

01,05,11

Фазовый переход первого рода в арсениде марганца

© Г.А. Говор

НПЦ НАН Беларуси по материаловедению,
Минск, Беларусь

E-mail: govor@physics.by

(Поступила в Редакцию 24 ноября 2014 г.)

Исследование магнитных свойств эквИАтомного поликристаллического арсенида марганца, в котором отдельные зерна связаны клеевой добавкой, показало, что температура фазового перехода первого рода определяется степенью связки отдельных зерен.

ЭквИАтомный арсенид марганца претерпевает уникальный структурно-магнитный фазовый переход первого рода с разрушением упорядоченного ферромагнитного состояния при температуре $T_u = 318$ К. С этим переходом связаны гигантские магнетокалорический и магниторезистивный эффекты, а также возможность активации перехода световым воздействием [1,2].

Природа структурно-магнитного перехода исследовалась в многочисленных работах. Например, в [3] природа фазового перехода первого рода связывается с переходом гексагональной структуры с высокоспиновым состоянием атома марганца в парамагнитную орторомбическую структуру с низкоспиновым состоянием атома марганца.

В [4,5] на игольчатых монокристаллах эквИАтомного арсенида марганца выполнено рентгеноструктурное исследование температурных зависимостей статических и динамических смещений атомов в решетке в окрестности температуры фазового перехода первого рода. Рентгеновское исследование монокристаллов проводилось по слоевым плоскостям во всем диапазоне углов рассеяния лучей. В результате показано, что в ферромагнитном состоянии арсенида марганца имеют место статические смещения атомов Mn и As из положений идеальной структуры NiAs-типа, причем эти смещения упорядочены в одном кристаллографическом направлении. Величина смещений атомов увеличивается с приближением к температуре перехода первого рода и в точке перехода достигает максимума. При этом одновременно происходит блочная разориентация смещений атомов марганца по трем кристаллографическим направлениям. Ориентация магнитного момента в решетке определяется направлением смещения атомов Mn в решетке, в результате которого происходит разориентация магнитных моментов блоков с переходом арсенида марганца в неупорядоченное магнитное состояние. При приложении сильных полей происходит разворот магнитных моментов блоков по направлению магнитного поля с образованием ферромагнитного одноосного упорядочения.

Изменение направления смещения атомов марганца в арсениде марганца в окрестности магнитного фазового перехода первого рода представлено на рис. 1.

В настоящей работе сделана попытка выяснить влияние блочной разориентации смещений атомов марганца на температуру фазового перехода первого рода с разрушением ферромагнитного состояния. С этой целью изготавливались образцы арсенида марганца путем прессования порошка с клеевыми добавками, фиксирующими частично сохранение ориентации отдельных блоков при фазовом переходе первого рода.

Было выполнено исследование магнитных свойств полученных образцов поликристаллического арсенида марганца, в которых отдельные зерна были связаны клеевой

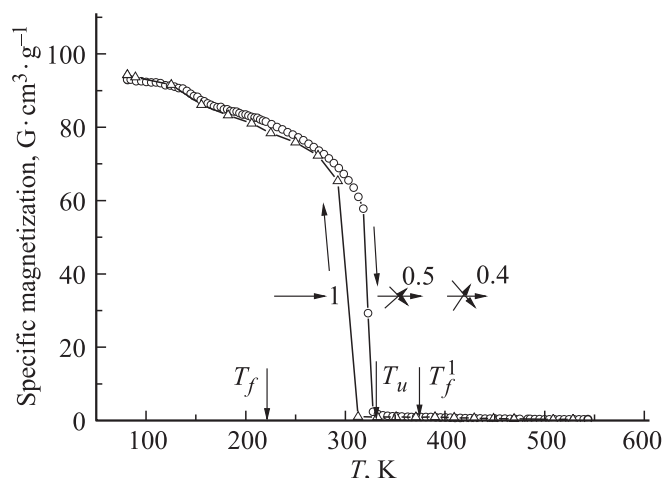


Рис. 1. Изменение направления смещений атомов марганца в структуре NiAs-типа от одноосного направления в ферромагнитном состоянии к разупорядоченному состоянию выше температуры перехода при изменении намагниченности арсенида марганца. 1 — одноосная ориентация смещений атомов марганца в решетке (показана однонаправленной стрелкой), 0.5 — разориентация смещений по трем направлениям в решетке с преимущественной ориентацией в первоначальном направлении (показана скрещенными стрелками), 0.4 — почти полная разориентация смещений атомов марганца (показана скрещенными стрелками). Числа 1, 0.5 и 0.4 — вероятности смещений атомов марганца в направлении [001] [1]. T_f — температура начала аномального изменения величины смещений атомов марганца, T_f^1 — температура окончания аномального смещения атомов марганца, T_u — температура фазового перехода.

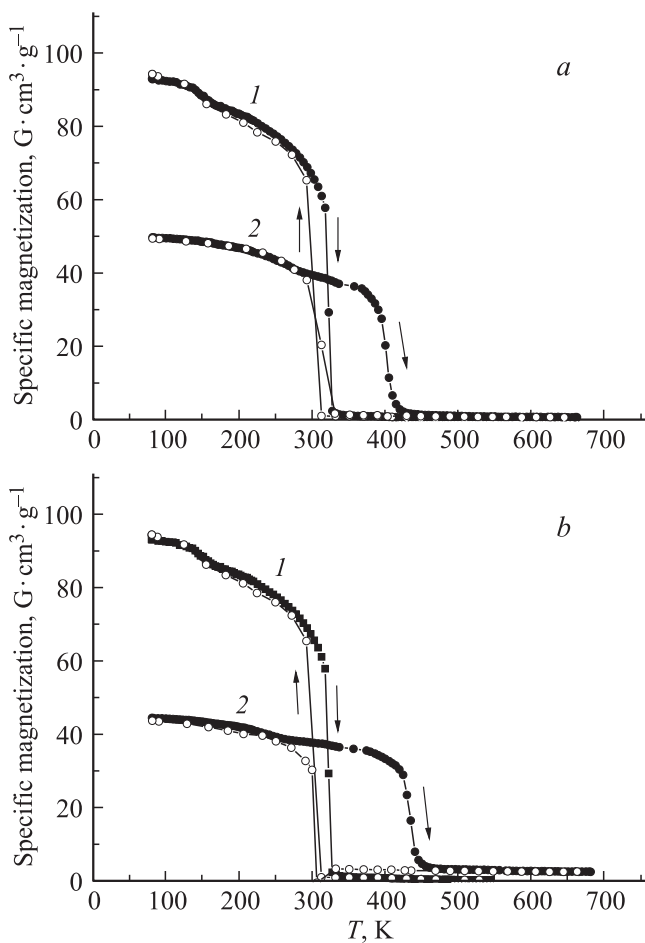


Рис. 2. Температурные зависимости намагниченности арсенида марганца без клеевой добавки (1) и с клеевой добавкой ПВА (2): *a* — 1 wt.%, *b* — 2 wt.%.

добавкой. В качестве клеевой добавки использовалась поливинилацетатная эмульсия с различными разбавителями. После прессования порошка арсенида марганца с добавками давлением $7-8 \cdot 10^3 \text{ kg/cm}^2$ производилась сушка полученных образцов при 200°C в течение 7 к. Из того же порошка арсенида марганца изготавливались образцы без клеевых добавок.

Результаты измерения температурной зависимости намагниченности в магнитном поле $H = 0.75 \text{ T}$ для образцов без клеевой добавки и с различным количеством клеевой добавки представлены на рис. 2, *a*, *b*.

Из приведенных результатов видно, что для арсенида марганца с клеевой добавкой, частично фиксирующей блочную ориентацию при фазовом переходе, температура фазового перехода первого рода смещается в сторону больших температур и зависит от степени фиксации зерен. При добавке 1 wt.% ПВА температура фазового перехода первого рода при нагреве составляет $T_u = 400 \text{ K}$, а с увеличением количества ПВА до 2 wt.% возрастает до $T_u = 450 \text{ K}$. При этом температура перехода в ферромагнитное состояние при охлаждении практически сохраняет свое значение, т. е. фиксация зерен клеевыми

добавками приводит к увеличению гистерезиса фазового перехода. Уменьшение величины намагниченности арсенида марганца связано со значительной магнитной анизотропией неупорядоченных зерен, так как прессование образцов проводилось без ориентации магнитного момента блоков внешним магнитным полем.

Магнитные измерения, проведенные для арсенида марганца с клеевыми добавками, частично фиксирующими ориентацию блоков, показывают, что температура фазового перехода первого рода из ферромагнитного состояния в разупорядоченное на уровне блоков магнитное состояние зависит от степени фиксации ориентации отдельных блоков и возрастает от $T_u = 318 \text{ K}$ для исходного MnAs до $T_u = 450 \text{ K}$ для MnAs с клеевыми добавками.

Список литературы

- [1] В.И. Митюк, Н.Ю. Панкратов, Г.А. Говор, С.А. Никитин, А.И. Смаржевская. ФТТ **54**, 1865 (2012).
- [2] Г.А. Говор, И.В. Семченко. ЖЭТФ **126**, 936 (2004).
- [3] J. Mira, F. Rivadulla, J. Rivas, A. Fondado, T. Guidi, R. Caciuffo, F. Carsughi, P.G. Radaelli, J.B. Goodenough. Phys. Rev. Lett. **90**, 097 203 (2003).
- [4] G.A. Govor. In: Double exchange in Heusler alloys and related materials / Ed. K. Baerner. Research Sighpost, Trivandrum, Kerala, India (2007). P. 29–62.
- [5] Г.А. Говор. ФТТ **28**, 39 (1986).