

19

**И Н С Т И Т У Т
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СОАН С С С Р**

ПРЕПРИНТ И Я Ф 56 - 73

Г.И.Димов, Г.В.Росляков

**ИНЖЕКТОР ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ
ВОДОРОДА С ТОКОМ 20 ма**

Новосибирск

1973

ИНЖЕКТОР ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ ВОДОРОДА
С ТОКОМ 20 ма

Г.И.Димов, Г.В.Росляков

А Н Н О Т А Ц И Я

Сообщается о получении из ускорителя Ван-де-Граафа импульсного пучка отрицательных ионов водорода длительностью 200 мксек с током 20 ма с энергией 1 Мэв. Описываются особенности перезарядного источника ионов H^{-} , установленного в высоковольтном электроде ускорителя.

Для увеличения тока протонов, инжектируемых перезарядным методом в накопительное кольцо /1/, на электростатическом ускорителе ЭГ-1,5, с импульсной стабилизацией энергии /2/ был установлен перезарядный источник отрицательных ионов. На выходе ускорителя был получен пучок ионов H^- с током 20 ма длительностью 200 мксек с энергией 1 Мэв. После прохождения магнитного анализатора ток ионов H^- 18ма. Пучок используется для получения компенсированного замкнутого пучка протонов.

На рис.1 показан общий вид источника. Источник размещается в камере 1, гальванически связанной с кондуктором. Импульсный дуговой источник плазмы 2, имеющий потенциал камеры, отделен от основного объема камеры перегородкой 3 для уменьшения импульсной загрузки водородом ионного тракта и ускорительной трубки. Расход водорода в источнике плазмы $3 \cdot 10^{17}$ молекул за импульс. Буферный объем с источником плазмы через специальную трубку откачивается после каждого импульса за время 0,1 сек. С помощью двух сеточных электродов 4 из плазмы формируется пучок протонов с овальным сечением 16мм x 18мм и ускоряется до энергии 12 кэв. Протоны поступают в перезарядную трубку 5, в которую напускается дополнительно водород в количестве $2 \cdot 10^{16}$ молекул за импульс электромагнитным клапаном 6. Пучок из перезарядной трубки сепарируется постоянным магнитом 7, находящимся под одним потенциалом с трубкой. Магнит изготовлен из 2-х плиток 2БА и снабжен магнитным шунтом для регулировки поля.

Железное кольцо 8 экранирует перезарядную трубку от рассеянного поля магнита. Угол поворота ионов H^- в магните 27° , радиус орбиты 15,2см. Диафрагма на выходе магнита 9 и козырек 10 являются приемниками нейтральной и положительной компонент пучка, ток которых составляет около 1,5а. В зазоре между диафрагмами 9 и 11 ионы H^- дополнительно ускоряются до энергии 24 кэв, после чего через охранной цилиндр 12 поступают в ускорительную трубку.

Для уменьшения выбивания электронов ионным пучком на краях диафрагмы основное ограничение пучка осуществляется отверстием на входе в магнит с размерами 2,5см x 3,6см, откуда вторичные электроны не могут попасть в ускорительную трубку; отверстия диафрагм 10,11 и 13 последовательно увеличиваются:

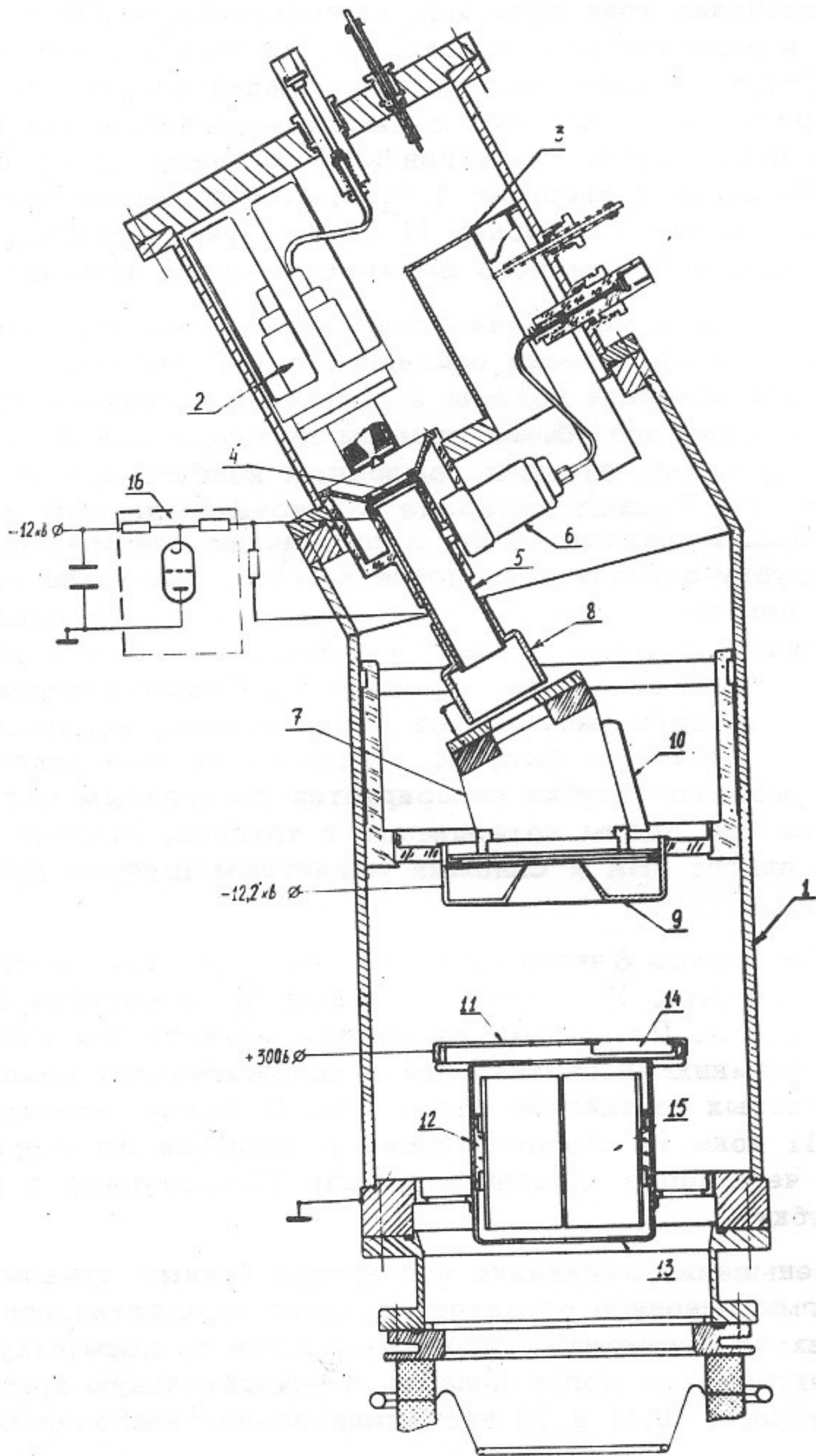


Рис.1.

круг диаметром 3,8 см, круг диаметром 4 см и эллипс 5 см х 6 см. Кроме этого для задержки вторичных электронов подается запирающее напряжение на диафрагму 10 минус 200 в относительно магнита и на диафрагму 11 плюс 300 в относительно охранного цилиндра. Часть ионов H^+ при повороте в магните теряет электроны из-за столкновений с молекулами газа, образующиеся при этом быстрые атомы попадают на диафрагму 11. Для ослабления вызываемой ими вторичной ионной эмиссии в соответствующем месте диафрагмы 11 сделано отверстие с жалюзями 14, через которое атомы проходят на торец охранного цилиндра. В охранном цилиндре расположена электростатическая система отклоняющих пластин 15, которая позволяет корректировать углы входа пучка в ускорительную трубку.

Использование сеточной системы формирования пучка приводит к асимметрии углового разброса ионов. Основной разброс наблюдается в направлении, перпендикулярном нитям сеток. Апертура сепарирующего магнита источника и анализирующего магнита на выходе ускорителя минимальна вдоль магнитного поля. Для улучшения прохождения пучком магнитов нити сеток в источнике направлены параллельно магнитному полю сепарирующего магнита, а сепарирующий магнит установлен в плоскости анализирующего магнита.

Значительная удаленность элементов источника от ускорительной трубки, а также хорошая экранировка её электрического поля охранным цилиндром, гальванически связанным с кондуктором, исключают пробой на элементы источника и перенапряжения в его схеме питания при разрядах в ускорительной трубке. Выполнение вытягивающей сетки в форме жалюзей (толщина 0,5 мм, шаг 0,28 мм, геометрическая прозрачность 80%) и применение схемы защиты вытягивающего промежутка от пробоев (16 на рис. 1) обеспечили достаточно надежную работу источника. Источник потребляет 16 дж электроэнергии за импульс, между импульсами энергия расходуется только на накал тиратрона схемы защиты ТГИ 1 500/16. Управление источником осуществляется световыми сигналами по схеме /2/.

Использование тандемной схемы ускорения ионов в источнике позволило упростить схему питания источника и облегчило ионно-оптическое согласование его с ускорительной трубкой.

Из-за значительного пространственного заряда пучка мы отказались от часто применяемой оптической схемы Элкинда с фокусировкой пучка перед входом в ускорительную трубку. Фокусировка пучка в тракте ионного источника и на входе в трубку снижена до минимума, в результате расчетное положение кроссовера пучка без учета пространственного заряда находится около выхода из ускорительной трубки при энергии 1 Мэв. Наблюдаемое положение кроссовера пучка с током 20 ма оказалось в 2-х метрах от выходного торца трубки, отличие от расчетного положения связано с действием пространственного заряда.

Фазовый объем пучка ионов H^+ из источника оценивался по результатам измерений углового разброса частиц при вытягивании протонов из плазмы сеточной системой /3/. На выходе из перезарядной трубки источника нормализованный эмитанс составляет 0,02 мрад x см вдоль "нитей" сеток и 0,17 мрад x см поперек "нитей" сеток. Контроль размеров пучка после выхода из ускорителя позволил оценить его фазовый объем после ускорения. Пучок с током 20ма при энергии 1 Мэв имеет нормализованный эмитанс не более 0,1 мрадсм x 0,26 мрадсм.

Детальная конструкция и режим работы основных узлов перезарядного источника описаны в /3/. Работа выполнена в Институте ядерной физики СО АН СССР в 1972 году.

В заключение авторы выражают благодарность Белкину В.С. за помощь в наладке системы питания источника при запуске инжектора.

Л и т е р а т у р а

1. Г.И.Димов, В.Г.Шамовский, В.Е.Чуприянов. "Эксперименты с замкнутым протонным пучком в ионизированном газе". Доклад на III Всесоюзном совещании по ускорителям. Москва, октябрь, 1972г.
2. Г.И.Димов, И.Я.Тимошин, В.В.Демидов, В.Г.Дудников. ПТЭ, 4, 30, 1967.
3. Г.И.Димов, Г.В.Росляков. "Исследование импульсного перезарядного источника отрицательных ионов водорода". Препринт ИЯФ СО АН СССР, 1973г. (направлено для опубликования в ПТЭ)

Ответственный за выпуск С.Т.Родионов
Подписано к печати 5.7.73г. МН 08366
Усл. 0,3 печ.л., тираж 200 экз. Бесплатно.
Заказ № 56. ПРЕПРИНТ

Отпечатано на ротационной машине в ИЯФ СО АН СССР, вг.