

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА И МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ СОЕДИНЕНИЙ $Gd(Co-Ni)_{0.84}Fe_{0.16}O_2$

Аникин М.С.¹, Тарасов Е.Н.¹, Султанов А.С.¹, Князев М.И.¹, Зинин А.В.¹

¹) Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

E-mail: maksim.anikin@urfu.ru

MAGNETIC PROPERTIES AND MAGNETOCALORIC EFFECT OF $Gd(Co-Ni)_{0.84}Fe_{0.16}O_2$ COMPOUNDS

Anikin M.S.¹, Tarasov E.N.¹, Sultanov A.S.¹, Knyazev M.I.¹, Zinin A.V.¹

¹) Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Annotation. In this paper, presents the results of a study of the temperature and field dependences (H) of magnetization (σ) and magnetocaloric effect (ΔS_m and ΔT_{ad}) of $Gd((Co_{1-y}Ni_y)_{0.84}Fe_{0.16})_2$ compounds at $2 \div 400$ K and in magnetic fields up to 90 kOe.

Интерметаллические соединения тяжелых редкоземельных металлов (R) с 3d переходными металлами (T) типа RT_2 , имеющие кубическую кристаллическую структуру фаз Лавеса, исследуются достаточно давно как материалы, обладающие значительными величинами магнитокалорического эффекта (МКЭ) в окрестности магнитных фазовых переходов. Бинарные соединения RT_2 в зависимости от R металла и 3d металла имеют различные температуры магнитных фазовых переходов как выше комнатной температуры, так и ниже неё. В работах [1-3] были исследованы температуры Кюри (T_C) и значения параметров МКЭ, в частности, изотермического изменения магнитной части энтропии (ΔS_m) квазибинарных соединений $R(T_1, T_2)_2$, с T_1 и $T_2 = Fe, Co$ и Ni . Установлено, что комбинация различных 3d металлов приводит как к нужному изменению T_C , так и к образованию платоподобных зависимостей $\Delta S_m(T)$ [2 - 5]. В данной работе, для более детального изучения влияния 3d магнитной подрешетки на магнитные и магнитотепловые свойства квазибинарных систем RT_2 , были исследованы образцы соединений с малым содержанием железа $Gd((Co_{1-y}Ni_y)_{0.84}Fe_{0.16})_2$.

В результате исследования кристаллической структуры магнитных и магнитокалорических свойств синтезированных соединений установлено, что все образцы принадлежат к гранецентрированной кубической $Fd-3m$ пространственной группе. При замещении Co на Ni происходит линейное уменьшение параметра кристаллической решетки a. Легирование никелем приводит к уменьшению энергии межподрешеточного 4f-3d обменного взаимодействия, сопровождающегося уменьшением T_C .

При исследовании гистерезисных свойств образцов, обнаружено, что с увеличением концентрации никеля растут остаточная намагниченность (μ_r), коэрцитивная сила (H_c) и значения магнитных моментов на формульную единицу в магнетонах Бора ($\mu_{f.u.}$) при $T = 5$ K в магнитном поле 90 кЭ, последнее связано

с ферромагнитной структурой соединений и меньшим значением магнитного момента Ni, чем Co, в этих системах.

Из анализа магнитокалорических свойств установлено, что ослабление энергии междоузельного обменного взаимодействия 4f-3d при замещении Co на Ni значительно усиливает магнитный вклад в энтропию при температурах ниже T_C , приводя к росту значений ΔS_m (рис. 1) и коэффициента хладоемкости (q) [5] до 5 раз. Значения q при $y \geq 0.75$ сопоставимы или превосходят q чистого Gd, что делает данные образцы потенциально пригодными для использования в магнитных холодильных машинах, работающих при комнатных и более низких температурах.

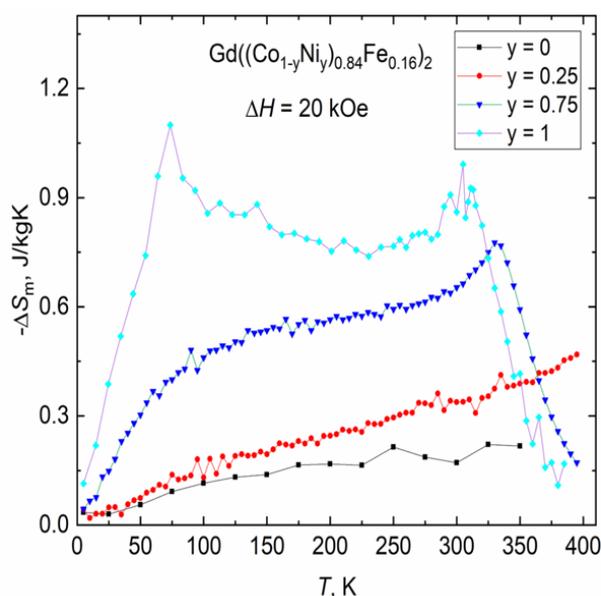


Рис. 1. Температурные зависимости изменения магнитной части энтропии $\Delta S_m(T)$ при изменении внешнего магнитного поля на 20 кЭ образцов $Gd((Co_{1-y}Ni_y)_{0.84}Fe_{0.16})_2$

Работа выполнена при поддержке Государственного контракта FEUZ 2023-0020 между УрФУ и Министерством высшего образования РФ.

1. T. Tohei, H. Wada, Change in the character of magnetocaloric effect with Ni substitution in $Ho(Co_{1-x}Ni_x)_2$, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 280 (2004), 101–107
2. Niraj K. Singh, S. Agarwal, K. G. Suresh, R. Nirmala, A. K. Nigam, and S. K. Malik, Anomalous magnetocaloric effect and magnetoresistance in $Ho(Ni,Fe)_2$ compounds, PHYSICAL REVIEW B 72, 014452 (2005)
3. Anikin M.S., Tarasov E.N., Kudrevatykh N.V., Inishev A.A., Zinin A.V., Teplykh A.E., Pirogov A.N. Magnetic structure and magnetocaloric properties of $Ho(Co_{1-x}Fe_x)_2$ quasibinary intermetallic compounds // Physics Procedia, (2015), V. 75, PP. 1198-1206
4. Аникин М.С. Тарасов Е.Н., Кудреватых Н.В., Инишев А.А., Зинин А.В. Магнитные и магнитотепловые свойства материалов на основе фаз Лавеса

- R(Co_{1-x}Fe_x)₂, с тяжелыми редкоземельными металлами // *Металлургия и термическая обработка металлов*, (2018г.), том 758, вып. 8, с. 36-41
5. Anikin M.S., Tarasov E.N., Kudrevatykh N.V., Zinin A.V. Magnetocaloric properties of Gd(Co_{1-x}Fe_x)₂ compounds, with $x \leq 0.60$ // *EPJ Web of Conferences*, (2018), v. 185, p. 05009