

УДК 66.061.3:532.71

## РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО ПОТОКА РАСТВОРИТЕЛЯ БАРОМЕМБРАННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ КРАХМАЛЬНО-ПАТОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

© С.И. Лазарев, В.Л. Головашин, А.А. Горбачев

Lazarev S.I., Golovashin V.L., Gorbachev A.A. The calculation of water solutions baro-membrane division solvent specific flow in starch-treacle production. The article proposes an approximate ratio that describes change in solvent specific flow through membranes depending on dissolved substances concentration.

При переработке картофеля, в процессе производства крахмала и патоки, образуются большие объемы водной массы паточной барды. Утилизация барды ограничена из-за больших объемов. При биологическом окислении выделяются промежуточные продукты, обладающие неприятным запахом, что сдерживает применение данного метода.

Нами проводились экспериментальные исследования обратноосмотического и ультрафильтрационного разделения паточной барды с целью ее дальнейшей переработки и использования во вторичных производствах.

Методика проведения экспериментов и схема лабораторной установки подробно описана в работе [1]. В экспериментальных исследованиях использовались обратноосмотические мембраны: МГА-100, ОПМ-К и ультрафильтрационные мембраны УПМ-К и УАМ-150. Средняя температура раствора составляла 20 °С, рабочее давление при ультрафильтрации – 0,35 МПа, при обратном осмосе – 4,0 МПа, скорость раствора в межмембранном канале 0,25 м/с, эксперимент длился  $5,4 \cdot 10^3$  с. Анализ растворенных веществ в водном растворе осуществляли по химическому потреблению кислорода (ХПК) [2]. Результаты экспериментальных данных представлены на рисунке 1.

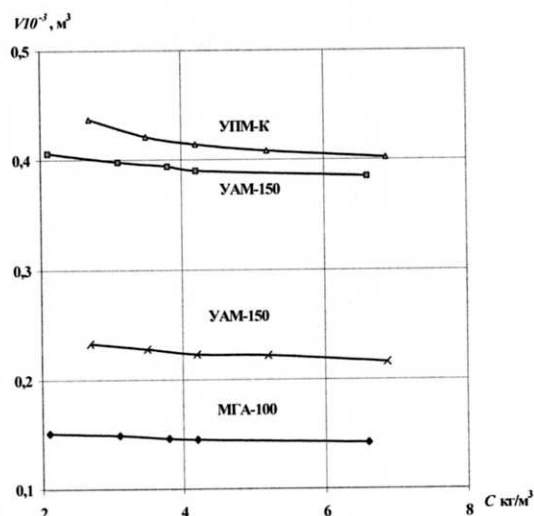


Рис. 1. Результаты экспериментов при различных видах мембран

Таблица 1

	МГА-100	ОПМ-К	УАМ-150	УПМ-К
$\alpha$	1,04	1,03	1,08	1,08
$n$	-0,056	-0,048	-0,082	-0,023

Таблица 2

Тип мембраны	$\Delta P$ , МПа	$C_{\text{рет.}}$ , кг/м³	$J_{\text{экс.}}$ , м/с	$J_{\text{расч.}}$ , м/с	$\Delta$ , %
МГА-100	4,0	2,1	3,58	3,53	-1,69
		3,1	3,54	3,56	0,74
		3,8	3,46	3,53	1,93
		4,2	3,44	3,51	1,84
		6,6	3,37	3,26	-3,31
ОПМ-К	4,0	2,1	9,64	9,45	-2,04
		3,1	9,44	9,59	1,42
		3,8	9,35	9,52	1,74
		4,2	9,25	9,45	2,04
		6,6	9,14	8,81	-3,7
		9,14	8,81	-3,7	
УПМ-К	0,35	2,69	10,3	1,2	-1,97
		3,5	9,99	10,2	1,54
		4,2	9,82	10	2,06
		5,2	9,68	9,79	1,04
		6,87	9,54	9,26	-3,06
		9,54	9,26	-3,06	
УАМ-150	0,35	2,69	5,53	6,07	8,92
		3,5	5,41	5,6	3,36
		4,2	5,29	5,3	0,135
		5,2	5,27	4,96	-6,3
		6,87	5,12	4,49	-14,11
		5,12	4,49	-14,11	

В данной работе предложено аппроксимационное соотношение (1) на основе зависимости из работы [3], описывающее изменение удельного потока растворителя через мембраны в зависимости от концентрации растворенных веществ, облегчающее проведение инженерных расчетов баромембранных аппаратов.

$$J = K_{\Delta P} \cdot \alpha \cdot C_{\text{рет}}^n, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент водопроницаемость мембраны  $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Па}$ ;  $\Delta P$  – приложенное давление Па;  $C_{\text{рет}}$  – концентрация растворенных веществ в ретентате,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\alpha$ ,  $n$  – числовые коэффициенты.

Значения коэффициентов  $\alpha$  и  $n$  приведены в таблице 1.

Удельный поток растворителя с ростом концентрации уменьшается на всех видах мембран. Для обратно-осмотических мембран наибольшее влияние на процесс разделения оказывает явление концентрационной поляризации. В результате повышения концентрации в примембранном слое происходит повышение осмотического давления раствора, обезвоживания рабочего слоя мембран, изменения структуры пограничного слоя, повышение вязкости раствора. Данные эффекты в совокупности приводят к уменьшению удельного потока растворителя через мембраны. Вероятно, на снижение удельного потока для процесса ультрафильтрации оказывает гелеобразование.

Падение удельного потока растворителя через мембраны происходит и по причине изменения структуры примембранного слоя. Структура примембранного пограничного слоя зависит от знака заряда поверхности активного слоя мембраны и свойств растворенного вещества (его способности к гидратации, к образованию водородных связей и электростатическому взаимодействию).

Из рис. 1 и табл. 2 видно, что наибольшее падение производительности (по сравнению с дистиллированной водой) характерно для полисульфонамидных мембран, имеющих частичный положительный заряд [4], что связано с ассоциацией молекул сахарозы и материала активного слоя мембраны. Для ацетатцеллюлозных мембран падение производительности проявляется в меньшей степени.

Анализ опытных и расчетных данных, приведенных в таблице 2, показывает их хорошее совпадение (расхождение составляет не более 15 %), что позволяет использовать формулу (1) в инженерных расчетах баромембранных аппаратов. Сравнение экспериментальных и расчетных данных по удельному потоку растворителя приведено в таблице 2.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Очистка сточных вод производства сульфенамида Ц обратным осмосом / Лазарев С.И., Коробов В.Б., Клиот М.Б. и др. // Изв. вузов. Химия и химическая технология. 1993. № 6. С. 79-80.
2. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа сточных вод. М.: Химия, 1973. 976 с.
3. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. М.: Химия, 1980. 278 с.
4. Брык М.Т., Цапюк Е.А. Ультрафильтрация. Киев: Наукова думка, 1989. 288 с.

Поступила в редакцию 10 апреля 2003 г.