

Влияние механической обработки на активность гидрида магния в реакции гидролиза

¹Лукашев Р.В., ²Яковлева Н.А., ²Клямкин С.Н., ¹Тарасов Б.П.

аспирант

¹Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Московская область

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: roman_lukashev@mail.ru

В настоящее время остро стоит проблема создания портативных источников водорода для различных технических приложений. Одним из наиболее перспективных подходов, лежащих в основе таких устройств, является получение водорода взаимодействием с водой гидридов легких металлов. С этой точки зрения особый интерес вызывает гидрид магния, при взаимодействии которого с водой выделяются более 15 масс.% водорода от массы гидрида. Однако, из-за образования плохо растворимого слоя гидроксида $Mg(OH)_2$ на поверхности частиц гидрида реакция протекает с крайне низкой скоростью. Одним из методов повышения реакционной способности MgH_2 является его предварительная механическая активация в шаровых мельницах, в том числе, с различными добавками, приводящая к формированию активного наноразмерного материала.

Целью данной работы является изучение влияния условий механической обработки гидрида магния и бинарных композиций MgH_2 -углерод (графит, многостенные нанотрубки) на характеристики получаемых материалов и их активность в реакции гидролиза.

Проведенные исследования показали, что механическая обработка гидрида магния и его смесей с 10 масс.% углеродного компонента приводит уменьшению размера кристаллитов, увеличению микронапряжений и удельной поверхности образцов. Кроме того, было зафиксировано образование метастабильной фазы высокого давления γ - MgH_2 . Для механообработанных образцов характерно многократное увеличение скорости по сравнению с исходным MgH_2 , что обусловлено изменением микроструктуры материала: при уменьшении размера частиц MgH_2 покрытие их сплошным слоем гидроксида и переход реакции в стадию резкого диффузионного торможения происходит при больших степенях превращения. Математическая обработка экспериментальных данных с использованием уравнения Аврами – Ерофеева позволила сделать вывод о том, что по мере протекания реакции с водой после достижения степени превращения $\alpha_{кр}$ происходит смена механизма взаимодействия. Условия обработки сказываются лишь на величине степени превращения, при которой происходит смена механизма взаимодействия ($\alpha_{кр}$). В то же время, на завершающей стадии реакции при $\alpha > \alpha_{кр}$ механизм реакции одинаков для всех механоактивированных образцов.

Введение углеродной добавки в процессе механической обработки гидрида магния приводит к дополнительному увеличению скорости взаимодействия с водой. По-видимому, наличие углеродного компонента препятствует агрегации частиц MgH_2 и способствует дополнительному увеличению реакционной поверхности. Кроме того, графит может оказывать положительное влияние непосредственно в процессе гидролиза композита. Наноразмерные частицы графита благодаря своей гидрофобности могут препятствовать образованию непрерывного слоя $Mg(OH)_2$ и обеспечивать тем самым протекание реакции в более активном кинетическом режиме.

Для композитов MgH_2 -углерод установлено выделение до 970-1280 мл водорода на грамм композита за 40 мин гидролиза без дополнительного изменения кислотности раствора.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 05-03-08027).