

На правах рукописи



АХМАДОВ Ахсанджон Шафиевич

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПОЛУЧЕНИЯ СМЕШАННЫХ КОАГУЛЯНТОВ ИЗ
АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ РУД ТАДЖИКИСТАНА**

05.17.01 – Технология неорганических веществ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Душанбе – 2018 г.

Работа выполнена в лаборатории «Качество воды, гидро- и биогеохимии» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор, чл.-корр. АН Республики Таджикистан, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан
Кобулиев Зайналобудин Валиевич

Научный консультант: доктор химических наук, профессор, академик АН Республики Таджикистан
Мирсаидов Ульмас

Официальные оппоненты: доктор технических наук, директор Центра исследований инновационных технологий АН Республики Таджикистан
Эшов Бахтиёр Бадалович

кандидат химических наук, ассистент кафедры аналитической химии Таджикского национального университета
Худоёров Дониёр Нормакмадович

Ведущая организация: Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, кафедра технологии химических производств

Защита состоится 30 мая 2018 года в 9-00 часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-007 при Институте химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан по адресу: 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2.
E-mail: z.r.obidov@rambler.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан www.chemistry.tj

Автореферат разослан «__» _____ 2018 года

**Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент**

Обидов З.Р.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Проблема очистки природных и промышленных сточных вод от взвешенных и коллоидно-дисперсных веществ, с применением коагулянтов и флокулянтов, позволила рационально решить вопрос комплексной переработки минерального сырья, значительно увеличить водные ресурсы, вовлекая в хозяйственную деятельность новые источники водоснабжения, благодаря созданию и внедрению в производство технологических схем с замкнутым водооборотом.

При очистке воды от взвешенных веществ возникают большие затруднения, обусловленные малым размером частиц и высокой агрегативной и седиментационной устойчивостью системы. Интенсификация этих процессов во многих случаях может быть достигнута за счёт укрупнения частиц в агрегатах под действием коагулянтов и флокулянтов и особенно их смесей.

Использование более эффективных новых коагулянтов, разработка технологических рациональных схем, способствующие максимальному разделению фаз дисперсных систем, снижение стоимости и расходов реагентов – проблемы актуальные и важные.

Соли железа и алюминия, применяемые для очистки воды в качестве коагулянтов, способны гидратироваться с образованием хлопьевидного осадка, увлекающего с собой содержащиеся в воде взвешенные вещества и бактерии. Наибольшее распространение в нашей стране и за рубежом получили алюминийсодержащие коагулянты. Используемый для этой цели сульфат алюминия получают преимущественно из гидроксида алюминия, который является дорогостоящим реактивом.

Поэтому в настоящей работе рассмотрено, в основном, получение смешанных коагулянтов из местных сырьевых ресурсов. Из отечественного сырья предпочтительными для получения коагулянтов являются алюмосиликатные руды: нефелиновые сиениты, каолиновые глины, цеолиты и бентонитовые глины.

Большие масштабы запасов алюмосиликатных руд обуславливают их доступность и низкую стоимость. Из указанных руд легко можно получать смешанные коагулянты путём их разложения минеральными кислотами. В качестве смешанных коагулянтов рационально использовать смесь солей железа и алюминия, что ведёт к образованию различных продуктов гидролиза и значительно расширяет границы приемлемых значений рН.

Цель работы. Целью настоящей работы является изучение процессов разложения алюминийсодержащих руд – нефелиновых сиенитов, каолиновых глин, цеолитов и бентонитовых глин соляной кислотой с целью получения смешанных алюможелезных коагулянтов, нахождение оптимальных условий разложения руд в зависимости от их различных физических и химических свойств, а также получение новых химических соединений для очистки вод на основе углей Фан-Ягнобского месторождения и оксида алюминия.

Основными задачами исследования являются:

1. Исследование физико-химических параметров исходного сырья и конечных продуктов переработки руд.
2. Исследование процессов разложения соляной кислотой алюмосиликатных руд с целью получения смешанных коагулянтов.
3. Сравнительная оценка очистки вод смешанным коагулянтом и другими материалами на основе углей и соединений алюминия.

4. Разработка принципиальной технологической схемы получения алюможелезных коагулянтов.

Научная новизна работы.

1. На основе анализа теоретических и экспериментальных исследований физико-химических и технологических свойств исходных алюможелезосодержащих руд Таджикистана установлены оптимальные условия получения смешанных алюможелезных коагулянтов из низкокачественных алюможелезосодержащих руд.

2. Выявлены особенности процесса разложения нефелиновых сиенитов, каолиновых глин, цеолитов и бентонитовых глин месторождения Таджикистана соляной кислотой с целью получения смешанных коагулянтов.

3. Определена коагулирующая способность полученных продуктов – смешанных коагулянтов из алюмосиликатных руд Таджикистана.

Практическая значимость работы. Результаты исследования могут использоваться при разработке технологии переработки алюминиевых низкокачественных и получении эффективных коагулянтов для очистки вод.

Результаты исследований апробированы и внедрены:

- в Центре управления проектами (ЦУП) «Водоснабжение города Душанбе» при использовании разработанных коагулянтов для очистки воды «Бассейна суточного реагирования» (БСР) с экономическим эффектом, составившим около 7 тыс. сомони (1500 долл. США) за год;

- в учебном процессе в Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии (ИВП, ГЭиЭ) Академии наук Республики Таджикистан (АН РТ) при подготовке магистрантов по специальностям.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты изучения физико-химических параметров исходных алюможелезосодержащих руд.

2. Изучение разложения каолиновых глин, цеолитов, бентонитовых глин и нефелиновых сиенитов соляной кислотой с целью получения смешанных коагулянтов;

3. Результаты исследования коагулирующей способности полученных продуктов разложения.

4. Разработанная принципиальная технологическая схема по переработке алюможелезосодержащих руд.

5. Результаты получения материалов для очистки вод на основе углей и оксида алюминия.

Степень достоверности результатов. Достоверность выводов в диссертационной работе обеспечивается корректной постановкой и решением задач исследований: использованием сертифицированных и верифицированных в соответствии с действующими нормативными документами на территории Республики Таджикистан и России программных пакетов ANSYS CFX, реализующихся в том числе и обработкой информации посредством программы Microsoft office Excel; проведением и выполнением основных экспериментальных исследований посредством современных и модернизированных апробированных комплексов контрольно-измерительной цифровой системы; сравнением результатов аналитических и экспериментальных исследований; сопоставлением полученных авторских результатов с результатами других специалистов и исследователей.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на научных конференциях: ежегодных научных конференциях Института химии им. В.И.Никитина АН Республики Таджикистан; ежегодных семинарах по водным ресурсам Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан; научно-практической конференции (НПК) молодых ученых «Химия в начале XXI века» (Душанбе, 2000 г.); международной НПК «Внедрение разработок ученых Таджикистана в промышленность» (Душанбе, 2001 г.); международной НПК «Водные ресурсы Центральной Азии и их рациональное использование» (Душанбе, 2001 г.); республиканской НПК «Современное состояние водных ресурсов Таджикистана-проблемы и перспективы рационального использования» (Душанбе, 2003 г.); республиканской НПК «Молодёжь – созидатели будущего страны» (Душанбе, 2005 г.); республиканской НПК «Стратегия использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана» (Душанбе, 2005 г.); республиканской НПК «Прогрессивные технологии разработки месторождений и переработки полезных ископаемых, экологические аспекты развития горнорудной промышленности» (Душанбе, 2005 г.); региональной НПК «Об оинаи зиндаги» (Душанбе, 2005 г.); международной НПК «Устойчивое развитие горных территорий» (Владивосток, 2007 г.); международной НПК «Стимулирование потенциала общества, науки и неправительственных организаций к сохранению биоразнообразия и охраны окружающей среды» (Душанбе, 2011 г.); республиканской НПК «Энерго- и ресурсосбережение при использовании природных ресурсов в энергетике и промышленности» (Курган–Тюбе, 2012 г.); республиканской НПК «Проблемы использования элементов национальной архитектуры в строительстве зданий и сооружений Республики Таджикистан» (Душанбе, 2014 г.); региональной НПК «Наука и практика: вода для устойчивого развития» (Душанбе, 2015 г.); международной НПК «Метеорологическая наука и техника в Центральной Азии» (Пекин, 2016 г.); региональной НПК «Содействие устойчивому развитию» (Душанбе, 2017 г.); международной НПК «Роль молодых учёных в развитии науки, техники и инновации» (Душанбе, 2017 г.).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликованы 24 научных работ, в том числе 4 научных статей в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и 17 в материалах конференций.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, обсуждения результатов и выводов изложена на 114 страницах компьютерного набора, включает 10 таблиц, 23 рисунка, а также 125 библиографических наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ РУД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОАГУЛЯНТОВ

1.1. Краткая характеристика алюмосиликатных руд Таджикистана

Установлено, что в кристаллических структурах алюмосиликатных руд Таджикистана, наряду с кремнекислородными тетраэдрами SiO_4 , присутствуют и алюмокислородные – AlO_4 . Алюмо- и кремнекислородные тетраэдры, связанные между собой общими атомами кислорода, формируют либо трёхмерный

каркас, либо плоские сетки, одинарные или двойные цепочки и значительно реже – кольца.

Обычно в алюмосиликатных рудах соотношение Al:Si составляет не более 1:3. В таблице 1 приведён химический состав алюмосиликатных руд. Как видно из таблицы 1, содержание основных компонентов для нефелиновых сиенитов и каолиновых глин составляет: Al_2O_3 - более 20% и оксида железа – более 6%.

Таблица 1 - Химический состав алюмосодержащих руд Таджикистана

Месторождение	Компоненты, мас%								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mg	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	FeO	П.п.п.
Нефелиновые сиениты месторождения Турпи	53,0	22,4	6,4	-	2,5	6,5	6,6	-	2,6
Каолиновые глины месторождения Миёнаду	55,9	20,1	6,0	-	0,6	0,8	1,7	1,72	9,6
Цеолиты Дарвазского месторождения	58,3	17,93	4,70	-	3,6	4,66	1,07	1,62	7,9
Бентониты Каратагского месторождения	42,0	12,3	3,71	1,7	10,9	0,3	1,4	1,81	23,1

Для бентонитов и цеолитов содержание основных компонентов ниже, но достаточно для получения алюможелезосодержащих смешанных коагулянтов.

На рисунке 1. приведён состав полезных компонентов алюмосиликатных руд, используемых в данной работе.

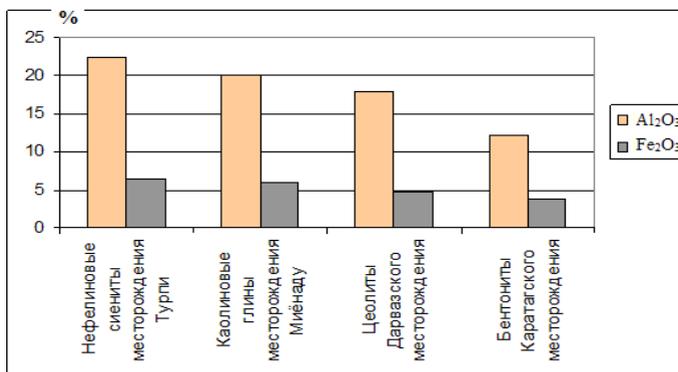


Рисунок 1 – Состав полезных компонентов (оксидов алюминия и железа) алюмосиликатных руд.

Как показало изучение минералогического состава нефелиновых сиенитов месторождения Турпи, они представляют собой полиминеральное сырьё. Их состав представлен различными природными минералами, основными из которых являются: нефелин, кальцит, биотит, микроклин (ортоклаз) и альбит. Для изучения минералогического состава нефелинов месторождения Турпи использовали кристаллооптический метод анализа. Результаты изучения минералогического состава нефелинов приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Минералогический состав нефелиновых сиенитов

Минералы	Формула минералов	Содержание в руде, %
Нефелин	$(\text{Na}, \text{K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	20,5
Альбит	$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	4,1
Микроклин Ортоклаз	$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	64,7
Биотит	$\text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_3[\text{OH}]_2[(\text{Al}, \text{Fe}) \text{Si}_3\text{O}_{10}]$	

2. ПОЛУЧЕНИЕ СМЕШАННЫХ АЛЮМОЖЕЛЕЗНЫХ КОАГУЛЯНТОВ ИЗ АЛЮМИНИЙСОДЕРЖАЩИХ РУД

2.1. Получение смешанных коагулянтов из нефелиновых сиенитов

При использовании смешанного коагулянта при температуре воды 20°C наблюдается такой эффект очистки, как при использовании сульфата алюминия при 80°C и сульфата железа при 50°C. Поэтому для получения смешанных коагулянтов нами были выбраны нефелиновые сиениты месторождения Турпи.

Установлено, что процесс вскрытия нефелиновых сиенитов начинается уже при температуре, равной 20°C. Нефелиновый сиенит разлагали в течение двух часов 20% соляной кислотой, взятой в стехиометрическом количестве. Показано, что при увеличении температуры обработки извлечение оксидов в раствор возрастает, и при температуре, равной 98°C, составляет (в %): K_2O – 40,0; Al_2O_3 – 51,0; Fe_2O_3 – 90,0.

Полученный смешанный коагулянт, состав которого, в основном, представлен соединениями кремния, железа и алюминия, представляет собой раствор буро-жёлтого цвета. Максимальный эффект данного коагулянта проявляется при повышенной мутности воды.

На рисунке 2 представлена разработанная принципиальная технологическая схема для получения из нефелиновых сиенитов месторождения Турпи смешанных коагулянтов.

Как видно из технологической схемы, она довольно проста и состоит из 5-6 процессов, так как не требуется процесса разделения хлоридов железа и алюминия.

Для переработки нефелиновых сиенитов с целью получения высококачественного сырья для фарфорового производства и смешанных коагулянтов разработаны солянокислотные методы переработки данных руд. Согласно технологической схеме, измельчённая руда и соляная кислота (концентрацией 20%) подаётся в реактор для разложения. Процесс разложения проводят при температуре 95-98°C в течение 2 часов. Затем полученную пульпу подготавливают для

фильтрации. После процесса фильтрации полученную смесь растворов хлоридов железа и алюминия (смешанный коагулянт) направляют для очистки вод.

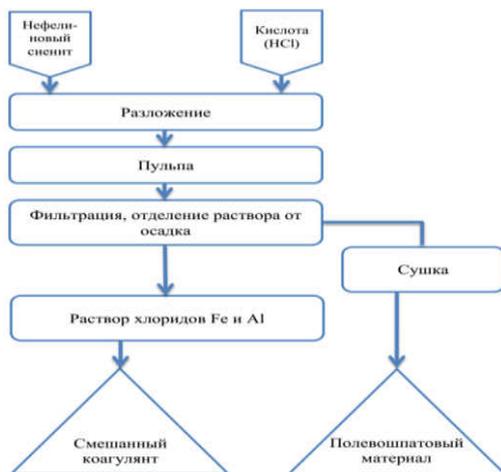


Рисунок 2- Принципиальная технологическая схема получения смешанного коагулянта из нефелиновых сиенитов месторождения Турпи.

2.2. Получение смешанных коагулянтов из каолиновых глин

Процесс получения коагулянтов из каолиновых глин мало отличается от процесса получения продуктов из нефелиновых сиенитов. При обработке каолиновых глин для увеличения выхода полезных компонентов мы проводим предварительный обжиг сырья.

Обжиг каолиновых глин является важной операцией при получении смешанных коагулянтов, так как происходит дегидратация с образованием слабокристаллического метакаолинита, структура которого упорядочивается с повышением температуры процесса обжига.

Для получения смешанных коагулянтов нами были выбраны образцы каолиновых глин месторождения Миёнаду.

Установлено, что каолиновые глины после обжига при температуре 600°C уже при температуре 20°C начинают вскрываться. Каолиновую глину в течение двух часов обрабатывали 20% соляной кислотой, взятой в стехиометрическом количестве. Отмечается, что извлечение оксидов в раствор при увеличении температуры увеличивается, составляя при 98°C (в %): Al_2O_3 – 60,8; Fe_2O_3 – 84,5.

Показано, что на вскрываемость каолиновых глин большое влияние оказывают следующие параметры, применяемые в широких интервалах: это дозировка концентрация кислоты, а также продолжительность и температура процесса разложения.

Для необожжённых образцов каолиновых глин месторождения Миёнаду, обработанных в течение двух часов соляной кислотой (20%) степени извлечения оксидов железа и алюминия составили: оксид железа - 69.4-85.5%, оксид алюминия - 11-14%.

Результаты кислотного разложения обожжённых каолиновых глин при 900°C показали, что при концентрации HCl, равной 20%, в течение 120 минут в раствор переходит 77,4% Al₂O₃ и 77,9% Fe₂O₃. Как видно, при увеличении температуры обжига степень извлечения Fe₂O₃ снижается. Это связано, по-видимому, с полиморфными превращениями соединений железа. Поэтому в качестве оптимальной температуры выбрали 600°C.

Полученный коагулянт получен также в виде буро-жёлтого раствора, в котором активными компонентами являются соединения железа, алюминия и частично кремния.

На рисунке 3 приведена принципиальная технологическая схема получения смешанных коагулянтов из каолиновых глин. Как видно из технологической схемы, она довольно проста и состоит из 5-6 процессов, так как не требуется процесса разделения хлоридов железа и алюминия.

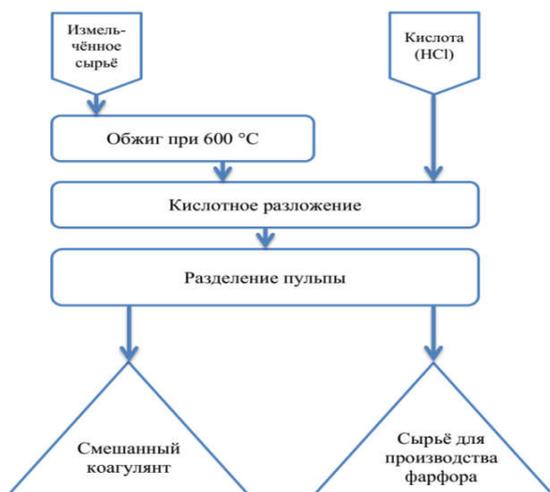


Рисунок 3 - Принципиальная технологическая схема получения смешанного коагулянта из каолиновых глин.

Согласно принципиальной технологической схеме, приведенной на рисунке 3, в процессе получения смешанных коагулянтов из каолиновых глин измельчённую руду подвергают обжигу при 600°C. После обжига руда и соляная кислота (концентрацией 20%) подаются в реактор для разложения.

Процесс разложения проводится при температуре 98°C в течение 120 мин. Затем полученную пульпу подготавливают для фильтрации. После процесса фильтрации полученную смесь растворов хлоридов железа и алюминия можно использовать в качестве коагулянта для очистки вод.

При необходимости с целью получения концентрированного раствора проводят процесс выпаривания. Осадок после фильтрации является сырьём для фарфоровой промышленности.

2.3. Физико-химические основы получения смешанных коагулянтов из цеолитов Таджикистана

Как известно, на территории Таджикистана не встречаются большие месторождения цеолитов, поэтому они не являются традиционным видом минерального сырья. Цеолитовые породы встречаются в Дарвазе и на Северном Памире. Для исследования был выбран образец Дарвазского месторождения, химический состав которого показал (в %): Al_2O_3 – 17.93; Fe_2O_3 – 4.70; Fe_2O – 1.62; CaO – 3.6; K_2O – 1.07; Na_2O – 4.66; SiO_2 – 58.3 и некоторые другие оксиды в следовых количествах.

Степень извлечения оксидов железа и алюминия из состава цеолита в температурном интервале 20-80°C составила: оксид железа - 19.6-65.0%, оксид алюминия - 14,5-34,0%. При продолжительности процесса 120 мин степень извлечения Al_2O_3 ($C_{HCl}=20\%$, температура - 80°C) составляет 35,2%, Fe_2O_3 – 62,3%. Оптимальная концентрация кислоты составляет 20% и размер частиц руды 0,1 мм.

В результате выполненных исследований для солянокислотного разложения цеолитов можно рекомендовать оптимальные параметры проведения процесса: время обработки – 1,5 часа, температура разложения – 70-80°C, концентрация HCl – 20%. При этих параметрах извлечение Al_2O_3 составляет 35,2%, Fe_2O_3 – 62,3%.

Обжиг цеолитов мало влияет на степень извлечения полезных компонентов. По результатам исследований разработана принципиальная технологическая схема переработки цеолитов, представленная на рисунке 4.

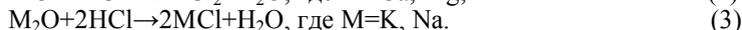
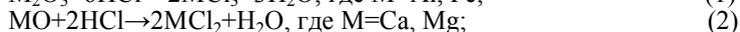


Рисунок 4 - Принципиальная технологическая схема переработки цеолитов кислотным методом.

2.4. Физико-химические основы солянокислотного получения коагулянтов из бентонитовых глин

В настоящем подразделе рассмотрены физико-химические основы солянокислотного разложения бентонитовых глин Каратагского месторождения (Каратаг-2). При сравнении химического состава бентонитовых глин наблюдается также повышенное содержание СаО для Каратагского месторождения.

При разложении бентонитовых глин соляной кислотой, по-видимому, протекают следующие реакции:



Солянокислотное разложение бентонитовых глин проводили по реакциям (1)-(3), соляная кислота дозировалась стехиометрически, процесс проводили в реакторе, снабжённом мешалкой. Максимальное извлечение оксидов алюминия и железа отмечается в температурном диапазоне от 90 до 95°C и достигает (в %) 91,8 и 82,8, соответственно.

При изучении влияния продолжительности процесса на разложение бентонитовых глин неизменными параметрами являлись концентрация HCl (20%) и температура (95°C). В интервале 15-60 минут извлечение Al_2O_3 и Fe_2O_3 изменялось от 55,1 до 92,1% и от 31,2 до 83,1%, соответственно.

На рисунке 5 представлена принципиальная технологическая схема переработки бентонитовых глин Каратагского месторождения. Как видно из технологической схемы, при обработке бентонитовых глин соляной кислотой, наряду с коагулянтном получен адсорбент для смягчения природных вод. Было установлено, что при солянокислотной обработке бентонитовых глин существенно возрастает адсорбционная ёмкость и способность твёрдой фазы бентонитовых глин к смягчению природных вод.

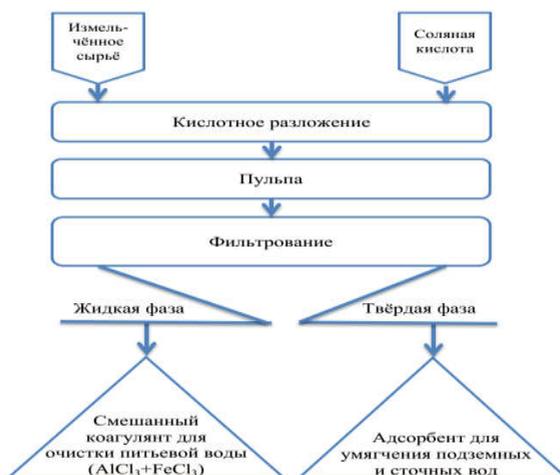


Рисунок 5 - Принципиальная технологическая схема переработки бентонитовых глин соляной кислотой.

Из рентгенофазового анализа, проведённого для бентонитовых глин (рисунок б) видно, что в составе бентонита присутствуют минералы: монтмориллонит ($\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})\cdot m\text{H}_2\text{O}$); α -, γ - Al_2O_3 ; кварц (SiO_2) и гематит (Fe_2O_3).

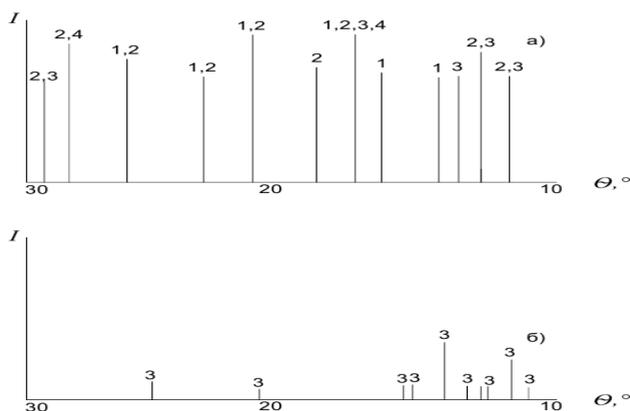


Рисунок 6 – Рентгенограммы исходного бентонита Каратагского месторождения (а) и твёрдого остатка после кислотного выщелачивания (б): 1 – монтмориллонит ($\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})\cdot m\text{H}_2\text{O}$); 2 – глинозём (Al_2O_3); 3 – кварц (SiO_2); 4 – гематит (Fe_2O_3).

На рентгенограмме твёрдого остатка (рисунок бб) отмечается увеличение интенсивности линий кварца (SiO_2) и резкое снижение интенсивности линий оксида железа и α -, γ - Al_2O_3 , свидетельствующие о практически полном переходе в жидкую фазу оксидов железа и алюминия. Проведённые химический анализ и рентгенографическое изучение состава продуктов свидетельствуют, что солянокислотное разложение бентонитовых глин при правильно подобранных оптимальных параметрах процесса разложения протекает с высокой степенью извлечения компонентов.

3. КОАГУЛИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СМЕШАННЫХ КОАГУЛЯНТОВ

3.1. Испытания смешанных коагулянтов, полученных из нефелиновых сиенитов

Основными факторами, влияющими на коагуляцию, являются продолжительность процесса и доза коагулянта. Как показало изучение коагулирующей способности смешанного коагулянта, при дозе коагулянта 5 мг/л содержание примесей в воде уменьшается от 40,3 до 7,3 мг/л при продолжительности процесса 6 мин. При увеличении продолжительности процесса до 30 мин и дозировании коагулянта из расчёта 5 мг/л остаточное количество в воде взвешенных веществ не превышает 2,8 мг/л.

Для изучения свойств смешанного коагулянта на основе хлоридов железа и алюминия (АЖК) использовали стандартную методику. Исследования показали,

что АЖК является раствором буро-оранжево-жёлтого цвета, в составе которого кроме солей железа и алюминия также находится кремнезём, которые проявляет свойства агента, способствующего коагуляции.

АЖК не теряет свою коагулирующую способность при длительном хранении. Как показали испытания раствора коагулянта, эффект осветления коагулянта после его хранения в течение 6 месяцев, не отличается от эффекта свежеприготовленного коагулянта. Также показано, что для осветления воды, содержащей 1600 мг/л взвешенных веществ, на каждый 1 литр загрязнённых вод требуется 0,8 мл раствора АЖК.

3.2. Испытания смешанного коагулянта, полученного из каолиновых глин разложением соляной кислотой

Смешанный коагулянт был получен из сиаллитов Акбатагского и Восточно-Зиддинского проявлений.

Коагулирующую способность алюможелезосодержащих коагулянтов изучали методом пробного коагулирования при осветлении реки Варзоб.

Полученные смешанные коагулянты показали эффективность коагуляции при рН воды, равной 7,0-11,0. Максимальная коагулирующая способность отмечалась при значениях рН исходной воды, находящихся в диапазоне от 7,8 до 10,0, при которой наблюдается образование прочных, быстро оседающих в осадок хлопьев с высокими адсорбционными способностями.

При внесении дозы коагулянта в количестве 40 мг/л (по сумме оксидов железа и алюминия) в воду с содержанием взвешенных веществ 3367 мг/л, отмечается эффективность очистки 97,5%.

С гигиенической точки зрения в питьевой воде замена ионов SO_4^{-2} на Cl^- является целесообразной. Кроме того, увеличение содержания гидрокарбонатов и хлора в воде способствует образованию плотных хлопьев, а содержание в воде сульфатов снижают прочность образующихся хлопьев.

Применение смешанного коагулянта зимой, при температурах не выше 5-12°C и низких значениях рН воды возможно без подщелачивания вод.

3.3. Изучение коагулирующей способности алюможелезосодержащих хлоридных растворов, полученных при кислотном разложении цеолитов

Для выявления эффективности коагуляции использовали воду с содержанием взвешенных веществ 1000 мг/л, на которой методом пробного коагулирования определяли эффективную дозу коагулянта.

На рисунке 7 представлены результаты сравнения коагулирующей способности смешанных алюможелезосодержащих коагулянтов и стандартного коагулянта – сульфата алюминия.

Основными факторами, влияющими на коагуляцию, являются продолжительность процесса и доза коагулянта.

Показано, что при использовании данного коагулянта в дозе 5 мг/л и продолжительности процесса 30 минут происходит почти полное очищение воды от взвешенных веществ, их содержание в очищаемой воде после использования коагулянта составляет всего 4 мг/л.

Полученный смешанный коагулянт обеспечивает очистку воды до 98% и показывает хорошие коагулирующие свойства при высокой мутности вод.

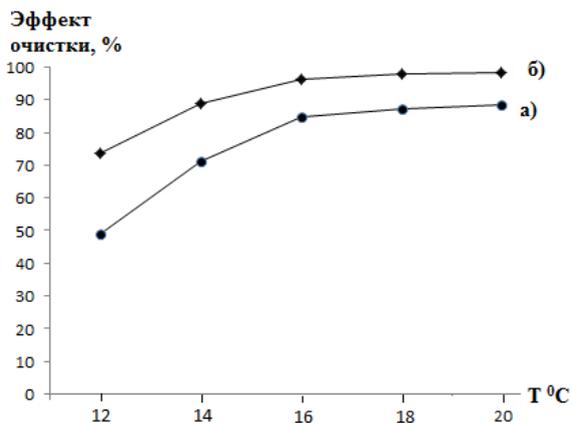


Рисунок 7 – Зависимость эффективности коагуляции от температуры: а) сульфата алюминия, б) смешанный коагулянт.

Результаты изучения свойств смешанного коагулянта показали, что его использование для очистки воды в дозах до 15 мг/л не является вредным для здоровья людей, так как остаточные содержания железа и алюминия не превышают значений ПДК для питьевых вод.

3.4. Исследование коагулирующей способности смешанного алюмо-железистого коагулянта, полученного из бентонитовых глин месторождения Каратаг

Для изучения коагулирующей способности смешанного коагулянта, полученного из бентонитовых глин Каратагского месторождения, мы применяли его для осветления мутности вод с содержанием 1000 мг/см³ взвешенных веществ. Для определения дозы коагулянта использовали метод пробного коагулирования.

На рисунках 8-9 представлены результаты сравнения полученного смешанного алюможелезосодержащего коагулянта, полученного из бентонитовых глин, и стандартного коагулянта - сернокислого алюминия. Из рисунков 8-9 видно, что при коагуляции основными влияющими факторами являются продолжительность процесса и доза коагулянта. Увеличение дозы коагулянта до 5 мл/л и обработка в течение 30 минут снижает содержание взвешенных веществ в воде от 83,5 до 30,5 мг/л.

При температуре воды от 4 до 6°C у коагулянта сульфата алюминия отмечается снижение скорости седиментации и агрегатообразования, что приводит к повышению в очищаемой воде концентрации остаточного алюминия (рисунок 8а). В живых организмах алюминий не выполняет каких-либо физиологических функций. Алюминий в форме нерастворимого фосфата, поступая с водой в организм человека, частично всасывается стенками желудочно-кишечного тракта в кровь, затем выводится почками. При нарушении деятельности почек алюминий накапливается в организме, вызывая хрупкость

костей, развитие различных форм анемии и нарушение метаболизма кальция, фтора, фосфора и магния.

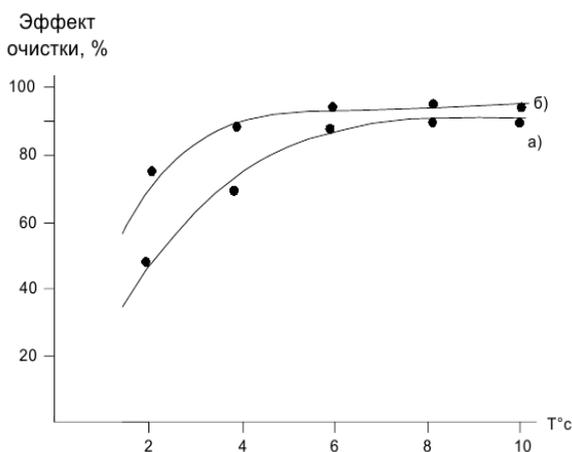


Рисунок 8 - Зависимость эффективности коагуляции от температуры: а) сульфат алюминия, б) смешанный коагулянт.

Из рисунка 8б видно, что смешанный коагулянт проявляет более эффективные коагулирующие свойства при температуре воды от 2 до 4°C, чем классический коагулянт - сульфат алюминия.

Как показали результаты изучения смешанного коагулянта, его применение для очистки питьевой воды в дозах 10-15 мг/л не является опасным для здоровья людей, так как остаточное содержание железа и алюминия после использования коагулянта составляет значения намного ниже предельно допустимых концентраций.

Таким образом, изучение коагулирующих свойств смешанного алюможелезистого коагулянта, полученного из бентонитовых глин Каратагского месторождения показало его максимальную эффективность при продолжительности процесса 30 минут и дозе 5 мл/л. Остаточное содержание в воде взвешенных веществ после использования данного коагулянта составило 4 мг/л.

На рисунке 9 графически представлены данные зависимости эффекта очистки от времени осаждения взвешенных веществ в сравнении смешанного коагулянта и классического коагулянта – сульфата алюминия. Следует отметить, что применение смешанного коагулянта при продолжительности коагуляции 30 мин дозами в 2-2,5 раза меньше, чем сернокислый алюминий, достигается больший коагулирующий эффект (96,4%), чем при применении сульфата алюминия, который составляет всего 85,2%.

Показана высокая эффективность данного коагулянта при высоких значениях мутности вод. Так, при содержании в воде взвешенных веществ в количестве 1000 мг/л, внесение коагулянта в дозе 20 мг/л (по оксидам железа и алюминия) обеспечивает очистку воды от примесей на 96,6%. Данный коагулянт также связывает в коагулированные комплексы тяжёлые металлы, увеличивая эффективность очистки воды.

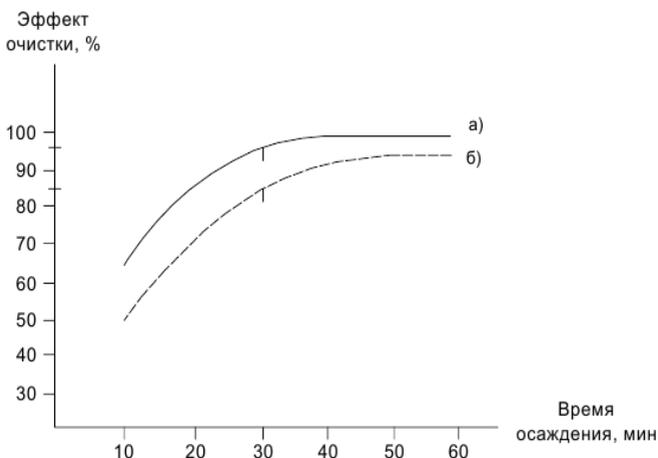


Рисунок 9 - Кривые скорости осаждения коагулированной взвеси для: а) смешанного алюможелезистого коагулянта, б) сернистого алюминия.

Таким образом, показано, что алюможелезосодержащий смешанный коагулянт проявляет лучшие коагулирующие свойства по сравнению со стандартным коагулянтом - сернистым алюминием.

4. ПОЛУЧЕНИЕ ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД И ИХ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СО СМЕШАННЫМ КОАГУЛЯНТОМ

4.1. Получение материалов для очистки вод на основе углей Фан-Ягнобского месторождения

В настоящем подразделе рассматривается возможность применения бурых углей Фан-Ягнобского месторождения, как носителя для нанесения сорбционных материалов.

Активацию углей осуществляли барботажным методом на плазмохимической установке, состоящей из электродугового плазмотрона, реактора в виде усеченного конуса, систем контроля газо- и водоснабжения. В качестве плазмообразующего газа использовали воздух, обогащенный кислородом. В процессе плазмохимической обработки углей Фан-Ягнобского месторождения со средним гранулометрическим составом 1 мм было обнаружено существенное влияние среднемассовой температуры плазмы на удельную поверхность формирующихся гранул (рисунок 10).

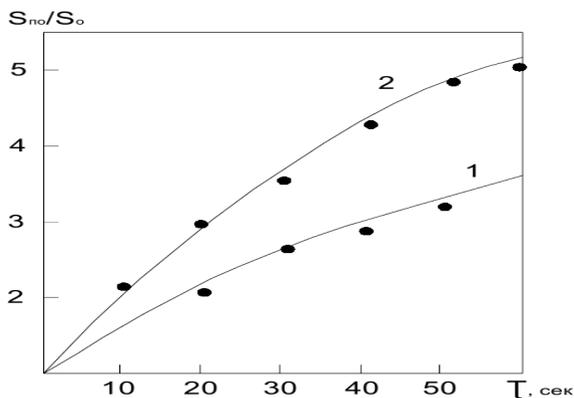


Рисунок 10 – Зависимость отношения удельных поверхностей угля до (S_0) и после плазмохимической обработки ($S_{п.о.}$) от продолжительности плазменного воздействия при температурах 127°C (1) и 527°C (2).

Для определения влияния минеральной части угля на формирование частиц с теми или иными значениями удельной поверхности проводилась также плазмохимическая обработка обеззолённых гранул углей Фан-Ягнобского месторождения. Характерной особенностью поведения необеззолённых углей, является достижение импеданса удельной поверхности уже при 60 сек обработки. Это свидетельствует об отрицательном вкладе минеральной части в развитие абсорбционной ёмкости при высокотемпературной обработке угля.

Пористую структуру углей после плазмохимической обработки определяли стандартным методом путём обработки изотерм адсорбции паров бензола и расчёта поверхности мезапор Киселева. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Пористая структура углей Фан-Ягнобского месторождения после плазмохимической обработки

Размер частиц, мм	W	$V_{\text{мез.}}$	
		$\text{см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$	
0,55-0,75	1,57	0,82	0,75
0,75-0,95	1,41	0,73	0,68
0,95-1,20	1,31	0,69	0,62
1,20-1,42	1,15	0,61	0,54

Примечание: W - предельный объём сорбционного пространства; $V_{\text{мез.}}$ и $V_{\text{мез.}}$ - объёмы, соответственно, микропор и мезопор.

Восстановление хлорида железа проводили атомами водорода, генерируемыми в потоке плазмы электрического разряда. Бомбардировка катализатора атомами водорода продолжалась до полного восстановления всего хлорида железа.

Окисление восстановленных частиц железа осуществляли в вакуумной установке. Для этого после вакуумирования всей системы до остаточного давления 0,13 Па через кран тонкой регулировки в реактор с образцом напускались малые порции кислорода до появления импеданса на кривой зависимости давления от времени. При помощи рентгенофазового метода было установлено, что послеокисления на носителе формируются частицы γ -модификации оксида железа.

Влияние продолжительности выдержки на содержание γ - Fe_2O_3 в носителе проявляется в следующем (рисунок 11): на начальном этапе происходит пропорциональное увеличение концентрации γ - Fe_2O_3 и плавный переход в диффузионную область. Это может казаться достоверным фактом, однако нужно отметить, что увеличение длительности выдержки в растворе носителя не всегда увеличивает абсорбционную ёмкость катализатора. Как видно из рисунка 13, удельная поверхность частиц γ - Fe_2O_3 , осаждённых при выдержке в течение 24 ч, не намного отличается от соответствующего значения при выдержке носителя в растворе в течение 4 ч.

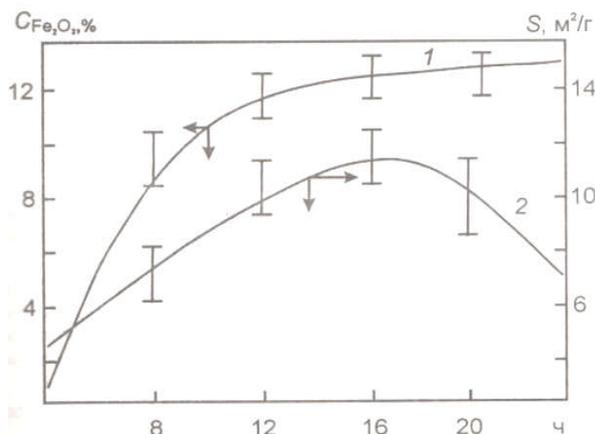


Рисунок 11 – Влияние продолжительности выдержки на концентрацию оксида железа в носителе (1) и удельную поверхность (2).

При активации гранул углей Фан-Ягнобского месторождения в потоке низкотемпературной плазмы было достигнуто значительное увеличение удельной поверхности формирующихся частиц и высокие значения степени осаждения γ - Fe_2O_3 (до 18%).

Эффективность работы полученных катализаторов проверяли при очистке вод от ионов аммония. В качестве солей аммония был использован NH_4NO_3 , исходная концентрация раствора составляла 0,5 г/л. Катализатор в количестве 200 г загружали в колонку высотой 400 мм и через него фильтровали воду (сверху вниз). Отфильтрованную воду анализировали на содержание ионов аммония. Было установлено, что использование катализатора на основе угля и нанесённого γ - Fe_2O_3 для очистки вод приводит к уменьшению содержания ионов аммония почти в четыре раза.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлена перспективность использования углей для формирования катализаторов и использования их в процессах очистки сточных вод.

4.2. Получение материалов для очистки вод на основе оксида алюминия

Доступность многих носителей (углей, цеолитов, бентонитовых глин и др.) и простота технологии синтеза сорбентов на основе оксидов металлов, гидроксидов, механическая прочность и высокие кинетические характеристики обеспечивают хорошие перспективы использования рассматриваемых материалов в технологии обработки природных и сточных вод, жидких радиоактивных отходов.

Нами изучено получение поликомпонентных катализаторов, в состав которых входят оксиды алюминия и цинка, при непрерывной бомбардировке атомами водорода гидроксида алюминия, пропитанного хлоридом цинка.

Бомбардировка атомами водорода носителя, который заранее пропитывался хлоридом цинка, осуществлялась при значениях L/d , составляющих 30 и 15, где d – диаметр реактора, L - расстояние до центра плазмы техно-логической подложки.

На рисунке 12 представлена дифрактограмма продуктов, полученных в результате бомбардировки атомами водорода носителя, пропитанного хлоридом цинка, в течение 1 часа, $L/d=30$.

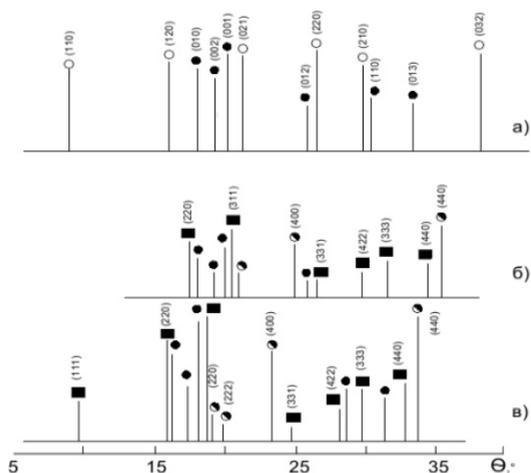


Рисунок 12 - Дифрактограмма продуктов бомбардировки носителя с хлоридом цинка атомами водорода продолжительностью (мин): а)-60 при $L/d=30$; б) 90 при $L/d=15$, в) 150 при $L/d=15$ (■- $ZnAl_2O_4$; ●- ZnO ; ○ - $AlO(OH)$; □- $\gamma-Al_2O_3$).

Проводились также исследования по зависимости концентрации и удельной поверхности катализатора от длительности выдержки носителя в растворе хлорида цинка. Навеска 20 г гидроксида алюминия помещалась в ёмкость, содержащую насыщенный раствор хлорида цинка, выдерживалась в течение

8; 12; 16; 18; 20 часов, подвергалась высушиванию и затем бомбардировке водородными атомами.

Для поликомпонентных катализаторов на основе оксида цинка и гидроксида алюминия была исследована активность при адсорбции диоксида серы из газа, содержащего около 2 об.% оксида серы (IV). Процесс проводили в вакуумной установке с электронными весами, на которых проводили количественное определение адсорбированного оксида серы. Катализатор в количестве $5 \cdot 10^{-3}$ кг направляли в лодочке из танталовой фольги и подвешивали на одно из плеч электронных весов. Предварительно проводилась откачка системы до значений 1,3-1,5 Па, затем в систему запускался под давлением 132 Па рабочий газ.

Изотерма адсорбции диоксида серы катализаторами $ZnO+Al_2O_3$ и $ZnO+Al_2O_3$, имеющим в составе $ZnAl_2O_4$ показывает, что в системе $ZnO-Al_2O_3$, которая получена плазмохимическим методом, образуется шпинельное соединение типа $ZnAl_2O_4$, обеспечивающее в системе высокую адсорбционную ёмкость.

Можно предположить, что, выбирая условие формирования шпинелей с дефектной структурой, возможно значительно увеличить активность и адсорбционную ёмкость контактных масс.

4.3. Сравнительные характеристики полученных адсорбентов со смешанными алюможелезными коагулянтами

Как известно, наиболее доступным материалом для очистки воды является активированный уголь, который может быть модифицирован с целью повышения активности. Обычно уголь используют для очистки воды от пестицидов, нефтепродуктов, хлора и других химических веществ. Поэтому нами разработан адсорбент на основе Фан-Ягнобских углей, который показал эффективность при очистке вод.

Адсорбенты на основе оксида алюминия также являются эффективными материалами для очистки вод от тяжёлых металлов, мышьяка и др. В настоящей работе нами разработан композиционный материал на основе Al_2O_3 для очистки вод. Использование оксида алюминия в качестве носителя в плазмохимическом процессе при получении сорбента позволяет формировать фазы типа бемита с дефектной структурой и возможными благоприятными условиями для образования шпинелей, которые увеличивают сорбционную ёмкость.

Опыты показали, что адсорбенты на основе оксида алюминия эффективны при очистке промышленных вод. Однако применение коагулянтов на основе хлоридов железа и алюминия имеет ряд преимуществ по сравнению с твёрдыми сорбентами. Алюможелезные коагулянты легко можно получить путём взаимодействия алюмосиликатных руд с соляной кислотой и в виде раствора непосредственно можно использовать при очистке.

Для глубокой очистки вод целесообразно использовать комбинированные схемы очистки вод. Сначала провести очистку вод коагулянтом, а затем использовать твёрдые адсорбенты.

ВЫВОДЫ

1. Изучено кислотное разложение нефелиновых сиенитов, каолиновых глин, цеолитов и бентонитовых глин. Определены рациональные условия кислотного разложения сырья с целью получения смешанных коагулянтов.

2. Химическим, дифференциально-термическим и рентгенофазовым методами анализа изучены физико-химические свойства исходного алюмосиликатного сырья и конечных продуктов после разложения соляной кислотой.

3. Изучена коагулирующая способность смешанных коагулянтов. Показана эффективность смешанных коагулянтов при продолжительностях процесса и различных температурах. Установлено, что эффективность смешанных коагулянтов, полученных из различных алюмосиликатных руд, составляет более 95%.

4. Разработан адсорбент на основе углей Фан-Ягнобского месторождения в низкотемпературной плазме нанесением оксида железа и показана эффективность полученного адсорбента для удаления ионов аммония, нитратов и фосфатов.

5. Разработан адсорбент на основе оксида алюминия в низкотемпературной плазме нанесением на поверхность Al_2O_3 цинка и показана эффективность полученного сорбента.

6. На основании проведённых исследований разработана принципиальная технологическая схема переработки алюмосиликатных руд соляной кислотой, которая состоит из процессов измельчения руды, обжига, разложения, фильтрации с получением смешанных коагулянтов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах из перечня ВАК при Президенте РТ:

1. Ахмадов, А.Ш. Получение и исследование катализаторов на основе углей для очистки сточных вод / А.Ш. Ахмадов, И.Ш. Норматов, У.М. Мирсаидов // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2003. – Т. XLVI. -№11-12. – С. 20-24.

2. Ахмадов, А.Ш. Получение и исследование катализаторов на основе углей для очистки сточных вод / А.Ш. Ахмадов, И.Ш. Норматов, У.М. Мирсаидов // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2003. – Т. XLVI. -№11-12. – С. 29-35.

3. Ахмадов, А.Ш. Математические модели процесса очистки вод коагулянтами / А.Ш. Ахмадов, Н. Шерматов // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2008. - №2(131). – С. 45-48.

4. Ахмадов, А.Ш. Комплексное исследование химического состава подземных источников питьевой воды “Тебалай” и “Момирак” г. Куляба / А.Ш. Ахмадов, М.О. Холмирзоева, Ф. И. Шаймурадов // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2009. – Т. 52. -№5. – С.382-386.

5. Ахмадов, А.Ш. Физико-химические основы получения коагулянтов из цеолитов и изучение их коагулирующей способности / М.А. Баротов,

А.Ш. Ахмадов, М.З. Ахмедов, З.В. Кобулиев // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2017. – Т.60. - №10. – С.329-335.

6. Ахмадов, А.Ш. Физико-химические основы солянокислотного получения коагулянтов из бентонитов глин / А.Ш. Ахмадов, К.Ф. Эмомов, У.М. Мирсаидов, З.В. Кобулиев // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. - 2017. - Т.60. - №10-11. – С.336-342.

7. Ахмадов, А.Ш. Физико-химические основы получения коагулянтов для очистки вод из алюмосиликатных руд Таджикистана // Ш.Б. Назаров, Х.Э. Бобоев, А.Ш. Ахмадов, Ж.А. Мисратов, У.М. Мирсаидов // Известия Академии наук Республики Таджикистан. - 2017. - №4(166). – С. 71-79.

Статьи, опубликованные в материалах конференций:

8. Ахмадов, А.Ш. Физико-химическое исследование нового природного коагулянта / А.Ш. Ахмадов // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. молодых ученых, посв. 80-летию академика АН Республики Таджикистан, М.С. Осими «Химия в начале XXI века». – Душанбе, 2000. –С.11-12.

9. Ахмадов, А.Ш. Водохозяйственные вопросы промпредприятий Республики Таджикистан / А.Ш. Ахмадов, Ш. Шоимов, Б. Мирзоев, Х.С. Сафиев // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Внедрение разработок ученых Таджикистана в промышленность». – Душанбе, 2001. - С. 76-78.

10. Ахмадов, А.Ш. Исследования коагулирующих свойств воды родника Каратагского массива / А.Ш. Ахмадов, Б. Мирзоев, Х.С. Сафиев, Ш. Шоимов, У.М. Мирсаидов // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Водные ресурсы Центральной Азии и их рациональное использование». – Душанбе, 2001. –С. 109-111.

11. Ахмадов, А.Ш. Производство коагулянтов для очистки воды из местных сырьевых материалов / А.Ш. Ахмадов, Б. Мирзоев, Х.Э. Бобоев, У.М., Мирсаидов, Х.С. Сафиев, Э. Маматов // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Водные ресурсы Центральной Азии и их рациональное использование». – Душанбе, 2001. –С. 111-112.

12. Ахмадов, А.Ш. Водные ресурсы Таджикистана / А.Ш. Ахмадов, И.Ш. Норматов, У.М. Мирсаидов // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Современное состояние водных ресурсов Таджикистана - проблемы и перспективы рационального использования». – Душанбе, 2003. –С. 28-30.

13. Ахмадов, А.Ш. Коагулянты для очистки вод / А.Ш. Ахмадов, У.М. Мирсаидов, Х.С. Сафиев, Б. Мирзоев // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Современное состояние водных ресурсов Таджикистана - проблемы и перспективы рационального использования». - Душанбе, 2003. –С. 62-64.

14. Ахмадов, А.Ш. Очистка сточных вод природными коагулянтами / А.Ш. Ахмадов, Х.С. Сафиев, Б. Мирзоев, У.М. Мирсаидов // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Современное состояние водных ресурсов Таджикистана - проблемы и перспективы рационального использования». - Душанбе, 2003. –С. 84-85.

15. Ахмадов, А.Ш. Применение бентонитовых глин для смягчения природных вод / И.Ш. Норматов, У.М. Мирсаидов, А.Ш. Ахмадов // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Современное состояние водных ресурсов Таджикистана - проблемы и перспективы рационального использования». – Душанбе, 2003. –С. 111.

16. Ахмадов, А.Ш. Исследование физико-химических свойств вод природных источников северо-восточной части г. Куляба» / А.Ш. Ахмадов, М.О. Холмирзоева, Д.С. Лангариева // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Стратегия использования водно-энергетических ресурсов Таджикистана». - Душанбе, 2005. –С.164-166.

17. Ахмадов, А.Ш. Применение бентонитов Республики Таджикистан для умягчения природных вод / А.Ш. Ахмадов, М.Т. Идиев // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Прогрессивные технологии разработки месторождений и переработки полезных ископаемых, экологические аспекты развития горнорудной промышленности». – Душанбе, 2005. –С. 34-35.

18. Ахмадов, А.Ш. Оценка уровня загрязнения природных вод Республики Таджикистан / А.Ш. Ахмадов, А.С. Раджабова, Ф. И. Шаймурадов // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Стимулирование потенциала общества, науки и неправительственных организаций к сохранению биоразнообразия и охраны окружающей среды». – Душанбе, 2011. –С. 236-237.

19. Ахмадов, А.Ш. Охрана и использование водных ресурсов в Таджикистане – зоны формирования стока / А.Ш. Ахмадов, К.Ф. Эмомов, А.С. Кодиров, Ф.И. Шаймурадов // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Энерго- и ресурсосбережение при использовании природных ресурсов в энергетике и промышленности». –Курган-тюбе, 2012. –С. 226-231.

20. Ахмадов, А.Ш. К расчету адиабатных процессов химически реагирующей смеси газов $N_2O_4 \leftrightarrow 2NO_2 \leftrightarrow 2NO + O_2$ / А.Ш. Ахмадов, Ф. Шаймурадов, И.М. Рахимов // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Энерго- и ресурсосбережение при использовании природных ресурсов в энергетике и промышленности». –Курган-тюбе, 2012. –С.125-126.

21. Ахмадов, А.Ш. Некоторые проблемы и пути решения рациональном использовании земельно-водных ресурсов Горного Зерафшана / Х. Аброров, М.П. Джонмахмадов, А.Ш. Ахмадов // Материалы Междунар. науч.-практ. семинара, посв. 75-летию, д.т.н., профессора Саттарова Малика Абдусатторовича. –Душанбе, 2013. –С. 253-267.

22. Ахмадов, А.Ш. О технологической схеме очистки сточных вод / К.Ф. Эмомов, А.С. Кодиров, А.Ш. Ахмадов // Материалы Респуб. науч.-практ. конф. «Проблемы использования элементов национальной архитектуры в строительстве зданий и сооружений Республики Таджикистан». –Душанбе, 2014. –С.164-171.

23. Ахмадов, А.Ш. Какие изменения ожидают ледники горного Зерафшана? / Х. Аброров, А.Ш. Ахмадов // Материалы Респуб. науч.-практ. конф., посв. 75-летнему юбилею Засл. работника Таджикистана, доктора технических наук Носирова Наби Косимовича «Наука и практика: вода для устойчивого развития». – Душанбе, 2015. -С. 141-148.

24. Ахмадов, А.Ш. Физико-химические основы получения смешанных коагулянтов из алюмосиликатных руд Таджикистана / А.Ш. Ахмадов, К. Эмомов, З.В. Кобулиев // Материалы XIV Нумановских чтений «Вклад молодых учёных в развитие химической науки». – Душанбе, 2017. -С.72-73.

ШАРҲИ МУХТАСАР

ба диссертацияи Аҳмадов Аҳсанҷон Шафиевич «Асосҳои физикию химиявӣ ва технологияи коркарди коагулянтҳои омехта аз маъданҳои алюмосиликати Тоҷикистон», барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои техникӣ бо ихтисоси 05.17.01 – Технологияи моддаҳои гайриорганикӣ

Объекти таҳқиқотӣ - коагулянти омехта мебошад, ки аз маъданҳои алюмосиликати Тоҷикистон гирифта шудааст.

Мақсади кор - омӯзиши раванди вайроншавии маъданҳои алюмосиликати сиенитҳои нефелинӣ, гилҳои каолинӣ, сеолитҳо ва гилҳои бентонитӣ тавассути кислотаи хлорид, бо мақсади ба даст овардани коагулянтҳои омехтаи алюминий ва оҳандор, дарёфти шароити оптималии маъдан бо назардошти хосиятҳои мухталифи физикӣ ва химиявӣ онҳо, инчунин ба даст овардани пайваستاҳои нав барои тозакунии об дар асоси ангишти қони Фон-Яғноб ва оксиди алюминий бахшида шудааст.

Дар рисолаи мазкур усулҳои таҳлили физикию химиявӣ – таҳлили дифференсиалӣ-термикӣ (ТДТ), таҳлили рентгенофазавӣ (ТРФ) ва усулҳои дигари таҳлили химиявӣ ҷиҳати дарёфти натиҷаҳои зътимоднок ва асоснок истифода шудаанд. Усулҳои коркарди маълумот бо истифода аз банди барномавии Microsoft office Excel ва ANSYS CFX, ба иҷро расиданд.

Натиҷаҳои бадастомада ва навгонии онҳо дар асоси таҳлили тадқиқотҳои назариявӣ ва таҷрибавӣ хосиятҳои физикию химиявӣ ва технологияи маъданҳои тадқиқшавандаи алюминию оҳандори Тоҷикистон, шартҳои оптималии коркарди коагулянтҳои омехтаи алюминию оҳандор аз маъданҳои тақсимшавии сиенитҳои нефелинӣ, гилҳои каолинӣ, сеолитҳо ва гилҳои бентонитии қонҳои Тоҷикистон тавассути таъсири кислотаи хлорид бо мақсади коркарди коагулянти омехта муайян гардид; имконоти коагулятсионии масолахҳои коркардшуда – коагулянтҳои омехта аз маъданҳои алюмосиликатдори Тоҷикистон муайян карда шуд.

Натиҷаҳои таҳқиқот метавонад хангоми коркарди технологияи маъданҳои алюминийдори пастсифат ва ба даст овардани коагулянтҳои пурсамар барои тозакунии об истифода карда шавад.

Инчунин, натиҷаҳои таҳқиқот дар Маркази идораи лоиҳаҳои “Обтаъминкунии шаҳри Душанбе” хангоми истифодаи коагулянтҳои коркардшуда дар тоза кардани обҳои “Ҳавзи танзими шабонарӯзӣ” бо самараи иқтисодии анқариби 7 ҳаз. сомонӣ (1500 долл. ИМА) дар як сол; дар раванди таълимии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология (ИМО, ГЭваЭ)-и Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон (АИ ҚТ) ҷиҳати тайёр намудани магистрантҳо оид ба таҳассусҳои обӣ-энергетикӣ татбиқ шуд.

Коагулянти коркардшудаи омехта дар тозакунии обҳои сатҳӣ ва зерзаминии объектҳои обтаъминкунии шаҳри Душанбе, инчунин натиҷаи тадқиқот дар равандҳои илмӣ ва таълимии ИМО, ГЭваЭ АИ ҚТ барои фанҳои “Таҷҳизотҳои обтозакунии”, “Обтаъминкунии” ва “Хифзи муҳити зист” мавриди истифода қарор дорад. Натиҷаҳои бадастомада барои муҳандисони сохтмонӣ оид ба обтаъминкунии, инчунин технологҳои соҳаи обӣ-энергетикӣ, муфид аст.

Калимаҳои калидӣ: маъданҳои алюмосиликати, кислотаи хлорид, сиенити нефелиндор, гили каолинӣ, сеолит, гили бентонитӣ, коагулянти омехта, таҳлили дифференсиалӣ-термикӣ, таҳлили рентгенофазавӣ, таҳлили химиявӣ.

РЕЗЮМЕ

на диссертацию Ахмадова Ахсанджона Шафиевича на тему: «Физико-химические и технологические основы получения смешанных коагулянтов из алюмосиликатных руд Таджикистана», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ

Объект исследования - смешанный коагулянт из алюмосиликатных руд Таджикистана.

Цель работы - изучение процессов разложения алюминийсодержащих руд – нефелиновых сиенитов, каолиновых глин, цеолитов и бентонитовых глин соляной кислотой с целью получения смешанных алюможелезных коагулянтов, нахождение оптимальных условий разложения руд в зависимости от их различных физических и химических свойств, а также получение новых химических соединений для очистки вод на основе углей Фан-Ягнобского месторождения и оксида алюминия.

В диссертации использованы физико-химические методы анализа – дифференциально-термический анализ (ДТА), рентгенофазовый анализ (РФА) и другие методы химического анализа были применены для получения достоверных и обоснованных результатов, которые имеют высокую точность и воспроизводимость эксперимента. Обработка информации выполнена с помощью программного пакета Microsoft Office Excel и ANSYS CFX.

На основе анализа теоретических и экспериментальных исследований физико-химических и технологических свойств исходных алюможелезосодержащих руд Таджикистана установлены оптимальные условия получения смешанных алюможелезных коагулянтов из низкокачественных алюможелезосодержащих руд; выявлены особенности процесса разложения нефелиновых сиенитов, каолиновых глин, цеолитов и бентонитовых глин месторождения Таджикистана соляной кислотой с целью получения смешанных коагулянтов; определена коагулирующая способность полученных продуктов - смешанных коагулянтов из алюмосиликатных руд Таджикистана.

Результаты исследования могут использоваться при разработке технологии переработки алюминиевых низкокачественных и получении эффективных коагулянтов для очистки вод.

Результаты исследований апробированы и внедрены в Центре управления проектами «Водоснабжение города Душанбе» при использовании разработанных коагулянтов для очистки воды «Бассейна суточного реагирования» с экономическим эффектом, составившим около 7 тыс. сомони (1500 долл. США) за год; в учебном процессе в Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии (ИВП,ГЭиЭ) Академии наук Республики Таджикистан (АН РТ) при подготовке магистрантов по водно-энергетическим специальностям.

Разработанный смешанный коагулянт использован для очистки поверхностных и подземных вод объектов водоснабжения города Душанбе, а также результаты исследования используется в научных и учебных процессах ИВП,ГЭиЭ АН РТ по дисциплинам «Водоочистительные установки», «Водоснабжение» и «Охрана окружающей среды». Полученные результаты полезны инженерам-строителям по водоснабжению, а также и технологам водно-энергетической отрасли.

Ключевые слова: алюмосиликатная руда, нефелиновый сиенит, соляная кислота, каолиновая глина, цеолит, бентонитовая глина, смешанный коагулянт, дифференциально-термический анализ, рентгенофазовый анализ, химический анализ.

SUMMARY

of the dissertation work of Ahmadov Ahsanjon Shafievich on «Physical-chemical and technological foundations for obtaining mixed coagulants from the aluminum and silicate ores of Tajikistan», submitted for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.17.01 - Technology of inorganic substances

The object of the study - mixed coagulant from aluminum and silicate ores of Tajikistan.

Object of the study - study of the processes of decomposition of aluminum containing ores containing nepheline syenites, kaolin clays, zeolites and bentonite clays with hydrochloric acid in order to obtain mixed alumina-zeal coagulants, finding optimal conditions for the decomposition of ores depending on their different physical and chemical properties, and also obtaining new chemical compounds for water purification based on coals of the Fan-Yagnob deposit and aluminum oxide.

In this dissertation was used physical and chemical analysis methods - differential thermal analysis (DTA), X-ray phase analysis and other methods of chemical analysis were used to obtain reliable and valid results that have high accuracy and reproducibility of the experiment. Processing of information was carried out using the software package Microsoft Office Excel and ANSYS CFX.

On base of analysis of theoretical and experimental studies of the physical, chemical and technological properties of the original alumina-containing ores of Tajikistan, optimal conditions for obtaining mixed aluminous-iron coagulants from low-quality alumina-containing ores have been established; peculiarities of the process of decomposition of nepheline syenites, kaolin clays, zeolites and bentonite clays of the Tajikistan deposit with hydrochloric acid for the purpose of obtaining mixed coagulants; The coagulant capacity of the obtained products - mixed coagulants from aluminum and silicate ores of Tajikistan was determined.

The results of the study can be used in the development of technology for processing aluminum substandard and obtaining effective coagulants for water purification.

The results of the research have been tested and implemented at the Center for projects management «Dushanbe water supply system» using developed coagulants for water treatment of the «Daily response basin» with an economic effect of about 7 thousand Somoni (about 1,500 US \$) per year; in the educational process at the Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology (IWP,HP&E) of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan (ASRT) in the preparation of masters for water and energy specialties.

The developed mixed coagulant was used for cleaning surface and groundwater of water supply facilities in Dushanbe city, and also the results of the research are used in the scientific and educational processes of the IWP,HP&E ASRT, the State Power Engineering Academy of the Republic of Tajikistan for the disciplines «Water purification plants», «Water supply» and «Environmental protection». The results obtained are useful to the construction engineers for water supply, as well as to the technologists of the water and energy sector.

Key words: aluminum and silicate ore, nepheline syenite, hydrochloric acid, kaolin clay, zeolite, bentonite clay, mixed coagulant, differential thermal analysis, X-ray phase analysis, chemical analysis.

Разрешено к печати 7.02.2018г. Подписано в печать
16.04.2018г. Бумага офсетная. Формат 60x84 1/16.
Гарнитура литературная. Печать офсетная.
Усл.печ.л.1,26. Тираж 100 экз. Заказ №85

ОАО “Чопхонаи Дониш”: 734063,
г.Душанбе, улица Айни 299/4