

О СТРУКТУРЕ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВАХ ГИДРИДОВ $(\text{Sm},\text{R})_2\text{Fe}_{17}\text{H}_y$, ГДЕ $\text{R} = \text{Ho}, \text{Er}$

С.В. Веселова, В.Н. Вербецкий, И.С. Терешина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Россия, г. Москва, ул. Ленинские Горы, 1, 119234

E-mail: sv_veselova@mail.ru

Интерметаллические соединения на основе 4f-редкоземельных элементов с переходными металлами группы железа представляют интерес для исследования благодаря высоким значениям намагниченности насыщения, температуры Кюри и константы магнитокристаллической анизотропии [1]. Формирование этих фундаментальных характеристик в R_2Fe_{17} обусловлено как действием кристаллического поля на редкоземельные ионы, так и сильными внутри- и междошрешеточными обменными взаимодействиями. Функциональные характеристики этих соединений претерпевают кардинальные изменения после внедрения легких атомов (H, C, N) в кристаллическую решетку [2]. В связи с чем $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ являются весьма перспективными для разработки на их основе новых магнитотвердых материалов. Частичное замещение атомов самария атомами редкоземельного металла, а атомов железа - немагнитными атомами также модифицирует внутренние магнитные свойства $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$. Установлено, что использование многокомпонентных систем открывает возможность создания новых магнитных материалов с необходимым комплексом магнитных свойств в заданной области температур и полей, что крайне важно для их дальнейшего прикладного применения, в том числе и в водородсодержащих средах. На сегодняшний день для соединений $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}(\text{H}, \text{N})$ выполнено достаточно большое количество работ по частичному замещению в обеих подрешетках, однако несмотря на это, в литературе полностью отсутствует информация о структуре и магнитных свойствах гидридов на основе псевдобинарных соединений $(\text{Sm}_{1-x}\text{Ho}_x)_2\text{Fe}_{17}$ и $(\text{Sm}_{1-x}\text{Er}_x)_2\text{Fe}_{17}$. Цель настоящей работы – синтезировать и изучить структуру, магнитные свойства $(\text{Sm},\text{R})_2\text{Fe}_{17}\text{H}_y$, где $\text{R} = \text{Ho}, \text{Er}$.

Методом индукционной плавки в инертной атмосфере получены и исследованы две серии сплавов $(\text{Sm}_{1-x}\text{R}_x)_2\text{Fe}_{17}$, где $\text{R} = \text{Ho}, \text{Er}$ ($x = 0.1; 0.2; 0.4$). Гомогенизирующий отжиг образцов проводили в кварцевых ампулах при 1273 К в течение 96-192 ч. Микроструктуру и химический состав материалов в литом состоянии и после высокотемпературного отжига исследовали на сканирующем электронном микроскопе «LEO EVO 50 XVP». Рентгенографическое исследование всех синтезированных образцов проводили на дифрактометре ДРОН-3М в монохроматизированном CoK_α -излучении. Фазовый состав образцов исследовался с помощью Ритвельд-анализа в программе RIETAN 2000. Гидрирование осуществляли прямой реакцией предварительно механически измельченных исходных сплавов с водородом при температуре 473 К и давлении водорода 30 МПа в течение 3-5 ч. Исследование магнитных свойств были выполнены с помощью измерительного комплекса PPMS-9 в широком диапазоне температур. Определение температуры Кюри проводили с помощью терромагнитного анализа в области температур 290-800 К.

В результате гидрирования исходных соединений были получены образцы с высоким содержанием водорода: $\text{Sm}_{1.2}\text{Ho}_{0.4}\text{Fe}_{17}\text{H}_4$, $\text{Sm}_{1.2}\text{Ho}_{0.8}\text{Fe}_{17}\text{H}_{4.4}$, $\text{Sm}_{1.8}\text{Er}_{0.2}\text{Fe}_{17}\text{H}_{4.4}$ и $\text{Sm}_{1.2}\text{Er}_{0.8}\text{Fe}_{17}\text{Sm}_{1.2}\text{H}_{4.6}$. Установлено, что в результате легирования и гидрирования сохраняется ромбоэдрический $\text{Th}_2\text{Zn}_{17}$ тип кристаллической решетки соединения $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$. Внедрение водорода в кристаллическую решетку исходных соединений $(\text{Sm}_{1-x}\text{R}_x)_2\text{Fe}_{17}$ приводит к увеличению объема элементарной ячейки (до 3,6 %).

Исследованы магнитные свойства соединений $(\text{Sm},\text{R})_2\text{Fe}_{17}$ и гидридов на их основе. Замена тяжелых R на Sm приводит к росту намагниченности насыщения замещенных составов относительно $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$. Обнаружено значительное увеличение намагниченности насыщения (до 28 %) и температуры Кюри гидридов в области комнатных температур значительно выше, чем у исходных соединений. Выявлен состав с наиболее высокими характеристиками среди исследуемых - $\text{Sm}_{1.6}\text{Ho}_{0.4}\text{Fe}_{17}\text{H}_4$.

Полученные в работе гидриды обладают достаточно высокой водородной емкостью и могут быть использованы в различных областях науки и техники. Например, для создания безопасных металлгидридных аккумуляторов водорода, востребованных в водородных технологиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Coey J.M.D. Magnetism and Magnetic Materials. // Cambridge University Press. – 2010. – 614 pp.
2. Fujii H., Sun H. Interstitially-Modified Intermetallics or Rare-Earth and 3d Metals. In Handbook of Magnetic Materials Buschow K.H.J., editor. Amsterdam: North Holland. – 1995. – V. 9. – P. 303–404.