

УДК 66.962; 628.345.1

Кузин Е. Н., Говорова А. П., Азопков С. В.

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ КОАГУЛЯНТЫ В ПРОЦЕССАХ ВОДООЧИСТКИ

Говорова Анастасия Павловна - обучающийся кафедры промышленной экологии

Азопков Сергей Валерьевич – аспирант кафедры промышленной экологии

Кузин Евгений Николаевич – к.т.н., заведующий лабораторией промышленной экологии.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20. e.n.kuzin@mail.ru

Получение новых видов реагентов для процессов водоочистки – сложная и перспективная задача. В процессе исследования получены данные по процессам производства модифицированных форм алюмокремниевого коагулянта-флокулянта методом спекания. Исследованы закономерности извлечения основных активных компонентов в процессе спекания и выщелачивания. Получены образцы комплексных алюмокремниевых и алюмотитановых коагулянтов. Доказана высокая эффективность полученных реагентов в процессах очистки сточных вод.

Ключевые слова: нефелин, хлорид титана, водоочистка

NEW COMPOSITE COAGULANT IN WATER TREATMENT PROCESSES

Kuzin E. N., Govorova A. P., Azopkov S. V.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

The processes of produce new types of reagents for water treatment is a complex and promising problem. In the process of research, were obtained data of production modified forms of an aluminosilic coagulant-flocculant by the sintering method. The regularities of extraction of the main active components in the process of sintering and leaching are investigated. Samples of complex aluminosilic and alumotitanium coagulants were obtained. The high efficiency of the obtained reagents in wastewater treatment processes is proved.

Keywords: nefelin, titanium tetrachloride, water treatment

Процессам водоочистки и водоподготовки в настоящее время уделяется большое внимание. Рост промышленного производства и населения существенно повышают уровень антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. Наиболее уязвимой частью в данном случае является гидросфера. Нехватка пресной воды, увеличение сброса неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные источники, истощение природных источников пресной воды – наиболее важные проблемы.

Использование пресной воды в технических целях – необходимость, так как соленая вода ввиду своего химического состава быстро выводит из строя технологическое оборудование. Техническая вода на выходе из производственного цикла зачастую сбрасывается обратно в водоем без элементарной очистки. В случаях, когда на предприятии существует система очистки, важнейшим показателем ее работы является стоимость очистки, наряду с эффективностью. Практически все процессы очистки как питьевой, так и технологической воды до или после использования включают в себя стадию физико-химической обработки. Наиболее распространенным процессом в данном случае является коагуляция или ее частный случай флокуляция. Вот почему разработка дешевых и эффективных коагулянтов – актуальная и перспективная задача.

В настоящее время наиболее распространение получили коагулянты на основе соединений алюминия (сульфат и оксихлорид) и железа (хлорид) [1]. Данные продукты хорошо зарекомендовали себя на рынке коагулянтов ввиду достаточной эффективности и средней стоимости. Несмотря на это у существующих реагентов есть один недостаток - необходимость поддержания определенного уровня pH очищаемой воды, что влечет за собой дополнительные затраты на подщелачивающие агенты.

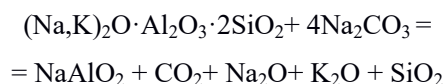
Новые перспективные реагенты – коагулянты на основе соединений алюминия, титана и кремния (например, титановый коагулянт ЗАО «Ситтек») , несмотря на свою высокую эффективность пока еще не внедряются повсеместно ввиду высокой стоимости (в 1,5 -2 раза дороже аналогов).

На базе РХТУ Менделеева был разработан недорогой и достаточно эффективный реагент: алюмокремниевый коагулянт-флокулянт (АКФК) по своей эффективности и стоимости превосходит аналоги (сульфат алюминия), однако низкий pH растворов, а также их склонность к поликонденсации (гелированию) значительно тормозят его промышленное внедрение. Основным сырьем для производства АКФК служит нефелиновый концентрат, который является побочным продуктом добычи апатита. Данное сырье относится к многотонажным отходам, его стоимость крайне низкая, а содержание кислоторастворимых

форм алюминия (в пересчете на Al_2O_3) доходит до 30 масс. %.

Задачей исследования являлось получение образцов алюмокремниевого флокулянта-коагулянта с пониженной склонностью к полимеризации и сохранение при этом высокой эффективности. Также актуальной задачей было повышение уровня pH растворов коагулянта.

В качестве основной технологии было предложено спекание нефелинового концентрата с различными солями, с целью извлечения глинозема, и снижения извлечения кремнезема, отвечающего за процессы поликонденсации. Процесс реакции спекания выглядит следующим образом[2]:



Учитывая, что в составе нефелинового концентрата уже присутствуют соединения Na, в процессе спекания соотношения компонентов $(Na,K)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 / Na_2CO_3$ изменялось от стехеометрического в большую сторону. Температура спекания составляла 1000 С, а время 60 минут. Содержание основных компонентов в спеке определенное методом рентгенофлуоресцентного анализа представлено в табл. 1.

Как видно из данных, при увеличении количества Na_2CO_3 не происходит увеличения степени извлечения компонентов, а наоборот происходит снижение содержания алюминия в товарном продукте за счет увеличения доли инертных соединений натрия. Исходя из полученных данных видно, что лучшим соотношением является 1:1. В дальнейшем именно это образец будет использоваться при вскрытии.

Таблица 1. Содержание основных компонентов в модифицированных образцах нефелинового концентрата (%)

Масса НК, г	Масса Na_2CO_3 , г	Содержание основных компонентов по:		
		Al_2O_3	Na_2O	SiO_2
1	1	18,93	44,5	31,5
1	2	13,83	59,4	23,0
1	5	7,64	77,6	12,7
1	10	4,38	87,2	7,3

Полный элементный состав спека, исследовался методом рентгенофлуоресцентного анализа (таблица 2).

Согласно данным фотоколориметрического анализа, проводимого в соответствии с действующей нормативной документацией [5] алюминий в товарном продукте на 68,6 % находится в водорастворимом состоянии.

Для извлечения алюминиевого компонента в раствор были проведены опыты по вскрытию спека различными выщелачивающими агентами. Согласно литературным данным в качестве сырья для получения различных коагулянтов возможно использование хлорида титана. Свободная соляная кислота образующаяся в результате гидролиза может быть нейтрализована соединениями алюминия, а введение в состав коагулянта соединений титана позволяет повысить суммарную эффективность очистки [3,4]. Время вскрытия составляло 30 минут. Соотношение фаз Т:Ж было принято 1:10. Данные по эффективности процесса приведены в таблице 3.

Как видно максимальная степень извлечения активных компонентов наблюдается при использовании растворов хлорида титана (99 %). Все 10%-ные растворы имели слабо кислую реакцию среды ~ 3 - 4 (за счет частичной нейтрализации кислоты щелочным компонентом спека).

Таблица 2. Элементный состав спека, %

Элемент, %	O	Na	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Cu
АКФК мод	41,81	26,39	10,06	14,02	0,41	0,43	3,91	0,69	0,17	1,51	0,23

Таблица 3. Степень извлечения растворимых компонентов в процессе вскрытия спека, мг/л

Компонент	Выщелачивающий агент					
	5 % H_2SO_4	10 % H_2SO_4	5 % HCl	10 % HCl	5 % $TiCl_4$	10 % $TiCl_4$
Алюминий	75	85	78	87	77	98
Кремний	25	35	45	70	50	95

Эффективность использованная различных реагентов в процессах водоочистки проводили на сточной воде цементного производства: рН -12,7; Мутность 2100 мг/л; Цветность – 120 град. Определение мутности и цветности проводили фотоколориметрически.

Данные по эффективности очистки по показателям мутности и цветности сточной воды цементного производства приведены в таблице 4.

Таблица 4. Эффективность очистки сточной воды

Выщелачивающий реагент	Доза мл/л 1% раствора	Эффективность очистки, %	
		Мутность	Цветность
5% TiCl ₄	0,62	95,6	95,8
	1,25	94,8	94,9
	2,50	95,2	99,5
10% TiCl ₄	0,62	98,2	98,8
	1,25	71,2	60,2
	2,50	12,3	10,7
5% HCl	1,25	89,6	82,2
	2,50	93,6	91,9
	5,00	83,2	74,6
10% HCl	1,25	78,0	68,2
	2,50	78,4	69,5
	5,00	76,8	66,9
5% серн	1,20	90,4	84,7
	2,50	73,6	62,3
	5,00	78,4	68,6
10% серн	1,25	84,3	82,6
	2,50	85,4	82,0
	5,00	84,3	82,6
АКФК	1,25	93,3	91,3
	2,50	95,5	94,8
	5,00	91,1	92,4

Как видно из данных таблицы наибольшую эффективность при минимальной дозе проявляют растворы коагулянта, полученного при использовании хлорида титана. Данное явление можно объяснить флокуляционным действием титановой составляющей (метатитановая кислота).

Подводя итог можно сделать вывод, что при использовании процессов спекания возможно получение коагулянта с более высоким щелочным резервом и низкой степенью полимеризации. В свою очередь использование в качестве выщелачивающего агента растворов хлорида титана позволяет интенсифицировать процесс коагуляции и повысить общую эффективность полученных реагентов.

Список литературы

1. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. - М.: «Наука» - 1977. - 356 с.
2. Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминий-содержащего сырья кислотными способами - М.: «Наука» - 1982. - 208 с.
3. Кручинина Н.Е., Кузин Е.Н. и др. Модификация титанового коагулянта сульфатным способом // Экология и промышленность России – Москва - 2017 - № 21(2) С. 24-27.
4. Кручинина Н.Е., Кузин Е.Н. и др. Алюмо-титановый коагулянт – новое направление в процессах водоподготовки // 25-27 сентября 2016 г.: материалы конференции. Сборник статей «Химия и инженерная экология» КНИТУ КАИ. – Казань - 2016. – С.193 - 197.
5. ПНД Ф 14.1:2:4.166-2000 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природных, очищенных сточных и питьевых вод фотометрическим методом с алюминоном.