

УДК 620.98

Новое направление применения водорода в ракетно-космической технике

Карпин Александр Юрьевич^(*)

karpin91@yandex.ru

Краснобаев Юрий Леонидович

ura776@yandex.ru

Мелешко Владимир Юрьевич

vladmelve@rambler.ru

ВА РВСН имени Петра Великого, Балашиха, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность применения водородных топливных элементов для получения энергии. Показана целесообразность создания систем получения водорода непосредственно перед его использованием для получения энергетических ресурсов. Определены преимущества и недостатки различных направлений получения водорода. Показана и подтверждена экспериментально возможность использования гидрида кальция в качестве активатора при получении водорода путем взаимодействия высокодисперсных порошков алюминия с водой.

Ключевые слова: водородные топливные элементы, получение водорода, активатор

Введение. В настоящее время в ракетно-космической деятельности применение водорода рассматривается, в основном, только в качестве компонента ракетного топлива. С учетом его преимуществ и недостатков расширение области возможного использования данного вещества затруднительно [1]. Между тем, устранив некоторые сложности, связанные с его эксплуатацией, водород может быть востребован как энергоресурс для использования в энергетических установках различного назначения. Использование энергетических установок на основе водородных топливных элементов (ВТЭ) [2, 3] позволяет выполнить постоянно ужесточающиеся требования по обеспечению экологической безопасности. Широкое использование ВТЭ ограничено необходимостью перевозки баков со взрывоопасным водородом и отсутствием заправочной инфраструктуры. Повысить интерес к водородным технологиям возможно путем получения водорода непосредственно перед его использованием в энергетических установках.

Методы и материалы; результаты. При эксплуатации ВТЭ с протонообменной мембраной образуется нагретая вода, которая может быть использована при получении водорода, а тепловая энергия обеспечивает температурный режим в системе получения водорода. Получение водорода осуществляется путем взаимодействия высокодисперсного алюминия с водой. С уменьшением размера частиц порошки металлов приобретают повышенную активность за счет увеличения удельной площади поверхности. Однако после получения высокодисперсного алюминия происходит образование на поверхности частиц оксидной пленки, которая характеризуется пассивирующим действием. Для решения данного проблемного вопроса, усложняю-

щего применение алюминия, применяется активатор разрушения оксидной пленки. Предложено в качестве активатора использовать гидрид кальция, который является носителем водорода и обладает большой химической активностью. Также при реакции активатора с водой не образуется побочных веществ.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что взаимодействие высокодисперсных порошков алюминия с водой при температуре окружающей среды характеризуется значительными значениями времени индукции (время от подачи воды к образцам до начала выделения водорода). Добавление к алюминиевым порошкам гидрида кальция ведет к значительному уменьшению времени индукции. На основе полученных результатов разработан способ получения водорода для ВТЭ, в котором обеспечивается циклическое использование воды и тепловой энергии.

Заключение. Применение систем получения водорода непосредственно в месте его использования, например в ВТЭ для получения энергетических ресурсов, является перспективным направлением развития водородных технологий. Наличие промышленного производства высокодисперсных частиц алюминия, их стабильность и безопасность при длительном хранении, приемлемые рабочие температуры процессов получения водорода и хороший выход продукта показывают целесообразность проведения исследований в данной области.

Список источников

- [1] Марьясов С.С., Раменский Б.А., Рейфшнейдер Д.П. Преимущества и недостатки использования водородного топлива в жидкостных ракетных двигателях. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики. VIII МНТК: сб. матер.* Красноярск, СибГУ им. академика М.Ф. Решетнева, 2022, т. 1, с. 197–199.
- [2] Коробейникова К.Р., Мазлумян Г.С. Анализ характеристик водородных топливных элементов с платиновым катализатором и полимерной мембраной. *Научные исследования: итоги и перспективы*, 2021, т. 2, № 4, с. 56–62.
- [3] Ярославцев А.Б., Добровольский Ю.А., Шаглаева Н.С., Герасимова Е.В., Сангинов Е.А. Наноматериалы для низкотемпературных топливных элементов. *Успехи химии*, 2012, т. 81, № 3, с. 191–220.