

ГЭ при нахождении образцов  $Cu_{2-x}Se$  в двухфазных областях (где  $E = const$ ).

4. Соотношение между ГЭ  $\tau_{разр} > \tau_{зар} \sim$  несколько минут.

5. Большое возможное число циклов зарядки/разрядки ГЭ, ограниченное только механической стабильностью образцов.

Указанные особенности непосредственно связаны с суперионной природой  $Cu_{2-x}Se$  и, по-видимому, могут наблюдаться в ГЭ с электродами из любых СИП, обладающих смешанной электронной и ионной проводимостью.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Физика электролитов / Ред. Дж. Хладик. М.: Мир, 1978. 556 с.
- [2] Г у р е в и ч Ю.Я. Твердые электролиты. М.: Наука, 1986. 176 с.
- [3] К о р ж у е в М.А. // ФХОМ. 1989. № 3. С. 121-126.
- [4] К о р ж у е в М.А. // ФТТ. 1989. Т. 31. № 10. С. 25-32.
- [5] Д а м а с к и н Б.Б., П е т р и й О.А. Электрохимия. М.: Высшая школа, 1987. 296 с.
- [6] А б р и к о с о в Н.Х., Б а н к и н а В.Ф., К о р ж у е в М.А., Д е м е н с к и й Г.К., Т е п л о в О.А. // ФТТ. 1983. Т. 25. № 10. С. 2911-2916.

Институт металлургии  
им. А.А.Байкова АН СССР,  
Москва

Поступило в Редакцию  
24 октября 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 1

12 января 1991 г.

10

© 1991

### АВТОКОЛЕБАНИЯ ПУЧКА В УСКОРЯЮЩЕЙ СТРУКТУРЕ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ НА ОБРАТНОЙ ВОЛНЕ

В.В. К о з л ю к

Автомодуляционные процессы, возникающие в лампах обратной волны [1] при превышении тока пучка над его пусковым значением, приводят к „паразитной“ модуляции выходного высокочастотного сигнала. При этом выходной ток пучка также промодулирован с той же частотой по плотности. Вполне естественно, что в ускоряющей структуре (УС) линейного ускорителя заряженных частиц на обратной волне при некоторых значениях тока пучка, напряжения инжекции и мощности высокочастотного (ВЧ) питания может возникнуть автоколебательный режим. Это обстоятельство необходимо учиты-

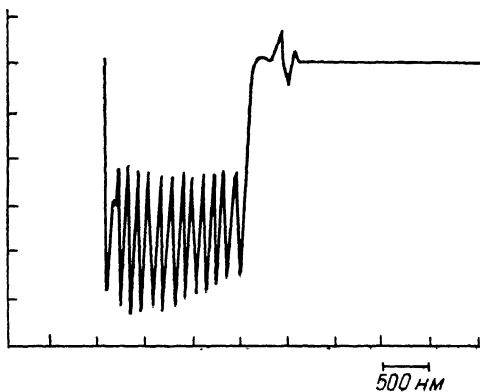


Рис. 1.

вать при создании сильноточных ускорителей с высоким значением КПД. Однако до сих пор нет публикаций, в которых экспериментально наблюдались бы автоколебания ускоренного пучка в ускорителях такого типа. Данная работа является экспериментальной и посвящена исследованию автоколебаний ускоренного пучка в УС линейного ускорителя протонов на обратной волне [2].

Исследование проводилось на электронной модели ускорителя с полномасштабной УС переменного шага встречно-штыревого типа, согласованной в режиме бегущих волн. Параметры УС приведены в таблице, где  $L$  — длина УС,  $V_0/V_k$  — отношение начальной фазовой скорости ускоряющей гармоники электрического поля к конечной по направлению потока ВЧ мощности,  $\alpha$  — полное затухание электромагнитной волны,  $E_0/\sqrt{P}$  — отношение амплитуды ускоряющей гармоники электрического поля к корню квадратному из выходной ВЧ мощности, усредненное по длине УС. Величина фокусирующего магнитного поля  $B$  устанавливалась достаточно большой для того, чтобы токоосаждение частиц на стенки канала при транспортировке инжектируемого пучка не превышало 10–20% от их общего числа. Инжектор и система диагностики выходного пучка располагались в спадающем продольном магнитном поле напряженностью  $\sim 0,7$  В. Наблюдение автоколебаний ускоренного пучка осуществлялось при помощи вторично-электронного умножителя ВЭУ-1 [3], на охранное кольцо которого подавался регулируемый тормозящий потенциал, большой напряжения инжекции. При проведении исследований обнаружено, что при некоторых значениях параметров основных систем модели ускорителя, при которых мощность ускоренного пучка  $P_n$  близка к величине проходящей мощности ВЧ питания

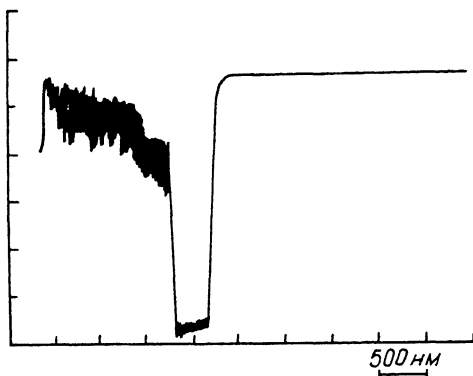


Рис. 2.

УС, т.е. при  $P_n \sim \frac{P_{\text{вх}}}{10 \text{ д.к.}}$ , где  $P_{\text{вх}}$  — входная мощность ВЧ питания, в структуре появляются незатухающие колебания пучка. Эти автоколебания (рис. 1) имеют четко выраженный период повторения, равный  $\sim 120$  н/сек. Глубина автомодуляции ускоряемого тока не превышает 60%. На фотографии (рис. 2) представлена осциллограмма проходящей ВЧ мощности, соответствующая наблюдаемым автоколебаниям пучка. Отчетливо видно поглощение ВЧ мощности пучком (длительность ВЧ импульса на 500 н/сек больше длительности импульса тока пучка). Полученные экспериментальные данные качественно согласуются с численным анализом математической модели, приведенным в работе [4].

Рассмотрим физическую картину наблюдаемого процесса. Допустим, что величина входной мощности ВЧ питания близка к оптимальной, а значение тока инжекции достигло такой величины, что при этом большая часть проходящей ВЧ мощности затрачивается на ускорение частиц пучка. Последующие частицы попадают в более слабое ускоряющее поле. Для них величина проходящей ВЧ мощности будет меньше, а значит, будет меньше и ускоренный ток [5]. Это изменение тока распространяется вдоль УС с фазовой скоростью  $V_p(z)$ . После того как частицы, находящиеся в окрестности максимума амплитуды ускоренного тока, покинут структуру, уровень ВЧ мощности в районе группировки частиц будет восстанавливать свое первоначальное значение с групповой скоростью  $V_g(z)$ . При этом величина ускоренного тока пучка также будет расти и достигнет своего максимума в момент достижения наибольшего зна-

Параметры УС	Численные значения
$L$ , м	0.7
$V_H/V_K$	1.5
$\alpha$ , дБ	-3
$\frac{E}{\sqrt{P}}$ , $\frac{В}{М\sqrt{Вт}}$	$8 \cdot 10^3$

чения проходящей ВЧ мощностью. Далее этот процесс продолжается периодически с периодом  $T \approx L \left( \frac{1}{V_{\varphi}(Z)} + \frac{1}{V_{\varphi}(Z)} \right)$ . Для исследуемой УС усредненные по длине значения  $V_{\varphi}(Z)$  и  $V_{\varphi}(Z)$  равны  $1,18 \cdot 10^7 \frac{М}{сек}$  и  $1,43 \cdot 10^7 \frac{М}{сек}$  соответственно. Подставляя эти значения в выражение для периода автоколебаний, получаем величину  $T = 108$  н/сек, которая незначительно отличается от наблюдаемой экспериментально. Аналогичные автоколебательные процессы пучка недавно были получены в группирующей секции линейного резонансного ускорителя с кольцом обратной связи, введенном для рекуперации ВЧ энергии [6, 7].

В результате проведенной экспериментальной работы можно сделать следующие выводы:

1. Впервые зарегистрированы автоколебания пучка в УС линейного ускорителя на обратной волне.

2. Найдено условие возникновения автоколебаний пучка в УС линейного ускорителя на обратной волне, определяемое из выражения  $P_n \sim \frac{P_{ex}}{10^{0.1\alpha}}$ .

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Б е з р у ч к о Б.П., К у з н е ц о в С.П. // Изв. вузов. Сер. Радиофизика. 1978. Т. XXI. № 7. С. 1053-1059.
- [2] Б о г о м о л о в А.С., Б а к и р о в Т.С., И в а н н и - к о в В.И., П е р о в В.В. // Письма в ЖЭТФ. 1975. Т. 22. В. 9. С. 465-467.
- [3] Б о р и с е н к о А.Н., К о з л ю к В.В., П е р о в В.В. // ПТЭ. 1988. № 2. С. 133-135.
- [4] К и р п и ч н и к о в Г.А., Т а р а с о в с к и й А.Н. // ИХКИГ СО АН СССР. Препринт. Новосибирск, 1989. № 26. С.5-11.
- [5] М а л ь ц е в А.П., З о т о в а Э.А., Т е п л я к о в В.А. // ПТЭ. 1964. № 4. С. 20-22.
- [6] А ж и п п о В.А., А й з а ц к и й Н.И. // ЖТФ. 1987. Т. 57. В. 4. С. 796-800.

Институт химической кинетики  
и горения СО АН СССР,  
Новосибирск

Поступило в Редакцию  
19 сентября 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 1

12 января 1991 г.

05.4

© 1991

## ИНДУЦИРОВАННАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В СВЕРХРЕШЕТКЕ

Г.Б. Д у б р о в с к и й

В последнее время интенсивно обсуждаются возможная роль структуры, состава и других особенностей металлоксидных (123) сверхпроводников в достижении высоких  $T_c$ . В ряде работ (например, [1]) отмечается, что в элементарных ячейках этих кристаллов содержится по два квазидвумерных слоя  $Si-O$  с сильной связью внутри слоев, слабо связанные друг с другом. Полагают, что высокие  $T_c$  в этих материалах могут быть связаны с логарифмическими особенностями плотности состояний, обусловленными таким строением решетки. По существу, такой подход эквивалентен рассмотрению одномерной сверхрешетки. Характерной особенностью сверхрешетки является расщепление основного состояния на подзоны (минизоны). Представляется, что высокие  $T_c$  в металлооксидах, а также, вероятно, и в других сверхрешетках могут быть связаны не только с указанными особенностями функции плотности состояний, но и с наличием в них минизон или взаимосогласованных неидентичных электронных состояний. При этом возможен электронный механизм коллективизации электронов в результате суперпозиции состояний с противоположными импульсами и спинами в каждой минизоне с обменом между ними виртуальными фононами [2] или прямой суперпозиции состояний разных минизон.

Типичным представителем полупроводниковых сверхрешеток с минизонным строением электронного спектра является карбид кремния [3], однако в равновесных условиях электроны в такой сверхрешетке имеются только в нижней минизоне и проводимость носит обычный характер. Для заполнения состояний в верхних минизонах необходимо использовать какой-либо способ впрыска, например, поверхностный барьер.

В данной работе приведены результаты измерений сопротивления и магнитных свойств поверхностного барьера в кристаллах  $SiC$