

**Водородные топливные элементы как инструмент в борьбе с глобальным потеплением**

**Розов Илья Владимирович**

*Аспирант*

Сибирский государственный университет водного транспорта, Судомеханический факультет, Новосибирск, Россия  
E-mail: ilya\_rozov@mail.ru

Проблема глобального потепления, вызванного увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере, ставит под угрозу экосистему и экономику. На сегодняшний день температура поверхности Земли превысила доиндустриальный уровень на  $1,5^{\circ}\text{C}$ , что приводит к экстремальным погодным явлениям, таянию ледников и повышению уровня моря. По данным [3], свыше 75% выбросов парниковых газов связано с использованием ископаемого топлива. Большое влияние на климат оказывает транспорт, который использует преимущественно ископаемое топливо (бензин, дизельное топливо, газ). Водный транспорт, обеспечивающий 90% мирового товарооборота, ответственен за 2,5–3% глобальных выбросов парниковых газов, включая оксиды углерода ( $\text{CO}_x$ ), оксиды серы ( $\text{SO}_x$ ), оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ) и различную мелкодисперсную пыль. Таким образом, актуальной задачей является переход к альтернативным источникам энергии с низким уровнем выбросов [1].

В контексте низкоуглеродного развития мировой энергетики особенная роль отводится водородным технологиям. Водород как энергоноситель при использовании в топливных элементах (ТЭ) обладает уникальными свойствами: генерирует электричество, выделяя в качестве продукта реакции воду. Современные топливные элементы (ТЭ) демонстрируют высокий КПД – более 60%, в то время как эффективность ДВС составляет всего 30–40%. К преимуществам ТЭ также относятся бесшумность, компактность, долговечность, масштабируемость системы, экологическая безопасность. Однако внедрение ТЭ сдерживается дефицитом компонентов, проблемами хранения и транспортировки водорода, высокой стоимостью производства водорода, инфраструктурными ограничениями [2].

Топливный элемент представляет собой устройство прямого преобразования химической энергии топлива в электричество без промежуточных стадий горения. В состав ТЭ входят электролит (например, протонообменная мембрана), помещенный между двумя электродами, анодом и катодом, на которые подаются газовые реагенты – водород и кислород соответственно. Принцип работы ТЭ заключается в окислении водорода и высвобождении им свободных электронов, которые, двигаясь по внешней цепи, генерируют электрический ток (рисунок 1) [1].

В лаборатории научно-исследовательской службы ФГБОУ ВО «СГУВТ» создан экспериментальный прототип единичного топливного элемента (ЕТЭ) с использованием отечественных компонентов и технологий (рисунок 2). Были проведены испытания ЕТЭ с предварительно обработанной и необработанной мембраной марки Nafion 211 и различными вариантами сборки, сняты его вольт-амперные характеристики (ВАХ).

На рисунке 3а представлена ВАХ ТЭ с ненапрессованными газодиффузионными слоями (ГДС) толщиной 200 мкм, а на рисунке 3б отражена ВАХ ТЭ с напрессованными ГДС на мембрану, предварительно покрытую слоем электрокатализатора марки РМ-40. В результате при использовании ненапрессованного ГДС демонстрируется более низкая плотность тока из-за плохого контакта, в то время как при использовании напрессованного ГДС наблюдаются лучшие показатели проводимости и КПД. Таким образом, выявлено, что на работу ТЭ помимо качества нанесения катализатора на единицу площади активной

зоны мембранные существенное влияние оказывает качество уплотнителей и сила сжатия мембранны-электродного блока.

Водородные топливные элементы являются перспективной технологией, направленной на решение проблемы глобального потепления, замену ископаемых видов топлива, повышение энергоэффективности. С целью обеспечения импортонезависимости и реализации стратегических целей России необходимо развитие отечественного производства компонентов для ТЭ, совершенствование водородных технологий, привлечение квалифицированных кадров и финансирование научно-исследовательских работ.

### Источники и литература

- 1) Розов И. В., Титов С. В., Черных Е. В. Проблемы производства судовых энергетических установок на базе топливных элементов в Российской Федерации // Научные проблемы водного транспорта. – 2022. – №. 76. – С. 120–131.
- 2) Abdelkareem M. A. et al. Environmental aspects of fuel cells: A review // Science of The Total Environment. – 2021. – Т. 752. – С. 141803.
- 3) Причины и последствия изменения климата // Организация Объединенных Наций: <https://www.un.org/ru/climatechange/science/causes-effects-climate-change>

### Иллюстрации

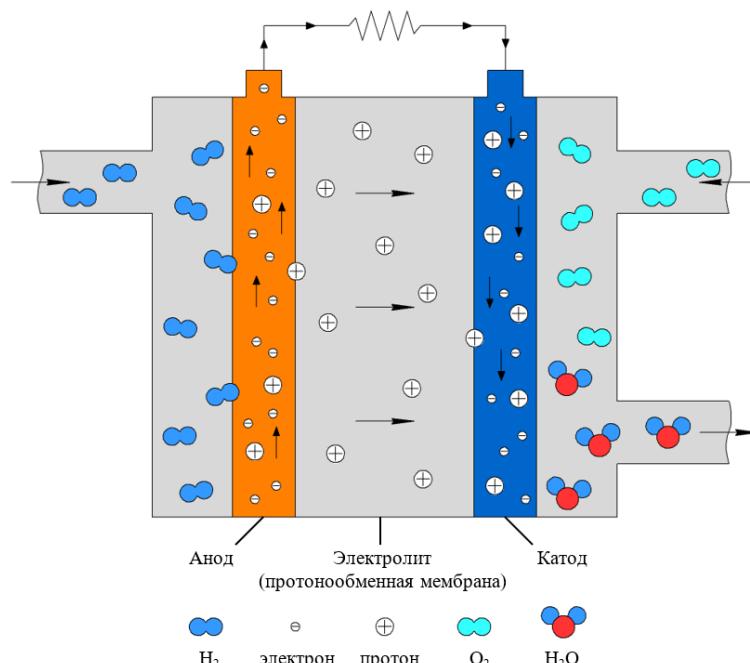


Рис. : Принцип работы топливного элемента с протонообменной мембраной

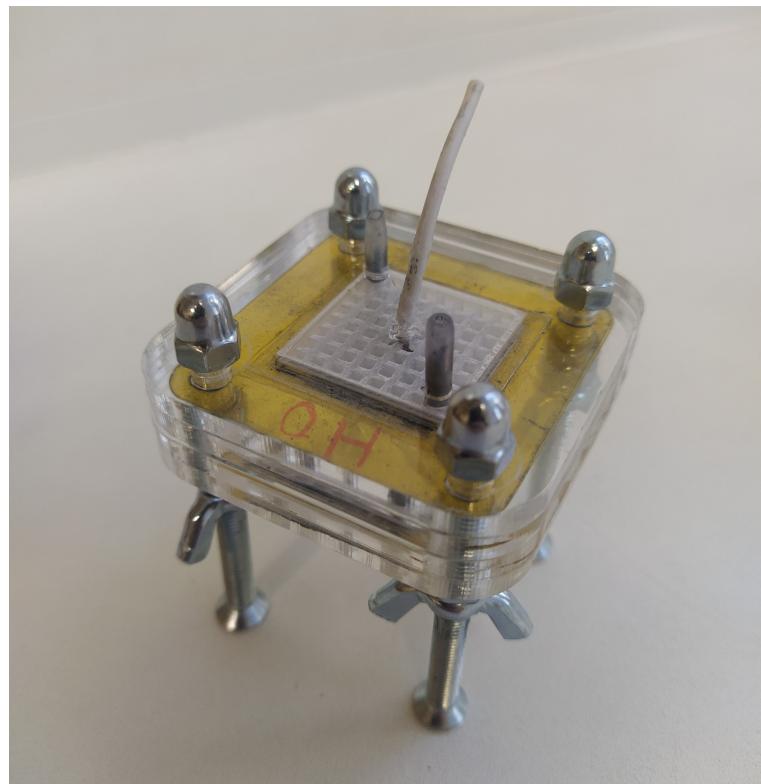


Рис. : Общий вид единичного топливного элемента

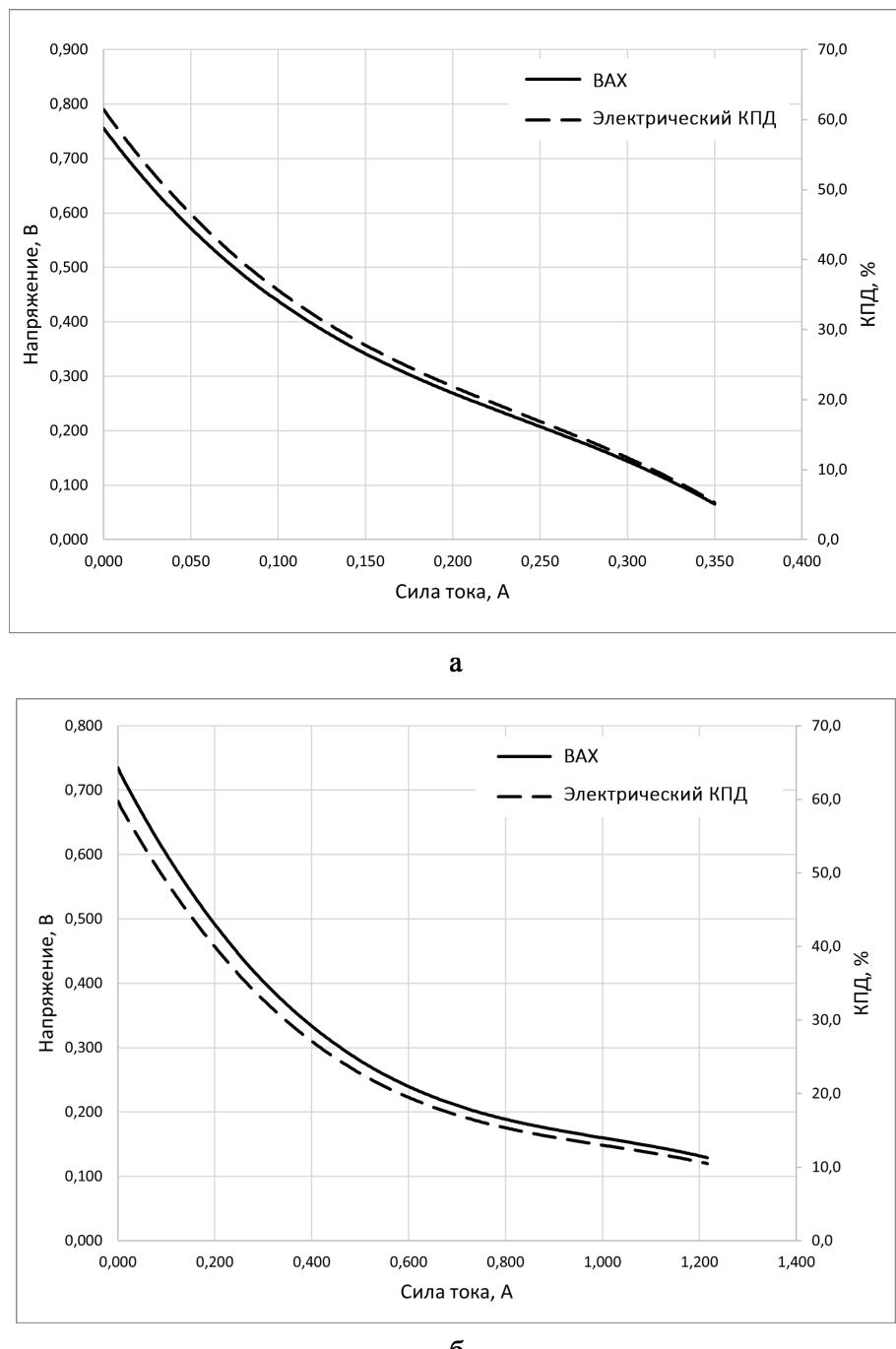


Рис. : Вольт-амперная характеристика исследуемого единичного топливного элемента: а – с МЭБ без термопрессования, б – с напрессованными ГДС