

ЗАВИСИМОСТЬ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЯ НИТЕВИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ КАДМИЯ И СУРЬМЫ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Ю. П. Гайдук, Е. М. Голямина, Н. Н. Дамилова

В интервале 4,2 – 80 К измерена зависимость магнитосопротивления нитевидных кристаллов кадмия и сурьмы от температуры. Обнаружено аномальное возрастание магнитосопротивления при возрастании температуры. Эта аномалия связывается с наличием зеркального отражения электронов проводимости от поверхности металлов.

С целью исследования характера отражения электронов проводимости от поверхности нитевидных кристаллов (НК) нами были проведены измерения зависимости сопротивления от магнитного поля $\rho(H)$ при различных температурах в интервале 4,2 – 80 К.

В качестве объектов исследования были выбраны НК кадмия и сурьмы в форме ленточек. Для всех измеренных образцов этих металлов плоскости ленточек совпадали с базисными плоскостями кристаллов. Измерительный ток I был направлен вдоль биссектрисных осей. Толщина d измеренных образцов $0,1 + 10$ мк. В то же время длина свободного пробега электронов проводимости l^∞ , связанная с рассеянием на примесях и фонах, при $T = 4,2$ К порядка 1 мк. Это обеспечивало проведение измерений в широкой области температур в условиях сильного размерного эффекта $l^\infty \gg d$.

Методические особенности работы с НК были описаны ранее [1].

Измерения проведены при $I \perp H$ для двух основных ориентаций магнитного поля H относительно плоскости ленточек: перпендикулярно и параллельно ее поверхности (соответственно магнитное поле параллельно и перпендикулярно главной оси кристаллов Cd и Sb).

Предварительно были проведены опыты с массивными образцами ($d = 2$ мм) Cd и Sb той же ориентации, что и у ленточек. Было найдено, что при любой ориентации магнитного поля с ростом температуры T уменьшается величина магнитосопротивления (МС), равная

$$\Delta\rho^\infty(T;H) = \rho^\infty(T;H) - \rho^\infty(T;0)$$

Для сопротивления массивных образцов здесь и ниже употребляется индекс ∞ .

Такое поведение МС является нормальным для металлов, у которых имеется зависимость $\rho^\infty(H) \propto H^2$ и нет существенной зависимости спектра носителей от магнитного поля. Аналогичным образом ведет себя МС ленточных НК, если магнитное поле перпендикулярно плоскости ленточки (рис. 1).

Существенно иная картина поведения МС наблюдается в том случае, если магнитное поле параллельно плоскости ленточки (рис. 2, 3). При

возрастании температуры величина MC также возрастает, достигает максимального значения, а затем начинает падать, как и в предыдущих двух случаях. При толщине $d \approx 1 \text{ мк}$ максимальное значение MC достигается примерно при 30 К для кадмия и 70 К для сурьмы.

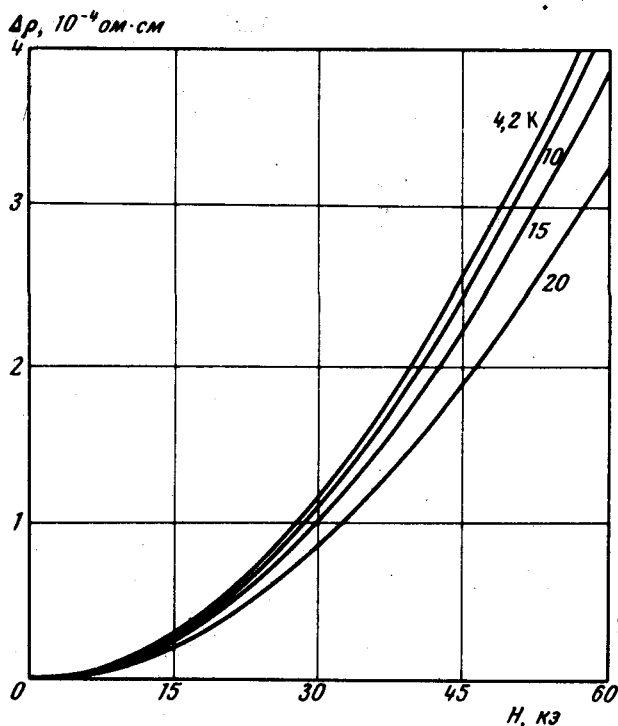


Рис. 1. Зависимость сопротивления НК сурьмы от магнитного поля при различных температурах. Поле перпендикулярно плоскости образца. Толщина образца 0,4 мк, ширина — 52 мк

Полученные результаты допускают следующую интерпретацию: в массивных образцах ($l^\infty \ll d$) $\Delta\rho^\infty(T;H) \propto \rho^\infty(T;0) (l^\infty H)^2 = A l^\infty(T) H^2$, где $A = \rho^\infty l^\infty = \text{const}$. Таким образом, уменьшение длины свободного пробега с ростом температуры приводит к уменьшению роста MC .

В тонких пластинках для ориентации магнитного поля, перпендикулярной поверхности, размерный эффект в монотонной части MC отсутствует. Поэтому не должно быть качественного отличия в поведении MC с температурой в сравнении с массивными образцами [2]. При параллельной ориентации поля существенную роль в проводимости играют электроны, сталкивающиеся с поверхностью. Как было показано в [3] сопротивление пластины в этом случае может быть записано в виде

$$\Delta\rho(T;H) \approx \rho^\infty(T;0) (l^\infty d / r^2) \propto A H^2 d \quad \text{для } p = 0,$$

$$\Delta\rho(T;H) \propto (1-p) A H^2 d + B (Hd / l^\infty) \quad \text{для } p \approx 1,$$

где r — ларморовский радиус электрона, p — коэффициент зеркальности, B — постоянная. Таким образом при диффузном ($p = 0$) отражении MC не должно зависеть от температуры, а при зеркальном (p близко к

$\Delta\rho, 10^{-6} \text{ ом}\cdot\text{см}$

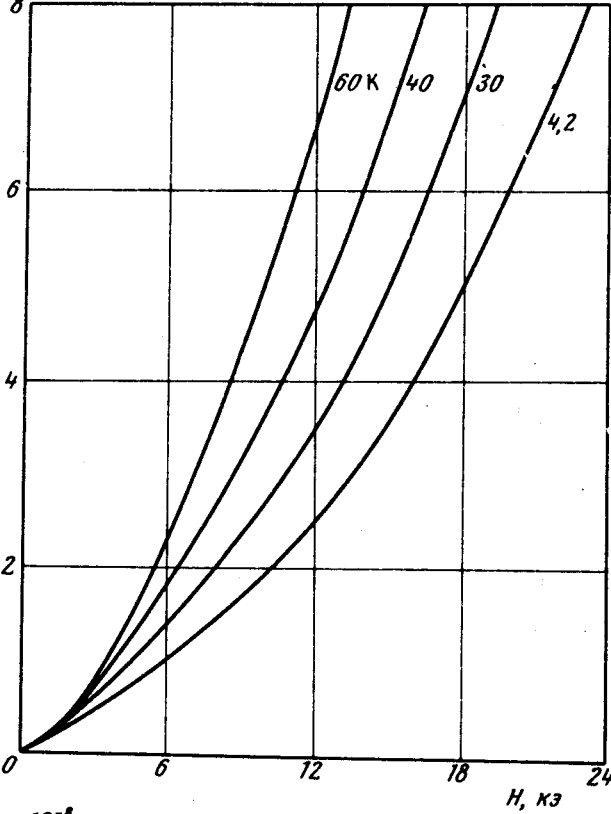


Рис. 2. То же, что и для рис. 1. Поле параллельно плоскости образца

$\Delta\rho, 10^{-8} \text{ ом}\cdot\text{см}$

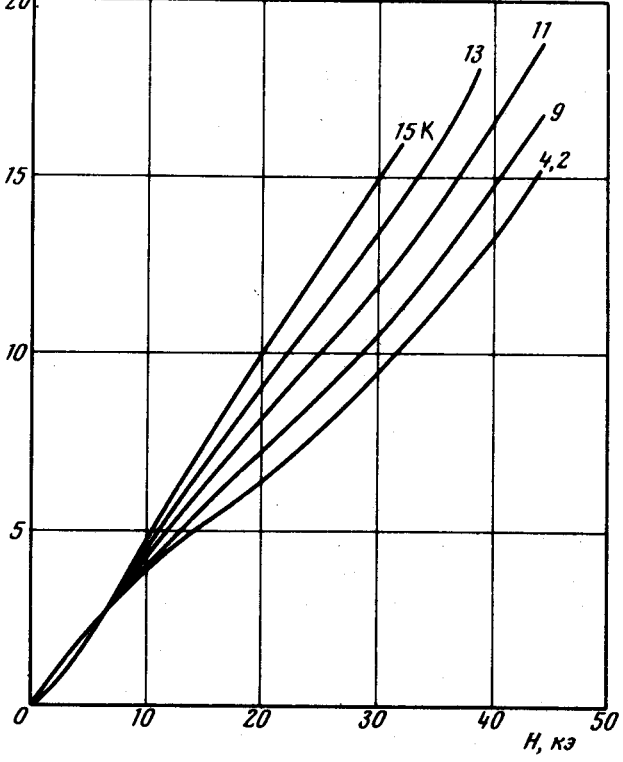


Рис. 3. Зависимость сопротивления НК кадмия от магнитного поля при различных температурах. Поле параллельно плоскости образца. Толщина образца 2,5 мк, ширина — 35 мк

единице) оно должно возрастать с ростом температуры. Последнее наблюдается в наших опытах. Прохождение МС через максимум можно объяснить возрастающим вкладом в проводимость электронов, не сталкивающихся с поверхностью. Т. е. при достаточно высоких температурах величина $\Delta\rho(T;H)$ должна стремиться к $\Delta\rho^\infty(T;H)$.

Полученные результаты указывают на замечательную возможность делать заключение о наличии зеркального отражения электронов проводимости в условиях размерного эффекта.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
10 июля 1975 г.

Литература

- [1] Ю.П.Гайдуков, Я.Кадлецова. ПТЭ, № 4, 193, 1969.
 - [2] В.Г.Песчанский. Канд. диссертация, г. Харьков, 1970.
 - [3] М.Я.Азбель, В.Г.Песчанский. ЖЭТФ, 55, 1980, 1968.
-