

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



С345Н  
П-199

5/6-75

7- 8620

А.С.Пасюк, И.П.Кузнецова, В.Б.Кутнер

1643 / 2-75

ВЛИЯНИЕ  
НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНОГО ПОЛЯ  
НА ВЫХОД МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ

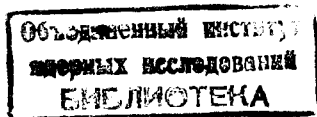
1975

7- 8620

А.С.Пасюк, И.П.Кузнецова, В.Б.Кутнер

**ВЛИЯНИЕ  
НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНОГО ПОЛЯ  
НА ВЫХОД МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ**

*Направлено в АЭ*



Поскольку все газоразрядные источники многозарядных ионов /м.з.и./ работают в магнитных полях, то представляется интересным выяснить влияние магнитного поля на выход многозарядных ионов.

В настоящей работе проводится изучение влияния некоторых характеристик магнитного поля на выход многозарядных ионов. В частности, исследовался выход многозарядных ионов в зависимости от:

а/ величины магнитного поля;

б/ наклона газоразрядной камеры к направлению силовых линий;

в/ неоднородности магнитного поля /поле в области катода и антикатода больше, чем в области эмиссионной щели/.

Эксперименты проводились на стенде ионных источников Лаборатории ядерных реакций<sup>/1/</sup>. В опытах а/ и б/ использовался ионный источник с газоразрядной камерой длиной 250 мм /расстояние между катодом и антикатодом/, сечением газоразрядного канала 8 x 8 мм и эмиттирующей поверхностью катода 7 x 7 мм. В опытах в/ использовался ионный источник с газоразрядной камерой длиной 120 мм, сечением газоразрядного канала 12 x 12 мм и сечением катода 7 x 7 мм.

#### *а/ Влияние величины магнитного поля на выход многозарядных ионов*

Источники многозарядных ионов в разных лабораториях работают в магнитных полях различных величин.

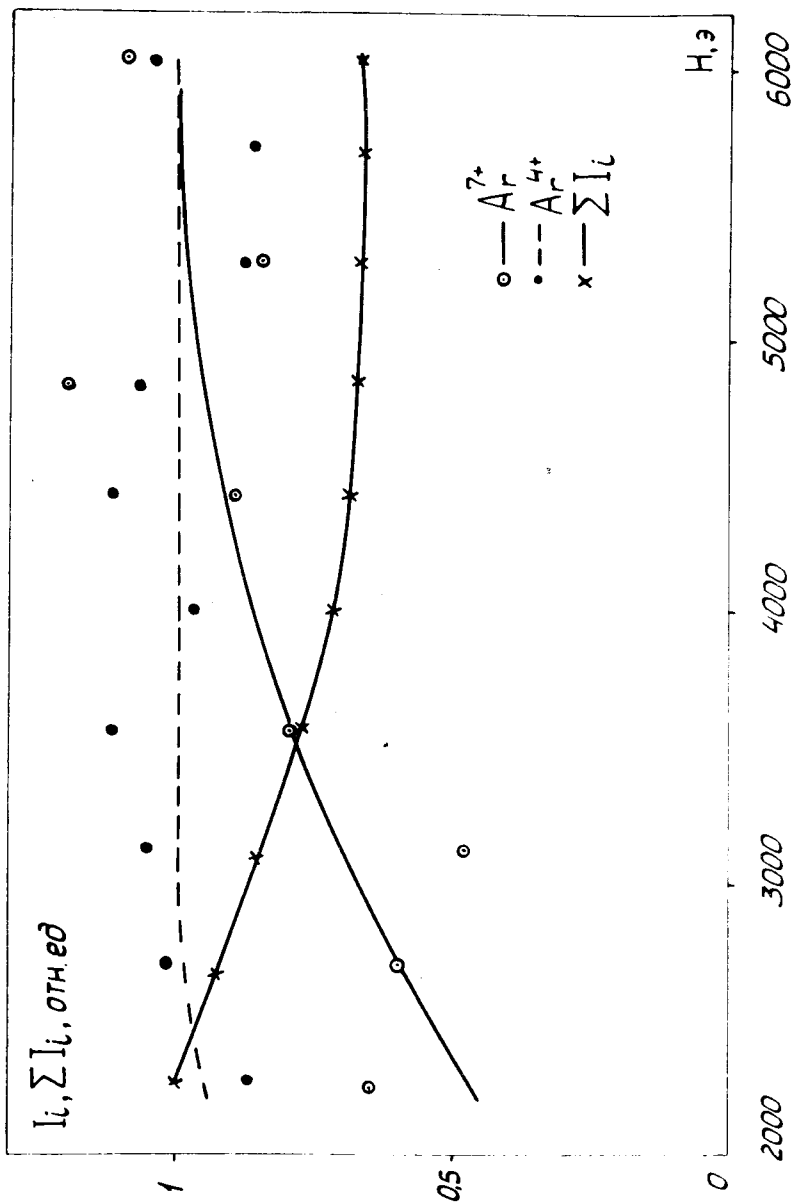


Рис. 1. Зависимости выхода общего ионного тока ( $\Sigma I_i$ ) и токов ионов  $Ar^{4+}$  и  $Ar^{7+}$  от величины магнитного поля.

Так, на стендах источников и линейных ускорителей источники ионов работают в магнитных полях с напряженностью до 10 кЭ, на циклотронах - с напряженностью до 20 кЭ.

Для ряда задач представляет интерес знание величины наименьшего магнитного поля, которое не снижает выхода многозарядных ионов.

При исследовании источников ионов на стенде практически приходится работать в диапазоне магнитных полей 3,5 - 6,0 кЭ. Поэтому при изучении влияния выхода многозарядных ионов был рассмотрен диапазон полей от 2 кЭ до 6 кЭ. В этих опытах режим источника и напряжение на дуанте /вытягивающий электрод/ поддерживались постоянными.

На рис. 1 приводятся зависимости токов ионов  $Ar^{4+}$  и  $Ar^{7+}$  и полного вытянутого ионного тока ( $\Sigma I_i$ ) от величины магнитного поля.

Видно, что кривая тока ионов  $Ar^{4+}$  имеет "плато" уже при 3 кЭ. Для полей, меньших 4 кЭ, выход тока ионов  $Ar^{7+}$  заметно снижается. Кривая суммарного тока ( $\Sigma I_i$ ) всех вытянутых ионов имеет линейный спад до 4 кЭ, в магнитных полях свыше 4,5 кЭ суммарный ток вытянутых ионов практически не изменяется.

б/ Влияние величины отклонения оси камеры источника от направления силовых линий магнитного поля на выход высокозарядных ионов

В процессе ускорения на У-300 высокозарядных ионов было замечено, что незначительные нарушения в юстировке разрядной камеры источника относительно силовых линий магнитного поля приводят к сильному снижению интенсивности ускоренных частиц.

В связи с этим на стенде ионных источников были проведены специальные опыты по определению выхода высокозарядных ионов аргона в зависимости от отклонения оси разрядной камеры от направления силовых линий магнитного поля. Схема опыта приводится на рис. 2.

В этих опытах верхняя часть газоразрядной камеры была закреплена неподвижно, а нижняя перемещалась

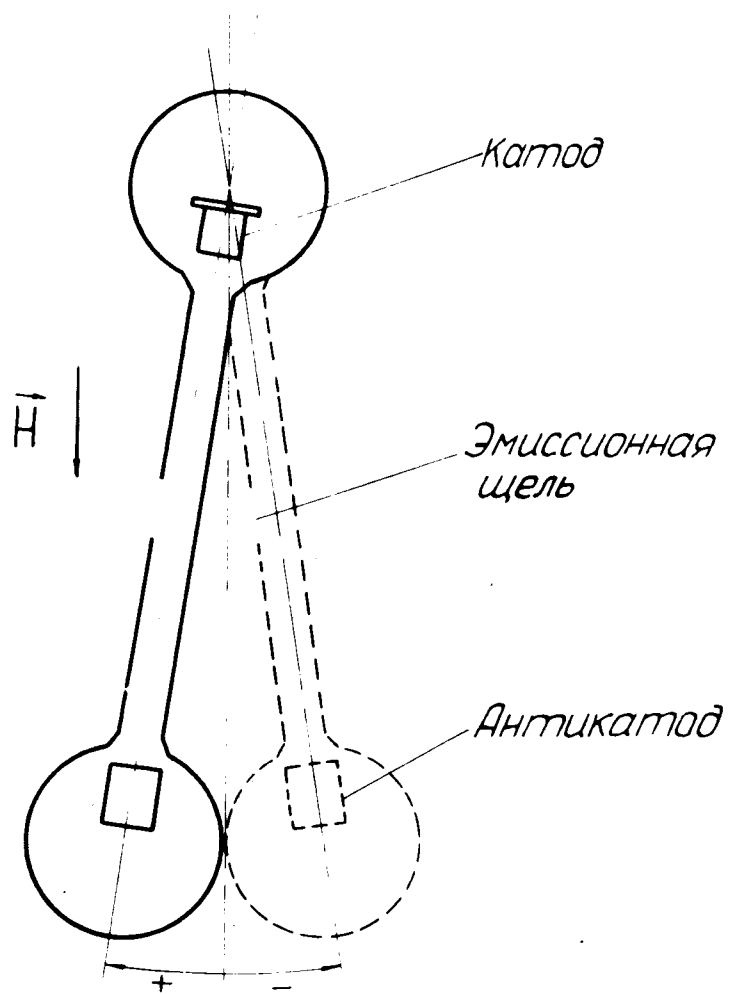


Рис. 2. Схема опыта по определению выхода многозарядных ионов в зависимости от величины отклонения оси разрядной камеры от направления силовых линий магнитного поля.

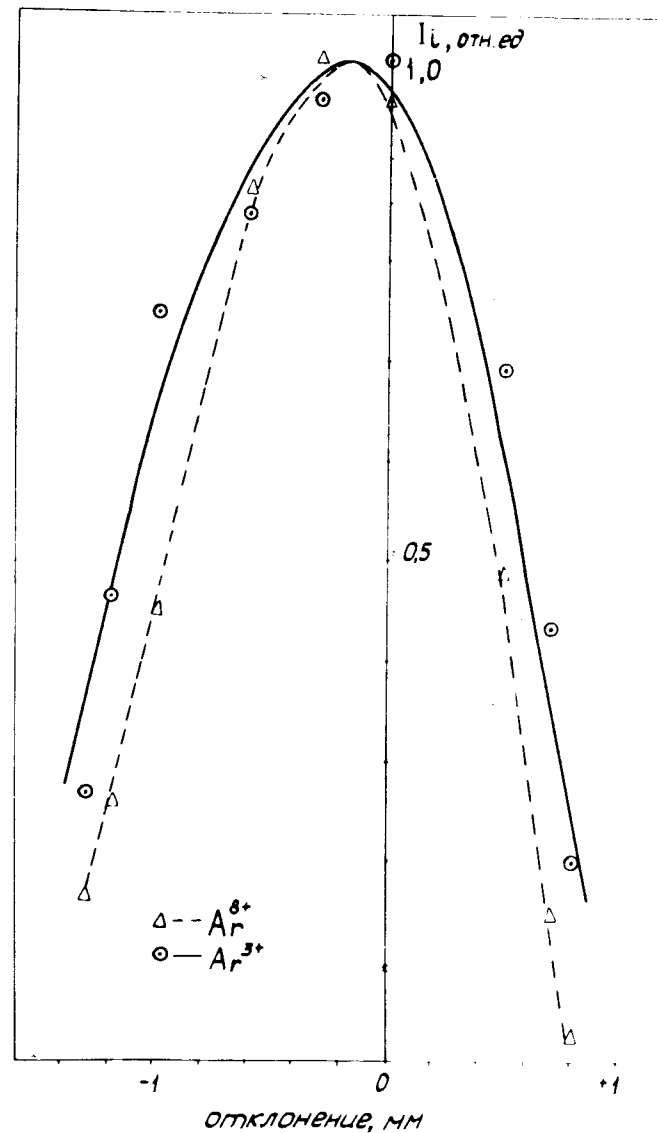


Рис. 3. Выход ионов аргона в зависимости от величины отклонения оси разрядной камеры от направления силовых линий магнитного поля.

с помощью специального механизма, чем и создавался наклон камеры.

Из результатов измерений, приведенных на рис. 3, видно, что при смещении нижней части камеры на  $\pm 1$  мм интенсивность ионов аргона значительно уменьшается. Причем чем выше заряд иона, тем точнее должна быть юстировка оси камеры относительно силовых линий магнитного поля.

#### в/ Влияние неоднородного магнитного поля на выход многозарядных ионов

Имеется несколько работ /2,3,4/, в которых рассматриваются условия получения многозарядных ионов в неоднородном магнитном поле. Авторы теоретической работы /4/ считают, что в случае, когда магнитное поле в области эмиссионной щели выше, чем у катода, концентрация ионов в центре разряда повышается.

Однако в экспериментальной работе /5/ показано, что увеличение поля в medianной плоскости приводит к снижению выхода высокозарядных ионов.

В настоящей работе проведены исследования в таких неоднородных магнитных полях, когда поле у поверхностей катода и антикатода, обращенных к разряду, ( $H_K$ ) больше, чем в области эмиссионной щели ( $H_0$ ). Эксперименты проводились при двух значениях отношений  $H_K/H_0$ : 1,3 и 2,3.

В опытах использовалась газоразрядная камера с сечением канала разряда большим, чем площадь эмиттирующей поверхности катода. Это позволяло выбирать необходимое положение катода относительно эмиссионной щели источника /рис. 4/ при различной кривизне магнитных силовых линий. Положение антикатода не изменялось, так как поверхность антикатода, обращенная к разряду, перекрывала сечение газоразрядного канала камеры.

На рис.5 представлены данные выхода ионов из источника, работающего в магнитных полях различной неоднородности.

Опыты в однородном магнитном поле показали, что наибольший выход высокозарядных ионов наблюдается

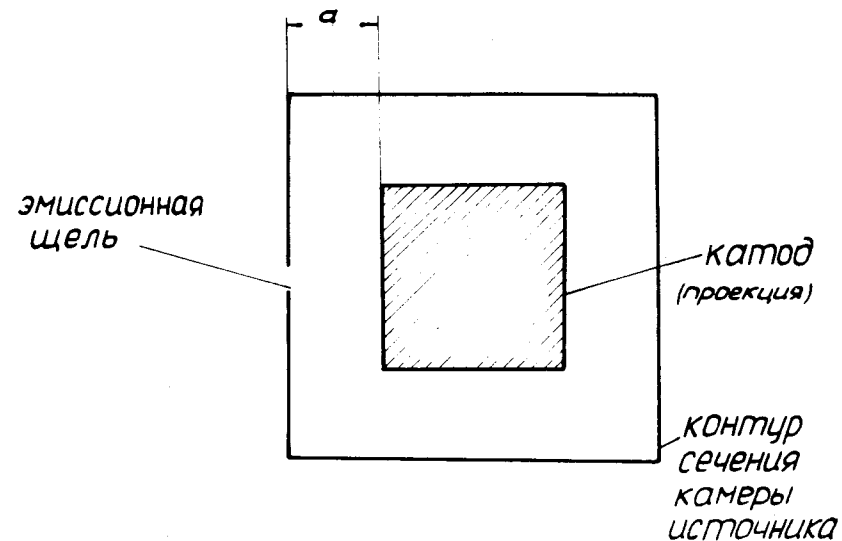


Рис. 4. Схема положений катода относительно эмиссионной щели камеры.

в случае параметра  $a=0$  /рис.4/. С увеличением параметра  $a$  происходит снижение интенсивности вытянутых из источника высокозарядных ионов. Зарядовый состав пучка ионов в случае однородного поля и слабого неоднородного  $H_K/H_0 = 1,3$  характеризуется кривой 1 рис. 5.

В случае неоднородного магнитного поля,  $H_K/H_0 = 1,3$ , наибольший выход высокозарядных ионов наблюдается при величине  $a = 1$  мм.

В магнитном поле с неоднородностью  $H_K/H_0 = 2,3$  наибольший выход ионов соответствует параметру  $a=0$ . С увеличением значения  $a$  выход ионов снижается.

Из кривой 2 видно, что относительное распределение ионов по зарядностям в случае магнитного поля с неоднородностью  $H_K/H_0 = 2,3$  существенно хуже для ионов с  $Z > 3$ , чем в однородном магнитном поле или в случае  $H_K/H_0 = 1,3$ . Получить ионы аргона с  $Z > 6$  в магнитном поле с неоднородностью  $H_K/H_0 = 2,3$  не удалось.

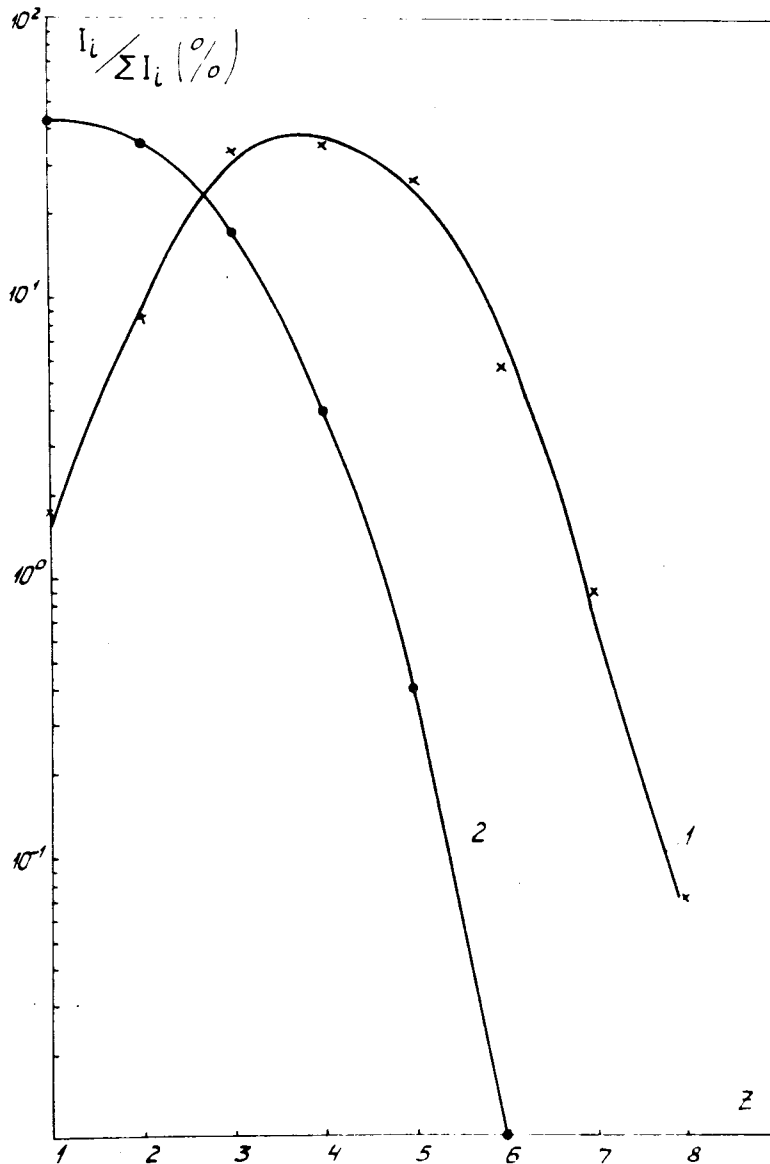


Рис. 5. Выход ионов аргона при различной неоднородности магнитного поля. Кривая 1 -  $H_K/H_0 = 1,0$  при  $a = 0$  и  $H_K/H_0 = 1,3$ ;  $a = 1$  мм. Кривая 2 -  $H_K/H_0 = 2,3$ ;  $a = 0$ .

В неоднородных магнитных полях с  $H_K/H_0 = 1,3$  и 2,3 полный ток всех вытянутых ионов ( $\Sigma I_i$ ) соответственно в 2 и 4 раза меньше, чем в однородном магнитном поле.

Исследования показали, что наибольший выход ионов получается в случае однородного магнитного поля. Слабое неоднородное магнитное поле при  $1 \leq H_K/H_0 \leq 1,3$  не приводит к заметному снижению интенсивности, но необходимо в этом случае подбирать положение катода относительно плоскости с эмиссионной щелью.

При сильной неоднородности магнитного поля ( $H_K/H_0 \approx 2$ ) выход высокозарядных ионов значительно снижается.

Авторы выражают благодарность Ю.П.Третьякову за обсуждения в ходе постановки экспериментов и Р.И.Иванникову за участие в магнитных измерениях.

#### Литература

1. А.С.Пасюк, Ю.П.Третьяков, С.К.Горбачев. *Атомная энергия*, т. 24, вып. 1, с. 21 /1968/.
2. T.Tauth, M.Bajard, G.Hadinger. *G.S.I.Arbeitstagung, Heidelberg, März, 1971.*
3. G.Hadinger, T.Tauth, G.Hadinger-Espi, A.Chabert. *IEEE Nucl.Sci.*, v. NS19, no. 2, p. 137 (1972).
4. T.Tauth, G.Hadinger, G.Hadinger-Espi, M.Bajard. *Proc. of the Second Intern. Conf. on Ion Sources, Vienna, Sept. 11-15, 1972, p. 620.*
5. J.R.J.Bennett, B.Gavin. *Rutherford Lab., Preprint RPP/A84, 1971.*

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 февраля 1975 года.