

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

E 271

13-87-680

С.В.Евтисов, В.Г.Егоров, М.Яницки

МОНИТОР ИОННЫХ ПУЧКОВ

1987

ВВЕДЕНИЕ

Основным узлом комплекса ЯСНАПП-2, созданного в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, является электромагнитный масс-сепаратор изотопов, работающий в линию с фазотроном. После взаимодействия протонного пучка с ядрами мишени продукты ядерных реакций извлекаются из нее, сепарируются по массовому числу A и в виде ионных пучков по четырем ионпроводам транспортируются к различным исследовательским установкам. Для бесперебойной и результативной работы всего комплекса необходимо непрерывно контролировать с точностью порядка 1 мм положение и профиль ионных пучков, интенсивность которых может составлять $0,1 \div 10$ нА, а также надежно идентифицировать массовое число A в каждом ионпроводе.

Целью настоящей работы являлось создание монитора ионных пучков - системы, позволяющей контролировать положение и профиль четырех ионных пучков, вычислять значение A для каждого из них и индцировать полученную информацию на пульте управления сепаратором /рис.1/.

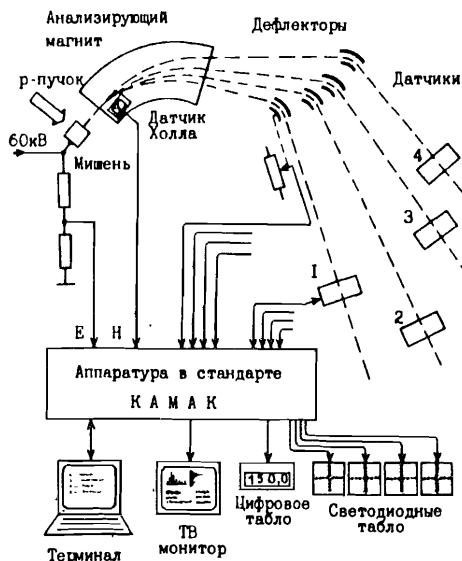


Рис.1. Монитор ионных пучков.

1. ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПРОФИЛЯ ИОННЫХ ПУЧКОВ

Принцип работы устройства контроля за положением и профилем ионных пучков основан на измерении ионных токов с помощью проволочных координатных датчиков. Кроме датчиков с предусилителями, расположенных непосредственно на ионпроводах, уст-

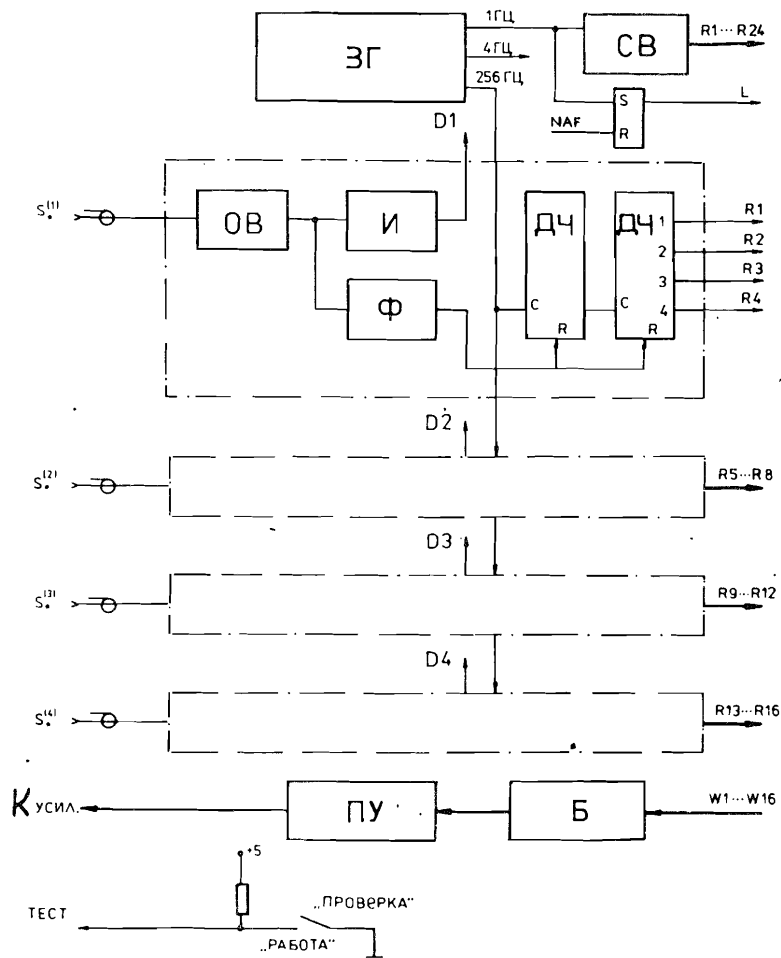


Рис.4. Синхронизатор /ЗГ - задающий генератор, СВ - счетчик времени, ОВ - одновибратор, И - интегратор, Ф - формирователь, ДЧ - делитель частоты, ПУ - преобразователь уровня, Б - входной буфер/.

сигнала, передает в магистраль информацию о том, какие из датчиков в настоящее время работают и в каком режиме /"работа" или "проверка"/, а также ведет отсчет времени, прошедшего с начала эксперимента.

Поскольку аппаратура, предназначенная для "он-лайн" экспериментов, должна отличаться повышенной надежностью, последовательности импульсов с датчиков независимо анализируются дубли-

рующей системой, включающей в себя четыре дискриминатора нижнего уровня и четыре индикационных светодиодных табло, связанных с ними через блок индикации /рис.2/. Дублирующая система позволяет идентифицировать на табло сигналы только с тех зондов, ток на которые превышает некое пороговое значение. Меняя величину порога дискриминации, можно "просканировать" весь амплитудный диапазон ионных токов на зонды и определить таким образом положение пучков.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОГО ЧИСЛА

Определение массового числа A основано на прецизионном измерении анализирующего магнитного поля и ускоряющего напряжения масс-сепаратора и последующем вычислении значения A по этим данным.

Поскольку в процессе сепарации ионы с различными массами движутся в анализирующем магните по разным траекториям, радиус кривизны которых определяется выражением

$$\rho = \frac{M \cdot v \cdot c}{q \cdot H},$$

где q - заряд иона, v - его скорость, M - масса, H - величина магнитного поля, то на выходе сепаратора получается набор расходящихся ионных пучков, каждому из которых соответствует свое значение A . Вычислить величину A можно по формуле

$$A_i = \frac{H^2}{E} \cdot C_i,$$

где E - напряжение, ускоряющее ионы до скорости v , а C_i - константа, зависящая от геометрического положения i -го пучка.

Измерение ускоряющего напряжения E в описываемом мониторе ионных пучков производится с помощью прецизионного делителя, выполненного из термостабильных проволочных резисторов; для измерения же величины магнитного поля H использован термостатированный датчик Холла /рис.5/, помещенный в зазор анализирующего магнита. Оба сигнала "E" и "H", имеющие величину $30 \div 50$ мВ, через программно управляемый коммутатор КА-004 подаются на интегрирующий аналого-цифровой преобразователь 701А фирмы "Полон". Результаты измерений через магистраль КАМАК поступают в микроЭВМ КМ-001, которая по приведенной выше формуле вычисляет значение A_i . При этом в качестве константы C_i используется число, полученное в процессе калибровки.

Калибровка монитора ионных пучков по массовому числу A производится следующим образом. Стабильный изотоп с известным A /маркер/ загружают в ионный источник, после чего, изменяя маг-

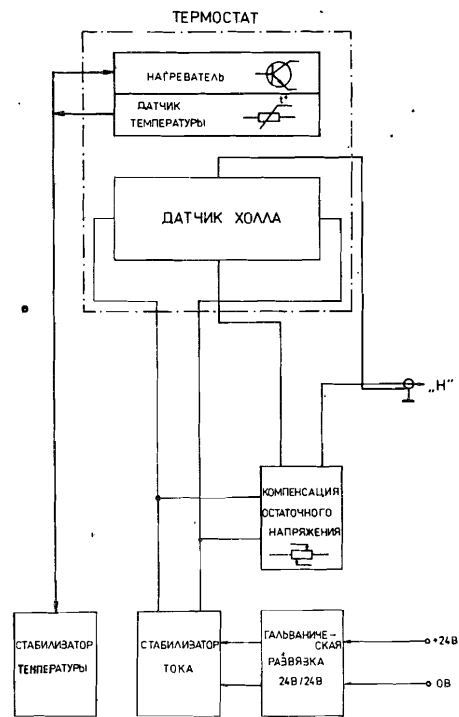


Рис.5. Термостатированный датчик Холла.

нитное поле H , добиваются попадания ионов маркера в заданную точку /на датчик, установленный на выходе анализирующего магнита, либо в один из ионпроводов/. Затем с клавиатуры терминала задается известное значение A маркера, и микроЭВМ вычисляет соответствующую константу C_i , которая хранится в памяти машины и используется при вычислениях.

Выбор массы изобаров, выводимых по каждому из четырех ионпроводов, осуществляется дистанционным перемещением дефлекторов, установленных на их входах. Соответствующая константа C_i при этом также должна быть изменена.

Корректировка констант C_i в описываемом устройстве производится автоматически, благодаря определению положения дефлекторов с помощью потенциометрических датчиков /рис.1/, сигнал с которых измеряется аналогично сигналам "E" и "H".

3. РАБОТА С МОНИТОРОМ ИОННЫХ ПУЧКОВ /УПРАВЛЕНИЕ И ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ/

Программа для микроЭВМ, управляющей монитором ионных пучков, составлена таким образом, что полный цикл ее работы равен двум секундам, в течение одной из которых происходит накопление информации с датчиков ионного тока, а в течение другой - измерение ускоряющего напряжения, магнитного поля и положения дефлектора, а также обработка всей полученной информации и ее вывод. Во время работы программы на экран терминала постоянно выводится текущее меню, то есть перечень возможных режимов работы с указанием необходимых управляющих клавиш. К таким режимам относятся: режим калибровки монитора по массовому числу /через клавиатуру либо по стабильному маркеру/, режим установ-

ки начального времени, режим проверки работоспособности датчиков ионного тока и, наконец, режим непрерывного контроля, во время которого на экран телевизионного монитора выводится информация об ионном пучке /гистограммы ионных токов на вертикальные и горизонтальные зонды, координаты центра тяжести пучка, значения "E" и "H", массовое число A для данного ионпровода и время, прошедшее с начала эксперимента/. В программе предусмотрена возможность изменения номера контролируемого ионного пучка и величины ослабления сигнала с датчиков. Кроме телевизионного монитора информация о профиле ионных пучков и о величине массового числа в контрольной точке на выходе анализирующего магнита выводится на внешние индикационные табло, расположенные на пульте управления масс-сепаратором.

Описанный монитор ионных пучков позволяет проводить измерения с высокой степенью надежности в режиме "он-лайн", причем благодаря простоте в управлении от оператора не требуется никаких специальных знаний в области программирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брус А.С. и др. - ПТЭ, 1981, № 3, с.29.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 сентября 1987 года.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Евтисов С.В., Егоров В.Г., Яницки М.
Монитор ионных пучков

13-87-680

Описана система, включающая в себя микроЭВМ и позволяющая с помощью проволочных координатных датчиков автоматически контролировать положение и профиль четырех ионных пучков на выходе масс-сепаратора, работающего в "он-лайн" режиме /диапазон регистрируемых ионных токов - $0,1 \div 10$ нА/, а также измерять ускоряющее напряжение и анализирующее магнитное поле сепаратора и на основе полученных данных проводить идентификацию массового числа сепарируемых изотопов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод авторов

Evtisov S.V., Egorov V.G., Yanicki M.
Ion Beam Monitor

13-87-680

Automatic system based on a microcomputer and intended for ISOL ion beam control is described. The profile and co-ordinates of four ion beams ($0.1 \div 10$ nA ion current range) are measured with multiwire detectors. Electric acceleration voltage and analysing magnetic field of the separator are measured, and therefore mass-numbers of four separated beams are identified.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987