

МАГНИТОУПРУГИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ОДНОДОМЕННОЕ
АНТИФЕРРОМАГНИТНОЕ СОСТОЯНИЕ ФТОРИДА КОБАЛЬТА

А. С. Прохоров, Е. Г. Рудашевский

УДК 538.115+538.652

Экспериментально обнаружено в деформированном CoF_2 снятие вырождения между состояниями двух антиферромагнитных доменов, отличающихся знаком $\vec{L} = \vec{M}_1 - \vec{M}_2$. В магнитном поле H_k , зависящем от деформации, осуществляется смена знака \vec{L} .

Как известно, в антиферромагнетиках (АФ) вследствие нулевого либо весьма малого спонтанного магнитного момента образование многодоменного состояния не является энергетически выгодным. Однако, нейтронорафические исследования показали наличие 180-градусных доменов в АФ /1/.

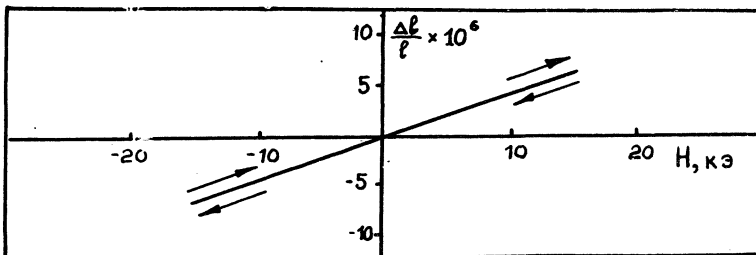
АФ с двумя магнитными подрешетками \vec{M}_1 и \vec{M}_2 описываются с помощью ферромагнитного $\vec{M} = \vec{M}_1 + \vec{M}_2$ и антиферромагнитного $\vec{L} = \vec{M}_1 - \vec{M}_2$ векторов /2/. Тогда переход от одного 180-градусного домена к другому эквивалентен переходу $\vec{L} \rightarrow -\vec{L}$. Зеемановская энергия АФ - $\vec{M}\vec{H}$ инвариантна при $\vec{L} \rightarrow -\vec{L}$. Однако в термодинамическом потенциале могут быть члены нечетных степеней по компонентам \vec{L} , которые меняют знак при $\vec{L} \rightarrow -\vec{L}$ и могут приводить к состояниям с разной энергией для доменов, отличающихся знаком \vec{L} . В работе /3/ обсуждалась возможность объяснения доменных состояний с помощью анизотропного члена в термодинамическом потенциале /4/. Однако именно в силу анизотропии такого типа члены не могут объяснить полученные в /3/ результаты, касающиеся 180-градусных доменов в $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Вопрос о влиянии деформации на образование АФ доменной структуры не изучался, так как считалось, что магнитоупругие взаимодействия оказывают малое влияние на основное состояние АФ.

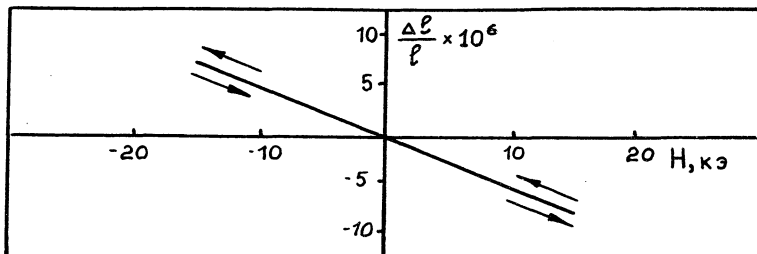
С целью изучения влияния деформации на АФ доменные состояния был поставлен эксперимент, в котором по методике /5/ при

$T=4,2^{\circ}\text{K}$ изучалась линейная магнитострикция предварительно напряженного CoF_2 *) ($T_N = 37,7^{\circ}\text{K}$, $\vec{H} \parallel [001]$, $\vec{P} \parallel [1\bar{1}0]$). Согласно /6/ и в обозначениях этой работы

$$\Delta l/l = -\frac{\lambda_2 |\vec{L}|}{40^{66} (B + \bar{b})} \text{Sgn } \vec{L}H,$$



Р и с.1. Зависимость $\Delta l/l|_{H \parallel [001]} = f(H)$ для образца, охлажденного при $H = +H < H_k$ ($\sigma_{xy} \approx 5 \text{ кГ/см}^2$)

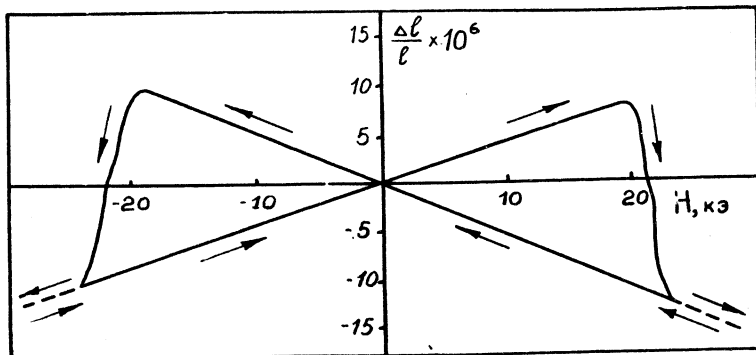


Р и с.2. Зависимость $\Delta l/l|_{H \parallel [001]} = f(H)$ для образца, охлажденного при $H = -H < -H_k$ ($\sigma_{xy} \approx 5 \text{ кГ/см}^2$)

т.е. знак при H определяется $\text{Sgn } \vec{L}$. На рис.1 и 2 представлены $\Delta l/l = f(H)$ для двух значений \vec{L} (\vec{L} и $-\vec{L}$), т.е. для двух различных монодоменных состояний, которые получены охлаждением соответственно в поле $+H$ и $-H$ ($H < H_k$). На рис.3 при $H = H_k \approx 20 \text{ кэ}$ происходит переход $\vec{L} \rightarrow -\vec{L}$, что соответствует

*) Авторы благодарны сотруднику ИФП АН СССР С. В. Петрову; выращившему монокристаллы CoF_2 .

изменению знака при $\lambda_2 M_z L_z u_{xy}$ в термодинамическом потенциале (см./6/, $\sigma_{xy} = 5 \text{ кГ/см}^2$)^{*)}.



Р и с.3. Зависимость $\Delta l/l|_{H \parallel [001]} = f(H)$ при изменении H , превышающем $\pm H_k$; при $H \approx H_k$ происходит переход от одного домена к другому ($\sigma_{xy} \approx 5 \text{ кГ/см}^2$)

Таким образом в деформированном CoF_2 , вследствие снятия вырождения из-за пьезомагнитного взаимодействия, можно получать однодоменные АФ состояния. В веществах, допускающих линейную магнитострикцию, где спонтанная стрижция велика, либо велики константы линейной магнитострикции, возможно создание однодоменного АФ состояния сильным магнитным полем^{**)}.

В заключение авторы приносят глубокую благодарность академику А. М. Прохорову за поддержку и постоянный интерес к работе, академику А. С. Боровику-Романову и Ю. М. Гуфану за полезные дискуссии.

Поступила в редакцию
30 июня 1975 г.

*) В работе А. С. Боровика-Романова /7/, посвященной обнаружению и исследованию пьезомагнетизма в CoF_2 , сообщается о медленных процессах перемагничивания при встречных ориентациях \vec{H} и \vec{M} .

**) В магнитоэлектриках возможно снятие вырождения в электрическом поле /8/.

Л и т е р а т у р а

1. R. Nathans, S. Pickart. Phys. Rev., 136, A1641 (1964).
2. А. С. Боровик-Романов. Антиферромагнетизм, Сб. Антиферромагнетизм и ферриты, Сер. "Итоги науки", Изд-во АН СССР, Москва, 1962 г.
3. Р. З. Левитин, В. А. Шуров. Сб. "Физика и химия ферритов", Изд-во МГУ, 1973 г., стр. 162.
4. I. E. Dzyaloshinsky. J. Phys. Chem. Solids, 4, 241 (1959).
5. А. А. Горбатов, С. В. Миронов, А. С. Прохоров, Е. Г. Рудашевский. Труды ФИАН, 67, 64 (1973).
6. А. С. Прохоров, Е. Г. Рудашевский. Письма ЖЭТФ, 10, 175 (1969).
7. А. С. Боровик-Романов. ЖЭТФ, 38, 1088 (1960).
8. Б. И. Альшин, Д. Н. Астров, Ю. М. Гуфан. ФТТ, 12, 2666 (1970).