

ОСОБЕННОСТИ МИКРОМОСТИКОВ ИЗ  
СВЕРХПРОВОДНИКОВ С РЕШЕТКОЙ  $A15$

А. И. Головашкин, А. Н. Лыков, С. Л. Прищепа

УДК 537.312.62

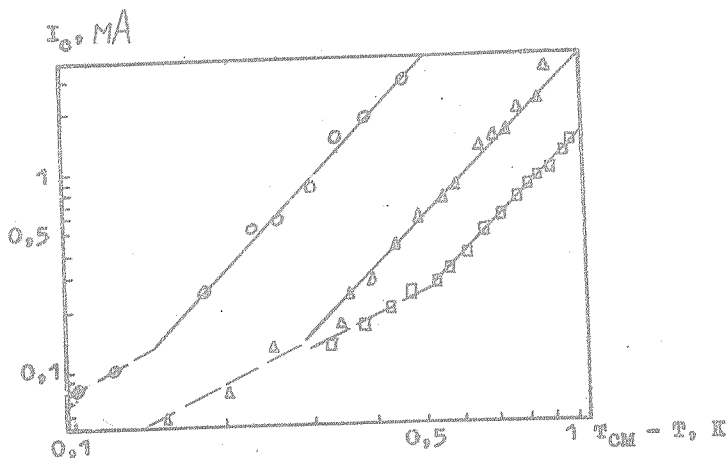
Исследованы свойства мостиков из высокотемпературных сверхпроводников. Измерены температурные зависимости критического тока, вольт-амперные характеристики, вольт-амперные характеристики контактов, находящихся в поле СВЧ, изучено влияние внешнего магнитного поля на вид ступенчатой структуры ВАХ.

Сверхпроводящие микромостики привлекают к себе внимание главным образом из-за того, что на них удается наблюдать джозефсоновские эффекты /1/. Сверхпроводники с решеткой  $A15$  представляют дополнительный интерес из-за высоких температур перехода в сверхпроводящее состояние  $T_c$ . Кроме того, они обладают большими удельными сопротивлениями и устойчивостью при термодинамических циклированиях. Для описания процессов в микромостиках из сверхпроводников с решеткой  $A15$  используется вихревая модель /2-5/. Поскольку количество вихрей в контакте определяется магнитным полем, особый интерес представляют эксперименты по изучению характера воздействия внешнего поля на характеристики контакта.

В работе изучались мостиковые пленочные контакты на основе сверхпроводящих пленок  $Nb_3Sn$  и  $V_3Si$ . Мостиковые контак-

ты изготавливались методом двойного парирования. Технология изготовления пленок и создания мостиков описана в работах /6,7/. Кроме того, часть мостиков была изготовлена методом электроэрозии. Суть этого метода состоит в бомбардировке пленки ионным лучом, получающимся при пробое диэлектрика. Этим методом нами изготавливались мостики с характерными размерами  $\sim 10$  мкм.

Одной из наиболее важных характеристик контактов, проявляющих джозефсоновские свойства, является зависимость их критического тока от температуры  $I_c(T)$ , дающая информацию о типе и качестве контактов. На рис. 1 в логарифмическом масштабе приведены подобные зависимости для мостиков, изготовленных из разных сверхпроводящих соединений. Зависимость  $I_c(T)$  для мостика из  $\text{Nb}_3\text{Sn}$  взята из работы /8/. Величина  $T_{\text{см}}$  (критическая температура мостика) определялась нами как температура, при которой наблюдается максимум в зависимости  $dR(T)/dT$ , где  $R(T)$  — сопротивление мостика. Как видно из рис. 1, вблизи  $T_{\text{см}}$  зависимость  $I_c(T)$  близка к виду  $I_c(T) \sim (T_{\text{см}} - T)^{1,25}$ , а при

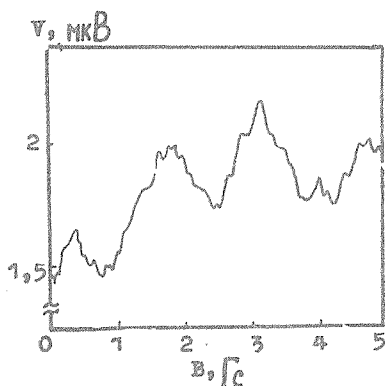


Р и с. 1. Температурная зависимость критического тока мостиков из разных сверхпроводящих материалов:  $\circ$  —  $\text{Nb}_3\text{Sn}$ ,  $\Delta$  —  $\text{Nb}_3\text{Ge}$ ,  $\square$  —  $\text{V}_3\text{Si}$ . Сплошные прямые соответствуют закону  $I_c(T) \sim (T_{\text{см}} - T)^{2,5}$ , пунктирные — закону  $I_c(T) \sim (T_{\text{см}} - T)^{1,25}$

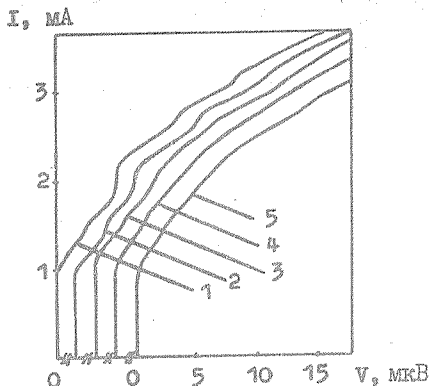
некотором удалении от  $T_{CM}$  эта зависимость становится иной:  $I_c(T) \sim (T_{CM} - T)^{2,5}$ . Причем такой закон справедлив в интервале температур шириной несколько градусов. В работе /5/ показано, что такой характер зависимости критического тока от температуры может быть объяснен при учете взаимодействия вихрей Абрикосова с неоднородностями в мостиках.

В данной работе изучалось воздействие внешнего магнитного поля на характеристики отдельных контактов. В частности, изменялась зависимость напряжения на контакте от магнитного поля при постоянном токе смещения, слегка превышающем  $I_c$ . Пример такой зависимости показан на рис. 2. Наблюдаемые осцилляции напряжения, по-видимому, вызваны проникновением квантов магнитного потока ( $\Phi_0$ ) непосредственно в мостики. В пользу такого предположения говорит оценка площади  $S$  мостика: его ширина 6 мкм, длина около 2 мкм. Как видим, для периода осцилляций  $\Delta B$  справедливо соотношение  $\Phi_0 \approx \Delta BS$ . Подобные зависимости наблюдались ранее в случае туннельных джозефсоновских переходов больших размеров /9/.

Нами проводились также эксперименты, целью которых было изучение влияния внешнего магнитного поля на вид ступенчатой структуры ВАХ, индуцируемой внешним электромагнитным полем. На



Р и с. 2. Зависимость напряжения на контакте из  $Nb_3Sn$  от магнитного поля.  $T = 15,8$  К,  $I = 2,4$  мА



Р и с. 3. ВАХ контакта из  $Nb_3Sn$  в магнитном поле. Ширина контакта - 20 мкм, длина - 30 мкм,  $T = 14,2$  К. Напряженность магнитного поля 0 Гс (1), 5 Гс (2), 10 Гс (3), 15 Гс (4), 20 Гс (5)

рис. 3 показано изменение ВАХ мостикового контакта из  $Nb_3Sn$ , приготовленного методом электроэрозии, в магнитном поле. Частота  $f$  излучения в данном случае 2,44 ИТц. Как видно из этого рисунка, при нулевом поле, несмотря на большие размеры мостика (20x30 мкм), на ВАХ наблюдаются обычные ступеньки тока при напряжении  $V_n = nhf/2e$ , где  $n$  - номер ступеньки,  $h$  - постоянная Планка,  $e$  - заряд электронов. С увеличением магнитного поля ступеньки тока постепенно уменьшаются и в поле 15-20 Гс совсем исчезают. Хотя, как видно из рисунка, амплитуда критического тока при этом мало меняется. Такое поведение контактов согласуется с вихревым характером процессов в них. В рамках вихревой модели возникновение ступенек объясняется синхронизацией движения вихрей внешним СВЧ полем. Прикладываемое к контакту магнитное поле увеличивает количество вихрей в контакте, при этом синхронизировать их движение становится труднее.

В заключение авторы благодарят В. И. Деду за помощь в работе.

Поступила в редакцию  
15 июня 1983 г.

## Л и т е р а т у р а

1. P. W. Anderson, A. N. Davyd, Phys. Rev. Lett., 13, 195(1964).
2. К. К. Лихарев, ЖЭТФ, 61, 1700 (1971).
3. Л. Г. Асламазов, А. И. Ларкин, ЖЭТФ, 68, 766 (1975).
4. А. И. Головашкин, А. Н. Лыков, ЖЭТФ, 74, 214 (1978).
5. А. Н. Лыков, ФТТ, 24, 3353 (1982).
6. А. И. Головашкин, А. Н. Лыков, Препринт ФИАН № 203, М., 1977 г.
7. А. И. Головашкин, А. Н. Лыков, С. Л. Прищепина, ЖЭТФ, 76, 1316 (1979).
8. А. И. Головашкин, А. Н. Лыков, Е. В. Печень, Краткие сообщения по физике ФИАН № 11, 6 (1978).
9. J. Matluso, J. Appl. Phys., 40, 1813 (1969).