

## СВЕРХПРОВОДЯЩИЙ ПЕРЕХОД ИНДИЕВЫХ НИТЕЙ ПРИ 6К

В.Н. Богомолов, Н.А. Клушин, Ю.А. Кумзеров

В работе путем понижения размерности образца (тонкие нити с диаметром  $\sim 20 - 30 \text{ \AA}$ ) удалось повысить  $T_K$  индия до  $\sim 6 \text{ К}$ .

Известно, что при диспергировании сверхпроводников  $T_K$  может быть повышена и тем в большее число раз, чем меньше параметр электрон-фононного взаимодействия в формуле БКШ. Сверхпроводники с сильной электрон-фононной связью типа Hg или Pb практически не меняют  $T_K$  при диспергировании. Это хорошо изучено на примере тонких пленок и пористых стекол с вдавленным в них металлом (характерный размер до  $\sim 30 \text{ \AA}$ ). Индий, у которого параметр электрон-фононного взаимодействия несколько меньше, чем у Hg и Pb, меняет  $T_K$  в пленках и стеклах в  $\sim 1,3$  раза (до  $\sim 4,5 \text{ К}$ ) [1, 2]. Большую величину  $T_K$  In в пленках получить не удавалось.

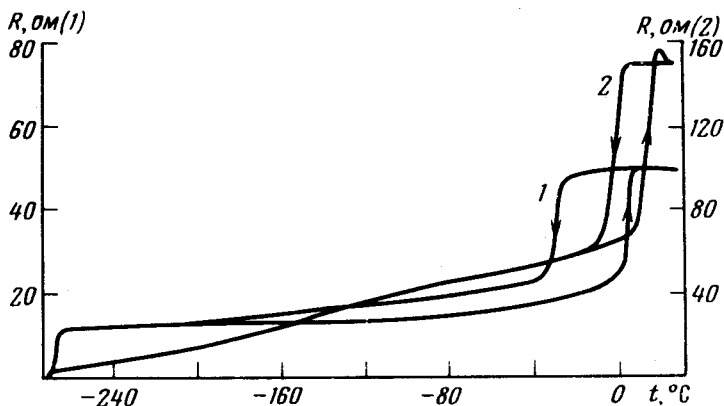


Рис. 1. Температурный ход сопротивления нитей In: 1 – нити с диаметром  $\sim 20 - 30 \text{ \AA}$ ; 2 – нити с диаметром  $\sim 40 - 70 \text{ \AA}$

Поскольку размерные эффекты в тонких нитях ("одномерность") должны проявляться сильнее, чем в пленках ("двумерность"), нам представлялось интересным измерить сверхпроводящие свойства таких нитяных объектов. Для In это было тем более интересно, что у ртутных нитей (сверхпроводник с сильной электрон-фононной связью) изменения критической температуры практически нет [3].

Индиевые нити приготавливались по аналогичной технологии. Электрический контакт к таким индиевым нитям в каналах асбеста осуществлялся через массивную ртуть. Было приготовлено два образца: один с диаметром нитей  $\sim 20 - 30 \text{ \AA}$  и второй с диаметрами  $\sim 40 - 70 \text{ \AA}$ . На рис. 1 показан температурный ход сопротивления для "тонких" – 1 и "толстых" – 2 нитей In. Качественно о величине диаметров можно судить по: 1) скачку сопротивления при плавлении и затвердевании;

2) уменьшению температуры плавления и затвердевания и гистерезису, 3) температурному ходу сопротивления твердых нитей  $I_n$ , 4) размытию сверхпроводящего перехода (см. [3]).

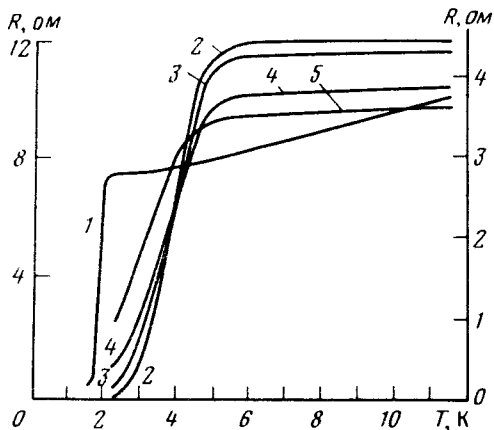


Рис. 2. Сверхпроводящий переход нитей  $I_n$ : 1 - нити с диаметром  $\sim 40 - 70 \text{ \AA}$  (ток 20 мкА, правая шкала); 2 - 5 - нити с диаметром 20 - 30  $\text{ \AA}$  (левая шкала); 2 - ток 10 мкА, 3 - 100 мкА, 4 - 500 мкА, 5 - 1 мА

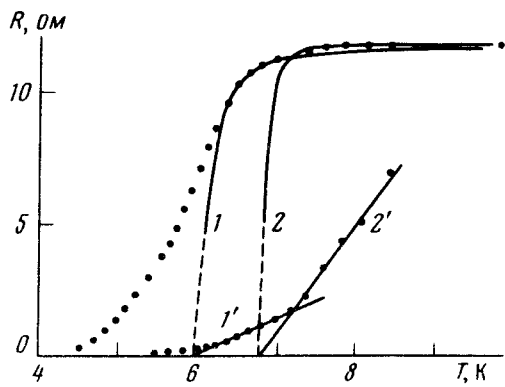


Рис. 3. Сверхпроводящий переход нитей  $I_n$  с диаметром  $\sim 20 - 30 \text{ \AA}$  (ток - 10 мкА), точки - эксперимент. 1 -  $R(T)$  соответствует зависимости,  $\sigma' = 4,1 \cdot 10^{-1} \sigma_N \left( \frac{T_c}{T - T_c} \right)^{3/2}$ ,

$$T_c = 5,95 \text{ K}; 2 - R(T) \text{ соответствует зависимости } \sigma' = 5,5 \cdot 10^{-2} \sigma_N \left( \frac{T_c}{T - T_c} \right)^{3/2}$$

$T_c = 6,77 \text{ K}$ . 1, 2 - те же зависимости в координатах  $(\sigma')^{-2/3}$  - температура. В таких координатах  $T_c$  определяется пересечением прямых с осью  $T$ . (точки - экспериментальные значения  $(\sigma')^{-2/3}$ ).

На рис. 2 и 3 приведены зависимости сопротивления от температуры в области сверхпроводящего перехода. Величина размытия перехода по температуре у "толстых" нитей  $\sim 0,1 \text{ K}$ , у "тонких"  $\sim 3 \text{ K}$ . Одновременно с резким нарастанием ширины перехода, которое, вероятно вызвано флуктуациями [3], наблюдается также заметный сдвиг середины перехода до  $\sim 5,9 \text{ K}$ . Для  $I_n$  такая температура сверхпроводящего перехода получена впервые, и причиной этого, по нашему мнению, является размерность образца (нити в отличие от пленок). Это же является, по-видимому, главной причиной возрастания роли флуктуаций. Кроме увеличения  $T_K$  можно выделить следующие особенности: 1) уменьшение сопротивления с ростом тока выше перехода у "тонких" нитей (аналогично эффекту, замеченному на нитях  $\text{Hg}$  [3]) - см. рис. 2; 2) дополнительная флуктуационная проводимость в области выше  $6,3 \text{ K}$  может быть удовлетворительно описана зависимостью  $\sigma' =$

$= A\sigma_N \left( \frac{T_c}{T - T_c} \right)^{3/2}$  с  $A = 4,1 \cdot 10^{-1}$ ,  $T_c = 5,95\text{K}$  ( $\sigma' = \sigma - \sigma_N$ ,  $\sigma_N$  — проводимость образца в нормальном состоянии) до  $7,15\text{K}$ ; после излома кривой  $R(T)$  при  $T = 7,15\text{K}$  проводимость может быть описана такой же зависимостью, но с  $A = 5,5 \cdot 10^{-2}$ ,  $T_c = 6,77\text{K}$  (см. рис. 3).

Такая температурная зависимость соответствует результатам [4], однако удивительным является разбиение температурного интервала на две области с разными значениями параметров. Природа этого явления остается неясной, хотя подобное поведение наблюдалось нами на образцах Hg и Ga.

Физико-технический институт  
им. А.Ф.Иоффе  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
4 июня 1977 г.

### Литература

- [1] W. Buckel, R. Hilsch. Z. Phys., 138, 109, 1954.
  - [2] J. H. P. Watson. Phys. Rev., 148, 223, 1966.
  - [3] В.Н. Богомолов, Ю.А. Кумзеров. Письма в ЖЭТФ, 21, 434, 1975.
  - [4] Л.Г. Асламазов, А.И. Ларкин. ФТТ, 10, 1104, 1968.
-