

КОРРЕКЦИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ТОКА ОБЪЕМНОГО САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РАЗРЯДА

О.Б.Ковальчук, Е.Э.Трефилов

Формирование объемного самостоятельного разряда с помощью предварительного заполнения межэлектродного промежутка электронами, эмитированными из плазмы возбужденного на катоде вспомогательного разряда, имеет широкую перспективу при разработке широкоапертурных CO₂ лазеров [1]. Одним из главных достоинств такого метода являются пониженные напряжения зажигания разряда и возможность использования компактных непрофилированных электродов.

Целью настоящей работы является коррекция крупномасштабных неоднородностей пространственного распределения плотности (J) тока разряда, формируемого данным методом.

В [2,3] показано, что пространственное распределение J в системе плоских непрофилированных электродов, определяется распределением начального (задаваемого геометрией электродной системы) электрического поля E_a вдоль поверхности анода. Для реализации наиболее однородного распределения J необходимо было выполнение следующего условия:

$$E_{ак} = (0.91 \div 0.93) E_{ац}, \quad (1)$$

где $E_{ац}$ — поле в центре анода, $E_{ак}$ — поле вблизи границы проекции катода на анод. Анализируя результаты работ [2,3], можно показать, что в плоской электродной системе вряд ли возможно получение макрооднородного распределения тока разряда. Это обусловлено характером распределения E_a на плоской части анода. Поле имеет максимальное значение в центре анода и спадает к периферии. В результате J в центре существенно превосходит среднюю плотность тока разряда. Использование электродов с более равномерным распределением E_a , когда условие (1) не выполняется, приводит к расширению зоны горения разряда и к резкому увеличению тока с краев катода.

По-видимому, однородность распределения J можно существенно повысить, задав квазиоднородное распределение E_a в пределах проекции катода на анод и резко снизив величину E_a на границах этой проекции до уровня

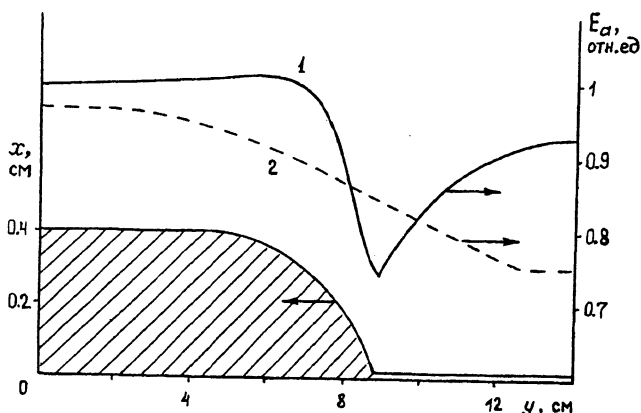


Рис. 1. Профиль анода и распределение поля вдоль анода. 1 — скорректированный анод, 2 — плоский анод.

0.91 — 0.93. Целесообразно также несколько снизить E_{ac} , так как именно здесь происходит максимальное увеличение электрического поля [2] при заполнении межэлектродного промежутка эмитированными с катода электронами.

Путем численных расчетов (двумерная задача) был подобран профиль анода, в целом удовлетворяющий указанным требованиям. Форма профиля и распределение E_a приведены на рис. 1. Здесь y — расстояние от середины электродов. Для изготовления профиля на плоский анод крепилась изогнутая полоска фольгированного текстолита. Пунктиром обозначено E_a для плоского анода, обеспечивающего, согласно [3], распределение J , близкое к наиболее однородному для плоской электродной системы. В обоих случаях МП составлял 20 см, ширина плоского катода 18 см. Ширина плоского анода — 48 см, ширина скорректированного анода — 38 см. Радиус закругления краев электродов $0.5 \div 1$ см.

Измерение распределения J проводилось путем секционирования анодов на установке, аналогичной [2-3]. Диаметр секций 2 см, координаты их центров показаны на рис. 2. Длина электродов примерно в 2.5 раза больше ширины. В качестве вспомогательного использовался барьерный разряд. На рис. 2 приведены результаты для смеси $CO_2:N_2:He$ — 1:1:8 атмосферного давления с добавками 1 Тор триэтиламина. Длительность фронта импульса напряжения на МП $7 \div 11$ мкс. Величина удельных энергокладов $40 \div 80$ Дж/л.

Из рисунка видно, что незначительная коррекция формы анода (его толщина увеличивается на 0.02 от величины МП) позволяет добиться существенного снижения крупно-

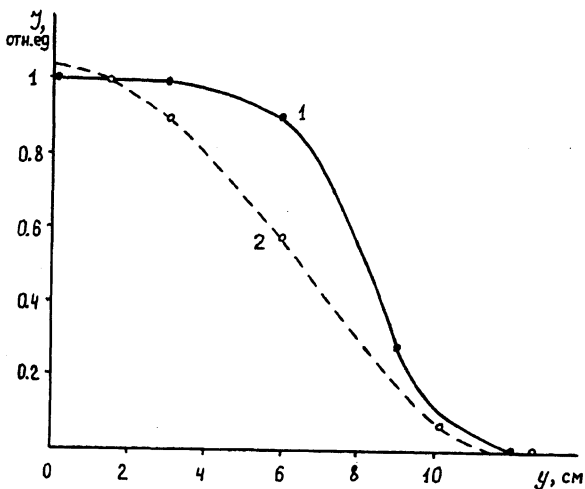


Рис. 2. Распределение плотности тока разряда. 1 — скорректированный анод, 2 — плоский анод.

масштабных неоднородностей распределения J , а также заметно уменьшить габариты анода.

Очевидно, что не составит больших затруднений использовать коррекцию формы анода для задания произвольного распределения J .

Использование в контрольных экспериментах смесей без добавок легкоионизируемых веществ (кювета и система газоснабжения тщательно прочищались) показало, что, при обеспечении достаточной интенсивности барьерного разряда распределение J сохраняется примерно таким же, как и в смесях с добавками. Незначительные различия обусловлены, по-видимому, разным видом зависимости эффективного коэффициента ударной ионизации от величины поля. Поэтому для точных практических расчетов формы электродов целесообразна коррекция выражения (1) с учетом типа газовой смеси.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 93-02-3482.

Список литературы

- [1] *Апполонов В.В., Байцур Г.Г., Прохоров А.М., Фирсов К.Н.* // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. В. 1. С. 135-145.
- [2] *Семкин Б.В., Трефилов Е.Э., Шубин Б.Г.* // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 5. С. 472-476.
- [3] *Семкин Б.В., Трефилов Е.Э., Шубин Б.Г.* // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 11. С. 85-88.

Поступило в Редакцию
17 января 1994 г.
