

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 553.61 + 553.3

ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ГЕМАТИТ-КАОЛИНИТОВОЙ РУДЫ

А. А. ГЮЛЬЗАДЯН и Р. М. МИРЗАХАНЯН

Государственный инженерный университет Армении, Ереван

Поступило 29 IV 1998

Дано математическое описание процесса химической переработки гематит-каолининовой руды с целью получения каолина – сырья для производства керамики. Установлены оптимальные условия проведения процесса.

Рис. 2, библиографические ссылки 3.

В результате ранее проведенных исследований [1,2] в области переработки гематит-каолининовой руды Урцского месторождения Армении установлен ее средний минералогический состав (масс.%): железосодержащие минералы – гематит (Fe_2O_3) – 15÷20, магнетит (Fe_2O_4) – до 1, сидерит – до 1, глиноземсодержащие минералы – каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) – 58÷70, в котором SiO_2 – 36÷48, Al_2O_3 – 22÷28, бокситные минералы – 2÷10, титансодержащие минералы (CaTiOSiO_4) – 0,6÷3,58, рутил (TiO_2) – до 1,15 и другие вещества с более низким содержанием – корунд, кварц, апатиты, хромиты, полевые шпаты и др. [1]. Средняя плотность руды равна 2750 кг/м^3 .

При разложении указанной породы соляной кислотой извлекаются основная часть железа, часть алюминия из бокситных минералов и небольшие количества кальция и магния.

Полученный нерастворимый осадок представляет собой каолининовый концентрат, по составу близкий к природным каолинам со следующим содержанием сопутствующих окислов (масс.%): Fe_2O_3 – 0,6, CaO до 0,35, MgO – до 0,35, TiO_2 – 1,8÷3,3 и др. Переработка

руды ведется так, чтобы обеспечить максимальное извлечение из нее железа и минимальное извлечение алюминия.

Целью настоящей работы является математическое описание процесса химической переработки гематит-каолиновой руды и установление оптимальных условий его проведения. Обработка руды соляной кислотой проведена на лабораторной установке периодического действия, состоящей из колбы объемом 2 л, снабженной мешалкой, нагревательным устройством и обратным холодильником [3]. Размеры частиц измельченной руды — меньше 0,6 мм, основные фракции размерами 0,075–0,315 мм составляют 70%. Процесс переработки руды проводится в гидродинамическом режиме, близком идеальному перемешиванию. После определенного времени реакционная смесь подвергается фильтрованию на вакуумной установке. Осадок на фильтре промывается водой и высушивается. Фильтрат подвергается химическому анализу для определения в нем содержания железа и алюминия и степеней извлечения этих веществ из руды. (Степень извлечения данного вещества: железа — X_A и алюминия — X_B представляют собой отношение извлекаемого из руды количества этого вещества к его начальному количеству).

Исследовано влияние на степень извлечения железа и алюминия концентрации кислоты (C_K), количества кислоты, необходимой для полного извлечения железа (m), температуры (t) и времени проведения процесса (τ).

Для установления зависимости степени извлечения железа X_A и алюминия X_B от концентрации кислоты C_K и ее количества m навески исходной руды по 50 г подвергались обработке соляной кислотой различных концентраций в течение 60 мин при температуре 60°C. Эти условия проведения опытов установлены предварительными опытами и близки к оптимальным. Для обработки 50 г руды теоретически необходимое количество кислоты составляет 34,6 г, из которого 11,15 г расходуется на полное растворение Fe_2O_3 и 23,45 г — на полное растворение Al_2O_3 . Наилучшие результаты получены при концентрациях кислоты 30 и 35%, когда степени извлечения железа равны соответственно $X_A=0,959$ и 0,980, а алюминия в обоих случаях — $X_B=0,0475$.

Многочисленными опытами установлено, что 3,1-кратное количество чистой соляной кислоты является оптимальным.

Дальнейшие опыты для установления зависимости степени извлечения X_A и X_B от τ и t проведены с 35% кислотой. Результаты опытов приведены на рис.1 и 2. Каждая точка на рисунках показывает среднее значение степеней извлечения X_A и X_B .

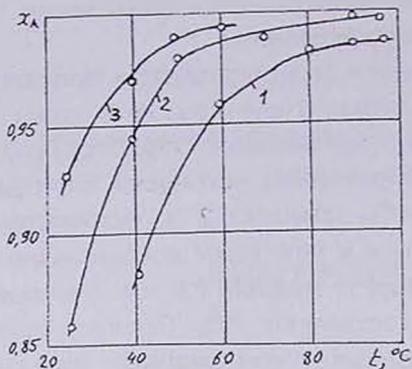


Рис.1. Зависимость степени извлечения железа X_A от времени τ и температуры t : 1 - $\tau = 30$ мин, 2 - 60 мин, 3 - 90 мин.

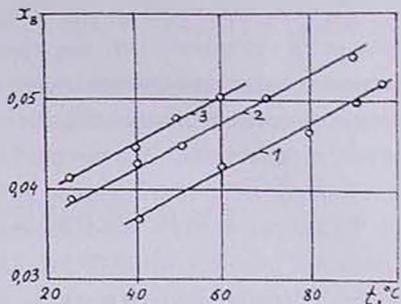


Рис.2. Зависимость степени извлечения алюминия X_B от времени τ и температуры t : 1 - $\tau = 30$ мин, 2 - 60 мин, 3 - 90 мин.

Расположение точек на рис.1 показывает, что зависимость X_A от τ и t наилучшим образом можно аппроксимировать с помощью уравнения вида

$$x_A = 1 - A Fo^m Gr^n, \quad (1)$$

где $Fo = \frac{at}{l^2}$ — критерий Фурье и $Gr = \frac{gl^3\beta t}{\nu^2}$ — критерий Грасгофа. В

этих выражениях a — коэффициент температуропроводности, m^2/c ; l определяет линейный размер, m ; g — ускорение силы тяжести, m/c^2 ; β — коэффициент объемного расширения реакционной смеси, $град.^{-1}$; ν — кинематическая вязкость реакционной смеси, m^2/c .

Путем обработки опытных данных найдены числовые величины показателей степеней $m = -1,51$, $n = -2,61$ и произведения коэффициента A с параметрами, входящими в Fo и Gr , кроме τ и t . В результате получается расчетное эмпирическое уравнение

$$x_A = 1 - 301620 \tau^{-1,51} \cdot t^{-2,61}. \quad (2)$$

Приведенные на рис.1 линии построены согласно уравнению (2). Их совпадение с опытными точками показывает адекватность уравнения (2) процессу растворения. Уравнение (2) справедливо при значениях времени $\tau \geq 30$ мин и температурах $100 > t \geq 25^\circ C$.

Зависимость X_B от τ и t (рис.2) аппроксимируется уравнением типа

$$x_B = B Fo^p + K Gr^q \quad (3)$$

и после обработки опытных данных и определения величин коэффициентов В и К и показателей степеней р и q получается эмпирическое уравнение

$$x_B = 0,0113\tau^{0,26} + 0,00025t. \quad (4)$$

На рис.2 линии зависимости X_B от времени и температуры построены по уравнению (4). Их совпадение с опытными точками показывает достаточную точность уравнения (4) в пределах $30 \leq \tau \leq 90$ мин и $25 \leq t \leq 96^\circ\text{C}$.

Опытные данные на рис.1 и 2 и эмпирические уравнения (2) и (4) дают возможность найти оптимальные значения τ и t в каждом конкретном случае для проведения процесса с максимальной степенью извлечения из руды железа X_A и с минимальной степенью извлечения алюминия X_B . Уравнения (2) и (4) необходимы для расчета и проектирования непрерывно работающего промышленного аппарата для переработки гематит-каолиновой руды в оптимальных технологических условиях.

ՀԵՄԱՏԻՏ-ԿԱՈՒՆԻՏԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԳՈՐԾՆԵԹԱՅԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՆԿԱՐԱԳԻՐԸ

Ա. Ա. ԳՅՈՒԼԶԱԴՅԱՆ և Ռ. Մ. ՄԻՐԶԱԽԱՆՅԱՆ

Տրված է հեմատիտ-կաոլինիտային հանքանյութի քիմիական մշակման գործընթացի մաթեմատիկական նկարագիրը: Հանքանյութի մշակումից ստացված կաոլինը հանդիսանում է հուճք խեցեղեն նուրբ առարկաների արտադրության համար: Որոշված են գործընթացի իրավականացման լավագույն պայմանները:

THE INVESTIGATION AND MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE PROCESS OF CHEMICAL TREATMENT OF HEMATITE-KAOLIN ORE

A. A. CJULZADYAN and R. M. MIRZAKHANYAN

It has been offered the method of chemical processing of hematite-kaolin ore – raw materials for fine ceramics production. The processing of ore is carried out by mineral acids in such manner, that it provides maximum extraction of iron from ore and minimum extraction of aluminum. The Residue obtained after acid processing is similar by composition to natural kaolin. It can be used for many industrial needs.

The process of growing ore (dimensions of particles 0÷0.6 mm) has been done in lab mixer in different conditions. Optimal concentration of hydrochloric acid (30÷35% mass) and optimal quantity of pure acid (3.1 multiple from theoretically necessary) have been established by numerous experiments.

Dependence of iron extraction degree from ore X_A upon temperature t ($^\circ\text{C}$) and time τ (min) (if $\tau \geq 30$ min, $t \geq 25^\circ\text{C}$) has been established

$$X_A = 1 - 301620\tau^{-1,51} \cdot t^{-2,61}$$

The degree of aluminum extraction X_B is presented by equation

$$X_B = 0,0113\tau^{0,26} + 0,00025t \quad (\text{if } 30 \leq \tau \leq 90 \text{ min}, 25 \leq t \leq 96^\circ\text{C}).$$

The equations give opportunity to find optimum temperature t and optimum processing time τ , when the degree of iron extraction reaches $X_A=0.99$ and the degree of aluminum extraction reaches $X_B=0.047$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гюльзаян А.А., Кристостурян Е.Т., Ашикян М.А., Алиханян Р.Г. // Хим. ж. Армении, 1997, т.50, №3-4, с.124.
- [2] Гулян Э.Х., Гюрджян А.А., Бартикян Б.М. // Труды Армянского геологического общества, вып.1, Ереван, 1977, с.143.
- [3] Алчуждян А.А., Гюльзаян А.А., Будагян Б.О., Месропян К.Г., Ашикян М.А. // Изв. АН Арм.ССР, ХН, 1964, т.17, №5, с.578.