

Н. П. ГРАЖДАНКИНА и И. Г. ФАКИДОВ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА  
СУЛЬФИДОВ ХРОМА

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 30 IX 1953)

Сульфиды хрома по величине удельного электрического сопротивления занимают промежуточное положение между металлами и полупроводниками и проявляют большую зависимость электрических и магнитных свойств от изменений структуры. Изменяя состав соединений и режим термической обработки, можно получить парамагнитные или ферромагнитные соединения с полупроводниковым или металлическим характером электропроводности. Характерной особенностью электрических свойств этих соединений является изменение знака температурного коэффициента электропроводности <sup>(1)</sup>, подобно PbS <sup>(2)</sup> и твердым растворам Te—Se. Для понимания механизма электропроводности соединений хром—сера необходимо исследовать не только электрические, но и гальваномагнитные свойства этих соединений. Особый интерес представляет исследование электропроводности при низких температурах, так как существующий в настоящее время принцип разделения веществ на металлы и полупроводники основывается на определении зависимости их сопротивления от температуры при низких температурах.

В настоящей статье излагаются результаты исследования электрического сопротивления сульфидов хрома при низких температурах и их гальваномагнитных свойств.

1. Электрическое сопротивление соединений хрома с серой при низких температурах. Нами были измерены сопротивления различных составов сплавов хром—сера при температурах 1,8—4,2—13,8—20—77° К. Результаты этих измерений представлены графически на рис. 1, на котором дано относительное изменение сопротивления  $R/R_0$ , где  $R_0$ —сопротивление при 273° К. Как видно из графиков, сопротивление сульфидов хрома с содержанием серы от 50—51 ат. % при низких температурах стремится к малому остаточному сопротивлению, как у металлов не сверхпроводников; соединения хрома с серой, имеющие большой избыток серы (58—59 ат. %), при низких температурах становятся изоляторами.

2. Измерение эффекта Холла в образцах хром—сера проводилось при помощи компенсатора. Несмотря на высокую чувствительность нашей установки и применение магнитных полей до 22 000 эрст., эффект Холла измерить не удалось ни на одном из образцов сульфидов хрома различных составов. Можно только утверждать, что константа Холла меньше, чем  $10^{-4}$  см<sup>3</sup>/кулон, что соответствует концентрациям электронов большим, чем полученные из данных по электропроводности. Коэффициент электропроводности  $\sigma$  порядка  $10^{-10^{-3}}$  (ом·см)<sup>-1</sup>; исходя из этого значения, а также полагая подвижность электронов для полу-

проводников равной  $10-10^2$  см<sup>2</sup>/в·сек, получаем величину концентрации электронов  $10^{16}-10^{20}$ . Однако при таких концентрациях носителей тока мы без труда могли бы определить постоянную Холла, так как при значениях магнитного поля  $H = 22\ 000$  эрст. и тока 1 а в образце толщиной 0,1 см эдс Холла  $E = 1,4 \cdot 10^{-2}$  в, ибо при  $\sigma = 10$  константа Холла  $R = 6,3$  см<sup>3</sup>/кулон. Значение  $E = 1,4 \cdot 10^{-2}$  легко могло бы быть нами измерено, так как наша установка имеет чувствительность  $2 \cdot 10^{-8}$  в.

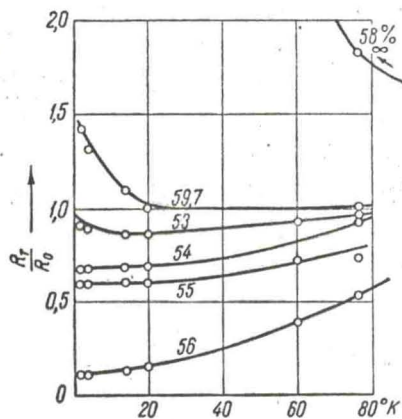


Рис. 1



Рис. 2. 1 —  $\Delta R_{\parallel} / R$ , 2 —  $\Delta R_{\perp} / R$

3. Измерение влияния магнитного поля на электропроводность сульфидов хрома показало, что  $\Delta R/R$  для составов 50, 53, 54, 55, 56 ат. % S имеет чрезвычайно малое значение, выходящее за пределы чувствительности нашей установки. Исключением являются сульфиды хрома с избытком серы (58—59 ат. %), для которых удается измерить изменение сопротивления в магнитном поле, но  $\Delta R/R$  имеет отрицательный знак, т. е. является аномальным (см. рис. 2).

Единственным примером уменьшения сопротивления в магнитном поле является теллур (кстати сказать, полуметалл), что было показано Р. А. Ченцовым (3).

Неизмеримо малые значения эффекта Холла в сульфидах хрома с содержанием серы 50, 53, 54, 55, 56 ат. %, а также отсутствие влияния магнитного поля на электропроводность этих соединений может говорить о наличии смешанной проводимости — электронной и дырочной. Если исходить из зонных представлений об энергетических состояниях электронов в полупроводниках, то необходимо сделать вывод о том, что в данном случае смешанная проводимость является результатом очень малой ширины запрещенной энергетической зоны. Об этом свидетельствует, повидимому, и тот факт, что температурный коэффициент сопротивления сульфида хрома меняет свой знак при сравнительно невысоких температурах.

В заключение выражаем свою благодарность действительному члену АН УССР Б. Г. Лазареву за предоставление возможности проведения в лаборатории низких температур ФТИ АН УССР и за помощь при этих измерениях.

Институт физики металлов Уральского филиала  
Академии наук СССР

Поступило  
4 VII 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> И. Г. Факидов, Н. П. Гражданкина, ДАН, 63, № 1, 27 (1948). <sup>2</sup> Ю. А. Дунаев, Ю. П. Маслаковец, ЖЭТФ (10), 17, 90 (1947). Р. А. Ченцов, ЖЭТФ, 18, 374 (1948).

#### К ТЕОРИИ ЗАВИСИМОСТИ ЭДС ХОЛЛА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

(Представлено ...)

Одной из задач теории является определение формулы для зависимости ЭДС Холла от температуры в области низких температур намагниченности.

где  $n$  — число атомов Бора;  $\theta' = 4,17$  (2) — температурно-центральная температура;  $J$  — интеграл от функции Бора.

Реальные кристаллы имеют реальную электронную проводимость в магнитном поле.

Теория ферромагнетизма электронов проводимости в работах С. В. Слейтера (4) и в теории ферромагнетизма модели. В этих теориях температура в области намагниченности.

Меллер (6) с помощью формулы для намагниченности реальных металлов.

чил формулу, где  $z$  — число электронов в атоме.

В дальнейшем зависимость ЭДС Холла от температуры магнитного поля.

Ниже приводятся результаты проведенных с целью измерения намагниченности слабо проводящих металлов.

имеет на намагниченности. что невозможно измерить.

атому  $f$ , могут быть использованы спиновые функции.