

ПЕРЕРАБОТКА: ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 633.34:664.0:636.084

Г.М. Харченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СОЕВОГО МАСЛА В КОНИЧЕСКОЙ ЦЕНТРИФУГЕ

Соевое масло можно отнести к сложной дисперсной системе – суспензии. В общем объеме «сырого» (неочищенного) масла находятся частицы механических и других примесей, которые задерживаются при фильтровании фильтрующим материалом. Процесс фильтрования в конической центрифуге осуществляется при прохождении масла через слой цеолита, расположенного между обечайками центрифуги. Течение масла через фильтрующий материал (цеолит) можно рассматривать как течение жидкости через слой зернистого материала с образованием осадка в порах цеолита и уменьшением их количества, то есть жидкая дисперсионная среда движется между частицами дисперсной фазы в порах цеолита. Для упрощения задачи примем частицы цеолита в форме шара.

Признается наиболее плотной упаковка шаров «вручную» (И. Кеплер), когда на слой шаров, уложенных с квадратным мотивом, наложен другой такой же слой шаров в лунках нижележащего. Коэффициент заполнения пространства

составляет 74,05% [1]. Очевидно, что шары третьего слоя будут лежать над шарами первого. Такая упаковка обычно называется кубической плотнейшей гранецентрированной.

Английский кристаллограф У. Барлоу показал, что поставив куб на угол, его можно разобрать на плоские еще более плотные слои, в которых лунок между шарами в два раза больше числа самих шаров. Варьируя укладку плотно упакованных слоев, получают бесчисленное множество плотнейших упаковок с одинаковым коэффициентом заполнения 74,05%.

Движение жидкости через слой сыпучего материала (в виде шариков, кусков, зерен и т.д.) можно рассматривать как течение через пористую среду, в которой жидкость движется по каналам (порам) между отдельными частицами сыпучего материала. По такому принципу работает коническая фильтрующая центрифуга, в которой цеолит является пористой средой с размерами частиц d .

Основными характеристиками такой среды является удельная поверхность и

свободный объем (пористость). Удельной поверхностью f является поверхность частиц материала среды, приходящаяся на единицу объема, занятого слоем. Свободный объем при плотной укладке частиц шарообразной формы независимо от их размеров $\xi = 0,2595$. Однако в реальном слое пустоты между частицами большего размера заполняются частицами меньшего размера и пористость $\xi < 0,2595$.

Следовательно, в теоретическом плане объем свободного пространства, через который возможен проход соевого масла, зависит от размеров частиц цеолита d . Эту зависимость можно получить экспериментально. В первом приближении $\xi = 0,2595 - (0,2595 \cdot 0,25) = 0,19$.

Технические процессы центрифугирования применяются для разделения следующих дисперсных систем.

Дисперсная фаза	Дисперсионная среда
Твердая	Жидкая
Жидкая	Жидкая
Твердый + жидкий компоненты	Жидкая
Твердый + твердый компоненты	Жидкий

Под коэффициентом пористости понимается отношение

$$B/A = \varepsilon,$$

где B – часть объема, приходящаяся на долю жидкости;

A – часть единичного объема, занятая твердыми частицами.

Рассмотренные параметры дисперсных систем по отдельности не позволяют судить о способности этих систем к разделению под действием сил того или иного силового поля включая и центробежное.

Для нахождения обобщенных характеристик разделяемости неоднородных дисперсных систем рассматриваются закономерности их разделения в поле тяжести. Сопротивление, испытываемое сферической частицей при движении в поле тяжести, полученное Стоксом,

$$P = 3 \pi \nu \mu d, \text{ Н}, \quad (2)$$

где μ – динамическая вязкость дисперсионной среды, Н с/м^2 ;

ν – скорость движения частицы, м/с ;

d – диаметр частицы, м .

Для учета влияния концентрации суспензии на величину сопротивления (P)

движущимся в среде частицам вводится функция $\Phi(B)$, где B – часть единичного объема суспензии, занятая дисперсионной средой (жидкостью). Тогда

$$P = (3 \nu \mu d) / \Phi(B). \quad (3)$$

При безграничном разбавлении $\Phi(B) = 1$ уравнение (3) становится одинаковым с уравнением (2).

Рассмотрим отстаивание частицы в поле тяжести. Объемная сила осаждающейся частицы

$$G = (\pi / 6) d^3 (\rho_s - \rho_c) g, \text{ Н}, \quad (4)$$

где ρ_s – плотность материала частиц дисперсной фазы;

ρ_c – плотность суспензии.

Обозначив плотность дисперсионной среды через ρ_f , получим

$$\rho_s - \rho_c = \rho_s - [(1 - B) \rho_s + B \rho_f]. \quad (5)$$

После преобразований

$$\rho_s - \rho_c = (\rho_s - \rho_f) B. \quad (6)$$

Приравняв правые части равенств (3) и (4), а также учитывая равенства (6), получим

$$\nu = [d^2 (\rho_s - \rho_f) g B \Phi(B)] / 18 \mu, \text{ м/с}.$$

Это выражение характеризует среднюю скорость движения частиц относительно жидкости.

Скорость движения частиц относительно неподвижной системы координат с учетом работ [2]

$$\nu_1 = [(2B^2 10^{-1,82(1-B)}) / (S^2 \mu)] \Delta g, \text{ м/с}, \quad (8)$$

где Δ – разность плотностей $\rho_s - \rho_f$;

S – удельная поверхность частиц (для сферических частиц $S = 6/d$).

После некоторых преобразований получено уравнение

$$\nu_1 = [(0,246 B^2) / [S^2 (1 - B)^2 \mu]] (P/L), \quad (9)$$

где P – сумма сил, которая, как и давление при фильтрации, служит для преодоления сил трения жидкости при ее движении относительно пористой среды;

L – высота слоя суспензии, м ;

P/L – потеря давления на единицу высоты пористого слоя.

После преобразований

$$\nu_1 = [(2B^2 10^{-1,82(1-B)}) / (S^2 \mu (1 - B))] (P/L), \quad (10)$$

Уравнение (9) можно представить в виде:

$$\nu_1 = (k_c / \mu) (P/L). \quad (11)$$

Коэффициент k_c называется коэффициентом проницаемости:

$$k_c = 0,246 B^3 / [S^2 (1 - B)^2], \text{ м}^2. \quad (12)$$

Он определяется на обычном фильтре и характеризует способность суспензий к разделению в перфорированных роторах.

Предположим, что фильтрация происходит под действием гидростатического напора жидкости под действием сил тяжести. Обозначим высоту напора через H . Тогда уравнение (11) можно переписать в виде

$$v_1 = K_c H \rho_l g / (\mu L). \quad (13)$$

Объединив ряд постоянных входящих в уравнение (13), характеризующих данную суспензию, получим

$$K_c \rho_l g / \mu = K_c g / \nu = K, \text{ м/с,}$$

где ν – кинематическая вязкость дисперсной среды.

Коэффициент K используется в качестве характеристики способности суспензий

разделяться в фильтрующих роторах центрифуг.

Приведенные в статье характеристики процесса очистки соевого масла в конической центрифуге, полученные в предположении, что процесс очистки аналогичен процессу фильтрования при прохождении жидкости через слой фильтрующего материала, позволяют разработать программу исследований с целью обоснования параметров центрифуги.

Библиографический список

1. Белов Н.В. Структура ионных кристаллов и металлических фаз / Н.В. Белов. М., 1947.
2. Соколов В.И. Современные промышленные центрифуги / В.И. Соколов. Л.: Ленсовнархоз, 1961. 453 с.

