

БАРОМЕМБРАННАЯ ВОДОПОДГОТОВКА

*Осадчий Ю.П., д.т.н., доц., Маркелов А.В., к.т.н., Пахотин Н.Е., асп.,
Крикунов А.В., студ., Ягодкин А.П., студ.*

Ивановский государственный политехнический университет,

г. Иваново, Российская Федерация

Реферат. Данная работа посвящена исследованиям, связанным с актуальной проблемой современности – водоподготовке для технологических процессов, очистке от примесей до достижения параметров, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам.

Ключевые слова: водоподготовка, микрофильтрация, ультрафильтрация.

Баромембранные технологии, полимерные и керамические мембраны и фильтры на их основе, это инновационный вариант водоподготовки для различных отраслей промышленности. Мембраны изготавливаются методом спекания при сверхвысокой температуре из металлокерамических материалов, сначала подложка (пористая структура), а затем керамический слой. На данный момент керамические мембраны могут считаться одним из самых эффективных методов водоподготовки и переработки стоков, химической, текстильной и пищевой отраслей промышленности. Размер пор керамических мембран от 0,5 до 0,05 мкм. Столь малые размеры пор позволят фильтровать большинство микроорганизмов, загрязнений и солей Mg и Ca. Мембраны для микрофильтрации имеют размер пор 0,2–1,5 мкм, для ультрафильтрации имеют размер пор от 0,05 мкм (минимальных размер пор микрофильтрационных мембран) до 10 нм (максимальный размер пор нанофильтрационных мембран) [1].

Основная сфера применения баромембранных технологий – выделение макромолекулярных веществ из растворов, при этом минимальный предел выделяемых растворенных веществ соответствует молекулярным массам в несколько тысяч Дальтон [2]. Для обессоливания воды и отделения растворенных органических и неорганических соединений с молекулярной массой от нескольких сотен до нескольких тысяч Дальтон (Да) применяют другой мембранный процесс – нанофильтрация. Ультрафильтрационные мембраны являются пористыми, следовательно, задержка частиц определяется в основном формой и размером и пор. Транспорт растворителя в данном случае прямо пропорционален приложенному давлению. При микро- и ультрафильтрации протекают одинаковые мембранные явления и производится одинаковый принцип разделения. Однако ультрафильтрационные мембраны, в отличие от микрофильтрационных, имеют асимметричное строение. При этом гидродинамическое сопротивление определяется малой долей общей толщины мембраны для ультрафильтрации воды, тогда как при микрофильтрации, видимо, в гидродинамическое сопротивление вносит значительный вклад общая толщина мембраны. Толщина верхнего слоя ультрафильтрационной мембраны, как правило, равна не более 1 мкм.

Промышленное применение данных технологий – фракционирование макромолекул: крупные молекулы задерживаются мембраной, в то время как небольшие молекулы вместе с молекулами растворителя свободно проходят через мембрану. Для подбора ультрафильтрационных мембран, для дистилляции воды, была применена концепция молекулярной массы «отсечения». Однако, кроме молекулярной массы на селективность ультрафильтрационных мембран значительное влияние оказывает явление концентрационной поляризации. К примеру, мембрана ультрафильтрации с отсечением 35 КДа полностью проницаема для солей Mg с массой молекулы 12,7 КДа. При этом в смеси солей Mg и Ca с Al_2SO_4 (67 КДа) будет задерживаться как соли магния, так и значительная часть солей кальция. Причина данного явления – концентрационная поляризация [3].

Мембрана непроницаема для смесеобразования (комплексообразования) и повышенной концентрации солей на поверхности мембраны, которая формирует на поверхности мембраны дополнительный слой, работающий как динамическая мембрана, задерживающая соли жесткости. Были проведены эксперименты по разделению различных растворенных веществ, таких как, линейные макромолекулы акрилатов или кубовых

красителей, которые существенно влияют на характеристики мембранного отсека в процессе ультрафильтрации. Следовательно, при подборе микрофильтрационных и ультрафильтрационных мембран для процесса обессоливания воды, необходимо учитывать влияние концентрационной поляризации и распределение по молекулярным массам, характерное для большинства солей жесткости. Ультрафильтрация широко применяется в промышленности и лабораториях для решения задач, связанных с разделением, концентрированием, водоподготовкой и очисткой воды до параметров, необходимых для дальнейшего применения обессоленной воды в технологическом процессе.

Для решения существующих проблем в очистке воды от тяжелых металлов до низких концентраций ПДК предложен ряд комплексных для очистных баромембранных станций, позволяющих вести промышленную очистку воды от взвешенных веществ, солей жесткости, тяжелых металлов, нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), и других компонентов, с целью получения норм, соответствующих показателям дистиллированной воды, что во много раз дешевле, чем, например, позволяет метод выпаривания. Работа очистных баромембранных станций основана на новых комплексных технологиях очистки воды: электрофлотации и ультрафильтрации. Для дистилляции воды возможно применение метода нанофильтрации как финишной ступени обессоливания воды. Наиболее распространенный метод, заключающийся в переводе растворимых веществ в нерастворимые при добавлении различных реагентов с последующим отделением их в виде осадков [1].

В качестве реагентов используют гидроксиды кальция и натрия, сульфиды натрия, феррохромовый шлак, сульфат железа(II), пирит. Наиболее широко для осаждения металлов используется гидроксид кальция, который осаждает ионы металла в виде гидроксидов [3].

Наиболее эффективным для извлечения цветных металлов является сульфид натрия, так как растворимость сульфидов тяжелых металлов значительно ниже растворимости других трудно растворимых соединений – гидроксидов и карбонатов.

Сульфиды тяжелых металлов образуют устойчивые коллоидные системы, и поэтому для ускорения процесса их осаждения вводят коагулянты и флокулянты. Так как коллоидные частицы сульфидов имеют отрицательный заряд, то в качестве коагулянтов используют электролиты с многозарядными катионами – обычно сульфаты алюминия или трехвалентного железа, также их смеси. Соли железа имеют ряд преимуществ перед солями алюминия [3]:

- 1) лучшее действие при низких температурах;
- 2) более широкая область оптимальных значений pH среды;
- 3) большая прочность и гидравлическая крупность хлопьев;
- 4) возможность использовать для вод с более широким диапазоном солевого состава.

Создана установка и комплексная технология водоподготовки при оптимальном сочетании баромембранных методов разделения компонентов системы с классическими методами очистки. При наличии в исходной воде соединений хлора установка дополнительно комплектуется узлом дехлорирования.

Список использованных источников

1. Дытнерский Ю. И. Баромембранные процессы. М.: Химия, 1986. – 245 с.
2. Масленников В. А., Осадчий Ю. П., Маркелов А. В. Обоснование периодичности технических обслуживаний фильтрационных установок при изменении пропускной способности рабочих элементов // Ауезовские чтения – 10, материалы Международной научно-практической конференции / Юж.-Казахстан. гос. универ. Шымкент. Казахстан, 2011. С.70–72.
3. Федосов С. В., Масленников В. А., Маркелов А. В. Осадчий Ю. П. Ресурсосберегающая технология при технической эксплуатации строительной техники (статья) // Журн. Вестник МГСУ, М.: 2012, №2, С.104–108.