

УДК 536.752

**Формирование композита на основе гидрида магния и наноразмерного никеля,
полученного методом электрического взрыва проводников**

Е.С. Леонова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. В.Н. Кудияров
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: esl24@tpu.ru

**Formation of the composite based on magnesium hydride and nanoscale nickel
produced by electric explosion of wires**

E.S. Leonova

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. V.N. Kudiyarov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: esl24@tpu.ru

Abstract. *The general regularities of hydrogen interaction with nickel nanopowder synthesised for the first time by the method of electric explosion of conductors were studied in this work. Magnesium is one of the most suitable materials for hydrogen storage, the disadvantage of which is its high sorption and desorption temperature. In order to extract hydrogen, high energy must be applied. Therefore, in this work, a composite based on magnesium hydride and nanoscale nickel obtained by electrical explosion of conductors is used as a catalytic additive in the range (1-15 wt%) and synthesis parameters: drum rotation frequency of 900 rpm and synthesis duration of 180 minutes. Thus, a composite based on magnesium hydride and nickel nanopowder was synthesised by planetary ball milling and then the patterns of influence of synthesis parameters and composition of composites on morphology, structural and phase state were established for the obtained composites using SEM and EDS analyses.*

Key words: *nickel, hydrogen, magnesium hydride, activation energy, mechanochemical synthesis, electrical explosion of conductors, nanoscale powders.*

Введение

В связи с истощением нефтяных ресурсов и ухудшением экологической обстановки, возникла проблема глобального потепления, ее причиной является деятельностью людей. При сжигании ископаемого топлива в атмосферу выбрасывается углекислый газ CO_2 , он приводит к возникновению парникового эффекта и перегреву планеты. Поэтому серьезную актуальность приобрела разработка альтернативных источников энергии, которые способствуют решению данной проблемы [1]. Водород как энергоноситель является наиболее перспективным дополнением к источникам энергии, получаемым из ископаемого топлива, так как обладает высокой топливной эффективностью (141,7 МДж/кг) и экологической чистотой (продуктом сгорания является вода). Гидриды металлов, в частности гидрид магния MgH_2 , являются перспективным методом хранения водорода. Этот метод характеризуется доступностью, насыпной плотностью (109 г H_2 /л) и высокой емкостью (7,6 масс. %) [2–3]. Однако следует отметить, что гидрид магния имеет высокую температуру сорбции и десорбции и низкую скорость этих процессов. Поэтому необходимо разработать методику снижения энергии активации десорбции водорода [4–7]. Одним из направлений является синтез композитов на основе гидрида магния и каталитических добавок, в качестве которых могут выступать металлы и их оксиды. Метод электрического взрыва проводников (ЭВП) является одним из перспективных методов получения каталитических добавок к гидриду магния.

Экспериментальная часть

Были получены композиционные материалы на основе гидрида магния и наноразмерного никеля, полученного методом электрического взрыва проводников, в диапазоне (1–15 масс. %) и параметров синтеза: частоте вращения барабанов 900 об/мин и продолжительностью синтеза 180 минут.

Результаты

Для полученных композитов были установлены закономерности влияния параметров синтеза и состава композитов на морфологию, структурно-фазовое состояние. На рисунке 1 наблюдается присутствие необходимых фаз в композитах.

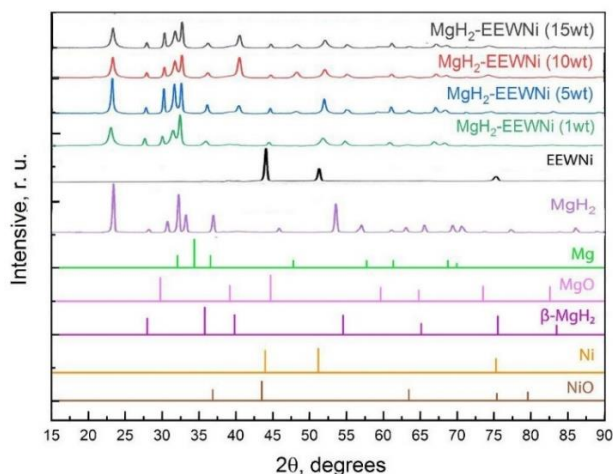


Рис. 1. Рентгеноструктурный анализ композитов

Микроструктуру композитов изучали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ, SEM), приведенной на рисунке 2.

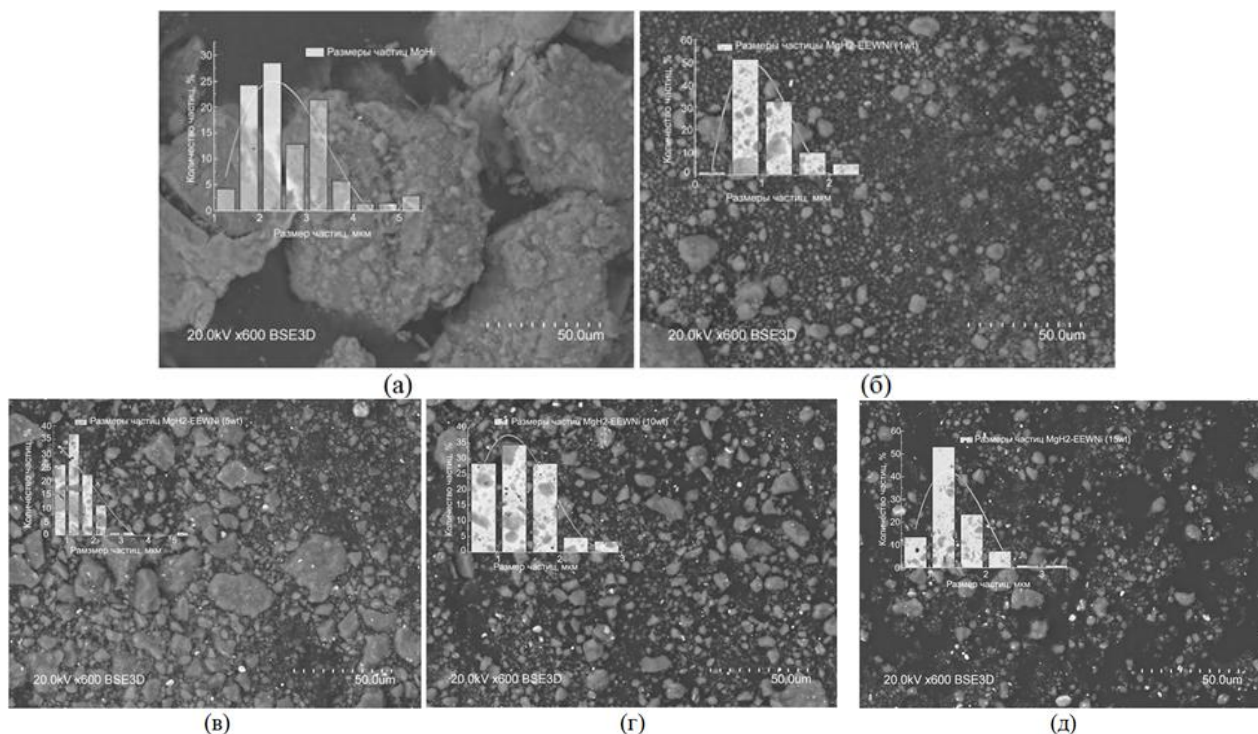


Рис. 2. SEM изображения композитов на основе гидрида магния и наноразмерного никеля и соответствующие им гистограммы: а – MgH_2 ; б – 1 масс. %; в – 5 масс. %; г – 10 масс. %; д – 15 масс. %

Сканирующая электронная микроскопия может использоваться для изучения топографии поверхности, структуры и фазового состава материалов. SEM оснащен энергодисперсионным спектрометром для микроанализа, с помощью пучка электронов атомы исследуемого образца возбуждаются, испуская характерное для каждого химического элемента рентгеновское излучение.

Заключение

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что распределение наноразмерного никеля на более крупных частицах гидрида магния представляет из себя структуру core-shell structure. Если сопоставить между собой результаты ЭДС, можно заметить, что структура core-shell structure достигается при 1 масс. %, а при 10 и 15 масс. % увеличивается лишь число образовавшихся агломератов, что не имеет смысла, так как агломераты не влияют на каталитический эффект.

Список литературы

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. Key strategies of hydrogen energy systems for sustainability // International Journal of Hydrogen Energy. – 2007. – Vol. 32, № 5. – P. 511–524.
4. 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. – Vol. 94, № 5. – С. 789–795.
5. 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. – Т. 95, № 8. – С. 1006–1010.
6. Kudiiarov V., Elman R., Kurdyumov N., Laptev R. Microstructure and hydrogen storage properties of MgH₂/MIL-101(Cr) composite // Journal of Alloys and Compounds. – 2023. – Vol. 976.
7. Lyu J., Elman R., Svyatkin L., Kudiiarov V. Theoretical and experimental research of hydrogen storage properties of Mg and Mg-Al hydrides // Journal of Alloys and Compounds. – 2023. – Vol. 938.