

George V. и др.

С345Н

Г-362

+

349.2a/76



Б 1-9-9998.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 1-9-9998<sup>x</sup>

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1976

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Отдел новых методов ускорения

В.Георге, М.И.Михайлов, В.Г.Новиков,  
В.П.Саранцев, Б.А.Шестаков

Б1-9-9998

ПЛАЗМЕННАЯ ПУШКА КАК ИМПУЛЬСНЫЙ ИСТОЧНИК  
АТОМОВ

КОПИЯ ПОЛУЧЕНА  
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ  
28.07.76 г.

г.Дубна, 1976 г.

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

## ВВЕДЕНИЕ

Для проведения многих экспериментов в физике требуется инжектировать определенное количество нейтральных частиц в систему за фиксированное время в рабочем цикле. Существуют несколько способов создания импульсных струй атомов в вакууме. Среди них, источники высокоскоростной плазмы, такие как коаксиальная плазменная пушка, имеет преимущества при получении очень коротких импульсов высокой плотности потока направленных частиц и в относительной простоте работы.

Важной особенностью работы коаксиальной пушки является то, что до 30% от общего числа молекул напущенных в рабочий объем останется в неионизованном состоянии и ускорятся вместе с плазменным сгустком /1,2/.

В этой работе мы показываем, что в зависимости от начальных условий (производится или нет напуск газа) в пространство между двумя коаксиальными электродами), плазменная пушка может создавать импульсные пучки атомов газа или металла.

В обоих случаях за пушкой расположен конденсатор для отклонения заряженных частиц. Существование импульсных потоков атомов ( $He, Pb, In, W$ ), полученных таким образом, является достаточным подтверждением для того, чтобы рассматривать коаксиальную плазменную пушку хорошим источником атомов.

### Конструкция источника.

Схематически источник показан на рис. I. Пушка состоит из двух коаксиальных электродов: внешнего электрода 1 расходящегося или прямого и внутреннего электрода 2. Эти электроды присоединены к фланцам, между которыми расположен изолятор из терлона 4. Рабочий газ инжектируется через центральный электрод. Геометрия сопла 5 подробно показана в работе /3/. Для напуска газа нами использовался клапан, описанный в работе /4/. Шток из нержавеющей стали 6 образует ваку-

умноплотное соединение с медным седлом клапана. Шток клапана запрессован в медную пластинку. Эта пластинка приводится в движение с помощью катушки при пропускании через нее импульса тока. Катушка должна быть хорошо изолирована (изолятор 7), т.к. центральный электрод находится под напряжением до 10 кв. Шток поджат жесткой стальной витой пружиной 8. После инъекции газа в пушке происходит разряд, инициирующийся тремя парами поджигающих электродов 10, введенных в начало пушки через изоляторы.

### Работа источника.

Информация о пучках нейтральных частиц, создаваемых пушкой, получена с помощью соответствующих систем диагностики.

Для определения скорости атомов использовался спектральный метод (рис.2). Измерительная камера I имела два кварцевых окна 2, перед которыми двигался выброшенный из пушки плазменный слой с нейтральными атомами. Два зеркала 3 и призма 4 передавали световой сигнал соответствующий возбужденному состоянию атомов, на входную щель спектрографа 6. Перемещением ФЭУ 5 в фокальной плоскости спектрографа, измерялся временной сдвиг между появлением сигналов определенной атомной линии, например, атомной линии  $2833 \text{ \AA}$  для свинца. Зная расстояние между окнами (37 см), можно определять таким образом скорость изучаемых атомов, найденное значение составляет примерно  $(1+3) \cdot 10^5$  см/сек.

Общее число атомов, выходящих из пушки определялось способом, показанном на рис.3. Разделительный конденсатор удалял из плазменного сгустка заряженную компоненту на соответствующем расстоянии от плазменной пушки помещалась подложка 2, на которую высаживался поток атомов. Этой подложкой могла быть органическая пленка, алюминиевая фольга и т.д. Поверхностная плоскость напыленного слоя атомов металла 3, который получался таким образом, зависит от следующих параметров: расстояние между пушкой и подложкой, расстояние по радиусу, тип расплавленного металла (интенсивность потока пучка атомов тем выше, чем

легче расплывается металл), тип используемой подложки.

Например, было обнаружено, что плотность напыленного слоя свинца на алюминиевой фольге, примерно, на 20% выше, чем при напылении в таких же условиях свинца на органическую пленку. Что касается радиального распределения, то плотность атомов достигает максимума на оси системы, уменьшаясь с расстоянием от неё. Было обнаружено, что на расстоянии 16 см от пушки плотность атомов свинца изменялась от  $3 \cdot 10^{12}$  см<sup>-2</sup> на оси до  $7 \cdot 10^{11}$  см<sup>-2</sup> на расстоянии 7 см от оси. Однородность металлического слоя возрастает, если подложка располагается на большем расстоянии от пушки.

Эти данные получены при возбуждении рентгеновского излучения от напыленного слоя Pb (подложка из Al) источником <sup>109</sup>Cd активностью 15 мккюри и регистрации его детектором З/5/ (рис.4). На рис.5 показана радиальная зависимость поверхностной плотности слоя свинца. В данной статье изложены предварительные результаты. Окончательные результаты будут опубликованы позднее.

Виктор  
Михаил  
Григорьев

Виктори Георге в настоящее время  
вернулся на работу в Румынию

Андрей  
Ив. Вильямов

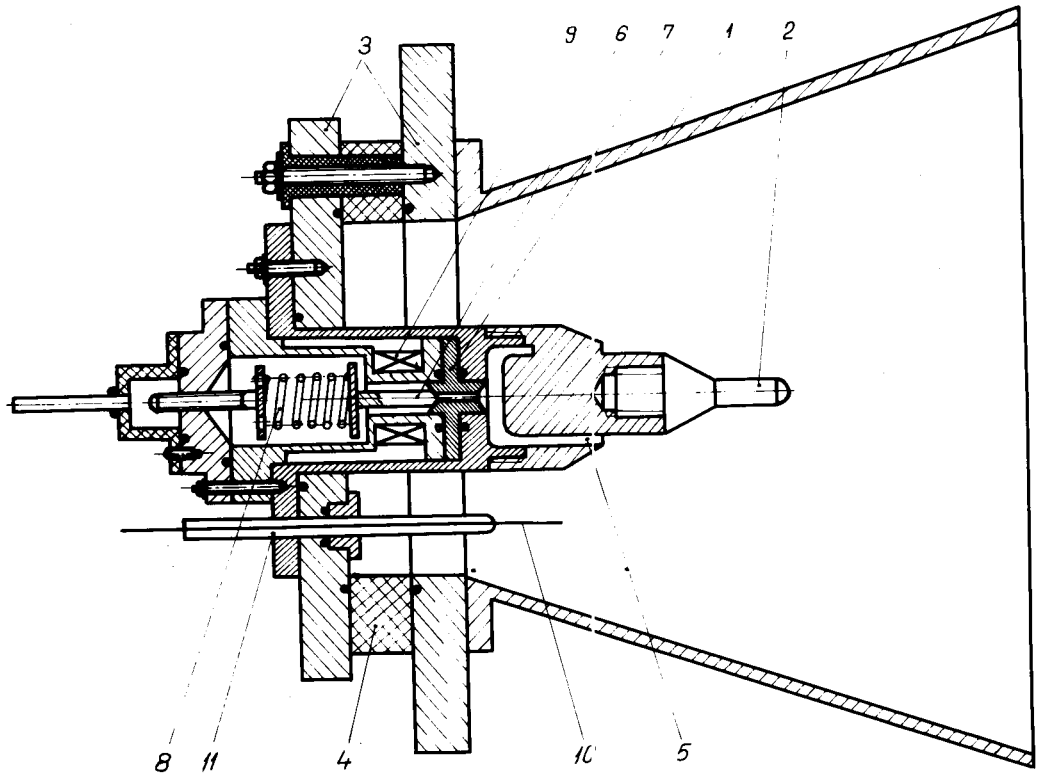


РИС.1. Общий вид плазменной пушки.

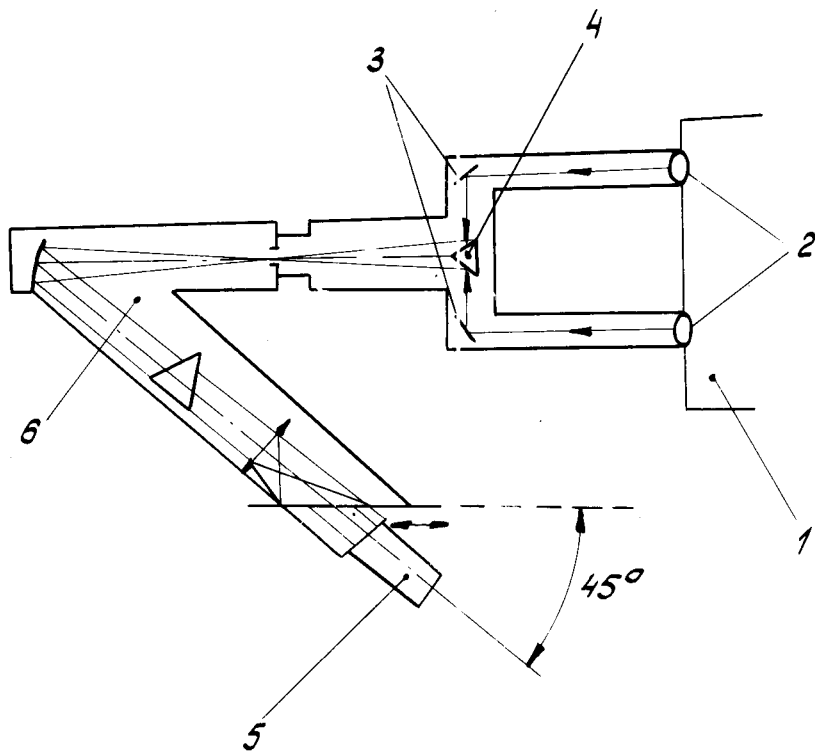


РИС.2. Схематическое изображение спектрального метода определения скорости нейтральных атомов.

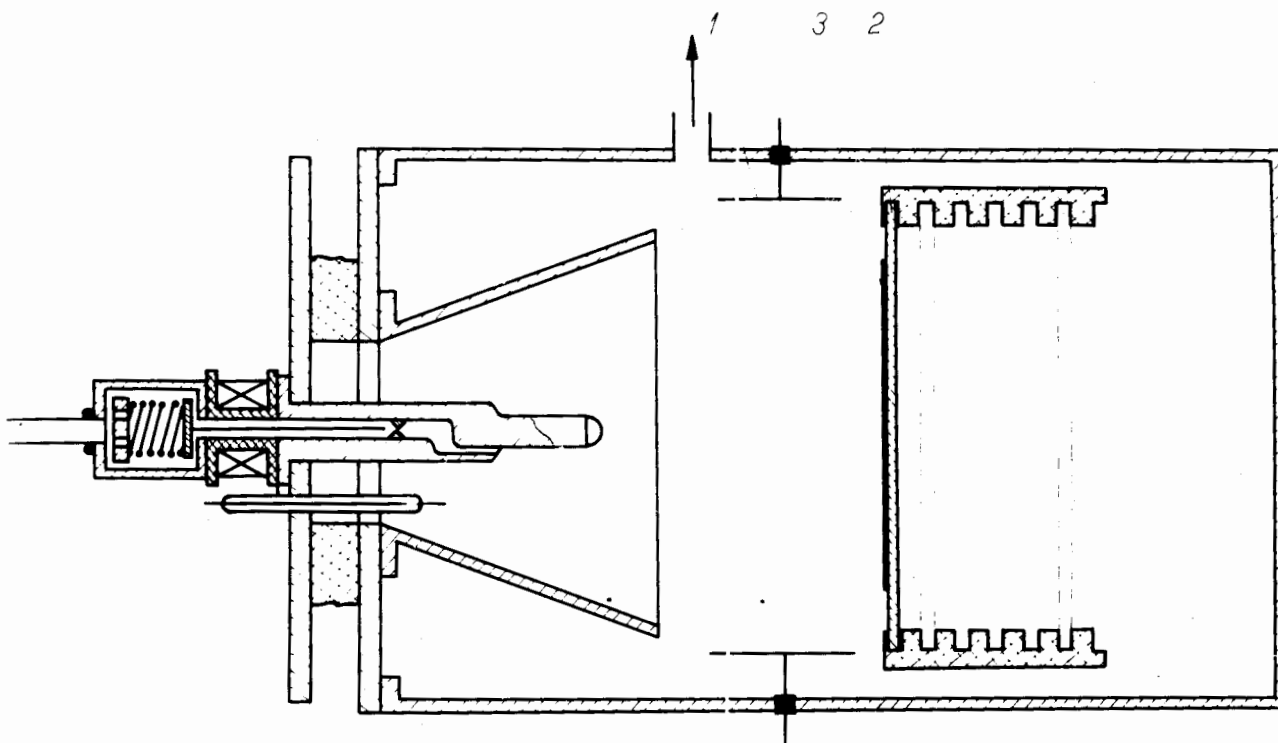


РИС.3. Общий вид установки для напыления слоя атомов.

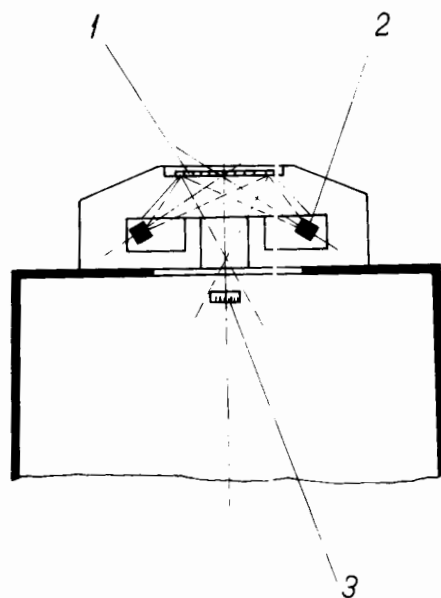


РИС.4. Схематическое изображение рентгеновского спектрометра.

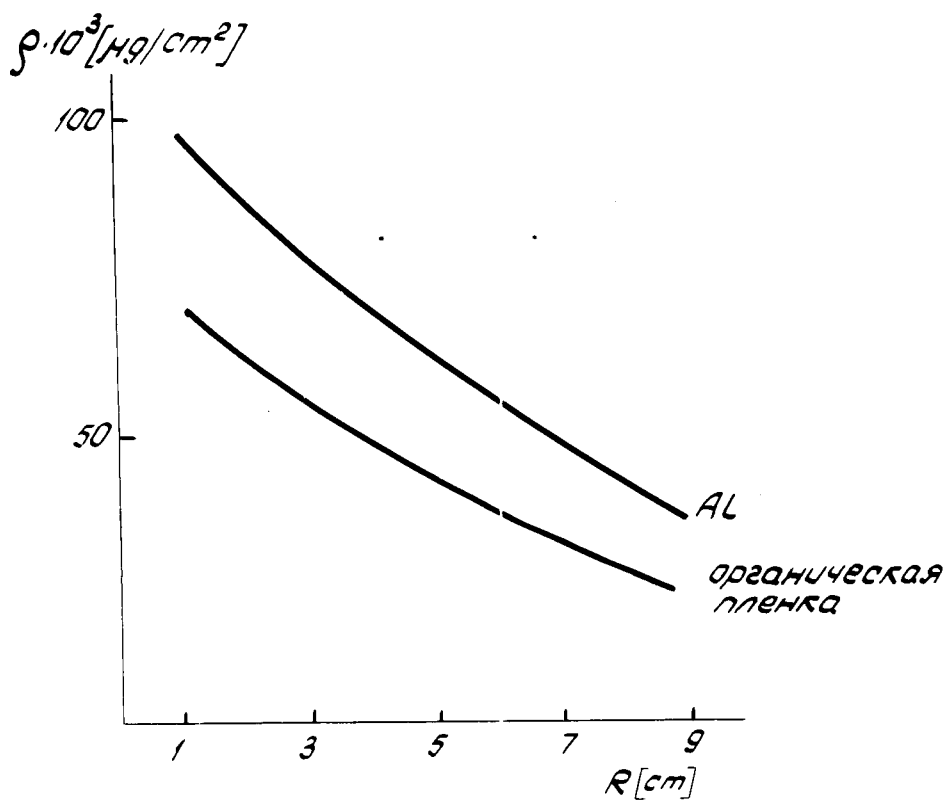


РИС.5. Радиальная зависимость поверхностной плотности напыленного слоя свинца на алюминиевой фольге и органической пленке.



## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. К.Б.Карташев, В.И.Пистунович, Э.В.Плотников, Д.Д.Рютов, Е.А.Филимонова. " Физика плазмы и управляемые термоядерные реакции", т. II, 335, 1969.
2. W.L. Barr, UCRL - 73228 Preprint 1971.
3. B. Gorowitz, T.W. Karras and P. Gloersen  
AIAA Journal, 4, 1027, 1966.
4. D.H. Birdsall and D.E. Ping, Rev. Scient. Instr. 36, 1777, 1965.
5. В.Г.Субботин, И.П.Харитонов, В.И.Воропаев, В.Ф.Кушнырук  
Препринт ОИЯИ, I3-7963, Дубна, 1974 г.