

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-87-163

**Н.И.Азорский, Г.В.Долбилов, Н.И.Лебедев,
А.В.Рашевский, А.П.Сумбаев, Б.Г.Щинов**

**СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ,
ИНЖЕКТИРУЕМЫХ
В КОЛЛЕКТИВНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ
ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ**

1987

В коллективных ускорителях ОИЯИ^{1/} объектами исследований являются как прямолинейный электронный пучок ускорителя-инжектора СИЛУНД или СИЛУНД-20, так и электронное кольцо в процессе формирования первого оборота и захвата на замкнутую орбиту в адгезаторе. Параметры пучков в том и другом случае близки и составляют:

максимальный ток	— до 1000 А
энергия электронов	— 1,5 ÷ 2,0 МэВ
длительность импульса тока	— 10 ÷ 50 нс
частота повторения циклов	— до 50 Гц.

Наиболее простыми средствами измерения геометрических характеристик электронных пучков являются секционированные коллекторы или наборы цилиндров Фарадея различных конфигураций^{2,4/}. Для исследований интенсивных электронных пучков коллективного ускорителя тяжелых ионов с электронными кольцами (КУТИ) разработан комплект датчиков коллекторного типа, включающий в себя датчик прямого пучка и ламельные датчики различных конфигураций для измерения параметров пучка на первом обороте в камере адгезатора.

1. ДАТЧИК ПРЯМОГО ПУЧКА

Датчик (рис. 1) состоит из 29 точечных цилиндров Фарадея, размещенных внутри общего коллектора. Цилиндрический коллектор 1, выполненный из нержавеющей стали, имеет два ряда коллимирующих отверстий $\phi 1,9$ мм, расположенных двумя группами по 15 на двух взаимно перпендикулярных осях с шагом 4 мм вдоль каждой оси (центральное отверстие является общим). Позади каждого отверстия в специальных гнездах размещены точечные цилиндры Фарадея 4, выполненные из медных стержней $\phi 3$ мм. Точечные цилиндры Фарадея изолируются от стенок керамической трубкой 5 диаметром 3,0 ÷ 3,5 мм. Толщина стенки коллектора перед точечным цилиндром Фарадея выбирается из условий полного поглощения электронов с энергией 2,0 МэВ и составляет 5 мм. В условиях работы с высокой циклическостью одним из факторов, определяющих конструктивные особенности датчика, является необходимость применения принудительного охлаждения металлических элементов, находящихся под пучком или в области импульсного фокусирующего магнитного поля. Внутри общего коллектора имеются полости и протоки для циркуляции охлаждающей жидкости, ввод и вывод которой производится через оливки 2.

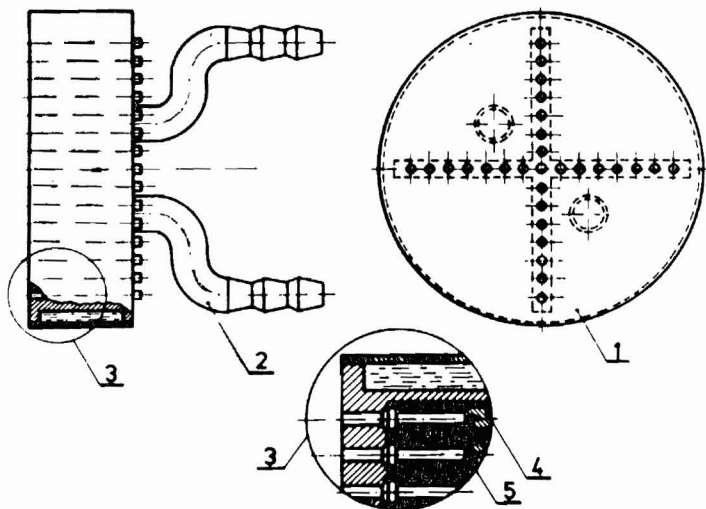


Рис. 1. Датчик прямого пучка: 1 — цилиндрический коллектор, 2 — олівки, 3 — сечение датчика в увеличенном масштабе, 4 — цилиндры Фарадея, 5 — керамическая трубка.

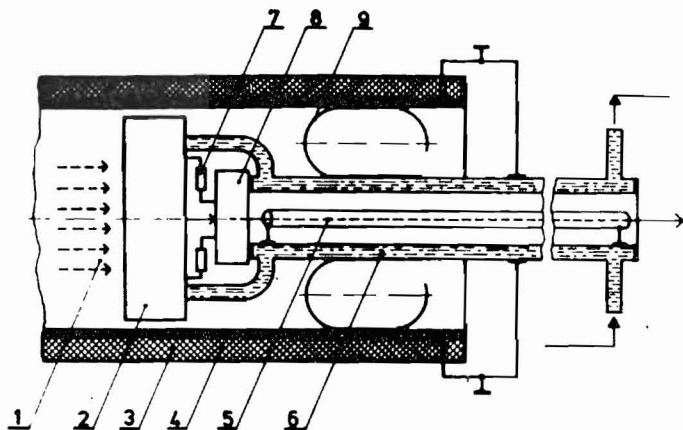


Рис. 2. Схема размещения датчика в канале транспортировки: 1 — пучок, 2 — общий коллектор, 3 — электропровод; 4 — проводящий экран, 5 — высокочастотный кабель, 6 — охлаждающая вода, 7 — шунт, 8 — герметичный разъем, 9 — контактная пружина.

Схема размещения датчика в канале транспортировки пучка представлена на рис. 2. Датчик перемещается внутри электропровода 3 с тонкостенным проводящим экраном 4.

Сигналы с точечных цилиндров Фарадея через герметичный разъем 8 по высокочастотным кабелям 5 с волновым сопротивлением 50 Ом подаются на измерительную аппаратуру. Общий коллектор 2 через шунт 7 и контактные пружины 9 подсоединяется к заземленному экрану. Охлаждающая вода подводится к общему коллектору через двойные стенки штока 6. Скользящее уплотнение штока в выходном фланце позволяет перемещать датчик вдоль оси системы без нарушения вакуума.

2. ЛАМЕЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ

Ламельные датчики (рис. 3) представляют собой наборы ламелей — металлических пластин (медь, титан, нержавеющая сталь), установленных на изоляторах и размещенных с определенным шагом на взаимно перпендикулярных осях так, что образуют решетку^{5,6/}.

Устройство может быть спроектировано с высоким коэффициентом прозрачности, позволяющим производить измерения пучка с поглощением его незначительной доли. В зависимости от условий эксперимента число ламелей, их размеры и взаимное размещение могут изменяться. Толщина ламелей выбирается из необходимости обеспечения поглощения электронов с энергией до 2,0 МэВ и составляет $3 \div 5$ мм. Ширина ламелей определяется требованием регистрации с них сигналов на уровне $50 \div 60$ В при согласовании кабелей на 50-омную нагрузку, что обеспечивает оптимальное соотношение сигнал/шум для дальнейшего измерения и анализа. (Обычно ширина ламели составляет $0,5 \div 1,0$ мм).

Установка ламельных датчиков производится на подвижные штоки или выдвигаемые кронштейны, укрепляемые на фланцах диагностических патрубков канала транспортировки электронного пучка и камеры адгезатора. Электромагнитные приводы позволяют управлять перемещением ламелей дистанционно с пульта управления ускорителя.

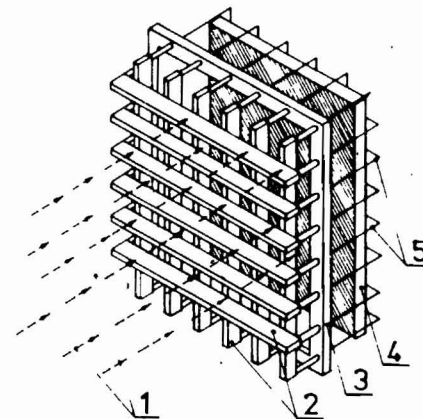


Рис. 3. Ламельный датчик: 1 — пучок, 2 — набор ламелей, 3 — изолирующая пластина, 4 — поглощающий экран, 5 — проволочные контакты.

В камере адгезатора КУТИ-20 устанавливается до 3 групп ламельных датчиков на азимутах 0° , 180° , 270° .

3. РЕГИСТРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Регистрирующая электронная аппаратура реализована на базе автоматизированного рабочего места экспериментатора (АРМЭКС) многомашинного комплекса ОНМУ и включает в себя 30 однотипных амплитудных каналов измерения со схемой формирования стробирующего импульса. Управление аппаратурой, обработка измерений и отображение информации производится стандартными устройствами АРМЭКСа: микроЭВМ "Электроника-60", цветной монитор и графопостроитель. Структурная схема аппаратуры измерения представлена на рис. 4.

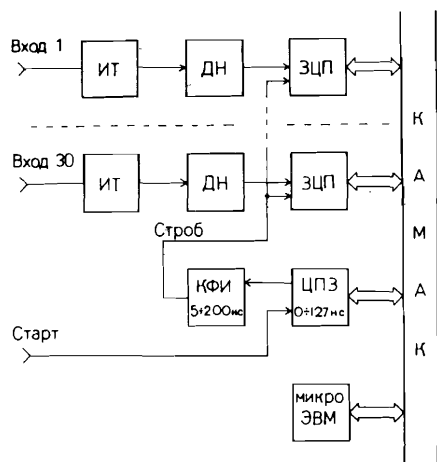


Рис. 4. Структурная схема аппаратуры измерения.

В качестве амплитудных преобразователей использованы зарядно-цифровые преобразователи (ЗЦП) типа КА-006^{7/1}. Электронный модуль КА-006 содержит 6 преобразователей с общей схемой управления. Блок КА-006 имеет удовлетворительную линейность при измерении амплитуд до 0,6 В и длительности стробирующего сигнала более 10 нс. Временное положение стробирующего импульса ЗЦП задается цифровой программируемой задержкой (ЦПЗ), а длительность — кабельным формирователем (КФИ). Диапазон изменения длительности строба: $5 \div 200$ нс; временного положения: $0 \div 127$ нс с дискретностью 1 нс.

Для снижения уровня наводок электронная аппаратура гальванически развязана от земли ускорителя. Конструктивно развязка представляет собой кабельный трансформатор на ферритовом сердечнике с коэффициентом передачи, равным 1.

4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение системы изменения характеристик интенсивных электронных пучков ускорителя КУТИ-20 реализовано в операционной системе RSX11S с применением пакетов прикладных программ: SAMAC, VID1, SMGRATOR. Программа написана полностью на языке Фортран и занимает 75 блоков в памяти микроЭВМ "Электроника-60".

Функционально программное обеспечение в режиме реального времени производит:

- настройку аппаратуры на конкретную конфигурацию ламельных датчиков,
- сбор и накопление данных преобразованных амплитуд с ламельного или коллекторного датчика (до 200 циклов),
- представление на экране цветного монитора гистограмм распределения, сглаживание полученного распределения, представление в численном виде основных характеристик пучка (положение центра тяжести, полуразмер на полувысоте, суммарный заряд на ламелях),
- статистическую обработку информации, полученной в сериях циклов ускорения,
- отображение информации на твердой копии (графопостроитель "ТЕКТРОНИХ 4661").

Система эксплуатировалась в течение нескольких лет на установках СИЛУНД-2, СИЛУНД-20, КУТИ-20.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долбилов Г.В. и др. ОИЯИ, Р9-83-307, Дубна, 1983.
2. Глебов В.В., Малафеев В.Н., Новиков Л.Н. — ПТЭ, 1979, №2, с.42.
3. Глейзер И.З. и др. — ПТЭ, 1980, №2, с.46.
4. Ремнев Г.Е., Усов Ю.П. — ПТЭ, 1976, №3, с.37.
5. Беспалова Т.В. и др. В кн.: VII Международный симпозиум по ядерной электронике. Дубна: ОИЯИ, Д13-7616, 1974, с.11.
6. Москалев В.А. и др. Измерение параметров пучков заряженных частиц. М.: Атомиздат, 1980.
7. Антохов В.А. и др. ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 марта 1987 года.

Азорский Н.И. и др.

P10-87-163

Система для измерения параметров
электронных пучков, инжектируемых
в коллективный ускоритель тяжелых ионов

Приводится описание автоматизированной системы измерения характеристик интенсивных наносекундных электронных пучков коллективного ускорителя тяжелых ионов ОИЯИ. Система включает в себя набор коллекторных датчиков для регистрации прямого и кольцевого пучков с единым для всех датчиков набором регистрирующей электроники. Диапазон измеряемых токов пучка до 1000 А при частоте повторений циклов до 50 Гц.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Azorskij N.I. et al.

P10-87-163

System for Measuring Parameters
of Electron Beams Injected
into Collective Heavy Ion Accelerator

The description of automation system for measurement of the intensive nanosecond electron beam characteristics of a collective heavy ion accelerator at JINR is presented. The system includes a set of the collector sensors for registration of direct and ring beams with universal set of registering electronics for all sensors. The range of beam measured currents reaches 1000A at repetition frequency of cycles up to 50Hz.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987