

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ В АВТОКЛАВАХ ПРОТИВОТОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ

Р. Е. АКОПЯН и С. Е. СИРАДЕГЯН

Ереванский политехнический институт им. К. Маркса

Поступило 25 X 1986

Разработана методика расчета выщелачивания в автоклавах противоточного действия на примере перлита. Методика построена для квазигомогенной модели, обоснованной лабораторными исследованиями.

Табл. 3, библиограф. ссылок 4.

Методы расчета противоточных вертикальных автоклавов для выщелачивания приближенные и нуждаются в уточнении. Предлагается математическая модель выщелачивания для расчета противоточных автоклавов с применением ЭВМ. Адекватность модели проверена на примере выщелачивания перлита едким натром.

Предметом исследований выбран именно противоточный автоклав из-за его очевидного преимущества по сравнению с прямоточным — большой удельной поверхности межфазового контакта. При этом частицы «отстают» от потока, увеличивая таким образом концентрацию частиц ϕ и приводя в конечном счете к повышению эффективности процесса.

Лабораторными исследованиями в автоклавах, проведенными в условиях, приближенных к непрерывным, показано, что процесс растворения относится к мало встречающейся квазигомогенной модели, когда растворение идет из всего объема, а размер частицы практически остается постоянным. Меняется средняя (кажущаяся) плотность частицы. В других условиях возможно протекание процесса по модели с невзаимодействующим ядром [1].

Высота автоклава рассчитывается по уравнению:

$$H = \sum_{i=1}^N \Delta H_i = \int_1^N dH_i, \quad (1)$$

$$dH_i = (V_i - U_{i,j}) \frac{\partial_{0,j} d\varphi_{i,j}}{6\Delta\rho_j} \quad (2)$$

где i — номер сечения аппарата, j — номер фракции, V — скорость подъема пульпы, U — скорость стесненного падения, ∂_j — средний диаметр частиц данной фракции, $\Delta\rho$ — разность плотностей ($\Delta\rho = \rho - \rho_0$; ρ , ρ_0 — плотности частицы и раствора), λ — скорость растворения частицы, практически постоянная для всех фракций во всех сечениях аппарата (определяется экспериментально).

Скорость стесненного падения определяется по известному уравнению Тодеса [2], дополненному Гаспаряном [3]:

$$U_{i,j} = \frac{\beta}{\alpha^{1/3}} \cdot \frac{\eta_0}{\rho_0} \cdot \frac{Ar(1-\varphi)^{4.75}}{18 + 0,61 \sqrt{Ar(1-\varphi)^{4.75}}} \quad (3)$$

где α и β — коэффициенты формы (определяются экспериментально), η_0 — вязкость раствора, Ar — число Архимеда, φ — объемная концентрация частиц в пульпе.

Скорость подъема пульпы V_i определяется из уравнения

$$\varphi = \sum_{j=1}^K \frac{V_i \varepsilon_{i,j}}{V_i - U_{i,j}} \quad (4)$$

Диаметр автоклава рассчитывается по уравнению расхода (5), время пребывания отдельных фракций — из выражения (6):

$$D = \left(\frac{\sum W_{i,j} + Q}{0,785 V_i} \right)^{0,5} \quad (5)$$

$$\tau_j = \frac{\sum d\rho_j}{\lambda} \quad (6)$$

где Q — объем раствора, W — объем частиц.

Задача выщелачивания для „оптимального“ режима решена на ЭВМ ЕС-1022: выщелачивание 7% раствором едкого натра, $t = 150^\circ$, состав пульпы $\varepsilon = 0,165$ ($Q = 2,08 \text{ м}^3/\text{с}$, $W = 0,41 \text{ м}^3/\text{с}$), $\rho_0 = 1100 \text{ кг/м}^3$, $\eta_0 = 0,78 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$, $\rho = 2340 \text{ кг/м}^3$, $\alpha = 1,35$, $\beta = 0,97$, $\lambda = 2 \cdot 10^{-9} \text{ м/с}$, $\varphi = 0,3$.

После подстановки известных уравнение (3) примет вид:

$$U_{i,j} = \frac{2,037 \cdot 10^3 \left(\Delta\rho - \sum_{i=0}^l d\rho_i \right) \partial_{i,j}^2}{18 + 3,477 \cdot 10^4 \sqrt{\left(\Delta\rho - \sum_{i=0}^l d\rho_i \right) \partial_{i,j}^3}} \quad (7)$$

Определение V_i из (4) осуществляется методом итерации. Средняя плотность частицы определяется из уравнения:

$$\rho_{i,j} = \rho_{0,j} - \sum_{i=0}^l d\rho_{i,j} \quad (8)$$

Таким образом, математическая модель расчета автоклава — это система уравнений (1, 2, 4—8). Алгоритм расчета следующий: по уравнению (7) определяются значения $U_{i,j}$. Значение V_i определяется из (4) (для принятой модели $\varepsilon_{i,j} = \varepsilon_{0,j}$). Задаваясь значением $d\rho_j$ для одной фракции (удобнее первой), по уравнению (2) рассчитывается dH_i . Для найденного dH_i из того же уравнения (2) определяются $d\rho_i$ для остальных фракций в соответствии с $U_{i,j}$. Затем определяются диаметр аппарата (5), по (6) — время пребывания фракций (если есть необходимость) и новые значения плотностей частиц по (8). Расчет повторяется до тех пор, пока все фракции не отдадут определенный процент кремнезема (в нашем случае 30%), т. е. до определенного извлечения.

Гранулометрический состав помола перлита приведен в табл. 1.

Таблица 1

Фракции	Средний диаметр, мк.м	Объемный расход, м ³ /ч	Объемная доля твердой фазы в пульпе
—250 + 225	237	0,0123	0,0050
—225 + 200	212	0,0123	0,0050
—200 + 175	187	0,0287	0,0116
—175 + 150	162	0,0328	0,0132
—150 + 125	137	0,0328	0,0132
—125 + 100	112	0,0451	0,0181
—100 + 75	87	0,0451	0,0181
— 75 + 50	62	0,0533	0,0215
— 50 + 25	37	0,0574	0,0230
— 25	12	0,0902	0,0363
Итого		0,41 м ³ /ч	0,165 $\frac{\text{м}^3 \text{ тв.}}{\text{м}^3 \text{ пульпы}}$

Результаты расчетов модели процесса выщелачивания перлита сведены в табл. 2.

Таблица 2

Высота автоклава, м	Диаметр автоклава, м	Извлечение, %
0	0,365	0
1,11	0,380	6
2,65	0,405	14,2
4,30	0,420	19,5
5,55	0,423	22,9
6,64	0,424	25,1
7,65	0,425	27,1
8,61	0,425	28,3
9,55	0,426	29,3
10,77	0,426	30,0

Таблица 3

Высота автоклава, м	Диаметр автоклава, м	Извлечение, %
0	0,36	0
4,51	0,39	11,46
8,60	0,40	18,53
11,61	0,40	22,53
14,27	0,40	24,75
16,75	0,40	26,72
19,11	0,40	28,17
21,39	0,40	29,18
23,62	0,40	29,97
25,55	0,40	30,29

Для сравнения рассмотрим случай растворения частиц с поверхности, т. е. модель невзаимодействующего ядра. В этом случае уравнения расчетов несколько видоизменяются:

$$dH_i = (V_i - U_{i,j}) \frac{d\partial_{i,j}}{h}, \quad (9)$$

$$U_{i,j} = \frac{2,07 \left(\partial_{0,j} - \sum_{i=0}^j \partial_{i,j} \right)^2}{1,47 \cdot 10^{-5} + \sqrt{\left(\partial_{0,j} - \sum_{i=0}^j \partial_{i,j} \right)^3}}. \quad (10)$$

Скорость V_i рассчитывается исходя из (4). $\varepsilon_{i,j}$ определяется следующим образом:

$$\varepsilon_{i,j} = \varepsilon_{0,j} (\partial_{i,j} / \partial_{0,j})^2 \quad (11)$$

В табл. 3 приведены результаты этих расчетов для случая растворения частиц с поверхности.

ԱՐՏԱԼՈՒԾՈՒՄԸ ՀԱԿԱՀՈՍ ԳՈՐԾՈՂՈՒԹՅԱՆ ԱՎՏՈԿԼԱՎՆԵՐՈՒՄ

Ռ. Ե. ՀԱԿՈՅԱՆ և Ս. Ե. ՍԻՐԱԴԵԴՅԱՆ

Մշակված է պերլիտից նատրիումի հիդրոքսիդի օգնությամբ սիլիկահողնաքարալուծելու ավտոկլավի հաշվարկի եղանակ: Այն հիմնված է լարորատոր փորձերով ապացուցված կեղծ հոմոգեն մոդելի վրա:

A STUDY OF THE ALKALIZING OUT PROCESS IN A COUNTER-FLOW AUTOCLAVE

R. Ye. HAKOPIAN and S. Ye. SIRADEGHIAN

The calculation method of SiO_2 alkalinizing out process from perlite in a counter-flow type autoclave for the quasihomogeneous model has been elaborated. This method has been proved by experimental investigations.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Левенциль О. — Инженерное оформление химических процессов. М., Химия, 1969.
2. Азров М. Э., Тодес О. М. — Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем. Л., Химия, 1968.
3. Гаспарян А. М. — Статика и динамика двухфазного потока. Конспект лекций. Ереван, ЕрПИ, 1970.
4. Мелконян Г. С. — Гидротермальный способ приготовления комплексного стекольного сырья «каназит» на основе горных пород и продуктов их переработки. Ереван, Аястан, 1977.