

- [6] Фридкин В. М. Фотосегнетоэлектрики. М.: Наука, 1979. 264 с.  
 [7] Shöllhorn R. J. Pure and Appl. Chem., 1984, vol. 56, N 12, p. 1739—1752.  
 [8] Рыбайло В. О., Григорчак И. И., Ковалюк Э. Д. ФТТ, 1987, т. 29, № 5, с. 1508—1509.  
 [9] Фридкин В. М. Сегнетоэлектрики—полупроводники. М.: Наука, 1976. 408 с.  
 [10] Лайнс М., Гласс А. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. М.: Мир, 1981. 736 с.

Институт проблем материаловедения  
 АН УССР  
 Черновицкое отделение  
 Черновцы

Поступило в Редакцию  
 22 июля 1988 г.

УДК 537.622.5

Физика твердого тела. том 31, в. 2, 1989  
 Solid State Physics. vol. 31, № 2, 1989

## СЛАБЫЙ ФЕРРОМАГНЕТИЗМ $\alpha$ -KMnCl<sub>3</sub>

Н. В. Федосеева, Т. А. Великанова

Оптически прозрачный хлорид калия—марганца кристаллизуется из расплава с идеальной перовскитной структурой, при понижении температуры испытывает ряд структурных фазовых переходов с малыми искажениями исходной ячейки и в магнитоупорядоченной фазе принадлежит пространственной группе  $D_{2h}^{16}$  [1]. Из магнитных статических и

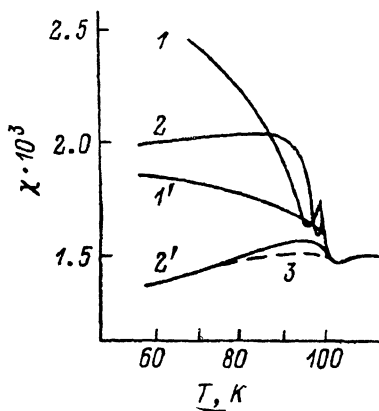


Рис. 1. Зависимость магнитной восприимчивости  $\alpha$ -KMnCl<sub>3</sub> от температуры в окрестности  $T_N$ .

1, 1' — [110]; 2, 2' — [001]; 3 — порошок,  $H=0$ . 1, 2 —  $H=0.1$ ; 1', 2' — 3.3 кЭ.

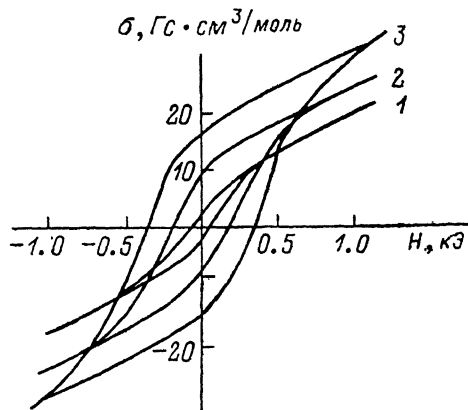


Рис. 2. Петля гистерезиса  $\alpha$ -KMnCl<sub>3</sub> при  $H \parallel [110]$  и  $T=96$  (1), 86 (2), 33.4 К (3).

нейтронографических исследований установлено, что  $\alpha$ -KMnCl<sub>3</sub> является антиферромагнетиком G-типа с  $T_N=98$  К, параметры обменного взаимодействия в первой и второй координационной сферах соответственно  $J_1/k=-4.1$  и  $J_2/k=-1.0$  К [2, 3].

Переход в магнитоупорядоченное состояние кристалла  $\alpha$ -KMnCl<sub>3</sub> происходит со скачком восприимчивости (рис. 1) и температурным гистерезисом. Величина скачка восприимчивости уменьшается с увеличением поля измерений и зависит от ориентации кристалла ([110], [001] — псевдо-

кубические направления исходной перовскитной структуры). Здесь же приведена зависимость  $\chi(T)$  для порошкового образца с размером зерен до 60 мкм, для которого скачок восприимчивости мал по сравнению с монокристаллом. Такое поведение связано с первородностью перехода и может быть обусловлено магнитострикционным механизмом, а также появлением при  $T_N$  слабого ферромагнитного момента [4].

Симметрия  $\alpha\text{-KMnCl}_3$  в магнитоупорядоченном состоянии допускает существование слабого ферромагнетизма (элементарная ячейка совпадает с кристаллической и является четной относительно всех трансляций решетки) [5]. Исследования зависимости магнитного момента  $\alpha\text{-KMnCl}_3$  от внешнего поля  $M(H)$  показали, что поведение кристалла соответствует антиферромагнетизму со слабым ферромагнетизмом. Экспериментально установлено, что при  $T < T_N$  вектор антиферромагнетизма  $l$  направлен вдоль одной из нечетных осей [001], а слабый ферромагнитный момент  $m_s$  — вдоль другой [110]. Эти направления не изменяются до  $T=4.2$  К.

На рис. 2 приведены петли гистерезиса, снятые при  $H \parallel [110]$  и различных температурах. Необходимо заметить, что при измерениях в других кристаллографических направлениях слабый момент также наблюдался, но имел значительно (на порядок) меньшую величину, что связано с двойникованием кристалла  $\alpha\text{-KMnCl}_3$  при структурных фазовых переходах [1]. Однако направления  $l$  и  $m_s$ , определенные с учетом двойникования, можно считать установленными однозначно, что подтверждают измерения на монодоменизированном (раздвойникованном) кристалле  $\alpha\text{-KMnCl}_3$  в интервале температур 77—300 К.

Таким образом, в работе определены величина слабого ферромагнитного момента при  $T=4.2$  К  $m_s=20$  Гс·см<sup>3</sup>/моль и эффективные поля (кЭ): обменное  $H_E=9.3 \cdot 10^2$ , Дзялошинского  $H_D=1.3$ , анизотропии  $H_A=0.2$ , т. е.  $H_E \ll H_D \ll H_A$ . Исследование зависимости слабого ферромагнитного момента от температуры показало, что до  $T \ll 70$  К  $m_s/m_s^0$  следует функции Бриллюэна для  $S=5/2$ , а при  $70$  К  $< T < 98$  К экспериментальные точки расположены выше теоретической кривой. Наблюдаемая при этом зависимость  $m_s/m_s^0$  во всем интервале температур совпадает с аналогичной зависимостью для намагниченности подрешеток, определенной в [3], что свидетельствует о том, что угол скоса подрешеток ( $\varphi \sim 0.04^\circ$ ), обуславливающий слабый ферромагнитный момент, не меняется с температурой.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] Александров К. С., Федосеева Н. В., Спезакова И. П. Магнитные фазовые переходы в галлоидных кристаллах. Новосибирск: Наука, 1983. 194 с.
- [2] Федосеева Н. В., Великанова Т. А., Величко В. В. В сб.: Магнитные и резонансные свойства магнитодиэлектриков. Красноярск, 1985, с. 75—100.
- [3] Gurewitz E., Melamud M., Horowitz A. Phys. Rev., 1982, vol. B5, N 8, p. 5220—5229.
- [4] Rodbell D. S., Jakobs I. S., Owen I. et al. Phys. Rev. Lett., 1963, vol. 11, N 1, p. 10—12.
- [5] Туров Е. А. Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 224 с.

Институт физики им. Л. В. Киренского  
СО АН СССР  
Красноярск

Поступило в Редакцию  
7 апреля 1988 г.  
В окончательной редакции  
27 июля 1988 г.