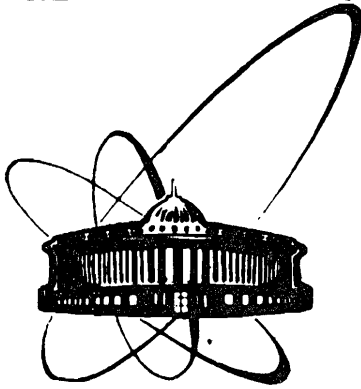


87-751



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

В 123

13-87-751

И. Вавра*, С. А. Корнев

ВЗРЫВОЭМИССИОННЫЙ КАТОД
НА ОСНОВЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ КАБЕЛЕЙ

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

* Электротехнический институт ЦЭФИ САН,
Братислава, ЧССР

1987

В последнее время электронные пучки находят применение в экспериментах по физике твердого тела, накачке лазеров, поверхностному упрочнению материалов и пр.

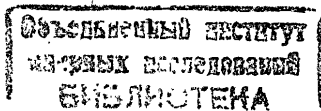
Для генерации электронных пучков широко используется явление взрывной эмиссии электронов ^{1/}. Катоды со взрывной эмиссией электронов просты и не критичны к вакуумным условиям работы. Однако при разработке таких катодов возникают проблемы создания однородных инициаторов катодной плазмы (КП). Известные многоострийные инициаторы КП на основе протравленных проволочек сложны в сборке и изготовлении ^{2/}. Использование углеродно-волоконистых материалов в качестве инициаторов КП ^{3/} снимают ряд проблем, но остается задача получения ровной торцевой поверхности.

В данной работе для создания взрывоэмиссионного катода предлагается использовать сверхпроводящие кабели, собираемые в пучок, и приводятся основные его эмиссионные характеристики.

На рис. 1 схематично показано поперечное сечение многожильного композитного сверхпроводника, например, из сплава $NbTi$ ^{4/}. Он представляет собой медную матрицу, внутри которой расположены сверхпроводящие волокна $NbTi$. При травлении в азотной кислоте медной матрицы можно обнажить волокна из $NbTi$ и тем самым получить многоострийную структуру, которая пригодна для ее использования в качестве инициатора плазмы взрывного типа. Таким образом, собрав в пучок сверхпроводящие кабели, которые доступны, запрессовав их в медную матрицу и протравив ее, получаем многоострийный катод. На рис. 2а показана часть поверхности катода, на рис. 2б приведена фотография отдельного кабеля, на рис. 2в — отдельных волокон.

Общий вид катода и его конструкция показаны на рис. 3а, б. Для исследования эмиссионных характеристик изготовлено было несколько катодов диаметром 0,5 см и 1 см.

Эксперименты по исследованию предложенного катода проводились на экспериментальном стенде ^{5/}. Он состоит из генератора импульсного напряжения Аркадьева-Маркса ГИН-500, вакуумного диода и системы диагностики. Вакуумный диод имеет перемещающийся



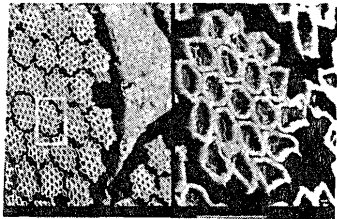
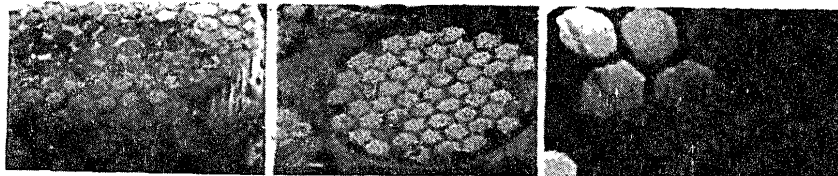


Рис. 1. Поперечное сечение многожильного композитного сверхпроводника из сплава.



100 мкм

100 мкм

1 мкм

а

б

в

Рис. 2. а - часть поверхности катода, б - фотография отдельного сверхпроводящего кабеля, в - отдельные волокна сверхпроводящего кабеля.

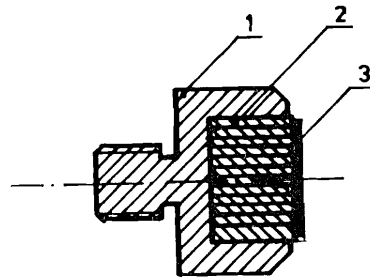
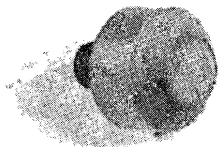


Рис. 3а, б. Общий вид катода и его конструкция.

1- металлическая подложка, 2- сверхпроводящие волокна, 3- медная матрица.

в продольном направлении катодный узел, в который устанавливались исследуемые катоды и сетчатый анод из нержавеющей стали с коэффициентом прозрачности $K \sim 0,6$. Давление остаточного газа в диоде $P \sim 5 \cdot 10^{-5}$ Тор. Для измерения тока пучка электронов использовались цилиндр Фарадея и пояс Роговского, а для измерения напряжения на диоде - высокоомный делитель напряжения. Для регистрации импульсных сигналов использовались широкополосные осциллографы.

На основе обработки осциллограмм импульсов тока и напряжения построены вольт-амперные характеристики (в.а.х.) диода с катодами диаметром 1 см, 0,5 см и расстоянием между анодом и катодом 1 см (рис. 4). Из в.а.х. видно, что величина токоотбора пучка электронов соответствует закону "3/2". Величина плотности электронного тока удовлетворяет требованиям поверхностной обработки материалов. Исследование амплитудного разброса тока пучка электронов $\frac{\Delta I}{I}$ показало, что за 100 импульсов при одной и той же амплитуде ускоряющего напряжения $\frac{\Delta U}{U}$ не превышает $\sim 10\%$. Причем при повышении напряжения до 300 кВ $\frac{\Delta I}{I}$ несколько уменьшается и составляет $\sim 7\%$, а при $U = 100$ кВ - 10% .

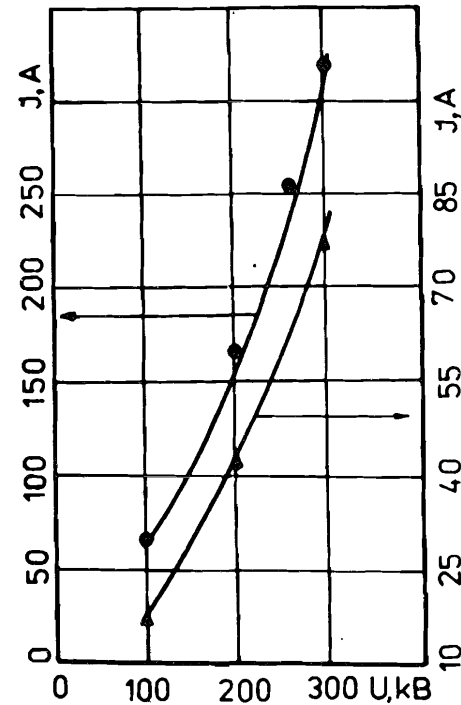
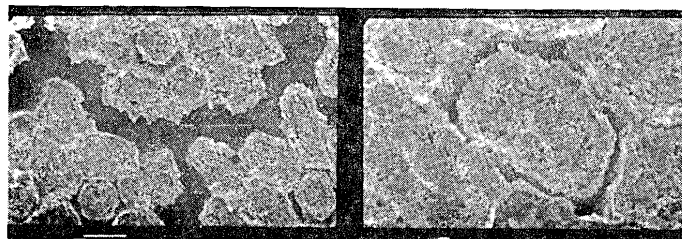


Рис. 4. Вольт-амперные характеристики диода с катодом диаметром ● - 1 см, ▲ - 0,5 см.



10 мкм

1 мкм

Рис. 5. Морфология поверхности волокон сверхпроводящего кабеля после 10^3 включений.

Необходимо отметить, что наиболее стабильно катодная плазма формируется при напряжении на диоде $U \geq 100$ кВ. Это свидетельствует о невысоком геометрическом коэффициенте усиления электрического поля на отдельных остриях вследствие близкого их взаимного расположения. На рис. 5 приведена фотография морфологии поверхности волокон сверхпроводящего кабеля после 10^3 включений. Исследование ресурса работы катода показало, что при $N \sim 10^5$ включениях потери эмиссионной способности катода не наблюдалось. Анализ неоднородности плотности пучка проводился косвенно по морфологии поверхности облучаемых материалов. Он показал, что A_j/j не превышает $\sim 10\%$.

В заключение можно сделать следующие выводы. Предложенный катод на основе сверхпроводящих кабелей со стравленной медной матрицей прост в технологии изготовления и может формировать электронные пучки высокой интенсивности, достаточной для экспериментов по поверхностной обработке материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаев С.П., Месяц Г.А., Проскуровский Д.И. Докл. АН СССР, 1975, т. 15, №1, с. 101.
2. Бугаев С.П., Крейнфельд Ю.Е., Щанин П.М. Электронные пучки большого сечения. Энергоатомиздат, М., 1984.
3. Корнев С.А. и др. ПТЭ, 1985, №5, с. 190.
4. Брехна Г. Сверхпроводящие магнитные системы. Мир, М., 1976.
5. Корнев С.А. Сообщение ОИЯИ, 9-81-703, Дубна, ОИЯИ, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 октября 1987 года.

Вавра И., Корнев С.А.

13-87-751

Взрывозмиссионный катод на основе сверхпроводящих кабелей

Предложен взрывозмиссионный катод на основе выпускаемых промышленностью сверхпроводящих кабелей, набранных в пучок и закрепленных в медной подложке. При этом для создания многоостриевой структуры инициаторов катодной плазмы частично стравливается медная матрица. Приводятся конкретные результаты по разработке и исследованию его эмиссионных свойств. При напряжении на диоде 100-300 кВ, расстоянии между анодом и катодом 1 см получен электронный ток $I = 20-80$ А при диаметре катода $d_k = 0,5$ см и $I = 60-300$ А при $d_k = 1$ см.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Vavra I., Korenev S.A.

13-87-751

The Explosion Cathode on the Base of Superconducting Cables

The explosion cathode (on the base of ordinary superconducting cables, picked up in the bundle and gamed in the copper) is proposed. To create the multispiked structure of cathode plasma initiators we partially etched the copper matrix. The concrete results of elaboration and its emission properties are given. When the diode voltage is 100-300 kV, the distance between the anode and cathode - 1 cm, the electron current $I = 20-80$ A with the cathode diameter $d_k = 0.5$ cm and $I = 60-300$ A when $d_k = 1$ cm, has been received.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987