

## ГЕНЕРИРОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТОНКИМИ СВЕРХПРОВОДЯЩИМИ ПЛЕНКАМИ ОЛОВА

*Г.Е. Чурилов, В.М. Дмитриев, А.П. Бескорный*

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнения то обстоятельство, что сверхпроводники, и в особенности сверхпроводники малых размеров, обладают сильными нелинейными свойствами. Механизмы их могут быть разными, но их внешние проявления во многом сходны. Это можно проследить на основе анализа слабосвязанных сверхпроводников [1] и тонких сверхпроводящих пленок [2-5]. И если слабосвязанные сверхпроводники типа джозефсоновских переходов или точечных контактов уверенно генерируют электромагнитные волны, то на мостиках получен пока только шумовой низкочастотный спектр [6]. На тонких же сверхпроводящих пленках, не имеющих специальной геометрии или структуры наблюдалась только параметрическая генерация, требующая присутствия, по крайней мере, одного высокочастотного сигнала накачки [2-4].

В настоящей работе описываются результаты экспериментов по обнаружению генерации высокочастотных колебаний длинными тонкими сверхпроводящими пленками. Исследовались пленки олова, нанесенные на стеклянную подложку методом вакуумного напыления и имеющие следующие размеры: толщина  $250 \text{ \AA}$ , ширина  $0,15 \text{ мм}$ , длина  $13 \text{ мм}$ . Пленки имели токовые и потенциальные контакты и включались либо в колебательный контур, находящийся в жидком гелии и являющийся входным контуром резонансного усилителя, либо непосредственно ко входу усилителя. Последний имел несколько диапазонов частот в пределах от  $30$  до  $230 \text{ МГц}$  и давал усиление  $4,5 \cdot 10^5$ .

Исследуемые пленки при температуре  $4,2^\circ\text{K}$  имели сопротивление  $60 \text{ ом}$ . Во время экспериментов через пленку пропускался постоянный ток и велась синхронная запись вольт-амперных характеристик пленки и генерируемого высокочастотного сигнала.

Как видно из рис.1, генерирование высокочастотных колебаний происходит, когда пленка находится в резистивном состоянии. При этом на вольт-амперной характеристике появляется особенность, если пленка включена в колебательный контур. В области особенности при прямом и обратном ходе тока (т.е. при увеличении и уменьшении тока) ги-

стерезис отсутствует. Если же пленка подключалась непосредственно ко входу усилителя, то генерация высокочастотных колебаний продолжалась при тех же значениях тока, а особенность на вольт-амперной характеристике исчезала.

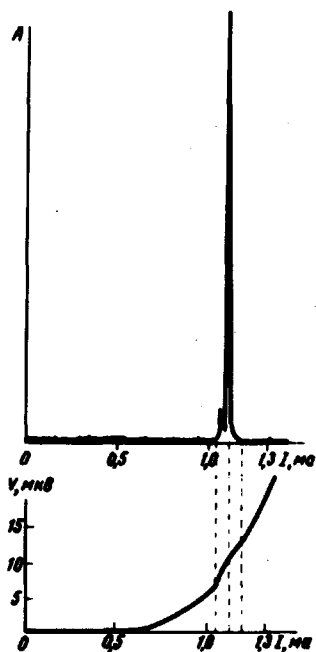


Рис.1

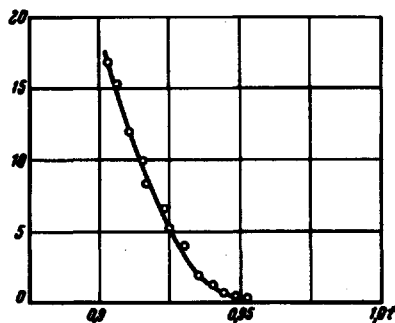


Рис.2

При данной температуре и данном значении тока в пределах резистивного участка на вольт-амперной характеристике генерируется одна частота. При увеличении тока частота генерируемого сигнала растет, т.е. каждому значению тока соответствует свое значение частоты. Чтобы убедиться в этом, с помощью генератора стандартных сигналов была снята амплитудно-частотная характеристика используемого усилителя. Затем к его входу подключалась сверхпроводящая пленка, а с выхода снимался сигнал в зависимости от тока через пленку. Полученная таким образом зависимость полностью повторяла амплитудно-частотную характеристику усилителя. Это говорит о достаточно высокой монохроматичности генерируемого сигнала. С понижением температуры возбуждение данной частоты происходит при больших токах и напряжениях до тех пор, пока полностью исчезает резистивный участок и пленка переходит в нормальное состояние. После этого генерация не наблюдается, Зависимость амплитуды возбуждаемого сигнала в относительных единицах от приведенной температуры показана на рис.2 и относится к частоте

те 30  $M\mu$ . Для других частот в пределах 30–230  $M\mu$  получены аналогичные зависимости. Абсолютная мощность генерируемых колебаний порядка  $10^{-12}$  *вт*.

Таким образом, обнаружено генерирование монохроматических высокочастотных колебаний сверхпроводящими тонкими пленками олова, находящимися в резистивном состоянии. Для выяснения механизма возбуждения колебаний и получения количественных соотношений необходимы дальнейшие исследования.

Физико-технический институт  
низких температур  
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию  
21 июля 1969 г.

### Литература

- [1] И.М.Дмитренко. УФЖ, 14, 439, 1969.
- [2] A.S.Clorfeine. Proc. IEEE, 52, 844, 1964.
- [3] P.Bura. Appl. Phys. Lett., 8, 155, 1966.
- [4] R.V.D'Aiello, S.J.Freedman. Appl. Phys. Lett., 9, 323, 1966.
- [5] Г.Е.Чурилов, В.М.Дмитриев, Ф.Ф.Менде, Е.В.Христенко, И.М.Дмитренко. Письма в ЖЭТФ, 6, 752, 1967.
- [6] G.I. Rochlin. Proc. of the 11 intern. confer. on low temp. phys. st. Andrews. Издат. унив. St. Andrews., 1968, v.II, p.741.