

УДК 66.083.3

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННЫХ АППАРАТОВ

© О.А. Абоносимов, М.А. Рябинский, А.С. Лазарев, Г.С. Кормильцин

Ключевые слова: электробаромембранный аппарат; ретентат; коэффициент задерживания; удельная производительность.

В статье приведен технологический расчет электробаромембранного аппарата на примере электробаромембранной установки с замкнутой циркуляцией раствора по тракту ретентата.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсификация процессов разделения промышленных растворов и повышения эффективности технологического оборудования является одной из приоритетных задач развития науки и техники. Основой повышения качества, производительности и снижения энергозатрат на проведение процессов разделения служит разработка высокоэффективных мембранных аппаратов.

Несмотря на многочисленные преимущества мембранных методов разделения жидких систем перед традиционными (ректификацией, экстракцией, адсорбцией, выпариванием и др.), массового внедрения мембранных технологий в промышленность пока не наблюдается. Это связано со многими причинами, важнейшими из которых являются: низкое качество и производительность разделения; полное отсутствие электробаромембранных аппаратов; недостаточно надежное технологическое оформление процессов разделения; проблемы предпочитки и дальнейшего использования ретентата мембранных установок [1–3].

Поэтому вопросам расчета электробаромембранных аппаратов в настоящее время уделяется особое внимание.

Наиболее перспективными конструкциями мембранных аппаратов являются конструкции с плоскими мембранными фильтрующими элементами. Отличительной особенностью мембранных аппаратов с плоскими фильтрующими элементами является простота конструктивных решений, легкость разборки и сборки, доступность регенерации мембран и возможность их использования как в микрофильтрационных, ультрафильтрационных процессах, так и в обратноосмотических.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При технологическом расчете электробаромембранного аппарата рассмотрим многокамерную электробаромембранную установку с замкнутой циркуляцией раствора по тракту ретентата (рис. 1).

По полученным концентрациям растворенного вещества в ретентате и пермеате в результате электробаромембранного разделения и в исходном растворе опре-

деляет коэффициент задерживания по следующей формуле:

$$K_B = 1 - \frac{2C_{\text{пер}}}{C_{\text{исх}} + C_{\text{рет}}} \quad (1)$$

Используя уравнение о взаимосвязи коэффициента задерживания и удельной производительности, определяем удельную производительность по следующему выражению:

$$G = G_0 \cdot (1 - K_k^{(-1/K)}) \quad (2)$$

где G_0 – удельная производительность мембраны по дистиллированной воде, K – коэффициент задерживания, K_k – коэффициент концентрирования.

Далее определяем рабочую площадь мембраны в аппарате

$$F = \frac{V_{\text{пер}}^{+,-}}{G} \quad (3)$$

Учитывая то, что в работе исследования проводились на плоскокамерных аппаратах, выбираем аппарат типа фильтр-пресс. Кроме того, предпочтение отдано этим аппаратам ввиду того, что аппараты этого класса являются безкорпусными.

Размеры электробаромембранного аппарата определяются шириной выпускаемой мембраны. Переменными величинами могут быть толщина сепарируемой сетки и дренажного слоя (состоящего из собственного дренажного материала и двух подложек), а также число секций.

Рабочая площадь одного электробаромембранного элемента, включающего две мембраны, равна:

$$F_9 = 2F_{\text{об}} - \frac{\pi d_{\text{пер}}^2}{2} \quad (4)$$

где $F_{\text{об}}$ – общая площадь мембранного элемента, $d_{\text{пер}} = 0,02$ мм – диаметр проточного отверстия.

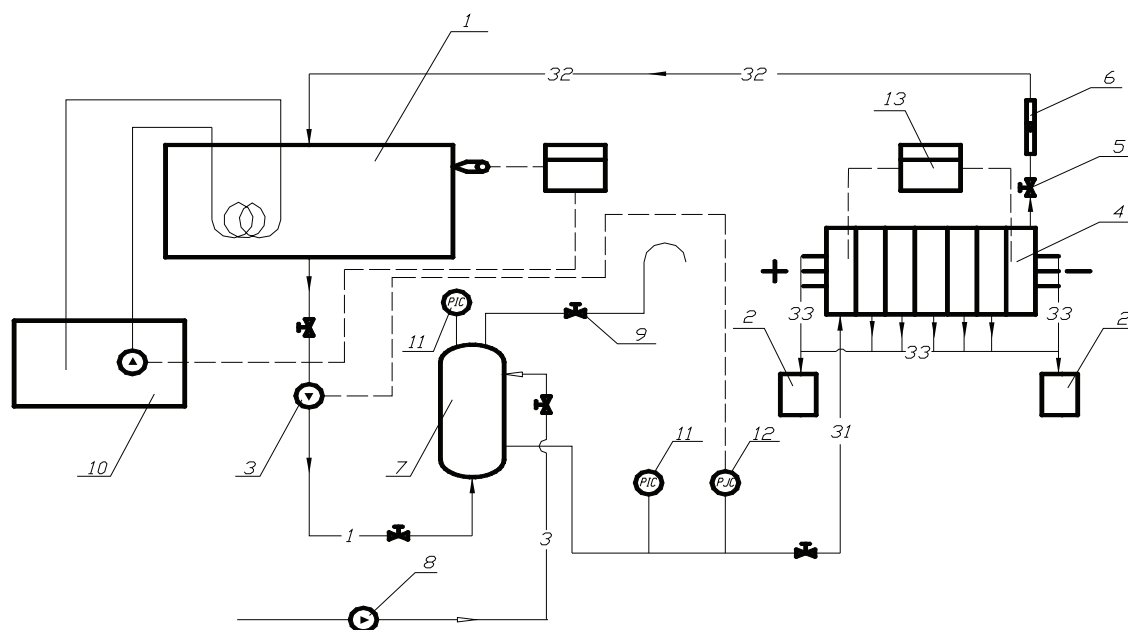


Рис. 1. Схема электробаромембранной установки: 1 – расходная емкость; 2 – емкость пермеата; 3 – насос плунжерный; 4 – плоскокамерный аппарат; 5 – дроссель; 6 – поплавковый ротаметр; 7 – ресивер; 8 – компрессор высокого давления; 9 – игольчатый вентиль; 10 – термостат; 11 – образцовый манометр; 12 – электроконтактный манометр; 13 – источник постоянного тока

$$n = \frac{F}{F_9} \quad (5)$$

Далее определяем число камер разделения в аппарате с учетом наложения электрического поля на электробаромембранный аппарат:

$$n = \frac{V - (E_9 - 2E_M)}{i F_9 R} \quad (6)$$

где V – напряжение питающего источника, E_9, E_M – электродные и мембранные напряжения, R – внутреннее сопротивление одной камеры.

$$E_M = 0,2 \log \frac{C_{нен}}{C_{пер}} \quad (7)$$

$$R = \left(\frac{2\delta_{нэ}}{x_{yf}} + \frac{2\delta_{н.м.}}{x_{н.м.}} + \frac{2\delta}{x_n} + \frac{X}{x_p} \right) \frac{1}{F_9} \quad (8)$$

Затем проверяем число камер (n) по следующему соотношению:

$$n = \frac{F}{F_9} \quad (9)$$

После выбираем оптимальное число камер, рассчитанное по двум уравнениям (5) и (6), и приступаем к секционированию аппарата, при этом исходя из необ-

ходимости обеспечения примерно одинаковой скорости разделяемого раствора во всех секциях аппарата, согласно приведенной табл. 1.

Таблица 1

Секция	1	2	3	4	5	6	7
Число элементов в секции	72	52	37	27	19	14	10

ВЫВОД

Представлен технологический расчет электробаромембранного аппарата с замкнутой циркуляцией раствора по тракту ретентата. Показана перспективность применения электробаромембранных аппаратов в технологических процессах концентрирования растворов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубарев С.В., Алексеева Н.А., Иващенко В.Н. и др. // Химия и технология топлив и масел. 1989. № 11. С. 40-43.
2. Кульский Л.А., Князькова Т.В., Клименко Н.А. и др. Обзорная информация / Укр. НИИТИ. Киев, 1986. 48 с.
3. Дытнерский Ю.И., Кочаров Р.Г. // ЖВХО им. Д.И. Менделеева. 1987. Т. 32. № 6. С. 607-614.

Поступила в редакцию 15 февраля 2009 г.

Abonosimov O.A., Ryabinsky M.A., Lazarev A.S., Kormiltin G.S. On the problem of calculation of elektrobaromembrane devices. The article presents technological calculation of elektrobaromembrane device the example of elektrobaromembrane installation with closed circulation of solution along the retentate path.

Key words: elektrobaromembrane device; retentate; delay factor; specific productivity.