

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДА В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ**

**А.Н. ПЕРМИНОВ, Роскосмос**

В последние годы в ряде высокоразвитых стран мира достигнуты крупные результаты по использованию водородных технологий в энергетике, на транспорте, в различных отраслях промышленности и в других сферах человеческой жизнедеятельности. Подтверждением важности и перспективности этого направления является большое внимание научной общественности к Международному форуму «Водородные технологии для производства энергии».

Большое значение водородные технологии имеют для ракетно-космической техники. Уже более 40 лет кислородно-водородное топливо используется на ракетах-носителях и разгонных блоках.

Одной из устойчивых тенденций развития ракетно-космической техники является увеличение энергетических возможностей средств выведения, которое может быть обеспечено на основе применения высокоэффективных кислородно-водородных компонентов топлива.

Такие компоненты используются в США (на верхней ступени "Centaur-3" для РН "Атлас-5", на I ступени и на РБ "Centaur" для РН "Дельта-4"), в ESA (на I и II ступенях РН "Ариан-5ECA", разрабатывается РБ "ESC-B" для перспективной РН "Ариан-5ECB"), в Японии (на обеих ступенях модифицированного семейства РН "Н-2А"), в Китае (на верхних ступенях РН CZ-3,-3А,-3В, составе I и II ступеней РН нового поколения CZ-5), в Индии (в составе III ступени GS3 РН GSLV). Помимо этого, в последние годы все более остро ставятся вопросы перехода к использованию экологически чистых компонентов ракетных топлив. Все это повышает актуальность работ по созданию разгонных блоков и ступеней РН, использующих кислородно-водородное топливо.

За 1960—1990-е годы организациями Роскосмоса был создан значительный научно-технический, технологический и производственный потенциал, позволивший разработать и испытать в летных условиях уникальную по своим возможностям систему «Энергия–Буран», использующую высокоэффективные компоненты топлива кислород + водород. В это же время были созданы кислородно-водородные двигатели с удельными показателями, находящимися на уровне мировых достижений, в том числе: ЖРД 11Д56 (КБХМ), 11Д57 (ОКБ им. А.М.Люлька) ЖРД 11Д122 (КБХА) и ядерный ракетный двигатель 11Б91 (КБХА).

ГКНПЦ им. М.В.Хруничева в рамках совместного российско-индийского проекта создал для РН GSLV третью ступень на компонентах топлива кислород + водород. Уже успешно проведены летные испытания и первый эксплуатационный пуск этой РН.

В настоящее время в России не эксплуатируются РН и РБ, использующие в своем составе кислородно-водородные компоненты, но Россия располагает значительным заделом по кислородно-водородным ЖРД.

К числу основных направлений работ в части развития кислородно-водородных разгонных блоков и ступеней ракет-носителей следует отнести:

- разработка передовых технологических и конструктивно-схемных решений при создании РН тяжелого класса и РБ, обеспечивающих высокое совершенство конструкции, надежность, безопасность и эффективность применения;
- совершенствование и развитие стендово-экспериментальной базы, перевооружение производства и подготовку научно-технических кадров;
- восстановление, модернизация производства для создания новых отечественных кислородно-водородных ЖРД;
- комплексное системно-технологическое и проектно-конструкторское обоснование варианта многоразовой ракетно-космической системы (МРКС), обеспечивающего создание многоразовой системы первого этапа с приемлемыми показателями эффективности, надежности и безопасности применения.

Важное место занимают работы по определению технического облика и основных характеристик транспортных модулей с использованием солнечной тепловой и электроракетной двигательных установок. Особый интерес наряду с решением задач длительного хранения жидкого водорода в условиях космоса, вопросов управления, деградации элементов солнечных батарей и т.д. представляет возможность создания на основе таких ДУ универсальных транспортно-энергетических платформ для КА нового поколения, обеспечивающих межорбитальные перелеты и последующие энергоснабжение и управление КА на орбите функционирования.

Кислородно-водородные источники электрической энергии обладают наибольшей (по сравнению с другими электрохимическими группами) теоретической удельной энергией, что и определяет возросший интерес к использованию водород-кислородных электрохимических генераторов в ракетно-космической технике. Перспективными представляются энергоустановки на основе водород-кислородного электрохимических генераторов как основы энергоснабжения пилотируемых многоразовых космических аппаратов.

Федеральное космическое агентство считает применение водорода в ракетно-космической технике одним из перспективных направлений научно-технической деятельности.