

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

9-85-278

В.Д.Кондрашов, А.А.Мальцев, Д.А.Смолин,  
В.П.Токарский, Ю.А.Яцуненко

30-КАНАЛЬНАЯ  
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ  
И УГЛОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КУТИ-20

1985

В последние годы наблюдается большой интерес к использованию синхротронного излучения для решения научно-технических задач. В частности, синхротронное излучение широко используется для оптимизации процесса ускорения в кольцевых электронных ускорителях. Для коллективного ускорителя тяжелых ионов /КУТИ/ важное значение имеют: обеспечение оперативного контроля токовых, энергетических и геометрических параметров электронного кольца, сжимаемого в компрессоре ускорителя; изучение динамики сжатия кольца, углового распределения синхротронного излучения в зависимости от числа частиц и других факторов.

Для получения информации о числе электронов в кольцевом сгустке и величине бетатронных колебаний служат такие характеристики синхротронного излучения, как интеграл от полного потока синхротронного излучения и угловая зависимость распределения его интенсивности <sup>1/1</sup>.

Целью представляемой работы являлось повышение точности измерения потока синхротронного излучения от электронного кольца КУТИ-20, а также измерение распределения синхротронного излучения по углу в направлении, перпендикулярном плоскости электронной орбиты.

В данной статье приводится описание макета разработанной авторами и проверенной на ускорителе КУТИ-20 информационно-измерительной системы для измерения числа электронов в сжимаемом в адгезаторе кольцевом сгустке и для определения углового распределения синхротронного излучения. Система позволяет решить задачу автоматизации процесса измерения и обработки полученных результатов на ЭВМ. Регистрация интенсивности синхротронного излучения производится с помощью ИК-фотоприемников. Рассматриваемая система обеспечивает получение информации от детекторов, в качестве которых использованы фотоприемники из селенида свинца, преобразование ее в электрическую величину, осуществление квантования по времени и цифровое кодирование измеряемой величины, выполнение математических и логических операций при измерениях, хранение полученной информации и выдачу ее потребителю в требуемом виде.

Процесс диагностики сжимаемого в компрессоре ускорителя электронно-ионного кольца включает в себя следующие операции:

- Вывод синхротронного излучения из вакуумной камеры компрессора через специальное окно, пропускающее определенный спектр волн. В случае необходимости, для выделения узкого спектра длин волн, вслед за окном могут быть установлены пороговые оптические фильтры.

- Регистрацию синхротронного излучения в спектральном диапазоне  $1 \div 4$  мкм фотоприемниками - измерительными преобразователями синхротронного излучения в электрический сигнал, установленными в прямой пучке синхротронного излучения перпендикулярно плоскости электронной орбиты.

- Выделение полезного сигнала на фоне импульсных электромаг-

нитных помех большой мощности, его усиление и передачу по 50-метровой кабельной магистрали на электронные блоки регистрации и накопления информации.

- Обработку результатов измерения и их выдачу в требуемом виде.

На рис.1 схематически показан адгезатор электронных колец КУТИ-20 и дана функциональная схема набора аппаратуры, используемой для измерения интенсивности и угловой расходимости синхротронного излучения от электронного кольца.

Окно для вывода синхротронного излучения разработано специально с учетом прогрева камеры компрессора до  $300 \div 400^\circ \text{C}^{1/2}$ . Оно позволяет пропускать излучение в спектральной области  $1 \div 8$  мкм, его диаметр 70 мм. Для работы с более коротковолновым излучением используется окно из кварца диаметром 90 мм.

Детектор - измерительный преобразователь синхротронного излучения в электрический сигнал, представляет собой многоэлементный неохлаждаемый фотоприемник из селенида свинца, чувствительный для синхротронного излучения в спектральной области  $0,8 \div 4,5$  мкм, с линейным расположением элементов. Размер одного элемента  $0,2 \times 4$  мм<sup>2</sup>, количество элементов - 30. Они образуют линейку длиной ~120 мм. Особенностью детектора является то, что он модульный. Всего модулей 6, каждый состоит из 5 элементов, его длина ~20 мм. Такая конструкция позволяет проводить оперативную замену в случае неисправности каких-то элементов. Детектор установлен на расстоянии ~100 см от излучающего сечения электронного кольца перпендикулярно медианной плоскости ускорителя. Предусмотрен контроль работоспособности каналов измерительной системы путем подачи на чувствительные элементы детектора ИК-излучения от светодиодов АЛ-106 В, установленных

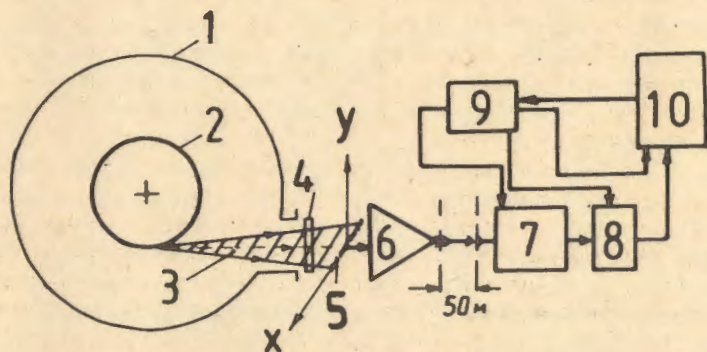


Рис.1. Схематическое изображение установки для измерения интенсивности и углового распределения синхротронного излучения. 1 - адгезатор КУТИ-20, 2 - электронное кольцо, 3 - синхротронное излучение, 4 - инфракрасное окно, 5 - детектор, 6 - блок усилителей, 7 - ЦЦП, 8 - буферная память, 9 - блок управления, 10 - ЭВМ.

в корпусе детектора под углом к элементам так, чтобы не экранировать прямой пучок синхротронного излучения.

Электронная аппаратура собрана по блок-схеме, описанной в [8]. Система регистрации синхротронного излучения кольца электронов состоит из 30 измерительных каналов, информация с которых в течение цикла ускорения накапливается в буферной памяти 8, а в промежутки между циклами срабатывания ускорителя считывается в ЭВМ блок 10. В качестве обрабатывающей полученную информацию

ЭВМ в системе использованы ЭВМ М-6000 и СМ-3. Наиболее важным звеном измерительной части системы являются 256-канальные зарядово-цифровые преобразователи /ЗЦП/ 7.

Из функциональной схемы набора аппаратуры, используемой в системе для измерения параметров электронного кольца и показанной на рис.1, можно видеть, что ИК-фотоприемники детектора 5 преобразуют падающее на них синхротронное излучение в электрические сигналы, и подают их на 30-канальный блок усилителей 6, расположенный на расстоянии ~1,5 м от детектора. Усиленные сигналы по 50-метровой кабельной линии подаются на входы тридцати ЗЦП, которые управляются по командам ЭВМ через блок управления 9.

Синхронизацию работы всей системы передачи информации от датчиков в ЭВМ осуществляет блок управления, позволяющий:

- принимать информацию об изменении импульса синхротронного излучения от 1 до 15 раз в течение 1 мс. Время между опросами устанавливается задержкой  $\Delta t \geq (n \cdot 10 + 21)$  мкс, где  $n$  - число ЗЦП; 20 мкс - время преобразования ЗЦП; 1 мкс - время аппаратурной задержки. Количество циклов и блоков задается тумблерами на передней панели блока управления;

- работать автономно без ЭВМ /для тестирования аппаратуры/. Имитацию сигналов на входы ЗЦП можно задавать с цифро-аналогового преобразователя /ЦАП/.

Поступающий в ЭВМ массив информации обрабатывается по заданному алгоритму с выдачей результатов на дисплей либо на цифро-печать.

Математическое обеспечение /реализованное на ЭВМ М-6000/ информационно-измерительной системы состоит из алгоритмов определения параметров синхротронного излучения электронного кольца, статистических корреляционных зависимостей между этими параметрами, статистического контроля различных взаимосвязанных измерительных устройств, используемых на ускорителе. Описываемая система работает в комплексе с другими системами измерения параметров электронного кольца и различными датчиками контроля режимов ускорителя.

Обработанная ЭВМ информация со всех измерительных устройств в каждый из 10 моментов измерения ( $t_1 \div t_{10}$ ) представляется в виде основных 11 параметров ( $P_1 \div P_{11}$ ):  $P_1$  - время измерения;  $P_2$  - монитор синхротронного излучения [4];  $P_3$  - ток III ступени сжатия кольца;  $P_4$  - счетчик  $\gamma$ -излучения, которое обра-

зается при сбрасывании магнитного поля и обратной высадке электронного кольца на стенки адгезатора;  $P_5$  - счетчик тормозного излучения;  $P_6$  - полный интеграл по 12-элементному фотоприемнику /Ф-12/, куда фокусируется изображение сечения электронного кольца<sup>/3/</sup>;  $P_7$  - центр Ф-12;  $P_8$  - дисперсия распределения по Ф-12;  $P_9 \div P_{11}$  - аналогичные  $P_6 \div P_8$  для описанной в данной работе 30-канальной системы. Обработанная информация представляется в виде таблиц, гистограмм, плотов.

Предлагаемая система позволяет автоматизировать процесс измерения числа частиц в кольцевом сгустке и углового распределения синхротронного излучения, улучшить точность определения абсолютного числа электронов. В системе, в основном, используются серийные блоки ЗЦП КА 006<sup>/5/</sup>, БП КЛ 006<sup>/6/</sup>. Детектор, блок усилителей и блок управления разработаны авторами.

Настройка и калибровка каналов системы осуществлялась на стенде с тепловым источником, в качестве которого использовалась светоизмерительная лампа. С помощью модулятора имитировался импульс излучения, близкий по длительности, интенсивности и спектральному составу, синхротронному излучению ускорителя.

Испытания рабочего макета на коллективном ускорителе КУТИ-20 показали, что использование предложенной 30-канальной информационно-измерительной системы для диагностики параметров сжатого в компрессоре электронно-ионного кольца приводит к повышению точности и оперативности измерений, к расширению числа измеряемых параметров. Для иллюстрации на рис. 2 показано характерное угловое распределение синхротронного излучения электронного кольца в рабочем режиме КУТИ-20 в один из 10 моментов времени.

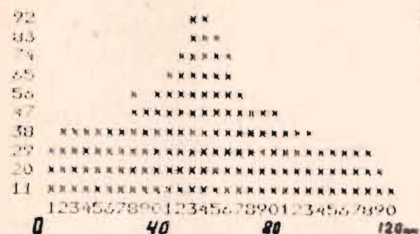


Рис. 2. Угловое распределение синхротронного излучения на радиусе кольца 4,2 см.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность В.А. Свиридову за постоянный интерес к работе и большую практическую помощь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, Р9-81-245, Дубна, 1981.
2. Мальцев А.А. ОИЯИ, 13-81-603, Дубна, 1981.
3. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, 9-83-696, Дубна, 1983.
4. Лачинов В.М. и др. ОИЯИ, Р9-81-201, Дубна, 1981.
5. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-80,650, Дубна, 1980.
6. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-82-844, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 апреля 1985 года

Кондрашов В.Д. и др.

9-85-278

30-канальная информационно-измерительная система для определения интенсивности и углового распределения синхротронного излучения КУТИ-20

Описана 30-канальная система для измерения интенсивности и углового распределения синхротронного излучения на КУТИ-20. Система позволяет регистрировать излучение в спектральном диапазоне  $1 \div 4$  мкм в десяти моментах времени в течение 1 мкс, когда электронное кольцо сжимается с радиуса 5,2 см до 3,8 см. Детектор выполнен из неохлаждаемых фоторезисторов на основе PbSe размером  $0,2 \times 4$  мм<sup>2</sup>, с линейным расположением элементов общей длиной 120 мм. Система предназначена для изучения динамики электронно-ионного кольца при сжатии в адгезаторе.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Kondrashov V.D. et al.

9-85-278

The 30-Channeled Information-Measuring System for Determining Synchrotron Radiation Power and Angular Distribution on HICA-20 Compressor

The multi-channeled system for measuring the synchrotron radiation power and angular distribution on HICA-20 compressor is described. The system allows one to register radiation in 1-4 spectral region in ten time momenta during 1 ms, when the electron ring compresses from 5.2 to 3.8 cm radius. The detector consists of 30 uncooled photo-resistors made of PbSe,  $0,2 \times 4$  mm<sup>2</sup> in size, with 120 mm long linear arrangement of elements. The system is intended for the investigation of dynamics of electron-ion ring compression in HICA-20 compressor.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985