

Топливные элементы для мобильной техники

Чуб Антон Владимирович, Герасимова Е.В., Галин М.З., Кузьмин М.Н., Левченко А.В.

ФИЦ ПХФ и МХ РАН

Водородная энергетика один из перспективных путей развития энергетической отрасли человечества. При использовании водорода в качестве энергоносителя для наибольшей эффективности получения электрической энергии необходимо использовать топливные элементы (ТЭ). Сейчас топливные элементы находят применение в различных областях техники и применяются в транспорте, энергетике, авиации. Одной из актуальных задач, требующей решения для активного внедрения топливных элементов в транспорте и мобильной технике является повышение удельных характеристик, в первую очередь удельной мощности. Кроме того, увеличение удельной мощности приведет к снижению затрат материалов на 1 кВт установленной мощности и, в итоге, к снижению стоимости энергоустановок на основе топливных элементов.

В ОФМХИЭ и Центре НТИ ФИЦ ПХФ и МХ РАН был ряд наработок по топливным элементам для мобильной техники: разработанная конструкция облегченных ТПТЭ с открытым катодом, методы изготовления БТЭ, алгоритмы управления энергоустановкой на основе БТЭ и реализации решений по интеграции топливных элементов в беспилотную технику. Параметры первых разработанных решений для БПЛА были следующие: удельная энергоёмкость ~450 Вт*ч/кг, при этом удельная мощность топливного элемента составляла 250 мВт/см² активной площади. Для ряда задач эти параметры были недостаточны и требовалось улучшение удельных характеристик.

Для качественного улучшения удельных характеристик ТЭ и энергоустановок на их основе, был решен ряд расчетных, экспериментальных и инженерных задач. Проведена теоретическая оптимизация толщины каталитического слоя, загрузки платины и параметров каналов охлаждения и экспериментальная апробация расчетов, в том числе с использованием различных методов нанесения каталитических слоёв. Как экспериментальные, так и расчётные данные показали снижение эффективности использования платины при нагрузках ниже 0,1 мг/см², а оптимальная нагрузка составляет порядка 0,4 мг/см². При этом толщина каталитического слоя должна быть порядка 10 мкм. Определен оптимум длины канала для охлаждения и подачи воздуха на катод топливного элемента, она составляет 40-45 мм.

Разработаны новые методики нанесения покрытий на биполярные пластины, которые позволили значительно снизить контактное сопротивление между материалами биполярных пластин и газодиффузионных слоёв и повысить стабильность работы БТЭ. Улучшена управляющая электроника, увеличена коммутируемая мощность и улучшены массогабаритные характеристики.

Данные разработки позволили существенно улучшить удельную мощность ТЭ до 350 мВт/см², что обеспечило удельную мощность БТЭ в более чем 1,5 кВт/кг, а удельная энергоёмкость энергоустановок на основе созданных БТЭ превысила 700 Вт*ч/кг.

Топливные элементы использовались при реализации проекта по созданию водородной беспилотной транспортной платформы совместно с компанией ООО «Эвокарго». Было создано 2 экспериментальных образца транспортных платформ с энергоустановками разработками Центра НТИ ФИЦ ПХФ и МХ РАН.