

Е. С. БОРОВИК

ЭФФЕКТ ХОЛЛА В ИНДИИ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 12 X 1950)

В предыдущей работе ⁽¹⁾ был исследован эффект Холла в цинке — металле, у которого наблюдается большое увеличение сопротивления в магнитном поле. Было показано, что у цинка при низких температурах поле Холла достигает максимального значения при $T = 20^\circ\text{K}$ и магнитном поле $H = 14\,000$ эрст. и уменьшается при дальнейшем увеличении магнитного поля и понижении температуры.

В связи с этим было интересно исследовать эффект Холла у металла с иным, чем у цинка, законом изменения сопротивления в магнитном поле.

В качестве подобного объекта был выбран индий, у которого ^(3,4) наблюдается кривая зависимости сопротивления от поля со стремлением к насыщению.

Так как было установлено ⁽⁴⁾, что анизотропия сопротивления индия в магнитном поле весьма мала, то можно было ограничиться исследованием эффекта на поликристалле. Образец индия In-4 представлял собой поликристаллическую пластинку размерами $24,5 \times 3,31 \times 0,104$ мм.

На пластинке были приварены потенциальные провода для измерения ее сопротивления и разности потенциалов Холла. Разности потенциалов измерялись потенциометром Диссельхорста с нормальным элементом. Для исключения побочных эффектов, как и раньше ⁽¹⁾, производились переключения направления измерительного тока и магнитного поля.

Температурная зависимость сопротивления образца без магнитного поля r_{om} характеризуется цифрами табл. 1.

Как указано в предыдущей работе ⁽¹⁾, обычная характеристика эффекта Холла, так называемая постоянная Холла R , пригодна лишь до тех пор, пока не наблюдается существенного увеличения сопротивления в магнитном поле.

Величину R можно представить в следующем виде:

$$R = \frac{1}{\sigma_{om} H} \frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x} \frac{r_H}{r_{om}}.$$

Таблица 1

Зависимость сопротивления In-4 от температуры

$t, ^\circ\text{K}$	r_{om} / r_{0°
78	0,207
20,4	0,0226
14,2	0,00961
4,22	0,00171
3,49	0,00166

* r_{0° — сопротивление при 0°C .

Здесь ε_y — поле Холла, ε_x — величина электрического поля в направлении тока, r_{om} — электропроводность металла в отсутствие магнитного поля, r_H / r_{om} — отношение сопротивления в магнитном поле r_H к сопротивлению без поля при температуре опыта r_{om} . Таким образом, если мы хотим знать величину Холла ε_y при заданном поле первичного тока ε_x , то, кроме величины R , нужно еще знать и изменение величины сопротивления в магнитном поле r_H / r_{om} .

При температуре $T = 78^\circ\text{K}$ увеличение сопротивления в магнитном поле $H = 19800$ эрст. составляло $r_H / r_{om} = 1,0016$. Зависимость r_H / r_{om} от величины магнитного поля при более низких температурах дана на рис. 1. Значение r_{om} при температуре $2,17^\circ\text{K}$ получено экстраполяцией

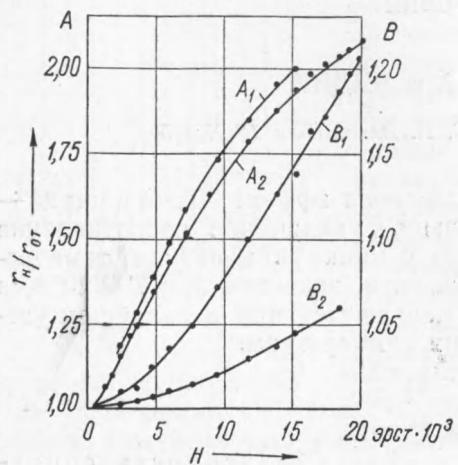


Рис. 1. Зависимость сопротивления In-4 от величины магнитного поля. A_1 — $T = 2,17^\circ\text{K}$; A_2 — $T = 4,22^\circ\text{K}$; B_1 — $T = 14,2^\circ\text{K}$; B_2 — $T = 20,4^\circ\text{K}$. Шкалы для соответствующих кривых отмечены буквами A и B

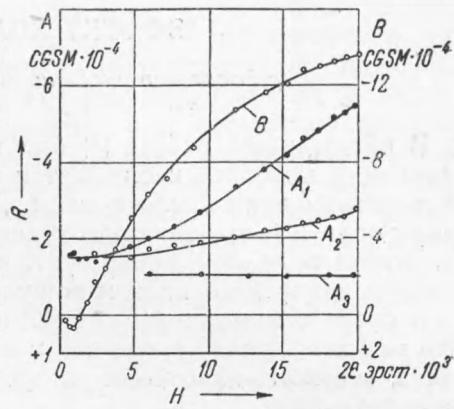


Рис. 2. Зависимость постоянной Холла R от величины магнитного поля. B — $T = 4,22^\circ\text{K}$; A_1 — $T = 14,2^\circ\text{K}$; A_2 — $T = 20,4^\circ\text{K}$; A_3 — $T = 78^\circ\text{K}$

значений сопротивления образца, измеренных выше температуры перехода индия в сверхпроводящее состояние по формуле $r_{om} = A + BT^4$.

На рис. 2 даны результаты измерения величины R при разных температурах. Мы видим, что лишь при азотной температуре $T = 78^\circ\text{K}$, когда $r_H / r_{om} \approx 1$, R не зависит от поля. Значение, полученное нами при $T = 78^\circ\text{K}$, $R = -1,05 \cdot 10^{-4}$ CGSM, по абсолютному значению несколько больше полученного Смитом (2) при комнатной температуре ($R = -0,7 \cdot 10^{-4}$ CGSM).

При более низких температурах величина R существенно зависит от величины магнитного поля, и здесь лучше характеризовать эффект Холла не сложной функцией многих переменных R , а непосредственно безразмерной величиной $\varepsilon_y / \varepsilon_x$ — отношением поля Холла к электрическому полю в направлении тока.

Зависимость $\varepsilon_y / \varepsilon_x$ от величины магнитного поля дана на рис. 3.

Любопытной деталью является перемена знака эффекта в малых полях при $T = 4,2^\circ\text{K}$.

Однако наиболее существенным результатом является неограниченное (в пределах исследованных полей) возрастание поля Холла. Поля Холла при $T = 4,22^\circ\text{K}$ и $H = 20000$ эрст. почти достигает значения электрического поля в направлении тока ($\varepsilon_y / \varepsilon_x = 0,88$). Зависимость $\varepsilon_y / \varepsilon_x$ от H при $H > 5000$ эрст. почти прямолинейна. Напомним, что для цинка максимальное значение $\varepsilon_y / \varepsilon_x = 0,17$ при $T = 20,4^\circ\text{K}$, а при

$T = 4,24^\circ$ ϵ_y / ϵ_x было меньше 0,03 и при увеличении поля до 15 000 эрст. падало до 0,01.

Полученные для цинка (1) и индия результаты в первом приближении согласуются с результатами последних теоретических работ (5-7), но предсказываемая в них независимость постоянной Холла R от

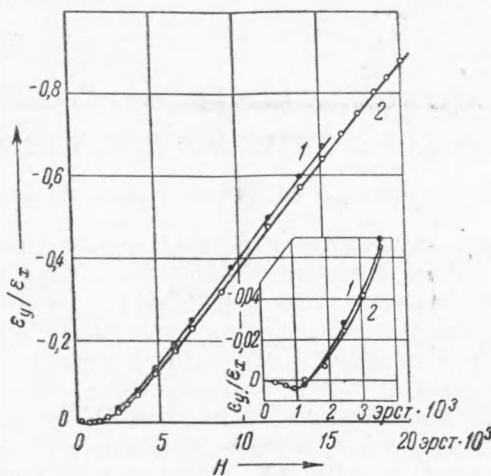


Рис. 3. Отношение поля Холла к полю в направлении тока при температурах $T = 2,17^\circ\text{K}$ (1) и $T = 4,22^\circ\text{K}$ (2)

величины магнитного поля для металлов типа цинка на опыте наблюдается лишь в предельных случаях очень малых и больших магнитных полей.

Дальнейшие исследования явления Холла в алюминии и в металлах с большим увеличением сопротивления в магнитном поле покажут, являются ли наблюденные для цинка и индия закономерности общим правилом.

В заключение автор выражает благодарность проф. Б. Г. Лазареву за интерес к работе.

Поступило
11 VII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Е. С. Боровик, ДАН, 70, 601 (1950). 2 A. W. Smith, Phys. Rev., 8, 79 (1916). 3 E. Justi и J. Kramér, Phys. Zs., 41, 197 (1940). 4 Е. С. Боровик, ДАН, 69, 767 (1949). 5 E. H. Sondheimer and A. H. Wilson, Proc. Roy. Soc., A, 190, 135 (1947). 6 E. H. Sondheimer, ibid., A, 193, 484 (1948). 7 M. Kohler, Ann. d. Phys., 6, 18 (1949).