

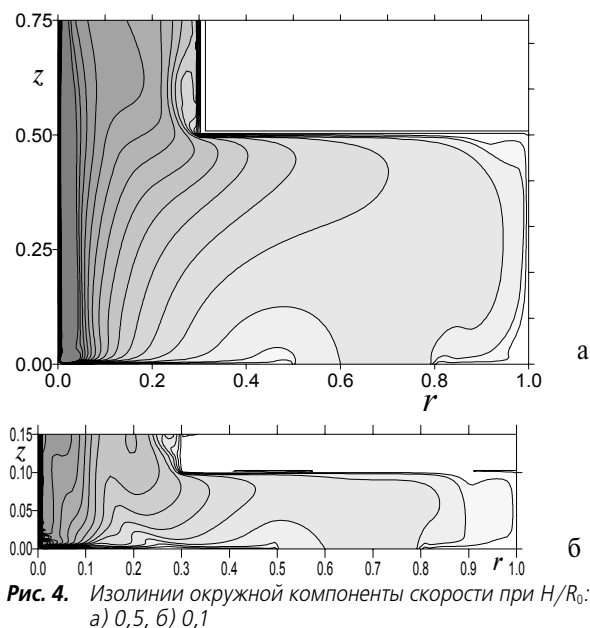


Рис. 4. Изолинии окружной компоненты скорости при H/R_0 : а) 0,5, б) 0,1

Как видно из рисунка, имеет место тенденция к существенному увеличению значений окружной

скорости по мере приближения потока к выходному патрубку.

Одним из параметров, влияющих на гидродинамическую обстановку в рабочей камере центробежного аппарата, является высота конструкции. Результаты исследования влияния этого параметра на распределение окружной скорости представлены на рис. 4.

Как видно из представленных иллюстраций, уменьшение высоты рабочей зоны не ведет к существенным изменениям поля окружной компоненты скорости. Однако следует отметить, что с изменением геометрии существенно меняется направление движения основного потока. Таким образом, угол между аэродинамической силой и центробежной силой может существенно измениться. Это явление может оказать значительное влияние на процесс разделения тонкодисперсных частиц в центробежном аппарате.

Созданная математическая модель турбулентного течения в центробежном аппарате может быть использована для оптимизации режимных и геометрических параметров существующих устройств, а также при создании новых перспективных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. — М.: Наука, 1987. — 840 с.
2. Шваб А.В., Брендаков В.Н. Трехпараметрическая модель турбулентности // Фундаментальные и прикладные проблемы современной механики: Докл. II Всеросс. научной конф. — Томск: Изд-во ТГУ, 2000. — С. 213–214.
3. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2-х т. Пер. с англ. — М.: Мир, 1990. — 728 с.
4. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 152 с.
5. Singh A., Vyas B.D., Powle U.S. Investigations on inward flow between two stationary parallel disks // Int. J. Heat and Fluid Flow. — 1999. — № 20. — P. 395–401.

УДК 66.023.2

УРАВНЕНИЕ АМАЛЬГАМНО-ОБМЕННОЙ КОЛОННЫ ДЛЯ УСРЕДНЕННЫХ ПОТОКОВ

И.А. Тихомиров, Д.Г. Видяев, А.А. Гринюк

Томский политехнический университет
E-mail: orlov@phtd.tpu.edu.ru

Получено уравнение амальгамно-обменной колонны для усреднённых потоков, которое позволяет рассчитать концентрацию целевого изотопа на выходе колонны (каскада колонн) или решить обратную задачу — определить необходимое число колонн для получения целевого изотопа заданной концентрации с требуемым отбором.

Разложение амальгамы при контакте с водой и водными растворами солей металлов играет в разделительном процессе двойную роль. С одной стороны, если бы амальгама не разлагалась, невозможно было бы организовать обращение фаз (перевод разделяемого элемента из фазы амальгамы в раствор). С другой стороны, разложение амальгамы при движении ее по обменной колонне приводит к потере части потока, а поскольку в нем концентрируется

целевой изотоп, то и к потере конечного продукта. Скорость процесса разложения зависит от концентрации амальгамы, ее температуры, интенсивности перемешивания обменивающихся фаз, наличия примесей [1]. Указанные факторы постоянно изменяются в процессе движения амальгамы по колонне, поэтому при выводе уравнения амальгамно-обменной колонны на наш взгляд целесообразно пользоваться усредненными потоками.

Уравнение колонны для амальгамно-обменных процессов изотопного разделения [1, 2] обычно даётся в виде:

$$\frac{dc}{dn} = \varepsilon c(1-c) - \frac{q_k(c_k - c)}{J}. \quad (1)$$

Здесь градиент изотопной концентрации по раздельным ступеням n запишется в форме dc/dn , а коэффициент обогащения $\varepsilon = \alpha - 1$, где α – элементарный коэффициент разделения изотопов; c – текущая изотопная концентрация; c_k – конечное значение изотопной концентрации (после обогащения); q_k – величина потока отбора как разность фазовых потоков циркуляции (прямых и обратных) в колонне $J - J'$; J – величина прямого потока циркуляции.

Проведем усреднение потоков циркуляции вдоль по колонне:

$$\bar{J}_n = \frac{J_n + J_k}{2} = \text{const}, \quad (2)$$

где J_n, J_k – начальный и конечный поток циркуляции.

С учётом разложения амальгамы конечный поток циркуляции J_k найдётся как

$$J_k = J_n - J_p \cdot L,$$

где L – длина колонны, а J_p – поток разложения амальгамы по длине колонны.

Известно, что $J_p \cdot L = J_n \cdot R$, где доля разложения амальгамы на одной колонне будет $R = r \cdot N$. Здесь r – доля разложения амальгамы на одну ступень N .

Выражение (2) преобразуется теперь следующим образом:

$$\bar{J}_n = \frac{J_n + J_n - J_n R}{2} = J_n \left(1 - \frac{R}{2}\right) = J_n \left(1 - \frac{r N}{2}\right).$$

Уравнение колонны (1) после замены J_n на $\bar{J}_n$ приводится к виду:

$$\begin{aligned} \frac{dc}{dn} &= \varepsilon c(1-c) - \frac{q_k(c_k - c)}{\bar{J}_n} = \\ &= \varepsilon c(1-c) - \frac{q_k(c_k - c)}{J_n \left(1 - \frac{r N}{2}\right)}. \end{aligned} \quad (3)$$

Это и есть уравнение колонны с усреднёнными потоками циркуляции. После интегрирования по изотопной концентрации [3, 4] в пределах от участка c_1 до c_2 , если c_1 известно, решением ур. (3) будет:

$$c_2(n) = \frac{x_2 + x_1 \frac{c_1 - x_2}{x_1 - c_1} e^{n\varepsilon(x_1 - x_2)}}{1 + \frac{c_1 - x_2}{x_1 - c_1} e^{n\varepsilon(x_1 - x_2)}}.$$

Здесь:

$$x_1 = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{q_k}{\bar{J}_n \varepsilon}\right) + \sqrt{\frac{1}{4} \left(1 + \frac{q_k}{\bar{J}_n \varepsilon}\right)^2 - \frac{q_k c_k}{\bar{J}_n \varepsilon}}; \quad x_2 = \frac{1}{x_1} \cdot \frac{q_k c_k}{\bar{J}_n \varepsilon}.$$

Таким образом, получен вывод уравнения амальгамно-обменной колонны для усреднённых потоков, которое позволяет рассчитать концентрацию целевого изотопа на выходе колонны (каскада колонн) или решить обратную задачу – определить необходимое число колонн для получения целевого изотопа заданной концентрации с требуемым отбором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розен А.М. Теория разделения изотопов в колоннах. – М.: Атомиздат, 1960. – 436 с.
2. Андреев Б.М., Полевой А.С. Методы исследования процессов изотопного обмена. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1987. – 79 с.
3. Рыскин Г.Я., Пташник В.Б. Кинетика изотопного обмена в системе амальгама лития – водный раствор LiCl // Электрохимия. – 1980. – Т. 16. – № 1. – С. 108–111.
4. Князев Д.А., Цивадзе А.Ю., Клинский Г.Д., Левкин А.В. Кинетика изотопного обмена лития в амальгамных системах // Известия ТСХА. – 1988. – № 2. – С. 166–168.