

NP
GRAZ-NP 67-0120

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ЖУРНАЛ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
И
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
ФИЗИКИ

Том 52

(Отдельный оттиск)

2

МОСКВА · 1967

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРУ АНТИФЕРРОМАГНИТНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ЕВРОПИЯ

Н. П. Гражданкина

Проведены измерения электрического сопротивления R европия при гидростатическом давлении до 14000 кг/см^2 . По кривым $R(T)$, измеренным в области температуры антиферромагнитного превращения $\Theta_N = 90^\circ \text{ K}$, определено смещение точки Нееля в европии при всестороннем сжатии образца. Установлено, что давление P повышает температуру антиферромагнитного превращения, изменение $\Theta_N(P)$ носит нелинейный характер. Барический коэффициент электросопротивления европия при комнатной температуре имеет отрицательный знак.

Введение

Изменение температур магнитных превращений тяжелых редкоземельных металлов (Gd, Tb, Dy, Ho) под действием всестороннего сжатия измерялось уже неоднократно. Однако до настоящего времени группа легких редкоземельных металлов (от Ce до Gd) с этой точки зрения остается почти не исследованной. Предпринимались попытки определить влияние давления на температуру антиферромагнитного превращения европия, однако знак и величины производных $d\Theta_N/dP$, полученные с помощью магнитных [1] и электрических [2] измерений, не соответствовали друг другу.

Влияние давления на электрическое сопротивление европия исследовалось в двух работах [3, 4], где было установлено, что барический коэффициент электрического сопротивления европия, в отличие от всех других редкоземельных металлов, имеет положительный знак. Указанные работы были выполнены с использованием экспериментальной техники, создающей квазигидростатическое давление путем всестороннего сжатия образца в твердой упругой среде. В этом случае не исключена возможность пластической деформации образца при сжатии, которая и могла быть причиной положительного «аномального» знака барического коэффициента электрического сопротивления европия. В связи с этим представляло интерес провести подобные исследования в условиях гидростатических давлений.

В настоящей работе приводятся результаты экспериментального исследования влияния гидростатического давления на электрическое сопротивление и температуру антиферромагнитного превращения европия.

Результаты измерений и их обсуждение

Измерение электросопротивления европия производилось с использованием двух различных камер высокого давления. Барический коэффициент электросопротивления определялся только при комнатных температурах. В этом случае всестороннее сжатие образца осуществлялось в камере, давление в которой создавалось с помощью компрессора системы Л. Ф. Верещагина и мультипликатора, позволяющего получать макси-

мальные давления до 14000 кг/см^2 ; средой, передающей давление, служила смесь трансформаторного масла с изопентаном. Методика измерения электросопротивления, температуры и давления была аналогична описанной нами ранее [5]. При монтаже образца и измерениях принимались необходимые меры для предотвращения окисления европия.

Влияние давления на температуру антиферромагнитного превращения определялось на основании измерений температурных зависимостей электросопротивления. Камера высокого давления, которая использовалась для этих измерений, а также метод создания высоких давлений при низких температурах были аналогичны описанным Ицкевичем [6].

Данные измерений по влиянию давления на электрическое сопротивление европия при температуре 17°C представлены на рис. 1, откуда видно, что всестороннее сжатие приводит к уменьшению электрического со-

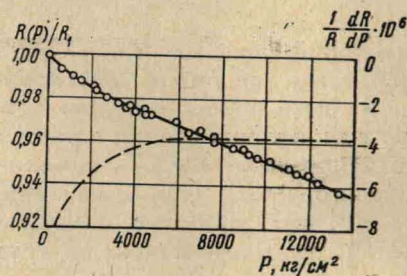


Рис. 1

Рис. 1. Влияние давления на электросопротивление европия при комнатной температуре. Пунктирная кривая — $R^{-1} dR/dP$

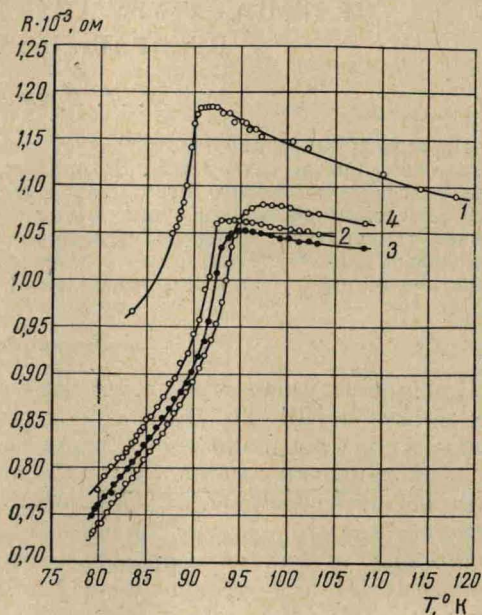


Рис. 2

Рис. 2. Температурные зависимости электросопротивления: кривая 1 — при атмосферном давлении ($\Theta_N = 90^\circ \text{K}$), 2 — при $P = 2700 \text{ кг/см}^2$ ($\Theta_N = 92,3^\circ \text{K}$), 3 — при $P = 5500 \text{ кг/см}^2$ ($\Theta_N = 93,3^\circ \text{K}$) и 4 — при $P = 10400 \text{ кг/см}^2$ ($\Theta_N = 94,5^\circ \text{K}$)

противления европия. Барический коэффициент $\gamma = R^{-1} dR/dP$ определяется путем графического дифференцирования кривых $R(P)/R_1$, где R_1 — электрическое сопротивление при атмосферном давлении. Из рис. 1 (пунктирная кривая) видно, что в области низких давлений абсолютное значение γ несколько меняется с ростом P , а в интервале от 5000 до 14000 кг/см^2 величина γ остается постоянной и равна $3,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг/см}^2$. Таким образом, при гидростатическом сжатии знак и величина барического коэффициента электросопротивления европия такие же, как и у всех «нормальных» металлов.

На рис. 2 приведены кривые температурной зависимости электросопротивления европия при четырех различных значениях давления: атмосферном, 2700 , 5500 и 10400 кг/см^2 ¹⁾. Из графиков видно, что всестороннее сжатие приводит к смещению кривых $R(T)$ в сторону более высоких температур, т. е. точка Нееля с ростом давления повышается.

¹⁾ Указанные для каждого цикла измерений давления соответствуют температуре Θ_N .

На рис. 3 показано изменение значений Θ_N в зависимости от давления. Производная $d\Theta_N/dP$ в области низких давлений ($P \sim 1000 \text{ кг/см}^2$) равна $9 \cdot 10^{-4} \text{ град} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{см}^2$, с ростом давления она уменьшается и при $P = 10000 \text{ кг/см}^2$ равна $\sim 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ град} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{см}^2$.

Полученные нами результаты не согласуются с данными других авторов. Недавно была опубликована работа [2], в которой смещения Θ_N с давлением определялось с помощью электрических измерений, проведенных в области температур $77 \div 200^\circ \text{K}$ и квазигидростатических давлений до 90 кбар , при этом оказалось, что в области давлений от 40 до 90 кбар всестороннее сжатие приводит к понижению точки Нееля, а в интервале до 40 кбар никаких изменений Θ_N с давлением не было обнаружено. По-видимому, причиной разного характера изменения $\Theta_N(P)$ и $R(P)$, определенных при различных условиях всестороннего сжатия, является пластическая деформация образца при квазигидростатическом давлении.

Автор выражает благодарность Н. В. Волкенштейну и И. Г. Факидову за предоставление образцов европия и Б. С. Улыбину за помощь при измерениях.

Институт физики металлов
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
1 сентября 1966 г.

Литература

- [1] D. V. Mc Whan. Bull. Am. Phys. Soc., 10, 591, 1965.
- [2] D. V. Mc Whan, P. C. Souers, G. Jura. Phys. Rev., 143, 385, 1966.
- [3] H. D. Stromberg, D. R. Stephens. J. Phys. Chem. Solids, 25, 1015, 1964.
- [4] R. A. Stager, H. G. Drickamer. Phys. Rev., 133, A830, 1964.
- [5] Н. П. Гражданкина, Л. Г. Гайдуков, К. П. Родионов. ЖЭТФ, 40, 433, 1961.
- [6] Е. С. Ицкевич. ПТЭ, 4, 148, 1963.

EFFECT OF PRESSURE ON THE ELECTRIC RESISTANCE AND ANTIFERROMAGNETIC TRANSFORMATION TEMPERATURE OF EUROPIUM

N. P. Grazhdankina

The electric resistance R of europium is measured at hydrostatic pressures up to 14000 kg/cm^2 . The shift of the Néel point in europium induced by hydrostatic pressure on the sample is determined on basis of the $R(T)$ curves measured in the vicinity of the antiferromagnetic transformation temperature $\Theta_N = 90^\circ \text{K}$. It is found that pressure P raises the antiferromagnetic transformation temperature and the variation of $\Theta_N(P)$ is of a nonlinear nature. The baric coefficient for electric resistance of europium at room temperature is negative.

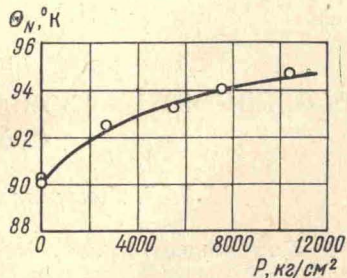


Рис. 3. Зависимость температуры антиферромагнитного превращения от давления