

с наносекундными экспозициями. Это позволит использовать электронограф ЭМР-100 для исследования быстротекающих структурных изменений в различных объектах.

## Л и т е р а т у р а

- [1] Карпов С.Ю., Ковальчук Ю.В., Погорельский Ю.В. - ФТП, 1986, т. 20, в. 11, с. 1945-1969.
- [2] Колсон У.В., Ферсон Дж., Кинг Ф.Т. - Приборы для научных исследований, 1973, № 12, с. 6-8.
- [3] Саинов Н.А., Галяутдинов М.Ф., Хайбуллин И.Б., Штырков Е.И. - ПТЭ, 1982, № 3, с. 193.
- [4] Галяутдинов М.Ф., Саинов Н.А., Хайбуллин И.Б., Штырков Е.И. В кн.: Тез. докл. У Всесоюз. совещ. по нерезонансному взаимодействию оптического излучения с веществом. 1981. 394 с.
- [5] Вайнштейн Б.К. Структурная электронография. М., 1956. 316 с.

Казанский  
физико-технический институт

Поступило в Редакцию  
14 июля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 18

26 сентября 1988 г.

### НАБЛЮДЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭФФЕКТА ДЖОЗЕФСОНА В ДЛИННЫХ МОСТИКАХ ИЗ КЕРАМИКИ $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$

Н.П. Герасимов, В.И. Кржимовский,  
А.С. Катков, С.В. Козырев,  
Е.И. Леонов, В.Ф. Мастеров,  
С.Э. Хабаров

Уже сообщалось о наблюдении нестационарного эффекта Джозефсона [1] в прижимных точечных контактах типа „игла - плоскость“: например, в [2] оба берега контакта были выполнены из керамики  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ , в [3] игла из классического сверхпроводника ниобия прижималась к поверхности монокристалла состава  $Eu_1Ba_2Cu_3O_7$ . В обеих работах использовалось СВЧ-излучение с частотой  $f \sim 10$  ГГц.

В настоящей работе исследуются вольт-амперные характеристики (ВАХ) устройства, показанного на врезке рис. 1, состоящего из двух пластин керамики  $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$  размером  $1.5 \times 2 \times 6$  мм<sup>3</sup>, приклеенных к слою изолятора толщиной порядка 30 мкм. Слабая связь была изготовлена скрабированием верхней пластины (толщина разреза 0.8 мм) и представляла собой длинный мостик [4]. Площадь сечения менялась углублением разреза (при этом контролиро-

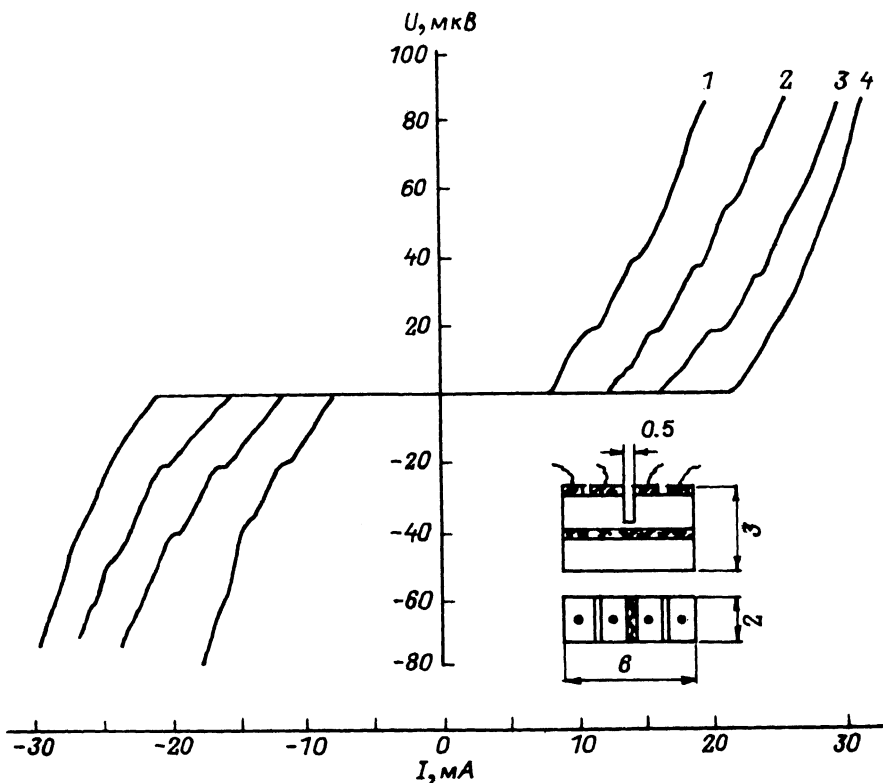


Рис. 1. ВАХ устройства при СВЧ - облучении разной мощности: кривая 1 - 30 мВт, 2 - 15 мВт, 3 - 5 мВт, 4 - 0 мВт;  $f = 9.5$  ГГц,  $T = 50$  К,  $R = 1.3$  Ом. На врезке - схематическое изображение устройства.

валось сопротивление устройства  $R$ ) и составляла величину  $10^{-2}$  мм<sup>2</sup>. О таком способе изготовления длинного мостика сообщалось ранее в [5].

ВАХ слабой связи измерялись с помощью четырех зондов из пластины, сделанных на верхней пластине (см. на врезке рис. 1, вид сверху). Между зондами были сделаны неглубокие разрезы (1 мм). При комнатной температуре величина сопротивления слабой связи была порядка 10 Ом, а в жидком азоте уменьшалась почти на три порядка. Для использованной керамики переход в сверхпроводящее состояние, определенный по электромагнитному эффекту [6], начинался при  $T = 88$  К.

Важным моментом являлось согласование данного устройства с СВЧ-трактом. Оно рассматривалось как отрезок полосковой линии, и для согласования был применен полосковый трансформатор импе-

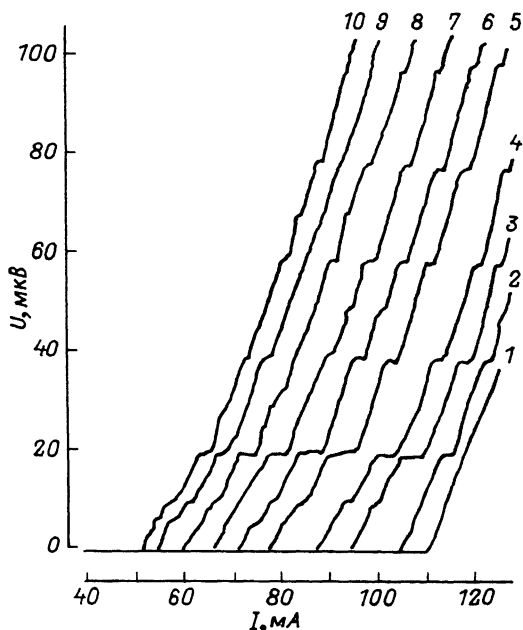


Рис. 2. ВАХ устройства (кривая 1) при СВЧ-облучении разной мощности: от 0.5 мВт (кривая 2) до 60 мВт (кривая 10);  $f = 9.5$  ГГц,  $T = 4.2$  К,  $R = 0.68$  Ом.

дансов длиной  $l$ , волновое сопротивление которого изменялось по закону:

$$\rho(x) = \rho(0) \exp\left(\frac{x}{l} \ln r\right), \quad (1)$$

где  $r$  - перепад волновых сопротивлений согласуемых полосковых линий,  $x$  - координата вдоль полосковой линии по направлению распространения электромагнитной волны.

Измерения проводились на аппаратуре эталонного комплекса, воспроизводящего размер единицы ЭДС - Вольт [7].

На рис. 1 и 2 показаны ВАХ устройства как без, так и при воздействии СВЧ-излучения различного уровня мощности ( $P \leq 60$  мВт) при  $T = 50$  К и  $T = 4.2$  К. Появляющиеся на ВАХ ступеньки напряжения удовлетворяют соотношению [1]:

$$V_n = n \Phi_0 f, \quad (2)$$

где  $n$  - целое число,  $\Phi_0$  - квант магнитного потока. Кроме того, наблюдаются особенности при других напряжениях, не удовлетворя-

ющих соотношению (2), особенно при гелиевых температурах и сравнительно больших мощностях СВЧ-излучения. Величины характерных напряжений  $V_{сх} = I_{кр} R$  порядка 100 мкВ при  $T = 50$  К и 220 мкВ при  $T = 4.2$  К, что несколько больше, чем в [2].

В работе [4] наблюдение при СВЧ-облучении ступеней напряжения на ВАХ при значениях, удовлетворяющих соотношению

$$V_{n,m} = \frac{n}{m} \cdot \Phi_0 \cdot f \quad (3)$$

объясняют когерентным движением вихрей, возникающих под действием магнитной составляющей СВЧ-поля. Однако там же отмечается, что этот эффект по своей природе очень чувствителен к степени однородности материала слабой связи. По нашему мнению, наблюдение нестационарного эффекта Джозефсона в длинных мостиках из керамики (и особенности его проявления) является следствием того, что керамика представляет собой неупорядоченную систему слабых связей — джозефсоновскую среду [6, 8]. При этом имеет место синхронизация слабых связей, находящихся в объеме мостика.

Авторы благодарят Ю.В. Шмарцева за постоянный интерес и внимание к работе.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] Бароне А., Патерно Дж. Эффект Джозефсона, физика и применение, М.: Мир, 1984, с. 640.
- [2] Веркин Б.И., Бондаренко С.И., Дмитриев В.М. — и др. — ФНТ, 1987, т. 13, в. 9, с. 995-998.
- [3] Веденеев С.И., Казаков И.П., Кирьянов А.П., Максимовский С.Н. — Письма ЖЭТФ, 1988, т. 47, в. 3, с. 159-161.
- [4] Лихарев К.К. Сверхпроводящие слабые связи. — УФН, 1979, т. 127, в. 2, с. 185-220.
- [5] Fan Changxin, Sun Lin, Miao Wosai, Liu Jun. — Sol. St. Comm., 1987, v. 64, N 5, p. 689-690.
- [6] Мастеров В.Ф., Егоров А.И., Герасимов Н.П. и др. — Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 46, в. 7, с. 298-302.
- [7] Кржимовский В.И., Айнитдинов Х.А., Боровицкий С.И., Гохнер А.С. — Изм. техн., 1983, № 2, с. 31.
- [8] Закосаренко В.М., Ильичёв Е.В., Никифорова Т.В., Тулин В.А. — Письма в ЖТФ, 1987, т. 13, в. 22, с. 1389-1394.