

ЭЛЕКТРОБАРОМЕМБРАННАЯ ОЧИСТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА 2,2'-ДИБЕНЗОТИАЗОЛДИСУЛЬФИДА

С.И. Лазарев, С.В. Ковалев, В.Г. Казаков

*Кафедра «Прикладная геометрия и компьютерная графика»,
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»;* geometry@mail.nnn.tstu.ru

Ключевые слова и фразы: каптакс; коэффициент задержания; плотность тока; электроосмофльтрация.

Аннотация: Проведены исследования влияния давления, плотности тока и концентрации на процесс разделения промывных вод производства 2,2'-дибензотиазолдисульфида (альтакса). Выявлены общие закономерности влияния различных факторов на процесс электробаромембранного разделения.

При получении 2,2'-дибензотиазолдисульфида (альтакса) после электрохимического синтеза на стадии отмывки целевого продукта образуются промывные воды, содержащие непрореагировавшие натриевую соль каптакса и гидроксид натрия. Сбрасывать такие воды без предварительной очистки нельзя из экологических соображений. Кроме того, в них содержатся ценные вещества, которые могут быть вторично использованы в производстве альтакса. Эти обстоятельства требуют разработки способа разделения и очистки промывных вод и организации рецикла в производстве альтакса.

Для предварительной оценки применимости электробаромембранного процесса разделения промывных вод производства альтакса требуется отработка технологии процесса с получением определенных кинетических коэффициентов (коэффициента задержания и удельного потока). С этой целью проведены испытания по разделению данных растворов по определенной методике на лабораторной установке (рис. 1).

Установка работает следующим образом. Из расходной емкости 1, через систему вентилях высокого давления и ресивер 6 рабочий раствор нагнетается в камеру разделения плунжерным насосом НД100/63 2. Перемешивание раствора осу-

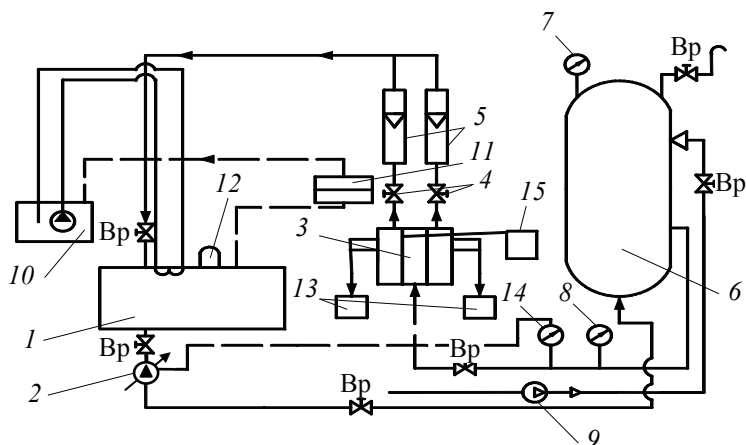


Рис. 1. Схема экспериментальной электробаромембранной установки

ществляется в ресивере 6, давление в котором контролировалось манометром 7. Пройдя рабочую ячейку 3, дроссели 4 и поплавковые ротаметры 5, разделяемый раствор возвращается в расходную емкость 1. Для сглаживания пульсаций давления и расхода в системе установлен ресивер 6, который представляет собой цилиндрический сварной сосуд $V = 3,5$ л, предварительно заполняемый сжатым воздухом до давления, составляющего 30–40 % от рабочего, компрессором высокого давления 9. Давление в установке контролируется образцовым манометром 8, установленным до ячейки 3. Кроме измерительного манометра в установке используется электроконтактный манометр 14, который при превышении давления в системе выше установленного значения отключает плунжерный насос 2 с помощью электроконтактного реле. Расход раствора задается регулированием рабочего хода плунжерного насоса 2. Температура раствора в системе поддерживается температурой воды в термостате 10, контролировалась термометром 12 и регулировалась потенциометром 11 автоматически. Регулирование напряжения и, как следствие, плотности тока в процессе электроосмофльтрации производится блоком питания 15.

Раствор, прошедший в результате разделения через мембраны, собирается в емкости 13. Колебания давления и расхода на описанной установке не превышали 5 % от установленного значения.

Эксперименты проводились по следующей методике. Перед началом экспериментальных исследований собирали разделительный модуль, при этом предварительно подготовленную мембрану располагали на прокладке (ватмане) активным слоем к разделяемому раствору. Далее производили крепление ячейки 3 к трубопроводам установки (см. рис. 1). После этого задавали рабочий расход раствора изменением хода плунжера насоса 2 и заполняли систему рабочим раствором. Далее устанавливали подачу воды в систему промывки сальников и охлаждения плунжера насоса, полностью закрывали игольчатые дроссели 4 и включали насос. По мере увеличения избыточного давления в системе открывали перепускной игольчатый вентиль и плавно игольчатые дроссели 4, пока колебания стрелок манометров не останавливались около заданного значения давления. Одновременно проверяли и наличие утечек раствора в разделительной ячейке 3. Раствор, прошедший через мембраны, собирали в емкости 13. По этой схеме проводили холостой опыт в течение 30 мин. Затем выключали установку и сбрасывали в системе давление игольчатым вентилем. Собранный раствор из емкостей 13 выливали в исходную емкость 1. После восьмичасовой выдержки раствор сливали из установки, хорошо перемешивали и заливали в объеме $6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. Затем в той же последовательности запускали установку, но при этом выводили ее на температурный режим, и проводили контрольный опыт в течение времени, необходимого для сбора пермеата.

Основным элементом установки является разделительная ячейка 3, конструкция которой представлена на рис. 2. Она предназначена для проведения процесса электроосмофльтрации.

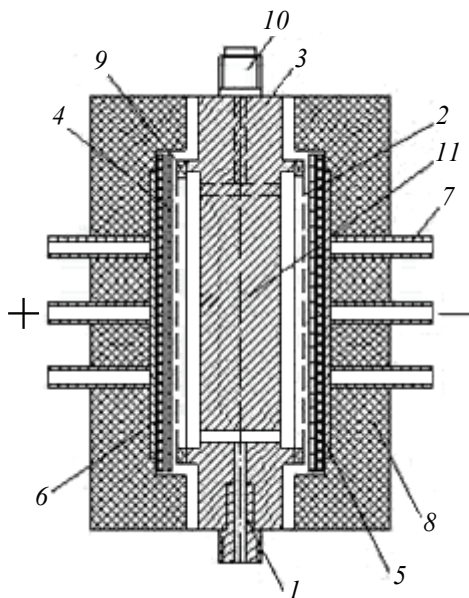


Рис. 2. Схема электробаромембранной ячейки

Ячейка имеет штуцеры для ввода и вывода раствора 1, 10, штуцера для отвода пермеата 7, мембрану 4, опирающуюся на ватман 5, и пористый металлический электрод 6. Ячейка состоит из двух фланцев и уплотнена при помощи прокладки 9 и болтов. Средняя часть ячейки 3 является металлической и токопроводящей.

Рабочий опыт проводили в течение времени, необходимого для сбора пермеата, при этом время проведения опыта фиксировалось секундомером. После рабочего эксперимента сбрасывали давление в системе, выключали установку. При необходимости проводили повтор рабочего опыта, во время которого все данные (концентрацию растворенных веществ в исходном растворе, прикатодном и прианодном пермеате, расход разделяемого раствора, давление, температуру, напряжение, силу тока и время проведения опыта) заносили в рабочий журнал. Для расчета удельного потока через мембраны использовали выражение вида [1–3]

$$J = \frac{V}{F_M \tau}, \quad (1)$$

где V – объем пермеата, м³; F_M – площадь мембраны м²; τ – время проведения эксперимента, с.

Экспериментальное значение коэффициента задержания определяли по формуле

$$R = 1 - \frac{C_{\text{пер}}}{C_{\text{исх}}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{пер}}$, $C_{\text{исх}}$ – концентрации растворенного вещества в пермеате и исходном растворе соответственно, кг/м³.

Результаты экспериментальных исследований и их анализ. Коэффициент задержания и удельный поток являются основными параметрами, характеризующими качество и производительность процесса разделения соответственно. Они зависят от ряда факторов: материала мембраны, природы растворенных веществ и их концентраций в растворе, рабочего давления, температуры и гидродинамики процесса и т.п. [4, 5]. Исследования проводились при различных значениях рабочего давления (1,5...3,0 МПа), рабочих концентрациях, постоянных плотности тока (0,075 А/м²) и температуре ($t_{\text{раб}} = 295$ К).

Результаты экспериментальных исследований удельного потока растворителя и коэффициента задержания представлены в таблице и на рис. 3.

Результаты экспериментальных исследований удельного потока растворителя

Электрод	$C_{\text{исх}}$, кг/м ³		P , МПа	$C_{\text{пер}}$, кг/м ³		$J \cdot 10^6$, м/с
	$C_7H_5NS_2$	NaOH		NaOH	$C_7H_5NS_2$	
Анод	11,604	3,824	1,5	1,981	0,0797	2,8
	7,942	2,18	2	1,113	0,0291	6,036
	9,2	2,33	2,5	1,24	0,038	6,15
	11,557	2,436	3	1,346	0,0593	6,03
Катод	11,604	3,824	1,5	1,88	0,4033	1,89
	7,942	2,18	2	1,072	0,0608	5,09
	9,2	2,33	2,5	1,28	0,22	4,58
	11,557	2,436	3	1,608	0,3016	3,56

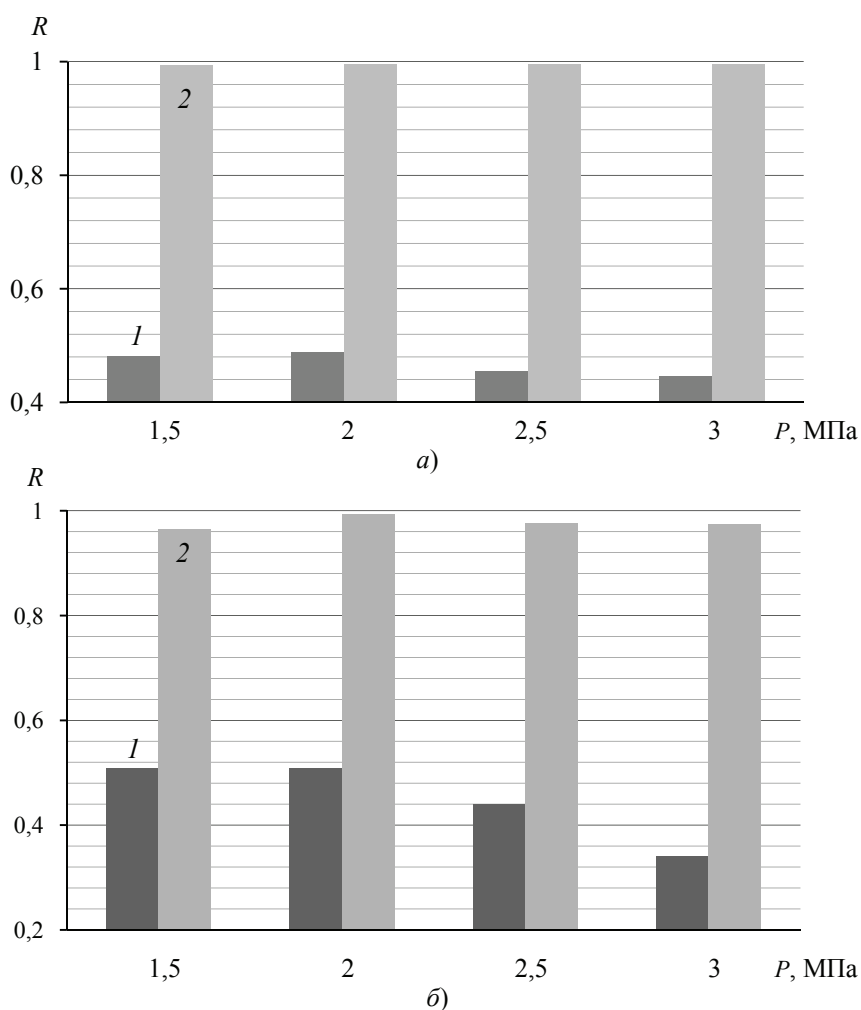


Рис. 3. Зависимость коэффициента задержания R от рабочего давления P для прианодной (а) и прикатодной (б) мембран ESPA-1:
 1 – $C_7H_5NS_2$ (каптакс); 2 – NaOH (щелочь)

В процессе исследований установлено: удельный поток снижается при росте концентрации разделяемого раствора, а при увеличении рабочего давления удельный поток растворителя повышается. Это объясняется тем, что давление, являясь движущей силой процесса, напрямую связано с удельным потоком растворителя. Коэффициент задержания зависит от процесса электрохимического синтеза на поверхности мембраны альтакса, поэтому рост давления в процессе электроосмосифiltrации (при отсутствии геле- и осадкообразования, а также структурных изменений мембраны) всегда приводит к росту удельного потока растворителя.

Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

Список литературы

1. Свитцов, А.А. Введение в мембранную технологию / А.А. Свитцов. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 208 с.
2. Дытнерский, Ю.И. Баромембранные процессы. Теория и расчет / Ю.И. Дытнерский. – М. : Химия, 1986. – 272 с.

3. Дытнерский, Ю.И. Мембранные процессы разделения жидких смесей / Ю.И. Дытнерский. – М. : Химия, 1975. – 252 с.

4. Дытнерский, Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация / Ю.И. Дытнерский. – М. : Химия, 1978. – 352 с.

5. Саббатовский, К.Г. Задержка концентрированных электролитов обратно-осмотическими мембранами / К.Г. Саббатовский, В.Д. Соболев, Н.В. Чураев // Коллоид. журн. – 1993. – Т. 55, № 5. – С. 142–147.

Electro-Pressure-Membrane Treatment of Wash Water to Produce 2,2'-Dibenzotiazoldisulfide

S.I. Lazarev, S.V. Kovalev, V.G. Kazakov

*Department "Applied Geometry and Computer Graphics", TSTU;
geometry@mail.nnn.tstu.ru*

Key words and phrases: current density; coefficient of detention; electrical osmophore filtration mercaptobenzothiazole.

Abstract: The paper studies the effect of pressure, current density and concentration on the process of separation of wash water in production of 2,2'-dibenzthiazolildisulfide (thiofide). The general regularities of the influence of various factors on the process of electro-pressure-membrane separation have been identified.

Elektrobaromembranische Reinigung der Auswaschwasser der Produktion des 2,2-Dibenzotiazoldisulfides

Zusammenfassung: Es sind die Forschungen des Einflusses des Drucks, der Dichte des Stromes und der Konzentration auf den Prozess der Teilung der Auswaschwasser der Produktion des 2,2-Dibenzothiazoldissulfides (des Altaxes) durchgeführt. Es sind die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten des Einflusses der verschiedenen. Faktoren auf den Prozess der elektrobaromembranischen Teilung gezeigt.

Epuration électrobaromembrane des eaux d'entraînement de la production de 2,2'-dibenzotiazoldisulfide

Résumé: Sont effectuées les études de l'influences de la pression, de la densité et de la concentration sur le processus de la division des eaux d'entraînement de la production de 2,2'-dibenzothiazoldisulfide. Sont déduites les régularités générales de l'influence de différents facteurs sur le processus de la division électrobaromembrane.

Авторы: *Лазарев Сергей Иванович* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная геометрия и компьютерная графика»; *Ковалев Сергей Владимирович* – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Прикладная геометрия и компьютерная графика»; *Казakov Вадим Геннадьевич* – аспирант кафедры «Прикладная геометрия и компьютерная графика», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Баронин Геннадий Сергеевич* – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая механика и детали машин», директор НОЦ ТамбГТУ – ИСМАН «Твердофазные технологии», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».