

- [5] Мохов Е. Н., Гончаров Е. Е., Рябова Г. Г. ФТП, 1984, т. 18, № 1, с. 49—53.
 [6] Schaake H. F. J. Appl. Phys., 1980, vol. 19, N 4, p. 1208—1211.
 [7] Yoshida M. Jap. J. Appl. Phys., 1980, vol. 19, N 12, p. 2427—2440.
 [8] Мохов Е. Н., Зверев Б. П., Рамм М. Г., Усманова М. М. Неорг. мат., 1980, т. 16, № 12, с. 2153—2156.

Физико-технический институт
 им. А. Ф. Иоффе АН СССР
 Ленинград

Поступило в Редакцию
 8 июля 1987 г.

УДК 538.652

Физика твердого тела, том 30, в. 1, 1988
 Solid State Physics, vol. 30, № 1, 1988

ПЕРЕОРИЕНТАЦИЯ ДОМЕНОВ И СТРИКЦИЯ В СПИРАЛЬНОМ АНТИФЕРРОМАГНЕТИКЕ

И. В. Швец, А. А. Минаков, В. Г. Веселаго

Антиферромагнетики, как правило, разбиты на области (домены), отличающиеся направлениями вектора антиферромагнетизма, который в соответствии с симметрией кристаллической решетки направлен вдоль одного из эквивалентных направлений в кристалле. К настоящему моменту доменная структура антиферромагнетиков (ДСА) изучена мало. Изучение ДСА затруднено тем, что магнитный момент каждого домена в отличие от ферромагнетиков равен нулю.

При помощи рентгенографии [1] было установлено, что в антиферромагнетике $ZnCr_2Se_4$ переход из парамагнитного состояния в антиферромагнитное (температура Нееля — 21 К) сопровождается тетрагональными искажениями кубической кристаллической решетки вдоль одной из трех эквивалентных осей типа [100] на величину $\Delta a/a = -3 \cdot 10^{-4}$. Нейтроннографические исследования [2] показали, что при температуре ниже температуры Нееля спиральный антиферромагнетик $ZnCr_2Se_4$ разбит на домены, причем векторы q распространения спирали каждого из доменов параллельны одной из осей типа [100]. В магнитном поле, большем 5 кЭ, приложенном вдоль направлений типа [100], начинается переориентация доменов и в поле, примерно равном 8 кЭ, образец становится однодоменным с q , параллельным направлению приложенного поля. При температуре 4.2 К после уменьшения величины поля до нуля наведенная полем ДСА релаксирует к равновесному состоянию в течение нескольких часов. Из [1, 2] можно заключить, что процессы переориентации доменов в $ZnCr_2Se_4$ должны сопровождаться необратимой стрикцией при температуре 4.2 К и тетрагональное сжатие в образце вдоль направления [100] пропорционально изменению суммарного объема $\vartheta_{[100]}$ доменов с q , параллельным [100]. Мы измерили стрикцию $ZnCr_2Se_4$ вдоль оси типа [100] при помощи пленочного микротензодатчика, описанного в [3]. Датчик напылен на поверхность кристалла и не оказывает на него заметного механического воздействия. В полях, меньших 5 кЭ, при 4.2 К происходит обратимая объемная стрикция — стрикция, одинаковая вдоль трех эквивалентных направлений типа [100] и равная $\Delta a/a = -1.2 \cdot 10^{-5}$. Объемная стрикция связана, вероятно, с отклонением спинов спирального антиферромагнетика из плоскостей, перпендикулярных к вектору распространения спирали q , в направлении магнитного поля. При величине поля ~ 5 кЭ наблюдается необратимая линейная стрикция с сохранением объема, которая связана с переориентацией ДСА. При этом кристалл сжимается в направлении поля и величина стрикции, соответствующей переходу образца в однодоменное состояние, равна $-1.5 \cdot 10^{-4}$. После уменьшения величины поля до нуля начинается релаксация стрикции, вызванная релаксацией доменной структуры к равновесному состоянию.

На рис. 1 показана зависимость магнитострикции монокристалла $ZnCr_2Se_4$ вдоль направления $[100]$ при температуре 4.2 К от времени при различных величинах и направлениях внешнего магнитного поля. Оказалось, что релаксация доменной структуры к равновесному (многодоменному)

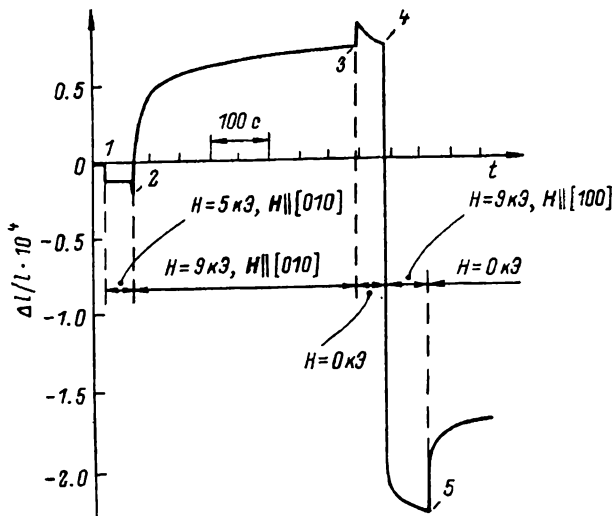


Рис. 1. Стрикция вдоль направления $[100]$ в антиферромагнетике $ZnCr_2Se_4$ при 4.2 К. Последовательно: 1 — введено поле 5 кЭ параллельно $[010]$; 2 — поле, параллельное $[010]$, увеличено до 9 кЭ; 3 — поле, параллельное $[010]$, уменьшено до нуля; 4 — введено поле 9 кЭ, параллельное $[100]$; 5 — поле, параллельное $[100]$, уменьшено до нуля. Одно деление по горизонтальной оси соответствует 5 с.

состоянию и релаксация к однодоменному состоянию в магнитном поле происходит не по экспоненциальному закону. С ростом температуры скорость релаксации наведенной стрикции возрастает, и при температуре выше 12 К остаточная стрикция релаксирует за времена меньше 1 с.

При переходе через температуру Нееля в магнитных полях 3—8 кЭ наблюдается линейная стрикция сжатия в направлении поля с сохранением объема $\Delta a/a = -1.0 \cdot 10^{-4}$. Это согласуется с результатами работы [1]. Заметим, что в от-

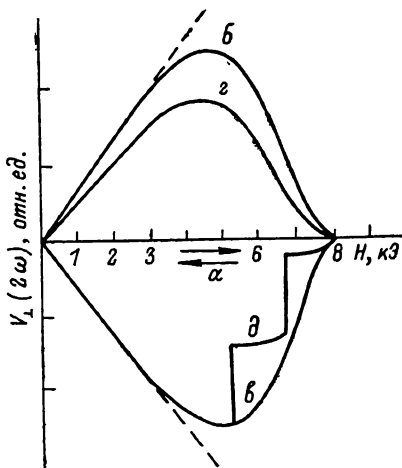


Рис. 2. Зависимость амплитуды ЭДС $V_{\perp}(2\omega)$ от величины магнитного поля H для образца $ZnCr_2Se_4$, который вращается относительно оси $[001]$ в поле H , перпендикулярном оси вращения; температура 4.2 К.

a — образец был охлажден в нулевом поле; $б$, $в$ — образец предварительно намагничивался в поле 10 кЭ вдоль $[100]$ и $[010]$. Соответственно $г$ — зависимость, аналогичная $б$, полученная через 1/2 часа после намагничивания. Скорость развертки магнитного поля — 3 кЭ/мин, $д$ — развертка поля включалась на 3 мин в полях 5 и 6.5 кЭ.

сутствие магнитного поля переход через температуру Нееля не сопровождается заметной стрикцией.

Необратимые переориентации ДСА наблюдались нами [4] также при помощи магнитометра с вращающимся образцом. Измерялись осцилляции перпендикулярной к направлению поля составляющей магнитного момента образца, вращающегося относительно оси $[001]$ с частотой ω в поле H , перпендикулярном к оси вращения. Можно показать [4], что если ДСА фиксирована, т. е. нет смещения доменных границ и переориентации доменов, то вторая гармоника ЭДС V_{\perp} , наводимой в приемных катушках маг-

нитометра, равна $V_{\perp}(2\omega) \sim H(\chi_{\parallel} - \chi_{\perp})(\vartheta_{[100]} - \vartheta_{[010]})$, где χ_{\parallel} и χ_{\perp} — восприимчивости антиферромагнетика вдоль и перпендикулярно к q соответственно, H — величина магнитного поля. При охлаждении образца в отсутствие поля, как правило, $\vartheta_{[100]} = \vartheta_{[010]}$ и $V_{\perp}(2\omega) = 0$. На рис. 2 показаны зависимости $V_{\perp}(2\omega)$ от H после намагничивания образца в поле 10 кЭ в направлениях $[100]$ и $[010]$. При величине поля большей 4 кЭ начинаются переориентации ДСА. В поле 9 кЭ полностью разрушается наведенная полем доменная структура и $V_{\perp}(2\omega) \rightarrow 0$. При обратном уменьшении поля составляющая ЭДС $V_{\perp}(2\omega)$ остается равной нулю.

Л и т е р а т у р а

- [1] Plumier R. J. Phys., 1966, vol. 27, N 28, b, p. 213—219.
 [2] Kleinberger R., Kouchrovsky R. Phys. Sol., 1966, vol. 262, Ser. B, p. 628—630.
 [3] Шевц И. В., Минаков А. А., Веселаго В. Г. М., 1986, Препринт ИОФАН № 98. 18 с.
 [4] Минаков А. А. Тр. ФИАН, 1982, т. 139, с. 98—120.

Институт общей физики
 АН СССР
 Москва

Поступило в Редакцию
 9 июля 1987 г.

УДК 539.124.172

Физика твердого тела, том 30, в. 1, 1988
 Solid State Physics, vol. 30, № 1, 1988

БЛИЖНИЙ МАГНИТНЫЙ ПОРЯДОК В МОНОКРИСТАЛЛЕ $Zn_{0.85}Li_{0.075}Fe_{2.075}O_4$

В. Г. Вологин, А. Р. Прокопов

В твердых растворах $Zn_cLi_{0.5(1-c)}Fe_{2+0.5(1-c)}O_4$ при замещении комплекса $0.5(Li^{+1} + Fe^{3+})$ диамагнитными катионами Zn^{+2} реализуется концентрационный фазовый переход из ферримагнитного (ФМ) состояния в антиферромагнитное (АФМ). Причем, как показано в [1-3] имеется широкая область составов $0.81 \leq c < 0.94$, в которой основному состоянию соответствует набор конечных (ФМ) и (АФМ) кластеров (кластерное спиновое стекло КСС).

В [1] нейтронографическим методом показано наличие в образцах из этой области концентраций диффузного ФМ и АФМ рассеяния. Однако эксперименты были выполнены на поликристаллических образцах, что не позволило провести анализа распределения интенсивности диффузного рассеяния.

В настоящей работе изучено распределение интенсивности диффузного ФМ рассеяния в монокристалле $Zn_{0.85}Li_{0.075}Fe_{2.075}O_4$. Монокристалл выращен спонтанной кристаллизацией в форме октаэдра объемом 20 мм³. Рентгеновский фазовый анализ показал, что в образце не присутствует других окисных фаз, кроме шпинельной.

Величина параметра решетки монокристалла указывает, что он соответствует составу $c = 0.85 \pm 0.02$ [4]. Измерения выполнены на нейтронном дифрактометре с монохроматором пирографит-германий. Длина волны монохроматических нейтронов (0.164 ± 0.002) Нм. Исследования проводились в сечении $[110]$ при температурах 78 и 300 К.

На рис. 1 представлено распределение интенсивности рассеяния около узла (111) по направлению $[111]$ и по траекториям, смещенным от $[111]$ на $\Delta\omega = \pm 40'$ при температуре 78 К. Как видно из рис. 1, в основании брэгговского рефлекса (111) наблюдается максимум диффузного рассеяния, полуширина которого существенно больше инструментальной по-