

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

P10-85-781

А.М.Балагуров, И.П.Барабаш, И.Б.Застенкер,*
А.И.Островной, В.Д.Шибяев

НЕЙТРОННЫЙ ДИФРАКТОМЕТР
НА ИМПУЛЬСНОМ РЕАКТОРЕ ИБР-2.
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ЧЕТЫРЕХКРУЖНЫМ ГОНИОМЕТРОМ

* Московский государственный университет
им. М.В.Ломоносова.

1985

На импульсном реакторе ИБР-2 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ вступил в строй нейтронный дифрактометр по времени пролета для исследования структуры монокристаллов ДН-2¹. Одной из главных составных частей дифрактометра является автоматический четырехкружный гониометр, с помощью которого производится ориентация кристалла относительно пучка нейтронов, а также установка детектора на заданный угол рассеяния. Для этой цели в дифрактометре используется гониометр У-230 производства фирмы "Hilger and Watts"².

В настоящей работе приведено описание созданной в ЛНФ системы управления гониометром, включающей интерфейсные блоки и программное обеспечение. Эта система управления существенно отличается от разработанной в ЛНФ ранее системы для гониометра НГ-3^{3,4}, что в основном связано с принципиальными отличиями в конструкции приборов.

Гониометр У-230 выполнен по стандартной схеме с эйлеровым расположением осей и состоит из двух частей: основания и двухкружного агрегата. Основание содержит электрические и механические узлы для привода кругов 2θ и ω , обеспечивающих вращение вокруг вертикальной оси. Круг 2θ вращает плечо, на которое вынесена подставка детектора, а на круге ω расположен двухкружный агрегат, включающий в себя круги χ и ϕ , их механические и электрические узлы. Круги χ , 2θ и ω имеют концевые выключатели, отключающие питание двигателей при достижении границ разрешенного углового диапазона вращения.

Кроме того, эти круги имеют маркерные ключи, замыкание которых предупреждает управляющее устройство о приближении к концевому выключателю.

Для управления гониометром используется оптико-электрическое измерительное устройство /рис.1/, свободное от механических ошибок /люфта и т.п./, обеспечивающее измерение углового перемещения относительно контрольной точки /точки отсчета/.

Для измерения углового перемещения каждый круг имеет прозрачный диск с нанесенной по окружности полосой радиальных рисок /так называемая "радиальная решетка"/. Радиальные решетки кругов ϕ , χ и ω имеют по 3600 рисок, а круг 2θ - 1800. Для снятия информации каждый круг снабжен измерительной головкой, состоящей из сфокусированной лампочки, коллимирующей линзы, четырех кремниевых фотодиодов и двух дифференциальных усилителей. Кроме того, имеется еще неподвижный отрезок решетки /индексная решетка/, подобной основной /радиальной/. Он расположен таким образом, что при вращении круга проектируемый через обе решетки свет

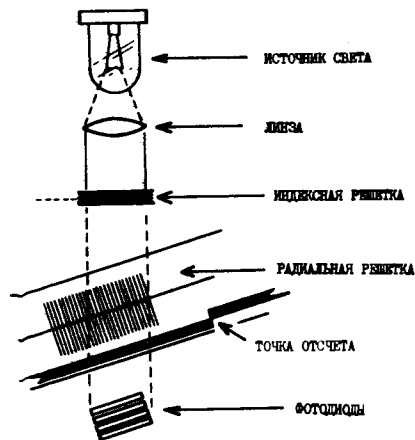


Рис.1. Оптико-электрическое измерительное устройство.

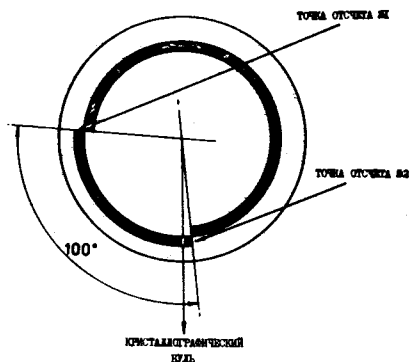


Рис.2. Положение точек отсчета.

создает муаровые интерференционные полосы, передвигающиеся под прямым углом к направлению вращения. Измерительная головка воспринимает эти полосы четырьмя фотодиодами, увеличивая точность в четыре раза. Прохождение каждой полосы вызывает появление на выходе измерительной головки импульса, именуемого в дальнейшем шагом. Получаемая в результате точность отсчета положения равна $0,025^\circ$ /для осей ϕ , χ и ω / и $0,05^\circ$ /для оси 2θ / в соответствии с числом рисок радиальной решетки. При этом обеспечивается непрерывное поступление информации о направлении движения и величине углового перемещения /числе пройденных шагов/ по каждому кругу. Контрольные точки /точки отсчета/ создаются на каждом прозрачном диске с помощью двух окружностей: внешняя прозрачная в интервале 100° и непрозрачная в интервале 260° , внутренняя, наоборот, - прозрачна там, где внешняя затемнена /рис.2/. Так образуются два перехода, которые используются как фиксированные точки отсчета /№ 1 и № 2/.

На рис.3 представлена блок-схема системы управления гониометром, выполненная в стандарте КАМАК.

В крейте КАМАК, связанном с помощью крейт-контроллера КК 106 с ЭВМ МERA-60/30, находятся четыре блока управления /БУ/ соответственно четырем осям гониометра. Каждый блок обеспечивает движение связанной с ним оси как с помощью ручного управления на передней панели /РУПП/, так и с помощью команд по магистрали КАМАК. В этом случае по команде $NA(0)F(18)$ в БУ заносится необходимая информация в виде четырехразрядного управляющего слова, разряды которого на шинах W обозначают:

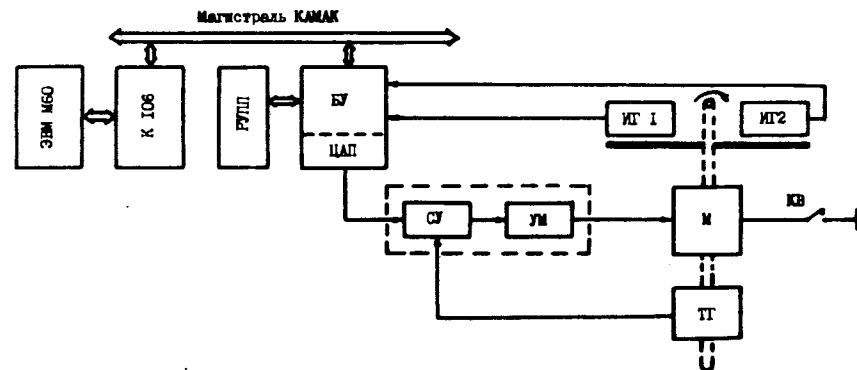


Рис.3. Блок-схема системы управления гониометром.

- W_1 - скорость движения ("быстро" - 10 град/с.; "медленно" - 1 град/с.);
- W_2 - направление движения (+/-);
- W_3 - пуск/стоп.

Проверка правильности записи осуществляется командой $NA(0)F(0)$, при этом информация считывается по шинам $W_5 \div W_8$. Управляющее слово заносится на регистр БУ, связанный с цифроаналоговым преобразователем /ЦАП/, расположенным в этом же блоке.

Управляющее напряжение из ЦАП поступает в усилительный блок, расположенный в непосредственной близости от гониометра, на его первую ступень /сервоусилитель /СУ/ с отрицательной обратной связью от тахогенератора /ТГ// и затем на усилитель мощности /УМ/, выход которого непосредственно связан с двигателем постоянного тока /М/, приводящим в движение соответствующий круг гониометра. Появляющиеся во время движения круга сигналы с фотодиодов после усиления предусилителем в измерительной головке /ИГ₁/ и дифференциальным усилителем, находящимся в БУ, преобразуются в прямоугольные импульсы. Каждый из этих импульсов взводит триггер запроса, который выдает на магистраль КАМАК сигнал LAM. Кроме того, в БУ имеется схема, которая по порядку поступления импульсов с фотодиодов определяет направление движения круга и управляет состоянием триггера направления движения. Для определения точек отсчета имеется еще одна измерительная головка /ИГ₂/ со своими фотодиодами и предусилителем. В БУ происходит дальнейшее усиление и формирование сигнала точки отсчета. Появление сигнала LAM вызывает обработку запроса в ЭВМ. По команде $NA(0)F(1)$ из БУ по шинам R магистрали КАМАК считывается следующая информация: R_1 - направление движения; R_2 - наличие точки отсчета; R_3 - состояние маркерных ключей.

При этом по стробу S_2 происходит сброс триггера запроса, а ЭВМ фиксирует поворот круга на один шаг. Таким образом, ЭВМ считает шаги, по желанию пользователя перевода их в градусы. Общее число шагов по осям ϕ , χ и ω 14400 /а по оси 2θ в два раза меньше - 7200/. Опрос состояния триггера запроса может быть произведен командой NA(0)F(27). В случае наличия сигнала LAM выдается ответ Q.

Для управления гониометром была разработана программа, названная GCS, которая может работать как в интерактивном, так и автоматическом /по запросу от программы управления на ЭВМ MERA - 60/30/ режимах. Программа GCS обеспечивает установку каждого из четырех кругов гониометра в начальную точку /одну из точек отсчета/. Выполнение этой операции необходимо перед началом работы с прибором, иначе положение кругов гониометра считается неопределенным. Установка осуществляется из любого исходного положения кругов гониометра по специальному алгоритму, который предусматривает определенное направление подхода к начальной точке. Начальная точка служит точкой отсчета величины всех поворотов круга /углов/.

Программа GCS позволяет также задавать "физический нуль" на круге, который является точкой отсчета углов, задаваемых пользователем, и выводимых на терминал. Обычно физический нуль не совпадает с начальной точкой. Все углы на круге пересчитываются программой GCS относительно начальной точки.

Существуют операции поворота указанного круга на заданный угол, и проверки текущего положения круга. Проверка заключается в том, что сначала рассчитывается расстояние до точки отсчета, не являющейся начальной. Вычисления делаются исходя из информации, которой располагает программа GCS о текущем положении указанного круга. Затем инициируется движение круга до упомянутой точки отсчета и выполняется подсчет количества шагов. Так программа GCS получает измеренную величину угла. Результаты сравнения вычисленной и измеренной величины углов выводятся на терминал, затем инициируется движение от одной точки отсчета до другой на угол, равный /как было уже сказано выше/ 100° . При этом производится подсчет количества шагов. Для осей ϕ , χ и ω их должно быть 4000. Так проверяется правильность работы системы отсчета. На завершающем этапе этой операции программа GCS устанавливает заданный круг в начальную точку.

Программа GCS обеспечивает возможность останова любого круга гониометра в произвольный момент времени, инициализации блоков управления в крейте КАМАК, вывода на терминал информации о текущем состоянии системы и некоторых других сервисных операций. Информация о положении кругов и текущем состоянии гониометра хранится в специальном файле на гибком диске. Программа GCS построена так, чтобы обеспечить надежную и безошибочную работу гониометра. При сбоях ЭВМ или отключении питания в файле на диске остается истинная информация о положении кругов гонио-

метра. Если до сбоя было начато движение, то положение данного круга будет фиксировано в файле как неопределенное. Кроме того, программа контролирует направление и скорость движения, возможность выхода за границу допустимого диапазона углов поворота, "наезды" на концевые маркеры. Во всех ошибочных ситуациях движение прекращается, и положение круга считается неопределенным.

Программа управления гониометром учитывает ряд конструктивных особенностей гониометра и аппаратуры системы управления с целью уменьшения или исключения программным путем возможных ошибок и неточностей в работе гониометра. Используемые алгоритмы движения предусматривают подход к заданной точке на медленной скорости. Программа обеспечивает автоматический переход на медленную скорость за 40 шагов до цели. Это число легко изменить, оно задано в программе как параметр. Учитываются также возможность наличия инерции движения /ее величина также задана как параметр/, особенности, связанные с "наездом" на концевые выключатели, сделанные в виде кнопок, и т.д.

Реализация программы GCS выполнена на языке ПАСКАЛЬ с использованием макроассемблера. Прерывания от блоков управления гониометром обслуживаются фрагментами программы, написанными на макроассемблере, с максимально возможным быстродействием. Это позволяет обеспечить точность останова круга гониометра в заданной позиции. Вся система работает на ЭВМ MERA-60/30 под управлением дисковой операционной системы РАФОС. В процессе создания программы GCS использован способ программирования систем автоматизации экспериментов, который предусматривает применение ряда проблемно-ориентированных методик и отвечающих им программных средств на базе унифицированной структуры программы системы /см. работу ⁵/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, 3-84-291, Дубна, 1984.
2. Hilger & Watts. Instruction Manual, BJP/SD, June 1965, London.
3. Шимане Ч., Шульц В., Ондрейчка К. ОИЯИ, 13-10931, Дубна, 1977.
4. Елизаров О.И. и др. ОИЯИ, 10-12764, Дубна, 1979.
5. Островной А.И. ОИЯИ, P10-85-581, Дубна, 1985.

Рукопись поступила в издательский отдел
31 октября 1985 года.

Балагуров А.М. и др.

P10-85-781

Нейтронный дифрактометр на импульсном реакторе ИБР-2.
Система управления четырехкружным гониометром.

Приведено описание системы управления четырехкружным гониометром, используемым на дифрактометре ДН-2 для ориентации монокристаллов. Определение положения осей гониометра осуществляется с помощью оптико-электрического устройства, обеспечивающего точность установки $0,025^\circ$ по осям ϕ , χ и ω , и $0,05^\circ$ - по оси 2θ . Управляющая электроника выполнена в стандарте КАМАК и связана с ЭВМ МЕРА-60. Программа управления позволяет работать с гониометром в интерактивном или автоматическом режимах и обеспечивает установку осей в начальное положение, поворот на заданный угол, проверку правильности установки, а также ряд сервисных функций.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Balagurov A.M. et al.

P10-85-781

Neutron Diffractometer at the IBR-2 Pulsed Reactor.
Control System for Four Circle Goniometer.

The control system for four circle goniometer are described. It is used on DN-2 diffractometer for monocrystal orientation. Position of goniometer axes is determined by an optic-electrical device providing the 0.025° accuracy over ϕ , χ and ω axes and 0.05° over 2θ axis. Control electronics was made in CAMAC standard and is connected with MERA-60 computer. The control program permits to work with the goniometer in interactive or automatic regimes. It permits to turn axes on the initial position, on a given angle, to test correctness of movement and to perform some service functions.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985