

Р.М. МИРЗАХАНИЯН, А.А. ГОЛЬЗАДЯН, А.Х. ВАГАНЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРОВАНИЯ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ СУСПЕНЗИИ КАОЛИНИТ-РАСТВОР СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Изучен процесс фильтрования суспензии, полученной после кислотной обработки гематит-каолининовой руды. Опытным путем определены параметры фильтрования, необходимые для расчета и проектирования промышленных фильтров различных конструкций.

Ключевые слова: фильтрование, гематит-каолининовая руда, суспензия, сопротивление, перепад давления.

При предложенном способе промышленной переработки [1, 3] гематит-каолининовой руды Урцкого месторождения образуется суспензия, состоящая из ~23% твердых частиц и 77% жидкости. Основной составляющей твердой фазы является каолин (~ 85 %). Жидкая фаза представляет собой разбавленную соляную кислоту с некоторым содержанием хлоридов железа и алюминия. Разделение этой суспензии на твердую и жидкую фазу целесообразно проводить фильтрованием. Для расчета и проектирования промышленных фильтров необходимо экспериментально определить постоянные в уравнениях фильтрования, а именно, отношение объема осадка к объему фильтрата X_0 , удельное объемное сопротивление осадка r_0 , m^{-2} и сопротивление фильтровальной перегородки R_ϕ , m^{-1} .

Основное дифференциальное уравнение фильтрования представляется в виде [2]

$$W = \frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(r_0 X_0 (V/S) + R_\phi)}, \quad (1)$$

или с учетом

$$X_0 = h_0 S / V \quad (2)$$

получим

$$W = \Delta P / \mu(r_0 h_0 + R_\phi), \quad (3)$$

где W – скорость фильтрования, m/c ; V – объем фильтрата, m^3 ; S – поверхность фильтрования, m^2 ; τ – продолжительность фильтрования, c ; ΔP – разность давлений, $Па$; μ – вязкость жидкой фазы суспензии, $Па\cdot c$; h_0 – высота слоя осадка, m .

При постоянной разности давлений ΔP и неизменной температуре для данной суспензии и выбранной фильтровальной перегородки все величины, входящие в (1), кроме V и τ , постоянны. Интегрируя (1) в пределах от 0 до V и от 0 до τ и проведя некоторые преобразования, получим

$$V^2 + 2 \frac{R_\Phi S}{r_0 X_0} V = 2 \frac{\Delta P S^2}{\mu r_0 X_0} \tau. \quad (4)$$

Преобразуем это уравнение к виду

$$\tau / V = MV + N, \quad (5)$$

где

$$M = \mu r_0 X_0 / 2 \Delta P S^2, \quad (6)$$

$$N = \mu R_\Phi / \Delta P S. \quad (7)$$

В условиях постоянности величин, входящих в правые части равенств (6) и (7), значения M и N также постоянны, при этом (5) является уравнением прямой линии, наклоненной к горизонтальной оси под углом, тангенс которого равен M , и отсекающей на оси ординат отрезок N . Для построения указанной прямой в координатах V - τ/V необходимо найти ряд точек на основании измеренных в опытах значений V и τ/V (рис. 1), затем по графику определить величины M и N , после чего из (6) и (7) вычислить r_0 и R_Φ . Величина X_0 определяется в результате непосредственного измерения объемов осадка $V_0 = h_0 S$ и фильтрата по (2).

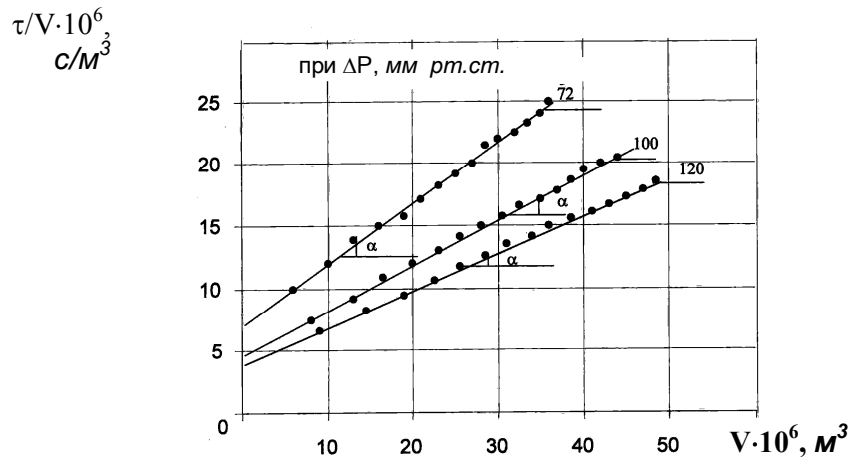


Рис. 1. К определению r_0 и R_Φ

Опыты проводились на лабораторной установке (рис.2). Суспензия помещается в цилиндрической части воронки Бюхнера 1 диаметром 10 см.

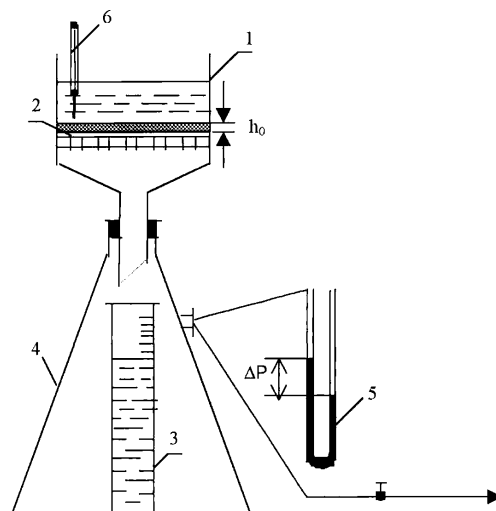


Рис. 2. Схема лабораторной установки

Фильтрат собирается в мензурке 3, находящейся в сосуде 4. Между сосудами 1 и 4 создается разность давлений при помощи водоструйного вакуум-насоса, которая измеряется манометром 5. В качестве фильтровальной перегородки применялась фильтровальная бумага. Температура суспензии измеряется термометром 6.

Проводились три серии опытов при постоянных значениях перепада давления $\Delta P = 72, 100$ и 120 мм рт.ст. При постоянном значении (P через определенные промежутки времени измеряется объем полученного фильтрата V . В конце данной серии опытов измеряется высота слоя осадка на фильтре: $h_0 = 5,2, 6,3$ и 7 мм соответственно при ($P = 72, 100$ и 120 мм рт.ст. (табл.). Температура суспензии $t = 60$ °C ($\mu = 1,82$ мПа·с).

На основании опытных данных построены зависимости τ/V от V при постоянных значениях перепада давления ΔP (рис.1). Как видно, значения N определяются для соответствующих ΔP : $6,7 \cdot 10^6$; $4,79 \cdot 10^6$; $4,00 \cdot 10^6$ с/м³.

Значения сопротивлений фильтровальной перегородки определяются на основании (7). При $\Delta P = 72$ мм рт.ст. имеем

$$R_{\Phi} = N \Delta P S / \mu = 2,7735 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-1}.$$

При $\Delta P = 100$ мм рт.ст. - $R_{\Phi} = 2,7540 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-1}$, при $\Delta P = 120$ мм рт.ст. - $R_{\Phi} = 2,7598 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-1}$. Среднее значение равно $R_{\Phi} = 2,7624 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-1}$. Описанным способом можно найти сопротивление перегородки из других материалов. Величины X_0 определяются по (2). При $\Delta P = 72$ мм рт.ст. - $X_0 = 0,134$, при $\Delta P = 100$ мм рт.ст. - $X_0 = 1,124$, при $\Delta P = 120$ мм рт.ст. - $X_0 = 1,133$. Среднее значение $X_0 = 1,130$, где V – объем полученного фильтра в конце каждой серии опытов (табл.)

Таблица
Результаты опытов фильтрования

№ опыта	τ, c	$\Delta P=72 \text{ мм рт.ст.}$		$\Delta P=100 \text{ м рт.ст.}$		$\Delta P=120 \text{ мм рт.ст.}$	
		$v \cdot 10^6, \text{ м}^3$	$\tau/\varpi \cdot 10^{-6}, \text{ с/м}^3$	$v \cdot 10^6, \text{ м}^3$	$\tau/\varpi \cdot 10^{-6}, \text{ с/м}^3$	$v \cdot 10^6, \text{ м}^3$	$\tau/\varpi \cdot 10^{-6}, \text{ с/м}^3$
1	60	6	10	8	7,5	9	6,67
2	120	10	12	13	9,23	14,5	8,28
3	180	13	13,85	16,5	10,91	19	9,47
4	240	16	15	20	12	22,5	10,67
5	300	19	15,79	23	13,04	25,5	11,76
6	360	21	17,14	25,5	14,12	28,5	12,63
7	420	23	18,26	28	15	31	13,55
8	480	25	19,2	30,5	15,73	34	14,12
9	540	27	20	32,5	16,61	36	15
10	600	28,5	21,05	35	17,16	38,5	15,58
11	660	30	22	37	17,84	41	16,1
12	720	32	22,5	38,5	18,70	43	16,74
13	780	33,5	23,28	40	19,5	45	17,33
14	840	35	24	42	20	47	17,87
15	900	36	25	44	20,45	48,5	18,56

По рис. 1 определяются значения $M=\operatorname{tg} \alpha$, а затем r_0 на основе (6).

При $\Delta P=72 \text{ мм рт.ст.}$, $M=0,5 \cdot 10^{12} \text{ с/м}^6$ имеем

$$r_0 = \frac{2M \cdot \Delta P S^2}{\mu X_0} = 0,2876 \cdot 10^{15} \text{ м}^2.$$

При $\Delta P=100 \text{ мм рт.ст.}$, $M=0,36 \cdot 10^{12} \text{ с/м}^6$ - $r_0 = 0,2877 \cdot 10^{15} \text{ м}^2$, при $\Delta P=120 \text{ мм рт.ст.}$, $M=0,3 \cdot 10^{12} \text{ с/м}^6$ - $r_0 = 0,2876 \cdot 10^{15} \text{ м}^2$. Среднее значение $r_0 = 0,2876 \cdot 10^{15} \text{ м}^2$.

Воспроизводимость опытных и расчетных данных указывает на точность теоретических соображений.

Проводилось промывание образующегося на фильтровальной перегородке слоя осадка водой с температурой 20°C ($\mu = 1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$). Опыты показали, что при $\Delta P=100 \text{ мм рт.ст.}$ через слой осадка высотой $h_0 = 5,0 \text{ мм}$ и через фильтровальную перегородку проходит $1,05 \text{ мл/с}$ промывающей воды. Это означает, что скорость фильтрации составляет

$$W = 1,05 \cdot 10^{-6} / (0,785 \cdot 0,1^2) = 1,338 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}.$$

Расчетное значение скорости фильтрации определяется по (3):

$$W = 1,333 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}.$$

Совпадение опытных и расчетных данных показывает, что, имея значения R_0 и r_0 , можно по (1) точно определить скорость фильтрации при любых других значениях высоты осадка h_0 и перепада давления ΔP .

Найденные параметры фильтрования применяются при расчете и выборе барабанных вакуум-фильтров промышленного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

11. **Гюльзадян А.А., Мирзаханян Р.М.** Оптимальные условия химической переработки гематит- каолининовой руды // Хим. ж. Армении НАН РА. - 1999. – Т.52, ¹ 4. – С. 69-73.
12. **Жужиков В.А.** Фильтрование. – М.: Химия, 1968. – 410 с.
13. **Мирзаханян Р.М., Гюльзадян А.А., Ваганян А.Х.** Кислотная обработка гематит-каолининовой руды в вертикальном аппарате переменного сечения // ЖПХ Армении. – 1999. - ¹ 1-2. – С. 18-23.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 20.04.2000.

Ռ.Մ. ՄԻՐԶԱԽԱՆՅԱՆ, Ա.Ա. ԳՅՈՒԼԶԱԴՅԱՆ, Ա.Խ. ՎԱԶԱՆՅԱՆ

ԿԱՈՒԼԻՏ-ԱՂԱԹՎԻ ԼՈՒՇՈՒՅԹ ԿԱԽՈՒՅԹԻ ՖԻԼՏՐՄԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ուսումնասիրվել է հեմատիտ-կաոլինիտային հանքանյութի թթվային մշակումից հետո ստացված կախյալի ֆիլտրման գործընթացը: Փորձականորեն որոշվել են ֆիլտրման հաստատունները, որոնք անհրաժեշտ են տարբեր կառուցվածքների արտադրական ֆիլտրեր հաշվելու և նախագծելու համար:

R.M. MIRZAKHANYAN, A.A. GYULZADYAN, A.Kh. VAGANYAN

FILTRATION DETERMINATION IN SUSPENSION DISTRIBUTION OF KAOLINITE-HYDROCHLORIC ACID SOLUTION

The filtration process of suspension obtained after acid treatment of the hematite-kaolinite ores is investigated. The filtration parameters necessary for calculation and design of industrial filters with different construction types are experimentally defined.