

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Д. С. ТОРОСЯН

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ТАРЕЛЬЧАТЫХ
СЕПАРАТОРОВ

При моделировании процесса тонкослойного сепарирования не удается удовлетворять условиям однозначности, поэтому известные методы моделирования имеют ограничения принципиального характера и не всегда применимы для практического использования [1, 2]. Поэтому выбор режима процесса тонкослойного сепарирования осуществляют по разделяемости жидкой гетерогенной системы и по разделяющему фактору сепаратора [3], по числу осветления и эквивалентной поверхности осаждения [1, 2, 4]. Однако и здесь не учитываются ряд факторов, искажающих результаты масштабного перехода, как, например, неравномерное распределение жидкости по высоте пакета тарелок и масштабный фактор при моделировании процесса тонкослойного сепарирования. Кроме того, принятая прямолинейная зависимость между производительностью и индексом производительности (эквивалентной поверхности осаждения) не имеет места.

Производительность центробежного тарельчатого сепаратора при собственном процессе разделения записываем в виде [5]

$$Q = \Psi [c_0 / (c_0 - c_d) - \varphi_0] \cdot Q_0 \quad (1)$$

где c_0 и c_d — содержание частиц дисперсной фазы жидкой гетерогенной системы до и после разделения; φ_0 и Q_0 — постоянные величины, определяемые однозначно из экспериментальных данных; Ψ — фактор эффективности сепаратора, который определяется из равенства

$$\Psi = \frac{Q}{Q_0} \quad (2)$$

Фактор эффективности сепаратора Ψ при разделении жидкой гетерогенной системы на исследуемом сепараторе при определенных механических параметрах аппарата зависит от физико-химических параметров обрабатываемой жидкости и определяется котангенсом угла наклона экспериментальных прямых $c_0 / (c_0 - c_d) = f(Q)$ к оси абсцисс [5]. При этом оказывается, что между Ψ и эффективной эквивалентной поверхностью осаждения аппарата существует линейная связь. Однако из-за существования масштабного фактора [6] для каждого центробеж-

ного тарельчатого сепаратора имеет место определенная зависимость $\Psi = f(\Sigma_{эф})$, угол наклона которой зависит от величины поверхности осаждения тарелок. Следовательно, если один из центробежных тарельчатых сепараторов принять в качестве модельного аппарата, на основании графиков $\Psi = f(\Sigma_{эф})$ можно установить экспериментальную величину масштабного фактора. Тогда производительность модельного сепаратора записываем в виде

$$Q_M = \beta_{\Sigma} \Sigma_{эф} [c_0 / (c_0 - c_{\phi}) - \varphi_0] + Q_0, \quad (3)$$

где $\Sigma_{эф}$ — эффективная эквивалентная поверхность осаждения модельного сепаратора, представляющая произведение поверхности осаждения тарелки на фактор разделения сепаратора при количестве межтарелочных пространств, при котором наблюдается равномерное распределение жидкости по пакету тарелок:

$$\Sigma_{эф} = \pi z_{кр} (r_2^2 - r_1^2) \omega^2 r_{cp} (g \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha), \quad (4)$$

где r_1 , r_2 и r_{cp} — наименьший, наибольший и средний радиусы тарелки; ω — угловая скорость вращения ротора сепаратора; g — ускорение свободного падения; α — угол наклона образующей тарелки к вертикали; $z_{кр} < z$ — критическое число межтарелочных пространств, при котором наблюдается равномерное распределение жидкости по высоте пакета тарелок [7]. Значение $z_{кр}$ для суспензии азопигментов определяется по эмпирической формуле

$$z_{кр} = a + bs, \quad (5)$$

где $a = 12$, $b = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ — постоянные величины; s — поверхность осаждения тарелки, м^2 .

Тогда на основании [6] значение производительности натурального сепаратора запишем в виде

$$Q_N = \beta_{\Sigma} \Theta \Sigma_{эф} [c_0 / (c_0 - c_{\phi}) - \varphi_0] + Q_0, \quad (6)$$

где Θ — масштабный фактор.

Для определения величины Θ в реальных условиях тонкослойного сепарирования высокодисперсную суспензию (бордо «Ж») с содержанием азопигмента в исходной жидкой гетерогенной системе с массовой концентрацией 0,13% разделяют на сепараторе модели ОТ-ОР-230 при температуре процесса 289 К и роторах, геометрические размеры пакетов и количество тарелок в которых изменяют в определенных пределах. Для этого использовали пакеты тарелок наибольшим диаметром 0,1, 0,12 и 0,15 м (наименьший диаметр тарелок составляет 0,066 м) с количеством межтарелочных пространств, соответственно равным 17, 22, 30 и расстоянием между тарелками $0,5 \cdot 10^{-3}$ м. Угловую скорость вращения ротора изменяли в пределах (493—950) рад/с , а производительность — $(0,3—15) \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$.

По результатам экспериментов определяем значения фактора эффективности сепаратора Ψ для каждого пакета тарелок и строим зависимость $\Psi = f(\Sigma_{\text{эф}})$, которая приведена на рис. 1. Затем вычисляем значения

$$\beta_{0,1} = 8,8 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}, \quad \beta_{0,12} = 6,1 \cdot 10^{-7} \text{ м/с} \text{ и } \beta_{0,15} = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}.$$

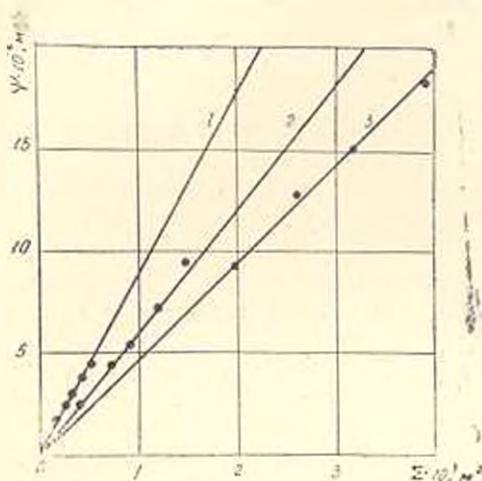


Рис. 1. Зависимость $\Psi = f(\Sigma_{\text{эф}})$ при наибольшем диаметре пакета тарелок: 1 — 0,1, 2 — 0,12 и 3 — 0,15 м.

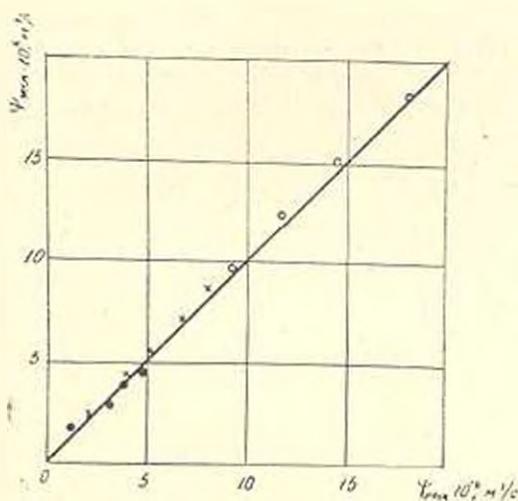


Рис. 2. Корреляционный график $\Psi_{\text{расч}} = f(\Psi_{\text{акт}})$.

Если в качестве модельного сепаратора брать сепаратор с пакетом тарелок с наибольшим диаметром 0,1 м, тогда получаем выражение для установления величины масштабного фактора:

$$\Theta = [c(s_{\text{н}}/s_{\text{м}}) + d]^{-1}, \quad \Theta \leq 1, \quad (7)$$

где $c = 0,45$, $d = 0,55$ — безразмерные величины; $s_{\text{н}}$ и $s_{\text{м}}$ — поверхности осаждения натурального и модельного тарелок в сепараторе.

Если $s_m > s_n$, то величину Θ можно определить из равенства

$$\Theta' = c(s_m/s_n) + d, \quad \Theta \geq 1. \quad (8)$$

На рис. 2 приведен корреляционный график между расчетным и экспериментальным значениями $\Psi_{\text{расч}}$ и $\Psi_{\text{исп}}$, полученный на основании опытных данных и расчетные и опытные данные согласуются друг с другом. При этом расчетное значение $\Psi_{\text{расч}}$ определяем из формулы

$$\Psi_{\text{расч}} = \beta_m \Theta \Sigma_{\text{эф}}^n. \quad (9)$$

Ленинградский Гос. пед. и-т
им. М. Горького

30. I. 1985

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Соколов В. И. Центрифугирование — М.: Химия, 1976 — 408 с.
2. Шкоропид Д. Е. Центрифуги для химических производств. — М.: Машиностроение, 1975. — 248 с.
3. Бремер Г. И. Жидкостные сепараторы — М.: Машиз, 1957. — 244 с.
4. Романков П. Г., Плюшкин С. А. Жидкостные сепараторы — Л.: Машиностроение, 1976. — 256 с.
5. Торосян Д. С. Уравнение седиментации при сепарировании. — ДАН АрмССР, 1984, т. 78, № 1, с. 37—42.
6. Торосян Д. С. Масштабный фактор при моделировании тонкослойного сепарирования — Изв. АН АрмССР (сер. ТН), 1985, т. XXXVIII, № 5, с. 36—40.
7. Торосян Д. С. Исследование влияния способа загрузки налета гарелок на эффективность сепарирования. — Изв. АН АрмССР (сер. ТН), 1983, т. XXXVI, № 5, с. 47—49.