

## ВЛИЯНИЕ ВСЕСТОРОННЕГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ КЮРИ МОНОФОСФИДА МАРГАНЦА

Н. П. Гражданкина, А. М. Бурханов, Ю. С. Берсенев

Проведены измерения поперечного гальваномагнитного эффекта  $\Delta R/R$  в соединении  $MnP$  при гидростатических давлениях до  $12\,300 \text{ кг/см}^2$ . Измерены сжимаемость и температурная зависимость коэффициента теплового расширения. По аномальному изменению эффекта  $\Delta R/R$  в области магнитного превращения определено смещение точки Кюри  $\Theta_f$  под влиянием всестороннего сжатия:  $d\Theta_f/dP = -(1,14 \pm 0,07) \cdot 10^{-3} \text{ град} \cdot \text{см}^2/\text{кг}$ . Обсуждаются возможные причины расхождения знаков эффекта  $d\Theta_f/dP$ , измеренного при гидростатическом сжатии поликристаллических образцов и при одностороннем сжатии монокристаллов  $MnP$  [7].

### Введение

Соединение монофосфид марганца  $MnP$  имеет два магнитных превращения: при температуре  $T_s = 50^\circ \text{K}$  происходит переход из антиферромагнитного в ферромагнитное состояние, которое разрушается при дальнейшем повышении температуры в точке Кюри  $\Theta_f = 291,5^\circ \text{K}$  [1]. Кристаллическая структура этого соединения имеет ромбическую симметрию  $Pbnt$  с орторомбическими осями  $a > b > c$ . Эта структура получается при небольшом искажении гексагональной решетки типа  $NiAs$ , где орторомбическая ось  $c$  соответствует гексагональной оси структуры  $NiAs$ . На основании магнитных измерений было установлено, что  $MnP$  относится к классу метамагнитных соединений, так как антиферромагнитное упорядочение при низких температурах разрушается сравнительно слабыми внешними полями, равными 2,3 и 5 кэ, когда магнитное поле направлено по осям легкого намагничивания  $c$  и  $b$ . Нейтронографическими исследованиями [2, 3], проведенными при  $4,2^\circ \text{K}$ , было установлено, что в ромбической решетке  $MnP$  магнитные моменты, лежащие в плоскости  $bc$ , упорядочены ферромагнитно, но повернуты относительно смежных плоскостей на угол  $\varphi = 20^\circ$ , образуя спиралеобразную конфигурацию спинов. Наличие геликоидальной магнитной структуры в  $MnP$ , а также обменно-инверсионный переход при  $T_s = 50^\circ \text{K}$  позволяют сделать предположение о том, что в этом соединении одновременно сосуществуют различные типы обменных взаимодействий, отличающиеся друг от друга и по величине и по знаку. Гудинафом [4] на основании модели узкой  $3d$ -зоны была предложена схема электронных энергетических уровней  $MnP$  и сделаны предположения относительно величины и знаков обменных взаимодействий и их изменений с межатомным расстоянием.

Как известно, наиболее прямым путем экспериментального определения изменения обменных взаимодействий с объемом является исследование влияния высокого давления на температуры магнитных превращений  $T_s$  и  $\Theta_f$ . Такие измерения были проведены Хирахарой, Сузуки и Мацумарой [5] на монокристаллах  $MnP$  при одноосном сжатии по трем различным кристаллографическим осям ( $a$ ,  $b$  и  $c$ ). Из полученных в [5] данных можно было сделать вывод, что уменьшение межатомных расстояний в  $MnP$  должно приводить к увеличению ферромагнитных взаимодействий, а сле-



довательно, и к повышению точки Кюри. Это противоречит результатам наших измерений смещения температуры Кюри MnP под влиянием всестороннего давления; основное расхождение заключается в несоответствии знаков эффекта  $d\theta_f/dP$ , так как при всестороннем гидростатическом давлении  $\theta_f$  не растет, как можно было ожидать, согласно [5], а падает.

В настоящей работе приводятся результаты исследования влияния высокого гидростатического давления (до  $12\,300 \text{ кг/см}^2$ ) на температуру Кюри MnP. Измеренный эффект  $d\theta_f/dP$  проверялся с помощью термодинамического соотношения Эренфеста для фазовых переходов второго рода, для чего были проведены измерения коэффициента теплового расширения MnP в области температуры  $\theta_f$ .

### Результаты измерений и их обсуждение

1. Влияние давления на температуру Кюри определялось на основании измерений температурных зависимостей поперечного гальваномагнитного эффекта  $\Delta R/R$ . Всестороннее гидростатическое сжатие образца осуществлялось в камере, изготовленной из высокопрочной аустенитной стали, давление в которой создавалось с помощью компрессора системы Л. Ф. Верещагина и мультипликатора, позволяющего получать максимальные давле-

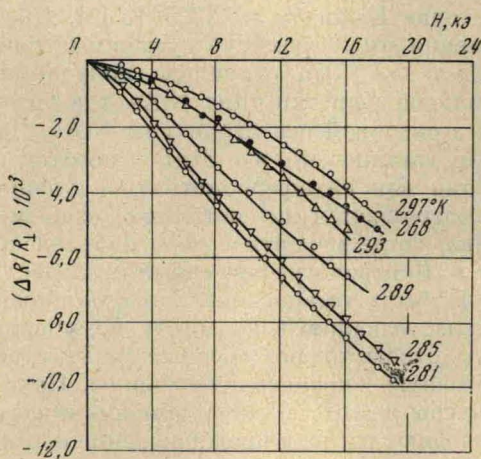


Рис. 1

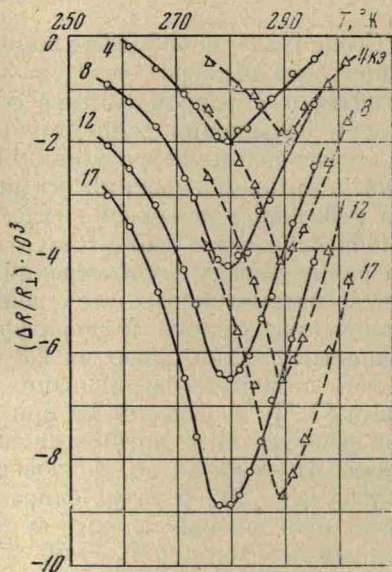


Рис. 2

Рис. 1. Изотермы изменения  $\Delta R/R$  в магнитном поле при давлении  $8000 \text{ кг/см}^2$

Рис. 2. Температурные зависимости гальваномагнитного эффекта при различных значениях напряженности магнитного поля. Пунктирные кривые получены при атмосферном давлении, сплошные — при давлении  $8000 \text{ кг/см}^2$

ния до  $14\,000 \text{ кг/см}^2$ ; средой, передающей давление, служила смесь трансформаторного масла с изопентаном. Методика измерения гальваномагнитного эффекта, температуры и давления была аналогична описанной нами ранее [6].

2. Изотермы гальваномагнитного эффекта  $\Delta R/R = f(H)$  измерялись при шести различных давлениях: атмосферном,  $2800$ ,  $5100$ ,  $8000$ ,  $8900$  и  $12\,300 \text{ кг/см}^2$ . На рис. 1 в качестве примера приведены результаты изме-