

**Биль Елена Романовна,**

обучающаяся, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: elenibil@yandex.ru

**Вахитов Артем Рустемович,**

обучающийся, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: molodoyizirkutska@mail.ru

**Зачиняев Максим Владимирович,**

обучающийся, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: maks-0905@mail.ru

**Раскулова Татьяна Валентиновна,**

д.х.н., заведующий кафедрой, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: raskulova@list.ru

**Kulshrestha V.,**

Ph.D., Scientist, Scientist of CSIR-Centre Salt & Marine Chemicals Research Institute, India,  
e-mail: vaibhavphy@gmail.com

## **МЕМБРАНЫ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

### **НА ОСНОВЕ 1-ВИНИЛТРИАЗОЛА И АРОМАТИЧЕСКИХ СУЛЬФОКИСЛОТ**

**Bill E. R., Vakhitov A. R., Zachinyaev M. V., Raskulova T.V., Kulshrestha V.**

### **MEMBRANES FOR FUEL CELLS BASED ON 1-VINYLTRIAZOLE AND AROMATIC SULFURIC ACIDS**

**Аннотация.** Синтезированы новые гибридные протонпроводящие мембраны для топливных элементов на основе 1-винилтриазола и 3-пиридинсульфокислоты. Мембраны обеспечивают ионную проводимость до  $3,13 \cdot 10^{-4}$  См/см при температурах до 80 °С.

**Ключевые слова:** протонпроводящие мембраны, 1-винилтриазол, 3-пиридин-сульфокислота.

**Abstract:** Synthesized new hybrid proton-conducting membranes for fuel cells based on 1-vinyltriazole and 3-pyridine sulfonic acid have been synthesized. Membranes provide ionic conductivity up to  $3,13 \cdot 10^{-4}$  Sm/cm at temperatures up to 80 °C.

**Key words:** proton-conducting membranes, 1-vinyltriazole, 3-pyridine sulfonic acid.

Твердополимерные топливные элементы (ТПТЭ) применяются в качестве источников питания для широкого перечня различных устройств, в том числе опытных образцов и прототипов, от мобильных телефонов до автобусов и стационарных систем питания. В ряде стран (США, Германия, Япония, Франция) технологически и технически обеспечен и организован выпуск компактных источников электроэнергии с полимерными мембранами на основе Nafion мощностью от 50 до 500 кВт [1]. Обязательным компонентом ТПТЭ является протонообменная мембрана, изготовленная из полимера, сочетающего гидрофобную часть в виде основной цепи и боковые цепи, содержащие кислотные группы (гидрофильная часть). При наличии воды в полимере она локализуется вблизи кислотных групп, образуя наноразмерную гидратную область и обеспечивая протонный перенос.

Таким образом, гидрофильная часть полимера обеспечивает эффективный протонный транспорт, в то время как гидрофобная часть стабилизирует морфологию мембран, обеспечивая их механическую прочность [2].

Целью работы явилось изучение ионпроводящих свойств новых полимерных мембран на основе 1-винилтриазола (ВТ) и 3-пиридинсульфо кислоты (ПСК). Для формирования мембран смешивали водные растворы ВТ и ПСК, добавляли водные растворы пленкообразующих компонентов (щавелевой кислоты и поливинилового спирта). После нагревания при температуре 60 °С в течение 1 часа формировали пленку методом полива на тефлоновую поверхность. Полученные пленки высушивали в течение 24 часов на воздухе и в течение 3 часов при температуре 60 °С. Удельную электропроводность ионообменных мембран определяли методом импедансной спектроскопии в интервале температур 30-80 °С при относительной влажности 100 % на приборе Z-3000 (ООО «Элинс») в симметричных ячейках С/мембрана/С. Измерения проводили в частотном диапазоне 500-5 кГц. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица – Удельная электропроводность мембран и энергия активации переноса протона

Мембрана	T, °С	Удельная электропроводность, См/см	Энергия активации, кДж/моль
ВТ-ПСК (80:20 масс. %)	40	$2,198 \cdot 10^{-6}$	16,53
	60	$2,498 \cdot 10^{-6}$	
	80	$4,955 \cdot 10^{-6}$	
ВТ-ПСК (50:50 масс. %)	40	$5,096 \cdot 10^{-6}$	55,44
	60	$1,565 \cdot 10^{-5}$	
	80	$1,337 \cdot 10^{-4}$	
ВТ-ПСК (20:80 масс. %)	40	$6,678 \cdot 10^{-6}$	71,84
	60	$2,490 \cdot 10^{-5}$	
	80	$3,130 \cdot 10^{-4}$	

Как показывает анализ экспериментальных данных, ионная проводимость мембран составляет от  $2,198 \cdot 10^{-6}$  до  $3,130 \cdot 10^{-4}$ . При этом с увеличением в их составе содержания ПСК и повышением температуры проводимость возрастает.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванчев С.С., Мякин С.В. Полимерные мембраны для топливных элементов: получение, модифицирование, структура, свойства // Успехи химии. 2010. Т.79. № 2. С. 117.
2. Архангельский И.В., Добровольский Ю.А., Смирнова Т.Н., Саввин С.Н., Лысков Н.В., Дунаев А.В., Рогачева А.Е., Авдеев В.В. Низкотемпературные топливные элементы с протонпроводящей полимерной мембраной: теоретические основы, материалы и конструкции. М.: Изд-во МГУ имени М.В. Ломоносова. Москва. 2007. С. 7.