

УДК 621.454.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДА В ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Болотов А. Е., Звонов С. А., Сулинов А. В.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Достижения в освоении космического пространства зависят от уровня развития двигательных систем. Определяющим фактором эффективности двигателей космических аппаратов, являются их энергетические характеристики. Именно это и определяет возросший интерес к использованию водородного топлива.

В настоящее время одной из важнейших задач в области освоения космического пространства является осуществление полетов на другие планеты. Едва ли не основная сложность в организации пилотируемых миссий – это их продолжительность. Например, при использовании доступных на сегодняшний день технологий, полет на Марс потребует около полугода на путешествие только в одну сторону и этот срок порождает массу дополнительных проблем. Однако плазменный двигатель нового поколения на основе водородного топлива может сократить время, требуемое для полета, в 4-5 раз.

В отличие от традиционных ракетных двигателей, которые создают тягу за счёт экзотермической химической реакции между компонентами топлива, плазменные водородные двигатели используют в качестве создающего тягу рабочего тела – заряженной плазмы, т.е. полностью ионизированного газа. Работает это так: водород подается в специальную камеру и ионизируется. Получившаяся холодная плазма поступает во вторую камеру и разогревается за счёт действия радиоволн, как в микроволновой печи. Наконец, в кормовой части, представляющей собой магнитное сопло, происходит преобразование энергии плазмы в струю выхлопных газов. Магнитное поле используется для выброса плазмы и защищает космический корабль от касания плазмы с его оболочкой.

Необходимо отметить, что удельный импульс данного двигателя от 50 000 м/сек до 300 000 м/сек, то есть скорость истечения газа равна от 50 км/сек до 300 км/сек. Это приводит к экономии топлива, т.е. топлива в полёт нужно брать от 17 до 100 раз меньше по сравнению с химическими РД.

Однако одной из проблем на пути создания водородной энергетики является отсутствие эффективных методов хранения топлива. Имеющиеся схемы полагаются преимущественно на системы высокого давления, которые хранят водород в сжиженном состоянии. Но эта методика является дорогостоящей и опасной. Естественной альтернативой является получение материалов, в которых водород будет связан, например, химически.

Исследователи обнаружили, что при высоком давлении инертный газ ксенон может взаимодействовать с молекулярным водородом, образуя неизвестный ранее продукт с необычным типом связывания. Таким образом, удалось получить стабильное соединение, состоящее из ксенона и водорода. Результаты исследования уже позволяют говорить о создании нового класса материалов, которые потенциально могут применяться в водородной энергетике будущего.

Было изучено поведение газообразных смесей ксенона с водородом при повышенных давлениях. При давлении в 41 000 атмосфер атомы смеси организуются в кристаллическую решетку, главным компонентом которой является водород. Увеличение давления приводит к сближению атомов ксенона, взаимное расположение

которых при сильном сжатии приобретает черты, присущие кристаллической решетке ксенона, характерной для его металлического состояния.

Изучение взаимного расположения атомов ксенона позволило определить, что взаимодействие ксенона с водородом приводит к исключительной устойчивости нового соединения и непрерывному изменению межатомных расстояний ксенон-ксенон в интервале давлений 41 000 – 255 000 атмосфер.

Но ксенон слишком тяжел и дорог для его непосредственного использования для хранения водорода, однако изучение электронной структуры полученного соединения и выяснения причин образования прочной кристаллической решетки с постоянным составом со временем может привести к тому, что в водородной энергетике будущего ксенон можно будет заместить другим более удобным в практическом отношении веществом.