

# Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Н. П. Козлов, Л. В. Лесков, Ю. С. Протасов,  
В. И. Хвесюк, Распределение концентрации электро-  
нов в плазменном фокусе коаксиального инжектора,  
*ТВТ*, 1973, том 11, выпуск 4, 883–884

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 34.239.153.44

3 ноября 2024 г., 11:58:55



Результаты расчетов по влиянию температуры стенки канала  $T_w$ , полученные в данной работе для воздуха, дают возможность (при  $T_w = 4000^\circ \text{K}$ ) судить о погрешности, обусловленной допущением, об отсутствии непроводящей области [4, 6]. Как видно из рис. 1—3, эта погрешность может достигать значительной величины.

Новосибирск

Поступило в редакцию  
22 II 1973

### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. М. Маскер. *Z. Phys.*, В 157, № 1, 1959 (русс. пер. в сб. Движущаяся плазма. Изд. иностр. лит. 1961).
2. И. И. Суксов. *Теплофизика высоких температур*, 7, № 3, 1969.
3. И. И. Суксов, М. П. Левин. *Изв. СО АН СССР, Сер. техн. наук*, № 13, вып. 3, 1969.
4. Г. Ю. Даутов. *Изв. СО АН СССР, Сер. техн. наук*, № 3, вып. 1, 1968.
5. Г. А. Стайн. В сб. *Исследования при высоких температурах*. «Наука», 1967.
6. J. R. Jedlicka, H. A. Stine. *IEEE Transact. Nucl. Sci.*, NS-11, № 1, 1964.

УДК 537.525.1

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В ПЛАЗМЕННОМ ФОКУСЕ КООКСИАЛЬНОГО ИНЖЕКТОРА

*Н. П. Козлов, Л. В. Лесков, Ю. С. Протасов, В. И. Хвезюк*

Различным способам исследования плазменного фокуса в ускорителях газоразрядной плазмы посвящено много работ [1—4], в то время как исследования плазменного фокуса в ускорителях эрозивной плазмы авторам не известны.

Работа посвящена определению концентрации электронов в плазменном фокусе ускорителя эрозивной плазмы. Диаметр центрального электрода коаксиального ускорителя — катода 20 мм, диаметр наружного электрода 80 мм, длина 40 мм.

Инициирование разряда проводилось на поверхности диэлектрика (фторопласт-4) с помощью малоомощного инжектора плазмы типа Бостика, помещенного во внутренний электрод. Конденсаторная батарея емкостью 600 мкф обеспечивала при напряже-

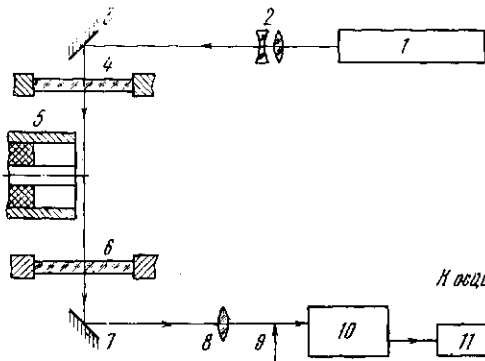


Рис. 1

Рис. 1. Схема измерений

1 — лазер ЛГ-56; 2 — слабый телескоп; 3, 7 — зеркала; 4, 6 — окна; 8 — объектив; 9 — нож Фуко; 10 — монохроматор ДМР-4; 11 — ФЭУ-12а

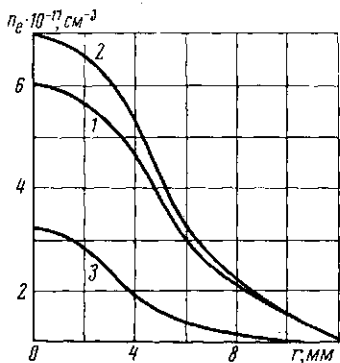


Рис. 2

Рис. 2. Распределение концентрации электронов по радиусу в зоне максимального сжатия  $U_0 = 2000 \text{a}$ ,  $l = 0,9 \text{ см}$ :

1 —  $t = 14 \text{ мксек}$ , 2 — 12, 3-24

нии 5 кВ амплитуду тока порядка 340 кА. Парастание разрядного тока до максимума происходило за 11 мксек. Плазма инжектировалась в вакуумную камеру диаметром 0,5 и длиной 3 м, откачиваемую до давления  $5 \cdot 10^{-6} \text{ мм рт. ст}$ .

Концентрация электронов измерялась теньевым методом по схеме Теплера с фотоэлектрической регистрацией [6], схема измерения представлена на рис. 1. В качестве источника света использовался гелий-неоновый лазер ЛГ-56 1, работающий в режиме одномодовой генерации на длине волны 6328 Å. Для устранения остаточной расходимо-

сти луча использовался слабый телескоп 2 и луч имел на всем пути диаметр 0,5—0,6 мм. Объективом 3 луч фокусировался на кромку ножа Фуко 9, способного перемещаться в двух плоскостях и далее на плоскость входной щели монохроматора ДМР-4 10, выделяющего спектральный интервал  $\sim 3 \text{ \AA}$  около длины волны лазера.

Изменение светового потока, вызванное отклонением светового луча, регистрировалось ФЭУ 11, сигнал с которого подавался на вход осциллографа С1-16.

Калибровка схемы проводилась до и после измерений. Луч лазера модулировался прерывателем с частотой  $\sim 10 \text{ кгц}$ , затем строилась зависимость амплитуды  $A$  сигнала на осциллографе от координаты ножа  $\xi$  при его перемещении.

При измерении нож устанавливался в положение, соответствующее середине линейного участка графика  $A = f(\xi)$ . По величине амплитуды сигнала определялось смещение луча  $\Delta\xi$  в фокальной плоскости, величина угла отклонения  $\Delta\beta$  рассчитывалась как  $\Delta\beta = \Delta\xi/f$ , где  $f$  — фокусное расстояние объектива.

Схема настраивалась на регистрацию градиента показателя преломления по оси и радиусу ускорителя. Угол отклонения лазерного луча связан с производной коэффициента преломления по координате [7]

$$\Delta\beta_z(t, x, z) = \int_L \frac{\partial n}{\partial z}(t, x, z) dL, \quad (1)$$

если нож Фуко расположен вертикально, и

$$\Delta\beta_r(t, x, r) = \int_L \frac{\partial n}{\partial r}(t, x, r) dL, \quad (2)$$

если нож расположен горизонтально. Здесь  $x$  — нормаль, опущенная на  $L$  из точки  $z$  оси потока;  $n$  — коэффициент преломления;  $t$  — время;  $r, z$  — координаты;  $L$  — путь светового луча в плазме.

Определенную сложность представляет собой измерение длины оптического пути луча. Зависимость  $L(t)$  определялась по СФР-граммам разряда и с помощью гребенки из шести электрических зондов, работающих в режиме ионного тока насыщения, расположенных перпендикулярно оси потока [8].

Для осесимметричного потока плазмы уравнения (1) и (2) сводятся к уравнениям Абеля относительно  $\partial n/\partial z$  и  $\partial n/\partial r$ . Для определения градиента показателя преломления использовалось решение уравнения Абеля, полученное в [9], позволяющее значительно упростить процедуру обработки по сравнению с известными методами. Интегрируя в данном сечении распределение  $\partial n/\partial r(r, t)$ , получаем  $n(r, t)$ .

Далее, по формуле [7]  $n - 1 = -1,4 \cdot 10^{-13} \lambda^2 n_e$  находим распределение концентрации в данном сечении.

На рис. 2 представлены результаты измерения концентрации электронов по радиусу в зоне наибольшего сжатия — на расстоянии 0,9 см от торца центрального электрода; начальное напряжение 2000 в.

Для определения поля концентраций необходимо провести измерение  $\Delta\beta_r(x, t)$  в нескольких сечениях.

МВТУ  
им. Н. Э. Баумана

Поступило в редакцию  
17 XII 1972

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Морозов. Plasma Phys. and Control Nucl. Fusion Res., 2, Vienna, 1969.
2. J. W. Mather. The Physics of Fluids, 11, № 3, 1968.
3. Р. П. Васильева, М. И. Пергамент, А. И. Ярославский. Plasma Phys. and Control Nucl. Fusion Res., 2, Vienna, 1969.
4. И. Н. Бурдопский, А. И. Морозов, М. И. Пергамент, А. И. Ярославский. В сб. Плазменные ускорители. Машиностроение, 1972.
5. В. Я. Губарев, Н. П. Козлов, Л. В. Лесков, Ю. С. Протасов. Ж. техн. физ., 42, № 4, 1972.
6. Л. А. Васильев. Теневые методы. «Наука», 1968.
7. Л. А. Душин, О. С. Павличенко. Исследование плазмы с помощью лазера. Атомиздат, 1968.
8. В. Я. Губарев, Н. П. Козлов, Л. В. Лесков, Ю. С. Протасов, В. И. Хвесюк. В сб. Плазменные ускорители. Машиностроение, 1972.
9. O. H. Nestor, U. N. Olsen. Stam. Rev., 2, № 3, July, 1960.