

## КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ДЕГИДРАТИРУЮЩЕГО ОБЖИГА АЛУНИТОВОГО СЫРЬЯ

*Валихон Н. – магистр лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов Института химии им. В.И. Никитина АН РТ*

*Алиева Л.З. – магистр лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов Института химии им. В.И. Никитина АН РТ*

*Савзаева Ш.Х. – аспирант лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов Института химии им. В.И. Никитина АН РТ*

*Назаров Б.Ш. – соискатель лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов Института химии им. В.И. Никитина АН РТ*

*Гулахмадов Х.Ш. – к.т.н., старший преподаватель ТТУ им. академика М.С. Осими*

*Назаров Ш.Б. – д.х.н., заведующей лабораторией комплексной Института химии им. В.И. Никитина АН РТ*

В мировой практике основное сырье для алюминиевой промышленности глинозем получают по технологии Байера из высоко-качественных бокситов [1,4]. Однако, в связи с бурным развитием алюминиевой промышленности, запасы бокситов в природе исчерпываются и в дальнейшем не могут обеспечить развитие этой отрасли, а в Таджикистане их запасы для промышленного освоения отсутствуют.

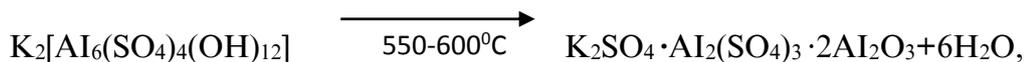
Поэтому, дальнейшее развитие алюминиевой промышленности следует ориентировать на привлечение в производство низкокачественных алюминиевых руд: нефелинов, нефелиновых сиенитов, мусковитов, высококремнистых и высокожелезистых бокситов, гранитов, глин, сиаллитов и алунитов, которых в Таджикистане имеются в огромном количестве. Алуниты месторождения Токмак Таджикистана характеризуются следующим химическим составом, в %: 19,3  $Al_2O_3$ , 63,09  $SiO_2$ , 3,53  $Fe_2O_3$ , 0,86  $TiO_2$ , 3,2  $K_2O$ , 1,14  $Na_2O$ , 3,6  $SO_3$ , 0,84  $MgO$ , 4,42  $H_2O$ , 0,02 п.п.

Целью данной работы является изучение кинетики дегидратирующего обжига алунитовой руды, которая необходимо для выбора технологического оборудования и эффективного способа переработки сырья.

Реакцию дегидратирующего обжига алунитового сырья можно отнести к топохимическим реакциям, где продуктом разложения является твердая фаза, представляющая собой гидроксид алюминия и др.

В опытах использовано порошкообразное исходное алунитовые сырье, где диффузионные торможения молекул воды, образующиеся при спекании, исключаются. Лимитирующей стадией в этих процессах является химическая стадия.

Кинетику процесса дегидратирующего обжига алунитового сырья исследовали при температурах 550°C, 580°C, 600°C, которые обеспечивают максимальное разложение минерала алунит согласно реакции:



где продолжительность опытов для каждой температуры составила 2, 4, 6, 8, 10 мин. Методика проведения опытов заключается в следующем: алунитовая руда размером 0,16 мм и менее, весом 5 г в платиновой чашке помещается в шахтную муфельную печь марки СШОЛ-1.1,6-12-М3-У4.2. Температура печи регулировалась с помощью трансформатора типа РНО-250-10 на основании показания милливольтметра Ш-4500 ГОСТ 9736-68.

После завершения процесса обжига полученный спек подвергали сернокислотной обработке при следующих оптимальных условиях: температура кислотной обработки - 100°C; продолжительность процесса - 40 мин; концентрация серной кислоты - 12 %; дозировка серной кислоты - 120 % стехиометрии. Полученную пульпу фильтровали.

Твердая фаза представляет собой соединения кремнезема и примесей минералов иллит, а жидкая - сернокислые соли алюминия, железа, калия и натрия. Трилометрическим методом определяли содержание алюминия и железа; пламенометрическим методом содержание калия и натрия. На основании полученных данных построили кинетические кривые, которые показаны на рис.1.

Как видно из рисунка, при одном и том же значении времени степень извлечения оксида алюминия, в зависимости от величины температуры разная. При продолжительности обжига 2 мин и температуре 550<sup>0</sup>С степень извлечения Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляет 4,6 %, а при 600<sup>0</sup>С - 20,5 %. При увеличении продолжительности процесса обжига степень извлечения Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> возрастает. Максимальное извлечение Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> наблюдается при продолжительности обжига - 10 мин.

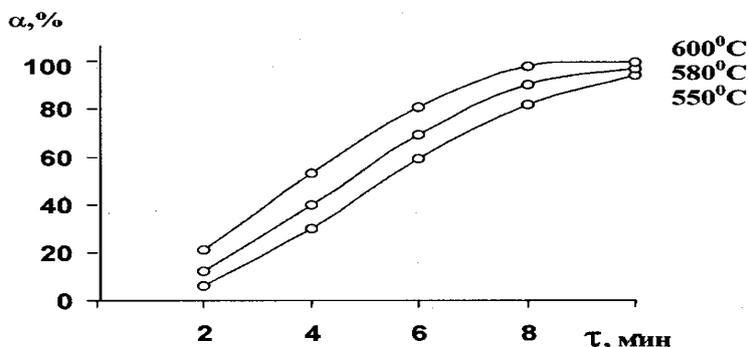


Рис. 1. Зависимость степени извлечения глинозема состава алунита от продолжительности обжига при различных температурах

Для описания полученных кинетических кривых применяли топокинетическое уравнение Колмогорова-Ерофеева:

$$1 - \alpha = e^{-k\tau(1)}$$

где  $\alpha$  - степень извлечения компонентов по времени  $\tau$ ,  
 $k$  - константа,  $n$  - параметр, зависящий от формы ядра частицы.

Значение константы скорости находили по уравнению Саковича:

$$K = nk^{1/n}, \quad (2)$$

где  $K$  - константа скорости реакции;  $\tau$  - время;  $n$  - кинетический параметр.

В дважды логарифмированном виде уравнение Колмогорова-Ерофеева представляет уравнение прямой  $\ln[-\ln(1-\alpha)] = n \ln \tau + \ln k$ .

Прямая, построенная в координатах  $\ln \tau - \ln[-\ln(1-\alpha)]$ , отсекает на оси ординат отрезок, соответствующий  $\ln k$ , а тангенс угла ее наклона равен значению кинетического параметра  $n$ .

Зависимость в координатах  $\lg[\lg(1-\alpha)]$  от  $\lg \tau$  (рис.2) представляет собой прямую линию, что удовлетворяет условию применимости указанного уравнения, при этом значение  $n < 1$ . При таких значениях  $n$  реакция дегидратирующего обжига алунита протекает в кинетической области. Для нахождения энергии активизации и более точного определения области протекания процесса построен график зависимости логарифма средних значений констант скоростей реакции от обратной температуры (рис.3), которая дает прямую линию. По тангенсу угла наклона, которой рассчитывали значение энергии активизации:

$E = 2,3 \cdot R \cdot / \operatorname{tg} \alpha / \cdot \xi$ , где  $R$  - универсальная газовая постоянная;  $\alpha$  - угол наклона прямой линии;  $\xi$  - отношение масштаба по оси абсцисс к масштабу по оси ординат.  $E = 2,3 \cdot 8,314 \cdot 31 \cdot 2/30 = 39$  кДж/моль.

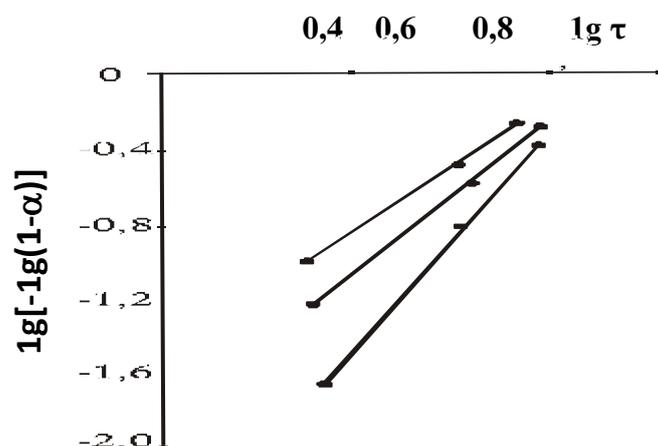


Рис.2. Зависимость  $\lg[-\lg(1-\alpha)]$  от  $\lg \tau$  при разных температурах

Таким образом, значение энергии активации процесса дегидратирующего обжига алунитовой руды равной 39 кДж/моль свидетельствует о протекание процесса в кинетической области.

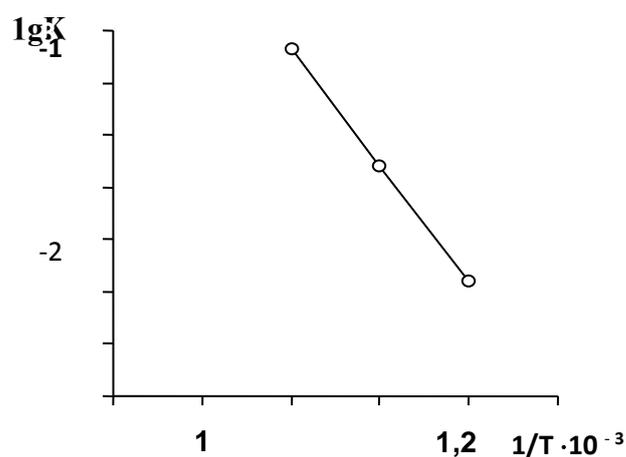


Рис.3. Зависимость  $\lg K$  от величины обратной температуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин В.С., Запольский А.К. Кислотный способ переработки алунитовых руд.- Цв.металлы / В.С. Сажин, А.К. Запольский. – 1968. - №3. - С. 46 - 49.
2. Запольский А.К. Разработка и исследование сернокислотного способа комплексной переработки алунитовых руд.: Автореф.дис. ...канд.техн.наук / А.К. Запольский. - Киев,1966. - 24 с.
3. Шахтактинский Г.Б., Халилов А.И. Разработка условий извлечения полуторных окислов из бедноалунизированных пород кислотным способом / Г.Б., Шахтактинский, А.И. Халилов // В кн.: Исследования в области неорганической и физической химии. Баку.: Изд-во АН АзССР. – 1966. - С. 33 - 38.
4. Рентгенографические исследования алунита в процессе нагревания / М.С. Белецкий [ и др.] // Журнал.прикл.химии. – 1963. - № 3. - С. 475 - 480.
5. Кинетика уксуснокислотного разложения обожжённого данбуритового концентрата / А.С. Курбонов [ и др.] // Известия АН Республики Таджикистан. - 2014. - №4(157). - С. 829 - 833.

## КИНЕТИКАИ ГУДОЗИШИ ДЕГИДРАТАТСИОНИИ МАЪДАНИ АЛУНИТӢ

Дар кори илмӣ мазкур кинетикаи гудозиши дегидрататсионии маъдани алунитӣ омӯхта шудааст, ки барои интихоби таҷҳизоти технологӣ ва кор карди комплекси алунитҳои кони Токмак зарур мебошад. Худудҳои ба амал оиди гудозиши дегидрататсионии алунит ва энергияи фаълкунонии он муқаррар карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** алунит, гудозиш, қачхатаҳои кинетикӣ, муодилаи Колмогоров-Ерофеев, энергия фаълкунонӣ, худудигузаришираванд

### КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ДЕГИДРАТИРУЮЩЕГО ОБЖИГА АЛУНИТОВОГО СЫРЬЯ

В настоящей работе рассматривается кинетика процесса дегидратирующего обжига алунитового сырья, которая необходимо для выбора технологического оборудования и эффективного ведения комплексной переработки алунитовых руд месторождения Токмак Таджикистана. Установлены области протекания дегидратирующего обжига алунита и энергия активации процесса.

**Ключевые слова:** алуниты, спекание, кинетические кривые, уравнение Колмогорова-Ерофеева, энергия активации, область протекания процесса.

### KINETICS OF THE PROCESS OF THE DEHYDRATING BURNING OF ALUNITE RAW MATERIALS

In this paper, we consider the kinetics of the process of dehydrating roasting of alunite raw materials, which is necessary for the selection of process equipment and the effective management of the complex processing of alunite ores from the Tokmak deposit of Tajikistan. The areas of flow of the dehydrating roasting of alunite and the activation energy of the process are established.

**Keywords:** alunites, sintering, kinetic curves, Kolmogorov-Erofeev equation, activation energy, process flow region.

**Сведения об авторах:** *Нурафшони Валихон* – Институт химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан, магистр лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов. **Адрес:** 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2. **Email:** makhmadnabiev@mail.ru. **Тел.:** (+ 992) 93-302-82-83.

*Алиева Лола Зухурбековна* – Институт химии им. В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан, магистр лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов. **Адрес:** 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2. **Тел.:** (+ 992) 985-247-775. **Email:** shams\_n63@list.ru.

*Савзаева Шабнам* – Института химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан, аспирант лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов. **Адрес:** 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Тел.:** (+ 992) 902-802-77-09.

*Назаров Бузургмехр Шамсович* – Институт химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан, соискатель лаборатории комплексной переработки минерального сырья и промышленных отходов. **Адрес:** 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Тел.:** (+ 992) 900009104.

*Гулахмадов Хайдар Шарифович* – Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими к.т.н., сарший преподаватель, **Адрес:** 734042, Республика Таджикистан, город Душанбе, проспект академиков Раджабовых 10. **Тел.:** (+ 992) 918-702-081. **Email:** h.gulahmadov@mail.ru.

*Назаров Шамс Бароталиевич* – Институт химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан, д.х.н., заведующей лабораторией комплексной переработки

минерального сырья и промышленных отходов. **Адрес:** 734063, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айна, 299/2. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Тел.:** (+ 992) 907-74-77-09

**Information about authors:** *Nurafshoni Valihon* – Institute of Chemistry. V.I. Nikitin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan Master of the Laboratory of complex processing of mineral raw materials and industrial wastes. **Address:** 734063, Republic of Tajikistan, Dushanbe, ul. Ayni, 299/2. **Email:** makhmadnabiev@mail.ru. **Tel .:** (+ 992) 93-302-82-83.

*Aliyeva Lola Zuhurbekovna* – Institute of Chemistry. V.I. Nikitin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Master of the Laboratory of complex processing of mineral raw materials and industrial waste. **Address:** 734063, Republic of Tajikistan, Dushanbe, ul. Ayni, 299/2. **Tel .:** (+ 992) 985-247-775. **Email:** shams\_n63@list.ru.

*Savzaeva Shabnam* – Institute of Chemistry. V.I. Nikitin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, graduate student of the Laboratory for Complex Processing of Mineral Raw Materials and Industrial Waste **Address:** 734063, Republic of Tajikistan, Dushanbe, ul. Ayni, 299/2. **Tel .:** (+ 992) 902-802-77-09. **Email:** shams\_n63@list.ru.

*Nazarov Buzurgmehr Shamsovich* – Institute of Chemistry. V.I. Nikitin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Applicant for the Laboratory for Complex Processing of Mineral Raw Materials and Industrial Wastes **Address:** 734063, Republic of Tajikistan, Dushanbe, ul. Ayni, 299/2. **Tel .:** (+ 992) 900009104. **Email:** shams\_n63@list.ru.

*Haydar Sharifovich Gulahmadov* – Tajik Technical University Academician M.S. Osimi Ph.D., Senior Lecturer. **Address:** 734042, Republic of Tajikistan, Dushanbe city, Prospect Academician Radjabovs 10. **Email:** h.gulahmadov@mail.ru. **Tel .:** (+ 992) 918-702-081

*Nazarov Shams Barotalievich* – Institute of Chemistry. V.I. Nikitin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan Doctor of Chemical Sciences, Head of the Laboratory for Complex Processing of Mineral Raw Materials and Industrial Wastes. **Address:** 734063, Republic of Tajikistan, Dushanbe, ul. Ayni, 299/2. **Tel .:** (+ 992) 907-74-77-09. **Email:** shams\_n63@list.ru.