

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

В. С. Гвоздецкий, В. П. Коваленко,
И. М. Парнета, Пучково-плазменный раз-
ряд без магнитного поля со встречными
электронными пучками,
Письма в ЖТФ, 1984, том 10, вы-
пуск 22, 1398–1401

<https://www.mathnet.ru/pjt1452>

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

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

Параметры загрузки:

IP: 18.97.9.173

26 апреля 2025 г., 23:57:41



- [2] В е с т Ч. Голографическая интерферометрия. М.: Мир, 1982.
- [3] H i l d e b r a n d B.P. and H a i n e s K.A. Multiple wavelength and multiple-source holography applied to contour generation. - Journ. Opt. Soc. Am., 1967, v. 57, p. 155-162.
- [4] T s u r u t a T., S h i o t a k e N., S u - j i u c h i J. and M a t s u d a K. Holographic generation of contour map of diffusely reflecting surface by using immersion method. - Japan Journ. of Applied Physics, 1967, v. 6, p. 61-62.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград
Высший политехнический
институт им. Х.А. Эчеверрия,
Куба, Гавана

Поступило в Редакцию
2 июля 1984 г.

Письма в ЖТФ, том 10, вып. 22

26 ноября 1984 г.

ПУЧКОВО-ПЛАЗМЕННЫЙ РАЗРЯД
БЕЗ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
СО ВСТРЕЧНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ ПУЧКАМИ

В.С. Г в о з д е ц к и й, В.П. К о в а л е н к о,
И.М. П а р н е т а

В последние годы предложена и получила развитие идея использования стационарных интенсивных электронных пучков для создания неравновесной плазмы [1, 2]. Предварительно сформированный цилиндрический или ленточный пучок инжектируется в камеру, наполняемую газом, и посредством того или иного механизма отдает свою энергию на его возбуждение и ионизацию.

Поскольку плотность тока в пучке ограничена предельным значением, то увеличение мощности, вводимой в разрядную камеру, может быть достигнуто за счет увеличения площади, через которую осуществляется инжекция. Не затрагивая техническую сторону вопроса, заметим, что максимальной вводимой в некоторый объем мощности соответствует использование всей поверхности, окружающей этот объем. Кроме того, использование многих электронных пучков, направленных внутрь разрядной камеры с ее стенок, дает основание надеяться на более однородное заполнение плазмой больших объемов.

Однако обсуждаемые многопучковые системы имеют принципиальную особенность - пучки движутся по различным направлениям. Возникает вопрос о взаимном влиянии таких разнонаправленных

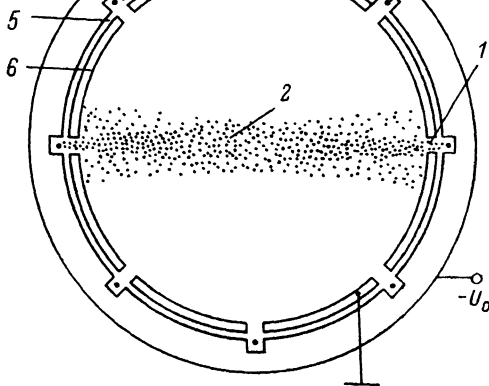


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

пучков. Физическая обоснованность этого вопроса особенно очевидна, если разряд поддерживается за счет коллективного пучково-плазменного взаимодействия.

В качестве первого шага на пути исследования многолучевых систем, по-видимому, следует установить особенности пучково-плазменного разряда при встречном движении пучков. Именно такая цель поставлена в настоящей работе. Соответствующие исследования практически отсутствуют. Укажем лишь на эксперименты [3] с пучками малой мощности, где использовалась плазма, создаваемая независимо от пучково-плазменного взаимодействия, а объектом измерений были возбуждаемые в системе колебания. Независимо создаваемая плазма использовалась также в работе [4], где было обнаружено подавление пучковой неустойчивости при встречном движении пучков в продольном магнитном поле.

Установка, предназначенная для исследования многолучевого пучково-плазменного разряда, схематически изображена на рис. 1. В цилиндрической медной плазменной камере ϕ 20 см, находящейся под земляным потенциалом, по образующим цилиндра прорезаны щели (1) длиной 10 см. Через эти щели внутрь камеры по направлению к оси инжектируются расходящиеся ленточные электронные лучи (2). Источниками электронов служат вольфрамовые нити (3) прямого накала ϕ 0.5 мм, которые расположены в вырезах катодного блока (4) и электрически с ним соединены. На катод подается отрицательное напряжение $-U_0$. Зазор (5) между анодом (6) и катодом достаточно мал ($1.5 \div 2$ мм), так, что при рабочих давлениях нейтрального газа (аргон, $p = 6 \cdot 10^{-4} - 10^{-2}$ мм рт. ст.), не выполняется условие зажигания самостоятельного разряда.

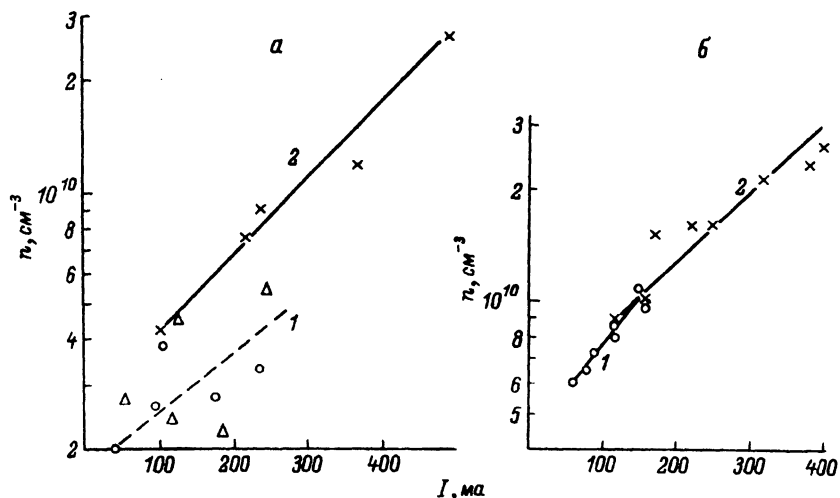


Рис. 2. Зависимость концентрации электронов плазмы от тока в случае одного пучка (1) и в случае встречных пучков (2). а) $U_0 = 1750$ В, $p = 6 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст. (●) – левый пучок, (Δ) – правый пучок; б) $U_0 = 1500$ В, $p = 2 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.

Параметры плазмы на оси системы измерялись по электронной части характеристики цилиндрического ленгмюровского зонда. Хотя в условиях интенсивных электронных колебаний зондовая методика требует более глубокого обоснования, она по-прежнему широко используется при измерениях в пучково-плазменном разряде [5, 6]. Заметим также, что полученные нами значения концентрации плазмы удовлетворительно согласуются с частотой возбуждаемых ленгмюровских колебаний. Для приема последних использовался еще один передвигаемый зонд, который соединялся с анализатором спектра С4-5.

Как уже отмечалось, на данном этапе работы использовались только два пучка, формируемых с диаметрально противоположных катодов. Эксперимент заключался в том, что параметры плазмы, создаваемой встречными пучками с током I каждый, сопоставлялись с параметрами, измеренными при движении в камере только одного пучка такой же скорости, причем ток этого пучка можно было изменять, задавая как значение I , так и $2I$. Для измерений с одним пучком щель в аноде для второго пучка перекрывалась заслонкой.

Эксперименты показали что в зависимости от тока пучков, потенциала катода и давления газа можно выделить два режима взаимодействия встречных пучков в пучково-плазменном разряде.

Условия, соответствующие рис. 2, а, таковы, что в случае одного пучка (зависимость 1 проведена по точкам с большим разбросом) пороговый ток, необходимый для зажигания СВЧ пучково-

плазменного разряда превышает значения, которые реализуются в эксперименте – разряд не зажигается, а плотность создаваемой плазмы, возрастая несколько с током пучка, остается на относительно низком уровне. При встречном же движении пучков возникает визуально наблюдаемый разряд, плотность плазмы существенно увеличивается, даже если суммарный ток пучков сохранять таким же (рис. 2, а, зависимость 2).

Другой режим соответствует условиям, когда ток одного пучка превышает пороговое значение зажигания разряда. Этот режим легко достигается увеличением давления газа или уменьшением энергии пучка. В этом случае (рис. 2, б) при одинаковом общем токе оказывается несущественным, имеем ли мы дело с одним пучком или встречными пучками.

Наблюдаемое в первом режиме уменьшение порогового тока встречных пучков по сравнению с одним пучком мы связываем с увеличением обратной связи в системе. Отметим также, не приводя здесь соответствующих иллюстраций, что при встречном движении пучков пространственное распределение интенсивности возбуждаемых колебаний более многообразно, чем в случае одного пучка.

Л и т е р а т у р а

- [1] И в а н о в А.А. – Физика плазмы, 1975, т. 1, с. 147.
- [2] И в а н о в А.А., С о б о л е в а Т.К. Неравновесная плазмохимия, М.: Атомиздат, 1978 г., с. 219.
- [3] К о f o i d M.J. – Phys. Fluids. 1962, v.5, N 6, p.712.
- [4] З а к а т о в Л.П., К и н г с е п А.С., П л а х о в А.Г. – Письма в ЖЭТФ, 1973, т. 17, с. 280.
- [5] К l a g g e S., M a a s M. – Beitr. Plasma Phys., 1983, v. 23, N 4, p. 355–368.
- [6] А т а м а н о в В.М., И в а н о в А.А., Л е в а д н ы й Г.Б., Н а с е д к и н Ю.Ф., С е р е д а Ю.В., Ц а р е в Г.Г. VI Всесоюзная конференция по физике низкотемпературной плазмы, Тезисы докладов, т. 1, Л. 1983, с. 279.

Институт
электросварки
им. Е.О. Патона
АН УССР

Поступило в Редакцию
20 октября 1984 г.
В окончательной редакции
22 февраля 1984 г.