

## НАНО- И МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ОБРАЗЦЫ СПЛАВОВ ГЕЙСЛЕРА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ АКУСТИКИ ДИССИПАТИВНЫХ СРЕД

Кузавко Ю. А., Шавров В. Г.

*Институт радиотехники и электроники РАН, Москва*  
[kuzavko@newmail.ru](mailto:kuzavko@newmail.ru)

Недавно обнаруженный класс функциональных материалов – ферромагнитные сплавы Гейслера семейства  $Ni_{2+x}Mn_{1-x}Ga_{1-y}$  с магнитоуправляемой памятью формы (МПФ) – привлекает большое внимание исследователей. Эти вещества демонстрируют наиболее яркий пример сильного взаимодействия магнитной подсистемы и кристаллической решетки, поскольку неустойчивость решетки – термоупругий мартенситный переход (МП) из высокотемпературной фазы (аустенит) в низкотемпературную фазу (мартенсит) – происходит в магнитоупорядоченном состоянии [1]. Всего за последних семь лет пройден путь от обнаружения в монокристаллах этих сплавов нового фундаментального эффекта – гигантских (порядка 10%) магнитоиндуцированных деформаций за счет магнитоуправляемого движения границ двойников мартенситной фазы до появления на рынке промышленных исполнительных элементов (актюаторов) на их основе. Здесь обсуждаются физические ограничения проявления эффектов МПФ и обосновывается возможность создания магнито механических и термодинамических машин и устройств, функционирующих на микро- и нанометровой шкале масштабов.

Ранее было обнаружено в синтезированных поликристаллических образцах сплава Гейслера [2] с температурой МП  $T_{MA}=40^{\circ}C$ , что мощный низкочастотный ультразвук (УЗ) инициирует преждевременно до точки МП зарождение новой фазы и доказано, что обнаруженное явление не является тепловым эффектом и возрастает с ростом частоты и интенсивности УЗ. Тем самым доказано, что УЗ сужает температурную петлю гистерезиса МП, а следовательно несколько снижается пороговое магнитное поле, необходимое для реализации МПФ. Перспективной задачей является уменьшение порогового поля с 10Тл до 2Тл. Длительное воздействие УЗ на образец приводит к его разрушению. В дальнейшем, используя механический помол, можно выделить микрочастицы, являющиеся монокристаллическими, структурно и магнитно однородными. Отметим, что размеры мартенситных вариантов составляют ~10мкм, а магнитных доменов ~1мкм. Полученные микро- и наночастицы исследовались визуально с помощью оптической микроскопии высокого разрешения. При МП  $Ni_{2+x}Mn_{1-x}Ga_{1-y}$  разбивается на три типа мартенситных вариантов, каждый из которых отвечает деформации (сжатию или растяжению) кристаллической решетки вдоль направлений типа  $\{100\}$ . В ферромагнитном кристалле структурные варианты разбиваются, в свою очередь, на 180-градусные магнитные домены, направление намагниченности в каждом из которых совпадает с главной кристаллографической осью структурного варианта. Было продемонстрировано изменение ( $\approx 3\%$ ) их линейных размеров при действии внешнего магнитного поля 1Тл, т.е. на порядок меньше значения, требуемого для массивных образцов. Получение порошкообразных образцов сплава Гейслера важно для создания охлаждающего элемента бытовых холодильников, т.к. в таких материалах наблюдается гигантский магнитокалорический эффект 15Дж/кг.

*Авторы благодарны РФФИ и БРФФИ за финансовую поддержку (гранты 02-02-81030 Бел2002-а и Ф02Р-076, 04-02-81058, 03-02-17443).*

1. Васильев А.Н., Бучельников В.Д. и др. // УФН. 2003. Т.173, №6. С.577-608.
2. Buchelnikov V., Grechishkin R., et al // Abstracts of Intern. Conf. "Functional Materials" Crimea. Ukraine. 2003. P.173.