

## БАРОМЕМБРАННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ПИГМЕНТЫ И КИСЛОТНЫЕ КРАСИТЕЛИ

*Ю.П. ОСАДЧИЙ, В.Н. БЛИНИЧЕВ*

**(Ивановский государственный архитектурно-строительный университет,  
Ивановский государственный химико-технологический университет)**

В настоящее время большое внимание в создании ресурсосберегающих технологий уделяется мембранной технике. Микрофльтрация и ультрафльтрация – как методы мембранного разделения используются при очистке сточных вод, содержащих высокомолекулярные вещества, взвешенные частицы и др. [1].

В лабораторных и производственных условиях проведена серия экспериментов по баромембранному разделению сточных вод после промывки сетчатых шаблонов печатной машины при пигментной печати нетканого полипропиленового декоративного полотна, а также после промывки тары из-под бытовой синьки "Лайне", изготовленной на основе кислотных красителей.

Исследования проводили на стационарной лабораторной и производственной установках с использованием реальных растворов. В качестве элементов разделения применяли трубчатые ультрафильтры типа БТУ-0,5-2 с полупроницаемыми мембранами на основе фторпласта, полисульфонамида, ацетатов целлюлозы и микрофильтры БТМ-0,5-2 на основе полисульфона для предварительной очистки сточных вод.

После промывки шаблонов сточные воды содержат следующие красители: пигмент розовый ЖТП, пигмент оранжевый прочный ТП, пигмент зеленый ТП. После промывки тары с синькой сточные воды содержат смесь красителей кислотного голубого О и кислотного фиолетового С.

Моделирование в лабораторных условиях осуществляли разбавлением готовой синьки водой до требуемой концентрации

смеси красителей, которая определялась по калибровочной кривой в зависимости от оптической плотности растворов. Измерение проводили с помощью спектрофотометра СРЕКОЛ-11 при различных длинах волн: пигмент розовый ЖТП – 520 нм, зеленый ТП – 600 нм, смесь кислотных красителей – 590 нм.

Экспериментально получены данные по зависимости селективности и проницаемости мембран к красителям от рабочего давления на входе в мембранные элементы при температуре 293К, начальной концентрации красителей 250 мг/л при постоянном давлении на выходе 0,05 МПа. Разделению подвергались различные виды пигментов (пигмент розовый ЖТП, голубой ГТП, зеленый ТП) и смеси кислотных красителей.

Установлено, что с увеличением давления до 0,2 МПа для кислотных красителей наблюдается снижение селективности на 12%. Для пигментов такого резкого падения селективности не происходит – она остается на уровне 95...96%. При этом проницаемость мембран с повышением давления до 0,3 МПа увеличивается, а затем снижается, что связано с понижением скорости потока разделяемого раствора над мембраной.

Это явление сопровождается нарастанием концентрационной поляризации, следствием которой является снижение проницаемости мембран [2], [3]. Таким образом, наиболее оптимальное рабочее давление в данных условиях для кислотных красителей составляет 0,15...0,25 МПа, для пигментов – 0,20...0,30 МПа.

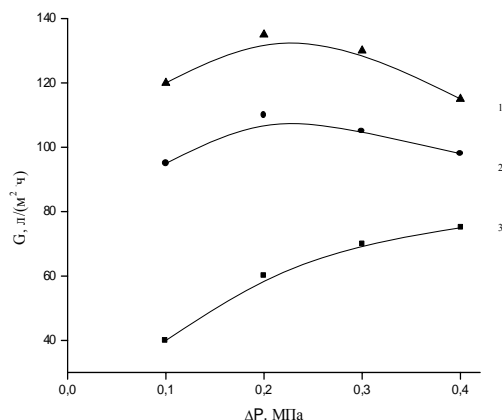


Рис. 1

На рис. 1 и 2 представлены зависимости проницаемости и селективности мембран А-1, ПСА и Ф-1 от рабочего давления. Полученные кривые на рис. 1 показывают, что при повышении давления более 0,3 МПа проницаемость мембран практически остается постоянной. Это можно объяснить тем, что у пограничного слоя мембраны концентрируются частицы красителя, которые затрудняют диффузионный перенос воды к поверхности мембраны.

На рис. 2 показано влияние давления на селективность мембран, которая достигает наибольшего значения при величине давления 0,25...0,30 МПа. Дальнейшее увеличение давления приводит к снижению селективности, что можно объяснить увеличением турбулентности потока над мембраной, которое приводит к дополнительному прохождению пигментов или красителей через мембрану.

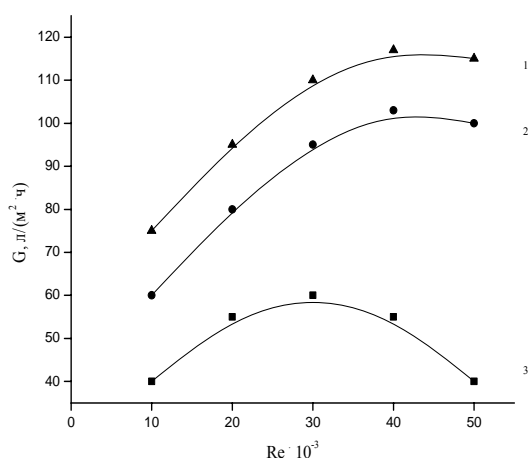


Рис. 3

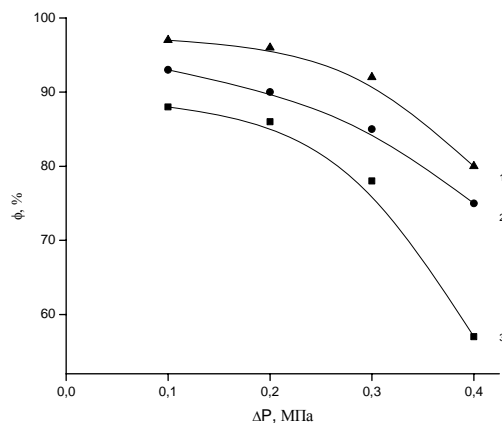


Рис. 2

Зависимость проницаемости мембран от гидродинамических условий характеризуется критерием Re, она показана на рис. 3. Как видно из графика, проницаемость мембран значительно изменяется при небольших значениях Re. По достижению  $Re=30-40 \cdot 10^5$  проницаемость мембран достигает максимальной величины, а при дальнейшем увеличении скорости потока над мембраной остается постоянной (кроме мембраны А-1, кривая 3). Это объясняется выравниванием концентрации пигментов и красителей в пограничном слое мембраны.

Процесс велся при температуре разделения 293К, рабочем давлении на входе в элементы 0,2...0,4 МПа, на выходе 0,05 МПа.

Из графика видно, что для кислотных красителей селективность снижается на 17...19% при увеличении концентрации красителей от 50 до 300 мг/л, поэтому для достижения требуемой степени очистки (концентрация красителей не должна превышать 25 мг/л [4]) начальная концентрация их не должна превышать 200...250 мг/л.

Для пигментов при данных параметрах исследования селективность не зависит от концентрации красителя, поэтому она может достигать 400...500 мг/л; при более высокой концентрации происходит быстрое закупоривание пор мембраны, вследствие чего производительность процесса разделения падает.

Первоначальное увеличение селективности происходит в результате образова-

ния геля в пограничном слое мембраны, но пигменты не сорбируются ни на ее поверхности, ни в ее объеме [5].

Снижение селективности при повышении температуры связано с увеличением массопереноса, вызванного термической диффузией [6]. Следовательно, процесс разделения желательно проводить при температуре не выше 303К, то есть без подогрева.

На основании полученных параметров разработаны технологические режимы процесса очистки сточных вод от пигментных и кислотных красителей, которые апробированы в производственных условиях и переданы Каменскому ПО "Химволокно" и Сыктывкарскому АО "Комитекс".

## ВЫВОДЫ

Экспериментально и в производственных условиях установлена эффективность очистки сточных вод, содержащих пигментные и кислотные красители, выявлены оптимальные параметры процесса баромембранного разделения, при соблюдении которых установка обеспечивает очистку

локальных стоков от пигментов на 98...99%, от кислотных красителей на 84...85%, что позволяет выводить пермеат в очистные сооружения для биологической доочистки или повторно использовать для промывки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ЭИ // Полимерные мембраны и мембранная технология. – НИИТЭХИМ, 1998, вып. 5. С.9.
2. Козлов М.П. Ультрафильтрационная очистка сточных вод от красителей//Сб. тр. ВНИИСС. – Владимир, 1985.С.42...47.
3. Ермаков В.И. Инженерные методы расчета процессов получения и переработки эластомеров. – М.:Химия,1996.
4. Ефимов А.Я., Таварткиладзе И.И., Ткаченко Л.И. Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности. – Киев:Техника, 1985.
5. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. – М.:Химия,1996.
6. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде: Справочное пособие. – М.:Химия,2005.

Рекомендована кафедрой автомобилей и автомобильного хозяйства. Поступила 23.04.07.