

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Научный совет по проблеме "Физика низких температур"
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**30-е СОВЕЩАНИЕ
ПО ФИЗИКЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

6-8 сентября 1994 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ЧАСТЬ 1

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ,
ВКЛЮЧАЯ ВТСП**

Дубна, 1994

Температурная зависимость нормального сопротивления ВТСП джозефсоновского контакта на бикристаллической подложке.

И.И. Венгрус, А.Г. Маресов, О.В. Сизигрев, физ. ф-т, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

И.А. Девятов, М.Ю. Куприянов, НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Нами было исследовано поведение нормального сопротивления ВТСП джозефсоновских контактов в области температур 4.2+90 К.

Для изготовления джозефсоновских контактов использовали бикристаллические подложки SrTiO₃ [1]. Половинки подложек были симметрично развернуты относительно "шва", то есть линии сгоя, угол разоритации составлял 36°. Тонкие Y₁Ba₂Cu₃O₇ пленки напылялись путем лазерного испарения мишени, приготовленной по стандартной технологии из смеси порошков оксидов элементов, образующих ВТСП керамику.

Качество образцов контролировалось с помощью измерения зависимости сопротивления и магнитной проницаемости сверхпроводящей пленки от температуры. Температура перехода образцов в сверхпроводящее состояние обычно составляла T=90+92 К, ширина перехода - ΔT=0.2+0.3 К.

Джозефсоновские контакты изготавливались путем формирования в пленке структуры с микромостиком, пересекающим линию "шва". Для этого использовались или метод лазерного скрайбирования [2], или стандартные методы фотолитографии с последующим травлением структуры в 0.1% HNO₃. Ширина мостиков обычно составляла 8+16 мкм, так что при толщине пленки 0.3 +0.5 мкм критический ток переходов при температуре 77 К принимал значения в диапазоне 30+120 мкА.

Измерение вольтамперных характеристик полученных контактов производилось по стандартной четырехзондовой методике. Кривые, снятые в диапазоне температур 4.2+80 К, имели форму, хорошо описываемую с помощью модели резистивно шунтированного туннельного перехода. На основе вольтамперных характеристик, снятых при различных температурах, была построена зависимость нормального сопротивления от температуры R_n(T) (см. рис.1). В качестве нормального сопротивления контактов принималось дифференциальное сопротивление на вольтамперной характеристике R_d=dV/dI при значениях тока смещения I_B ≈ 10I_c (при таких токах смещения производная dV/dI практически уже не изменялась).

Из рис.1 видно, что форма температурной зависимости R_n(T) отличается от обычной полупроводниковой активационной зависимости R ∝ exp(E/kT) выходом на плато в области низких температур. Возможным объяснением этого является туннелирование электронов через локализованные состояния (Л.С.),

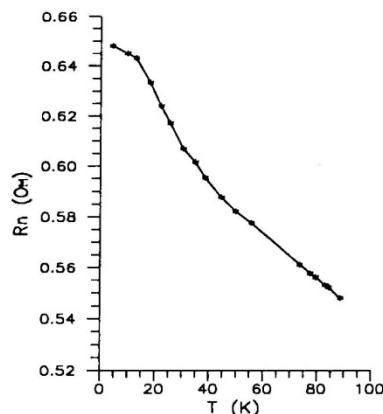


Рис.1

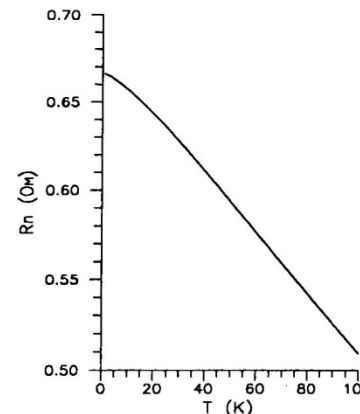


Рис.2

расположенные в прослойке. Известно [3], что туннелирование электронов с металлических берегов через последовательность Л.С. приводит к степенной температурной зависимости сопротивления и обеспечивает экспоненциально большую проводимость, чем канал прямого туннелирования: $\sigma_m \propto T^{\left(\frac{m-2}{m+1}\right)} \exp\left(-\frac{2d}{(m+1)\alpha}\right)$, где σ_m - проводимость канала, содержащего m Л.С., d - толщина прослойки, α - радиус Л.С. В рассматриваемом случае бикристаллических контактов с крайне малыми (несколько элементарных ячеек) толщинами прослойки разумно ограничиться случаем $m \leq 2$. Тогда проводимость контакта можно представить в виде суммы температурно-независящей компоненты G_0 (описывающей прямое туннелирование и туннелирование через одно Л.С.) и температурно-зависящей $G_1=A \cdot T^{4/3}$ [3] (описывающей туннелирование через два Л.С.). Полагая константы $G_0=1.5 \text{ Ом}^{-1}$, $A=0.001 \text{ Ом}^{-1}\text{К}^{-4/3}$ приходим к удовлетворительному согласию с экспериментальными данными (см. рис. 2).

Таким образом, измеренная температурная зависимость сопротивления бикристаллических контактов обнаружила необычное поведение в области низких температур ($T < 30 \text{ К}$) и позволила предположить наличие Л.С. в прослойке контакта.

1. Венгрус И.И. и др. // СФХТ. 1993. Т.6. С.1730.
2. Kovalev A.S. et al.// Extended abstracts of ISEC'89.
3. Глазман Л.И., Матвеев К.А.// ЖЭТФ. 1988. Т.94. С.332.