

КОМПОЗИТНЫЙ ЭФФЕКТ В НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОМ СЕЛЕНИДЕ ЖЕЛЕЗА

Мозговых С.Н.¹, Баранов Н.В.^{1, 2}, Селезнева Н.В.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, ИЕНиМ, г. Екатеринбург, Россия

²) Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН,
г. Екатеринбург, Россия
E-mail: Stepan.Mozgovykh@urfu.ru

COMPOSITE EFFECT IN NONSTICHIOMETRIC IRON SELENIDE

Mozgovykh S.N.¹, Baranov N.V.^{1, 2}, Selezneva N.V.¹

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

²) Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterin-
burg, Russia

A composite material from a mixture of hexagonal Fe_7Se_8 and monoclinic Fe_3Se_4 was obtained. The resulting material has an increased coercive force H_c , which is rare for materials without rare earth or noble metals, which is possibly related to the composite effect.

При поиске новых материалов для постоянных магнитов, не содержащих дорогостоящих элементов, в качестве возможных кандидатов рассматривают халькогениды железа Fe_3Se_4 и Fe_7Se_8 , которые являются ферримагнетиками с температурами Кюри 320 К и 450 К, соответственно. Для повышения их коэрцитивной силы их переводят в наноразмерное состояние, однако это может сопровождаться снижением намагниченности насыщения. В работе [1] химическим синтезом были получены наноразмерные образцы, которые представляли собой смесь двух фаз: Fe_7Se_8 и Fe_3Se_4 , что не привело к существенному улучшению магнитных характеристик. Из работ [2,3] известно, что на фазовой диаграмме Fe-Se отсутствует непрерывный ряд твердых растворов в диапазоне от $\text{Fe}_{6.28}\text{Se}_8$ до $\text{Fe}_{6.68}\text{Se}_8$, а область гомогенности соединения Fe_7Se_8 очень узкая. Целью данной работы являлось целенаправленное получение композитов из смеси Fe_7Se_8 и Fe_3Se_4 , исследование их магнитных свойств в сравнении со свойствами исходных соединений.

В первую очередь с помощью твердофазного ампульного синтеза были получены соединения Fe_7Se_8 с гексагональной структурой и Fe_3Se_4 в моноклинной структурой. Путём смешения 90 массовых процентов Fe_7Se_8 и 10 массовых процентов Fe_3Se_4 , с дальнейшим спеканием полученной смеси в печи, был получен материал со средним составом $\text{Fe}_{6.9}\text{Se}_8$. Аттестация фазового состава и структуры, выполненная на дифрактометре Bruker D8 Advance, показала, что основная фаза является моноклинной с увеличенными до 3% параметрами кристаллической решётки относительно соединения Fe_3Se_4 , а вторая фаза Fe_7Se_8 обладает гексагональной структурой.

Температурные и полевые зависимости намагниченности измерялись в температурном интервале 80 К – 550 К с помощью вибромагнетометра 7407 VSM (Lake Shore, USA) в полях до 17 кОе. На температурной зависимости намагниченности материала $\text{Fe}_{6.9}\text{Se}_8$ обнаружено две температуры магнитного упорядочения. Первая температура Кюри $T = 400$ К соответствует моноклинной фазе $\text{Fe}_{3+x}\text{Se}_4$, вторая – температуре Кюри гексагональной фазе Fe_7Se_8 .

Исследование гистерезисных свойств показали, что коэрцитивная сила полученного материала существенно выше, чем для отдельных соединений даже в наноразмерном состоянии. Например, при температуре $T = 80$ К $H_c = 2.62$ кОе, тогда как для Fe_3Se_4 $H_c = 0.37$ кОе. Такое изменение гистерезисных свойств вызвано проявлением композитного эффекта в системе « Fe_7Se_8 - Fe_3Se_4 ».

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (проект № FEUZ-2020-0054).

1. Lyubutin I. S. et al. Structural, magnetic, and electronic properties of iron selenide $\text{Fe}_{6-7}\text{Se}_8$ nanoparticles obtained by thermal decomposition in high-temperature organic solvents // The Journal of chemical physics. – 2014. – Т. 141. – №. 4. – С. 044704.
2. Kamimura T. and Iwata T. Phase Relation in Fe_{1-x}Se // J. Phys. Soc. Japan. – 1978. – V. 45. – №. 5. – P. 1769 – 1770.
3. Wilfried S. et al. Transition Metal-Chalcogen systems, VII.: The Iron-Selenium Phase Diagram. // Monatsherte für Chemie. – 1979. – V. 110. – P. 1153-1170.