

УДК 537.533

ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СО СХОДИМОСТЬЮ 1000, ФОРМИРУЮЩАЯ МОЩНЫЙ ПРОТЯЖЕННЫЙ ПОТОК МАЛОГО ДИАМЕТРА

*В. Г. Абдулманов, В. А. Короткова, П. В. Невский,
В. П. Рыбачек, В. К. Федяев*

Государственное научно-производственное предприятие "Торий", Москва, Россия

Изложены результаты расчета электронно-оптической системы, формирующей электронный поток мощностью 1 МВт. Радиус потока составляет 0,5 мм, радиус катода 18 мм. Приведены результаты расчета пушки, магнитной системы и электронного потока от катода до коллектора. В коллекторе осуществлена рекуперация энергии электронного потока.

Одна из основных задач электронной оптики интенсивных электронных потоков — создание электронно-оптических систем (ЭОС), формирующих мощные протяженные электронные потоки, имеющие малые радиус и плотность тока на катоде.* Эта задача может быть решена использованием ЭОС с двойной сходимостью, когда поток вначале сжимается в пушке, а затем в нарастающем магнитном поле. Результаты расчета такой ЭОС излагаются ниже.

Расчет электронной пушки

На рис. 1 показаны результаты расчета электронной пушки с первеансом $1,45 \text{ мкА/В}^{3/2}$ и со сходимостью 190. Радиус катода составляет 18 мм, радиус кривизны 21,5 мм, радиус потока в кроссовере 1,5 мм.

Как следует из рис. 1, пушка формирует ламинарный электронный поток и имеет простую форму фокусирующих электродов. При расчете электронной пушки использовался аналитико-численный метод, сочетающий в себе преимущества аналитического метода синтеза и численного метода анализа.

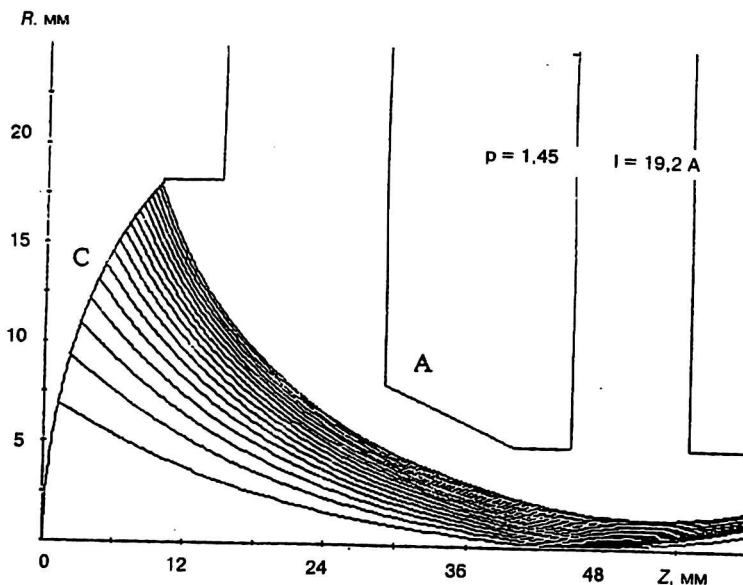


Рис. 1. Результаты расчета электронной пушки

* Abdulmanov V. G., Nevsky P. V. EBIS MIS-1 Project. FRG, 1997.

Расчет магнитной фокусирующей системы и формируемого электронного потока

Дальнейшее увеличение компрессии электронного потока достигается использованием специального распределения магнитного поля: в области пушки между катодом и кроссовером потока силовые линии совпадают с траекториями электронов, а за кроссовером магнитное поле нарастает и обеспечивает дополнительное сжатие электронного потока с $R = 1,5$ мм до $R = 0,5$ мм.

На рис. 2 показано устройство фокусирующего соленоида. Он является секционированным, имеет внутренний радиус 100 мм, а длину около 2 м. Изменяя токи в секциях, можно реализовать упомянутое выше специальное распределение магнитного поля, показанного на рис. 3. За кроссовером потока индукция магнитного поля возрастает в 8,5 раз, что примерно в три раза должно обеспечить уменьшение радиуса электронного потока.

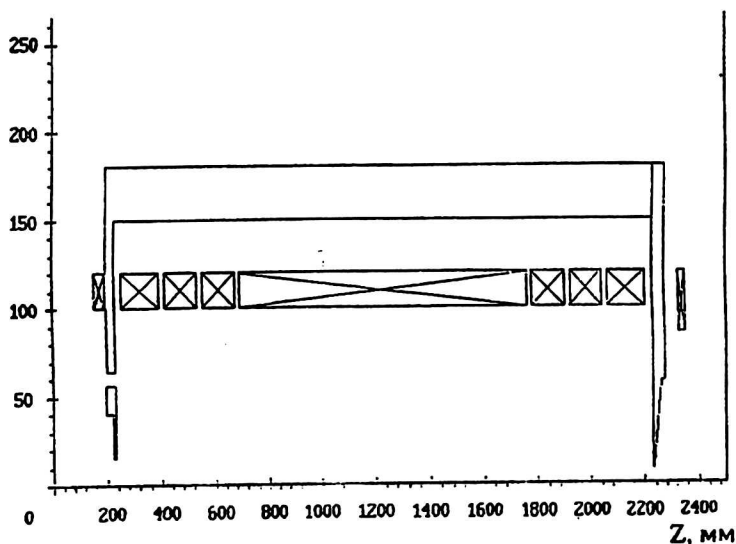


Рис. 2. Устройство фокусирующего соленоида

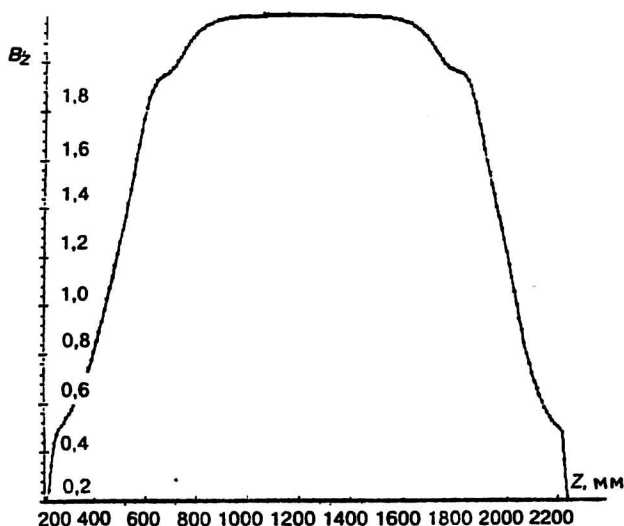


Рис. 3. Распределение магнитного поля на оси соленоида

На рис. 4 показаны результаты расчета траекторий электронов непосредственно за кроссовером потока. Из него следует, что нарастающее магнитное поле сжимает поток, сохраняя его ламинарность.

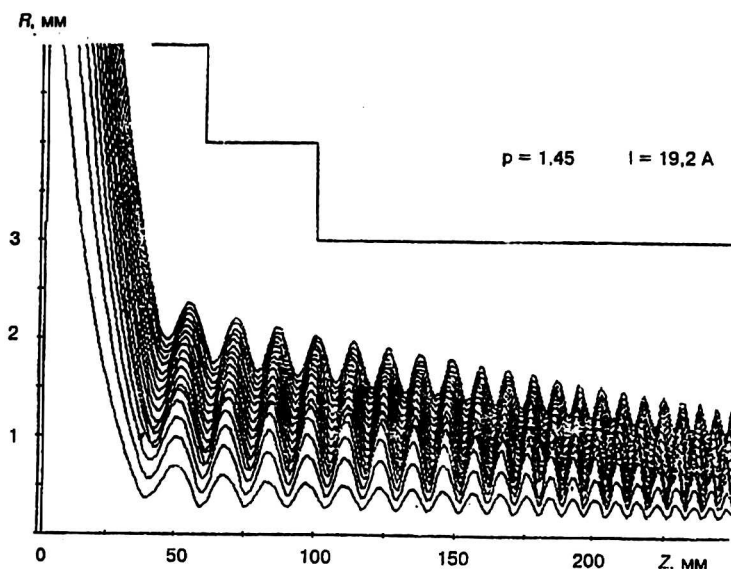


Рис. 4. Результаты расчета траекторий электронов

На рис. 5 показаны траектории электронов на всей длине фокусирующей системы. Ускоряющее напряжение потока составляет 56 кВ, ток 19,2 А, т. е. мощность потока около 1 МВт. Протяженность электронного потока, на которой его радиус сохраняется 0,5 мм, составляет 1 м.

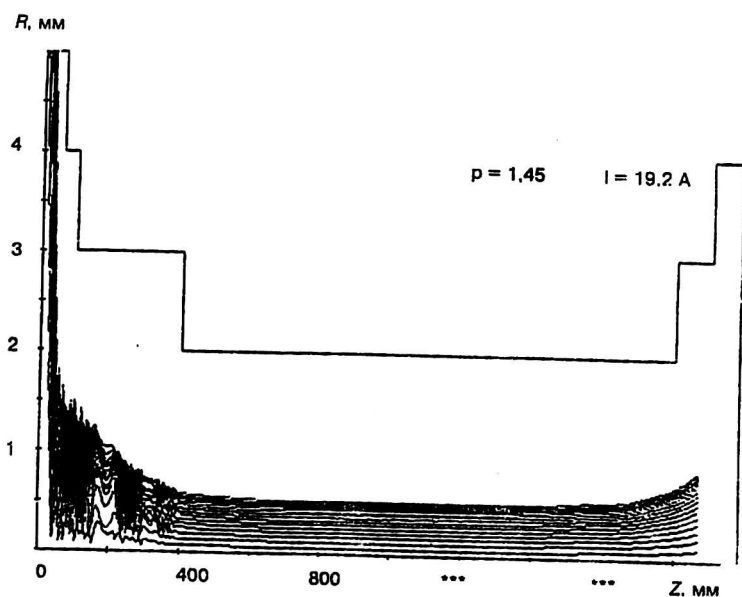


Рис. 5. Результаты расчета траекторий электронов на всей длине фокусирующего соленоида

Исследована возможность применения рекуперации на коллекторе для уменьшения рассеиваемой на нем мощности. На рис. 6 показаны результаты расчета потока от катода до коллектора, потенциал которого снижен до 7 % от ускоряющего анодного напряжения. При этом коллектор выполнен в виде сферы, аналогичной сфере катода. Эти результаты свидетельствуют о возможности применения глубокой рекуперации в спроектированной электронно-оптической системе.

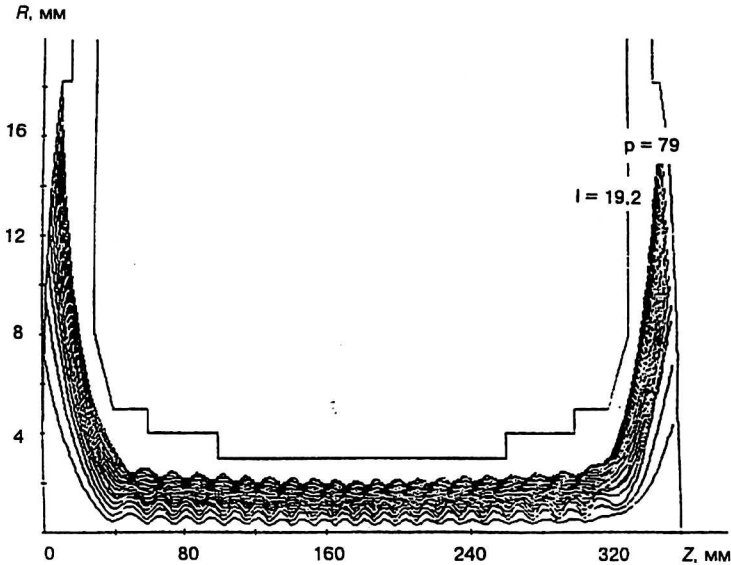


Рис. 6. Результаты расчета потока от катода до коллектора

ELECTRON-OPTICAL SYSTEM WITH CONVERGENCE 1000, FORMING THE POWER LONG FLOW WITH SMALL DIAMETER

V. G. Abdulmanov, V. A. Korotkova, P. V. Nevsky,
V. P. Rebachek, V. K. Fediaev

State Research Industry Interprise "Toriy", Moscow, Russia

Write account the electron optic system, forming the electron flow with power 1 MWt. The flow radius is 0,5 mm and the cathode radius is 18 mm. Write account results of the electron gun, the magnetic and the electron flow. Recuperation of power the electron flow use in the collector.