

ГИДРАВЛИКА

Д. С. ТОРОСЯН

МАСШТАБНЫЙ ФАКТОР ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ
ТОНКОСЛОЙНОГО СЕПАРИРОВАНИЯ

Для воспроизведения результатов тонкослойного сепарирования жидких гетерогенных систем, полученных в лабораторных или пилотных установках, в промышленных процессах необходимо осуществлять масштабный переход от модельного сепаратора к натурному. В настоящее время моделирование центробежных тарельчатых сепараторов осуществляется: по разделяемости жидкости и разделяющему фактору сепаратора; числу осветления и по эквивалентной поверхности осаждения (по индексу производительности) [1—5]. При этом в расчетах по моделированию принимается вся усеченная коническая поверхность осаждения тарелок пакета во вставке ротора. Однако экспериментальные и теоретические исследования свидетельствуют о том, что отдельное межтарелочное пространство работает неравномерно [4—6]. Это не учитывается при моделировании процесса тонкослойного сепарирования и обуславливает ввод в расчеты коэффициента, учитывающего масштабный фактор.

Определим величину площади, образованной между двумя цепными линиями на поверхности прямого круглого усеченного конуса

$$\Delta s_1 = \iint_D \rho d\rho d\alpha / \sin \gamma, \quad (1)$$

где Δs_1 — площадь на конической поверхности; α , ρ — полярный угол и радиус рассматриваемой точки; γ — угол наклона образующей тарелки к оси вращения ротора; D — область интегрирования.

Согласно [7] величину полярного радиуса ρ запишем в виде

$$\rho = r_1 \operatorname{ch}(\alpha - \alpha_1), \quad (2)$$

где r_1 — наименьший радиус тарелки; α — текущее значение полярного угла; α_1 — угол, определяющий положение кривой на тарелке.

Согласно рис. 1 имеем:

$$\Delta s_1 = \sin \gamma^{-1} \left(\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} d\alpha \int_{r_1}^{r_1 \operatorname{ch}(\alpha - \alpha_1)} \rho d\rho + \int_{\alpha_2}^{\alpha_3} d\alpha \int_{r_1 \operatorname{ch}(\alpha - \alpha_2)}^{r_1 \operatorname{ch}(\alpha - \alpha_1)} \rho d\rho + \int_{\alpha_3}^{\alpha_4} d\alpha \int_{r_1 \operatorname{ch}(\alpha - \alpha_3)}^{r_2} \rho d\rho \right), \quad (3)$$

следовательно,

$$\Delta S_1 = 0,5 \sin \gamma [(r_2^2/4) (\operatorname{sh} 2(\alpha_3 - \alpha_1) - \operatorname{sh} 2(\alpha_4 - \alpha_2) - (r_1^2/2) (\alpha_2 + \alpha_4 - \alpha_1 - \alpha_3) + r_2^2 (\alpha_4 - \alpha_2))]. \quad (4)$$

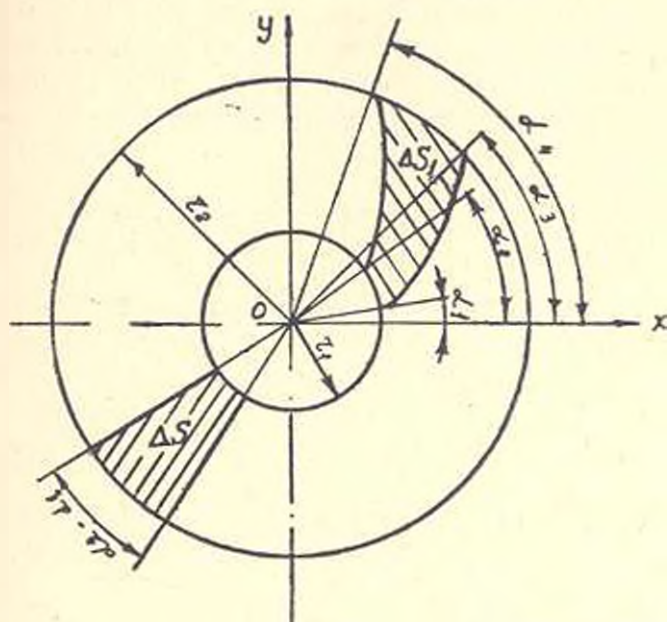


Рис. 1. Расчетная схема поверхностей на конической гарелке.

Как следует из рис. 1, с одной стороны $r_2 = r_1 \operatorname{ch}(\alpha_3 - \alpha_1)$, а с другой — $r_2 = r_1 \operatorname{ch}(\alpha_4 - \alpha_2)$ и поэтому $\alpha_4 - \alpha_2 = \alpha_3 - \alpha_1 = \operatorname{arccch} r_2/r_1$. Следовательно, $\alpha_4 = \alpha_3 + \alpha_2 - \alpha_1$ и $\operatorname{sh} 2(\alpha_3 - \alpha_1) = \operatorname{sh} 2(\alpha_4 - \alpha_2)$. Тогда уравнение (4) можно записать в виде

$$\Delta S_1 = 0,5 \sin \gamma^{-1} (r_2^2 - r_1^2) (\alpha_2 - \alpha_1). \quad (5)$$

Так как $\rho = r_1 \operatorname{ch}(\alpha - \alpha_1)$ и если принять, что $\alpha = \alpha_2$ и $\alpha_1 = 0$, то получим:

$$r_2 = r_1 \operatorname{ch} \alpha_2; \quad \alpha_2 = \operatorname{arccch} r_2/r_1. \quad (6)$$

В этом случае из уравнения (5) получим:

$$\Delta S_1 = 0,5 \sin \gamma^{-1} (r_2^2 - r_1^2) \operatorname{arccch} r_2/r_1. \quad (7)$$

Площадь, образованную между двумя планками, определим из уравнения (1):

$$\Delta S = \sin \gamma^{-1} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} d\alpha \int_{r_1}^{r_2} \rho d\rho, \quad (8)$$

откуда имеем:

$$\Delta S = 0,5 \sin \gamma^{-1} (r_2^2 - r_1^2) (\alpha_2 - \alpha_1). \quad (9)$$

Общая поверхность тарелки будет выражаться равенством

$$S = \pi(r_2^2 - r_1^2)/\sin \gamma. \quad (10)$$

Анализ уравнений (9) и (10) показывает, что связь между поверхностью, образованной между двумя планками и общей поверхностью тарелки, носит линейный характер. Связь между площадью, образованной между двумя цепными линиями, выражающаяся уравнением (7), и общей поверхностью тарелки, носит нелинейный характер.

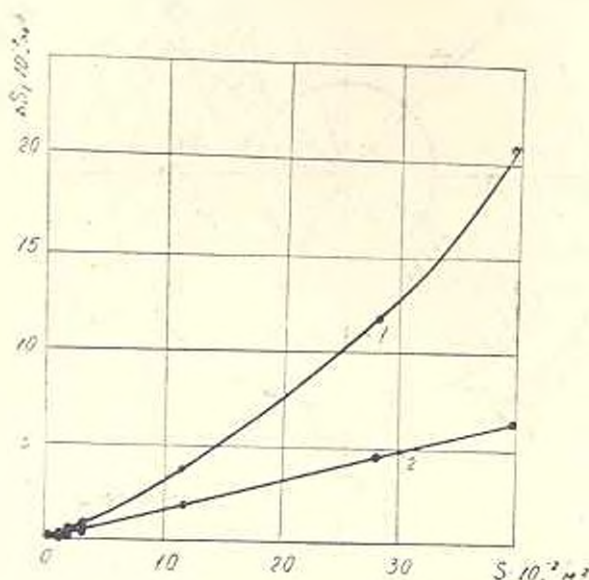


Рис. 2. Зависимость площадей выделенных с помощью двух цепных линий (1) и под центральным углом в один радиан (2) от общей поверхности тарелки.

На рис. 2 приведены зависимости $\Delta S_1 = f_1(s)$ и $\Delta S_2 = f_2(s)$, полученные на основании технических характеристик существующих сепараторов для разделения молока на фракции. График $\Delta S = f_1(s)$ построен при значении разности углов $\alpha_2 - \alpha_1$, равной одному радиану. Анализ приведенных на рис. 2 зависимостей указывает на то, что при моделировании процесса толкослойного сепарирования в расчеты необходимо ввести масштабный фактор.

Если в качестве модульного сепаратора принять сепаратор с параметрами тарелок $\gamma = 40^\circ$, $r_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; $r_1 = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, то отношение площади, образованной под разностью центральных углов, примерно, в один радиан и поверхностью, образованной между цепными линиями, будет представлять масштабный фактор Θ . Для тарелок с параметрами $\gamma = 40^\circ$, $r_2 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, $r_1 = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ и $\gamma = 40^\circ$, $r_2 = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, $r_1 = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ связь между масштабным фактором Θ и отношения общих поверхностей натурального и модельного сепараторов s_n/s_m приведена на рис. 3.

Численные значения масштабного фактора Θ , приведенные на рис. 3, могут несколько отличаться от опытных данных, т. к. при расчетах не могут быть учтены все факторы, влияющие на масштабный переход процесса тонкослойного сепарирования. Это связано с тем, что процесс тонкослойного сепарирования протекает при сложной гидродинамической обстановке и учесть истинные величины части поверхности конической тарелки, которые необходимы для масштабного перехода.

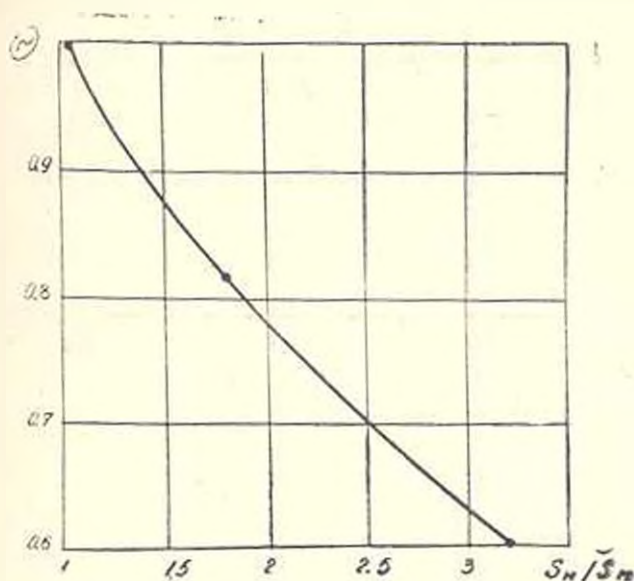


Рис. 3. Зависимость масштабного фактора и отношения общей поверхности тарелки натурного и модельного сепаратора.

оказывается затрудненным. Однако физический смысл требования ввода масштабного фактора и характер зависимости, полученный аналитическим путем, приведенный на рис. 3, дает возможность моделирование процесса тонкослойного сепарирования проводить на обоснованном плане экспериментов, учитывающем конкретные факторы.

Ленинградский гос. педагог. ин-т
им. М. Горького

20. I 1985

Ջ. Ս. ԽՈՐՈՍՅԱՆ

ՄԱՍՇՏԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԴՈՐՄՈՆԸ ՆՈՒՐԻ ՀԵՐՏԱՅԻՆ ԶԱՏՄԱՆ ՄԱՍՏԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԿԵՊԵՐՈՒՄ

Ա. Մ. Փ. Ո. Փ. Ո. Վ. Մ.

Նոսրի շերտային սրտցեսի մոդելացման զեպրում հիմնավորված է հաշվարկների մեջ մասշտաբային գործոնի կիրառումը:

Ուսումնասիրված է մասշտաբային գործոնի առաջացման մեխանիզմը կենտրոնախույս ափսեավոր պատիչ մեքենաների մոդելացման զեպրում:

Յուլյո է տրված, որ արդյունաբերական դատիչ մեքենայի երկրաչափական լափերի մեծացման դեպքում մասշտաբային գործոնի արժեքը փոքրանում է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Соколов В. И. Центрифугирование.— М.: Химия, 1975.— 408 с.
2. Ромашков П. Г., Паюшкин С. А. Жидкостные сепараторы.— Л.: Машиностроение, 1976.— 256 с.
3. Бремер Г. Н. Жидкостные сепараторы — М.: Машиз, 1957 — 244 с.
4. Сурков В. Д., Липитов Н. Н., Золотин Ю. П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.— 432 с.
5. Липитов Н. Н. Сепарирование в молочной промышленности.— М.: Пищевая промышленность, 1971.— 400 с.
6. Карпычев В. А., Семенов М. В. Гидромеханические процессы технологической обработки молочных продуктов.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.— 240 с.
7. Торосян Д. С. Исследование движения отделяемой частицы в межтарелочном пространстве сепаратора.— Изв. АН АрмССР (серия ТН), 1984, т. XXXVII, № 3, с. 39—41.