

Я. С. Мухтаров, Р. Ш. Суфиянов, В. А. Лашков,
Н. Х. Зиннатуллин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЦЕНТРИФУГИ ОТ ВЫСОТЫ СЛОЯ ОСАДКА

Ключевые слова: влажность осадка, зона центробежного фильтрования, высота слоя осадка.

На основе анализа кинетики процесса фильтрования построена зависимость производительности фильтрующей центрифуги от высоты слоя осадка.

Keywords: humidity sediment zone centrifugal filtration, the height of the sediment layer.

Based on the analysis of the kinetics of the dependence of filtering performance filter centrifuge on the height of the sediment layer.

Отделение жидкой фазы от материалов относится к энергоемкому процессу и для повышения энергоэффективности важно определить оптимальные параметры его проведения на основе экономико-математического анализа затрат энергии на всех основных стадиях процесса [1, 2]. Для проведения анализа необходимо разработать их математическое описание с использованием известных решений, уточненных дополнительными знаниями об условиях проведения процесса и данными, характеризующими специфичность обезвоживаемых материалов и удаляемой жидкой фазой [3].

При позонной обработке суспензии и высоковлажных дисперсных материалов в аппарате можно в известное уравнение фильтрования заложить перемещение их по зонам центрифугирования со скоростью W :

$$W = \frac{dl}{d\tau}, \quad (1)$$

где dl — участок зоны центрифугирования.

Тогда $d\tau = dl/W$ и уравнения кинетики [4] переписуются в следующем виде:

$$L_1 = \frac{\mu r_0 W (h_0 - h_{oc})}{\rho_{ж} Fr_{u.ср} g} \quad (2)$$

$$L_2 = 2\mu r_0 r_3 W \int_h^{h_{oc}} \frac{hdh}{\rho_{ж} \omega^2 r_3 (2R_2 - h) - 4\sigma} + L_1, \quad (3)$$

Здесь L_1 и L_2 — длина зон обезвоживания по стадиям фильтрования, м.

Рассмотрим каким образом можно использовать вышеприведенные уравнения расчета влажности осадка.

Для определения продолжительности обработки суспензии в центрифуге τ необходимо получить зависимость $U_{ср} = f(\tau)$, которую можно получить следующим образом. Примем, что $U_{ср}$ — средняя интегральная влажность по слою осадка. Тогда уравнение для средней интегральной влажности переписывается в виде:

$$U_{ср} = \frac{1}{h_{oc}} \int_0^{h_{oc}} U_{oc} dh \quad (4)$$

где U_{oc} — влажность осадка в сечении h :

$$U_{oc} = \int_0^{r_{max}} \frac{B_0 \rho_{ж}}{(1 - B_0) \rho_{тв}} \rho(\tau) dr, \quad (5)$$

Для определения $U_{ср}$ в момент времени τ необходимо взять пробы на влажность (влажность) по высоте слоя h через расстояние Δy . Из уравнения кинетики [1], подставляя в качестве нижнего предела интегрирования $y = h - \Delta y$ при заданном $Fr_{ц}$, определяется максимальный радиус капилляра $r_3 = r_{max}$, заполненный жидкой фазой.

Уравнение (5) запишется в следующем виде:

$$U_{oc} = \sum_{i=0}^n \frac{B_0 \rho_{ж}}{(1 - B_0) \rho_{тв}} \rho(r_i) \Delta r_i. \quad (6)$$

Для верхнего слоя осадка оно обретает вид:

$$U_n = \frac{B_0 \rho_{ж}}{(1 - B_0) \rho_{тв}} \rho(r_i) \Delta r, \quad (7)$$

откуда

$$\rho(r_i) = \frac{U_n (1 - B_0) \rho_{тв}}{B_0 \rho_{ж} (r_{max} - r_i)}. \quad (8)$$

Для второго сверху слоя $y = h - 2\Delta y$. Подстановкой этого выражения в это же уравнение кинетики также в качестве нижнего предела интегрирования, определяется r_i для этого слоя. Из уравнения (7) определяется $\rho(r_i)$, при этом уравнение для второго слоя имеет вид:

$$U_{n-1} = \frac{B_0 \rho_{ж}}{(1 - B_0) \rho_{тв}} [\rho(r_n)(r_{max} - r_i) + \rho(r_{n-1})(r_n - r_{n-1})]. \quad (9)$$

Таким образом, последовательно определяется влажность по всей высоте слоя осадка. В результате расчетов получается гистограмма распределения (рис.1), позволяющая выявить U_{oc} , а затем и $U_{ср}$:

Полученная гистограмма представляет собой некоторую условную кривую распределения, отличающуюся от действительной кривой распределения пор осадка по радиусу капилляров. Необходи-

димось введения некоторого количества мелких капилляров, моделирующих наличие влаги на стенках пор, дает завышенное их количество сравнительно с реальным продуктом, поэтому гистограмма соответствует структуре осадка лишь качественно.

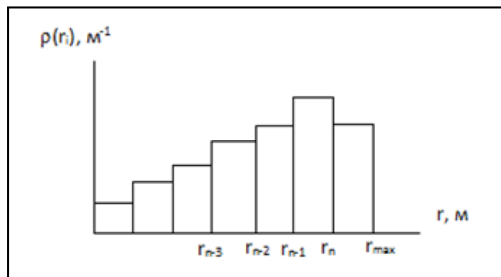


Рис. 1 - Гистограмма распределения (к расчету $U_{\text{ос}}$ слоя осадка)

Однако в решающей задаче условность кривой не отражается на результатах расчета, и она с хорошей точностью может быть применена для расчетов процесса центробежного фильтрования.

После определения τ по зависимости:

$$g = \frac{M_{\text{ос}}}{\tau} = \frac{\rho_{\text{ос}} h_{\text{ос}}}{\tau}, \quad (10)$$

где g – удельная производительность центрифуги, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ строится кривая $g = \phi(h)$ (рис.2), из которой легко определить высоту осадка $h_{\max}$

Зависимость производительности фильтрующей центрифуги от высоты слоя осадка может быть представлена подобным образом.

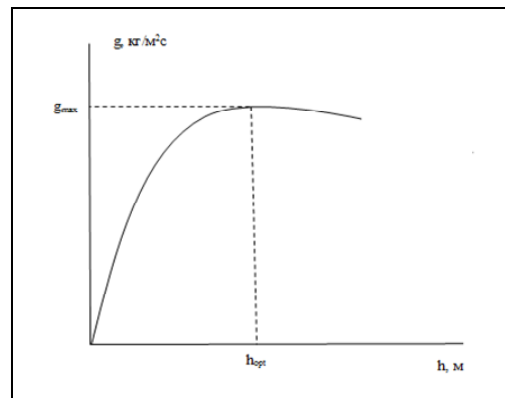


Рис. 2 - График зависимости $g = \phi(h)$

Литература

1. Я.С.Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, В.А. Лашков, Вестн. Казан. технол. ун-та, **17**, 3. 242-244(2014).
2. Я.С.Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, В.А. Лашков, Вестн. Казан. технол. ун-та, **17**, 3. 230-232(2014).
3. Я.С.Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, В.А. Лашков, Вестн. Казан. технол. ун-та, **17**, 7. 232-233(2014).
4. Я.С. Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, В.А. Лашков, Вестн. Казан. технол. ун-та, **17**, 7, 237-238 (2014).

© **Я. С. Мухтаров** – д.т.н., проф. каф. машиноведения КНИТУ; **Р. Ш. Суфиянов** – к.т.н., доц. Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), **В. А. Лашков** – д.т.н., проф., зав. каф. машиноведения КНИТУ, lashkov_dm@kstu.ru; **Н. Х. Зиннатуллин** – проф. каф. процессов и аппаратов химических технологий КНИТУ.