

ПОЛУЧЕНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ МИКРОСЕКУНДНЫХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ

С. П. Бугаев, Г. М. Кассиров, Б. М. Ковальчук,
Г. А. Месяц

В диоде с многоострийным холодно-эмиссионным катодом при ускоряющем напряжении $1,2 \text{ Мв}$ получен электронный ток до 5 ка с длительностью импульса до 4 нсек . Обсуждаются возможности увеличения длительности импульса тока.

Интенсивные релятивистские импульсные электронные пучки получают в ускорителях с разрядом накопительных линий на диод [1], катод которого эмитирует электроны за счет взрывной эмиссии [2]. Предельная длительность импульса электронного тока в таком ускорителе ограничивается временем, в течение которого происходит переключение промежутка плазмой, образованной взрывом катодных острий и – анодной, образованной разогревом анода пучком электронов [3]. Поэтому длительность электронных пучков современных ускорителей составляет $10^{-8} \div 10^{-7} \text{ сек}$. Для устранения анодной плазмы необходимо либо уменьшать плотность тока электронного пучка, либо использовать диод с конусными катодом и анодом и продольным магнитным полем для предотвращения попадания электронов на анод [4].

Однако эти меры не решают проблемы в целом, ибо остается факел катодной плазмы, без которой невозможно получение больших электронных токов.

Нами получены килоамперные релятивистские электронные пучки длительностью в несколько микросекунд. Для этого использовался диод с многоострийным катодом площадью 200 см^2 и межэлектродным расстоянием от 7 до 26 см. Эти меры позволяют уменьшить плотность тока в диоде и избежать появления анодной плазмы, а также резко уменьшить влияние катодного факела из-за существенного разрежения плазмы в результате разлета на большое расстояние. В указанном ускорителе в качестве источника напряжения использовался генератор Маркса с амплитудой напряжения $0,4 \div 1,5 \text{ Мв}$.

Напряжение подавалось на вакуумную камеру, в которой помещался диод (рис. 1). С помощью делителя напряжения и шунта регистрировались осциллограммы напряжения и тока в диоде (рис. 2), причем коллектором 7 регистрировался ток электронов, прошедших сквозь алюминиевую фольгу толщиной 70 мкм. При изменении межэлектродного расстояния в указанных выше пределах, электронный ток составлял $5 \div 2$ кА с длительностью до 4 мксек. Фотографировалась картина свечения в межэлектродном зазоре в течение длительности импульса и структура электронного потока на аноде. Последнее осуществлялось с помощью тонких органических пленок.

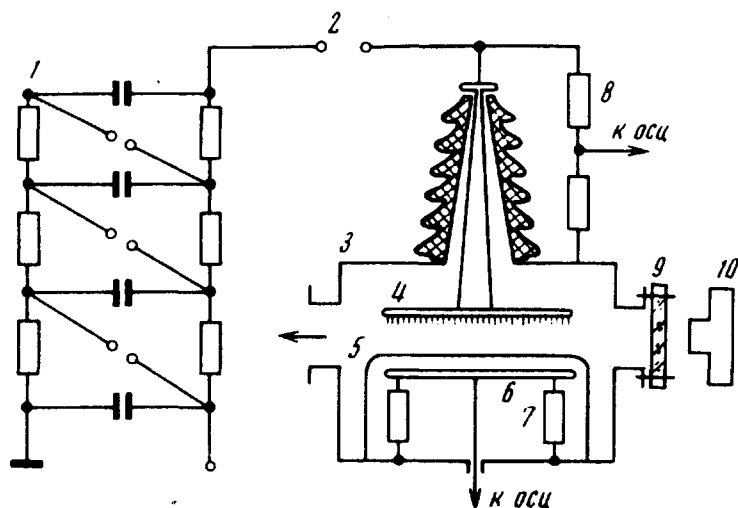


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 — генератор импульсного напряжения, 2 — разрядник, 3 — вакуумная камера, 4 — катод, 5 — экстрактор из алюминиевой фольги толщиной 70 мкм, 6 — коллектор, 7 — шунт для измерения тока, 8 — делитель напряжения, 9 — окно, 10 — фотоаппарат

На фотографиях ускоряющего промежутка видно очень слабое свечение в области анода, обусловленное, по-видимому, испарением адсорбированного газа, и яркое свечение плазмы катодных факелов на остриях. Интенсивность этого свечения быстро спадает по радиусу. Область видимого свечения распространяется вглубь промежутка не более чем на 5 мм (рис. 2, а). Проведенные оценки показывают, что при напряжении 10^6 в и токе с одного острия менее 100 а, катодная плазма перестает влиять на коммутацию в ускоряющем промежутке, если достигает при своем расширении размера в 1 см и более. Концентрация плазмы на фронте факела становится сравнимой с концентрацией частиц остаточного газа. В этом случае длительность импульса тока будет опреде-

ляться временем разряда емкости ГИНА на сопротивление диода. Можно показать, что эта величина будет $\tau_{0,5} = \frac{2,2 \cdot 10^5 C d^2}{S \sqrt{U_p}}$; где $\tau_{0,5}$ – длительность импульса тока на полувысоте, сек; C – емкость ГИНА, ф;

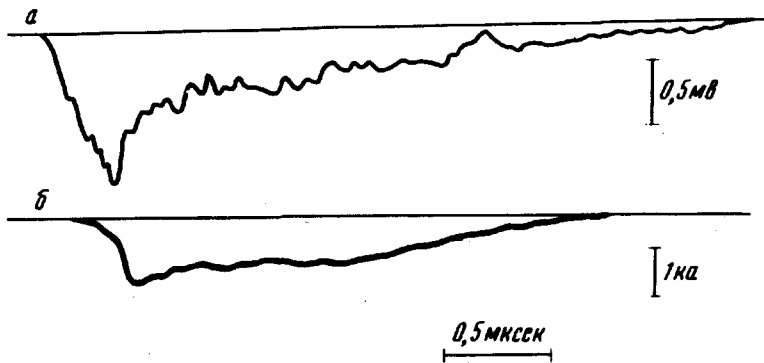


Рис. 2. Осциллограммы напряжения (а) и тока на коллекторе в диоде при $U = 1,2$ мв, $d = 17$ см

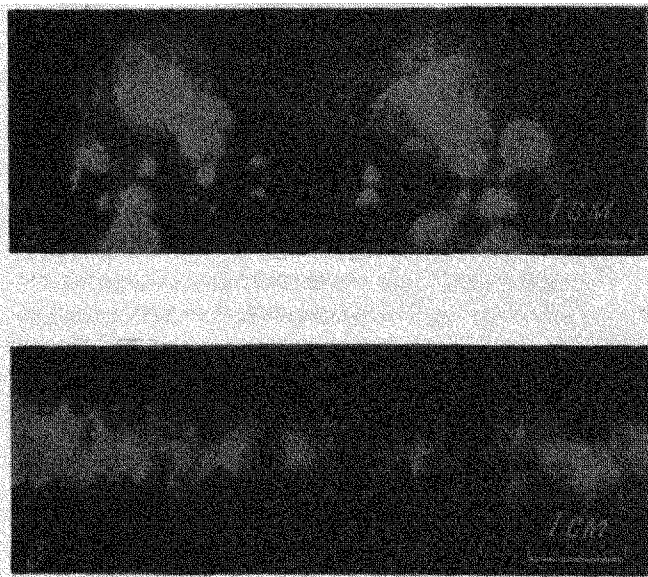


Рис. 3. Фотография свечения прикатодной плазмы: а – из-за малой глубины резкости объектива катодные факелы, расположенные ближе и дальше фокальной плоскости получают расплывчатые. Фокальная плоскость расположена в центре снимка; б – структура потока электронов на аноде

d – межэлектродный зазор, см; S – площадь катода, см²; U_0 – ускоряющее напряжение, в. Полученные экспериментальные результаты совпадают с этой зависимостью.

Структура пучка (рис. 2, б) существенно отличается от таковой, полученной в этом диоде при длительности импульса в 30 *нсек*. Если в первом случае она состоит из отдельных колец, получающихся от каждого эмиттера, то при микросекундных импульсах возникают нерегулярности, являющиеся, по-видимому, следствием взаимодействия отдельных катодных факелов.

Авторы признательны за помощь Г.П. Смирнову и В.М.Пайгину.

Институт оптики атмосферы
Сибирское отделение
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
6 июня 1973 г.

Литература

- [1] S. E. Graybill S. V. Nablo. IEEE Trans. Nucl. Sci. vol. NS-14, No. 3, p. 782, 1967.
 - [2] Г.А.Месяц, Д.И.Проскуровский. Письма в ЖЭТФ, 13, 7, 1971.
 - [3] С.П.Бугаев, Г.А.Месяц, Д.И.Проскуровский. ДАН СССР, 186, 1067, 1969.
 - [4] М.Фридман, М.Юри. Приборы для научных исследований 11, 108, 1972.
-