

Письма в ЖЭТФ, том 17, вып.1, стр.11 – 13 5 января 1972 г.

СИЛЬНОТОЧНАЯ ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ПУШКА С ТОКОМ 50 кА В ИМПУЛЬСЕ

*Д. В. Иремашвили, С. В. Курильников, Н. И. Леонтьев,
Т. А. Осепашвили*

В настоящее время для формирования импульсных высокоэнергетических электронных пучков на сравнительно низкие энергии ($\sim 10^5$ эВ) эффективно используются пушки с плазменным катодом [1 – 3].

В работе [4] описана пушка, где расширяющаяся катодная плазма, со спадающей концентрацией в сторону ускоряющего электрода, не способна в процессе формирования пучка эффективно компенсировать его объемный заряд в области анодного отверстия. В ускоряющем промежутке развиваются большие общие токи, примерно в два – три раза превышающие ток на цилиндре Фарадея, вследствие чего коэффициент токопрохождения пушки мал. Дополнительное снижение коэффициента токопрохождения вызывается оседанием заряда пучка на анодном электроде из-за ограниченной прозрачности сетки.

В настоящей работе описана сильноточная плазменная электронная пушка [5], содержащая катод на базе искровых источников и анод с отверстием, отличающаяся от ранее разработанных тем, что с целью увеличения коэффициента токопрохождения пушки и повышения стабильности килоамперных пучков электронов, отверстие анодного электрода заполняется плазмой, генерируемой группой искровых источников, расположенных на анодном электроде равномерно и нормально к образующей отверстия.

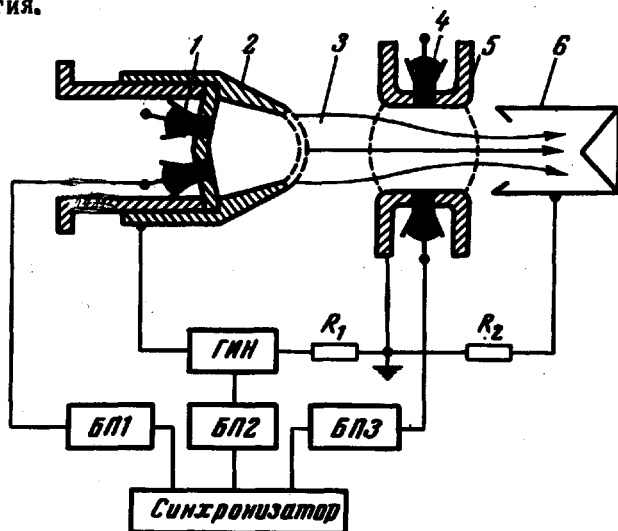


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Схематический чертеж пушки и упрощенная блок-схема ее питания приведены на рис. 1. Искровые источники (1), поджигаемые от блока БП1, генерируют плазму, которая заполняет катодный электрод (2) и натекает в ускоряющий промежуток (3) с протяженностью 1–2 см.

Синхронно с образованием плазмы в катоде, искровые источники (4), поджигаемые от блока БП3, создают плазму в отверстии анодного электрода (5). Такой способ формирования плазмы сохраняет ее высокую концентрацию в приэлектродных областях. ГИИ, запускаемый блоком БП2, на активной нагрузке 2 ом развивает импульс напряжения амплитудой до 100 кВ с длительностью по основанию ~200 нсек. Импульс анодного напряжения, формируемый ГИИом, подается на электроды пушки с задержкой $\sim 0,5 + 1,5 \cdot 10^{-6}$ сек относительно запуска БП1 и БП3.

Временную последовательность подачи питающих импульсных напряжений на установку и запуск регистрирующей аппаратуры обеспечивает синхронизатор.

Измерение общего тока и тока на цилиндр Фарадея производится осциллографированием падения напряжения на сопротивлениях R_1 и R_2 .

При приложении внешней разности потенциалов к электродам пушки начинается процесс формирования тока, который в начальной стадии замыкается на анод. Спустя 10–50 нсек (время задержки зависит от режима работы генераторов анодной плазмы) ток на цилиндр Фарадея (5) стремительно нарастает до амплитудного значения, почти равного максимуму общего тока.

Формирование токового импульса с максимальной амплитудой на цилиндр Фарадея производится изменением тока поджига I_K в катодном и I_a анодном узлах и величиной задержки импульса анодного напряжения τ_0 .

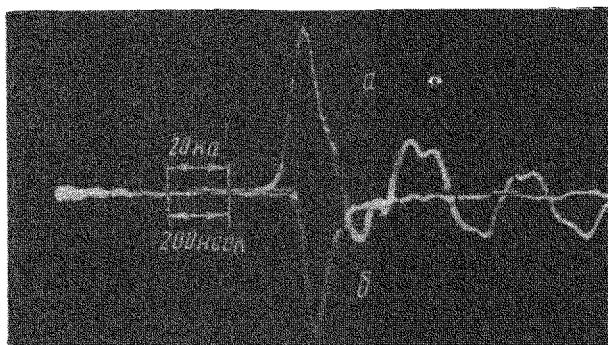


Рис. 2. Осциллограмма общего тока (а) и тока на цилиндр Фарадея (б)

На рис. 2 приведены осциллограммы: а) общего тока $I_{\text{общ}} = 58 \text{ кА}$ и б) тока на цилиндр Фарадея $I_{\text{ц.ф.}} = 52 \text{ кА}$, при $I_a = I_K = 700 \text{ А}$, $\tau_3 = 0,8 \text{ мксек}$ и ускоряющем напряжении 80 кВ . Из осциллограммы видно, что ток на цилиндр Фарадея достигает 90% от общего тока. Высокий коэффициент токопрохождения объясняется компенсацией пространственного заряда ионами плотной анодной плазмы и самосжатием высокоинтенсивного пучка под действием собственного магнитного поля. Разброс амплитудных значений тока на цилиндр Фарадея не превосходит $\pm 10\%$.

Экспериментальный источник импульсного тормозного рентгеновского излучения, созданный на базе такой пушки, имеет импульсную мощность $\sim 10^9 \text{ р/сек}$ с экспозиционной дозой $\sim 100 \text{ р/имп}$ и эффективной энергией $15 - 25 \text{ кэВ}$.

Поступила в редакцию
18 сентября 1972 г.
После переработки
9 ноября 1972 г.

Литература

- [1] С.П.Багаев, Ф.Я.Загулов, Б.М.Ковальчук, Г.А.Месяц. Изв. высш. уч. зав., сер. Физика, №1, 145, 1968.
- [2] Д.В.Иремашвили, С.В.Курильников, Н.И.Леонтьев, Т.А.Осепашвили. Труды VII Межвузовской конференции по электронным ускорителям, Атомиздат, вып. 3, стр. 21, 1970.
- [3] Д.В.Иремашвили, С.В.Курильников, Н.И.Леонтьев, Т.А.Осепашвили, А.П.Тимошенко, Ю.К.Удовиченко. ЖТФ, 41, 1924, 1971.
- [4] К.В.Суладзе, Б.А.Цхадая, А.А.Плютто. Письма в ЖЭТФ, 10, 6, 1969.
- [5] Д.В.Иремашвили, С.В.Курильников, Н.И.Леонтьев, Т.А.Осепашвили. Решение ВНИИ ГПЗ по заявке №1456684/26 - 25 о выдаче авторского свидетельства от 31 декабря 1971 г.