

## ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА НА ОСНОВЕ ГИДРИДА МАГНИЯ И НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ МЕХАНОСИНТЕЗА

*Леонова Е.С., Кенжиев А.А., Курдюмов Н.*

*Томский политехнический университет,  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: esl24@tpu.ru*

В связи с истощением нефтяных ресурсов и ухудшением экологической обстановки поиск и разработка безопасных, чистых и экологичных источников энергии для удовлетворения мирового спроса на энергоносители становятся первоочередной задачей. Водород, самый легкий газ, хорошо известен своей высокой теплотворной способностью при сгорании, а также тем, что не загрязняет окружающую среду. Водород является экологически чистым источником энергии и может быть использован в качестве химического сырья в нефтехимии, микроэлектронике, химическом и полимерном синтезе, металлургии и других областях, а также в качестве энергоносителя в чистых и устойчивых энергетических системах для решения проблемы энергетического кризиса, парникового эффекта и загрязнения окружающей среды. Водород является одним из наиболее перспективных энергоносителей благодаря наличию большого количества источников и экологически чистых продуктов сгорания. Разработка безопасного, эффективного и экономичного способа хранения водорода – необходимый шаг на пути к получению конкурентоспособного вида топлива. Гидриды металлов, в частности гидрид магния  $MgH_2$ , являются перспективным методом хранения водорода. Такой метод отличается доступностью, объемной плотностью (109 г.  $H_2$ /л) и высокой емкостью (7,6 масс. %). Однако стоит отметить, что гидрид магния имеет высокую температуру сорбции и десорбции и низкую скорость протекания данных процессов. Это связано с ограниченной скоростью диссоциации молекул водорода на поверхности, наличием оксидного слоя и низкой подвижностью водорода в гидридной фазе. И для того чтобы извлечь водород требуется приложить большую энергию. Поэтому необходимо разработать методику по снижению энергии активации десорбции водорода.

Одним из направлений является синтез композитов на основе гидрида магния и каталитических добавок, которыми могут выступать металлы и их оксиды. Метод электрического взрыва проводников (ЭВП) является одним из перспективных методов для получения каталитических добавок к гидриду магния.

Одним из таких методов является синтез гидрида магния с порошком никеля, полученного электрическим взрывом проводника (ЭВП) – процессом взрывного разрушения проволоки под действием тока с плотностью ( $>10^{10}$  А/м<sup>2</sup>). При высокой плотности вводимой энергии материал проволоки трансформируется в наночастицы. Характеристики данного метода: длительность импульса тока и мощность взрыва.

В результате механохимического синтеза гидрида магния совместно с наноразмерным порошком никеля, полученного методом электро-взрыва проводников, был получен композит. С помощью метода сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и энергодисперсионного анализа было показано, что композит представляет собой структуру типа ядро-оболочка, где крупные частицы гидрида магния MgH<sub>2</sub> покрыты наноразмерными частицами никеля.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-29-01280), а также в рамках программы повышения конкурентоспособности Томского политехнического университета.

1. Борисов Д.Н. Водород-аккумулирующие сплавы и композиты на основе магния // ISJAEE. – 2008. – С. 33–38.

2. Можжухин С.А., Арбузов А.А., Тарасов Б.П. Влияние добавок восстановленного оксида графита и никеля на процесс обратимого гидрирования магния // ISJAEE. – 2015. – С. 78.

3. Middeli A., Dincer I. // Int. J. Hydrogen Energy. – 2007. – 32, № 5. – P. 511–524.

4. Фурсиков П.В., Фокин В.Н., Фокина Э.Э., Можжухин С.А., Арбузов А.А., Лапшин А.Н., Ходос И.И., Тарасов Б.П. Микроструктура водородсорбирующих композитов на основе эвтектического сплава магния с никелем // ЖПХ. – 2022. – 95, № 8. – С. 1006–1010.

5. Фурсиков П.В., Слепцова А.М., Можжухин С.А., Арбузов А.А., Фокин В.Н., Фокина Э.Э., Ходос И.И., Тарасов Б.П. Фазовый состав и микроструктура сорбирующих водород композитов эвтектического сплава Mg-Ni с графеноподобным материалом // ЖФХ. – 2020. – 94, № 5. – С. 789–795.

6. Арбузов А.А., Можжухин С.А., Володин А.А., Фурсиков П.В., Тарасов Б. П. Синтез графеноподобных наноструктур и формирование на их основе катализаторов и водород-аккумулирующих композитов // Известия Академических наук. Серия химическая. – 2016. – № 8. – С. 1893–1901.

7. Andrei V. Mostovshchikov, Boris G. Goldenberg, Olga B. Nazarenko. Effect of synchrotron radiation on thermochemical properties of aluminum micro- and nanopowders // Materials Science and Engineering: B. – 2022. – Vol. 285.