Коноваленко Алексей Андреевич,

студент, Иркутский национальный исследовательский технический университет,

e-mail: alexei.konovalenko@yandex.ru

Лебедева Оксана Викторовна,

к.х.н, доцент, Иркутский национальный исследовательский технический университет,

e-mail: lebedeva@istu.edu

Малахова Екатерина Александровна,

аспирант, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: ekaterina.zy-zy@lmail.ru

Раскулова Татьяна Валентиновна,

д.х.н., зав. кафедрой, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: raskulova@list.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОТОНООБМЕННЫХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ СУЛЬФИРОВАННЫХ СОПОЛИМЕРОВ СТИРОЛА И АЛЛИЛГЛИЦИДИЛОВОГО ЭФИРА

Konovalenko A.A., Lebedeva O.V., Malakhova E.A., Raskulova T.V.

PREPARATION OF PROTON-EXCHANGE MEMBRANES ON THE BASIS OF SULPHATED COPOLYMERS OF STYRENE AND ALLYL GLYCIDYL ETHER

Аннотация. Методом золь-гель синтеза были получены протонообменные мембраны для твёрдополимерных топливных элементов на основе сульфированных сополимеров стирола с аллилглицидиловым эфиром. Для улучшения протонной проводимости данных мембран был введён кремниевый блок в виде тетраэтоксисилана.

Ключевые слова: золь-гель метод, протонообменные мембраны, сополимеры, стирол, аллилглицидиловый эфир.

Abstract. Proton-exchange membranes for solid polymer polymer cells based on sulfonated styrene-allyl glycidyl ether copolymers were obtained by the sol-gel synthesis method. To improve the proton conductivity of these membranes, a silicon block was introduced in the form of tetraethoxysilan.

Keywords: sol-gel method, proton exchange membranes, copolymers, styrene, allyl glycidyl ether.

Согласно прогнозам, к 2040 году мировое потребление энергии увеличится на 56 % в результате различных факторов, таких как быстрая урбанизация и рост населения. В ответ на этот растущий спрос на энергию было предложено несколько альтернативных энергетических технологий, среди которых технология топливных элементов привлекла значительное внимание. Топливные элементы – перспективные источники электрической энергии, которые могут использоваться в различных сферах деятельности человека, как стационарные установки, переносные источники энергии и т.д. [1]. Материалы, используемые при производстве и эксплуатации топливного элемента, экологически чистые и безопасные [2, 3].

Основой твёрдополимерного топливного элемента является протонообменная мембрана. Цель работы – получение протонообменных мембран на основе сульфированных сополимеров стирола (Ст) с аллилглицидиловым эфиром (АГЭ).

Сополимеры Ст и АГЭ были получены методом суспензионной радикальной сополимеризации. Далее, полученный сополимер сульфировали концентрированной серной кислотой в диапазоне температур от 60 до 90 °С в течение 2 ч. Мольное соотношение серной кислоты к Ст-АГЭ составило 8:1.

Получение мембран проводили методом золь-гель синтеза. Формирование мембран проводили из растворов сополимеров в циклогексаноне. Для повышения эластичности мембран к исходному раствору сополимера добавляли пленкообразователь – поливинилбутираль. Сшивку мембран проводили при 80 °С в течение 30 мин.

Полученные плёнки не обладали достаточной протонной проводимостью – $5,1 \cdot 10^{-4}$ См/см (при 25 °С и относительной влажности 75 %). Для увеличения протонной проводимости было решено ввести кремниевый блок в состав плёнки. При добавлении диоксида кремния в пленку протонная проводимость повысилась и составила $1,1 \cdot 10^{-2}$ См/см.

В таблице показана зависимость протонной проводимости от температуры в различных мембранах.

Таблица

Протонная проводимость при различной температуре

Т, °С	Протонная проводимость (σ , См·см ⁻¹)		
	СТ-АГЭ-SiO ₂	Nafion 212	МФ-4СК
30	$1,35 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-3}$
40	$2,04 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$
50	$2,93 \cdot 10^{-2}$	-	-
60	$3,79 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$

Таким образом, синтезированные мембраны являются перспективными для дальнейших исследований в качестве мембранных материалов для твёрдодополимерных топливных элементов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 18-08-00718, № 18-58-450011).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ramaswamy P., MOFs as proton conductors-challenges and opportunities / Wong N.E., Shimizu G.K. – Chem. Soc. Rev. 43(16), 2014.
2. Zhao T.S. Advances in Fuel Cells / Zhao T.S., Kreuer K.-D., Nguyen T. – Elsevier, 2007. 499 с.
3. Chesnokova A.N., Lebedeva O.V., Pozhidaev Yu. N., Ivanov N. A. , Rzechitskii A. E. Synthesis and Properties of Composite Membranes for Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells / Advanced Materials Research, Vol. 884-885 (2014). pp. 251-256.