

УДК 66.081.6

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННОГО АППАРАТА ПЛОСКОКАМЕРНОГО ТИПА

© С.И. Лазарев, С.В. Ковалев, О.А. Абоносимов, К.С. Лазарев

*Ключевые слова:* расчет; электробаромембранный аппарат; методика; рабочая площадь.

Разработана методика расчета конструктивных и технологических параметров электробаромембранного аппарата плоскокамерного типа.

Очистка стоков химических и машиностроительных предприятий является актуальной задачей при современном развитии отраслей химической и металлургической промышленности. В связи с освоением новых технологий и усовершенствованием старых технологических процессов проблема расчета новых конструкций аппаратов является наиболее значимой.

Технологией расчета при этом является определение основных размеров мембранного аппарата, которые необходимы при проектировании электромикрофильтрационных, электроультрафильтрационных и электроосмофильтрационных установок. Основными элементами, из которых комплектуются электробаромембранные аппараты (рис. 1), являются фланцы 1 с каналами 2 и 3 ввода и вывода разделяемого раствора, каналами 4 и 5 для отвода пермеата, отверстиями 6 для стяжки пакета болтами, клемм 7 для подвода постоянного электрического напряжения, пористых подложек 8, выполненных из пористого проката типа X18N15-

ПМ, X18N15-МП, ППТМ-ПМ, ЛНПИТ, Н-МП и ЛПН-ПМ [1] с пористостью 20–45 %, которые одновременно служат электродами и дренажом для отвода пермеата, мембран 9, между которыми расположены эластичные уплотнения 10 пористых биполярных электродов 11.

Пористый биполярных электрод, служащий одновременно и дренажом для отвода пермеата, состоит из диэлектрической плиты 15, по обе стороны которой укреплены пористые электроды – анод 12 и катод 13, соединенные между собой шпилькой 14, изготовленной из коррозионно-стойкого металла. На пористом биполярном электроде расположены мембраны 9, а в самом электроде имеется переточное отверстие. Все детали аппарата стягиваются болтами 18 (рис. 1).

По расчетным концентрациям растворенного вещества в ретентате и пермеате и в исходном растворе определяется коэффициент задержания по следующей формуле:

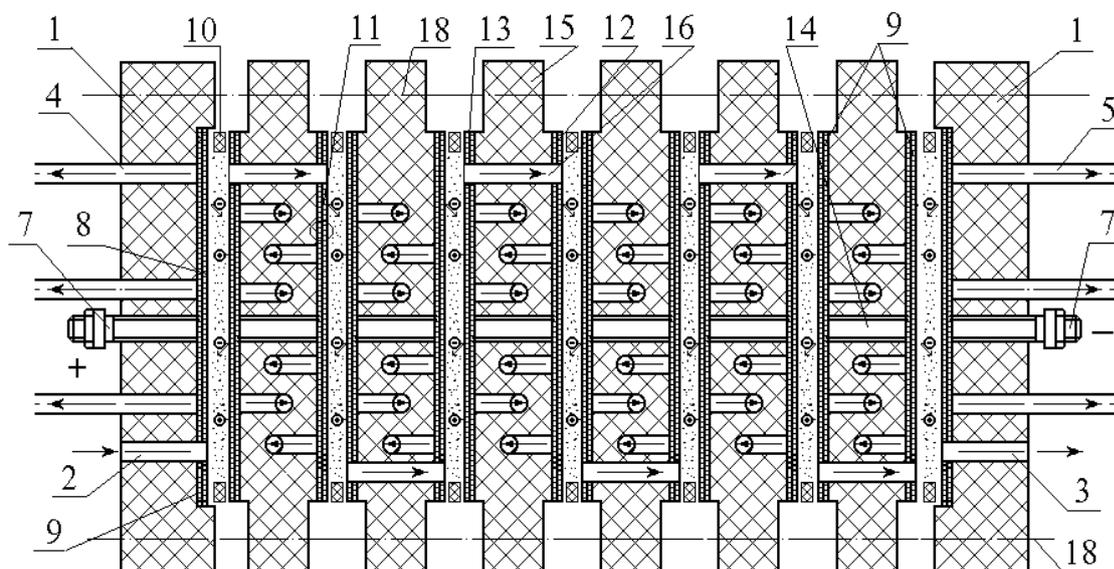


Рис. 1. Схема электробаромембранного аппарата плоскокамерного аппарата

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

Используя уравнение (1) и уравнение о взаимосвязи коэффициента задержания и удельного потока растворителя, определяем удельный поток растворителя по следующему выражению:

$$J = J_0 \cdot (1 - K_k^{(-1/K)}), \quad (2)$$

где  $J_0$  – удельный поток растворителя для используемой мембраны по дистиллированной воде;  $K$  – коэффициент задержания;  $K_k$  – коэффициент концентрирования.

Далее определяем рабочую площадь мембраны в аппарате:

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

Учитывая то, что в работе рассматриваются плоскокамерные аппараты, и они защищены авторским свидетельством на изобретение [2–3], предпочтение отдаем этим аппаратам ввиду того, что аппараты этого класса являются также бескорпусными.

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:

$$F_3 = 2F_M - \frac{\pi d_{\text{пер}}^2}{2}, \quad (4)$$

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

Затем проверяем число камер ( $n$ ) по следующему соотношению:

$$n = \frac{F}{F_3}. \quad (5)$$

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

$$n = \frac{V - (E_3 - 2E_M)}{i F_3 R}, \quad (6)$$

где  $V$  – напряжение питающего источника;  $E_3, E_M$  – электродные и мембранные напряжения;  $R$  – внутреннее сопротивление одной камеры.

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

$$R = \left( \frac{2\delta_{\text{нз}}}{x_{\text{нз}}} + \frac{2\delta_{\text{н.м.}}}{x_{\text{н.м.}}} + \frac{2\delta}{x_n} + \frac{X}{x_p} \right) \frac{1}{F_3}. \quad (8)$$

После выбираем оптимальное число камер, рассчитанное по двум уравнениям (5) и (6), и приступаем к секционированию аппарата, при этом исходя из необходимости обеспечения примерно одинаковой скорости течения разделяемого раствора во всех секциях аппарата [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Листовые материалы, полученные методом прокатки порошка: проспект. Выкса, 1990.
2. А.с. 1745284 СССР, МКИ В 010 63/08. Мембранный аппарат с плоскими фильтрующими элементами / Лазарев С.И., Коробов В.Б., Коновалов В.И. (СССР). 466489/26; заявл. 21.03.89. 4 с. Оpubл. 07.07.92.
3. Положительное решение на выдачу патента на изобретение по заявке № 2006100139/15(000158) от 12.09.2007. Электробаромембранный аппарат плоскокамерного типа / Лазарев С.И., Вязовов С.А., Рябинский М.А.
4. Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие для вузов. М.: Химия, 1992. 496 с.

Поступила в редакцию 29 июня 2012 г.

Lazarev S.I., Kovalev S.V., Abonosimov O.A., Lazarev K.S. FEATURES OF THE CALCULATION OF ELECTROBAROMEMBRANE APPARATUS OF FLAT-CHAMBER TYPE

The method of calculation of constructive and technological parameters of electrobaromembrane apparatus of flat-chamber type is developed.

*Key words:* calculation; electrobaromembrane apparatus; methodics; working area.