

✓

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

9-88-115

С.Л.Богомолов, В.Б.Кутнер, Ю.П.Третьяков

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АНОДА
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДУГОВОГО ИСТОЧНИКА
МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ**

Направлено в Оргкомитет XIV летней школы
и Международного симпозиума по физике
ионизированных газов, август 1988 г.
Сараево, Югославия

1988

В используемых в настоящее время на циклотронах источниках многозарядных ионов с подогревным катодом и осцилляцией электронов в магнитном поле^{/1/} извлечение ионов осуществляется с плазменной поверхности, размеры которой определяются эмиссионным отверстием. Как известно, концентрация многозарядных ионов в источнике такого типа максимальна на оси разряда^{/2/}. В работе^{/3/} предложен способ обеспечения дополнительного притока ионов из объема плазмы к эмиссионному отверстию.

В источник вводится дополнительный анод с потенциалом, отличающимся от потенциала основного анода на величину ΔU . Области разряда, примыкающие к анодам, приобретают потенциалы, близкие к потенциалам анодов, и в плазменном столбе возникает стационарное электрическое поле E , перпендикулярное направлению магнитного поля. Воздействие на частицы плазмы скрещенных электрического и магнитного полей приводит к их направленному движению к эмиссионному отверстию.

Для использования такого разряда в качестве циклотронного источника многозарядных ионов представляются важными следующие вопросы:

- влияние потенциала дополнительного анода на интенсивность и зарядовый состав извлекаемого ионного пучка;
- влияние потенциала дополнительного анода на режим разряда.

Поперечное сечение газоразрядной камеры с дополнительным анодом показано на рис.1. Газоразрядная камера является основным анодом, ее потенциал принят за нулевой. Исследования про-

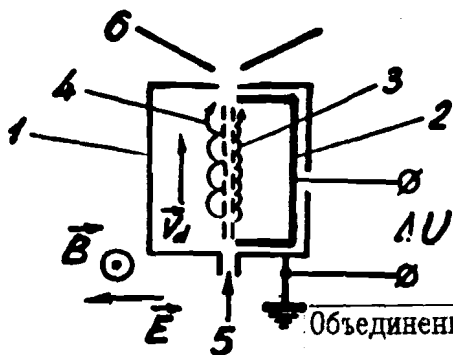


Рис.1. 1 - газоразрядная камера; 2 - дополнительный анод; 3,4 - траектории электронов и ионов соответственно; 5 - напуск газа; 6 - экстракционная система. B , E , \vec{V}_d - магнитное поле, электрическое поле и направление дрейфа частиц плазмы соответственно.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

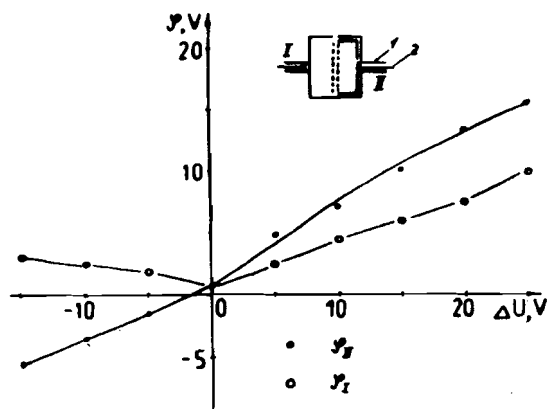


Рис.2. Зависимость потенциала областей плазмы I и II от потенциала дополнительного анода. 1 - сетчатый электрод, 2 - коллектор.

водились на стенде ионных источников. Источник работал в импульсном режиме с частотой 100 Гц, скважность 10. Ток разряда был равен 5 ± 6 А, напряжение разряда $500 \pm$

± 600 В. Источник работал в магнитном поле 3,5 кЭ. В качестве рабочего газа использовался Аг.

Были проведены измерения потенциалов областей плазмы, прилегающих к основному и дополнительному анодам. Для этого использовался метод, предложенный в работе [4]. Конструкция и расположение зондов для измерения потенциала плазмы схематично показаны на вставке к рис.2.

На рис.2 представлены зависимости потенциалов различных областей плазменного столба от потенциала дополнительного анода. Видно, что электрическое поле, определяющееся разностью потенциалов ϕ_I и ϕ_{II} , может изменяться по величине и по знаку. Соответственно будут изменяться направление и скорость потока частиц плазмы.

На рис.3 представлены зависимости ионного тока насыщения на плоские зонды, расположенные, как показано на вставке к рисунку, от потенциала дополнительного анода. Вынос значительных количеств частиц плазмы из разряда приводит к изменению его режима - уменьшению разрядного тока и увеличению напряжения. Зависимость тока и напряжения разряда от потенциала дополнительного анода представлена на рис.4. При расходах газа,

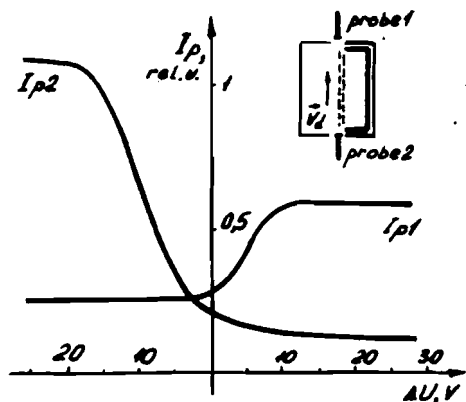


Рис.3. Зависимости ионного тока насыщения на зонды от потенциала дополнительного анода.

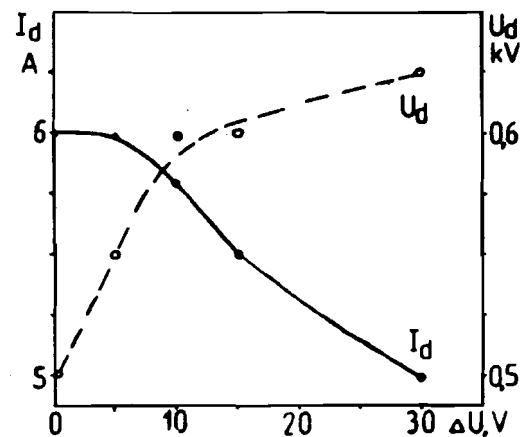


Рис.4. Зависимости тока и напряжения разряда от потенциала дополнительного анода.

близких к оптимальному /в режиме $\Delta U = 0$ /, при больших значениях ΔU может произойти срыв разряда. После увеличения потока газа в источник режим разряда восстанавливается.

Представляет интерес пространственное распределение выносимых из разряда

частиц плазмы. Такие измерения были проведены с помощью зонда, перемещающегося в двух направлениях перед эмиссионной щелью. На рис.5 представлены зависимости ионного тока насыщения на зонд от положения зонда при потенциале дополнительного анода 0 В /рис.5а/ и +20 В /рис.5б/. Система координат, в которой измеряется положение зонда, представлена на вставке к рисунку. Электронный ток насыщения зависит от положения зонда подобным образом. Следует отметить, что наблюдается различие в положении максимумов электронного и ионного токов насыщения.

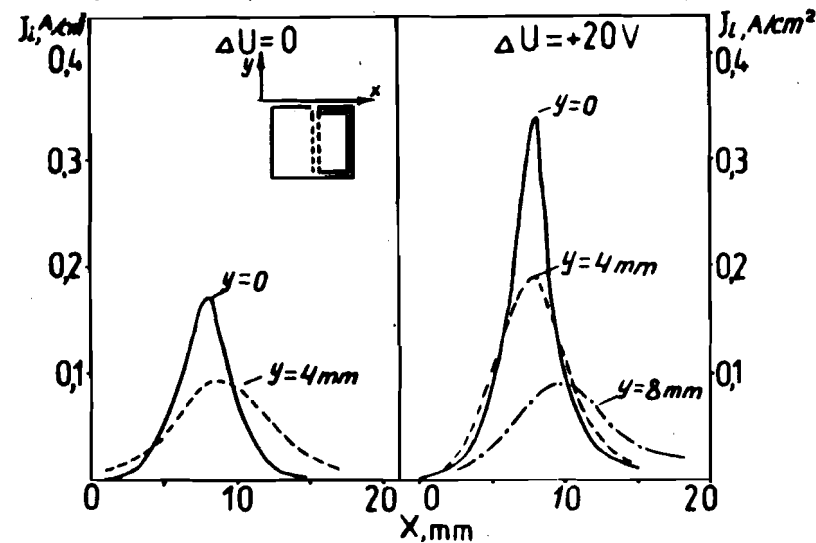


Рис.5. Зависимость ионного тока насыщения на зонд от положения зонда.

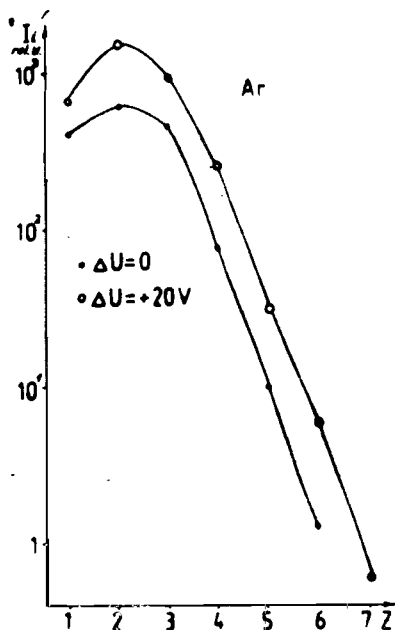


Рис.6. Зарядовый состав пучка ионов Ar.

В экспериментах по извлечению и анализу ионного пучка из источника ионов с дополнительным анодом наблюдалось увеличение полного вытянутого тока и токов отдельных зарядностей в 2-5 раз. Зарядовый состав вытянутого пучка ионов Ar при потенциалах дополнительного анода 0 В и + 20 В представлен на рис.6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pazyuk A.S. et al. In: Proc. of the XVI Intern. Conf. on Phenomena in Ionized Gases. Düsseldorf, 1983, p.770.
2. Куликина Л.П., Пасюк А.С. - ЖТФ, 1966, т.36, в.4, с.726.
3. Маков Б.Н. В кн.: Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1987, т.11, с.3.
4. Маков Б.Н. ДАН СССР, 1971, 198, № 2, с.327.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 февраля 1988 года.

Богомолов С.Л., Кутнер В.Б., Третьяков Ю.П.

9-88-115

Исследование влияния дополнительного анода на характеристики дугового источника многозарядных ионов

Исследовался источник многозарядных ионов с подогревным катодом и осциллирующей электронов в магнитном поле. В источник введен дополнительный анод с потенциалом, отличающимся от потенциала основного анода на величину ΔU . Области разряда, примыкающие к анодам, приобретают потенциалы, близкие к потенциалам анодов, и в плазменном столбе возникает стационарное электрическое поле E , перпендикулярное направлению магнитного поля. Воздействие на частицы плазмы скрещенных электрического и магнитного полей приводит к их направленному движению к эмиссионному отверстию. Изучалось влияние потенциала дополнительного анода на интенсивность, зарядовый состав извлекаемого ионного пучка и на режим разряда. Наблюдалось увеличение в 2-5 раз полного вытянутого тока и токов отдельных зарядностей. Проведены измерения потенциалов областей плазмы, примыкающих к основному и дополнительному анодам при различных потенциалах дополнительного анода. Проведены измерения потоков выносимых из плазмы разряда частиц в зависимости от потенциала дополнительного анода, измерены пространственные распределения этих частиц.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Bogomolov S.L., Kutner V.B., Tretyakov Yu.P.

9-88-115

Investigation of the Effect of Additional Anode on the Characteristics of the Arc Multiple-Charged Ion Source

A multiple charged ion source with a heated cathode and electron oscillation in the magnetic field was investigated. An additional anode with a potential differing from that of the main cathode by ΔU value has been introduced into the ion source. The plasma regions, adjacent to the anodes, get the potentials close to those of anodes and, consequently, in the plasma column the stationary electric field E , perpendicular to magnetic field, is created. The action of the crossed electrical and magnetic field plasma particles caused their directed motion to the emission slit. The influence of the potential of the additional anode on the intensity and charge composition of ion beam extracted and on the discharge regime are studied. The 2-5 factor increase in total ion current and in the current of some charges was observed. Measurements of the potentials of the plasma region adjacent to the main and additional anodes at different potentials of additional anode have been carried out. The fluxes of plasma particles emitted from the discharge and their space distribution have been measured at different potentials of the additional anode.

The Investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988