

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕХОДА В СВЕРХПРОВОДЯЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ОТ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ Bi_2K

Н.Е.Алексеевский

Соединение Bi_2K , как известно [1], переходит в сверхпроводящее состояние при $T = 3,57^\circ\text{K}$ и имеет положительный знак производной критической температуры по давлению. Это соединение было одним из первых сверхпроводников, у которого был обнаружен положительный знак $\partial T_K / \partial p$ [2]. Опыты по исследованию влияния давления на T_K Bi_2K ранее [2] были проведены лишь при давлении ≈ 1500 ат. Представляло интерес провести исследование изменения T_K с давлением в более широком интервале давлений. Нами были проведены измерения T_K Bi_2K в интервале давлений от нуля ~ 10 тысяч атмосфер. Определение T_K проводилось по кривой изменения сопротивления с температурой и за критическую температуру принималась температура соответствующая половине значения сопротивления в нормальном состоянии. Образцы вырезались из королька сплава (приготавливавшегося так же как и ранее [1]) и обычно имели размеры $1,5 \times 1,5 \times 5$ мм³. Отношение сопротивления при комнатной температуре к сопротивлению при $T = 4,2^\circ\text{K}$ составляло для образца 1, примерно, 298, а для образца 2 – 250¹⁾.

¹⁾ Образец 1 был приготовлен из королька выплавленного с небольшим избытком калия, а образец 2 – из королька выплавленного с небольшим избытком висмута.

Давление измерялось манганиновым сопротивлением, которое калибровалось по смещению T_K олова, при этом принималось, что величина $(\partial T_K / \partial p)$ олова равна $4,5 \cdot 10^{-5}$ град/ат.

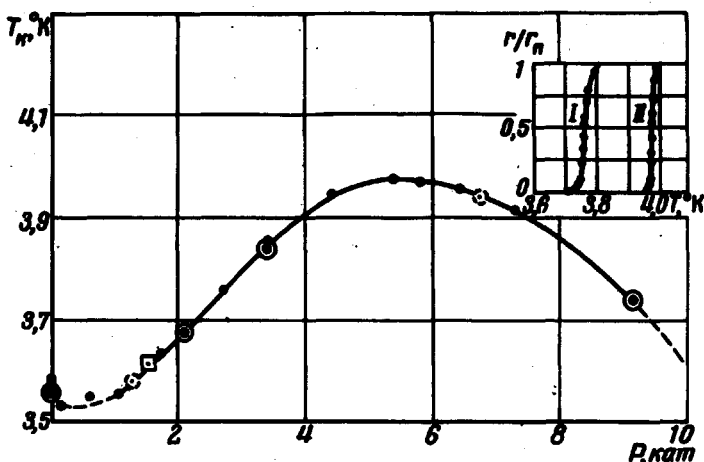


Рис. 1. Зависимость T_K от давления для Bi_2K : \odot — образец 1, \bullet — образец 2, \square — образец работы [2].

В верхнем правом углу приведены примеры зависимости $r/r_n(T)$, полученные на образце 1 для двух давлений: кривая I соответствует $P = 2770$ ат, кривая II соответствует $P = 5820$ ат

На рис. 1 показана зависимость T_K от давления полученная для двух образцов Bi_2K . Квадратной точкой обозначено T_K , полученное в [2]. Из приведенного рисунка видно, что T_K Bi_2K меняется с давлением нелинейно. В области малых давлений $\partial T_K / \partial p$, по-видимому, меньше нуля. При $P = 250$ ат $\partial T_K / \partial p$ меняет знак и достигает максимального значения $1,268 \cdot 10^{-4}$ град/ат в области $P = 2 - 3,5$ ат. В точке $P = 5,4$ ат $\partial T_K / \partial p$ обращается в нуль и, затем, в области больших давлений вновь становится отрицательной. Для образца 1 были проведены измерения зависимости критического поля от температуры как при нулевом давлении, так и при $P = 6,46$ ат. Полученные при этом данные изображены на рис.2. Как видно из рисунка кривые зависимости $H_K(T)$ как для $P = 0$, так и для $P = 6,46$ ат представляют прямые, идущие практически параллельно друг другу, при этом $\partial H_K / \partial T = 125$ э/град.

Нелинейное изменение критической температуры с давлением до сих пор было наблюдеено на таллии [3]. (На редуцированном титанате стронция также наблюдалось нелинейное изменение T_K с P , при этом T_K

падало с ростом P [4]). Однако, в случае таллия повышение T_K с давлением в максимуме зависимости $T_K(P)$ составляло всего $10^{-2} \text{ }^\circ\text{K}$. Исследование зависимости $T_K(P)$ таллия привело авторов [3] к заключению о существовании двух механизмов обуславливающих изменение T_K с давлением: одного обычного, приводящего к уменьшению T_K с P и другого приводящего к возрастанию T_K , связанного с изменением топологии поверхности Ферми с давлением, рассмотренным в [5].

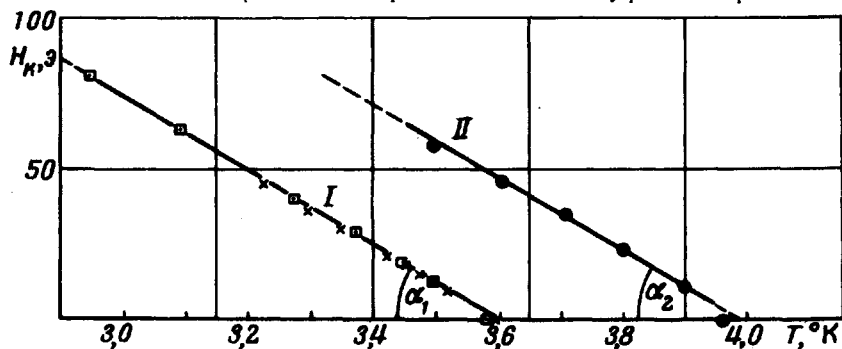


Рис. 2. Зависимость N_K от T получена как для $P=0$, так и для $P=5820 \text{ ат}$. Кривая I — $P=0$: \times — данные настоящих измерений, \square — данные измерений работы [2]. Кривая II — $P=5820 \text{ ат}$. $\alpha_1 = 125 \pm 2 \text{ }^\circ/\text{град}$; $\alpha_2 = 123 \pm 2$

Следует при этом заметить, что большая величина параметра корреляций электронов в сверхпроводнике приводит к тому, что сверхпроводящие характеристики, обычно, слабо зависят от топологических особенностей поверхности Ферми металла, и на них сказывается лишь изменение средней плотности состояний. Поэтому, если изменение топологии поверхности Ферми с давлением приводит к изменению плотности состояний, то, в случае применимости изложенной выше точки зрения к Bi_2K , следовало ожидать изменения с давлением величины $\partial N_K / \partial T$. В действительности, кривые $N_K(T)$ снятые как без давления, так и при давлении равном $6,46 \text{ кат}$ практически подобны друг другу¹⁾ и, поэтому, объяснение сложного характера зависимости $T_K(P)$, изложенное в [3] может быть не применимо в Bi_2K . Можно, однако, допустить, что вид кривой $T_K(P)$, изображенной на рис.1, обусловлен изменением фононного спектра с давлением. Действительно, если при малых давлениях спектр колебаний решетки Bi_2K является акустическим, то, для T_K должна быть справедлива формула $T_K \sim \omega_0 \exp[-1/N(0)V]$ [1],

¹⁾ Постоянство $\partial N_K / \partial T$ отмечалось уже в работе [2].

при этом T_K будет убывать с давлением. Увеличение давления может приводить к появлению новых ветвей колебаний, что в свою очередь может вызвать усиление межэлектронного притяжения, а это должно привести к росту T_K . Кроме того, под действием давления спектр колебаний может измениться и перестанет быть акустическим, тогда вместо [1] для определения T_K надо пользоваться выражением, приведенным в [6], из которого следует, что T_K растет при возникновении в решетке низкочастотных ветвей колебаний.

Дальнейшие исследования, вероятно, позволят проверить эти предположения.

Институт физических проблем
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
8 апреля 1969 г.

Литература

- [1] Н.Е.Алексеевский. ЖЭТФ, **20**, 863, 1950.
 - [2] Н.Е.Алексеевский, Н.Б.Брандт. ЖЭТФ, **22**, 200, 1952.
 - [3] Б.Г.Лазарев, Л.С.Лазарева, В.И.Макаров. ЖЭТФ, **44**, 481, 1963.
 - [4] E.R.Pfeiffer, J.F.Schooley. Phys. Rev. Lett., **19**, 783, 1967.
 - [5] И.М.Лифшиц. ЖЭТФ, **38**, 1569, 1960.
 - [6] McMillan. Phys. Rev., **167**, 331, 1968; Б.Т.Гейликман, В.З.Кресин. ФТТ (в печати).
-