

ЛИТЕРАТУРА

1. Судакас, Л. Г. Фосфатные вяжущие системы. – СПб.: РИА «Квинтет», 2008. – 260 с.
2. Wagh, A. S. Chemically bonded phosphate ceramics. – USA: Elsevier, 2004. – 284 p.
3. Лапко, К. Н. Применение твердых фосфатных связующих в качестве компонентов сухих строительных смесей для получения термостойких функциональных композиционных материалов / К. Н. Лапко, Н. С. Апанасевич, Т. Н. Шульга, А. Н. Кудлаш, Н. Н. Галеева // Международное аналитическое обозрение «ALITinform». – 2015. – № 2 (39). – С. 78-83.
4. Apanasevich, N. Phosphate ceramics – carbon nanotubes composites: liquid aluminum phosphate vs solid magnesium phosphate binder / N. Apanasevich, A. Sokol, K. Lapko, A. Kudlash, V. Lomonosov, A. Plyushch, P. Kuzhir, J. Macutkevici, J. Banys, A. Okotrub // Ceramics International. – 2015. - № 41. – P. 12147-12152.

УДК 539.21:[548.0+537.6]

Г.С. Римский, С.Н. Магонов
(ИПЦ НАН Беларуси по материаловедению, г. Минск)

СИНТЕЗ, КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И УДЕЛЬНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$ ($0,05 \leq x \leq 0,30$)

Введение. Интерметаллические сплавы и твердые растворы, которые обладают магнитоструктурными фазовыми переходами, представляют интерес для теории и практики благодаря наличию таких эффектов как, магнитосопротивление, магнитокалорический эффект, магнитострикция. Фазовые превращения, в первую очередь, связаны с изменением плотности электронных состояний вблизи поверхности Ферми. Изменение плотности электронных состояний определяет анизотропную деформацию кристаллической решетки. В связи с этим исследование особенностей деформации элементарной кристаллической ячейки, изменение параметров ячейки под воздействием температуры, давления, легирования является важным для понимания механизма фазовых превращений. Сплавы и твердые растворы на основе $MnNiGe$ являются удобными модельными объектами изучения статических и динамических искажений кристаллической решетки, поскольку в них реализуются магнитоструктурные превращения, как первого, так и второго рода.

Цель работы – синтез поликристаллических твердых растворов

$Mn_{1-x}Fe_xNiGe$ ($0,05 \leq x \leq 0,30$), изучение особенностей их кристаллического упорядочения и удельной намагниченности.

Методы эксперимента. Образцы поликристаллических порошков получены методом прямого сплавления исходных компонентов в вакуумированных кварцевых ампулах в однозонной печи сопротивления с последующей закалкой в воде. Фазовый состав и параметры элементарной кристаллической ячейки синтезированных составов определены с использованием рентгенограмм в $Cu K\alpha$ -излучении, полученных при комнатной температуре. Температурные зависимости удельной намагниченности изучены пондеромоторным методом в магнитном поле с индукцией 0,86 Тл в интервале температур $80 \leq T \leq 700$ К.

Результаты эксперимента. На рис. 1 представлены рентгенограммы образцов твердых растворов $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$ составов $x = 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25, 0,3$ в диапазоне углов $20^\circ \leq 2\theta \leq 90^\circ$.

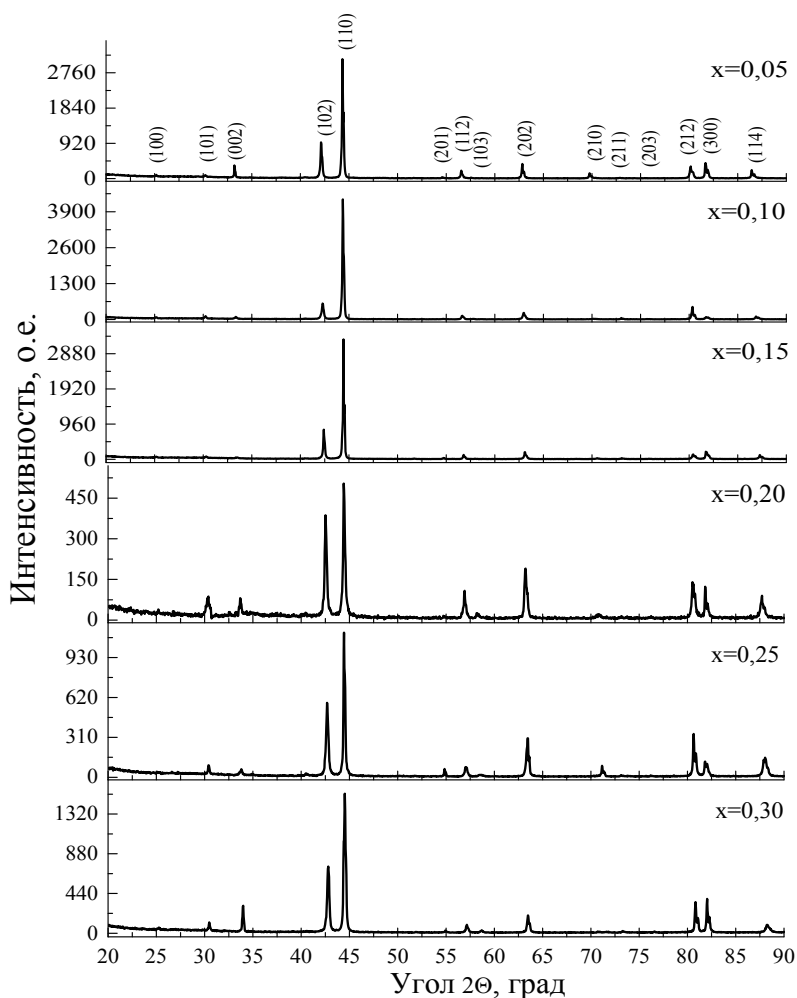


Рисунок 1 – Рентгенограммы порошковых образцов $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$ составов $x = 0,05; 0,10; 0,15; 0,2; 0,25, 0,3$

Анализ рентгенограмм показал, на кристаллическую однофазность синтезированных составов. Установлено, что образцы $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$ ($0,05 \leq x \leq 0,30$) обладают гексагональной кристаллографической структурой типа Ni_2In ($B8_2$) пространственной группы $R6_3/mmc$ (D_{6h}^4). Все дифракционные рефлексы рентгенограмм проиндексированы, как (100), (101), (002), (102), (110), (201), (112), (103), (202), (210), (211), (203), (212), (300), (114) в указанной структуре. Имеет место плавное изменение угловых положений дифракционных рефлексов и перераспределение их интенсивностей в интервале концентраций $0,05 \leq x \leq 0,30$. Используются дифракционные рефлексы (201), (112), (103), (202), (210), (211), (212), (300), (114) для определения параметров элементарных ячеек (таблица 1). В таблице 1 приведены значения параметров a и c , соотношения осей c/a , величины объемов элементарных ячеек V и рентгеновская плотность $\rho_{рен}$ порошков $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$

Таблица 1. Численные значения параметров a и c , соотношения осей c/a , величины объемов элементарных ячеек V и рентгеновская плотность $\rho_{рен}$ порошков $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$

| x | $a, \text{нм}$ | $c, \text{нм}$ | c/a | $V, 10^{-2} \text{нм}^3$ | $\rho_{рен} (\text{г/см}^3)$ |
|------|----------------|----------------|-------|--------------------------|------------------------------|
| 0,05 | 0,409 | 0,535 | 1,31 | 6,732 | 9,189 |
| 0,1 | 0,408 | 0,535 | 1,31 | 6,694 | 9,244 |
| 0,15 | 0,408 | 0,534 | 1,31 | 6,665 | 9,286 |
| 0,2 | 0,407 | 0,534 | 1,31 | 6,651 | 9,308 |
| 0,25 | 0,407 | 0,533 | 1,31 | 6,623 | 9,349 |
| 0,3 | 0,406 | 0,529 | 1,30 | 6,571 | 9,426 |

Температурные зависимости удельной намагниченности составов $0,05 \leq x \leq 0,30$ представлены на рис. 2. и рис. 3.

Из приведенных на рис. 2 и рис. 3 зависимостей $\sigma=f(T)$ следует, что имеет место проявление магнитного гистерезиса вблизи температуры фазового превращения «магнитный порядок – магнитный беспорядок». Значения удельной намагниченности при 80К и температуры разрушения упорядоченного магнитного состояния в системе $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$ представлены в таблице 2.

Таблица 2. Значения удельной намагниченности при 80 К, температуры Кюри и средних магнитных моментов $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$.

| x | Намагниченность, $\text{Гс} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ | T_C, K | $\mu_{80\text{K}}, \mu_B$ |
|------|--|-----------------|---------------------------|
| 0,05 | 13,7 | 272 | 0,45 |
| 0,10 | 34,5 | 183 | 1,15 |
| 0,15 | 36,1 | 147 | 1,20 |
| 0,20 | 30,1 | 134 | 1,02 |
| 0,25 | 20,4 | 133 | 0,68 |
| 0,30 | 13,9 | 132 | 0,46 |

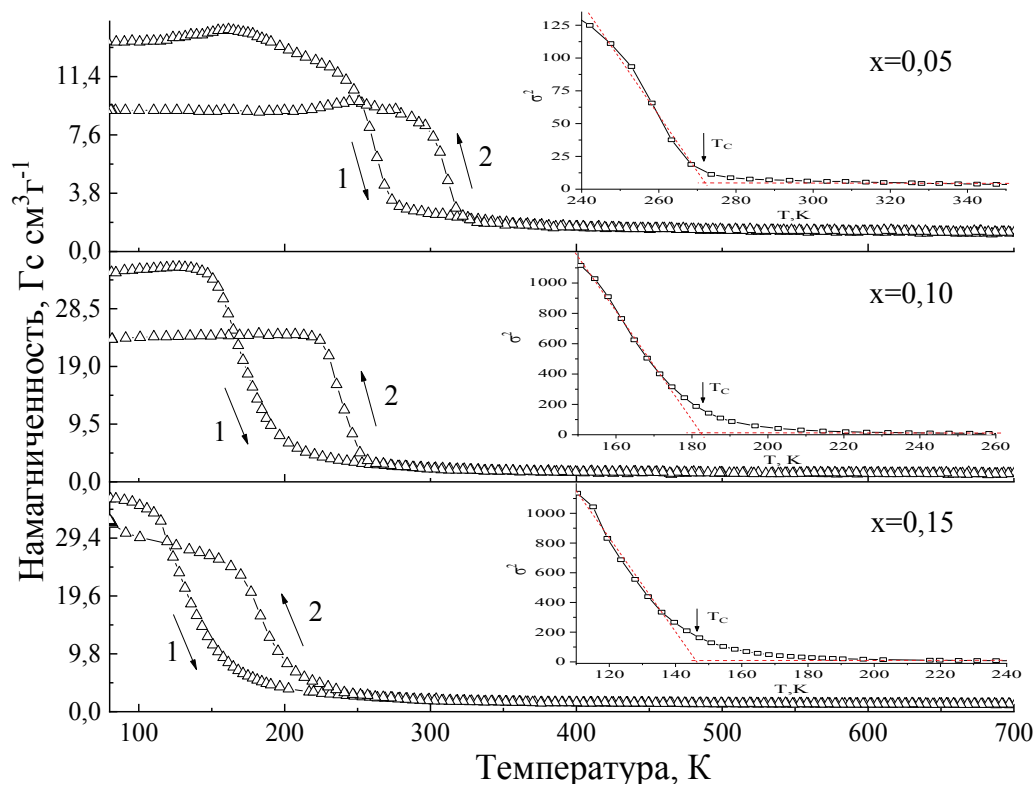


Рисунок 2 – Температурные зависимости намагниченности образцов $\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{NiGe}$ составов $x = 0,05$; $0,10$; $0,15$ при нагреве (1) и охлаждении (2). На вставке приведены зависимости $\sigma^2 = f(T)$, для определения температур Кюри.

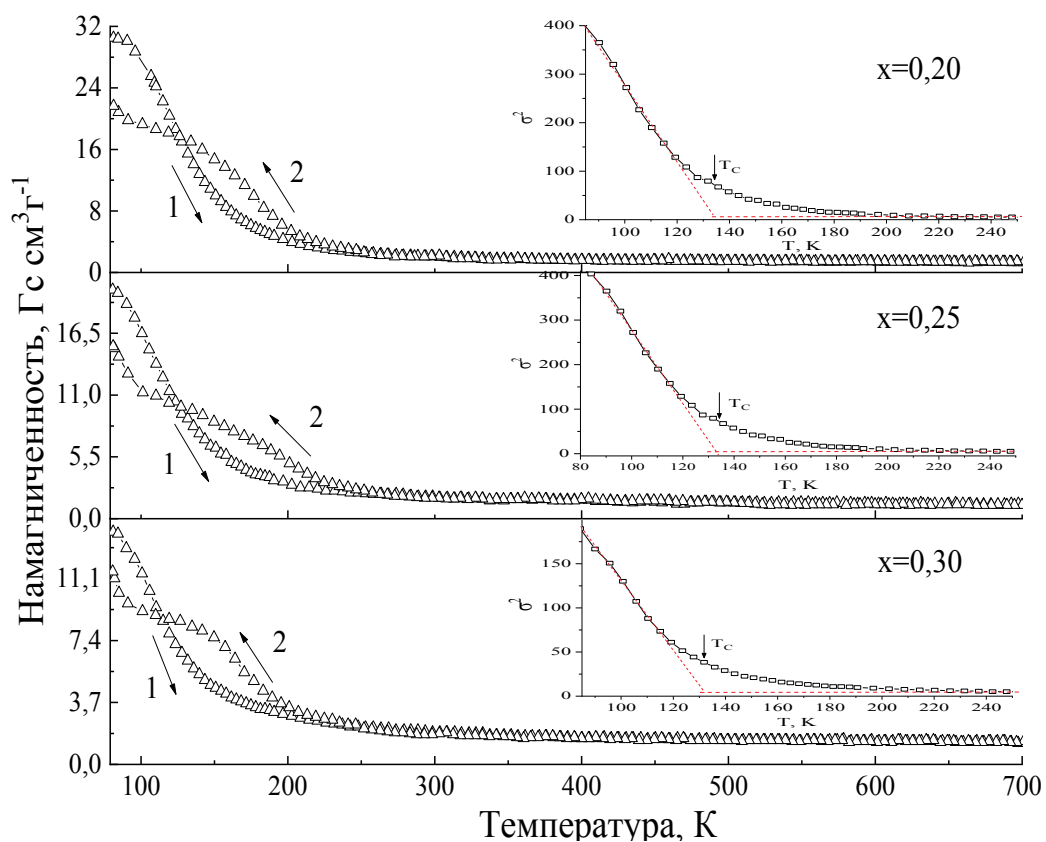


Рисунок 3 – Температурные зависимости намагниченности образцов $\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{NiGe}$ $x = 0,20$; $0,25$; $0,30$ при нагреве (1) и охлаждении (2). На вставке приведены зависимости $\sigma^2 = f(T)$, для определения температур Кюри.

Выводы. На основе результатов проведенных экспериментов определены: сингония и пространственная группа, параметры и объём элементарной ячейки, рентгеновская плотность исследуемых составов в порошковом состоянии. Установлено, что с увеличением концентрации x параметры элементарной ячейки a и c уменьшаются. Размеры решетки составов концентраций $x = 0,20$ и $x = 0,25$ [1, 2] согласуются с результатами более ранних исследований.

Из приведенной таблицы 2 видно, что с увеличением концентрации железа, температура Кюри уменьшается. Объяснение зависимости удельной намагниченности и температуры Кюри системы $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$ от концентрации, ставит задачу исследования структуры и магнитных свойств системы с помощью нейтронографического анализа.

Работа выполнена в рамках гранта на выполнение научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами и соискателями Национальной академии наук Беларуси (№2018-26-027).

ЛИТЕРАТУРА

1. Fjellvag H., Andresen A.F. On the crystal structure and magnetic properties of MnNiGe // J. Magn. & Magn. 1985. V. 50. PP. 291–297
2. Liu E., Feng L., Wang W., Li G., Feng L., Zhang H., Wu G. Stable magnetostructural coupling with tunable magnetoresponse effects in hexagonal ferromagnets // Nature Communications. 2012. V. 3 P. 873
3. Dutta P., Pramanick S., Venkateshwarlu D., Ganesan V., Majumdar S., Das D., Chatterjee S. Spin-glass-like ground state and observation of exchange bias in $Mn_{0,8}Fe_{0,2}NiGe$ alloy // EPL. 2014. V.108. P. 17012.
4. Dutta P., Pramanick S., Majumdar S., Das D., Chatterjee S. Multifunctional behavior of Fe-doped MnNiGe magnetic equiatomic compound // J. Magn. & Magn. Mat. 2015. V. 395. PP. 312–315.

УДК 661

З.А. Готто, науч. сотр., И.И. Гончарик, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., В.В. Шевчук, член-корр., д-р хим. наук, Е.О. Осипова, науч. сотр., А.Л. Навныко, мл. науч. сотр., Д.А. Конёк, науч. сотр.
(ГНУ «ИОНХ НАН Беларуси», г. Минск)

РЕГЕНЕРАЦИЯ ТРИЭТАНОЛАМИНА ПРИ КОНВЕРСИИ ХЛОРИДА КАЛИЯ И ФОСФОГИПСА

Известно, что сульфат калия является высококонцентрированным удобрением, содержащим от 48 до 53% K_2O и около 18% серы и имеющим устойчивый спрос на мировом рынке. Он может быть получен при переработке природных сульфатно-калийных руд (кизеритовые харт-зальцы, каинито-лангбейнитовые руды), а также способами