

ОСОБЕННОСТИ БАРИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВ СО СПИНОВЫМ

УПОРЯДОЧЕНИЕМ

N. P. Grazhdan'kina
Н. П. Гражданкина

Исследовано влияние всестороннего гидростатического сжатия на электрическое сопротивление ферромагнитного соединения CrTe и антиферромагнитного соединения MnTe . Измерения проводились как выше, так и ниже температур их магнитных превращений ($\Theta_f = 65^\circ \text{C}$ и $T_N = 37^\circ \text{C}$). При переходе в парамагнитное состояние наблюдается резкое изменение барических коэффициентов электросопротивления, связанное с нарушением спинового порядка в этих веществах.

Введение

В интервале давлений примерно до $10\,000 \text{ кг/см}^2$ и комнатных температурах барический коэффициент электрического сопротивления подавляющего большинства металлов имеет отрицательный знак [1]. В связи с этим металлы, у которых электрическое сопротивление под влиянием всестороннего гидростатического сжатия уменьшается, носят название «нормальных» металлов. Теоретически этот эффект объясняется изменением сил взаимодействия между электронами и упругими колебаниями кристаллической решетки, обусловленным тем, что внешнее давление приводит к повышению характеристической температуры Дебая. Изменение характера энергетического спектра носителей тока и вида поверхности Ферми должно проявляться для этих металлов при значительно более высоких давлениях.

Металлы, имеющие положительный знак барического коэффициента электросопротивления, принято считать «аномальными». Увеличение электрического сопротивления этих металлов с давлением объясняют [2, 3] изменением их электронной энергетической структуры, обусловленное тем, что всестороннее сжатие приводит к изменению в перекрытии различных энергетических полос. Помимо Li , Ca , Sr , Ba , V и Sb , положительный знак барического коэффициента электросопротивления $\gamma = R^{-1}dR/dP$ имеют ферромагнитные сплавы, у которых наблюдается сильная зависимость температуры Кюри от давления: CrTe [4] и инварные сплавы $\text{Fe} - \text{Ni}$ [5]. Поэтому можно было ожидать, что аномальный знак γ в указанных сплавах обусловлен, главным образом, изменением при всестороннем сжатии магнитного состояния сплава — изменением спонтанной намагниченности и температуры Кюри. В связи с этим представляется интересным исследовать вещества с различным типом спинового упорядочения, имеющие разные знаки эффекта $d\Theta_f/dP$ (смещения температур магнитного превращения под давлением) и выявить особенности барических коэффициентов электросопротивления для этих случаев.

В настоящей работе приводятся результаты исследования влияния всестороннего сжатия на электрическое сопротивление ферромагнитного соединения CrTe , имеющего отрицательный знак $d\Theta_f/dP$ и антиферромагнитного соединения MnTe , у которого температура Нееля с давлением растет, т. е. dT_N/dP положительно [6]. В обоих случаях измерения проводились как выше, так и ниже температур магнитных превращений указанных соединений.

Результаты измерений и их обсуждение

Всестороннее гидростатическое сжатие образца осуществлялось в камере высокого давления; средой, передающей давление, служила 50-процентная смесь трансформаторного масла с керосином. Методика измерений электросопротивления, температуры и давления была аналогична описанной нами ранее [4].

1. Данные измерений по влиянию давления на электрическое сопротивление CrTe при разных температурах представлены на рис. 1. Из графиков

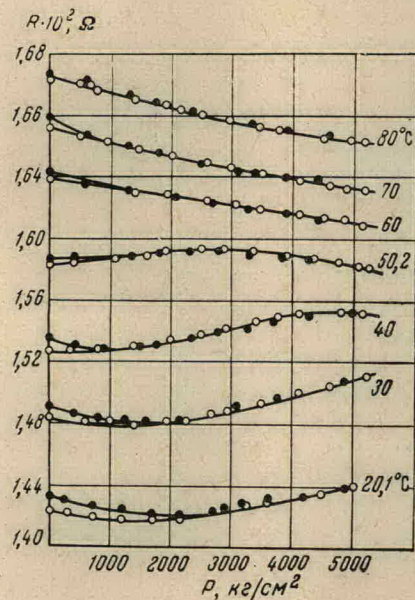


Рис. 1. Влияние давления на электросопротивление CrTe при разных температурах: \circ — при повышении давления, \bullet — при снижении давления

видно, что измерения, проведенные при повышении и при понижении давления, не дают строго одинаковых результатов. При малых давлениях наблюдается гистерезис, который приводит к необратимому повышению исходного значения сопротивления, составляющему в отдельных случаях 4—5%. В связи с этим вычисления барического коэффициента электросопротивления проводились, начиная с 1500 кг/см^2 ; расхождение прямого и обратного хода кривых $R(P)$ в области давлений $1500\text{--}5200 \text{ кг/см}^2$ было незначительным. Контрольные измерения, проведенные при повторных циклах сжатия при различных температурах, показали хорошую воспроизводимость общего характера кривых $R(P)$. Температура Кюри исследованного нами образца, определенная при атмосферном давлении по максимуму гальваномагнитного эффекта, была равна $+65^\circ \text{C}$. Из рис. 1 видно, что при температурах выше Θ_f электрическое сопротивление теллурида хрома уменьшается с ростом давления, т. е. барический коэффициент электрического сопротивления имеет «нормальный» отрицательный знак. При температурах ниже Θ_f электрическое сопротивление растет с давлением, т. е. знак γ становится положительным. Если принять, что изменение знака γ связано с разрушением спинового упорядочения в этом соединении, то нужно ожидать, что кривые $R(P)$, измеренные в соответствующих интервалах P и T , включающих температуру магнитного превращения, в области Θ_f должны иметь максимумы. Измерения, проведенные при температурах $50,2$ и 40°C хорошо подтверждают это (рис. 1). Ранее нами было показано, что температура Кюри теллурида хрома очень сильно понижается с давлением: $d\Theta_f/dP = 6,2 \cdot 10^{-3} \text{ град} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{см}^2$ [4]. Следовательно Θ_f , равная при атмосферном давлении 65°C , понижается при $P = 2500 \text{ кг/см}^2$ до 50°C , а при $P = 4000 \text{ кг/см}^2$ точка Кюри равна 40°C . Из кривых, приведенных на рис. 2, видно, что в указанной области давлений и температур происходит изменение знака барического коэффициента электросопротивления. Определение γ во всех случаях производилось путем графического дифференцирования кривых $R(P)/R_1$, где R_1 — электрическое сопротивление при атмосферном давлении.

Кривые температурной зависимости γ , вычисленные для давлений $2000, 3000, 4000$ и 5000 кг/см^2 , приведены на рис. 3. Из графиков видно,