

ФИЗИКА

Е. С. БОРОВИК

**ЭФФЕКТ ХОЛЛА В ИНДИИ**

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

В предыдущей работе <sup>(1)</sup> 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  $H = 14000$  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 <sup>(3,4)</sup> наблюдается кривая зависимости сопротивления от поля со стремлением к насыщению.

Так как было установлено <sup>(4)</sup>, 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 <sup>(1)</sup>, производились переключения направления измерительного тока и магнитного поля.

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

Как указано в предыдущей работе <sup>(1)</sup>, 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:

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

Таблица 1

Зависимость сопротивления In-4 от температуры

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

\*  $r_{0^\circ}$  — сопротивление при  $0^\circ \text{C}$ .

Здесь  $\epsilon_y$  — поле Холла,  $\epsilon_x$  — величина электрического поля в направлении тока,  $\sigma_{om}$  — 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  $\epsilon_y$  при заданном поле первичного тока  $\epsilon_x$ , 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  $H = 19\,800$  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

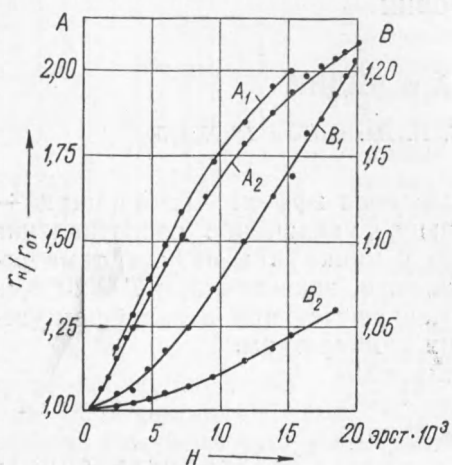


Рис. 1. Зависимость сопротивления In-4 от величины магнитного поля.  $A_1$  —  $T = 2,17^\circ \text{K}$ ;  $A_2$  —  $T = 422^\circ \text{K}$ ;  $B_1$  —  $T = 14,2^\circ \text{K}$ ;  $B_2$  —  $T = 20,4^\circ \text{K}$ . Шкалы для соответствующих кривых отмечены буквами А и В

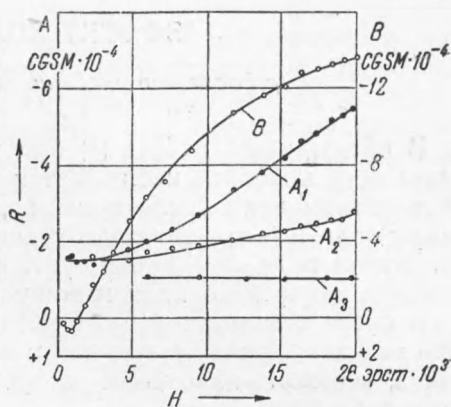


Рис. 2. Зависимость постоянной Холла  $R$  от величины магнитного поля.  $B$  —  $T = 4,22^\circ \text{K}$ ;  $A_1$  —  $T = 14,2^\circ \text{K}$ ;  $A_2$  —  $T = 20,4^\circ \text{K}$ ;  $A_3$  —  $T = 78^\circ \text{K}$

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  $r_H/r_{om} \simeq 1$ ,  $R$  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 <sup>(2)</sup> 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  $\epsilon_y/\epsilon_x$  — отношением поля Холла к электрическому полю в направлении тока.

Зависимость  $\epsilon_y/\epsilon_x$  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. Поле Холла при  $T = 4,22^\circ \text{K}$  и  $H = 20\,000$  эрст. почти достигает значения электрического поля в направлении тока ( $\epsilon_y/\epsilon_x = 0,88$ ). Зависимость  $\epsilon_y/\epsilon_x$  от  $H$  при  $H > 5000$  эрст. почти прямолинейна. Напомним, что для цинка максимальное значение  $\epsilon_y/\epsilon_x = 0,17$  при  $T = 20,4^\circ \text{K}$ , а при

$T = 4,24^\circ \text{ } \epsilon_y / \epsilon_x$  было меньше 0,03 и при увеличении поля до 15 000 эрст. падало до 0,01.

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

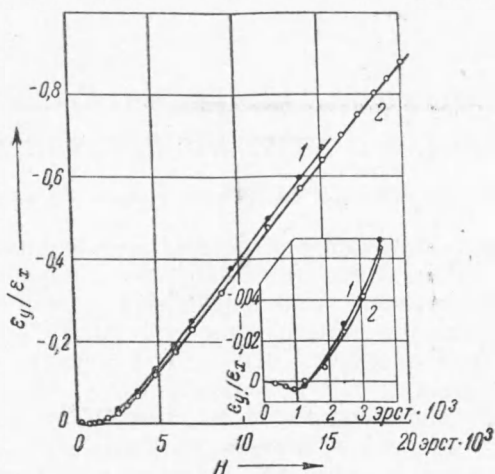


Рис. 3. Отношение поля Холла к полю в направлении тока при температурах  $T = 2,17^\circ \text{K}$  (1) и  $T = 4,22^\circ \text{K}$  (2)

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 наблюдаемые 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

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