

## ПОРОГ В СТИМУЛЯЦИИ КРИТИЧЕСКОГО ТОКА ТОНКОПЛЕНЧНЫХ МОСТИКОВ ПОЛЕМ СВЧ

*С.А.Песковацкий, Л.П.Стрижко*

Экспериментально исследована стимуляция критического тока коротких мостиков на малом уровне мощности СВЧ. Обнаружены новые качественные особенности явления, в том числе порог в стимуляции по уровню мощности СВЧ.

Исследования явления стимуляции сверхпроводимости полем СВЧ в сверхпроводниках малых размеров (СМР), интенсивно ведущиеся в пос-

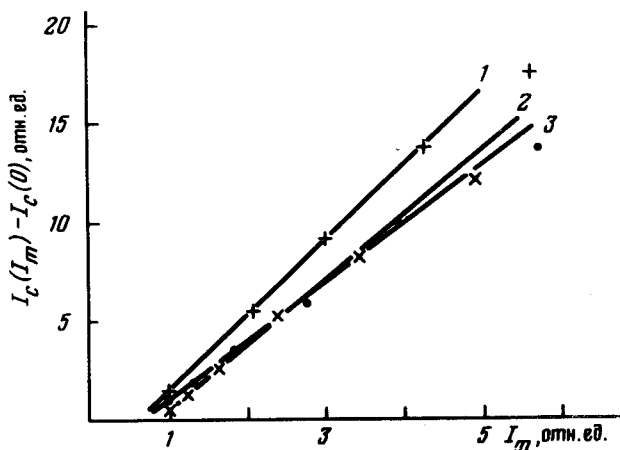
леднее время, пока оставляют открытым вопрос о механизме этого явления. Полученные к настоящему времени результаты позволили исследовать максимальную величину увеличения  $I_c(T)$ , определить частотные и температурные пределы эффекта. В то же время количественное сравнение полученных результатов с теорией не устранило существование различных точек зрения на механизм явления. По-видимому, количественные результаты для СМР, геометрические размеры, конфигурация, структура и физическая однородность которых не могут быть определены с высокой точностью, не всегда могут быть использованы как критерий того или иного механизма. В связи с этим интерес представляет исследование качественных особенностей явления. Так, информацию о механизме стимуляции может дать функциональная зависимость  $I_c(P)$ , в частности, исследование стимуляции  $I_c$  при малых уровнях СВЧ мощности  $P$ , так как в теории поведение  $I_c(P)$  при малых  $P$  существенно различно для двух предложенных механизмов [1, 2]. Для механизма стимуляции, предложенного Элиашбергом [1], характерна линейная зависимость  $I_c(P)$ , в то время как для механизма, предложенного в недавней работе Асламазова и Ларкина [2], характерна более сложная зависимость  $I_c(P)$ : участку линейного роста  $I_c$  предшествует участок подавления  $I_c$ , т.е. имеется "порог" по уровню внешнего сигнала,  $I_c(P) > I_c(0)$  только при  $P > P_0$ . В известных экспериментальных работах стимуляция сверхпроводимости на малых уровнях мощности СВЧ (начальный участок зависимости  $I_c(P)$ ) специально не изучалась, имеющиеся результаты представлены в виде, не позволяющем сделать определенные утверждения о зависимости  $I_c(P)$  при малых  $P$ . В связи с этим мы публикуем результаты изучения начального участка зависимости  $I_c(P)$ , полученные в 3-см и 6-мм диапазонах СВЧ.

Образцами служили мостики постоянной толщины размерами  $l = 0,6 - 2$  мкм,  $w = 0,6 - 3$  мкм,  $d = 40 - 130$  нм, полученные царапанием пленки олова, нанесенной на слюдяную подложку. СВЧ излучение подавалось по коаксиалу и щелевой линии или по волноводу пониженного сечения, к торцу которого была прижата подложка с мостиком. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) записывалась с использованием усилителей И37 и Ф116. Критический ток определялся как ток появления напряжения на мостике, равного ширине дорожки, прописываемой самописцем ( $\approx 20 - 30$  нВ). Идущие к образцу провода имели радиочастотные фильтры, а образец был помещен в сверхпроводящий экран. Стабилизация температуры осуществлялась фотоэлектрически с точностью по отношению к медленным изменениям ( $\approx 2 - 3$  сек) не хуже  $10^{-4}$  К.

Экспериментальные результаты, часть из которых приведена на рисунке, обнаруживают следующие особенности, характерные для большинства исследованных мостиков.

1. При малых уровнях мощности (0,01 - 0,015 уровня мощности, соответствующей максимальному увеличению  $I_c$ ) величина  $I_c$  не изменяется или изменяется слабо. Этот пороговый участок зависимости  $I_c(P)$  хорошо виден при построении зависимости  $I_c(I_m) - I_c(0)$ , где  $I_m$  - амплитуда тока внешнего сигнала. Тщательное построение с возможной

при этом точностью результатов других авторов [ 3 , 4 ] в координатах  $I_m$  ,  $I_c(I_m) - I_c(0)$  также показывает существование порога в стимуляции сверхпроводимости полем СВЧ<sup>1)</sup>. Подобные результаты были нами получены и в 6-мм диапазоне, с тем отличием, что из-за существования для этой частоты температурного порога [ 5 ], наблюдавшегося и в наших экспериментах, вблизи него возрастал порог по мощности СВЧ сигнала. В обоих диапазонах не наблюдалось уменьшение  $I_c$  , предшествующее стимуляции.



Стимуляция  $I_c$  полем СВЧ 3-см диапазона. Размеры мостиков в мкм: 1 -  $k = 0,8$ ,  $w = 1,2$ ,  $d = 0,08$ . 2 -  $l = 0,8$ ,  $w = 1,4$ ,  $d = 0,07$ . 3 -  $l = 0,5$ ,  $w = 3,3$ ,  $d = 0,07$ .  $I_c$  и относительные единицы разности  $I_c(I_m) - I_c(0)$  - мкА, соответственно: 1 - 101,7 и 10,4; 2 - 49 - 1,9; 3 - 55 и 5,1

2. Превышение порогового уровня приводит к близкому к линейному по току СВЧ увеличению  $I_c$  в достаточно широком интервале величин внешнего сигнала. Линейный по току внешнего сигнала участок кривой подрастания  $I_c$  наблюдался для большинства мостиков и только в отдельных случаях можно было говорить о зависимости близкой к линейной по мощности. Обработка результатов работы [ 4 ] также указывает на существование линейного по току СВЧ участка.

3. Близкий к линейному участок при дальнейшем росте уровня СВЧ выходит на плавный максимум и участок быстрого ( скачкообразного — при гистерезисной ВАХ) падения  $I_c$  . Ранее быстрый спад  $I_c$  наблюдался во многих работах и его появление, как и появление гистерезиса ВАХ, обычно связывают с решеточным перегревом мостика до температуры  $T > T_c$  [ 3 ]. В нашем случае, когда при включении СВЧ сигнала наблюдалось как смещение начала резистивного участка гистерезисной ВАХ в сторону больших токов (т.е. можно было говорить о стимуляции

<sup>1)</sup> При подготовке статьи к печати была опубликована работа [ 5 ], где также отмечался случай существования порога по мощности СВЧ.

сверхпроводимости и в этом случае) с одновременным появлением обычной ступеньки, так и появление ступенек на ВАХ при уровне СВЧ большем вызвавшего скачкообразное изменение  $I_c$ , необходимо, очевидно, предположить существование дополнительных причин резкого спада  $I_c$ .

Таким образом, в 3-см и 6-мм диапазонах СВЧ обнаружен порог в стимуляции критического тока коротких мостиков, который отсутствует для механизма [ 1 ] и может быть связан с механизмом стимуляции, рассмотренным в работе [ 2 ] и действующим в коротких СМР. Этому не противоречит отмеченное выше по результатам работы [ 3 ] существование порога в стимуляции  $I_c$  длинных геометрически однородных пленок, так как обычно присутствующий разброс  $T_c$  по длине пленки (0,02 – 0,03 К [ 6 ] ) делает в исследованной области температур геометрически однородную пленку неоднородной физически. В то же время наблюдающийся линейный по току участок кривой стимуляции при  $I_m > I_{m_0} / P > P_0$  не может быть связан с механизмом [ 2 ], где при  $P > P_0$  рост тока должен быть линейен по мощности, и требует дальнейшего исследования.

Харьковский  
институт радиофизики и электроники  
Академии наук УССР

Поступила в редакцию  
18 ноября 1978 г.

### Литература

- [ 1 ] Г.М.Элиашберг. Письма в ЖЭТФ, 11, 186, 1970; ЖЭТФ, 61, 1254, 1971.
- [ 2 ] Л.Г.Асламазов, А.И.Ларкин. ЖЭТФ, 74, 2184, 1978.
- [ 3 ] Ю.И.Латышев, Ф.Я.Надь. ЖЭТФ, 71, 2158, 1976.
- [ 4 ] J.A.Pals. Phys. Lett., 61A, 275, 1977.
- [ 5 ] В.М.Дмитриев, Е.В.Христенко. ФНТ, 4, 821, 1978.
- [ 6 ] W.J.Skocpol, M.R.Beasley, M.Tinkham. J. Low Temp. Phys., 16, 145, 1974.