

МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В МАГНИТОУПОРЯДОЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ $\text{Fe}_{3-x}\text{Ni}_x\text{Se}_4$

Комарова В.А.¹, Носова Н.М.¹, Шерокалова Е.М.¹

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, ИЕНиМ, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: lera.komarova.200094@gmail.com

MAGNETOCALORIC EFFECT OF MAGNETICALLY ORDERED $\text{Fe}_{3-x}\text{Ni}_x\text{Se}_4$ COMPOUNDS

Komarova V.A.¹, Nosova N.M.¹, Sherokalova E.M.¹

¹⁾ Ural Federal University, Institute of Natural Sciences and Mathematics,
Ekaterinburg, Russia

The structure and physical properties of $\text{Fe}_{3-x}\text{Ni}_x\text{Se}_4$ were researched. It was found composition with a magnetic ordering temperature near room temperature and the obtained values of the change in magnetic entropy allow the consideration of this material as a promising object for practical application.

Соединение Fe_3Se_4 имеет слоистую моноклинную структуру (пространственная группа $I12/m1$), ионы селена и железа занимают чередующиеся слои вдоль оси c , при этом в элементарной ячейке в каждом втором слое Fe возникают вакансии. Такая особенность кристаллической структуры приводит к тому, что магнитные моменты на атомах железа, ориентированные ферромагнитно в слое и антиферромагнитно в соседних слоях, оказываются некомпенсированы. Ниже критической температуры $T \sim 320$ К в соединении Fe_3Se_4 формируется дальний ферромагнитный порядок. Также известно, что замещение железа другими 3d-элементами (M) позволяет существенно влиять на магнитные характеристики соединений $\text{Fe}_{3-x}\text{M}_x\text{Se}_4$ [1].

В данной работе представлены результаты исследования кристаллической структуры и физических свойств соединений $\text{Fe}_{3-x}\text{Ni}_x\text{Se}_4$. Такие системы могут быть рассмотрены как перспективные магнитокалорические материалы, поскольку имеют удобную рабочую температуру (вблизи комнатной), легко синтезируются, химически стабильны и не содержат дорогостоящих элементов.

Соединения $\text{Fe}_{3-x}\text{Ni}_x\text{Se}_4$ ($x = 0, 0.03, 0.5, 1$) получены методом твердофазного синтеза при температуре 800°C . С помощью рентгеноструктурного анализа исследована кристаллическая структура (дифрактометр Bruker D8 Advance), с помощью четырехзондового метода получены температурные зависимости электросопротивления, с помощью измерений на вибромагнитометре Lake Shore VSM 7407 исследовано поведение намагниченности в зависимости от величины магнитного поля и температуры.

Полученные соединения $\text{Fe}_{3-x}\text{Ni}_x\text{Se}_4$ изоструктурны исходному соединению. При замещении железа на никель до $x = 1$ наблюдается анизотропное изменение параметров кристаллической решетки.

Температурные зависимости электросопротивления $\rho(T)$ для соединений $\text{Fe}_{3-x}\text{Ni}_x\text{Se}_4$ выше температуры магнитного упорядочения имеют вид, характерный для металлического типа проводимости, а значение ρ при комнатной температуре снижается на два порядка в сравнении со значением для исходного Fe_3Se_4 .

Анализ температурных и полевых зависимостей намагниченности показал, что соединения, как и исходный Fe_3Se_4 являются ферримагнетиками. Однако, температура магнитного упорядочения при замещении железа никелем существенно снижается и составляет $T \sim 290$ К при $x = 0.03$ и $T \sim 104$ К при $x = 1$.

Для соединения $\text{Fe}_{2.97}\text{Ni}_{0.03}\text{Se}_4$, с близкой к комнатной температурой магнитного упорядочения, был получен набор зависимостей $M(T)$ при различных значениях магнитного поля в интервале от 500 Э до 15 кЭ, которые в дальнейшем использовались для расчета изменения магнитной энтропии ΔS_M . Замещение по катионной подрешетке привело к повышению изменения энтропии, при $H = 15$ кЭ для $x = 0$ оно составило $\Delta S_M = 0.20$ Дж/К*кг, а для $x = 0.03$ составило $\Delta S_M = 0.22$ Дж/К*кг.

Работа подготовлена при финансовой поддержке ППК 3.1.1.1.з-20.

1. Regnard J.R., Chappert J. Délocalisation des électrons 3d dans les composés semi-métalliques MFe_2Se_4 avec $M = \text{Ti}, \text{Cr}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$ // Le journal de physique. – 1973. – V. 34. – P. 721–731. <https://doi.org/10.1051/jphys:01973003408-9072100>.
2. Komarek K.L., Wessely K. Die Systeme Nickel-Selen and Kobalt-Nickel-Selen // Monatshefte für Chem. – 1972. – V. 103. – P. 923–933. <https://doi.org/10.1007/BF00905165>.