

ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ СЛАБОСВЯЗАННЫХ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ ЧАСТИЦ

*В.Н.Богомолов, В.В.Журавлев, А.И.Задорожний,
Е.В.Колла, Ю.А.Кумзеров*

На вольт-амперной характеристике регулярной системы слабосвязанных одинаковых сверхпроводящих частиц, когда поверхность образца покрыта металлической пленкой, вблизи T_c обнаружен обратный гистерезис (т. е. ток возвращения в сверхпроводящее состояние больше критического тока разрушения сверхпроводимости). При использовании образцов с очищенными поверхностями как генератора и приемника обнаружено их влияние друг на друга (стимуляция сверхпроводимости).

Системы г₃ большого числа одинаковых джозефсоновских переходов представляют интерес из-за возможности их синхронизации (см. ¹⁻³).

Матричным методом с помощью техники высоких давлений нами была получена регулярная система одинаковых металлических частиц, имеющих характерные размеры $\sim 2000 \text{ \AA}$ и связанных между собой перемычками с диаметрами $\sim 600 \text{ \AA}$ (заполнение матрицы металлом $\sim 25\%$).

В работе исследовались вольт-амперные характеристики (ВАХ) такой системы в сверхпроводящем состоянии. Вблизи температуры перехода ВАХ имеет аномальный характер. На рис. 1, а приведено семейство ВАХ для образца с индиевыми частицами (размер образца $0,5 \times 1,3 \times 3 \text{ мм}^3$) при температуре 3,50К. Из рисунка видно, что переход из нормального состояния в сверхпроводящее происходит при токах (I_n , $n = 3, 4$) больших, чем ток, разрушающий сверхпроводящее состояние (I_c). Величина такого „обратного“ гистерезиса зависит от максимального тока (I_n^{max}), пропущенного через образец и увеличивается с ростом I_n^{max} (рис. 1, б). Обратный гистерезис существует только вблизи критической температуры T_c (которая в нашем случае несколько выше критической температуры массивного индия). При понижении температуры он исчезает (при $T \sim 3,4\text{К}$ ВАХ имеет уже обычный вид). Оказалось, что наличие такого гистерезиса связано с существованием пленки индия, получавшейся на поверхности образца в результате его механической обработки. При удалении металла с поверхности обратный гистерезис исчезал и ВАХ приобретала вид, показанный на рис. 2, а (кривая 1).

В таком состоянии (поверхностная пленка металла удалена) нами была предпринята попытка использовать полученные системы как джозефсоновские генератор и приемник. В качестве приемника использовался образец с частицами In, в качестве генератора — образец с частицами из сплава Вуда (50% Bi, 25%Pb, 12,5%Cd, 12,5%Sn), имеющий $T_c \sim 6\text{К}$ (размеры образца $0,6 \times 2 \times 4 \text{ мм}^3$). Образцы находились в жидком гелии в 0,2 см друг от друга. Было обнаружено влияние одного образца на другой типа стимуляции сверхпроводимости ра-

диочастотным полем (см. 4,5). На рис. 2, а приведено семейство ВАХ приемника в зависимости от напряжения на генераторе (рис. 2, б). Из рисунков видно, что когда на генераторе имеется напряжение, критический ток приемника становится (кривые 2 – 7 рис. 2, а) больше критического тока (I_1) при выключенном генераторе. Кривые 4 и 8 показывают, что в данном случае нет какого-либо заметного влияния магнитного поля генератора, так как ток (и таким образом магнитное поле) в обоих случаях одинаковы, а стимуляция проявляется лишь тогда, когда на генераторе имеется напряжение (т. е. он находится в сверхпроводящем состоянии). Зависимость величины эффекта стимуляции (ток I_n) от напряжения на генераторе приведена на рис. 2, в. При повторном покрытии поверхностей образцов металлической пленкой эффект стимуляции исчезает и вблизи T_c снова появляется обратный гистерезис на ВАХ.

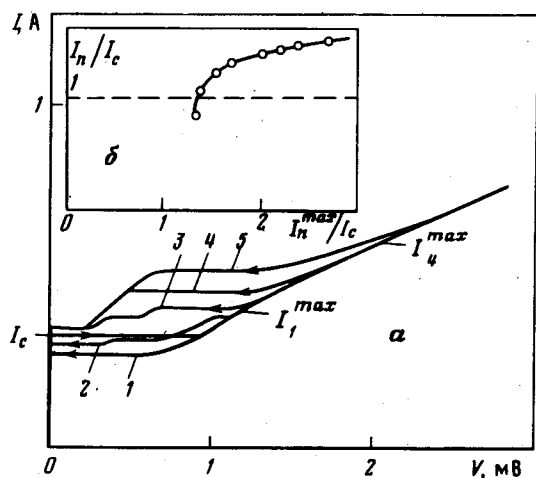


Рис.1. а – Вольт-амперные характеристики регулярной системы сверхпроводящих индиевых частиц с металлическим покрытием ($T = 3,50$ К), б – зависимость тока перехода в сверхпроводящее состояние (I_n) от максимального тока (I_n^{\max}), пропущенного через образец ($T = 3,50$ К)

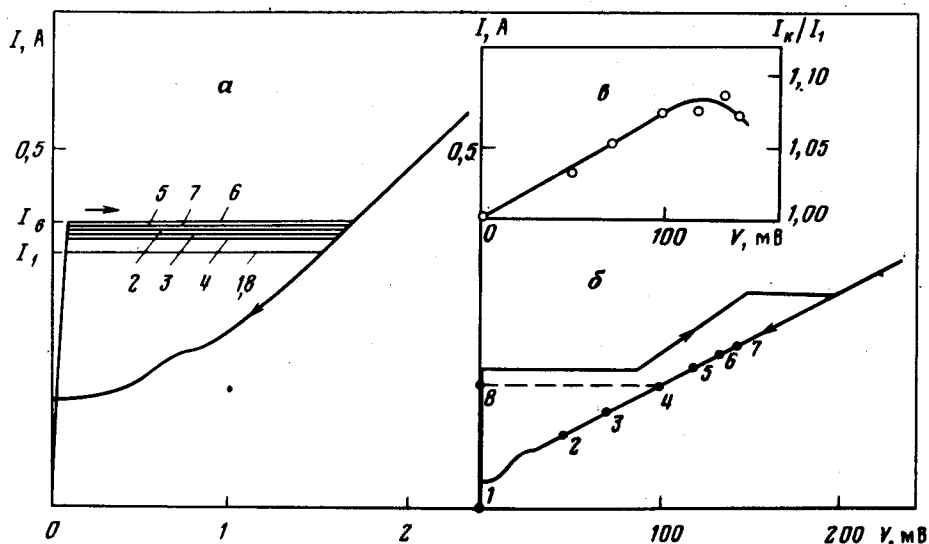


Рис.2. Система приемник – генератор из образцов с регулярно расположенными сверхпроводящими частицами (без поверхностного металла): а – ВАХ приемника из индиевых частиц ($T = 3,51$ К); $I_1 - I_8$ соответствуют различным напряжениям на генераторе, б – ВАХ генератора из сплава Вуда ($T = 3,51$ К), в – зависимость критического тока приемника от напряжения на генераторе ($T = 3,51$ К)

Таким образом, наши системы с регулярно расположенными слабосвязанными сверхпроводящими частицами демонстрируют свойства аналогичные джозефсоновским генераторам и приемникам, а при покрытии их поверхности металлической пленкой обладают вблизи T_c аномальными ВАХ, природа которых неясна. Возможно, аномалия связана с радиочастотным полем, для которого пленка является экраном, либо здесь замешаны свойства вихрей, проникающих в многосвязный образец при разрушении сверхпроводимости током.

Литература

1. *Clark T.D.* Phys. Rev., 1973, B8, 137.
2. *Jillie D.W., Lukens J., Kao Y.H.* IEEE, 1975, Mag-11, 671.
3. *Palmer D.W., Mercereau J.E.* IEEE, 1975, Mag-11, 667.
4. *Элиашберг Г.М.* Письма в ЖЭТФ, 1970, 11, 186.
5. *Асламазов Л.Г., Ларкин А.И.* ЖЭТФ, 1978, 74, 2184.

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

Поступила в редакцию
14 сентября 1982 г.