Веселова Светлана Владимировна
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Инженер 1 категории
119234 г. Москва, ул. Ленинские Горы, дом 1, строение 11
Область научных интересов: редкоземельные сплавы и интерметаллиды, гидриды, нитриды, магнитные свойства материалов

Svetlana Veselova
Lomonosov Moscow State University
1st Category Engineer
Moscow, 119991, Russia, Leninskie gory, 1, Building 11
Fields of interest: rare earth alloys and intermetallics, hydrides, nitrides, magnetic properties of materials
E-mail: sv_veselova@mail.ru

Effect of hydrogen on the structure and magnetic properties of intermetallic compounds $(Sm,R)_2Fe_{17}$, where R = Ho, Er

Veselova S.V., Verbetsky V.N., Tereshina I.S.

Lomonosov Moscow State University
E-mail: sv_veselova@mail.ru

Ingots $(Sm_{1-x}R_x)_2Fe_{17}$ (R = Ho, Er; x = 0.1; 0.2; 0.4) were obtained by induction melting in an inert atmosphere. The structure and magnetic hysteresis properties of the initial compounds and hydrides based on them have been studied. It has been established that $(Sm_{1-x}R_x)_2Fe_{17}H_y$ hydrides retain the rhombohedral Th_2Zn_{17} type of crystal structure of the initial compounds. Hydrogenation leads to an increase in the Curie temperature and saturation magnetization at room temperature.

Влияние водорода на структуру и магнитные свойства интерметаллических соединений $(Sm,R)_2Fe_{17}$, где R = Ho, Er

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

Московский государственный университет, Москва
sv_veselova@mail.ru

Методом индукционной плавки в инертной атмосфере получены образцы $(Sm_{1-x}R_x)_2Fe_{17}$ (R = Ho, Er; x = 0.1; 0.2; 0.4). Исследованы структура и магнитные гистерезисные свойства исходных соединений и гидридов на их основе. Установлено, что гидриды $(Sm_{1-x}R_x)_2Fe_{17}H_y$ сохраняют ромбоэдрический Th_2Zn_{17} тип кристаллической структуры исходных соединений. Гидрирование приводит к увеличению температуры Кюри и намагниченности насыщения в области комнатной температуры.

В настоящее время сфера применения интерметаллических соединений 4*f*-редкоземельных элементов с переходными металлами группы железа очень широка. В частности, интерметаллические соединения R_2Fe_{17} рассматриваются в качестве

перспективных высокоэнергоемких материалов для постоянных магнитов [1]. Функциональные характеристики соединений Sm_2Fe_{17} претерпевают кардинальные изменения после внедрения легких атомов и/или замещение самария редкоземельным элементом, железа - немагнитными атомами в кристаллическую решетку исходного соединения, что способствует повышению температуры Кюри, возрастанию обменных взаимодействий между атомами железа и в некоторых случаях индуцирует одноосную магнитокристаллическую анизотропию во всей области температур магнитного упорядочения [2, 3]. На сегодняшний день несмотря на то, что для соединений $Sm_2Fe_{17}H_x$ выполнено достаточно большое количество работ по частичному замещению в обеих подрешетках, в литературе полностью отсутствует информация о структуре и магнитных свойствах гидридов на основе псевдобинарных соединений $(Sm,R)_2Fe_{17}$, где R = Ho, Er.

Цель данной работы – изучение влияния водорода на структуру и магнитные свойства интерметаллических соединений $(Sm_{1-x}R_x)_2Fe_{17}$ (R = Ho, Er; x = 0.1; 0.2; 0.4).

Образцы $(Sm_{1-x}R_x)_2Fe_{17}$ (R = Ho, Er; x = 0.1; 0.2; 0.4) были приготовлены методом индукционной плавки из исходных компонентов высокой чистоты в инертной атмосфере. Гомогенизирующий отжиг проводили в кварцевых ампулах при 1273 K в течение 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 K и давлении водорода 30 MPa 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 термомагнитного анализа в области температур 290-800 K.

По данным РФА и СЭМ, после проведения высокотемпературной гомогенизации в исходных образцах наряду с основной фаза 2:17 присутствовала фаза α-Fe до 10 масс. %. Основная фаза $(Sm, R)_2Fe_{17}$ кристаллизуется в ромбоэдрической структуре типа Th_2Zn_{17} (пр. гр. R $\bar{3}$ m). В результате гидрирования были получены стабильные гидриды $(Sm,R)_2Fe_{17}H_y$ ($4 \leq y \leq 4{,}6$), которые сохраняют тип структуры исходных образцов. Установлено, что при гидрировании увеличение объема кристаллической решетки гидридов составляет до 3.9 %, а также наблюдается анизотропное изменение параметров решетки. Внедрение атомов водорода в кристаллическую решетку соединений $(Sm_{1-x}R_x)_2Fe_{17}$ оказывает влияние и на магнитные свойства: при их гидрировании удается значительно повысить намагниченность насыщения и температуру магнитного упорядочения. Полученные новые магнитные материалы могут найти применение в различных области науки и техники.

[1] S. Hirosawa, M. Nishino, S. Miyashita, J. Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol. 8 (2017) 013002.

[2] K.V.S. Rama Rao, H. Ehrenberg, G. Markandeyulu, et al., J. Phys. Status Solidi A. 189 (2002) 373-388.

[3] O. Isnard, S. Miraglia, D. Fruchart, J. Magn. Magn. Mat., 140-144 (1995) 981-982.