

УДК 66.081.63

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МЕМБРАН В РАСТВОРАХ ГАЛЬВАНОСТОКОВ

© О.А. Абоносимов, С.И. Лазарев, Ю.А. Ворожейкин, Д.О. Абоносимов

Ключевые слова: гидродинамическая проницаемость; полимерная мембрана; гидродинамика потока раствора.
В статье приведены результаты исследования коэффициента гидродинамической проницаемости полимерных мембран при обратноосмотическом разделении гальваносток, содержащих соединения хрома, меди и никеля. Проанализированы и объяснены зависимости коэффициента гидродинамической проницаемости полимерных мембран от давления, гидродинамики потока раствора и температуры. Получены аппроксимационные зависимости коэффициента гидродинамической проницаемости мембраны МГА-95 от давления, гидродинамики потока раствора и температуры.

ВВЕДЕНИЕ

В химической промышленности при гальванической обработке изделий образуется большое количество гальваносток, содержащих соединения тяжелых металлов. Для утилизации гальваносток используется процесс обратноосмотического разделения [1]. Одной из важнейших характеристик процесса обратноосмотического разделения растворов является гидродинамическая проницаемость мембран.

Целью данной работы является исследование коэффициента гидродинамической проницаемости полимерных мембран при обратноосмотическом разделении

гальваносток с учетом влияния давления, гидродинамики потока раствора и температуры.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве объектов исследования использовались модельные растворы, содержащие соединения хрома, меди и никеля, входящие в состав промышленных стоков.

Исследования коэффициента гидродинамической проницаемости проводились на установке, представленной на рис. 1.

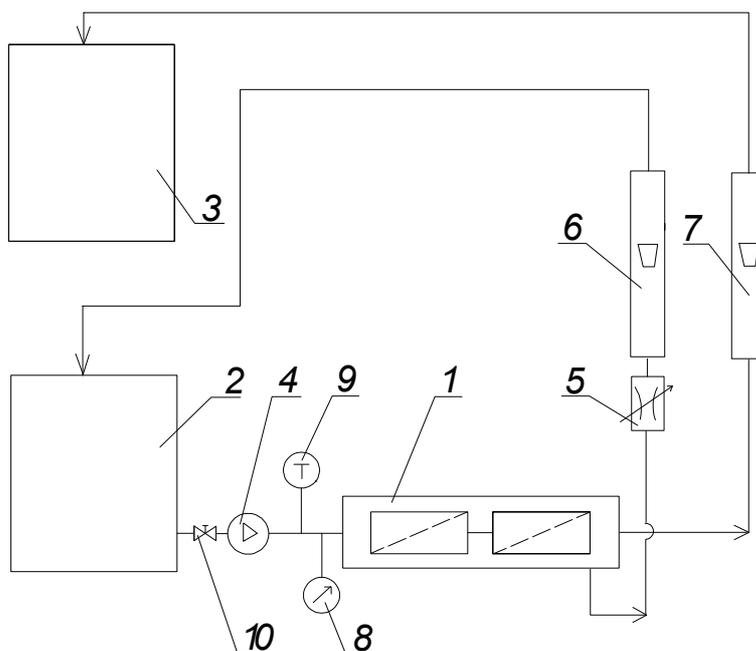


Рис. 1. Схема обратноосмотической установки для исследования коэффициента гидродинамической проницаемости мембран

Установка состояла из обратноосмотического модуля 1, емкости исходного раствора 2, емкости пермеата 3, насоса 4, дросселя 5, ротаметров для пенетрата 6 и пермеата 7, манометра 8, термометра 9, вентиля 10. Основным разделительным элементом установки является обратноосмотический модуль 1, в который устанавливались два обратноосмотических рулонных модуля типа ЭРО-Э-6,5/900А с мембранами МГА-95. Из емкости 2 исходный раствор нагнетался в обратноосмотический модуль 1 плунжерным насосом 4 типа НД-2,5, который обеспечивал подачу раствора в пределах от 0 до 2,5 м³/ч и создавал давление до 6 МПа. С помощью дросселя 5 в обратноосмотическом модуле устанавливалось необходимое рабочее давление раствора, которое контролировалось электроконтактным манометром 8. Расход раствора контролировался ротаметром 6, а температура измерялась термометром 9. Расход пермеата после обратноосмотических модулей контролировался ротаметром 7 и собирался в емкости 3.

Значение коэффициента гидродинамической проницаемости мембраны K рассчитывали по зависимости

$$K = \frac{V/(F_m \cdot \tau)}{P}, \quad (1)$$

где K – коэффициент гидродинамической проницаемости мембраны; V – объем собранного пермеата, м³; t – время проведения эксперимента, с; P – рабочее давление, Па.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 2–3.

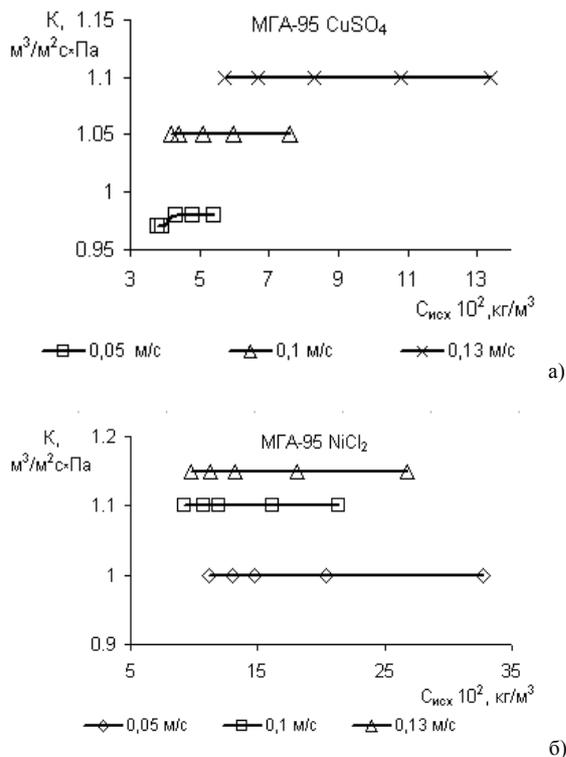


Рис. 2. Зависимость коэффициента гидродинамической проницаемости мембраны МГА-95 от концентрации и скорости течения раствора: а) CuSO_4 ; б) NiCl_2

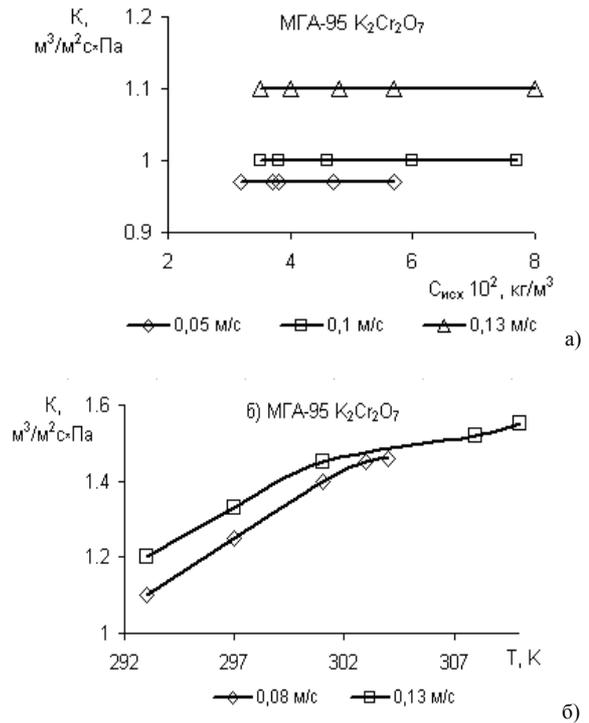


Рис. 3. Зависимость коэффициента гидродинамической проницаемости мембраны МГА-95 раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: а) от концентрации и скорости течения раствора; б) от температуры и скорости течения раствора

Проведенные эксперименты выявили следующие закономерности. При увеличении концентрации растворов для всех исследуемых веществ коэффициент гидродинамической проницаемости практически остается постоянным, что характерно для обратноосмотического разделения сильноразбавленных растворов, к которым можно отнести исследуемые растворы.

С увеличением скорости течения раствора в межмембранном канале коэффициент гидродинамической проницаемости незначительно возрастает. Это объясняется тем, что с ростом скорости течения раствора над мембраной уменьшается влияние эффекта концентрационной поляризации [2].

Рост температуры разделяемых растворов также вызывает увеличение коэффициента гидродинамической проницаемости мембран, т. к. снижается вязкость растворов, что улучшает процесс разделения.

С учетом полученных зависимостей коэффициента гидродинамической проницаемости мембраны МГА-95 от давления, скорости течения раствора и температуры для расчета значений получено следующее выражение:

$$K = \frac{G}{k(P - \Delta\pi) \cdot \alpha \cdot \text{Re}^n \cdot (T/T_0)^m}, \quad (2)$$

где K , α , m , n – эмпирические коэффициенты; T_0 , T – реперная (принятая нами 293 К) и рабочая температуры разделяемого раствора.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено влияние на коэффициент гидродинамической проницаемости мембраны МГА-95 процесса

обратноосмотического разделения гальваностокков гидродинамики потока раствора и температуры.

2. Теоретически обоснован и аналитически описан коэффициент гидродинамической проницаемости в зависимости от давления, гидродинамики потока раствора и температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хванг С.-Т., Каммермейер К.* Мембранные процессы разделения. / пер. с англ. / под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1981. 464 с.
2. *Абоносимов О.А., Лазарев С.И., Горбачев А.С.* Модель расчета аппаратов обратного осмоса рулонного типа // Прикладная химия. 2004. Т. 77. Вып. 11. С. 1844-1846.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работа выполнена при поддержке гранта по Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2010–2012 гг.» по теме «Теоретические и прикладные исследования массопереноса и гид-

родинамики течения раствора в пористых телах с целью совершенствования и разработки мембран».

Поступила в редакцию 1 июля 2010 г.

Abonosimov O.A., Lazarev S.I., Vorozheikin Yu.A., Abonosimov D.O. Research of hydro-dynamic penetration of membranes in solutions of electroplatings wastes

The article gives the research results of coefficient of hydro-dynamic penetration of polymeric membranes at reverse-osmotic division of electroplatings wastes containing the compounding of chrome, cuprum and nickel. The dependencies of coefficient of hydro-dynamic penetration of polymeric membranes from pressure, hydro-dynamics of solution's stream and temperature are analyzed and explained. The approximation dependencies of the coefficient of hydro-dynamic penetration of membrane MGA-95 from pressure, hydro-dynamics of solution's stream and temperature are received.

Key words: hydro-dynamic penetration; polymeric membrane; hydro-dynamics of solution's stream.