

НОВЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МОДИФИКАЦИИ ИТТРИЯ

Н.Б.Брандт, И.В.Берман, Ю.П.Куркин

Исследовано электросопротивление Υ в интервале давлений P до 160 кбар и температур $0,1 + 4,2^\circ\text{K}$. При P до 110 кбар Υ не является сверхпроводником до $0,1^\circ\text{K}$. В области давлений $110 + 160$ кбар устойчивы, по-видимому, три различных кристаллических модификации Υ .

1. Элемент третьей группы периодической системы Υ при температуре $T = 300^\circ\text{K}$ и нормальном давлении обладает гексагональной плотноупакованной структурой типа АЗ [1]. Детали P - T диаграммы Υ неиз-

вестны. При максимально достижимой чистоте образцов Y не обнаруживает сверхпроводимости выше $0,02^{\circ}\text{K}$.

При исследовании электросопротивления Y в области давлений до 170 кбар и температур $1,3 - 4,2^{\circ}\text{K}$ [2] было обнаружено, что при $P \sim 110 \text{ кбар}$ Y становится сверхпроводником с температурой перехода $T_K \sim 1,3^{\circ}\text{K}$. При увеличении давления T_K возрастала до $2,7^{\circ}\text{K}$. Автор высказывает предположение, что возникновение сверхпроводимости у Y не связано с полиморфным превращением и является следствием непрерывного возрастания концентрации d-электронов при сжатии. Эта точка зрения согласуется с результатами измерения электросопротивления у Y и Ba при давлениях до 140 кбар [3]. Авторы [3] также связывают появление сверхпроводимости у Y и Ba при сжатии с возрастанием концентрации d-электронов.

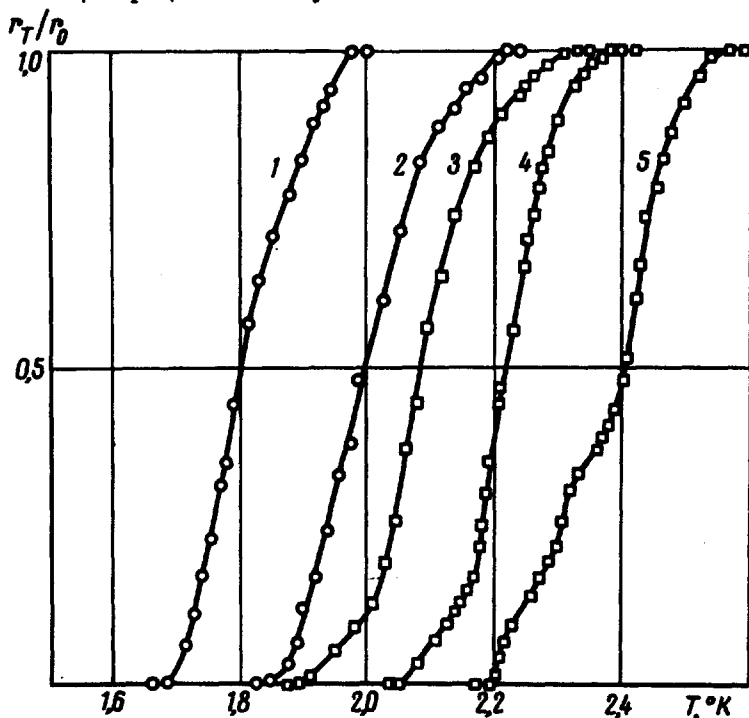


Рис. 1. Кривые переходов Y в сверхпроводящее состояние при различных давлениях. Измерения в процессе: 1 – 118 кбар , 2 – 114 кбар (образец № 1); 3 – 140 кбар , 4 – 146 кбар , 5 – 152 кбар (образец № 2)

2. Представляло интерес определить, является ли возникновение сверхпроводимости у Y скачкообразным, или, в согласии с изложенной в [2, 3] точкой зрения, T_K монотонно возрастает при сжатии от сверхнизких температур.

Нами было проведено исследование электросопротивления Y в интервале давлений до 160 кбар и температур $0,1 + 4,2^{\circ}\text{K}$. Исследовались образцы Y, чистоты 99,9%. Отношение $R_{300^{\circ}\text{K}}/R_{4,2^{\circ}\text{K}} \sim 8$ и практически не изменялось при сжатии.

Давление создавалось при комнатной температуре в камере высокого давления, описанной в [4]. Усилие создавалось либо механичес-

ким низкотемпературным прессом, либо мультипликатором. Применение механического прессы позволяло проводить измерения на одном образце при последовательном повышении давления. Абсолютная величина давления определялась по градуировочной кривой, опирающейся на реперные точки, с точностью $\pm 10\%$ [4] (при последовательном сжатии камеры, точность относительного измерения давления существенно выше). В некоторых опытах давление определялось с точностью $\pm 5\%$ по величине T_K у образцов РЬ, смонтированных вместе с исследуемым образцом [5, 6]. Температуры до $0,1^\circ\text{K}$ получались методом адиабатического размагничивания [7]. Переход образца в сверхпроводящее состояние регистрировался по изменению электросопротивления.

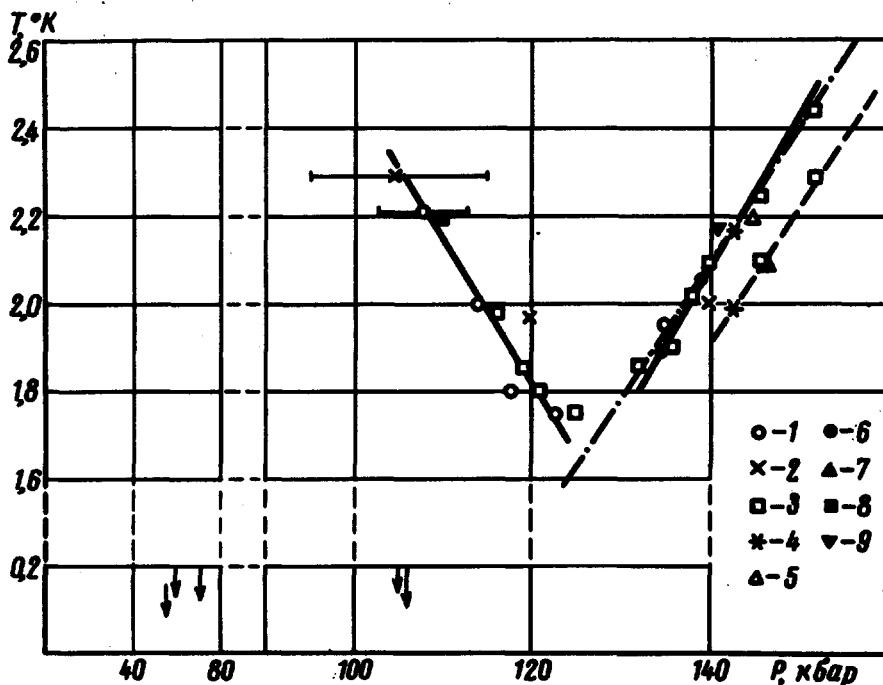


Рис. 2. Зависимость температуры сверхпроводящего перехода T_K от давления. Измерения на образцах 1 – 5 проводились в прессе (образец № 1 + РЬ), на образцах 6 – 9 – в мультипликаторе (образец № 6 + РЬ). Стрелками обозначены значения P , T_K , при которых сверхпроводимость отсутствовала (все измерения в мультипликаторе с РЬ). Штрих-пунктирная линия – результаты работы [2]

В области давлений до $105 + 110$ кбар Y не обнаруживает сверхпроводимости вплоть до температуры $\sim 0,1^\circ\text{K}$. При давлении ~ 110 кбар скачкообразно возникает сверхпроводящая модификация YII (рис. 1, кривые 1, 2) со значением $d T_K / d P = -(3,2 \pm 1) \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{K} \cdot \text{бар}^{-1}$ (рис. 2).

Начиная с давления ~ 125 кбар характер зависимости T_K от P резко меняется: T_K возрастает с $d T_K / d P = (3,5 \pm 1) \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{K} \cdot \text{бар}^{-1}$. Этот участок кривой хорошо согласуется с данными Виттига [2] и может быть отнесен к модификации $YIII$. При давлении ~ 140 кбар, по-видимому, возникает новая сверхпроводящая модификация YIV со значением

dT_K/dP , близким к dT_K/dP у YIII. На это указывают, во-первых: двухступенчатый характер кривых переходов в сверхпроводящее состояние вблизи давления перехода YIII \rightarrow YIV (независимо от способа создания давления) (рис. 1, кривые 4, 5), во-вторых – скачкообразное изменение наклона кривых критических магнитных полей $H_K(T)$ при переходе от области давлений 125 + 140 кбар к области давлений выше 140 кбар (рис. 3, кривые (4, 5), 6)). Аналогичное резкое изменение dH_K/dT при переходе от $P < 125$ кбар к $P \sim 125 + 140$ кбар (рис. 3, кривые (1, 2, 3), (4, 5)) указывает, по-видимому, на существование двух различных модификаций Y в этой области.

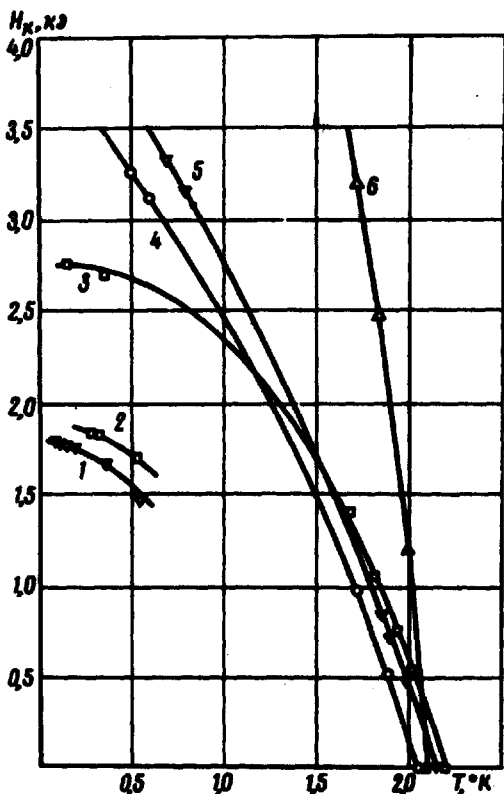


Рис. 3. Кривые критических магнитных полей Y при различных давлениях P, кбар: 1 – 125, 2 – 123, 3 – 110, 4 – 139, 5 – 141, 6 – 147

Таким образом, в области давлений до 160 кбар, по-видимому, существует три модификации Y, причем возникновение сверхпроводимости у Y при $P = 110$ кбар не является монотонным и, вероятно, не связано с увеличением концентрации d-электронов при сжатии.

Измерения электросопротивления у Ba при давлении до 60 кбар и температурах до 0,1°K показали, что у Ba, так же как и у Y, сверхпроводимость появляется скачкообразно (при $P \sim 60$ кбар).

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
15 мая 1974 г.

Литература

- [1] В.В.Евдокимова. УФН, 88, 93, 1966.
[2] I.Wittig. Phys. Rev. Lett., 24, 812, 1970.

- [3] A.R.Moodenbaugh. *Z. Fisk. Phys. Lett.*, 43A, 479, 1973.
 - [4] Н.В.Брайдт, И.В.Берман. Письма в ЖЭТФ, 7, 412, 1968.
 - [5] A.Eichler, I.Wittig. *Z. Angew. Phys.*, 25, 319, 1968.
 - [6] М.А.Ильина, Е.С.Ицкевич, Е.М.Дижур. ЖЭТФ, 61, 2357, 1971.
 - [7] И.В.Берман, Н.В.Брайдт, Н.И.Гинзбург. ЖЭТФ, 53, 124, 1967.
-