

*VI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С ЭЛЕМЕНТАМИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ДЛЯ МОЛОДЕЖИ*

**«ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ И
ВЫСОКОЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА»**

Сборник Материалов



3 - 7 октября 2016, г. Суздаль

УДК 539.21(063)

ББК 22.36я431+22.37я431+30.37я431

Ф94

Ф94 VI Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ И ВЫСОКОЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА». Суздаль. 3-7 октября 2016 г./ Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН, 2016, 342 с.

ISBN 978-5-4465-1231-7

В сборнике материалов опубликованы доклады VI Международной конференции с элементами научной школы для молодежи «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ И ВЫСОКОЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА», содержащие результаты фундаментальных исследований в области наук о материалах и оценку экономической эффективности использования инновационных разработок. Затронуты вопросы, связанные с разработкой и созданием наноматериалов функционального назначения, в том числе металлических, особо чистых, керамических, полимерных и композиционных. Сборник предназначен для научных работников, специалистов, аспирантов, работающих в области наук о материалах, а также может быть полезен студентам старших курсов высших учебных заведений.

Конференция поддержана:

- РФФИ грант 16-08-20680-г
- РФФИ грант 16-38-10392-мол_г
- Advanced Corporation for Materials & Equipments (Китай)
- SocTrade (Россия)
- ЛабТест (Россия)

Материалы публикуются в авторской редакции.

Сборник материалов доступен на сайте <http://www.fnm.imetran.ru>

ISBN 978-5-4465-1231-7



9 785446 512317 >

© ИМЕТ РАН 2016

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПЕЧЕННЫХ МАГНИТОВ ТИПА SM-CO-FE-CU-ZR

Бурханов Г.С., Кольчугина Н.Б., Дормидонтов Н.А., Прокофьев П.А.

Россия, г. Москва, ИМЕТ РАН

E-mail: natalik014@yandex.ru, ontip@mail.ru

STUDY OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF SM-CO-FE-CU-ZR MAGNETS

Burkhanov G.S., Kolchugina N.B., Dormidontov N.A., Prokof'ev P.A.

The paper is aimed at the study of mechanical characteristics of serial KS25 (Sm-Co-Fe-Cu-Zr) magnets; the Young's modulus was determined along different directions with respect to their magnetic texture using acoustic method. The Young's measured along and across the magnetic texture of magnets was shown to be different.

Магнитотвердые материалы на основе РЗМ довольно широко применяются во всех без исключения сфер жизнедеятельности, начиная от мобильных устройств, которые уже стали неотъемлемой частью нашей жизни и заканчивая высокотехнологичными устройствами применяемыми для военных целей. В большинстве своём магниты, становятся частью более технологичного устройства, например, динамика, дефектоскопа, ротора или магнитной системы фокусировки электронных пучков электровакуумных приборов.

При проектировании того или иного узла с магнитом нельзя ориентироваться только на его гистерезисные характеристики, так же очень важно знать его прочностные, тепловые, электрические свойства и химическая стойкость материала к различным средам и др.

Целью работы является исследование механических свойств серийно выпускаемых магнитов типа KC25 (Sm-Co-Fe-Cu-Zr) в различных направления относительно их магнитной текстуры. Исследуются образцы с поверхностью подверженной тонкой шлифовке.

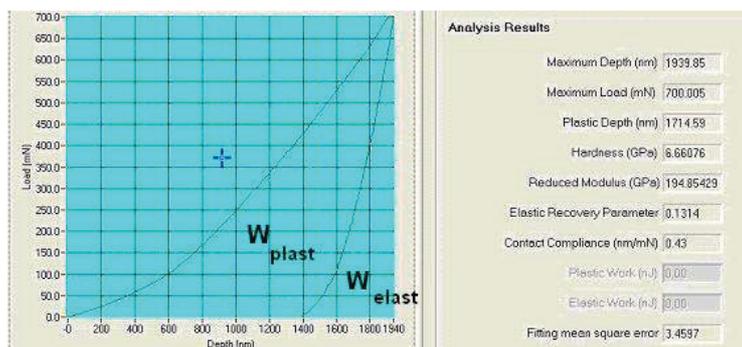
Для исследования твердости образцов и модулей упругости и пластичности использовалась установка НаноТест; (Micro Materials Ltd.). Работа прибора основана на точном измерении нагрузки на индентор и соответствующей и соответствующей глубины внедрения индентора в поверхность образца, а также акустико-эмиссионной регистрации момента разрушения исследуемых покрытий. Основной режим работы нано- и микроиндентометров реализуется внедрением геометрически аттестованного индентора заданного профиля под действием нормальной силы F и одновременной регистрации глубины погружения его в материал h . Чаще данные перестраивают в виде зависимости $F-h$, являющейся аналогом диаграммы $\sigma-\varepsilon$ (напряжение – относительная деформация) в традиционных макроиспытаниях. Наиболее универсальным методом извлечения из $F-h$ диаграмм различных характеристик материала при индентировании пирамидальными инденторами является метод У.Оливера и Дж. Фарра [1]. Он позволяет определять в широком диапазоне нагрузок величины твердости (H), контактной жесткости (S), модуля упругости (E), доли упругой деформации (η) и др. характеристики материала

Доля упругой деформации в работе индентирования (η) рассчитывается по формуле

$$\eta = (W_{elast}/W_{total}) \cdot 100\% = (W_{elast}/(W_{plast} + W_{elast})) \cdot 100\%$$
, где W_{total} – полная работа по совершению деформации при индентировании; W_{plast} – работа по совершению пластической деформации при индентировании; W_{elast} – работа по совершению упругой деформации при индентировании.

Акустический метод исследования свойств материалов использовался для определения скорости и коэффициента затухания ультразвука сплава с использованием стержневых образцов (40 мм длиной и 2 x 2 мм в сечении). Экспериментальные данные по скорости ультразвука и плотности позволяют рассчитать модуль Юнга E по известному соотношению $E = \rho c^2$, где ρ – плотность, c – скорость звука.

Исследовались образцы магнитов типа KC25 (Sm-Co-Fe-Cu-Zr) после спекания при 1210⁰С (1 час), гомогенизирующего отжига при 1175⁰С (3 часа) с последующей закалкой газообразным гелием, низкотемпературной обработки при 800⁰С (16 часов) и медленным охлаждением до 400⁰С в течение 6 часов (образцы магнитов для исследования предоставлены предприятием АО «Спецмагнит»).



На рис. 1 показаны результаты микротестирования образцов. В таблице приведены данные по основным механическим параметрам.

Таблица - Механические характеристики постоянных магнитов

Параметр	E_{\parallel} (ГПа)	E_{\perp} (ГПа)	E_R (ГПа)	W_{plast} (нДж)	W_{elast} (нДж)	η (%)	H_V
Значение	170	140	195	0.5	3.9	88.6	660

Механические характеристики хорошо коррелируют с механическими свойствами магнитов известных марок. Показано существование различий в величинах модуля Юнга, измеренных вдоль и поперек текстуры магнитов.

Список литературы

1. Oliver W., Pharr G. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments // J. Mater. Res.- 1992.- V.7.- N6.- P. 1564-1583.

ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ СВЕРХВЫСОКОПЛОТНОЙ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ

Валиуллин А.А.¹, Камзин А.С.², Тагиров. Л.Р.¹

¹Россия, г. Казань, КФУ, ²Россия, г. Санкт-Петербург, ФТИ РАН

E-mail: fess98@rambler.ru

RESEARCHING OF PROPERTIES OF MAGNETIC THIN FILMS FOR RECORDERS AND STORAGE DEVICES

Valiullin A.A., Kamzin A.S., Tagirov L.R.

A great many studies of thin film magnetic materials focus on increasing their magnetic data density. The data density is often raised by minimizing the size of grains (data storage items in a magnetic film) and by switching from longitudinal to transverse recording. However, the minimum possible size of granules is limited by the emergence of the superparamagnetic effect, which prevents the magnetic data density from increasing. The exchange interaction between granules is another limiting factor. Various methods are used to overcome these limitations.

Многие исследования магнитных материалов, связанные с созданием тонких пленок, направлены на повышение плотности магнитной записи информации. Повышение плотности записи достигается за счет минимизации размеров зерен. Однако, уменьшение размеров гранул ограничено возникновением суперпарамагнитного эффекта. Другим ограничением для повышения плотности записи является обменное взаимодействие между гранулами [1]. Для преодоления этих ограничений изучены различные способы создания специальных структур и получены следующие результаты:

1. Ориентацией легкой оси намагничивания наночастиц в тонкой пленке фазы $L1_0$ можно манипулировать при осаждении с помощью внешнего магнитного поля. Методика конденсации плазмы в газовой фазе с использованием внешних магнитных полей, позволяет легко получить тонкие пленки на основе FePt состояния $L1_0$ с необходимой магнитной структурой, требуемой для высокоплотной магнитной записи информации.

Борисов А.Д.....	35	Голубева Н.А.....	207	Иванов В.В.....	299
Боровикова Л.Н.....	138, 189	Гончарова Е.В.....	135	Иванов П.В.....	101
Боровицкая И.В.....	247, 301, 303	Гончарова И.С.....	163	Иванова Л.Д.....	259
Братушев Д.Ю.....	56	Горбунов С.В.....	231	Иванова Т.И.....	26
Брянцев П.Ю.....	229	Горшенков М.В.....	22	Иевлев В.М.....	6
Бузник В.М.....	120	Гранаткина Ю.В.....	259	Икорников Д.М.....	43, 99
Булгаков Б.А.....	72	Грачев Ф.А.....	88, 185	Илюшин А.С.....	38, 53
Бурханов Г.С. 6, 7, 13, 15, 18, 36, 38, 39, 51, 53, 226, 231, 246, 252, 278, 281		Григоренко А.В.....	290	Исаева Н.В.....	304
Буряк А.К.....	163	Григорович К.В.....	167, 232	Исаков А.В.....	106, 108, 126
Буряков И.Н.....	18, 39	Григорьев А.Н.....	200	Исхаков М.Э.....	206
Бутрим В.Н.....	75, 77, 79, 106, 108, 132	Григорьева М.А.....	314	Кавыршин Д.И.....	298
Быданова В.В.....	89	Грудин Н.С.....	89	Кадырбаев А.Р.....	246
Вагин В.П.....	131, 186	Грудина Н.В.....	89	Кадырова Ю.М.....	311
Вакуленко К.В.....	334	Губенко С.И.....	328	Казак И.Б.....	334
Валиуллин А.А.....	16, 29	Гуляев П.Ю.....	308	Казакевич И.С.....	313
Варламова С.Б.....	79	Гурина И.Н.....	92	Казаков Д.С.....	110, 135
Васенев В.В.....	70, 112	Гусаков М.С.....	177, 274	Казенас Е.К.....	227
Василенко Д.Ю.....	56	Гусев А.В.....	91	Калинин С.В.....	92
Васильев А.Л.....	191	Гусейнов Ш.Л.....	12	Калита В.И.....	247
Васильев В.А.....	170, 212	Гущина И.И.....	90	Камалов А.Д.....	95, 141, 174
Вдовин А.И.....	135	Дворецкий А.Э.....	186	Камзин А.С.....	16, 29
Ведерникова М.И.....	112	Дейнеко Д.В.....	90	Каминская Т.П.....	51
Векшин Н.Н.....	67	Дементьев В.А.....	246	Кандинский Р.О.....	111
Ветчинкина Т.Н.....	269, 289	Демина В.Д.....	91	Кандыба А.А.....	177
Виноградов Л.В.....	69	Денисов В.Н.....	132	Канькин С.В.....	191
Виноградова Т.И.....	30	Дербенев А.А.....	325, 327	Каплан М.А.....	145, 147, 257
Вихров И.А.....	80	Дервук В.В.....	122	Карелин Р.Д.....	223, 239, 281, 335, 337
Власенко В.А.....	252	Дергунова Н.Н.....	227	Карелин Ф.Р.....	223, 281
Власенко О.В.....	277	Деспотули А.Л.....	292	Карпачева Г.П.....	27, 153
Власкин М.С.....	284, 290	Добаткин С.В.....	36	Карпенков А.Ю.....	53
Волков Н.Н.....	92, 194	Добрянов С.К.....	92, 194	Карпенков Д.Ю.....	18
Волкова В.А.....	82	Долгобородов А.Ю.....	206	Карпова Ж.А.....	112
Волкова Л.И.....	92, 194	Долотко А.Р.....	93	Касимцев А.В.....	114, 240, 242, 244
Володько С.С.....	240	Дормидонтов Н.А.....	15	Катаржис В.А.....	207
Волченкова В.А.....	227	Друлис Г.....	36, 51	Келина И.Ю.....	207
Воронин А.В.....	165	Дуб В.С.....	128	Кепман А.В.....	72
Ворончихина К.В.....	17	Дудкин Д.С.....	53	Киреев А.В.....	13
Вялов А.И.....	85	Дьяконов В.А.....	86, 95, 141, 174	Кириллова В.М.....	235, 246
Гайда Д.....	303	Евдокимов В.Ю.....	196	Кируханцев-Корнеев Ф.В.....	309
Галкин В.В.....	323, 325, 327	Егоров А.А.....	196	Киселева Е.А.....	98
Галямов А.Л.....	148	Егоров А.В.....	151	Киселева Т.Ю.....	53
Ганеев В.Р.....	29	Елаков А.Б.....	96	Кладов М.Ю.....	131
Гараева Г.Р.....	82	Ерискин А.А.....	247	Клименко С.А.....	294
Гатина Е.Р.....	84, 208	Ермишкин В.А.....	235	Кляцкин А.С.....	132
Гвоздков И.А.....	229	Ершов Б.Г.....	275	Ковалева Е.Д.....	329, 333
Герасимов С.А.....	151	Жигалина О.М.....	46	Козлова М.А.....	30
Герасимова В.Ю.....	112	Жидилев А.А.....	135	Козлова Н.А.....	262
Герашенков Д.А.....	230	Жук А.З.....	284, 290	Койфман О.И.....	142
Герваш А.А.....	135	Жук С.И.....	126	Кокин П.А.....	102
Гиниятулин Р.Н.....	135	Журилова М.А.....	98	Колмаков А.Г.....	6, 7, 69, 145, 147, 257, 294, 329, 330, 331, 332, 333
Гитарский Л.С.....	67, 135	Заболотных Н.В.....	30	Колобылина Н.Н.....	191
Гладких С.Н.....	67, 82, 85, 209, 210	Загорский Д.Л.....	322	Колодкин Д.А.....	56
Глухов А.И.....	86, 95, 141	Зайков Ю.П.....	106, 108, 126	Колокольцев В.Н.....	247, 301
Говорков М.Ю.....	56	Зайцев А.А.....	99, 181, 274	Колосов В.Н.....	249
Годымчук А.Ю.....	158	Зайченко О.В.....	101, 102	Колчин М.О.....	88
Головашова Е.С.....	134	Зарипова Л.Д.....	29	Кольчугина Н.Б.....	13, 15, 18, 39, 51
		Звонов А.И.....	26	Комлев Д.И.....	247
		Здвижков А.Т.....	104		
		Зубова Е.В.....	105		