

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет»

РЕФЕРАТ - ПРЕЗЕНТАЦИЯ

Влияние свойств поверхности ионообменных мембран на их отравление минеральными компонентами в процессе переработки растворов электролизом

№	Ф.И.О. авторов, ученые степени и звания, должности по основному месту работы
1.	Кононенко Наталья Анатольевна, доктор химических наук, доктор, профессор кафедры физической химии факультета химии и высоких технологий (руководитель работы)
2.	Бровкина Марина Александровна, кандидат химических наук, звание не имеет, старший преподаватель кафедры физической химии факультета химии и высоких технологий

Электродиализ применяется как для обессоливания и концентрирования растворов электролитов, так и для разделения ионных компонентов. Его преимуществами являются низкое энергопотребление и высокий выход по току. Однако осадкообразование на поверхности ионообменных мембран в процессе эксплуатации приводит к увеличению сопротивления мембранной системы и энергопотребления, снижению эффективности процесса. Предварительная очистка рабочего раствора и применение реверсивного электродиализа являются апробированными методами, но в то же время требующие временной остановки электродиализного процесса. Поэтому основная идея работы заключалась в исследовании влияния свойств поверхности ионообменных мембран на процесс осадкообразования солей жёсткости для уменьшения процесса осадкообразования на поверхности мембран при электродиализе водных растворов.

В качестве объектов исследования были выбраны три катионообменные мембраны: относительно недорогая коммерческая гетерогенная мембрана МК-40 российского производства и два композита на её основе МК-40/Нафион и МК-40/ПАНИ, полученные соискателями в лабораторных условиях.

В работе оценено влияние гомогенизации и гидрофобизации гетерогенной катионообменной мембраны пленкой Нафион на процесс осадкообразования в присутствии двухвалентных ионов при электродиализе. Разработать способ регулирования pH в камерах обессоливания и концентрирования без внешнего добавления HCl для предотвращения осадкообразования, используя процесс диссоциации воды на межфазной границе мембрана / раствор. Изучено влияние импульсного токового режима с низкой частотой на формирование осадка на поверхности исходной мембраны и мембраны, модифицированной пленкой Нафион. Разработан и запатентован способ получения анизотропной композитной мембраны путем синтеза полианилина на поверхности катионообменной мембраны, и исследован процесс осадкообразования на ее поверхности в присутствии двухвалентных ионов.

Впервые показано, что гомогенизация поверхности гетерогенной мембраны тонким ионопроводящим слоем приводит к значительному уменьшению скорости осадкообразования или к полному его отсутствию в диапазонах сверхпредельного тока благодаря развитию более интенсивной ЭК и гладкой поверхности мембраны.

Показано, что можно добиться уменьшения или полного удаления осадка в камере обессоливания путём изменения pH в сторону подкисления за счет вклада

процесса диссоциации воды на анионообменной мембране.

Установлено, что использование импульсного токового режима позволяет уменьшить скорость образования осадка. Во время паузы происходит релаксация концентрационного профиля на поверхности мембраны. Произведение концентраций ионов в растворе становится ниже произведения растворимости, что вызывает (частичное) растворение осадка.

Впервые показано, что за счёт увеличения скорости диссоциации воды на биполярной границе между слоем гетерогенной катионообменной мембраны и слоем полианилина, обладающим анионообменными свойствами, в композитной мембране увеличивается скорость осадкообразования, что способствует отравлению мембраны ионами кальция и магния.

Для переработки многокомпонентных растворов, содержащих соли жесткости, в электродиализном аппарате предложено использовать гетерогенную катионообменную мембрану, модифицированную гомогенной плёнкой Нафион с целью уменьшения или полного предотвращения образования осадка на поверхности или внутри мембраны.

Для понижения скорости осадкообразования рекомендуется применять импульсный токовый режим с оптимальной длительностью цикла импульс/пауза равной 1/1 минут.

Мембрану, модифицированную полианилином, можно применять в процессах, для которых необходим селективный перенос к однозарядным ионам, например, метатезисный и обратный электродиализ, при плотностях тока ниже предельной плотности тока.

По результатам работы опубликованы 6 статей, из них 4 статьи в изданиях, рецензируемых в Scopus и Web of Science, а также и 1 патент:

1. Andreeva, M.A., Loza, N.V., Pis'menskaya, N.D., Dammak, L., Larchet, C. Influence of surface modification of MK-40 membrane with polyaniline on scale formation under electrodialysis // Membranes. 2020. V. 10. Art № 145. P. 1-14.

2. Andreeva M., Loza N., Kutenko N., Kononenko N. Polymerization of aniline in perfluorinated membranes under conditions of electrodiffusion of monomer and oxidizer // Journal of Solid State Electrochemistry. 2020. V. 24. P. 101-110.

3. Кононенко Н.А., Лоза Н.В., Андреева М.А., Шкирская С.А., Даммак Л. Влияние электрического поля при химическом синтезе полианилина на поверхности гетерогенных сульфокатионитовых мембран на их структуру и свойства // Мембраны и мембранные технологии. 2019. Т. 9. № 4. С. 266-276.

4. Andreeva M.A., Gil V.V., Pismenskaya N.D., Dammak L., Kononenko N.A., Larchet C., Grande D., Nikonenko V.V. Mitigation of membrane scaling in electrodialysis by electroconvection enhancement, pH adjustment and pulsed electric field application // Journal of Membrane Science. 2018. V. 549. P. 129-140.

5. Andreeva M.A., Gil V.V., Pismenskaya N.D., Nikonenko V.V., Dammak L., Larchet C., Grande D., Kononenko N.A. Effect of homogenization and hydrophobization of a cation-exchange membrane surface on its scaling in the presence of calcium and magnesium chlorides during electrodialysis // Journal of Membrane Science. 2017. V. 540. P. 183-191.

6. Лоза Н.В., Лоза С.А., Кононенко Н.А., Магальянов А.В., Андреева М.А., Долгополов С.В. Композитные материалы на основе катионообменных мембран и полианилина для электродиализной переработки кислых растворов // Наука Кубани. 2016. № 2. С. 11-20.

1. Пат. на изобретение 2574453 РФ. Способ получения композитной анизотропной катионообменной мембраны / Долгополов С.В., Лоза Н.В., Кононенко Н.А., Лоза С.А., Фалина И.В., Андреева М.А.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО КубГУ. – № 2014129698/05, заявл. 18.07.2014; опубл. 10.02.2016.

Методика получения сульфокатионитовых мембран, модифицированных слоем полианилина, разработанная Бровкиной М.А. и соавторами передана в ООО «Инновационное предприятие «Мембранная технология». В настоящее время ведутся работы по внедрению мембран, модифицированных компонентами органической природы, для уменьшения процесса осадкообразования на поверхности ионообменных мембран в процессе электродиализной переработки растворов, содержащих катионы кальция и магния.