

Ф, 46

3

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР

препринт 100

Г.И. Димов, О.Я. Савченко

**Мощный импульсный источник
нейтральных атомов и
отрицательных ионов водорода**

г.Новосибирск 1967

А н н о т а ц и я

Описан импульсный источник нейтральных атомов и отрицательных ионов водорода с энергиями от I до I3 кв. Длительность импульса источника - 100 мсек, максимальный поток $H_0 - 3,75 \cdot 10^{19}$ I/сек (600 мА), максимальный ток H^- - 15 мА, угловая расходимость частиц в пучке $0,015 + 0,020$ рад.

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКИ И ТЕХНИКИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКИ И ТЕХНИКИ
Москва

1967

Источник атомов и отрицательных ионов водорода аналогичен описанному в /1/. Его конструкция имеет ряд особенностей и представлена на рис.1. Для формирования протонного пучка в новой конструкции дополнительно поставлена сетка на выходе дугового источника протонов. Кроме этого две конусные диафрагмы заменены одной плоской диафрагмой. Эта диафрагма поставлена таким образом, чтобы плазменная струя, выбрасываемая из дугового канала, попадала только на сетку (рис.1). Шаг сетки на выходе из дугового источника - 0,13 мм, на входе в перезарядную трубку - 0,23 мм, диаметр никелевых нитей сеток - 0,05 мм. Внутренний диаметр оправок сеток - 16 мм. Перезарядная трубка имеет внутренний диаметр 25 мм, длина трубки - 250 мм.

Рабочие характеристики дугового источника следующие: длительность импульса дуги - 100 мксек, частота следования импульсов 1/5 гц. Протонный ток дугового источника регулировался в интервале 200-1000 мА изменением напряжения на дуге (рис.2). Протонный ток рассчитывался по "закону трех вторых" при напряжениях появления плазмы в вытягивающем межсеточном промежутке. Рассчитанное значение тока подтверждалось измерениями тока протонов, проходящих в перезарядную трубку. Давление водорода в трубке в момент перезарядки $(1 + 3) \cdot 10^{-2}$ мм.рт.ст. После прохождения перезарядной мишени пучок частиц, состоящий из смеси H^0 , H^+ , H^- , разделялся магнитным полем на отдельные компоненты, которые попадали в измерительные устройства (рис.3). Токи H^+ , H^- измерялись цилиндром Фарадея. Поток H^0 измерялся по вторичной электронной эмиссии с поверхности сплава Д16. Зависимость коэффициента вторичной эмиссии от энергии частиц приведена на рис 4/2/.

Входные отверстия измерительных устройств имели диаметр 45 мм, длина пути частиц — 80 см. Давление в вакуумной камере $(6\pm 9) \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст.

Тренировка источника производилась следующим образом. Вытягивающее напряжение поднималось до 13 кв ступени по $0,25\pm 0,3$ кв. Напряжение на ступень повышалось только в том случае, если среднее число импульсов тока, сопровождаемое пробоями в вытягивающем промежутке становилось меньше $10 \div 15\%$ от общего числа импульсов. Обычно тренировка источника длилась 3—4 часа.

На рис.5 показаны типичные зависимости выхода H^0 и H^- от величины протонного тока дугового источника. Как видно из рисунка, отношение потоков H^0 и H^- близко к расчетному равновесному значению $44/3$.

Выход частиц линейно растет с увеличением протонного тока до некоторого характерного значения. На линейном участке выход H^0 и H^- при постоянном межсеточном расстоянии не зависит от вытягивающего напряжения в диапазоне от 5 до 13 кв. С увеличением межсеточного расстояния выход частиц несколько возрастает. Так при расстоянии между сетками 1,5 мм H^0 составляет 68%, а при межсеточном расстоянии 3,4 мм — 80%. По-видимому это связано с увеличением протонного тока из-за ионизации водорода в вытягивающем промежутке. На рис.6 приведены зависимости характерного протонного тока от вытягивающего напряжения при расстоянии между сетками 1,5 и 3,4 мм. С увеличением вытягивающего напряжения и уменьшением межсеточного расстояния линейность выхода частиц сохраняется до больших значений протонного тока.

Распределение плотностей частиц в пучках определялось по сцинтилляции прозрачного кварца при бомбардировке его частицами. В линейной области поперечное распределение плотности нейтральных атомов водорода не зависит от интенсивности пучка. На рис.7 показано поперечное распределение плотности H^0 на расстоянии 80 см от входа в перезарядную трубку. Пучки частиц (как H^0 так и H^-) имеют эллиптическое сечение. Большая ось эллипса перпендикулярна направлению нитей сетки, расположенной на выходе из дугового источника. Расходимость пучка H^0 по большой оси составляет 0,02 рад., по малой — 0,015 рад.

В нелинейной области расходимость пучков резко увеличивалась и ограничивалась геометрией перезарядной трубки. При этом наблюдался выход плазмы в межсеточный промежуток.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что снижение интенсивности и расходимость пучков связаны в основном с геометрией электрического поля в вытягивающем промежутке. Описанные эксперименты еще раз подтверждают вывод, сделанный в /1/, о практически полной нейтрализации пространственного заряда протонного пучка в перезарядной трубке.

Авторы считают необходимым отметить большое участие Ю.Г.Кононенко в создании дугового источника протонов описанного в /1/ и использованного в этой работе.

Л и т е р а т у р а

1. Г.И. Димов, Ю.Г. Кононенко, О.Я. Савченко, В.Г. Шамовский.
ЖТФ (в печати).

2. О.Я. Савченко. Препринт ИЯФ СО АН СССР (1967).

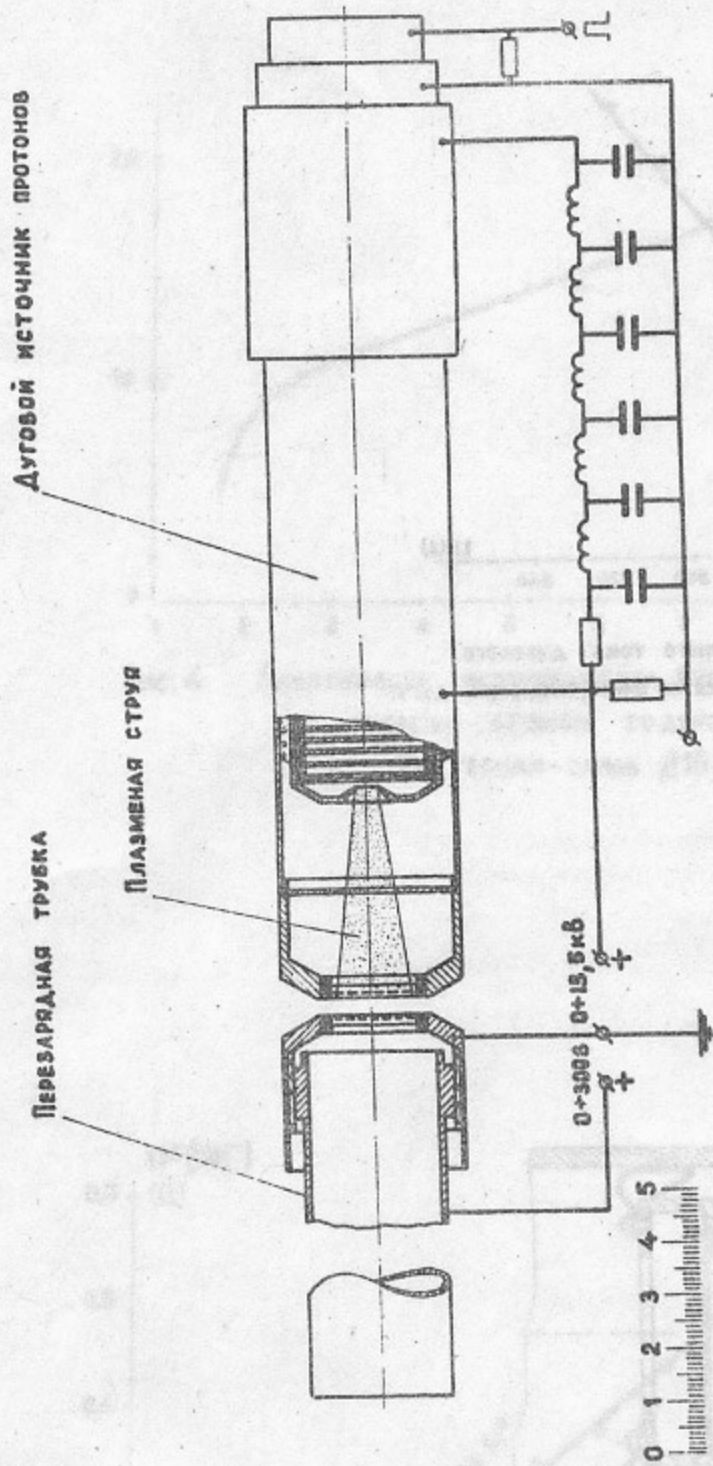


Рис. 1 Конструкция и схема питания источника нейтральных атомов и отрицательных ионов водорода.

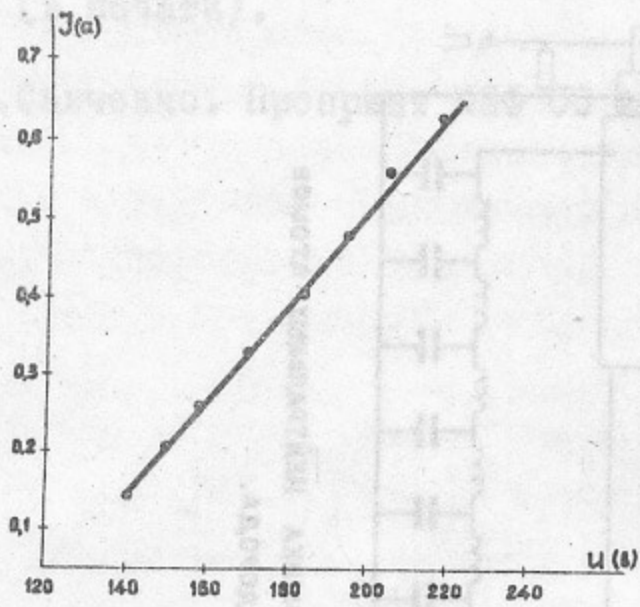


Рис. 2 Зависимость протонного тока дугового источника от напряжения на линии, питающей дугу.

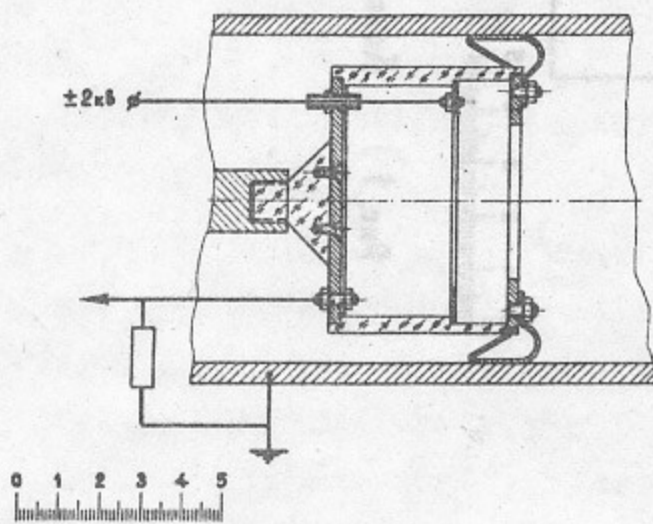


Рис. 3 Измеритель тока H^+ и H^- (на центральном электроде $-2kV$) и вторичной электронной эмиссии, вызываемой H^+ (на центральном электроде $+2kV$).

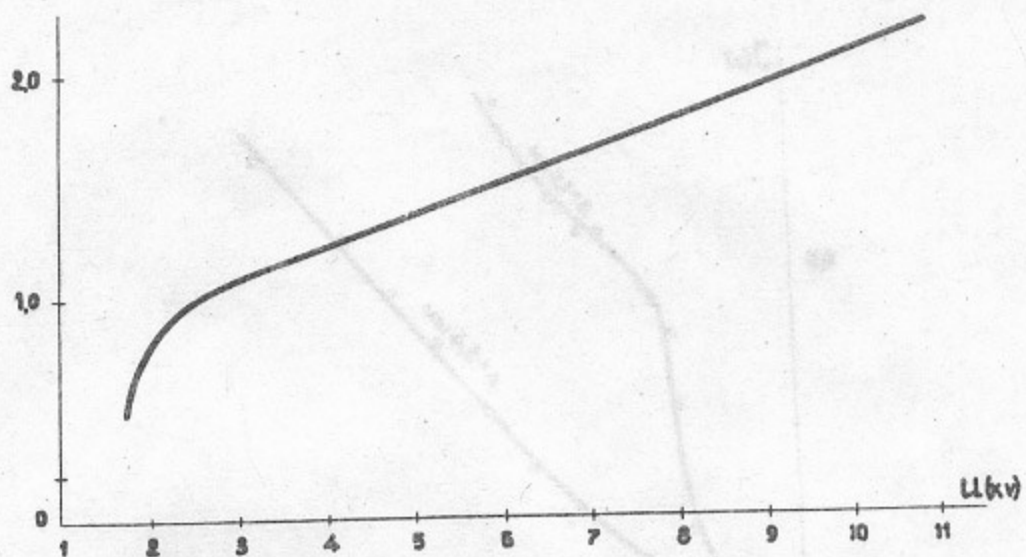


Рис. 4 Зависимость коэффициента вторичной эмиссии H° от энергии атомов водорода. (МАТЕРИАЛ-СПЛАВ Д16)

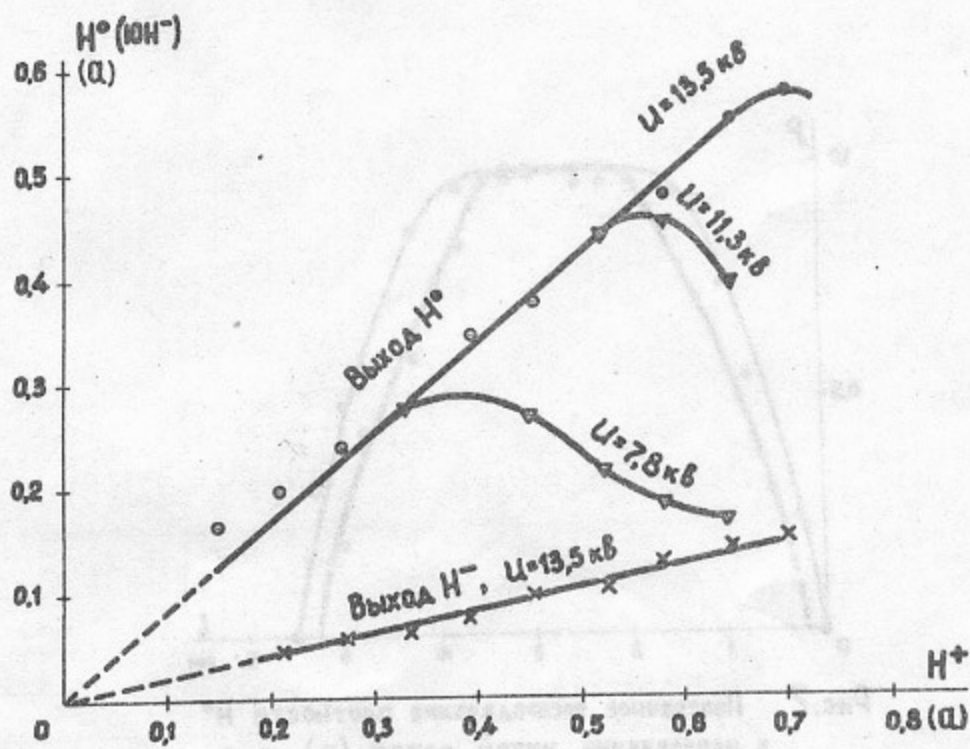


Рис. 5 Зависимость выхода H° и H^- от величины протонного тока дугового источника; расстояние между сетками $\Delta=3,4$ мм.

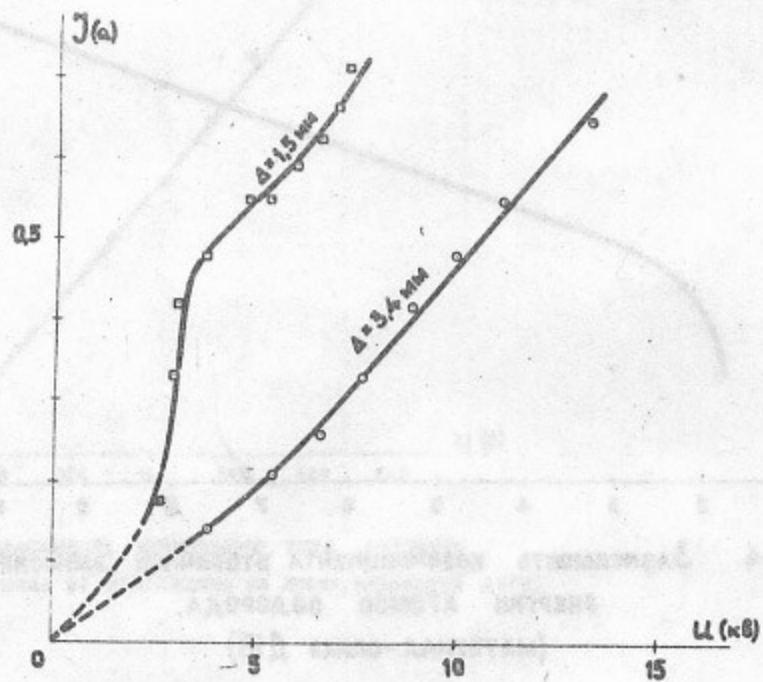


Рис. 6 Зависимость характерного протонного тока от вытягивающего напряжения.

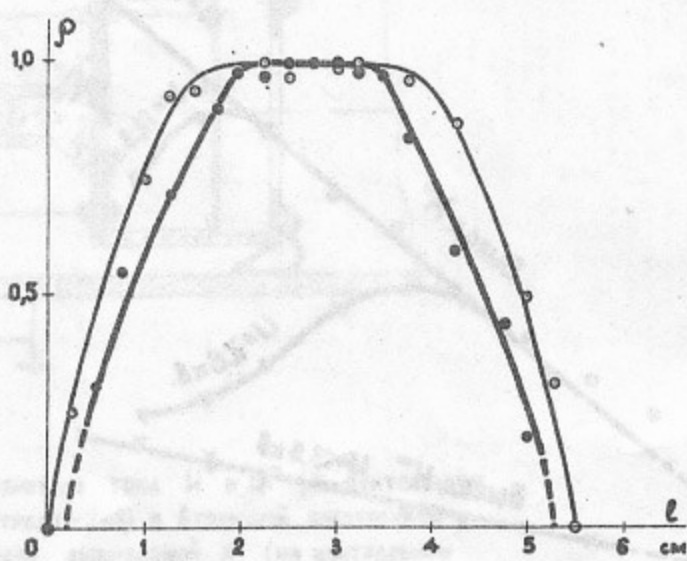
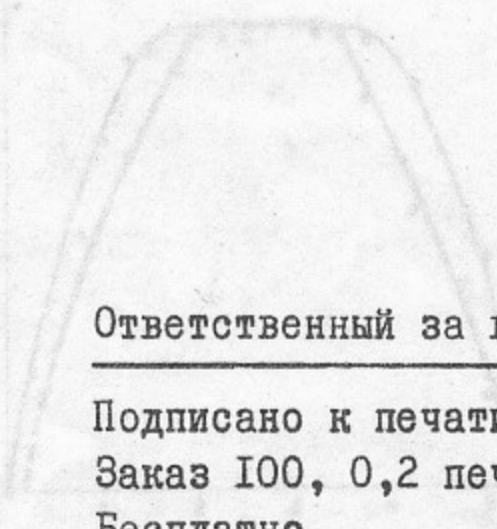


Рис. 7 Поперечное распределение плотности N° в направлении нитей сетки (●) и в перпендикулярном направлении — (○).



Рис. 5. Зависимость параметра от частоты тока
в электрической цепи.



Ответственный за выпуск Ю.Г.Кононенко

Подписано к печати 3.03.1967 года
Заказ 100, 0,2 печ.л., тираж 200 экз.
Бесплатно.

Отпечатано на ротапринте в ИЯФ СО АН
СССР.