

*Письма в ЖЭТФ*, том 20, вып. 6, стр. 370 – 374      20 сентября 1974 г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ  $Cd_xHg_{1-x}Te$   
ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

*О.Н.Белоусова, Л.А.Бовина, Я.Г.Пономарев,  
Ю.Н.Савченко, В.И.Стариков*

Исследованы гальваномагнитные свойства полупроводниковых твердых растворов  $Cd_xHg_{1-x}Te$  ( $x=0,2$ ,  $x=0,23$ ) под давлением до 14 кбар. Показано, что всестороннее сжатие снимает низкотемпературные аномалии, природа которых одинакова для всех значений параметра  $x$  ( $x \leq 23$ ).

Изменение свойств твердых растворов  $Cd_xHg_{1-x}Te$  р-типа под давлением для значений  $x$ , соответствующих полуметаллическим составам, подробно исследовано в [1, 2] при изучении перехода их в бесщелевое

состояние. Показано [2], что гальваномагнитные явления и явления переноса определяются наличием акцепторных уровней, накладывающихся на состояния непрерывного спектра и расщепляющихся в примесную акцепторную зону при концентрациях примесных центров порядка  $10^{17} \text{ см}^{-3}$  [3]. Проводимость по примесной зоне при этом составляет заметную (или даже преобладающую) долю полной проводимости.

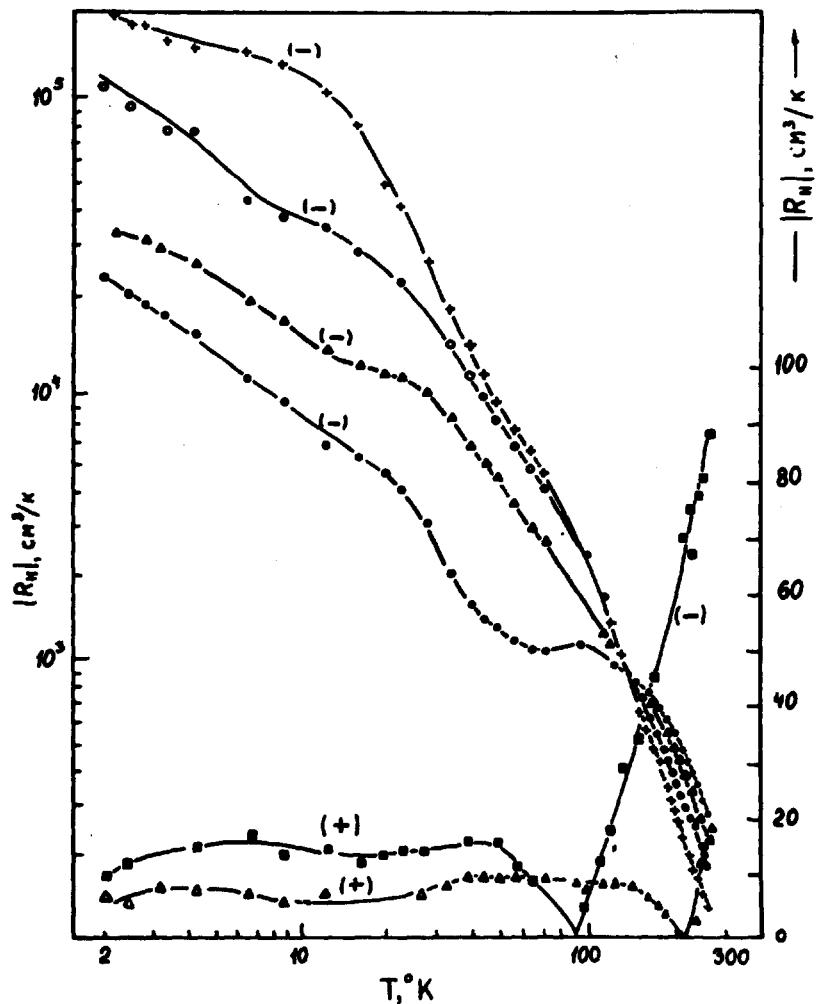


Рис. 1. Зависимость постоянной Холла  $R_H$  от температуры при различных давлениях для образца 5-2: + –  $P = 0,15 \text{ кбар}$ , о –  $P = 1,3 \text{ кбар}$ ,  $\Delta$  –  $P = 1,8 \text{ кбар}$ , • –  $P = 2,65 \text{ кбар}$ , масштаб слева; ■ –  $P = 4,4 \text{ кбар}$ ,  $\Delta$  –  $P = 8,95 \text{ кбар}$ , масштаб справа

В настоящей работе излагаются результаты экспериментов по воздействию гидростатического сжатия на свойства полупроводниковых твердых растворов р-типа проводимости. Образцы имели следующие параметры при  $P = 1 \text{ атм}$  и  $T = 4,2^\circ\text{K}$ : образец 5 – 1 –  $n = 1,6 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$ ,  $\mu_n = 1,1 \cdot 10^6 \text{ см}^2/\sigma \cdot \text{сек}$ ,  $p = 1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ ,  $\mu_p = 160 \text{ см}^2/\sigma \cdot \text{сек}$ ,  $E_g = 60 \text{ мэв}$ ;

образец 5 – 2 –  $n = 2,5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ ,  $\mu_n = 2 \cdot 10^5 \text{ см}^2/\text{с} \cdot \text{сек}$ ,  $p = 3,3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ ,  $\mu_p = 270 \text{ см}^2/\text{с} \cdot \text{сек}$ ,  $E_g = 120 \text{ мэв}$ . Параметры образцов вычислены по данным гальваномагнитных измерений в слабом поле, ширина запрещенной зоны  $E_g$  определялась оптическими методами, по наклону кривых  $\rho(T)$  в высокотемпературной области, по значениям  $R_H$  при  $T=300^\circ\text{K}$  [4], и вычислялась по значениям  $x$ , измеренным на рентгеновском микронализаторе "САМЕСА" [5]. Данные, полученные различными методами, хорошо согласуются между собой.

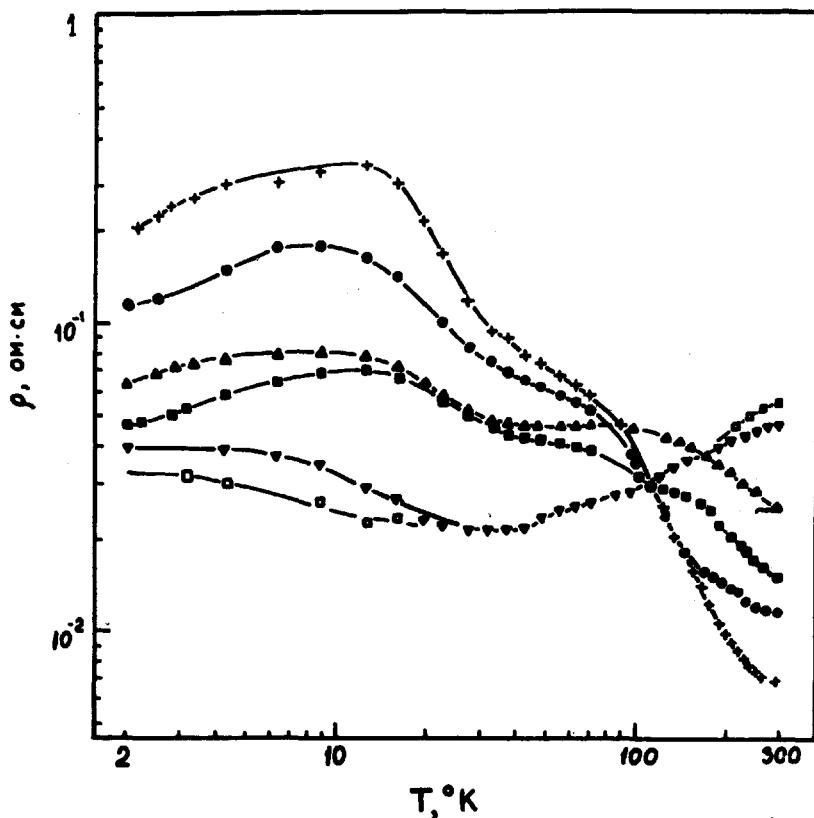


Рис. 2. Зависимость удельного сопротивления  $\rho$  образца 5–2 от температуры при различных давлениях: + –  $P = 0,15 \text{ кбар}$ , • –  $P = 1,3 \text{ кбар}$ , ▲ –  $P = 1,8 \text{ кбар}$ , ■ –  $P = 2,65 \text{ кбар}$ , ▽ –  $P = 4,4 \text{ кбар}$ , □ –  $P = 8,95 \text{ кбар}$

На рис. 1 показаны зависимости постоянной Холла  $R_H$  от температуры при давлениях  $0,15 < P \leq 8,95 \text{ кбар}$  для образца 5–2. Как и в случае полуметаллических образцов,  $R_H$  меняет знак при давлении  $P_{\text{кр}}$ ,  $2,65 < P_{\text{кр}} < 4,4 \text{ кбар}$ . Измерения проводились в слабом магнитном поле,  $\mu_n H/c \ll 1$ . Поперечное магнетосопротивление образца 5–2 при давлениях  $P \leq 2,65 \text{ кбар}$  монотонно убывает с температурой, равно как и при увеличении давления от 0,15 до 2,65 кбар при фиксированной температуре. Инверсия знака постоянной Холла при  $P = P_{\text{кр}}$  сопровождается

ся резким падением коэффициента поперечного магнетосопротивления  $\beta = \Delta\rho_{\perp}/\rho_0 H^2$  от значения  $\beta = 2 \cdot 10^{-4} \text{ э}^{-2}$  при  $P = 2,65 \text{ катм}$  до  $\beta < 10^{-8} \text{ э}^{-2}$  при  $P = 4,4 \text{ катм}$ . Необходимо отметить, что в сильном магнитном поле ( $H = 4 \text{ кэ}$ ) отношение  $\Delta\rho_{\perp}/\rho_0$  достигает аномально большого значения  $\Delta\rho_{\perp}/\rho_0 \sim 60$  при атмосферном давлении.

Зависимости удельного сопротивления  $\rho$  от температуры при различных давлениях для образца 5-2 приведены на рис. 2. Аналогичные зависимости для образца 5-1 показаны на рис. 3.

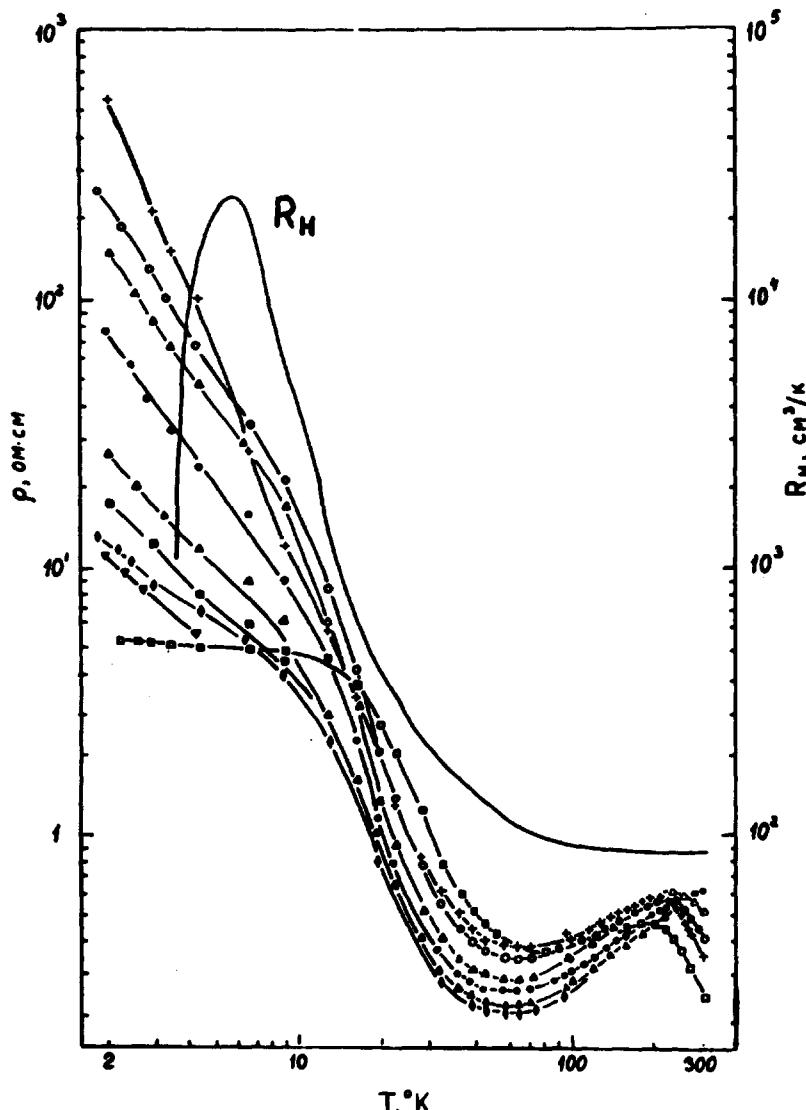


Рис. 3. Зависимость удельного сопротивления  $\rho$  при различных давлениях и постоянной Холла при  $P = 12,5 \text{ катм}$  от температуры для образца 5-1:  $\square - P = 0,15 \text{ катм}$ ,  $+- P = 1,3 \text{ катм}$ ,  $\circ - P = 1,8 \text{ катм}$ ,  $\Delta - P = 2,65 \text{ катм}$ ,  $\bullet - P = 4,4 \text{ катм}$ ,  $\blacktriangle - P = 8,95 \text{ катм}$ ,  $\blacksquare - P = 9,7 \text{ катм}$ ,  $\blacklozenge - P = 12,7 \text{ катм}$ ,  $\nabla - P = 14,1 \text{ катм}$

Постоянная Холла образца 5-1 в слабом поле обладает двойной инверсией знака при изменении температуры от 2 до 300°К,  $P \leq 2,65$  камм. При увеличении давления до 4,4 камм и более постоянная Холла этого образца положительна при всех температурах  $T \leq 300$ °К. Зависимость  $R_H(T)$  для 5-1 при  $P = 12,5$  камм также приведена на рис. 3.

Характерной особенностью исследованных образцов является уменьшение удельного сопротивления с давлением (при  $P \geq 1,3$  камм для 5-1) и наличие "активационных" участков на кривых  $\rho(T)$ ,  $R_H(T)$  (более ярко выраженных для образца 5-1) при низких температурах. В области температур  $2 \leq T < 10$ °К наблюдается, по-видимому, прыжковая проводимость по акцепторным центрам (рис. 3). Наклон кривых  $\rho(T)$  при  $10 < T < 25$ °К практически не зависит от давления, энергия активации дырочной проводимости, соответствующая этому наклону, есть приблизительно 10 мэв. "Активационный" участок наблюдается также на кривых  $R_H(T)$  (рис. 3).

Причины резкого скачка удельного сопротивления образца 5-1 при увеличении давления от 0,15 до 1,3 камм пока не ясны.

Совпадение давлений, при которых происходит смена знака постоянной Холла в образцах 5-1 и 5-2 (для обоих образцов  $P_{kp} = 3 - 3,5$  камм) с существенно различной шириной запрещенной зоны, а также корреляция с данными [2] для полуметаллических составов позволяют предположить, что низкотемпературные аномалии гальваномагнитных свойств в монокристаллах  $Cd_xHg_{1-x}Te$  имеют одинаковую природу для всех значений параметра  $x$  ( $x \leq 0,23$ ).

Московский  
физико-технический институт

Московский  
государственный университет  
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию  
15 июля 1974 г.

## Литература

- [1] T.C.Elliott, J.Melngailis, T.C.Harman, J.A.Kafalas, W.C.Kernan. Phys. Rev., B5, 2985, 1972.
- [2] Н.Б.Брандт, О.Н.Белоусова, Л.А.Бовина, В.И.Стafeев, Я.Г.Поно-  
марев. ЖЭТФ, 66, 330, 1974.
- [3] Б.Л.Гельмонт, М.И.Дьяконов. ЖЭТФ, 62, 713, 1972.
- [4] C.Verie. Phys. Stat. Sol., 17, 889, 1966.
- [5] J.L.Schmit, E.L.Stelzer. J.Appl. Phys., 40, 4865, 1969.