

УДК 621.384.66
621.384.663

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЦИРКУЛИРУЮЩЕГО ПУЧКА НУКЛОТРОНА НА ОСНОВЕ МИКРОКАНАЛЬНЫХ ПЛАСТИН

***А.А.Балдин, В.В.Борисов, Л.Г.Ефимов,
В.С.Королев, К.В.Михайлов, С.В.Семашко***

Описана конструкция системы диагностики циркулирующего пучка нуклотрона ЛВЭ ОИЯИ на основе микроканальных пластин. Представлены технические характеристики и результаты эксплуатации системы.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Diagnostics System of the Circulating Beam of the Nuclotron Based on Microchannel Plates

A.A.Baldin et al.

The construction of the diagnostics system of the circulating beam of the LHE, JINR Nuclotron based on microchannel plates is described. Technical characteristics and results of maintenance of the system are represented.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

1. Введение

К основным параметрам, контролируемым при настройке и эксплуатации ускорителя, относятся интенсивность и пространственные характеристики пучка (профили, размеры, положение центра тяжести). При этом особое внимание уделяется возможности контроля динамики указанных параметров в режимах инжекции, ускорения и вывода [1], [2].

В рамках подготовки детекторной базы установки МАРУСЯ наша задача формулировалась как создание перспективных средств диагностики пучков в широком диапазоне интенсивностей (от 10^4 до 10^{12} зарядов за цикл), который не перекрывается существующими средствами. Для решения указанной задачи нами был изготовлен и испытан прототип детектора ионизационного типа на основе микроканальных пластин [3].

Таблица. Параметры детектора

Электростатическая часть	
Отгалкивающий электрод (ОЭ), диаметр	136 мм
Потенциал ОЭ	до +6000 В
Расстояние ОЭ— МКП	111 мм
Расстояние ОЭ — сетка	102 мм
Расстояние сетка — МКМ	9 мм
Запирающий потенциал на сетке	до 400 В
Отрицательнозаряженный разрезной электрод (ОРЭ), диаметр	136 мм
Потенциал ОРЭ	-2500 В
Напряженность поля	до 765 В/см
Шевронная сборка МКМ	
МКМ (SiO ₂)PbO, размер	63x43 мм ²
Диаметр каналов	0,015 мм
Угол наклона каналов МКМ	7°
Расстояние МКП1—МКП2	0,2 мм
Рабочее напряжение на МКП	1100 В
Позиционно-чувствительный анод	
Чувствительная площадь анода	59x38 мм ²
Захват по координате	59 мм
Расстояние МКП-анод	0,2 мм
Потенциал на аноде	0 В

3. Организация съема сигналов с детектора и считывания данных

Блок-схема электронной аппаратуры представлена на рис.2.

Измерения пространственных характеристик и относительной интенсивности циркулирующего пучка основаны на счете сигналов, снимаемых с электродов детектора $S_1 \dots S_n$ в программно-задаваемых временных интервалах «ворота».

В ходе предварительных исследований амплитудного спектра сигналов со сборки МКП на вакуумном стенде с α -источником было установлено, что планируемые счетные измерения могут быть реализованы в схеме без использования усилителей указан-

4. Обработка получаемой информации и результаты измерений

К моменту написания данной работы система прошла стендовые испытания и успешно эксплуатировалась в четырех сеансах работы нуклотрона.

На рис.3 приведена временная диаграмма профиля пучка с момента инъекции до получения ускоренного циркулирующего пучка.

Эксплуатация системы показала целесообразность увеличения гранулярности анода, что требует увеличения числа каналов. В последнем сеансе работы нуклотрона была произведена модернизация на 16-канальный вариант, при этом пространственное разрешение улучшилось вдвое. На рис.4 представлены соответствующие временные диаграммы.

На рис.4а,б показана временная диаграмма отсчетов при введении в пучок мишени в двух- и трехмерной проекциях. Поскольку детектор расположен за станцией внутренних мишеней по направлению циркуляции пучка, отчетливо виден всплеск интенсивности отсчетов от рассеянных частиц в момент ввода (1,4 с от момента инъекции).

Данные, приведенные на рис.3,4, не нормированы на зависимость величины удельной ионизации от энергии ускоряемого пучка. Измерение абсолютной величины интенсивности пучка в процессе ускорения требует дополнительного изучения.

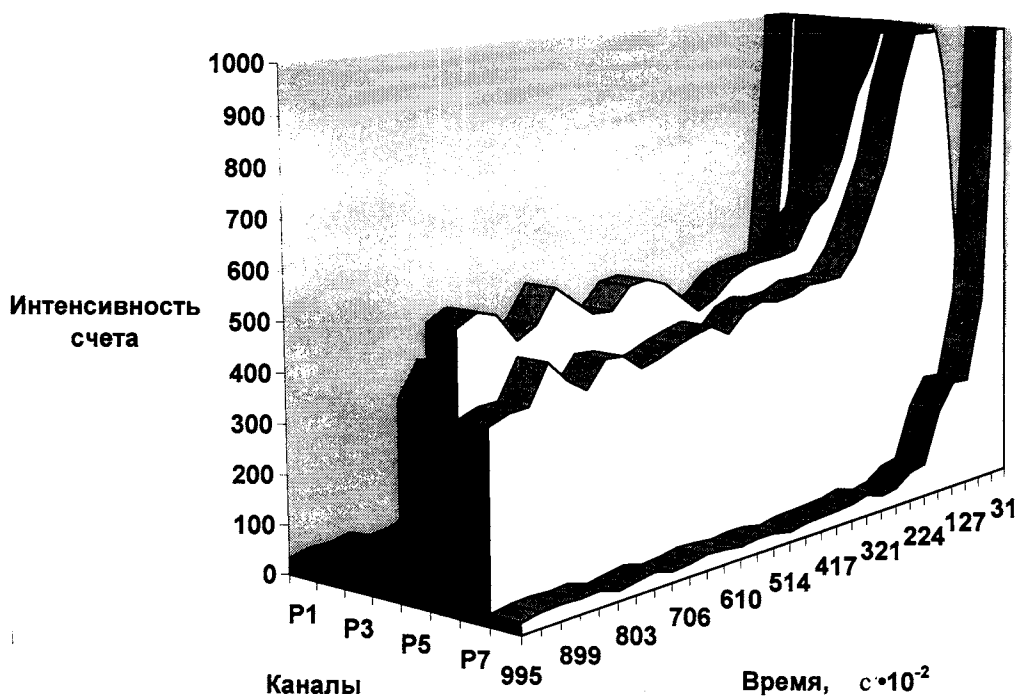


Рис.3. Временная диаграмма профиля пучка с момента инъекции до получения ускоренного циркулирующего пучка

5. Перспективы развития системы

Возможно поэтапное совершенствование системы для измерения и контроля пространственных характеристик пучка нуклотрона не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскостях, а также увеличение чувствительной области детектора.

Планируется перестройка длительности сигнала «ворота» в широком диапазоне (от 1 мкс до 10 мс), реализуемая путем применения модулей автономного накопления отсчетов в буферных запоминающих устройствах.

Для измерения относительной интенсивности пучков нуклотрона в требуемом диапазоне необходимо при соответствующих режимах работы ускорителя провести детальное исследование процессов ионизации остаточного газа, сбора ионов на МКП и формирование выходных сигналов датчика с изучением их амплитудного спектра.

В плане адаптации описываемой системы к инфраструктуре существующего комплекса автоматизированных средств контроля нуклотрона предусматривается осуществить поцикловый дистанционный вывод получаемых данных через локальную компьютерную сеть на пульт управления ускорителем и представление там цифрографической информации в удобном для принятия решений виде.

6. Благодарности

Авторский коллектив приносит глубокую благодарность А.Д.Коваленко, А.С.Водопьянову, В.И.Волкову, В.А.Мончинскому и Г.Г.Ходжибагиану за поддержку работы и содействие в проведении испытаний системы на нуклотроне.

Особую благодарность авторы выражают А.П.Кобаченко за помощь, оказанную им при разработке детектора, и передачу опыта, накопленного в создании подобных систем.

Считаем также своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность П.К.Маньякову, А.Н.Парфенову, Ю.С.Анисимову, В.А.Арефьеву и А.А.Кукушкину за помощь в монтаже и настройке элементов системы.

За полезные обсуждения и возможность использования программы представления информации с детектора на пульте нуклотрона авторы признательны В.М.Слепневу и С.Н.Базылеву.

Авторы выражают благодарность А.Куглеру (ИЯФ, Ржеж, Чехия), а также фонду «Клуб-ФОН», грант № 1-02-07-96, за финансовую поддержку данной работы.

8. Литература

1. Москалев В.А., Сергеев Г.И., Шестаков В.Г. — Измерение параметров пучков заряженных частиц. М.: Атомиздат, 1980, с.4.
2. Сорокин О.М. — ПТЭ, 1982, № 2, с.146.
3. Берковскмй А.Г., Гаванин В.А., Зайдель И.Н. — Вакуумные оптоэлектронные приборы. М.: Радио и связь, 1988, с.85.
4. Kellogg E. et al. — Rev. Sci. Instrum., 1976, Vol.47, No.3, p.282.