

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ****ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ПРОКАЛКИ  
НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ ИЗ АНГРЕНСКИХ КАОЛИНОВ**

**Кенжаев Миржалол Эркинжанович**

магистрант Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32  
E-mail: [khchmirzakulov@mail.ru](mailto:khchmirzakulov@mail.ru)

**Исламова Мафтуна Шарофиддиновна**

магистрант Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32

**Мирзакулов Холтура Чориевич**

профессор Ташкентского химико-технологического института  
100011, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Навои, 32

**RESEARCH OF INFLUENCE OF PROCESS CALCINATE  
ON EXTRACTION ALUMINIUM OXIDE FROM ANGRES KAOLINS**

**Mirjalol Kenjaev**

assistant of Tashkent institute of chemical technology,  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

**Maftuna Islamovna**

master of Tashkent institute of chemical technology,  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

**Kholtura Mirzakulov**

professor of Tashkent institute of chemical technology,  
100011, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Navoi st., 32

**АННОТАЦИЯ**

Приведены результаты исследований по вовлечению каолиновых глин Ангреного месторождения в процесс извлечения из них глинозема. Показано, что прокалка при температуре 400-500°C практически не влияет на изменение содержания компонентов каолиновых глин. Начиная с 600°C, повышается содержание основных компонентов – кремния, алюминия и железа. Стабильный химический состав наблюдается при температуре обжига 600-700°C. Дальнейшее повышение температуры до 800°C приводит к повышению содержания кремния и алюминия.

На основе анализа дериватограммы и рентгенограмм выявлено, что при прокаливании каолина удаляется конституционная вода и происходит изменение кристаллической структуры с переходом трудновскрываемого каолинита в кислоторастворимую форму метакаолинита. При температуре выше 900°C образуется нерастворимый в кислотах муллит.

Приводятся данные влияния температуры прокалки от 400 до 800°C на содержание кислоторастворимых форм алюминия в зависимости от продолжительности процесса. С повышением температуры обжига степень извлечения алюминия в 40% раствор азотной кислоты при стехиометрической норме, температуре 100°C в закрытом объеме имеет максимальные значения при температуре прокалки 700°C. Увеличение продолжительности процесса прокалки повышает содержание кислоторастворимых форм алюминия. Максимальная степень извлечения алюминия 90,94-93,29% наблюдается при температуре прокалки 600-700°C и продолжительности процесса не менее 2 часов.

## ABSTRACT

Research results of the involvement of kaolin clays of Angren deposit in the extraction process of alumina from them are presented. It is shown that calcination at the temperature of 400-500 °C does not practically affect the change in the content of the kaolin clays components. Starting from 600 °C, the content of main components increases - silicon, aluminum and iron. A stable chemical composition is observed at a firing temperature of 600-700 °C. Further increase in temperature up to 800 °C leads to increase in the content of silicon and aluminum.

Based on the analysis of the thermogram and X-ray diffraction patterns, it is revealed that when calcinating kaolin, constitutional water is removed and a change in the crystal structure occurs with the transition of the difficult-to-hide kaolinite into the acid-soluble form of metakaolinite. At a temperature above 900 °C, insoluble in acids mullite is formed.

Data on the influence of the calcination temperature from 400 to 800 °C on the content of aluminum acid-soluble forms is presented depending on the duration of the process. With increase in the firing temperature, the degree of aluminum extraction in a 40% solution of nitric acid at a stoichiometric rate, at a temperature of 100 °C in a closed volume, has maximum values at a calcination temperature of 700 °C. Increase of calcination process duration raises the content of acid-soluble forms of aluminum. The maximum degree of aluminum extraction 90.94-93.29% is observed at calcination temperature of 600-700 °C and the process duration of at least 2 hours.

**Ключевые слова:** каолин, алюминий, температура прокалики, азотная кислота, выщелачивание, степень извлечения, химический состав.

**Keywords:** kaolin; aluminium; calcination temperature; nitric acid; leakage; degree of extraction; chemical composition.

Глинозем является сырьем для алюминиевой промышленности и для его получения используют высококачественное сырье, которое в Узбекистане отсутствует. Отсутствует и производство глинозема. Но имеются сырьевые источники в виде каолиновых глин, алунитовых пород, некондиционных бокситов, золы каменных углей. Богатейшие залежи каолиновых глин, пригодных для переработки на глинозем, имеются в районе города Ангрэн, общие запасы которых составляют более одного миллиарда тонн [1, 3, 5]. Эту породу можно добывать открытым способом. Мощность полезной толщи в среднем 30-40 м.

В продуктивной глинистой толще выделяются переслаивающиеся между собой серые, белые, цветные разновидности глин. Их минералогический состав однообразен – глинистое вещество, основной компонент которого каолинит. В этой примеси – кварцевый песок, органическое вещество и минералы железа в виде сульфидов, оксидов и пирита. Карбонатов, слюды и хлоритов, обычно присутствующих в других глинах, здесь при анализах встречается в незначительных количествах. Основными окислами, входящими в состав глины, являются:  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $H_2O$ , в небольших количествах примеси:  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$  и другие.

По гранулометрическому составу глины Ангрэна относятся к крупночешуйчатым, причём фракция с размерами частиц менее 0,001 мм наиболее богата каолинитом, а крупная состоит главным образом из примесей.

Известные способы получения глинозема – щелочные и электролитические для условий нашей страны в настоящее время не приемлемы. Из кислотных методов переработки предпочтение имеет азотно-кислотный способ, так как его производство является безотходным [2, 4, 6]. Большой спрос на глинозем, отсутствие приемлемой технологии переработки

каолиновых глин ставит проблему получения глинозема в разряд актуальнейших.

Из перечисленных способов для условий нашей страны приемлемы кислотные способы получения глинозема. Поэтому наши исследования были направлены на получение глинозема азотно-кислотным разложением каолиновых глин Ангрэнского месторождения.

Для исследований отобрали образцы каолиновых глин Ангрэнского месторождения, содержащих (масс. %):  $SiO_2$  - 54,30;  $Al_2O_3$  - 23,50;  $Fe_2O_3$  - 0,47;  $K_2O$  - 0,38;  $CaO$  - 0,30. Спектральный анализ показал присутствие в каолиновых глинах соединений натрия, калия, кальция, магния, железа и др. элементов, содержание которых составляет десятые и сотые доли процента.

Ввиду того, что на процессы извлечения оксида алюминия существенное влияние оказывает обжиг, исследования начали с изучения влияния процесса термообработки на изменение химического состава каолиновых глин.

Исследования проводили в муфельной печи в интервале температур 400-800°C в течение 1 часа. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Из данных таблицы видно, что температуре прокалики 400-500°C практически не влияет на изменение содержания компонентов каолиновых глин Ангрэнского месторождения. Начиная с 600°C увеличивается содержание основных компонентов каолиновых глин. Наиболее стабильный химический состав основных компонентов наблюдается при температуре обжига 600-700°C. Дальнейшее повышение температуры до 800°C приводит к некоторому повышению  $SiO_2$  до 58,14% и  $Al_2O_3$  до 25,16%. Содержания остальных компонентов практически сохраняется на прежнем уровне.

Таблица 1.

## Влияние температуры обжига на химический состав каолина

N	t, °C	Потеря веса, %	Содержание компонентов, масс %						
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1	400	1,000	54,85	23,74	0,475	0,082	0,384	0,303	0,169
2	500	1,000	54,85	23,74	0,475	0,082	0,384	0,303	0,169
3	600	5,675	57,57	24,91	0,498	0,086	0,403	0,318	0,177
4	650	5,999	57,77	25,00	0,500	0,086	0,404	0,319	0,178
5	700	6,008	57,77	25,00	0,500	0,086	0,404	0,319	0,178
6	750	6,216	57,90	25,06	0,501	0,086	0,405	0,320	0,178
5	800	6,600	58,14	25,16	0,503	0,087	0,407	0,321	0,179

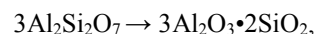
Для выяснения температурных изменений протекающих при прокалке каолиновых глин была снята дериватограмма исходного каолина в условиях линейного нагрева до 1200°C в атмосфере воздуха. На термограмме наблюдаются эндотермический эффект с интенсивным минимумом при 550°C и экзотермический эффект с максимумом при 955°C. При этих температурах происходит значительная потеря массы, соответствующая удалению химически связанной воды, входящей в состав каолинита.

Для установления фазового состава образцов, соответствующих эндотермическому эффекту, были сняты рентгенограммы исходного и обожженного при 600°C каолиновых глин. Анализ показал, что при прокаливании исходного каолина на рентгенограмме исчезают пики 7,224 Å, 3,585 Å, характерные для каолинита и появляется пик при 1,257 Å, соответствующий Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Отсюда следует, что при прокаливании из каолинита выделяется конституционная вода и происходит изменение кристаллической структуры с

переходом трудновскрываемого каолинита в кислоторастворимую форму метакаолинита Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub> по реакции



При обжиге свыше 900°C образуется муллит 3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>•2SiO<sub>2</sub> по реакции



который нерастворим в минеральных кислотах.

Для выяснения влияния температуры прокалки каолина на содержание кислоторастворимых форм алюминия проведены исследования по влиянию продолжительности процесса на степень извлечения алюминия. Исследования процесса выщелачивания из прокаленного при различных температурах проводили 40% азотной кислотой при стехиометрической норме, температуре 100°C, постоянном перемешивании в закрытом объеме в течение 1 часа. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2.

## Влияние температуры и продолжительности обжига на степень извлечения алюминия из Ангренских каолиновых глин.

№	t, °C	Продолжительность обжига, мин.				
		30	45	60	120	180
1	400	7,70	9,09	9,88	10,24	10,31
2	500	25,25	29,83	32,43	33,74	33,94
3	600	68,00	80,30	87,30	90,94	91,44
4	650	81,89	88,49	91,48	92,82	94,22
5	700	82,00	88,60	91,60	93,29	94,34
6	750	76,18	82,31	85,10	86,34	87,64
7	800	66,13	71,45	73,87	74,94	76,07

Из данных таблицы видно, что с увеличением продолжительности процесса обжига степень извлечения алюминия увеличивается с повышением температуры. При температурах обжига 600-700°C и продолжительности процесса 2 часа степень извлече-

ния составляют 90,94-93,29%. Увеличение продолжительности обжига более 2 часов практически не влияет на степень извлечения алюминия.

Дальнейшее повышение температуры до 800-1000°C приводит к снижению степени извлечения алюминия до 10,12%, железа до 6,79%. Оптимальной

температурой обжига для максимального извлечения алюминия из каолиновых глин является температура 600-700°C.

Таким образом, проведённые исследования показали возможность повышения степени извлечения алюминия из каолиновых глин Ангренского место-

рождения путём предварительного термического обжига. Оптимальными параметрами прокалики каолинов Ангренского месторождения являются температура 600-700°C и продолжительность процесса обжига не менее 2 часов. При этом степень извлечения алюминия достигает 90,94-93,29%.

#### Список литературы:

1. Ваккосов С.С., Мавлонов А.С., Мирзакулов Х.Ч. «Переработка алюминийсодержащего сырья на глинозем». Сборник трудов НТК «Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и проектов в производство». Джизак. 2010. – С. 58-59.
2. Ваккосов С.С., Мавлонов А.С., Мирзакулов Х.Ч., Икрамов А. «Взаимодействие компонентов глиноземсодержащего сырья с азотной кислотой». Сборник трудов НТК «Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и проектов в производство». Джизак. 2010. – С. 59-61.
3. Закиров М.З., Гончаренко А.И. «Каолин Ангренского месторождения и пути их использования». В кн.: Генезис и ресурсы каолинов и огнеупорных глин. – М.: Наука, 1990. – С. 89-93.
4. Лайнер Ю.А. «Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными методами». М.: Наука, 1982. – 208 с.
5. Пак А.И., Чиж Л.М. «Первичные и вторичные каолины Западного Узбекистана». В кн.: Генезис и ресурсы каолинов и огнеупорных глин. М.: Наука, 1990. – С. 94-96.
6. Панов А.А. «Состояние и перспективы развития кислотных способов получения глинозема». Материалы международной конференции «Цветные металлы – 2012». Красноярск, 2012. – С. 272-277.