

ВОДОРОД КАК АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Систер В.Г.⁽¹⁾, Фатеев В.Н.⁽²⁾ *

⁽¹⁾ Московский комитет по науке и технологиям,

Борисоглебский пер., дом 6, стр. 3, Москва, 121069 Россия

⁽²⁾ Институт водородной энергетики и плазменных технологий Российского научного центра "Курчатовский институт", пл. Курчатова, 1, Москва, 123182 Россия

* Факс: +7 (095) 196 62 78

E-mail: fat@hepti.kiae.ru

Введение

В настоящее время Московский комитет по науке и технологиям (МКНТ) в соответствии с программами Правительства Москвы работает над несколькими проектами по развитию водородной энергетики в Москве и Московской области. Основной целью этих проектов является внедрение экологически чистого водородного транспорта и создание инфраструктуры для его обеспечения водородом.

Разработка водородных технологий

Сегодня большинство автомобилестроительных компаний готовит к выпуску автомобили на топливных элементах. В рамках программы МКНТ, для улучшения экологической ситуации в Москве и Московской области, разрабатывается автомобиль на базе грузовика "Бычок". В качестве энергоустановки в нем планируется использовать электрохимический генератор на основе топливных элементов с твердым полимерным электролитом (ТПЭ), разрабатываемый в Институте водородной энергетики и плазменных технологий (ИВЭПТ) Российского научного центра (РНЦ) "Курчатовский институт". На сегодняшний день в ИВЭПТ разработаны и изготовлены лабораторные образцы батарей топливных элементов с ТПЭ нового поколения мощностью до 1 кВт, разрабатываются системы обеспечения работы энергоустановки на основе батареи топливных элементов (системы подачи топлива и окислителя, система терморегулирования, система водородной безопасности, система контроля).

Кроме автомобильного транспорта, энергоустановки на основе топливных элементов с ТПЭ могут быть использованы для обеспечения катодной защиты трубопроводов, децентрализованного энергоснабжения зданий, сооружений, различных комплексов контрольно-измерительных приборов. Дополнительно проводятся работы по созданию мини и микро топливных элементов с

прямым окислением спиртов для питания портативной техники (компьютеров типа "Notebook", мобильных телефонов и т.д.). Так, например, в ИВЭПТ РНЦ "Курчатовский институт" создан прототип метанольно-воздушного топливного элемента с ТПЭ мощностью 3 Вт с конвективной подачей воздуха.

Для использования в энергоустановках на топливных элементах с ТПЭ в ИВЭПТ разработаны высокоэффективные электрокатализаторы на углеродном носителе с удельной поверхностью платины более 100 м²/г, оригинальные технологии изготовления мембранно-электродных блоков, обеспечивающие оптимизированную структуру электрокаталитического слоя при расходе катализатора 0.1-0.4 мг/см². Проработана технология получения многокомпонентных катализаторов, в т.ч. на основе Pd, устойчивых к СО и другим газовым примесям, как в водородосодержащей топливной смеси (например, продукты конверсии органического топлива), так и в воздухе. Разработаны газодиффузионные слои с высокой пористостью, проводимостью и механической прочностью. Изготовлены и испытаны образцы металлических и графитовых биполярных пластин. Отработана методика электродиффузионной диагностики газодинамических режимов в каналах биполярной пластины с целью оптимизации потоков в них. Проведено математическое моделирование процессов в топливном элементе. Все это позволило достичь плотности тока не менее 1 А/см² при напряжении 0.7 В. Кроме того, совместно с Центром Келдыша ведутся разработки новых мембран с улучшенными характеристиками для топливных элементов с ТПЭ.

В рамках работ по программе МКНТ в ИВЭПТ был проведен анализ использования в батарее топливных элементов в качестве топлива смесей с различной концентрацией водорода. Была разработана математическая модель, позволяющая рассчитывать параметры батареи заданной мощности при использовании

водорода в присутствии разбавителей (например, при использовании в качестве топлива продуктов конверсии природного газа, бензина, метанола и спиртов). Модельные расчеты продемонстрировали, что чем ниже начальная концентрация водорода в рабочей смеси, тем большим должен быть расход смеси для обеспечения условия эффективной работы топливного элемента. Показано, что для батарей топливных элементов одинаковой мощности уменьшение начальной концентрации водорода, например, с 75 до 40 об. % ведет к увеличению количества ячеек в приблизительно 2 раза. При этом потери водорода на выходе из батареи увеличиваются в 3–4 раза, также увеличиваются энергозатраты на подачу водородосодержащей смеси. Таким образом, расчеты показывают целесообразность использования топливных смесей с высокой концентрацией водорода и перспективность использования систем удаления CO_2 .

Следует отметить, что рассматриваются варианты автомобильных энергоустановок как с хранением водорода, так и с его производством на борту из углеводородных топлив методом конверсии. В последнем случае, для снижения удельных энергозатрат и повышения удельной производительности, предлагается использовать методы плазменного катализа, разработанные в ИВЭПТ РНЦ "Курчатовский институт". Плазменный катализ позволяет исключить традиционные катализаторы в процессах конверсии газовых и жидких углеводородных топлив (природного газа, бензина, керосина, метанола и т.п.) в "синтез-газ" (смесь водорода и оксида углерода). В настоящий момент в ИВЭПТ разработаны и изготовлены компактные демонстрационные устройства – "плазменные конверторы" для осуществления таких процессов в организованных специальным образом СВЧ-разрядах с целью получения синтез-газа из любого углеводородного сырья. Использование СВЧ-разрядов для создания плазмы имеет ряд конкретных преимуществ:

отсутствие электродов обеспечивает необходимую долговечность конвертора, а магнетроны, используемые для генерации СВЧ-излучения, вместе с системами их электропитания компактны и хорошо освоены промышленностью как основная часть микроволновых печей. Характеристики работы плазменного конвертора следующие: частота СВЧ-излучения – 2.45 ГГц, мощность плазменного конвертора – 3 кВт, производительность – 20 м куб. синтез-газа в час. Такие устройства могут служить прообразом бортового плазменного конвертора жидкого топлива для водородного автомобиля, а также прототипом автономных электрогенерирующих устройств. Для этого их необходимо доукомплектовать каталитическим реактором сдвига, осуществляющим паровую конверсию оксида углерода в водород, и системой тонкой очистки водорода от примесей для его последующего использования в топливном элементе с целью получения электроэнергии. Экспериментальные работы по согласованию характеристик плазменных конверторов и каталитических реакторов сдвига, а также по исследованию мембранных методов очистки водорода от примесей, как наиболее компактных, развернуты в настоящее время в ИВЭПТ широким фронтом.

Заключение

Таким образом, можно констатировать, что в рамках программы МКНТ разработаны ключевые системы для развития водородного транспорта в Москве и Московской области. Проводимые работы по созданию энергоустановок на основе топливных элементов с ТПЭ, в первую очередь водородно-воздушных, отвечают самым современным мировым тенденциям развития экологически чистых энергетических технологий.

Авторы благодарят Григорьева С.А., Порембского В.И. и Животова В.К. за организацию проведения исследований и помощь в подготовке доклада.