

2. А.М. Гуляев, Ле Ван Ван, О.Б. Сарач, О.Б. Мухина / О воздействие оптического излучения на чувствительность газовых сенсоров на основе пленок SnO₂ // Физика и техника полупроводников, 2008, Том 42. Вып. 6. С. 742–746.

3. Изучение смачиваемости твердых тел методом математического моделирования контактных углов // С.М. Барайшук, О.Г. Бобрович, ХХ Лиин – Вестник науки и образования, 2016.

4. Автоматизированный комплекс для измерения равновесного краевого угла смачивания на плоских поверхностях /Патент РБ 7074 по заявке 20100661, от 12.10.2010 //Е.П. Макарович, И.С. Ташлыков, С.М. Барайшук, М.А. Андреев.

**Будзински М.¹, д.ф.-м.н., Вальков В.И.², д.ф.-м.н.,
Головчан А.В.², к.ф.-м.н., доцент, Митюк В.И.³, к.ф.-м.н.,
Римский Г.С.³, Суровец З.¹, д.ф.-м.н., Барайшук С.М.⁴,
к.ф.-м.н., доцент, Ткаченко Т.М.⁴, к.ф.-м.н., доцент.**

**¹Институт Физики, Университет М. Кюри-Склодовской,
Люблин, Польша.**

**²Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина,
Донецк.**

**³ГО "НПЦ НАН Беларуси по материаловедению", Минск,
Беларусь.**

**⁴УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

**МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ СОСТАВА
MnNiFeGe.**

В настоящее время твердые растворы на основе MnNiFeGe рассматривают как весьма перспективные магнитокалорические материалы для использования в магнитных холодильниках [1]. Магнитные свойства MnNiFeGe варьируются в зависимости от технологии получения (легирования, специальной термообработке, наложении давления и др.), и макросостояния сплава – пленочного или массивного, а свойства пленок на основе MnNiFeGe практически не изучались. Таким образом, существует актуальная задача сравнения магнитных свойств сплавов MnFeNiGe в объемном и пленочном

состояниях. В рамках общей задачи, была начата работа по исследованию микроструктуры и магнитных свойств пленок составов $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$ (где x принимает значения 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 и 0,30) для последующего сравнения этих данных с аналогичными данными на объемных образцах такого же состава. Получение пленок проводилось методом «вспышки» [2]. Проведены электронно-микроскопические исследования структуры поверхности пленок, а также исследование поверхности методом сканирующей зондовой микроскопии, примеры типичных результатов асм, для площадок размером $20 \times 20 \mu m^2$ представлены на рис.1. Как видно на рисунках, на поверхности образцов формируются регулярные неоднородности, а также более крупные неоднородности, размером в длину от 2 до 15 μm и толщиной от 10 до 700 нм.

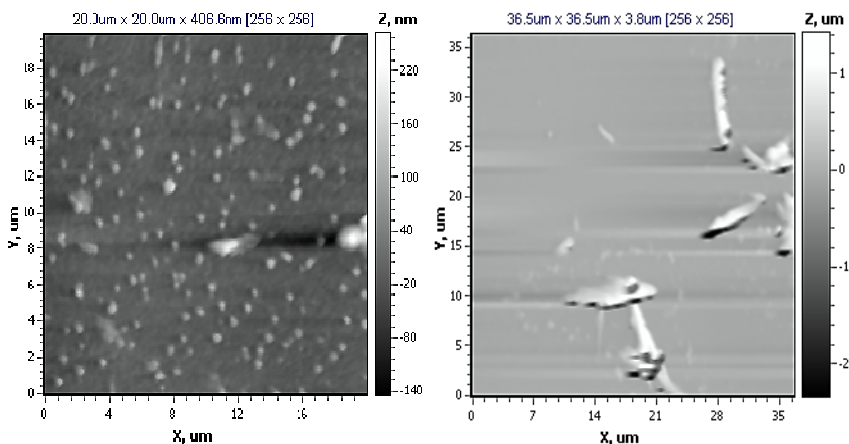


Рисунок 1 – АСМ изображение поверхности образцов $Mn_{0,09}Fe_{0,1}NiGe$ и $Mn_{0,85}Fe_{0,15}NiGe$ соответственно.

Продолговатые новообразования в виде игл определяются как методом АСМ, так и методом СЭМ, рисунок 2.

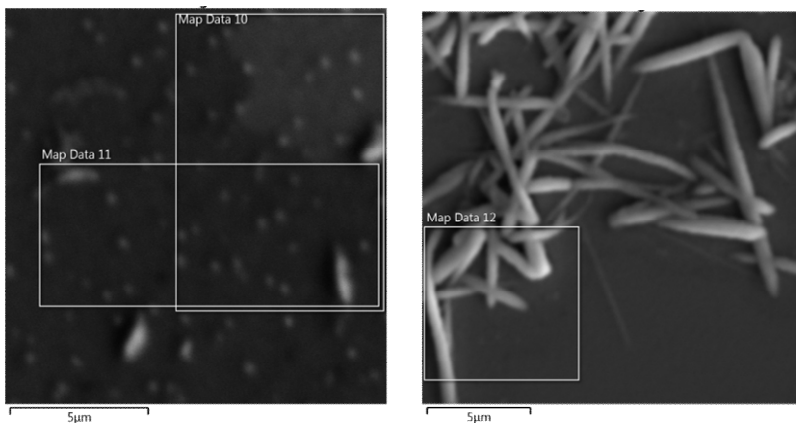


Рисунок 2 – Изображения полученные методом СЭМ для образцов $Mn_{0,09}Fe_{0,1}NiGe$ и $Mn_{0,85}Fe_{0,15}NiGe$ соответственно.

Результаты АСМ микроскопии показывают достаточно высокое качество поверхности, с шероховатостью не превышающей 33 нм по площадке $20 \times 20 \text{ мкм}^2$, для всех систем. На поверхностях всех пленок идентифицируются регулярные неровности размером округлой формы диаметром от 0,2 мкм до 0,4 мкм и высотой от 0,05 до 0,2 мкм, концентрация которых приведена в таблице 1. Только в пленке состава $Mn_{0,85}Fe_{0,15}NiGe$ на поверхности идентифицируются микроструктурные новообразования в виде игл.

Таблица 1 – Характеристики поверхности структур $Mn_{1-x}Fe_xNiGe$

Образец	Средняя шероховатость, нм	Типичные неоднородности, мкм	Концентрация неровностей мкм^{-2}
$Mn_{0,95}Fe_{0,05}NiGe$	21,6	0,8x0,8	0,6
$Mn_{0,09}Fe_{0,1}NiGe$	18,2	0,4x0,2	0,7
$Mn_{0,85}Fe_{0,15}NiGe$	160,8	12x0,7	0,01
$Mn_{0,8}Fe_{0,2}NiGe$	32,7	–	0,01
$Mn_{0,75}Fe_{0,25}NiGe$	25,3	0,5x0,2	0,25
$Mn_{0,7}Fe_{0,3}NiGe$	35,7	0,2x0,05	0,5

Как видно, в случае возникновения микроразмерных игл на поверхности можно утверждать, что количество и размер более мелких неоднородностей на поверхности значительно сокращается (до 50 раз). Можно предположить, что в $Mn_{0,85}Fe_{0,15}NiGe$ происходит

слияние элементарных на поверхности и формирование микроструктурных игл.

Таким образом, важным результатом сравнения объемных и пленочных образцов стало обнаружение металлических игл на поверхности пленки состава $Mn_{0,85}Fe_{0,15}NiGe$. Предполагается продолжение исследования в данном направлении.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ и РФФИ в рамках научного проекта №Т20Р-204 и № 20-58-00059, соответственно.

Список использованных источников

1. Val'kov, V.I. Features of the formation of magnetocaloric phenomena in the systems $Mn_{1-x}Ti_xAs$ and $Mn_{1-x}Cr_xNiGe$ / V.I. Val'kov, I.F. Griбанov, B.M. Todris, A.V. Golovchan, V.I. Mitsiuk // Physics of the Solid State. – 2018. – № 6. – P. 1113–1121.

2. Патент ВУ 2901, 2006. Галяс А.И., Ткаченко Т.М. «Устройство порционной подачи порошка в установке вакуумного напыления пленок по методу вспышки».

**Будзинский П.¹, д.т.н., Будзинский М.², д.ф.-м.н.,
Барайшук С.М.³, к.ф.-м.н., доцент, Виертел М.², к.ф.-м.н.,
Митюк В.И.⁴, к.ф.-м.н., ст. научный сотрудник, Суворец З.²,
д.ф.-м.н., Ткаченко Т.М.³, к.ф.-м.н., доцент, Головчан А.В.⁵,
к.ф.-м.н., доцент.**

¹Люблинский Технический университет. 38D Люблин,
Польша

²Институт физики Университета М. Кюри-Склодовской.
1 пл. М. Кюри-Склодовской,
Люблин, Польша

³Белорусский государственный аграрный технический
университет, Минск, Беларусь

⁴НПЦ НАН Беларуси по материаловедению, Минск

⁵Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина,
Донецк

**ВОЗДЕЙСТВИЕ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА СВОЙСТВА
НЕОДИМОВЫХ МАГНИТОВ**

В настоящее время налажено коммерческое производство магнитов на основе фазы $Nd_2Fe_{14}B$ с максимальной на сегодняшний день