

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Д. С. ТОРОСЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ОТДЕЛЯЕМОЙ ЧАСТИЦЫ
 В МЕЖТАРЕЛОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ СЕПАРАТОРА

Экспериментальные исследования рабочих процессов сепарирования показали, что процесс разделения частиц дисперсной фазы жидких гетерогенных систем происходит не по всему объему, а в различных секторах межтарелочного пространства, форма которых зависит от режима сепарирования и расстояния между тарелками [1, 2]. Предложенные зависимости для определения траекторий частиц [3—5] имеют ограниченное применение.

Пусть межтарелочное пространство ротора сепаратора вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, составляя с ней угол наклона α . Рассмотрим движение сферической частицы радиуса ρ дисперсной фазы жидкой гетерогенной системы. В качестве обобщенной координаты примем расстояние от точки пересечения образующей тарелки с осью вращения до рассматриваемой частицы r . Пусть плотность частицы d_r будет больше, чем плотность дисперсионной среды d_c .

Запишем уравнение Лагранжа второго рода в виде [6]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} \right) - \frac{\partial L}{\partial r} = - \frac{\partial \Phi}{\partial r}, \quad (1)$$

где \dot{r} — обобщенная скорость матрицы; t — время; $L = K - U$ — функция Лагранжа; K , U и Φ — кинетическая, потенциальная энергии частицы и диссипативная функция Релея, которые определяются согласно формулам

$$K = \frac{m\dot{r}^2}{2}; \quad U = -m \frac{d_r - d_c}{d_r} \cdot \frac{\omega^2 r^2 \sin^2 \alpha}{2}; \quad \Phi = \frac{1}{2} B \dot{r}^2, \quad (2)$$

где m и B — масса и коэффициент сопротивления среды движению частицы.

На основании (2) уравнение (1) примет вид:

$$\ddot{r} - \omega^2 \left(\frac{d_r - d_c}{d_c} - \frac{B}{m\omega \sin \alpha} \right) r \sin^2 \alpha = 0, \quad (3)$$

общее решение которого представим как:

$$r = c_1 e^{nt} + c_2 e^{-nt}, \quad (4)$$

где

$$n = \omega \sqrt{\frac{d_r - d_c}{dr} - \frac{B}{m\omega \sin \alpha}} \sin \alpha; \quad (5)$$

c_1, c_2 — постоянные интегрирования.

Используя начальные условия: $v_0|_{t=0} = 0$; $r|_{t=0} = r_0$, где v_0 — начальная скорость частицы; r_0 — начальное расположение точки на образующей тарелки до точки пересечения с осью вращения, будем

иметь: $c_1 = c_2 = \frac{r_0}{2}$ и, следовательно:

$$r = r_0 \operatorname{ch} \left(\omega t \sqrt{\frac{d_r - d_c}{dr} - \frac{B}{m\omega \sin \alpha}} \sin \alpha \right). \quad (6)$$

Из (6) следует, что частица в межтарелочном пространстве сепаратора движется по цепиной линии. При разделении жидкой полидисперсной системы в постоянном режиме сепарирования получается семейство кривых, занимаемых определенными пространствами в межтарелочном объеме ротора сепаратора. Поэтому разделяемые фракции дисперсной фазы жидкой гетерогенной системы будут располагаться в соответствующих секторах межтарелочного пространства. Из (6) также следует, что форма секторов, где располагаются разделяемые потоки жидкости, зависит от угловой скорости ротора и производительности сепаратора, конструктивных параметров межтарелочного пространства, а также некоторых физико-химических параметров.

При движении вязкой жидкости по межтарелочному пространству с обеих сторон текущего слоя жидкости имеется пограничный слой определенной толщины [3, 7]. Исследуем движение частицы в окрестности пограничного слоя межтарелочного пространства.

Уравнение движения частицы запишем в виде:

$$\ddot{r} + \frac{B}{m} \dot{r} - \omega^2 \frac{d_r - d_c}{dr} r \sin^2 \alpha = 0. \quad (7)$$

Обозначим:

$$n^2 = \omega^2 \frac{d_r - d_c}{dr} \sin^2 \alpha; \quad 2b = \frac{B}{m}$$

и получим уравнение:

$$\ddot{r} + 2b\dot{r} - n^2 r = 0, \quad (8)$$

решение которого представим в виде:

$$r = c_1 e^{\lambda_1 t} + c_2 e^{\lambda_2 t}, \quad (9)$$

где λ_1 и λ_2 — корни характеристического уравнения.

При практических режимах сепарирования в (9) существенно только первое слагаемое. Используя начальные условия $r|_{t=0} = r_0$, найдем: $c_1 = r_0$. Тогда:

$$r = r_0 \exp(-b + \sqrt{b^2 - n^2})t. \quad (10)$$

Из (10) следует, что в этом случае частица будет двигаться по логарифмической спирали, вид которой зависит от режима процесса сепарирования, конструктивных параметров межтарелочного пространства и физико-химических постоянных разделяемой жидкой гетерогенной системы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Липатов Н. Н.* Сепарирование в молочной промышленности.— М.: Пищевая промышленность, 1971.— 400 с.
2. *Сурков В. Д.* Успехи советской научной школы в разработке проблемы сепарирования и перспективы на будущее.— В кн.: Процессы и аппараты пищевых производств: Доклады II Международного конгресса по вопросам науки и техники пищевой промышленности. Москва, 1966, с. 50—81.
3. *Соколов В. И.* Центрифугирование.— М.: Химия, 1976.— 408 с.
4. *Романков П. Г., Плюшкин С. А.* Жидкостные сепараторы.— Л.: Машиностроение, 1976.— 256 с.
5. *Гольдия Е. М.* Исследование в области теории центрифуг пищевой промышленности.— Автореф. дис. ... докт. техн. наук.— Москва, 1966.— 44 с.
6. *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Механика.— М.: Наука, 1965.— 204 с.
7. *Schmitz F. J.* Die Verteilung der Milch in Teilerraum der Separatoren. — *Milchwissenschaft*, Heft 12, Dez. 1950, s. 418—428.