

**Малахова Екатерина Александровна**,  
соискатель, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: Ekaterina.zy-zy@mail.ru

**Раскулова Татьяна Валентиновна**,  
д.х.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: raskulova@list.ru

**Лебедева Оксана Викторовна**,  
к.х.н., доцент, Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
e-mail: lebedeva@istu.edu

**Пожидаев Юрий Николаевич**,  
д.х.н., профессор, Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
e-mail: pozhid@istu.edu

**Хайрутдинов Дмитрий Наильевич**,  
обучающийся, Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
e-mail: lebedeva@istu.edu

**Поселкина Александра Олеговна**,  
обучающийся, Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
e-mail: lebedeva@istu.edu

**ТЕРМООКСИДТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОТОНООБМЕННЫХ МЕМБРАН  
ПОЛИ-1-ВИНИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛ – ФЕНОЛ-2,4-ДИСУЛЬФОКИСЛОТА**  
Malakhova E.A., Raskulova T.V., Lebedeva O.V., Pozhidaev U.N., Khairutdinov D.N., Poselkina A.O.  
**THERMO-OXIDATIVE STABILITY OF PROTON-EXCHANGE MEMBRANES  
POLY-1-VINYL-1,2,4-TRIAZOLE – PHENOL-2,4-DISULPHIC ACID**

**Аннотация.** Изучена термоокислительная устойчивость мембран на основе поли-1-винил-1,2,4-триазола и фенол-2,4-дисульфокислоты. Показано, что повышение содержания кислоты в мембране приводит к увеличению термической стабильности за счет образования кислотно-основных комплексов.

**Ключевые слова:** протонобменная мембрана, поли-1-винил-1,2,4-триазол, фенол-2,4-дисульфокислота, термоокислительная устойчивость.

**Abstract.** The thermal-oxidative stability of membranes based on poly-1-vinyl-1,2,4-triazole and phenol-2,4-disulfonic acid has been studied. It has been shown that an increase in the acid content in the membrane leads to an increase in thermal stability due to the formation of acid-base complexes.

**Keywords:** proton exchange membrane, poly-1-vinyl-1,2,4-triazole, phenol-2,4-disulfonic acid, thermo-oxidative stability.

На основе поли-1-винил-1,2,4-триазола с добавками ортофосфорной кислоты, толуолсульфокислоты, полистиролсульфокислоты [1], получен ряд стабильных ионопроводящих мембран с проводимостью от  $2,2 \cdot 10^{-4}$  до  $3,3 \cdot 10^{-2}$  См·см<sup>-1</sup>, которые могут применяться не только в топливных элементах, но и в других электрохимических системах.

Одной из основных характеристик протонпроводящих мембран является термическая устойчивость при рабочих температурах топливного элемента. Нами была изучена устойчивость к термоокислительной деструкции протонпроводящих мембран по типу кислота–основание на основе поли-1-винил-1,2,4-

триазола (ПВТ) и фенол-2,4-дисульфокислоты (ФДСК) при нагревании на воздухе. Термический анализ проводили на синхронном термическом анализаторе "STA 449 Jupiter" фирмы «Netzsch» при скорости нагревания на воздухе 10 град/мин.

На термогравиметрических кривых (ТГ) исходного ПВТ имеются три характерные области в интервалах температур 50-160, 350-520 и 520-680 °С. Начало термоокислительной деструкции полимера наблюдается при температуре 350 °С.

На термограммах мембран (рисунок 1), аналогично термограммам ПВТ, имеется три участка, соответствующих различным стадиям разложения образца. В сравнении с чистым ПВТ, термическая стабильность мембран снижается, что связано с присутствием в их составе фрагментов сульфокислот.

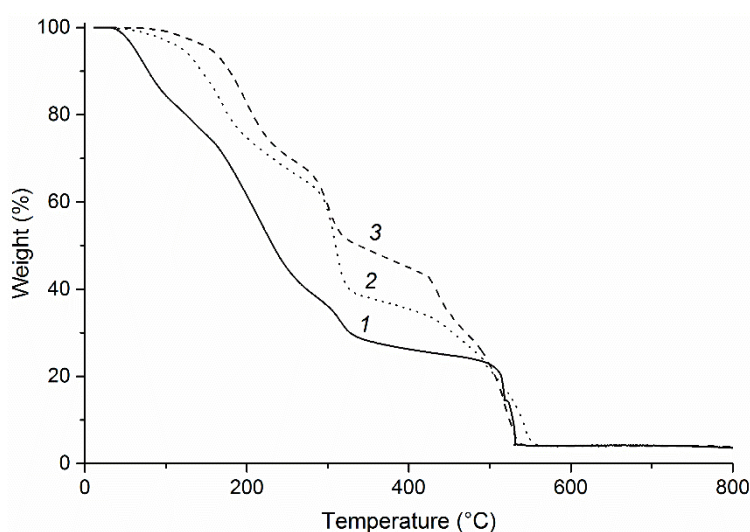


Рисунок 1 – Кривые ТГ мембран:  
1 – ПВТ–ФДСК (10:90),  
2 – ПВТ–ФДСК (40:60),  
3 – ПВТ–ФДСК (80:20)  
(в скобках указан мольный состав мембраны)

Образование кислотно-основных комплексов ПВТ-сульфокислота в ходе формирования мембраны способствует дополнительной стабилизации мембран и приводит к повышению их термической стабильности. Об этом свидетельствует повышение температуры второй стадии деструкции мембраны при увеличении удельного содержания ФДСК в ее составе. Для мембраны, содержащей 20 % мол. ФДСК, температура второй ступени деструкции составляет 130 °С. Максимальная температура (260 °С) характерна для мембраны, содержащей 90 % мол. ФДСК. Очевидно, что повышение содержания ФДСК в составе мембран приводит к повышению стабильности кислотно-основных комплексов ПВТ-ФДСК, результатом чего является повышение термической стабильности мембран.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Celik, S. U.** Phosphoric acid-doped poly(1-vinyl-1,2,4-triazole) as water-free proton conducting polymer electrolytes / S. U. Celik, A. Aslan, A. Bozkurt. // *Solid State Ionics*. – 2008. – V. 179. – pp. 683-688.