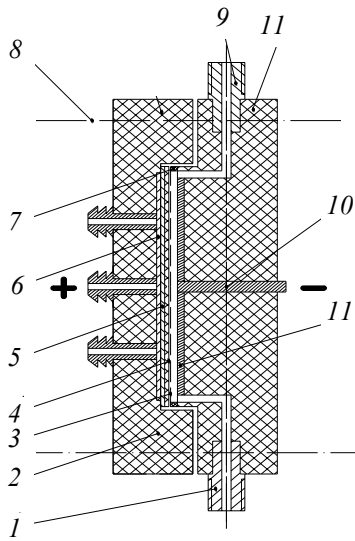


## КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИОНООБМЕННОЙ МЕМБРАНЫ МК-40 ПРИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОМ РАЗДЕЛЕНИИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ БЕЛОФОРА

Для определения величины удельного потока растворителя через мембрану проводились эксперименты по обратнoосмотическому разделению, при варьировании рабочего давления и электрического потенциала. Величину удельного потока растворителя через мембрану определяли с помощью экспериментальных данных, так как он зависит от большого числа различных факторов (гидродинамики в канале, взаимодействия растворителя и растворенного вещества, и т.п.) [1].

Исследования удельного потока через мембраны проводились на обратнoосмотической установке, устройство и принцип работы которой подробно описаны в [2].

Основным элементом установки является рабочая ячейка, в которой непосредственно происходит процесс обратнoосмотического разделения. Конструкция ячейки представлена на рис. 1. Ячейка представляет собой однокамерный разделительный модуль плоскорамного типа, образованный двумя частями I и II. В части I, представляющую собой фланец 2, расположены три штуцера для отвода пермеата. В части II расположены штуцеры ввода раствора 1 и вывода раствора 9, платинированный электрод 11, к которому подводится электрический ток с помощью вывода-контакта 10. Рабочий раствор подается в штуцер 1 ячейки и равномерно распределяется по разделительной камере. Данная камера, образована мембраной 3 и рабочей поверхностью части II. Часть раствора при этом, под действием избыточного давления и электрического поля, проникает через мембраны 3, затем через ватман 4, служащий прокладкой под мембраной, через пористую подложку 5, которая также является и электродом, через металлическую сетку 6, выполненную из нержавеющей стали, и являющуюся турбулизатором, и далее по каналам, сделанным в штуцерах, попадает в сборники пермеата (бюксы объемом 50 мл). Для уплотнения фланца 2 с частью II ячейки использовались прокладки 7 из паронита толщиной  $0,3...2 \cdot 10^{-3}$



**Рис. 1** Схема рабочей ячейки электро-баромембранного разделения

м. Ячейка стягивается шестью болтами 8. Размеры камер разделения ячейки в собранном виде составляют  $0,06 \cdot 0,13 \cdot (0,0003...0,002)$  м. Рабочая площадь мембран в каждой камере разделения составляла  $7,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>.

Определение величины удельного потока растворителя через катионообменную мембрану проводили при наложении градиента давления и электрического потенциала. Модельной системой являлась дистиллированная вода.

**ПРИ РАБОТЕ ИСПОЛЬЗОВАЛИСЬ КАТИОНООБМЕННАЯ МЕМБРАНА МК-40. ПРЕДВАРИТЕЛЬНО МЕМБРАНА ПЕРЕВОДИЛАСЬ В Н-ФОРМУ (НАХОДИЛАСЬ 12 Ч В РАСТВОРЕ 0,1N HCL). ВРЕМЯ ОБЖАТИЯ МЕМБРАНЫ В ЯЧЕЙКЕ СОСТАВЛЯЛО 24 Ч. РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ВАРЬИРОВАЛИ ОТ 2,0 ДО 6,0 МПА. СКОРОСТЬ РАСТВОРА В МЕЖМЕМБРАННОМ КАНАЛЕ РАВНЯЛАСЬ 0,26 М/С. ПОСТОЯННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, ПОДВОДИМОЕ К ЭЛЕКТРОДАМ, 12 В. СИЛА ТОКА ОПРЕДЕЛЯЛАСЬ С ПОМОЩЬЮ АМПЕРМЕТРА.**

По полученным значениям объема пермеата рассчитывается удельный поток растворителя по формуле

$$J = V/(F\tau), \quad (1)$$

где  $J$  – удельный поток растворителя,  $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ;  $V$  – объем собранного пермеата,  $\text{м}^3$ ;  $\tau$  – время сбора пермеата,  $\text{с}$ ;  $F$  – поверхность мембран,  $\text{м}^2$ . Рабочая площадь мембран в каждой камере разделения составляла  $7,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ .

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПО (1), ПРЕДСТАВЛЕНЫ НА РИС. 2, 3.**

**КАК СЛЕДУЕТ ИЗ ГРАФИКОВ, С ПОВЫШЕНИЕМ ДАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОИСХОДИТ УВЕЛИЧЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ПОТОКА РАСТВОРИТЕЛЯ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНЫ. ЭТО ОБЪЯСНЯЕТСЯ ТЕМ, ЧТО ПРИ ПОВЫШЕНИИ ДАВЛЕНИЯ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В СООТВЕТСТВИИ С УРАВНЕНИЕМ**

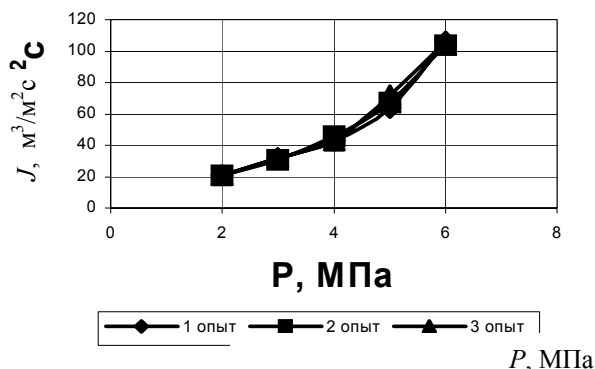


РИС. 2 ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО ПОТОКА РАСТВОРИТЕЛЯ КАТИОНООБМЕННОЙ МЕМБРАНЫ МК-40 ОТ ДАВЛЕНИЯ БЕЗ НАЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

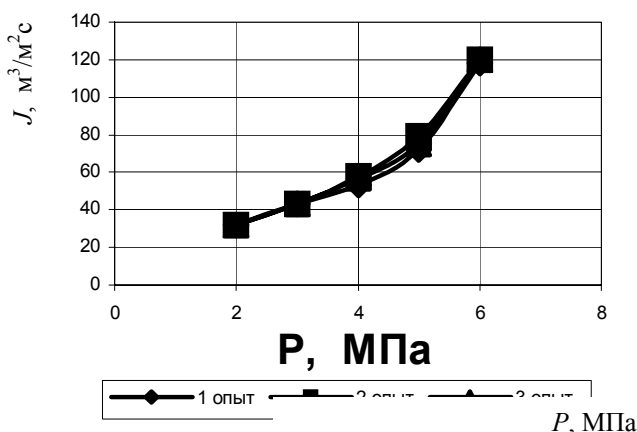


РИС.3 ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО ПОТОКА РАСТВОРИТЕЛЯ КАТИОНООБМЕННОЙ МЕМБРАНЫ МК-40 ОТ ДАВЛЕНИЯ ПРИ НАЛОЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

$$\mu_i = \mu_i^0 + v_i P + RT \ln a_i, \quad (2)$$

где  $\mu_i$  – стандартный химический потенциал;  $a_i = \gamma_i c_i$  активность иона в мембране;  $\gamma_i$  – коэффициент активности;  $v_i$  – парциальный мольный объем растворенного вещества в мембране;  $P$  – внешнее давление;  $T$  – температура;  $R$  – универсальная газовая постоянная.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Хванг С.-Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения / Пер. с англ.; Под ред. проф. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1981. 464 с.
- 2 Лазарев С.И., Коробов В.Б., Клиот М.Б. и др. / Очистка сточных вод производства сульфенамида Ц-обратным осмосом // Известия вузов. Химия и химическая технология. 1993. № 6. С. 79 – 80.

**Кафедра "Прикладная геометрия и компьютерная графика"**