

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ ИЗ КАОЛИНОВ УЗБЕКИСТАНА

После бокситов минералом, богатым оксиду алюминия являются каолины и каолиновые глины, содержание которого составляет до 43%. После обогащения содержание оксида алюминия еще увеличивается. Во всем мире ведутся исследовательские работы по извлечению оксида алюминия из каолина, каолинита и др. минералов, для максимального его извлечения.

В Узбекистане имеются 4 месторождения: в Ташкентской области Ангрэн, в Самаркандской области Альянс, в Навоийской области Ауминзатау (участок Закудук) и в Каракалпакской автономной республике Султан-Увайс.

Основными компонентами каолина и каолиновых глин являются кристаллогидраты алюмосиликатов. В настоящее время каждый минерал имеет химико-минералогический кристаллогидратный состав: каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$, галуазит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O$, аллофан $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 3H_2O$, пирофиллит $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 4H_2O$, монтмориллонит $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$, серицит $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$ или $KAl_2[Si_3AlO_{10}](OH)_2$ и много других коллоидных аналогов.

Для исследования были выбраны каолины Султан-Увайса и участка Закудук Ауминзатау. Результаты элементного состава каолинов приведены в табл. 1.

Таблица 1. – Результаты элементного анализа использованных каолинов

Содержание элементов, %									
Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	K	Na	H	O
Султан – Увайсский необогащенный каолин, вычислено/найдено									
66,690	13,659	1,155	0,540	1,043	0,204	0,182	0,122	3,230	13,175
65,356	13,386	1,132	0,529	1,022	0,200	0,178	0,120	3,165	12,911
Султан – Увайсский обогащенный каолин, вычислено/найдено									
51,977	28,112	0,599	0,432	0,333	0,186	0,423	0,378	3,230	13,809
50,937	27,549	0,587	0,423	0,326	0,182	0,414	0,370	3,165	13,533
Ауминзатау (участок Закудук) необогащенный каолин, вычислено/найдено									
49,177	30,176	0,525	0,432	0,321	0,186	0,299	0,267	3,774	14,843
48,193	29,572	0,514	0,423	0,314	0,182	0,293	0,262	3,698	14,546
Ауминзатау (участок Закудук) обогащенный каолин, вычислено/найдено									
47,525	34,083	0,494	0,360	0,300	0,162	0,274	0,248	3,647	12,991
46,575	33,401	0,484	0,353	0,294	0,159	0,268	0,243	3,574	12,731

Из табл.1 видно, что все каолины содержат почти 10 одинаковых элементов в разных количествах. Среди элементов кремний, а среди металлов алюминий по содержанию превосходят других. Наибольшее содержание металла алюминия содержат КАЗ-1 и КАЗ-2, соответственно 30,0-33,4%. Кроме этого металла в каолине присутствуют щелочные металлы кальций, калий и натрий в малых количествах 0,18-0,30. [1]. Содержание водорода и кислорода тоже присутствуют в достаточно большом количестве 3,20-14,8%.

Для определения химико-минералогического состава каолинов произвели обжиг каолинов без обработки и с применением соляной кислоты. Образцы без обработки соляной кислотой обжигались в интервале температур 800-850⁰С (1073-1123К) [2], а обработанные соляной кислотой в диапазоне 550-600⁰С (823-873К) и соляной кислотой 400-450⁰С (673-723К). После обжига (прокаливания) каолина летучие остатки соляной кислоты, соляной кислоты и воды удалились, остались только окислы металлов и двуокись кремния. Для термического обогащения провели обжиг каолиновых глин в фарфоровом тигле, которая помещалась в муфельную печь “СНОЛ” при температуре 350-400⁰С. После прокалки в течении 3,0 – 3,5 часов продукт охлаждали в эксикаторе над прокаленным CaCl₂. Затем его обработали разбавленным 3% - ным раствором соляной кислоты с последующим фильтрацией нерастворенного осадка. Полученный таким образом первично обработанный каолин имел нижеследующий химико-минералогический состав. Процесс обжига каолина контролировали по содержанию растворимого в кислоте оксида алюминия и железа, заключающийся в определении нерастворимого оксида алюминия в твёрдой фазе после разложения 30% соляной кислотой при температуре 80-100⁰С в течение 1 часа 3,0%-ным раствором соляной кислоты.

Кроме каолинов Ангреноского месторождения нами исследовались составы каолинов месторождений Султан – Увайс и Ауминзатау (участок Закудук), которые по нашим исследованиям имеют нижеследующий химико – минералогический состав (см. табл.2).

Таблица 2. – Химико-минералогический состав по месторождениям и видам каолинов

Квалификация каолина	Содержание в процентах							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	ппп
Султан-Увайское месторождение								
Необогащенный	71,46	17,20	1,10	0,54	1,46	0,34	1,55	6,35
Обогащенный 1	55,69	35,40	0,50	-	-	-	-	-
Обогащенный 2	55,92	34,92	0,57	-	-	-	-	-
Участок Закудукская месторождения Ауминзатау								
Необогащенный	53,69	38,00	0,50	0,36	0,45	0,31	1,44	4,87
Обогащенный «Экстра»	50,92	42,92	0,47	-	-	-	-	-

Из табл. 6 видно, что содержания кремния, железа (III), титана (IV), кальция, магния, калия, натрия, п.п.п. для обогащенных каолинов понизились, а содержания оксида алюминия увеличились. Самое высокое содержание оксида алюминия содержат образцы участка Закудук Ауминзатауского месторождения.

Для удаления окиси железа (III), из состава природного каолина, провели магнитную сепарацию на установке, приведенном на рис 1. Для этого порошкообразную массу тонким слоем разложили на транспортную ленту, а под неё подложили магнит (или электромагнит) и медленным его круговым движением отделили оксид железа (III), а с остальной частью порошка, почти не имеющего оксида железа (III) провели дальнейшую переработку [3].

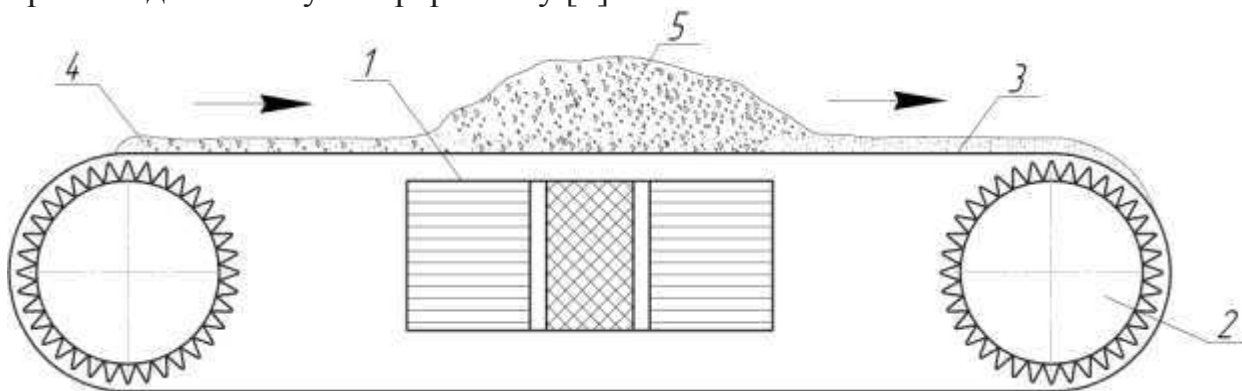
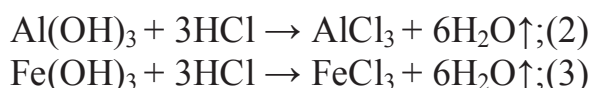


Рис. 1. Установка для удаления окиси железа (III) из каолинов
1-электромагнит; 2-шкив; 3-транспортный лента;
4-каолин; 5-задержанные частицы окиси железа (III)

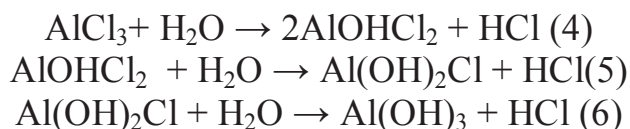
Изучено влияние концентрации, плотности соляной кислоты на процесс разложения минерала каолина на составные части и установлено, что оптимальной концентрацией является 30% которая соответствует плотности 1,15кг/м³. Установлена оптимальная температура обжига 450⁰С и время 90 минут. Химическую реакцию можно представить уравнением:



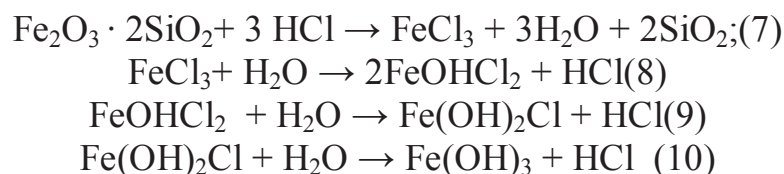
После извлечения металлов, в виде их оксидов предварительной обработкой каолина 30%-ным раствором соляной кислоты и обжига при 400-450⁰С и разложения на компоненты, смесь гидроксидов алюминия и железа, очищенную от водорастворимых и нерастворимых примесей, взаимодействовали с 10%-ным раствором соляной кислоты в мольном соотношении 1:3 (от нормы расхода кислоты 125%). Смесь тщательно перемешали, отстояли при комнатной температуре. Избыток соляной кислоты был необходим для предотвращения преждевременного гидролиза и сохранения молекул хлоридов алюминия и железа. В растворе смесь солянокислых солей алюминия и железа, а в осадке около 3% смеси хлоридов алюминия и железа. Осадок отфильтровали декантацией дистиллированной водой. Полученный раствор, после фильтрации, перенесли в фарфоровую чашку, выпаривали сначала в ней на водяной бане, а когда осадок стал почти сухой в сушильном шкафу до постоянного веса. Химическая реакция описывается уравнениями:



С учетом частичного гидролиза, образующейся средней (нормальной) соли сернокислого алюминия, возможны образования ниже следующих гидроксилсодержащих солей:



Подобные реакции частичного гидролиза могут происходить с окисью железа, т. е.:



В табл. 3.1 приведены данные влияние количества испаряемой воды на химический состав и реологических свойства упаренных растворов. Коагулянты, полученные из обогащенных каолинов, содержат больше элементов алюминия и хлора, чем из необогащенных, а также меньше железа. В соответствии с элементным анализом, ИК- и рент-

геновскими спектрами составлены химические формулы компонентов коагулянтов [3,4,5].

Проведенные испытания коагулянтов на активность указывает двойной эффект: высокую способность к коагуляции неорганических и некоторых органических примесей (госсипола, фосфатидов) и флотацию жировых отходов.

На основании вышеизложенных исследовательских материалов, химизма процесса извлечения оксида алюминия из каолина и получения коагулянта вытекают следующие выводы:

- найдены оптимальные условия разложения каолинов Узбекистана;
- найден способ уменьшения содержания примеси оксида железа в составе оксида алюминия;
- найдены оптимальные условия получения коагулянтов на основе выбранных образцов каолинов;
- описаны химические уравнения процессов разложения каолина и получения коагулянтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахимов Х.А., Абдурахимов А.А. Аналитик кимё. Дарслик, 2020, 306 б.
2. Kh. A. Abdurakhimov. “The study of the extraction of aluminum and iron oxides from kaolin of the deposits of Uzbekistan Angren, Sultan-Uvays and Auminzatau” /Journal of the Mechanical Behavior of Materials./ Germany. DOI: <https://doi.org/10.15.15/JMBM.2019-0054> (2019), pp.211-215.
3. Абдурахимов Х.А., Муталов Ш.А. Изучение влияния композиций коагулянтов, полученных из местных каолинов на очистку сточных вод масложирового предприятия. Докл. АН Р Уз, 2019, №5, С. 41-46.
4. Абдурахимов Х.А. Салиханова Д. С., Муталов Ш. А. Исследование получения композиций коагулянтов на основе местных каолинов. – Монография - Т.: «Типография ФБ АНРУз», 2019. -127с.
5. Абдурахимов Х.А. Выбор оптимальных условий получения коагулянта из обожженного каолина, обработанного серной кислотой. Вестник ФерПИ. –Фергана, 2019. спец. вып. № 2, -С. 111-115.