

МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ГИДРИДА МАГНИЯ И НАНОРАЗМЕРНОГО ПОРОШКА НИКЕЛЯ

Леонова Е.С., Кенжиев А., Курдюмов Н.
НИ Томский политехнический университет, ИЯТШ, 0Б11
E-mail: esl24@tpu.ru

Введение

В настоящие дни существует проблема глобального потепления, его причиной является деятельность людей, а именно: при сжигании ископаемого топлива в атмосферу выбрасывается углекислый газ CO_2 , он приводит к возникновению парникового эффекта и перегреву планеты. Защита окружающей среды имеет первостепенное значение, для развития и роста нации. Поэтому, серьезную актуальность, приобрела разработка альтернативных источников энергии, которые смогут решить данную проблему. Водород как энергоноситель является наиболее перспективным дополнением источникам энергии, полученным на основе ископаемого топлива, так как обладает высокой топливной эффективностью (141,7 МДж/кг) и экологичностью (продуктом сгорания является вода). 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 %). В результате механохимического синтеза гидрида магния совместно с наноразмерным порошком никеля, полученного методом электровзрыва проводников, был получен композит. В связи с этим проводилось исследование метода сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и энергодисперсионного анализа, с помощью чего было показано, что композит представляет собой структуру типа ядро-оболочка, где крупные частицы гидрида магния MgH_2 покрыты наноразмерными частицами никеля.

Основная часть

В настоящие дни существует проблема глобального потепления, его причиной является деятельностью людей, а именно: при сжигании ископаемого топлива в атмосферу выбрасывается углекислый газ CO_2 , он приводит к возникновению парникового эффекта и перегреву планеты. Защита окружающей среды имеет первостепенное значение для развития и роста нации. Поэтому серьезную актуальность приобрела разработка альтернативных источников энергии, которые смогут решить данную проблему.

Что же касается хранения водорода – это сложный, а потому дорогой процесс из-за очень низкой плотности водорода как в газообразном ($\sim 0,09 \text{ кг/м}^3$), так и в жидком ($\sim 70 \text{ кг/м}^3$) состоянии, низкой температуры его сжижения, а также высокой взрывоопасности в сочетании с негативным воздействием на свойства конструкционных материалов.

Способы хранения водорода можно разделить:

- 1) физические – в сжатом или сжиженном состоянии;
- 2) физико-химические – в первую очередь в адсорбированном состоянии;
- 3) химические – в связанном состоянии в металлгидридах.

К настоящему времени освоена широкомасштабная промышленная реализация физических методов: газобаллонного и криогенного. Другие же методы являются перспективными, находясь на стадии технологических разработок либо мелкомасштабного производства. Кроме того, в различных областях применение водорода предъявляются различные требования к системе его хранения. В связи с этим, исследования в направлении разработки эффективных способов хранения водорода являются актуальными.

Известно, что одним из перспективных материалов для хранения водорода является гидрид магния MgH_2 , обладающий высоким массовым (7,6 масс % H_2) и объемным (110 г H_2 /л) содержанием водорода.

Водород как энергоноситель является наиболее перспективным дополнением источникам энергии, полученным на основе ископаемого топлива, так как обладает высокой топливной эффективностью (141,7 МДж/кг) и экологичностью (продуктом сгорания является вода).

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.

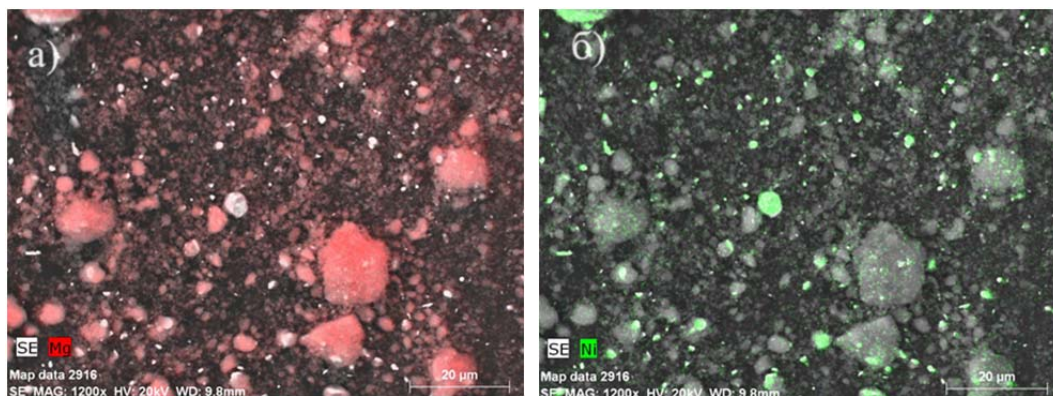


Рис. 1. SEM изображение: а) магния в композите, б) порошка никеля в композите

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 (> 1010 А/м²). При высокой плотности вводимой энергии материал проволоки трансформируется в наночастицы. Характеристики данного метода: длительность импульса тока и мощность взрыва.

Заключение

В результате механохимического синтеза гидрида магния совместно с наноразмерным порошком никеля, полученного методом электровзрыва 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_2 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.

Список литературы

1. Борисов Д.Н. Водород-аккумулирующие сплавы и композиты на основе магния // ISJAEЕ. – 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 // ISJAEЕ. – 2015. – С. 78.
3. Middeli A., Dincer I. // Int. J. Hydrogen Energy. – 2007. – 32, No.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.