

Список литературы

1. Меерсон Григорий Абрамович. *Металлургия редких металлов: учебное пособие* / Г.А. Меерсон, А.Н. Зеликман. – Москва: Металлургиздат, 1955. – 608с.: ил. – Библиогр.: с.598–608.
2. *О состоянии и использовании минерально – сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2014 году.* – Москва 2014. – 387с.
3. Раков Э.Г., Туманов Ю.Ю., Бутылкин Ю.П., Цветков А.А., Велешко Н.А., Поройков Е.П. *Основные свойства неорганических фторидов.* – М.: Атомиздат, 1976. – 400с.
4. Чекмарев Александр Михайлович. *Химия и технология циркония и гафния: учебное пособие* / А.М. Чекмарев; Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева. – Москва: Б. и., 1985. – 60с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ ГИДРОЛИЗА ГИДРИДА ЛИТИЯ С ЦЕЛЬЮ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВОДОРОДА В ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Я.В. Кучукова¹

Научные руководители – к.б.н., доцент А.С. Сачкова¹; ведущий инженер С.Ю. Соломенцев²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

²Новосибирский завод химконцентратов
630110, Россия, г. Новосибирск, ул. Б. Хмельницкого 94, kuchukova_yana@mail.ru

Водород – энергоемкий и экологически чистый энергоноситель, поэтому работы в области водородной энергетики относятся к приоритетным направлениям развития науки и техники [1]. Использование водорода требует решения ряда задач, связанных с производством, эффективной системой хранения и транспортировкой [2]. Генерирование водорода в топливных элементах непосредственно на месте использования позволяет исключить эти проблемы. Для создания генераторов водорода наиболее подходящими материалами являются бинарные и комплексные гидриды металлов [3]. Особое место занимает гидрид лития благодаря высокому процентному содержанию водорода [4].

Цель работы – исследование кинетики гидролиза гидрида лития в различных растворах (вода, морская вода, водно-спиртовой раствор) для выявления возможных вариантов регулирования водородопродуктивности топливных картриджей.

Гидрид лития был произведен на Новосибирском заводе химконцентратов (ПАО «НЗХК»). 40% водно-спиртовой раствор готовили из этилового спирта ГОСТ 5962-2013. В экспериментах с морской водой использовали свежеприготовленный раствор с составом близким к морской воде. Воду во всех экспериментах использовали неионизированную.

Объем выделившегося водорода регистри-

ровали прибором «Кальциметр» КОУК (ТУ 25-11-1106-75) (Химлаборприбор, Россия, г. Клин). В ходе экспериментов определяли степень превращения вещества LiH при протекании гидролиза по выделившемуся объему водорода. Для выявления кинетических особенностей взаимодействия экспериментальные данные были построены в линеаризующих координатах уравнений: сокращающейся сферы, Яндера и Гистлинга.

На основе экспериментальных данных показано, что во всех трех средах реакции протекают в кинетической области реагирования – лимитирующей стадией является химическая реакция.

Наилучшей средой для процесса гидролиза является вода. На ряду с которой эквивалентное количество выделившегося водорода дает использование водно-спиртового раствора. Но в присутствии последнего скорость генерации водорода снижается ~17%. Преимуществом использования водно-спиртового раствора является эксплуатация топливных элементов на основе спирта при пониженных температурах (до –25 °С). Это связано с температурой замерзания водно-спиртового раствора, которая равна –28 °С. Однако это значительно усложняет и увеличивает стоимость использования таких топливных картриджей.

Морская вода дает на ~12% более низкую скорость выделения водорода по сравнению с

дистиллированной водой, поэтому при необходимости для эксплуатации топливного картриджа возможно использование морской воды для проведения процесса.

Полученные результаты говорят о возможности разработки прототипов компактных водо-

родных картриджей на основе гидрида лития. При правильном конструкторском решении можно регулировать скорость выделения водорода, и соответственно получать необходимое количество энергии при эксплуатации топливных элементов в различных условиях.

Список литературы

1. Назаров Р.С., Куц С.Д., Кравченко О.В., Фокина Э.Э., Тарасов Б.П. Водород-генерирующие материалы для источников водорода гидролизного типа // *Альтернативная энергетика и экология. Научно-технический центр ТАТА, Саров, 2010.* – Т.6. – С.26–32.
2. Guarnieri M., Alotto P., Moro F. Modeling the performance of hydrogen-oxygen unitized regenerative proton exchange membrane fuel cells for energy storage. // *Journal of Power Sources. 2015.* – №30. – P.23–32.
3. Kim J., Kim T. Compact PEM fuel cell system combined with all-in-one hydrogen generator using chemical hydride as a hydrogen source // *Applied Energy, 2015.* – №15. – P.945–953.
4. Симагина В.В., Нецкина О.В., Комова О.В. Гидридные материалы – компактная форма хранения водорода для портативных топливных элементов // *Альтернативная энергетика и экология (ISJASS), 2007.* – №10. – С.54–64.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РУТИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК ВВОДИМЫХ В ГИДРАТИРОВАННЫЙ ДИОКСИД ТИТАНА ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ

А.Л. Лаштур

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Кантаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, all1@tpu.ru*

Диоксид титана рутильной формы получить достаточно просто, нужно лишь подобрать рутилизирующую добавку, которая обеспечит более легкую перекристаллизацию анатаза в рутил при более низкой температуре. Гидротированный диоксид титана (ГДТ) имеет сложный состав молекул и может содержать переменное количество связанных с титаном гидроксильных групп. При термообработке ГДТ протекают процессы дегидратации и полиморфного превращения анатаза в рутил. При этом температурные интервалы, в которых реализуется указанные процессы, в значительной степени зависят от условий получения ГДТ, размера его кристаллов, наличия примесей и других параметров.

При выполнении работы были проведены кинетические исследования термообработки ГДТ с добавлением и без добавления рутилизирующей добавки при различных температурах. Навески для анализа массой 11 г растворяли в соляной кислоте и добавляли металлический цинк (Zn), в качестве рутилизирующей добавки. Температура сушки варьировалась от 100 до

230 °С, время термообработки от 1 до 3 ч.

При термообработке ГДТ без и с добавлением рутилизирующей добавки были получены данные для построения кинетических кривых.

В температурном интервале 150–230 °С (рис. 1А) энергия активации процесса составляет величину 2356,3 Дж/моль.

Зависимость степени удаления влаги из осадка от времени и температуры для данного процесса выглядит следующим образом:

$$\alpha = 1 - \left(1 - 2,4 \cdot \exp\left(-\frac{2356,3}{R \cdot T}\right) \cdot t \right)^3$$

Процесс протекает внутри диффузионной области реагирования, что обусловлено плотной структурой гидратированного диоксида титана и сложностью выделения паров воды через слой ГДТ. Интенсифицировать процесс можно путем механического перемешивания.

При сушке ГДТ в интервале 150–230 °С (рис. 1В) энергия активации процесса равна 1107,8 Дж/моль.

В данном интервале степень удаления влаги