

Вестник МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 2 — 1964

Е. В. ТАЛАЛАЕВА, Л. А. ЧЕРНИКОВА, О. С. ГАЛКИНА

ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ И МАССИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ГАДОЛИНИЯ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 2—290° К

Редкоземельные металлы иттриевой подгруппы Tb, Dy, Ho, Er и Tm имеют две характерные температуры θ_1 и θ_2 , соответствующие двум магнитным фазовым переходам. Ниже температуры θ_1 эти металлы находятся в ферромагнитном состоянии, выше (до θ_2) в антиферромагнитном состоянии с геликоидальной структурой или со структурой, подобной ей. Температура θ_2 является точкой Кюри. Существование температур θ_1 в указанных металлах было установлено как магнитными, так и нейтронно-графическими исследованиями [1, 2].

До самого последнего времени, однако, остается неясным вопрос о том, обладает ли редкоземельный металл Gd (также принадлежащий к иттриевой подгруппе) переходом θ_1 . Недавно К. П. Белов и А. В. Педько [3, 4] при температуре $\theta_1 = 210^\circ \text{К}$ в Gd наблюдали аномалии в температурном ходе намагниченности (резкое снижение намагниченности в слабом поле), коэрцитивной силе, остаточной намагниченности, магнито-стрикции и гальваномагнитного эффекта. Авторы полагают, что в Gd в интервале между θ_1 и θ_2 возникает геликоидальная магнитная структура.

В данной работе проводится исследование температурной зависимости электро-сопротивления образцов массивного гадолиния и его пленок с целью определения влияния на ход этих кривых перехода θ_1 .

Измерение электросопротивления проводилось обычным потенциометрическим методом при двух направлениях тока, пропускаемого через образец. Температура измерялась в интервале 2—25°К с помощью газового термометра, а выше 25°К медь-константановой термопарой. Измеряемый температурный интервал для массивного образца гадолиния составлял 77—373°К, для пленок 2—280°К. Массивный образец гадолиния (чистоты 99,8) представлял собой брусочек длиной 15,7 мм и площадью сечения 0,47 мм². Токовые и измерительные провода приваривались к образцу точечной сваркой.

На рис. 1 представлена зависимость R_T/R_{θ_2} массивного образца гадолиния от температуры, где R_T — сопротивление при данной температуре, R_{θ_2} — сопротивление при температуре Кюри. При температуре $\theta_1 = 210^\circ \text{К}$ наблюдается небольшой излом. Излом имеется, естественно, и в районе точки Кюри (θ_2), равной для гадолиния 290,5°К.

Таким образом, в районе температуры θ_1 наряду с ранее наблюдаемыми аномалиями намагничивания, коэрцитивной силой и другими свойствами [3, 4], имеет место и аномалия электросопротивления массивного образца гадолиния.

Пленки получались путем термического испарения гадолиния с вольфрамовой нити на оптически полированную (точность полировки 0,1 интерференционной полосы) стеклянную подложку, в торцы которой впаивались четыре платиновых ввода. Контакты напылялись на подложку катодным распылением платины. Испаритель и подложка после предварительной очистки и тренировки запаивались в баллончик при вакууме 10^{-7} мм рт. ст. Баллончик погружался в ванну с жидким гелием, где и производилось испарение гадолиния. Вид баллончика, методика приготовления испарителя и подложки подробно описаны в работе [5].

На рис. 2 приведены кривые температурной зависимости электрического сопротивления трех тонких пленок (толщиной 70, 100, 180 Å) при нагреве свежеконденсированных пленок от 4,2 до 280°K (кривые 1, 2, 3) и при охлаждении до исходной температуры 4,2°K (кривые 4, 5) после выдержки при температуре 300°K в течение 40 часов. Повторный нагрев не вызывал дальнейших изменений хода кривых 4, 5.

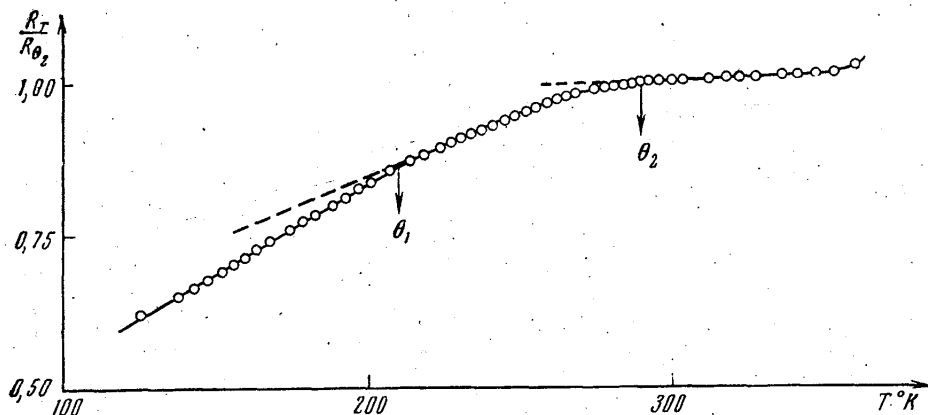


Рис. 1. Температурная зависимость электросопротивления массивного образца Gd

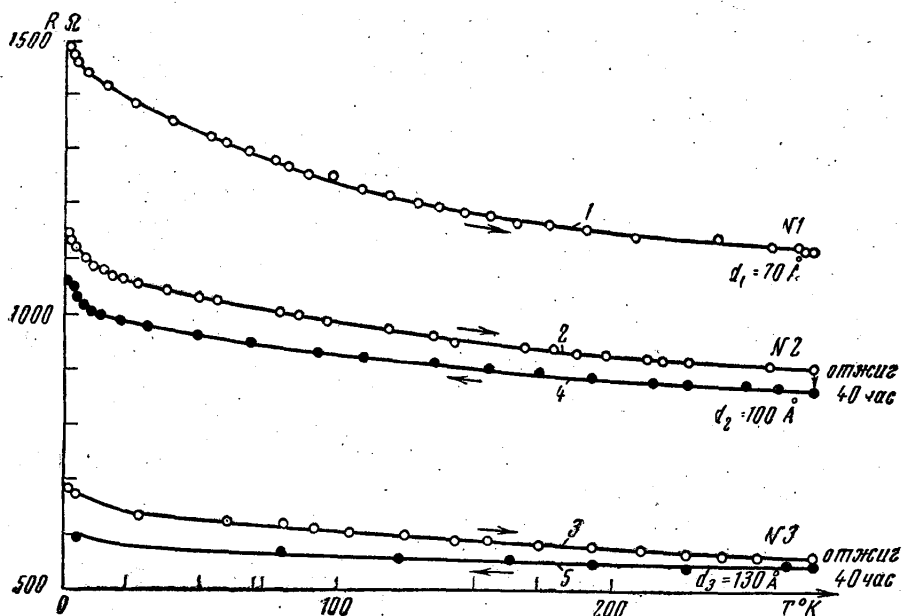


Рис. 2. Температурная зависимость электросопротивления «тонких» пленок Gd

Электросопротивление как свежеконденсированных, так и отожженных пленок с повышением температуры уменьшается; эти пленки имеют отрицательный температурный коэффициент сопротивления.

На рис. 3 даны кривые, подобные рис. 2, для двух «толстых» пленок (толщиной 380 и 500 Å). Сопротивление свеженапыленной пленки № 4 до отжига с ростом температуры немного падало, однако после 40-часового отжига при 300°K ход кривой $R(T)$ изменился. Зависимость $R(T)$ стала носить металлический характер с положительным температурным коэффициентом сопротивления.

Сопротивление самой толстой пленки № 5 (напыленной на отожженную пленку № 4 с выявленной структурой) имеет как в неотожженном, так и в отожженном состояниях металлический ход. Кроме того, на кривой $R(T)$ для отожженной пленки № 4 и на обеих кривых $R(T)$ для пленки № 5 в районе 210°K имеется небольшой излом, аналогичный излому кривой электросопротивления для массивного образца гадолиния.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность профессору А. И. Шальникову за ценные советы и помощь в работе, а также профессору К. П. Белову и профессору Е. И. Кондорскому за обсуждение результатов.

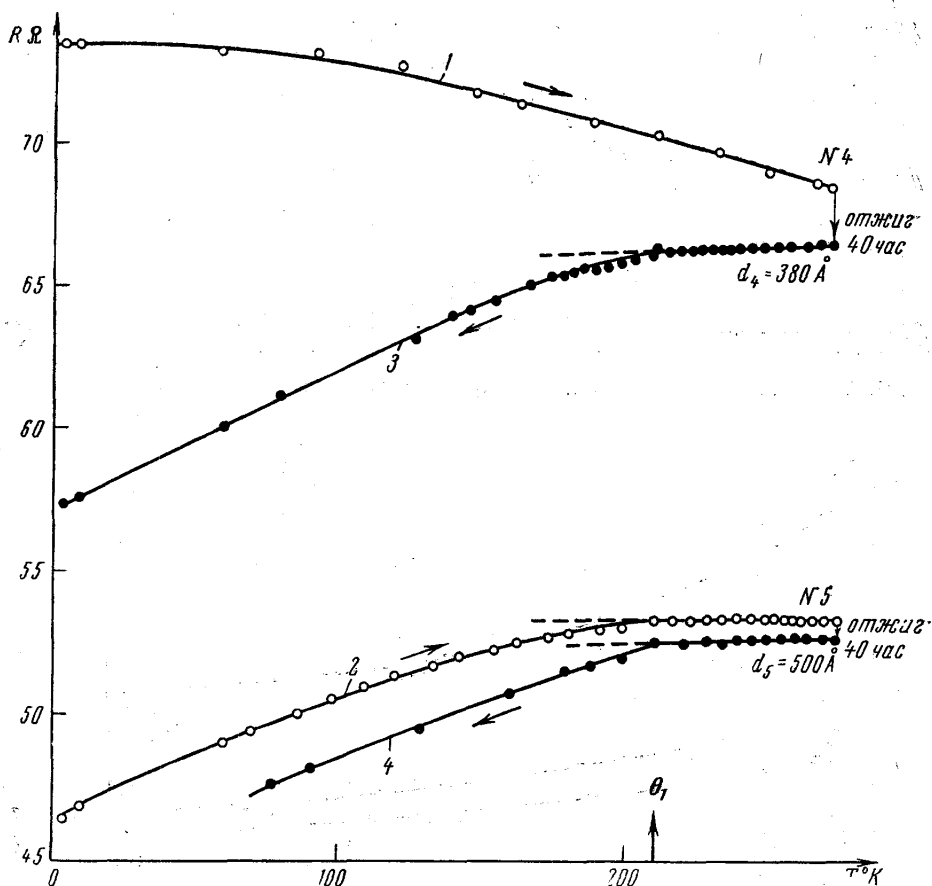


Рис. 3. Температурная зависимость электросопротивления «толстых» пленок Gd

ЛИТЕРАТУРА

1. Colvin R., Legvold S., Spedding F. Phys. Rev., **120**, 740, 1960; Behrendt D., Legvold S., Spedding F. Phys. Rev., **109**, 1544, 1958; Rhodes B., Legvold S., Spedding F. Phys. Rev., **109**, 1547, 1958.
2. Wilkinson M., Koehler W., Cable J., Wollan E. J. Appl. Phys., **31**, 49, 1961; M. Kochler, Wollan E., Wilkinson M., Coble J. Rare earth research, **149**. Mak. comp., No. 4, 1961; Koehler W., Coble J., Wollan E. J. Phys. Soc. Japan., **17**, 32, 1962; Koehler W. J. Appl. Phys., **31**, 20, 1961.
3. Белов К. П., Педько А. В. ЖЭТФ, **42**, 87, 1962.
4. Белов К. П., Левитин Р. З., Никитин С. А., Педько А. В. ЖЭТФ, **40**, 1562, 1961.
5. Галкина О. С., Черникова Л. А., Чжан Кай-да, Кондорский Е. И. ЖЭТФ, **41**, 1763, 1961.

Поступила в редакцию
11. 6 1963 г.

Кафедра
молекулярной физики