

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

Л844

13-87-613

С.М.Лукиянов, Г.Г.Чубарян\*, К.Хайдель

ТРАНСМИССИОННОЕ УСТРОЙСТВО  
КОНТРОЛЯ ФОРМЫ ПУЧКА ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

Направлено в "Nuclear Instruments and Methods"

---

\*Ереванский физический институт

1987

Развитие ускорительной техники влечет за собой разработку методов и устройств для измерения параметров пучков заряженных частиц /1,2/. Для наладки и настройки ускорительных комплексов, транспортировки пучков заряженных частиц существенным является получение информации о таких параметрах пучков, как энергия, интенсивность, профиль и форма.

Несмотря на множество различных устройств для измерения профиля, не существует достаточно удобного устройства для диагностики пучков тяжелых ионов, для которых характерны высокие значения удельных тормозных потерь.

Широко используемые коллекторные профилемеры (зонды, экраны) /3/ при их простой конструкции имеют основной недостаток – поглощение всего пучка или его большей части в измерительном устройстве, тем самым исключается в дальнейшем, после диагностики, транспортировка или использование пучка.

Для одновременного наблюдения профиля пучка и его дальнейшей транспортировки разработаны эмиссионные преобразователи профиля пучка /4/. При прохождении пучка заряженных частиц из эмиссионных электродов, помещенных на пути пучка, выбиваются вторичные электроны, которые в дальнейшем собираются электрическим полем на полосковые электроды-аноды. Так как число вторичных электронов, попадающих на поверхность какой-либо полосы, прямо пропорционально числу прошедших частиц, то можно определить профиль пучка в двух взаимно перпендикулярных направлениях, используя два полосковых анода. Собирающие электроды обычно изготавливают из алюминиевых фольг толщиной 5–10 мкм, а их минимальное число – 4 шт. При прохождении через сборник из таких фольг частицы рассеиваются. Это приводит к увеличению поперечного размера пучка и ухудшению его монохроматичности. Поэтому такое устройство практически непригодно для диагностики пучков тяжелых ионов.

В настоящей работе описывается устройство, позволяющее осуществлять контроль за формой пучка заряженных частиц при минимальных искажениях его параметров. Приводятся результаты испытания этого устройства на пучках тяжелых ионов ускорителя У-300 ЛЯР ОИЯИ.

### Описание устройства

Принцип работы устройства аналогичен принципу работы детектора для получения временной отметки, описанному в работе /5/. Схематическое изображение созданного диагностического модуля представлено на рис.1. На пути ускоренных ионов устанавливается тонкая фольга-

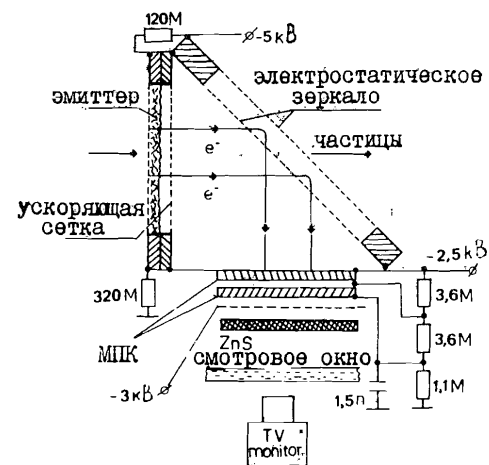


Рис.1

эмиттер (например, углеродная пленка, сусальное золото), при прохождении через которую выбиваются вторичные электроны. В связи с тем, что выход вторичных электронов происходит с глубины  $\leq 100 \text{ \AA}$ , возможно применение весьма тонких эмиттеров, толщина которых ограничена механической прочностью и составляет величину в несколько десятков мкг/см<sup>2</sup>. Использование тонких эмиттеров практически не искажает такие характеристики пучка, как энергетический и угловой

разброс. Так, например, ионы неона с энергией  $\sim 10$  МэВ/нуклон после прохождения через углеродную фольгу толщиной  $30+50$  мкг/см<sup>2</sup> будут иметь незначительный энергетический разброс, составляющий величину  $\sim 0,08\%$ .

После ускорения вторичные электроны электростатическим "зеркалом" отражаются на  $90^\circ$  и попадают на сборку из микроканальных пластин (МКП). Электростатическое зеркало представляет собой две разнесенные параллельные сеточные плоскости, изготовленные из бронзовой проволоки диаметром  $90$  мкм с шагом намотки  $1$  мм. Усиленное электронное "изображение" пучка трансформируется люминофором из  $ZnS$  в видимое. Для того чтобы вызвать люминесценцию экрана, электроны после умножения в МКП дополнительно ускорятся до энергии  $1,5+3$  кВ.

Люминофор изготавливался нанесением соли  $ZnS$ , растворенной в цапон-лаке, на прозрачную пластину из органического стекла.

Изображение на люминесцирующем экране просматривается телевизионной установкой или непосредственно глазом человека, если это позволяет радиационная обстановка.

#### Результаты испытаний

Испытание диагностического модуля проводилось на выведенных пучках ионов неона с энергией  $170$  МэВ. При интенсивности пучка ионов в несколько единиц нА заметно свечение люминесцирующего экрана. На рис.2 представлены фотографии экрана при разных интенсивностях: а) для тока  $\approx 10$  нА и б) для тока  $3+5$  нА. В данном эксперименте в качестве эмиттера использовалась алюминиевая фольга толщиной  $\sim 200$  мкг/см<sup>2</sup>. При малых токах и больших энергиях налетающих ионов ( $> 10$  МэВ/нуклон) для повышения выхода вторичных ионов можно использовать эмиттеры управляемой вторичной электронной эмиссией на основе рыхлых диэлектриков /6/. Как показано в работе /5/, подобные эмиттеры обеспечивают высокий выход электронов вплоть до энергий в несколько десятков МэВ/нуклон.

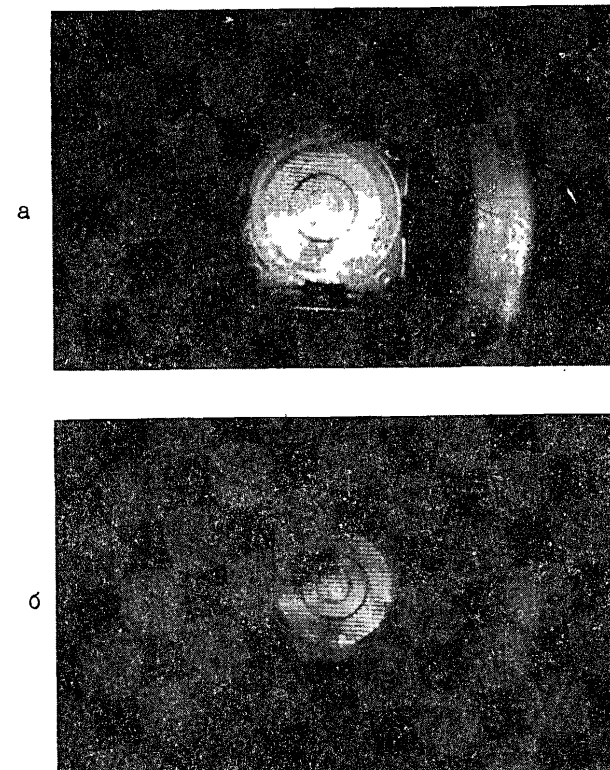


Рис.2

При больших интенсивностях  $\sim$  мкА/, достаточно использовать одну микроканальную пластину.

Кроме получения визуального изображения формы пучка, устройство позволяет получить временной сигнал, а также информацию об интенсивности пучка, так как число вторичных электронов прямо пропорционально числу прошедших частиц. Использование в устройстве МКП обеспечивает получение временных сигналов с субнаносекундными характеристиками /5/.

Таким образом, описанный диагностический модуль может успешно применяться для диагностики пучков тяжелых ионов.

В заключение авторы выражают благодарность профессору Х.Зодану, Ю.Э.Пенионжквичу, К.Д.Шиллингу и Л.В.Пашкевич за поддержку и помощь в подготовке настоящей работы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В.А.Москалев, Г.И.Сергеев, В.Г.Шестаков."Измерение параметров пучков заряженных частиц", Атомиздат, М., 1980.
2. В.Ф.Сиколенко. В материалах Международной школы молодых ученых по проблемам ускорителей заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1984, стр.196.
3. Neet D.A.G., IEEE Trans. Nucl. Sci., 1967, v.14, No.3, p.1116.
4. Вьялицын В.А. и др. Приборы и техника эксперимента. 1976, № 3, с.36.
5. Lukjanov S.M. et al. Preprint JINR, E13-86-501, Dubna, 1986.
6. Р.Л.Кавалов и др. ПТЭ, № 3, 1984, стр.46.

Рукопись поступила в издательский отдел  
4 августа 1987 года.

Лукьянов С.М., Чубарян Г.Г., Хайдель К. 13-87-613  
Трансмиссионное устройство контроля  
формы пучка тяжелых ионов

Описывается трансмиссионное устройство контроля формы пучка заряженных частиц, вносящее минимальные искажения в характеристики пучка ионов. Принцип работы устройства основан на эффекте выбивания вторичных электронов при прохождении тяжелых заряженных частиц через тонкие слои вещества. Усиление вторичных электронов осуществляется с помощью микроканальных пластин. Приводятся результаты испытания устройства на пучке ионов неона ускорителя У-300 ЛЯР ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод авторов

Lukyanov S.M., Chubarian G.G., Heidel K. 13-87-613  
A Transmission Device for the Shape  
Controlling of Heavy Ion Beams

A special device is presented which enables one to observe the beam shape with insignificant distortions of the beam parameters. The operation principle of the present device is based on the secondary electron ejection phenomenon from a thin surface layer after irradiation of them by charge particles. Microchannel plates are used for the electron multiplications. The results of testing this device on a heavy ions beam from the U-300 accelerator (Laboratory of Nuclear Reactions, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna) are given.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987