагулянт получали на лабораторной установке, схема которой представлена на рисунке 1.

Установка представляла собой круглодонную колбу с мешалкой, в которую загружались исходные компоненты (гидроксид алюминия, соляная кислота). Повышенную температуру обеспечивали с помощью электрического колбонагревателя. Для контроля температуры предусмотрен термометр, опущенный в реакционную смесь. Процесс вели при атмосферном давлении и температуре 105 °С.

В ходе работы изучались следующие параметры оказывающие влияние на процесс: концентрация реагентов, температура реакционной смеси, интенсивность перемешивания, продолжительность процесса.

В лабораторных условиях была проверена степень извлечения данных марок гидроксида алюминия при различной продолжительности взаимодействия.

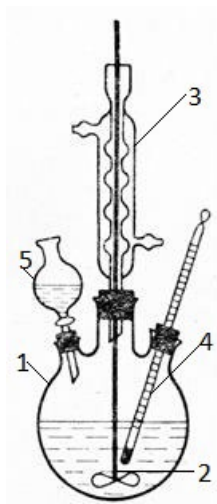


Рисунок 1 – Схема лабораторного реактора для получения коагулянтов.

1 – круглодонная колба, 2 – мешалка; 3 – обратный холодильник,
4 – термометр, 5 – воронка для загрузки реагентов

Результаты и обсуждение

По результатам эксперимента были построены кинематические кривые процесса (рисунок 2).

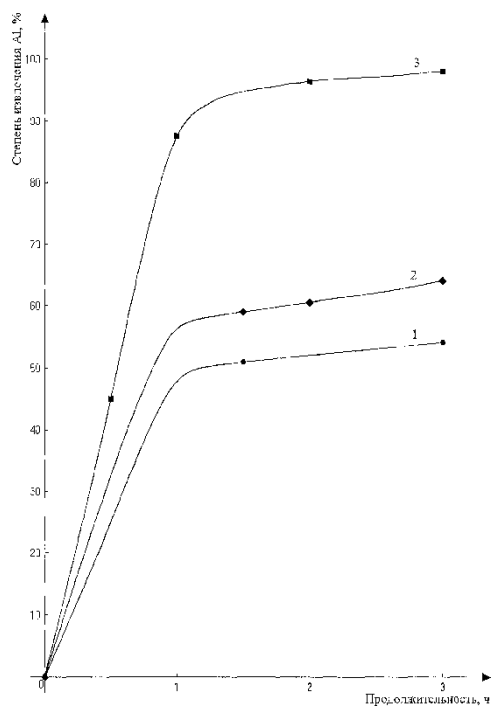
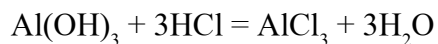
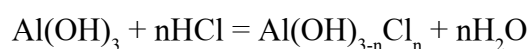


Рисунок 2 – Зависимость степени извлечения алюминия (%) из $Al(OH)_3$ марок ч.д.а. (1), технический (2), и термически активированного $Al(OH)_3$

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что гидроксид алюминия, подверженный предварительной термической обработке более активен, чем гидроксид марок ч.д.а. и технический. Как известно, при взаимодействии гидроксида алюминия с соляной кислотой образуется средняя соль – хлористый алюминий [7]. Реакция протекает по уравнению:



Следовательно, для образования основных солей хлорида алюминия количество молей HCl, приходящихся на 1 моль Al(OH)₃, должно уменьшаться [8]. Поэтому предположили, что при уменьшении количества соляной кислоты, взятой на взаимодействие с гидроксидом алюминия, получатся растворы основного хлорида алюминия. Реакция будет протекать по уравнению:



Результаты опытов при различном мольном соотношении Al(OH)₃ к HCl представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты опытов взаимодействия гидроксида алюминия с соляной кислотой

№	Компоненты		Мольное соотношение	Основность	Степень извлечения алюминия, %
	Гидроксид алюминия, г	Соляная кислота, г			
1	200	190	1:1,75	5	58
2	200	230	1:2,12	5	72
3	200	275	1:2,55	5	85
4	200	290	1:2,67	5	89

На основании полученных данных, а именно низкой основности и невысокой степени извлечения, можно сделать вывод о том, что в определенный момент между реагентами и продуктами реакции устанавливается равновесие, в следствие чего прекращается дальнейшее взаимодействие гидроксида с соляной кислотой. В связи с этим, дальнейший синтез коагулянта проводили в две стадии. Первым этапом готовили реакцию смесь из Al(OH)₃ и HCl мольным соотношением 1:3,15. Данную смесь нагревали в течение 3 часов при температуре 105 °С. В результате получали кислый раствор хлористого алюминия. Вторым этапом к полученному раствору добавляли хлорид алюминия и соляную кислоту порциями, чтоб в итоге мольное соотношение Al(OH)₃ и HCl достигало таких же величин, как и в предыдущих опытах. В результате наблюдается повышение степени извлечения алюминия из активированного Al(OH)₃ и повышение основности полученных растворов. Результаты опыта представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты опытов взаимодействия гидроксида алюминия с соляной кислотой при порционном введении реагентов

№	Компоненты		Мольное соотношение	Основность	Степень извлечения алюминия, %
	Гидроксид алюминия, г	Соляная кислота, г			
1	370	240	1:1,75	44	92
2	350	240	1:2,12	28	93
3	250	240	1:2,55	15	94
4	235	240	1:2,67	10	95

Выводы

Проведенные исследования показали возможность получения оксихлорида алюминия из гидроксида алюминия и соляной кислоты. В ходе работы было доказано, что использование в качестве сырья термически активированного гидроксида алюминия, позволяет повысить степень извлечения алюминия из $Al(OH)_3$. Так же проанализировано влияние введения реагентов в реактор на основность полученного коагулянта. Результаты опытов показали, что применение порционного введения сырья и увеличение времени реакции положительно сказывается как на степени извлечения, так и на качестве готового продукта.

Список использованных источников

- 1 Герасимов, Г. Н. Процессы коагуляции-флокуляции при обработке поверхностных вод [Текст] // Водоснабжение и сан. техника. – 2001. – № 3. – С. 26–31.
- 2 ГОСТ Р 58580-2019 Полиоксихлорид алюминия. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2019. – 45 с.
3. ГОСТ Р 51642-2000. Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования и метод определения эффективности. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 12 с.
- 4 Гетманцев, С. В. Состояние производства и импорта алюмосодержащих коагулянтов в России [Текст] // Водоснабжение и сан. техника. – 2003. – №2. – С. 5–10.
- 5 Сыркина, И. Г. Производство основного хлорида алюминия [Текст]. – М. : Химическая промышленность, 1988. – 57 с.
- 6 Способ получения активного гидроксида алюминия [Текст]: пат. 1586056 Рос. Федерация : МПК C01F7/02
- 7 Гетманцев, С. В., Гетманцев, В. С. Комбинированная технология производства высокоэффективных коагулянтов [Текст] / С. В. Гетманцев, // Водоснабжение и сан. техника. – 2001. – № 3. – С. 8–10.
- 8 Мельников, Е. Я., Салтанова, В. П., Наумова, А. М. Технология коагулянтов: Учебник для техникума. [Текст]. – М. : Химия, 1983. – 432 с.
- 9 Токарева, А. В., Масакбаева, С. Р. Оксихлорид алюминия - коагулянт для подготовки воды питьевого водоснабжения [Текст] // Наука и техника Казахстана. – 2020. – № 2. – С. 58–65.

10 **Иванова, А. И., Колесников, А. В.** Электрофлотационный процесс извлечения оксида алюминия из промышленных отходов //Успехи в химии и химической технологии. 2020. – Т. 34. – № 3 (226). – С. 41-43.

References

1 **Gerasimov, G. N.** Processi koagulyacii_flokulyacii pri obrabotke poverhnostnih vod [Processes of coagulation-flocculation in the treatment of surface waters] [Text]. Water supply and san. Technics. – 2001. – № 3. – P. 26–31

2 GOST R 58580–2019 Polioksihlorid alyuminiya. Tehnicheskie usloviya. [Aluminium polyoxychloride. Specifications]. – М.: Standartinform, 2019. – 45 p.

3 GOST R 51642-2000. Koagulyanti dlya hozyaistvenno_pitevogo vodosnabjeniya. Obschie trebovaniya i metod opredeleniya effektivnosti. [Coagulants for potable water supply. General requirements and method of efficiency determination]. – М.: IAS Publishing House of Standards, 2000. – 12 p.

4 **Getmancev, S. V.** Sostoyanie proizvodstva i importa alyumosoderjaschih koagulyantov v Rossii [State of production and import of aluminum-containing coagulants in Russia] [Text]. Water supply and san. Technics. – 2003. – № 2. – P. 5–10.

5 **Sirkina, I. G.** Proizvodstvo osnovnogo hlorida alyuminiya [Production of basic aluminum chloride] [Text]. Chemical Industry, 1988. – 57 p.

6 Sposob polucheniya aktivnogo gidroksida alyuminiya [Method of obtaining active aluminum hydroxide] [Text]. Pat. 1586056 Rus. Federation: IPC C01F7 / 02]

7 **Getmancev, S. V., Getmancev, V. S.** Kombinirovannaya tehnologiya proizvodstva visokoeffektivnih koagulyantov [Combined technology for the production of highly effective coagulants] [Text]. Water supply and san. Technics. – 2001. – № 3. – P. 8–10

8 **Melnikov, E. Ya., Saltanova, V. P., Naumova, A. M.** Tehnologiya koagulyantov: Uchebnik dlya tehnikuma [Technology of coagulants: a textbook for a technical school] [Text]. Chemistry, 1983. – 432 p.

9 **Tokareva, A. V., Massakbayeva, S. R.** Oksikhlorid alyuminiya - koagulyant dlya podgotovki vody pit'yevogo vodosnabzheniya [Aluminum oxychloride – coagulant for the preparation of drinking water supply] [Text]. Science and technology of Kazakhstan. – 2020. – № 2. – P. 58–65.

10 **Ivanova, A. I., Kolesnikov, A. V.** Elektroflotatsionnyy protsess izvlecheniya oksida alyuminiya iz promyshlennykh otkhodov [Electroflotation process of extracting aluminum oxide from industrial waste] [Text]. Advances in chemistry and chemical technology. – 2020. – Т. 34. – No. 3 (226). – P. 41–43.

Материал поступил в редакцию 25.03.21.

С. Р. Масакбаева, А. В. Токарева, Р. М. Несмеянова, С. Ю. Ковтарева

Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 25.03.21 баспаға түсті.

**АЛЮМИНИЙ ГИДРОКСИДІ МЕН ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫНАН АЛЮМИНИЙ
ОКСИХЛОРИДІН АЛУ**

Мақалада зертханалық жағдайларда тұз қышқылынан алюминий гидроксидін және алюминий оксихлоридін алу бойынша эксперимент сипатталған. Әр түрлі сападағы шикізаттан коагулянтты синтездеу мүмкіндігі қарастырылды. Коагулянттарды алу үшін зертханалық қондырғының схемасы мен жұмыс принципі сипатталған. Мақалада алынған өнімдерді талдау нәтижелері берілген. Реакторға реагенттерді бір рет және егжей-тегжейлі енгізу кезінде алюминий оксихлоридін алу тәсілдері зерттелді.

Кілтті сөздер: алюминий оксихлорид, алюминий негізгі хлорид, коагулянт, коагулянт синтезі, коагулянт өнідірісі.

S. R. Massakbayeva, A. V. Tokareva, R. M. Nesmeyanova, S. Y. Kovtareva

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar
Material received on 25.03.21.

**PREPARATION OF ALUMINUM OXYCHLORIDE FROM ALUMINUM
HYDROXIDE AND HYDROCHLORIC ACID**

The article describes an experiment on the production of aluminum hydroxide and aluminum oxychloride from hydrochloric acid in laboratory conditions. The possibility of coagulant synthesis from raw materials of different quality is considered. To obtain coagulants, the scheme and principle of operation of the laboratory unit are described. The article presents the results of the analysis of the obtained products. The methods of obtaining aluminum oxychloride with a single and detailed introduction of reagents into the reactor were studied.

Keywords: aluminum oxychloride, aluminum basic chloride, coagulant, production of coagulant.

Теруге 25.03.21 ж. жіберілді. Басуға 05.04.21 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

2,74 Мб RAM

Шартты баспа табағы 9,7. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген З. С. Искакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3747

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz