

## **О ВОПРОСЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ АЛУНИТОВОГО СПЕКА**

*Савзаева Ш.Х. – аспирант 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*

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

*Валихон Н. – магистр 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*

Минерал алуни́т представляет собой основной сульфат алюминия –  $K_2[Al_6(SO_4)_4(OH)_{12}]$ . Алуни́т теряет воду лишь при прокаливании[1,4]. В воде и соляной кислоте не растворим. Растворяется в концентрированной серной кислоте, особенно хорошо при нагревании свыше  $200^{\circ}C$ . При обработке водой алуни́та, прокаленного при температуре свыше  $500^{\circ}C$ , в раствор переходят квасцы. Алуни́т разлагается под действием едких щелочей, а после обжига при температуре выше  $500^{\circ}C$  - и слабой серной кислотой. Другие кислоты оказывают более слабое действие[3, 24].

Алуни́товые руды, встречающиеся в природе, содержат значительное количество примесей: кварц, каолинит, диккит, диаспор, серицит, барит и др. Кремнезём встречается в алуни́товых рудах в виде кварца и в аморфной форме (опал, халцедон, вулканическое стекло и др.). Из-за наличия примесей содержание полезного компонента - алуни́та в руде снижается и колеблется в довольно широких пределах - от 4 до 90 % и выше [2 - 4].

Поэтому оптимальные технологические режимы переработки алуни́товых руд для различных её месторождений сильно отличаются. Для каждого алуни́тового сырья необходимо проведения специфических исследований и установление метода эффективной переработки. Следовательно, изыскание технологических основ переработки алуни́тов Токмак включая кинетики разложения руды, является одним из условий правильного выбора эффективного способа их комплексной переработки.

Целью данного исследования является изучение кинетики процесса сернокислотогоразложения алуни́тового спека, полученного от переработки руд месторождения Токмак. Установление кинетической области протекания процесса разложения алуни́тового спека растворами серной кислоты, определение значения энергии активации процесса.

С этой целью разложение алуни́тового спека, полученного при оптимальных условиях спекания осуществляли 12% - ной серной кислотой в температурном интервале от  $60-100^{\circ}C$ . При этом, продолжительность опытов по кислотной разложению, для каждой температуре составляла - 10; 20; 30; 40; 60 мин. Дозировка серной кислоты - 105 % от теоретически необходимой для сульфатизации алюминия, железа, калия и натрия состава спека.

Процесс разложения спека алуниита при его серноокислотной обработке изучали относительно извлечения оксида алюминия. Содержание  $Al_2O_3$  в растворе определяли комплексонометрическим методом.

Результаты исследований представлены на рис.1. Из рисунка видно, что максимальные степени извлечения  $Al_2O_3$  наблюдаются в интервале 40-60 мин, во всех градиентах температуры. В отрезке времени 40 мин и температуре  $90^{\circ}C$  степень извлечения  $Al_2O_3$  составляет 91 %.

Особую роль в разложении сырья играет значение фактора температуры. Например, при температуре  $80^{\circ}C$  через 40 мин протекания процесса извлечение  $Al_2O_3$  составляет 85,0 %, а при  $100^{\circ}C$  в том же значении длительности процесса степень извлечения  $Al_2O_3$  равна 97,9 %.

Для описания процесса кислотного разложения алуниитового сырья использовали кинетическое уравнение, предложенное А.Л.Ротиняном и Б.В. Дроздовым [3,6]. Уравнение Ротиняна А.Л. и Дроздова Б.В. описывает процесс разложения алуниитового спека, так как экспериментальные данные в координатах  $\frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}$  от  $\frac{x}{t}$  дают прямые линии (рис.2), что свидетельствует о протекании реакции по первому порядку.

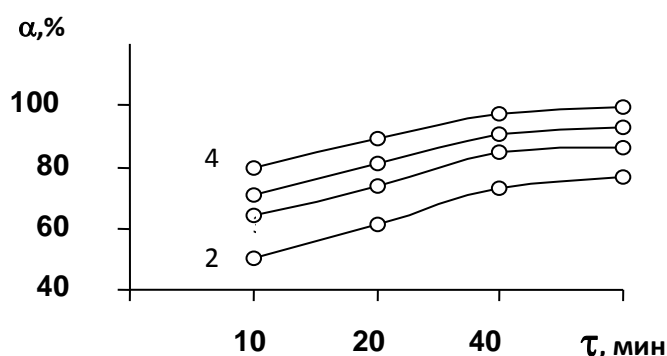


Рис.1. Зависимость степени извлечения оксида алюминия при серноокислотной обработке алуниитового спека и при различных температурах: 1- $60^{\circ}C$ ; 2- $80^{\circ}C$ ; 3- $90^{\circ}C$ ; 4-  $100^{\circ}C$

Кажущуюся энергию активизации процесса рассчитывали по тангенсу угла наклона прямой линии в координатах  $\lg K$  от  $1/T$  (рис.3), с учетом масштаба графика зависимости по формуле:  $E = 2,3 \cdot R \cdot \text{tg} \alpha / \xi$

где  $R$ - универсальная газовая постоянная;  $\alpha$ - угол наклона прямой линии;

$\xi$ - отношение масштаба по оси абсцисс к масштабу по оси ординат.

$E = 2,3 \cdot 8,314 \cdot 2,36 \cdot 0,1 = 4,5$  кДж/моль.

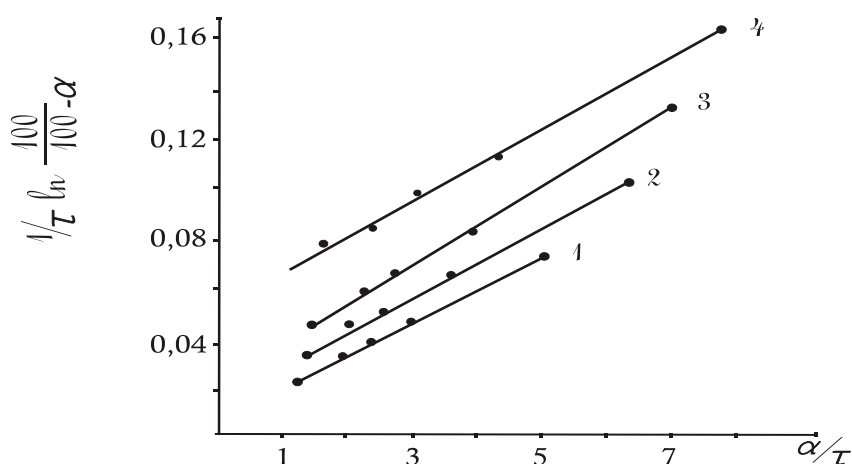


Рис.2. Проверка уравнения на данных кислотного разложения алунитового спека. 1- 60°C; 2- 80°C; 3- 90°C; 4-100°C.

Значение кажущейся энергии активации реакции взаимодействия алунитового спека с серной кислотой, равное 4,5 кДж/моль свидетельствует о протекании процесса в диффузионной области.

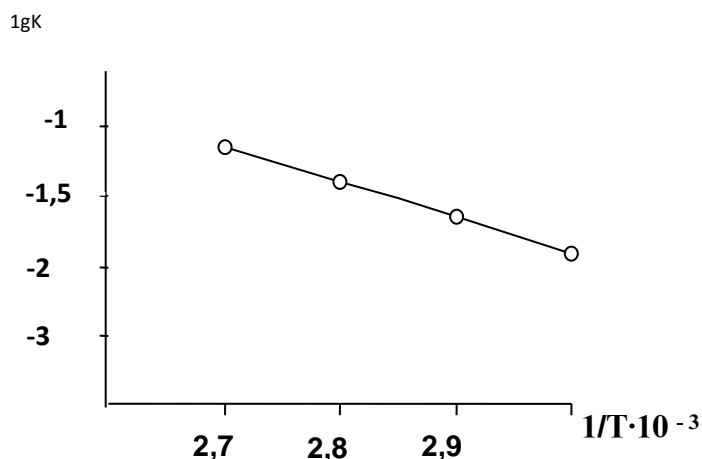


Рис.3. Зависимость  $lgK$  от обратной абсолютной температуры.

В процессе диффузии участвуют ионы водорода, сульфат ионы, которые проходят сквозь образующиеся при взаимодействии сырья и кислоты молекулы  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $(K,Na)_2O$  и  $Fe_2O_3$  с образованием их сернокислых солей, а также гель кремневой кислоты, образуемой при взаимодействии кислоты на силикатные минералы руды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Запольский А.К. Разработка и исследование сернокислотного способа комплексной переработки алунитовых руд: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.К. Запольский. - Киев, 1966. - 24 с.
2. Ротинян А.А. Кинетика процессов обжига, выщелачивания, промывки и цементации / А.А. Ротинян, Б.В. Дроздов // ЖОХ.-Т.19, вып.10 - С.1843 - 1846.
3. Панченков Г.М. Химическая кинетика и катализ / Г.М. Панченков, В.П. Лебедев. - М.: МГУ, 1961. - 353 с.
4. Gajam S.V. Kinetic model for hydrochloric acid leaching of Kaolinite / S.V. Gajam, S.Raghavan // Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy. - 1985. - V.94, P.115 - 120.

#### КИНЕТИКА И РАВАНДИ СЌЗИШИ ДЕГИДРАТАЦИОНИИ МАЪДАНИ АЛУНИТЌИ

Дар мақолаи мазкур кинетикаи раванди сўзиши дегидратационии маъдани алунитЌи, ки барои интихоби таҷҳизоти технологЌи ва кор карди самараноки комплекси алунитЌои кони Токмаки Тоҷикистон зарур аст, дида баромада шудааст. Худудҳои гузариши сўзиши дегидратационии алунит ва энергияи фаъоли раванди табодулоти муқаррар карда шудааст.

**Калимаҳои калидӣ:** алунитЌо, гудозиш, қачхатаҳои кинетикӣ, муодилаи Колмогоров-Ерофеев, энергияи фаъол гардонӣ, худуди гузариши раванд.

#### О ВОПРОСЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ АЛУНИТОВОГО СПЕКА

В данной статье рассматривается вопрос кинетики процесса сернокислотного разложения алунитового спека, полученного от переработки руд месторождения Токмак Таджикистана. Установлены кинетические области протекания сернокислотного разложения алунитового спека и энергия активации процесса.

**Ключевые слова:** алуниты, спек, сернокислотное разложение, кинетические кривые, уравнение Ротиняна А.Л. и Дроздова Б.В., 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.

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

**Сведения об авторах:** *Савзаева Шабнам* – Институт 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.

*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. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Тел.:** (+992) 985-247-775.

*Назаров Шахром 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) 501-881-008.

*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.

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

*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. Айни, 299/2. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Тел.:** (+ 992) 907-74-77-09.

**Information about authors:** *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. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Tel.:** (+ 992) 902-802-77-09.

***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. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Tel .:** (+ 992) 985-247-775.

***Nazarov ShahromShamsovich*** – Institute of Chemistry. V.I. Nikitin of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, applicant for the Laboratory of complex processing of mineral raw materials and industrial wastes. **Address:** 734063, Republic of Tajikistan, Dushanbe, ul. Ayni, 299/2. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Tel .:** (+ 992) 501-881-008.

***NurafshoniValihon*** – 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.

***Haydar Sharifovich Gulahmadov*** – Tajik Technical University, Ph.D., Senior Lecturer. Academician M.S. Osimi. **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. **Email:** shams\_n63@list.ru. **Tel .:** (+ 992) 907-74-77-09.