

material melt with sulphuric acid (11,4 kJ/mol). On the basis of determined value of E_{seem} it is possible to suppose that interaction of granulated material melt with sulphuric acid is limited by diffusion rate of acid molecules to reacting surface through the layer of formed reaction products.

Keywords: lepidolite, sodium carbonate, sulphatization, seeming activation energy, lithium extraction

Поступила 12. 06. 2013.

УДК 669.712:548.7

Комплексное использование
минерального сырья. № 3. 2013.

Г. САРСЕНБАЙ¹*, Л.А. МЫЛТЫКБАЕВА², Р.А. АБДУЛВАЛИЕВ¹

¹АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», Алматы, * ter-pa@mail.ru

²Национальный научно-технологический холдинг «Парасат», Астана

РАЗЛОЖЕНИЕ ЩЕЛОЧНО-АЛЮМИНАТНОГО РАСТВОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСПЕРСНОЙ ЗАТРАВКИ

Исследован процесс декомпозиции щелочно-алюминатного раствора с применением затравки в гидротермальных условиях. В качестве затравки использованы стандартный заводской гидроксид алюминия и гидроксид алюминия с дисперсным составом, полученный химическим осаждением в разработанных условиях. Структурные исследования частиц полученного декомпозицией гидроксида алюминия проводились с помощью электронно-зондового микроанализа и сканирующей электронной микроскопии, фазовый состав продуктов определялся с помощью рентгеновского дифракционного анализа. Результаты экспериментов показывают, что при разложении раствора с концентрацией Al_2O_3 -127 г/дм³, α_k 1,5, скорость и степень разложения при использовании дисперсной затравки будут выше, чем при применении заводской затравки. Степень максимального разложения - 73,9 % достигнута через 7 часов декомпозиции, получен дисперсный осадок гидроксида алюминия, 90 % частиц которого имеют наноразмерные диаметры. Установлено, что использование полученной нами специальной дисперсной затравки значительно уменьшает продолжительность процесса декомпозиции, позволяет получить дисперсный гидроксид алюминия.

Ключевые слова: гидроксид алюминия, дисперсная затравка, декомпозиция, диаметры частиц, наночастицы, степень разложения, щелочно-алюминатный раствор.

Введение. Ввиду большой перспективы применения ультратонкого глинозема производство его во всем мире в последние годы становится одним из главных направлений в области производства новых материалов на основе глинозема [1-4]. Решение вопросов получения и применения специальных сортов глинозема, пригодных для эффективного использования в других отраслях, до последнего времени в Казахстане не рассматривалось [5]. В настоящее время сырьем для получения наноразмерных частиц глинозема, в основном, являются дорогие органические, неорганические и коммерческие продукты производства глинозема [6-10], что значительно ухудшает экономику производства. В разрабатываемой нами технологии получения нанодисперсного оксида алюминия из полупродуктов глиноземного производства в качестве сырья рассматривается промышленный раствор алюмината натрия [11]. Предполагается использование метода

осаждения гидроксида алюминия из пересыщенных щелочно-алюминатных растворов с каустическим модулем 1,5 - 1,6 при использовании дисперсной затравки. При этом определение оптимальных параметров декомпозиции необходимо для максимального извлечения оксида алюминия из алюминатных растворов в виде дисперсного гидроксида алюминия. С целью получения дисперсного гидроксида алюминия из щелочно-алюминатного раствора при декомпозиции проводилось исследование по влиянию затравки на степень разложения раствора и дисперсность полученного гидроксида алюминия.

Экспериментальная часть. Эксперименты по изучению влияния дисперсной затравки на продолжительность декомпозиции и дисперсность полученного гидроксида алюминия проводились в лабораторной установке с механическим перемешиванием и автоматическим программным снижением температуры

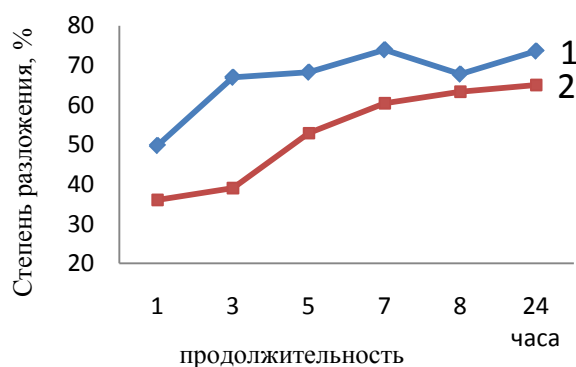
нагрева.

Фильтрация пульпы осуществлялась на центрифуге, твердые фазы промывали дистиллированной водой. Структуру и химические составы твердых продуктов определяли на электронно-зондовом микроанализаторе JXA-8230 фирмы JEOL, фазовые составы - с помощью рентгеновского анализа на дифрактометре D8 Advance (Bruker) с излучением α -Cu. Химические составы жидких продуктов определены методом химического анализа.

В качестве исходного раствора использовался щелочно-алюминатный раствор с концентрацией $C_{\text{Al}_2\text{O}_3}$ 127 г/дм³, α_k - 1,5. Начальная температура декомпозиции 70°C, с равномерным понижением до 48°C; продолжительность 24 часа; конечное значение pH в диапазоне 10-11; затравка - ранее полученный дисперсный-гидроксид алюминия и заводской гидроксид алюминия; затравочное отношение 2:1.

Исследуемые растворы помещали в декомпозиры, отбор проб пульпы по 50 дм³ вели через 1, 3, 5, 7, 8 и 24 часа, пульпы подвергались центрифугированию, состав фильтратов и твердой фазы определяли методами химического и физического анализа.

Результаты и их обсуждение. Результаты экспериментов по влиянию затравки на степень разложения щелочно-алюминатного раствора в зависимости от продолжительности процесса декомпозиции приведены на рисунке 1.



1 - дисперсная затравка, 2 - заводская затравка

Рисунок 1 – Влияние вида затравки на степень разложения щелочно-алюминатного раствора

Как видно из рисунка, при разложении щелочно-алюминатного раствора, затравочном отношении 2:1 степень разложения щелочно-алюминатного раствора с заводской затравкой составила 36%, с дисперсной затравкой 49,8 % при разложении в течение часа; разложение раствора с дисперсной затравкой составило

73,9 % через 7 часов декомпозиции, с заводской затравкой - 60,4 %.

На рисунке 2 представлены электронные микрофотографии осадка гидроксида алюминия, полученного через 7 часов разложения щелочно-алюминатного раствора с применением затравки дисперсного гидроксида алюминия.

Из рисунка видно, что при разложении раствора с использованием дисперсной затравки, полученные частицы гидроксида алюминия в основном представлены в дисперсном виде с незначительной агломерацией.

Диапазоны диаметров частиц полученной твердой фазы и их распределения рассчитаны с помощью снимка (X 2000) на электронном микроскопе с использованием значения маркера, показанном на фотографии: 0,1 мкм – 89,5%; 0,15 мкм ~ 0,19 мкм – 2 %; 0,2 мкм ~ 0,952 мкм – 5 %; 1,19 мкм ~ 1,66 мкм – 2 %; 1,9 мкм ~ 2,14 мкм – 1,5 %.

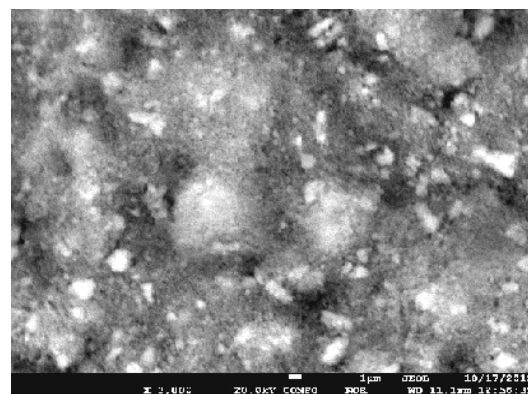


Рисунок 2 - Микрофотография осадка, полученного через 7 часов разложения с применением дисперсной затравки

С помощью снимка на электронном микроскопе полученной твердой фазы определено, что полученный гидроксид алюминия на 90 % представлен дисперсными частицами. Подтверждается, что применение дисперсной затравки при декомпозиции позволяет получить дисперсный нано-гидроксид алюминия из щелочно-алюминатного раствора при производстве глинозема. Результаты микроанализа, полученного с помощью энерго-дисперсионного спектрометра, дисперсного гидроксида алюминия через 7 часов разложения щелочно-алюминатного раствора с применением дисперсной затравки представлены на рисунке 3.

Как показано на рисунке 3, получены пробы дисперсного гидроксида алюминия с элементным составом, %: Al – 30,04; O – 69,58; Si – 0,55; Na – 0,4. Содержание примесей незначительно.

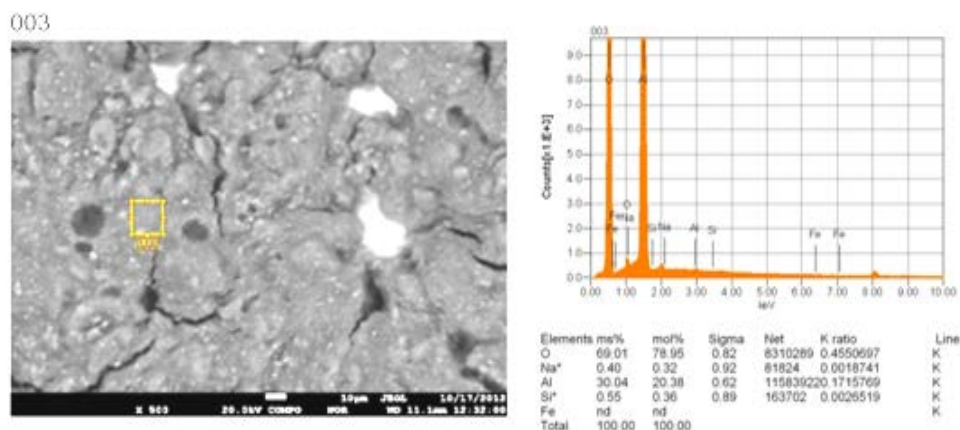


Рисунок 3 - Микроанализ (EDS) осадка через 7 часов разложения раствора с применением дисперсной затравки

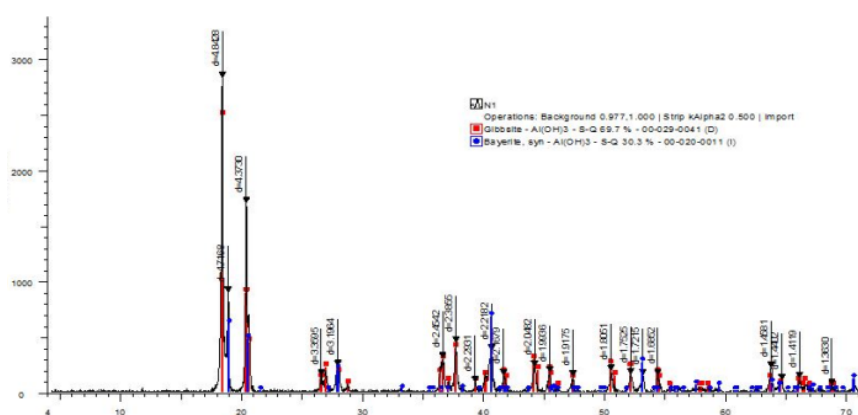


Рисунок 4 - Дифрактограмма осадка через 7 часов разложения раствора с применением дисперсной затравки

Фазовый состав осажденного дисперсного гидроксида алюминия определен рентгенофазовым анализом и представлен на рисунке 4. Фазовый состав дисперсного гидроксида алюминия представлен: гиббситом - $\text{Al}(\text{OH})_3$ – 69,7 %, байеритом - $\text{Al}(\text{OH})_3$ – 30,3 %.

Данные экспериментов показывают, что при разложении раствора алюмината натрия с концентрацией $\text{C}_{\text{Al}_2\text{O}_3}$ 127 г/дм³, α_k 1,5, степень разложения щелочно-алюминатного раствора с использованием дисперсной затравки выше, чем при использовании заводской затравки. Максимальная степень разложения достигнута через 7 часов декомпозиции. Получены частицы гидроксида алюминия с наноразмерными диаметрами, они в основном представлены в дисперсном виде, с незначительной агломерацией.

Выводы. На основании проведенных исследований и анализа полученных результатов установлено, что использование в качестве затравки мелкодисперсного гидроксида алюминия позволяет ускорить процесс декомпозиции и повысить степень разложения щелочно-

алюминатного раствора. Степень разложения для раствора алюмината натрия с добавкой дисперсной затравки составила 73,9 % в течение 7 часов декомпозиции при гидротермальных условиях. В данных условиях получен гидроксид алюминия, 90 % частиц которого имеют диаметр, не превышающий 100 нм.

Результаты экспериментов подтверждают, что полупродукт глиноземного производства – щелочно-алюминатный раствор – может служить перспективным источником получения наноглинозема.

Включение в основное производство глинозема передела по получению наноглинозема значительно повысит экономическую эффективность технологии переработки алюминиевого сырья.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алфимов М.В., Ближайшие перспективы применения нанотехнологий //Российские нанотехнологии. – 2008. – Т. 3. № 5-6. - С. 1-2.
- 2 Чжан Лия, Уан Шиян Лий, Цуй Жиян Чий. Применение α Al_2O_3 в производстве новой алюми-

ниевой керамики // *Металлургия Хэнань*. – 2001. - № 3. - С. 3-5, 10 (王向, 崔建奇. α Al_2O_3 在新型氧化陶瓷中的用. 河南冶金.)

3 Лю Юоу Жи, Лий Иой, Оу Ян Чжау Бийн. Развитие получения и применения ультратонкого глинозема // *Журнал технического университета Южного Китая*. – 2002. - № 5. - С.338 - 341 (刘有智, 李裕, 欧阳朝斌. 超氧化 α 的制及用研究展. 北工学院学.)

4 Хоу Ий Фэнь, Лю Фэн, Жан Мый Жин. Способ получения и применения наноксида алюминия // *Механическое управление и развитие*. – 2009. - № 5. - С.73 – 74 (侯毅峰, 刘, 美静. 米氧化 α 的制及用. 机械管理与)

5 Сарсенбай Г., Мылтыкбаева Л.А., Исмагулова М.Ш., Абдулвалиев Р.А., Сатылганова С.Б. Нанобөлшекті алюминий тотығы өндірісін қолға алу – Қазақстан индустриялды дамуының кепілі // *Промышленность Казахстана*. - 2012 - № 4. - С. 24-27.

6 Лю Жиан Лиан, Сун Жя Лин. Развитие исследования получения высокочистого наноксида алюминия // *Журнал технического университета Кун Мин*. – 2003. - № 3. - С. 22 – 24. (刘建良, 加林等. 高超氧化 α 制方法最新研究展. 昆明理工大学学.)

7 Пат. 2392226 РФ. Способ получения нанодисперсного порошка α -оксида алюминия /Карагедов Г.Р., Ляхов Н. З., Рыжиков Е. А.; опубл. 20.06.2010., Бюл. №17.

8 Жань Ай Фэйь, Лю Жие Пин. Исследование технологии получения порошка наноглинозема способом осаждения // *Промышленность неорганической соли*. – 2003. - № 2. - С.27 - 28 (艾, 刘吉平. 沉淀法制米氧化 α 粉体的新工研究. 无机工.)

9 Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов: Учебное пособие для вузов. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2006 - 309 с.

10 Дин Ан Пин, Рау Шуан Мин.

Исследование применения и способа разработки наноглинозема // *Цветное плавление*. - 2001. - № 3. - С. 6-9, 16 (丁安平, 栓民. “米氧化 α ”的用途和制方法初探. 有色冶.)

11 Г. Сарсенбай, Л.А. Мылтыкбаева, Р.А. Абдулвалиев, Н. М.-К. Садыков, Ж.Т. Кожумратова. Влияние осаждающих реагентов на процесс образования наночастиц гидроксида алюминия // *Комплексное использование мигнерального сырья*. – 2012. - № 4. - С. 35-39.

REFERENCES

1 Alfimov M.V. *Rossijskie nanotehnologii*, **2008**, 3, 5-6, 1-2. (in Russ.)

2 Zhang liya, Wang xiang li, Cui Zhian Chii. *Metallurgiya Hjenan'*, **2001**, 3, 3-5, 10 (in Chin.).

3 Liu Yuou Zhi, Lii Yu, Ou Yang Chzhao Bin. *Zhurnal tehniceskogo universiteta Yuzhnogo Kitaya*, **2002**, 5, 338 - 341 (in Chin.).

4 Hou Yi Feng, Liu Feng, Zhang Mei Zhing. *Mekhanicheskoe upravlenie i razvitie*, **2010**, 5, 73 - 74 (in Chin.).

5 Sarsenbai G., Myltykbaeva L.A., Ismagulova M.Sh., Abdulvaliev R.A., Satylganova S.B. *Promyshlennost' Kazahstana*, **2012**, 4, 24-27 (in Kaz.).

6 Liu Zhian Liang, Sun Zhia Lin. *Zhurnal tekhnicheskogo universiteta Kun Min*, **2003**, 3, 23 – 24 (in Chin.).

7 Pat. 2392226 RF. Karagedov RF., Lyakhov N.Z., Rizhikov E.A., **20.06.2010**, Bul 17 (in Russ.)

8 Zhang Ay Fei, Liu Zhi Ping. *Promyshlennost' neorganicheskoy soli*, **2003**, 2, 27 – 28 (in Chin.).

9 Shabanova N.A., Popov V.V., Sarkisov P.D.. *Khimiya i tehnologiya nanodispersnykh oksidov: Uchebnoe posobie dlya vuzov. M. ICC Akademkniga*, **2006**, 309. (in Russ.).

10 Ding An Ping, Rau Shuang Min. *Tsvetnoe plavlenie*, **2001**, 3, 6-9, 16(in Chin.).

11 Sarsenbay G., Myltykbaeva L.A, Abdulvaliev R.A, Sadykov N. M.-K., Kozhumratova Zh.T. *Kompleksnoe ispolzovanie mineralnogo syr'ya*, **2012**, 4, 35-39 (in Russ.).

Түйіндеме

Гидротермалды жағдайда сілті – алюминатты ерітіндіні дисперсті және завод туынтектерін қолдана отырып декомпозициялау үрдісі зерттелген. Туынтек ретінде заводтың алюминий гидроксиді және анықталған шарт-жағдайда тұнбалау арқылы алынған дисперсті алюминий гидроксиді қолданылды. Декомпозицияланған алюминий гидроксид ұсақ бөлшектерінің құрылысы электронды-зонды микроанализ және электронды сканирлі микроскопия арқылы тексеріліп, фазалық құрамдары рентген дифракциялық анализ арқылы анықталды. Зерттеу нәтижелері концентрациясы Al_2O_3 127 г/дм³ және α_k 1.5 болатын ерітіндіні іріту барысында, завод туынтегін қолдануға қарағанда дисперсті туынтек қолданудан ерітіндінің іру жылдамдығы және іру мөлшері жоғары болатындығын көрсетеді. Ірудің ең жоғары шегі - 73,9 % үрдіс ұзақтығы 7 сағаттан соң көрініп, осы жағдайда диаметрі наноөлшемді бөлшектері 90 % ды құайтын дисперсті алюминий гидроксид тұнбасы алынған. Анықталған жағдайда өңделген дисперсті туынтекті қолданудың декомпозиция үрдісін қысқартып, дисперсті алюминий гидроксидін алуға мүмкіндік беретіндігі тұрақтанды.

Түйін сөздер: алюминий гидроксиді, дисперсті туынтек, декомпозиция, бөлшек диаметрі, іру мөлшері, сілті – алюминатты ерітінді.

Summary

The process of alkaline aluminate solution decomposition was investigated under hydrothermal conditions by using dispersed and factory seeds. For the decomposition process there were used factories aluminum hydroxide and aluminum hydroxide with the dispersed composition, which was previously obtained from the process of chemical precipitation under certain conditions. Structural studies of the aluminum hydroxide particles obtained by decomposition were carried out by means of the electron-probe microanalysis and scanning electron microscopy, and phase composition of products was determined by means of X-ray diffraction analysis. The result of experiments shows that at the decomposition of solution with concentration of Al_2O_3 127 g/dm³ and α_k 1.5 the speed and degree of decomposition will be higher when dispersed seed is used compared to case of factories seed. The degree of maximal decomposition - 73.9% was obtained after 7 hours decomposition; under these conditions dispersed aluminum hydroxide was obtained and 90% of its particles size not exceeding 100 nm. It was established that this product in form of dispersed seed obtained by us considerably reduces the duration of the decomposition process, allows to obtain dispersed aluminum hydroxide

Keywords: aluminum hydroxide, dispersed seed, decomposition, particle diameter, nanoparticles, degree of decomposition, alkali aluminate solution.

Поступила 11.09.2013.

УДК 622.772:669.21:573.6.086

Комплексное использование
минерального сырья. № 3. 2013.

Г.В. СЕМЕНЧЕНКО*, А.Т. АБУБАКРИЕВ, Д.Р. МАГОМЕДОВ

АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», Алматы, *ao.cnzmo@rambler.ru

РАЗРАБОТКА УЧАСТКА БИОХИМИЧЕСКОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОТВАЛОВ АКБАКАЙСКОЙ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Для извлечения благородных металлов из отвалов акбакайской золотоизвлекательной фабрики был разработан участок двухстадиального биохимического выщелачивания. На первой стадии отвалы подвергаются предобработке смешанной популяцией равного количества ацидофильных (*Acidithiobacillus ferrooxidans*) и гетеротрофных (*Pseudomonas aureofaciens*) бактерий. Условия предобработки: перемешивание – 50-100 об./мин, pH = 2,0-2,5, длительность 120 часов. Затем смесь отстаивается (или фильтруется в фильтровальной машине), верхняя часть отправляется на рекультивацию ацидофильных бактерий, а нижняя – в чан для выщелачивания. На второй стадии отвалы выщелачиваются комплексным выщелачивающим раствором, состоящим из ингредиентов в концентрациях: аминокислота – 0,04 моль/дм³, роданид – 0,01 моль/дм³, цианид – 0,1 моль/дм³, концентрация гетеротрофных бактерий – 10⁶ кл./см³. Условия выщелачивания: pH 9,8-10,0; температура – 20-23 °С, перемешивание в чане – 100 об./мин; соотношение Т:Ж = 1:2. При необходимости смена выщелачивающего раствора производится 2-3 раза. Смесь отстаивается. Осветленный раствор поступает на сорбцию, обеззолоченные отвалы – в хвостохранилище. Технология испытана в лабораторных условиях на отвалах акбакайской золотоизвлекательной фабрики с содержанием золота 2,2 г/т. Извлечение золота составило около 92%. Преимущества двухстадиального участка биохимического выщелачивания: предобработка смешанной популяцией ацидофильных и гетеротрофных бактерий дает возможность использовать минерализованную воду из местного источника Бескемпир, которая инактивирует монокультуру ацидофилов. Дополнительная переработка отвалов способствует снижению антропогенной нагрузки на природные экосистемы и увеличивает сквозное извлечение золота.

Ключевые слова: биовыщелачивание, отвалы, благородные металлы, золото, бактерии

Введение. На горнорудных предприятиях, добывающих сульфидные руды металлов, отработанная горная порода складировается и хранится в отвалах. При контакте ее с водой в толще отвалов самопроизвольно протекают

процессы окисления остатков сульфидов металлов кислородом воздуха до растворимых сульфатов с каталитическим участием населяющих отвалы микроорганизмов, в частности, *Acidithiobacillus ferrooxidans*.