

УДК 66.088

**Еранская Татьяна Юрьевна**

Институт геологии и природопользования ДВО РАН

г. Благовещенск, Россия

E-mail: [taerta@mail.ru](mailto:taerta@mail.ru)**Eranskaya Tatiana Yurievna**

Institute of Geology and Nature Management, FEB RAS

Blagoveshchensk, Russia

E-mail: [taerta@mail.ru](mailto:taerta@mail.ru)**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ИНТЕРВАЛА  
ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА КАОЛИНА****DETERMINATION OF THE OPTIMAL TEMPERATURE RANGE FOR PRE-FIRING KAOLIN**

*Аннотация.* Исследовано влияние предварительного обжига каолиновых концентратов на выход гидроксида алюминия при азотнокислотном выщелачивании кавитационным методом. Интервал обжига 700-750°C является оптимальным для максимальной вскрываемости каолинового концентрата.

*Abstract.* The effect of pre-firing of kaolin concentrates on the yield of aluminum hydroxide during nitric acid leaching by cavitation method is studied. The firing interval of 700-750 ° C is optimal for maximum opening of kaolin concentrate.

*Ключевые слова:* обжиг, температурный интервал, каолиновый концентрат, азотнокислотное разложение.

*Key words:* kaolin concentrate nitric acid solution, decomposition of kaolin, cavitation, ultrasonic apparatus, the temperature of the process.

**DOI: 10/22250/jasu.14**

В условиях, когда месторождения бокситов истощаются, необходимо искать другие источники для производства глинозема. Такими источниками могут быть широко распространенные глинистые каолинсодержащие породы – каолины, нефелины и др. На территории Амурской области находится Чалганское месторождение каолинсодержащих песков, общие балансовые запасы которого составляют 65,48 млн. тонн [1]. Годовой выпуск обогащенного мокрым способом каолина на комбинате «Опытный» (в период его работы) составлял 50 тыс. тонн [2]. Этот каолиновый концентрат может использоваться для производства бумаги, санитарно-технических, фарфоровых и керамических изделий и в других целях. В табл. 1 приведен химический состав каолиновой породы и продуктов ее первичной переработки в пересчете на безводное вещество.

Каолиновые концентраты с таким и более низким содержанием оксида алюминия могут использоваться при производстве глинозема. Например, глины Ангреновского месторождения содержат 23,50 масс. %  $Al_2O_3$  [3], а кыштымские каолины на Урале – до 42,00 масс. %.

Каолиновые концентраты состоят из минерала каолинита, оксида кремния и в небольших количествах – сопутствующих минералов на основе оксидов из табл. 1.

Источником глинозема в каолиновом концентрате является каолинит. Его химическая формула  $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ , или  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  с соотношением  $Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 39,5\% : 46,5\% : 14,0\%$  [4].

Таблица 1

**Химический состав каолиновой породы (КП) и концентратов (КМ-1, КН-73) Чалганского месторождения, масс. % [2]**

Оксиды	КП	КН-73	КМ-1
SiO <sub>2</sub>	81,67	58,01	53,93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,58	39,09	42,61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49	0,82	1,11
TiO <sub>2</sub>	0,4	0,54	0,69
Na <sub>2</sub> O	0,14	0,16	0,13
K <sub>2</sub> O	1,73	1,38	1,53
Сумма	100	100	100

Каолинит имеет двухслойную структуру. Его химическую формулу часто записывают как 2(Al<sub>4</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub>). Связь между слоями компенсирована находящимися напротив друг друга гидроксильными ионами и атомами кислорода. Поэтому у кристаллической решетки каолинита практически отсутствует способность к внутрикристаллическому разбуханию. Вследствие чего катионы реагентов не могут проникать в межпакетное пространство. В результате каолинит имеет низкую химическую активность. Его емкость обмена составляет  $3 \cdot 10^{-3} \dots 5 \cdot 10^{-3}$  моль/100 г [4].

Чтобы повысить реакционную активность каолинита, необходимо устранить водородно-кислородные связи между слоями путем удаления структурированной воды из решетки каолинита нагреванием до определенных температур. Удаление воды сопровождается переходом каолинита в аморфную структуру метакаолинита, который имеет высокую химическую активность к различным химическим реагентам. Например, при температуре выше 700°C (табл. 2) вода в структуре каолина практически отсутствует, а каолинит имеет аморфную структуру (рис. 1). Пики на дифрактограмме принадлежат свободному SiO<sub>2</sub>, входящему в каолиновый концентрат.

Таблица 2

**Состав исходного и обожженного каолина, %**

Оксиды	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Loi()	Сумма
Исходный каолин	50,44	32,83	0,41	1,46	0,01	0,36	0,24	0,20	1,45	0,02	12,42	99,84
Обожженный каолин при температуре обжига, °C												
600	56,42	37,20	0,46	1,65	0,01	0,41	0,20	0,18	1,63	0,02	1,60	99,78
700	55,75	38,46	0,48	1,69	0,01	0,42	0,26	0,19	1,66	0,03	0,79	99,74
800	57,15	37,35	0,46	1,66	0,01	0,41	0,20	0,19	1,62	0,02	0,70	99,77

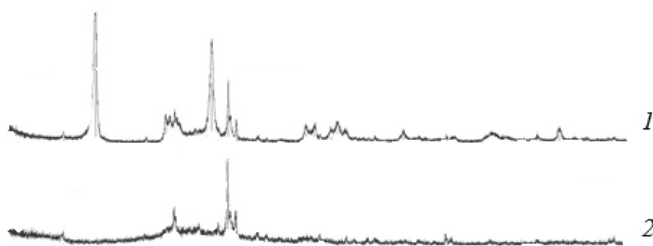


Рис. 1. Дифрактограммы образцов:

- 1 – исходный каолиновый концентрат;  
2 – концентрат после обжига при 700°C.

При любой кислотной технологии получения глинозема из каолинового концентрата предварительный обжиг является обязательной операцией. Все исследователи заключают, что максимальной реакционной способностью обладают каолины, обожженные при температурах 650-750°C. Время данной операции обычно составляет от одного до пяти часов. В соответствии с нашей технологией каолин выдерживали при постоянной

температуре в течение 1, 3 и 6 часов, а затем охлаждали до температуры окружающей среды вместе с печью. В табл. 2 приведены данные о химическом составе образцов, полученных при температуре обжига в течение трех часов. При температурах обжига ниже 700°C в структуре каолинита остается часть структурированной воды, которая препятствует полному разложению, а при более высоких – приобретает последовательно структуру  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, что также препятствует полному разложению.

Эксперименты по выщелачиванию (разложению) обожженного каолинового концентрата азотной кислотой проводились по кавитационной технологии. Максимальный результат 83,78% от расчетного получен для каолина, обожженного при температуре 700°C (рис. 2).

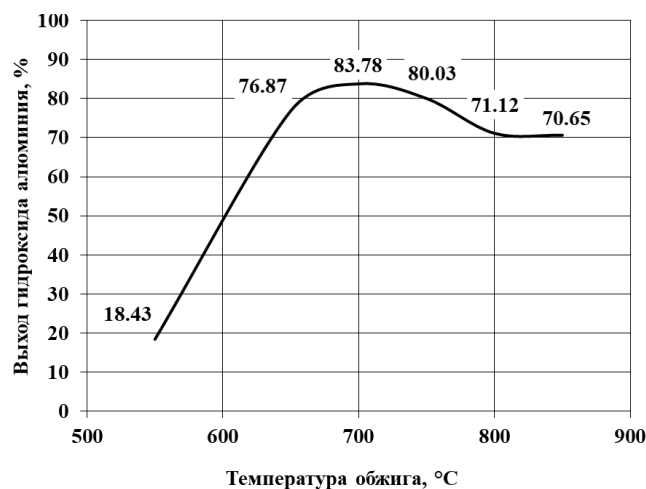


Рис. 2. Выход готового продукта от температуры предварительного обжига.

Данные эксперименты с каолиновыми концентратами проводились с целью определения оптимальных параметров разрабатываемой кавитационной технологии по азотнокислотному выщелачиванию обожженных каолинов.

1. Нежинец, В.Н. Каолины // Геология СССР. – М.: Недра, 1976. – Т. 19. – С. 141-144.
2. Римкевич, В.С. Экспериментальные исследования магматической несмесимости в силикатно-солевых системах в связи с разработкой методов извлечения алюминия из горных пород. – Благовещенск, 2001. – 211 с.
3. Кенжаев, М.Э., Исламова, М.Ш., Мирзакулов, Х.Ч. Исследование влияния процесса прокалики на извлечение окиси алюминия из ангренинских каолинов // Universum: Технические науки: электрон. научн. журнал. – 2017. – № 4(37). – URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/4678>
4. Солодкий, Н.Ф., Шамриков, А.С., Погребенков, В.М. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекольной промышленности. Справочное пособие / под ред. проф. Г.Н. Масленниковой. – Томск: Изд-во ТПУ. 2009. – 332 с.

УДК 331.45

**Иваныкина Татьяна Викторовна**

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

E-mail: [tat-ivanykina@yandex.ru](mailto:tat-ivanykina@yandex.ru)

**Ivanykina Tatiana Viktorovna**

Amur State University

Blagoveshchensk, Russia

E-mail: [tat-ivanykina@yandex.ru](mailto:tat-ivanykina@yandex.ru)

**Чупраков Андрей Евгеньевич**

Амурский государственный университет

г. Благовещенск, Россия

E-mail: [andrey.chuprakov.99@mail.ru](mailto:andrey.chuprakov.99@mail.ru)

**Chuprakov Andrei Evgenevich**

Amur State University

Blagoveshchensk, Russia

E-mail: [andrey.chuprakov.99@mail.ru](mailto:andrey.chuprakov.99@mail.ru)