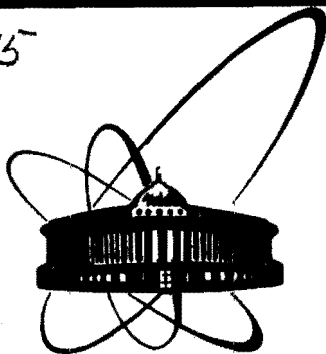


86-270

Н 695



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-86-270

В.В.Нитц, А.И.Островной, Рян Кван Ха,
А.П.Сиротин, В.К.Широков

**СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ
МОНОКРИСТАЛЛОВ
НА БАЗЕ ТРЕХОСНОГО ГОНИОМЕТРА
С ШАГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ**

1986

Автоматизация процедуры пространственной ориентации монокристаллических образцов является актуальной в экспериментальной физике, особенно при нейтронных исследованиях в области физики твердого тела. Ориентация на обычном рентгеновском дифрактометре чаще всего не обеспечивает необходимой точности.

Описанная в данной работе система позволяет после предварительной визуальной установки на гониометре в автоматическом режиме точно определять пространственную ориентацию кристалла и устанавливать его в заданное положение. После этого кристалл без нарушения ориентации может быть прикреплен к наконечнику криостата для последующих измерений. Система позволяет выполнять и ограниченную задачу перехода от одной кристаллографической плоскости к другой путем вращения криостата вокруг вертикальной оси.

Система используется на импульсном реакторе ИБР-2. Специфика метода времени пролета при работе на таком реакторе отразилась не только на геометрии рассеяния нейтронов, но и на программном обеспечении. Программа реализована на языке Паскаль на основе разработанной в ЛФФ ОИЯИ методики программирования систем автоматизации экспериментов^{1/1} и работает под управлением дисковой операционной системы RT-11.

ОБОРУДОВАНИЕ

Описываемая система создана на базе микро-ЭВМ MERA-60, трехосного гониометра ГКС-100 и аппаратуры КАМАК. Конфигурация этой системы аналогична^{2/}, отличается она наличием гониометра с шаговыми двигателями и соответствующего блока управления. Накопление спектрометрической информации осуществляется по каналу прямого доступа^{3/} из временного кодировщика ВК-5 в буферное запоминающее устройство без участия процессора микро-ЭВМ. Время измерения отсчитывается счетчиком с предустановкой КС013, который по истечении заданного интервала времени генерирует сигнал LAM, а программа останавливает накопление данных.

Работа гониометра обеспечивается с помощью четырехтактных шаговых двигателей типа FDS2, установленных на три вала червячных передач гониометра вместо стоявших там ранее двигателей постоянного тока. Диапазон изменения углов относительно вертикальной оси (γ) составляет $\pm 180^\circ$, относительно двух горизонтальных

осей (α и β) - $\pm 25^\circ$. Один шаг двигателя соответствует повороту кристалла на $0,01^\circ$. Неточность, связанная с люфтом, устраняется путем одностороннего подхода к заданному положению.

Для управления гониометром создан в стандарте КАМАК блок управления шаговыми двигателями /БУЩД/. Он обеспечивает управление шаговыми двигателями в ручном режиме с помощью переключателей, установленных на его передней панели, и в программном с помощью перечисленных в табл.1 команд. Регистр шагов БУЩД делится на две части. Первая из них /разряды 1÷15/ содержит младшие разряды счетчика шагов, а вторая /16-й разряд/ - бит направления движения. Формат статусного регистра приведен в табл.2.

Таблица 1

Список команд БУЩД

Команда	Выполняемая функция	Ответ Q
F(0) A(0)	чтение регистра шагов	Q=1
F(0) A(1)	чтение статусного регистра	Q=1
F(8) A(0)	проверка LAM	Q=LAM
F(10)A(0)	сброс LAM	Q=0
F(12)A(0)	+1 к номеру шагового двигателя	Q=P*
F(16)A(0)	запись в регистр шагов	Q=P*
F(26)A(0)	начало движения	Q=0
F(28)A(0)	поиск контрольной точки	Q=P*

* P=1, если БУЩД работает в режиме ручного управления.
P=0, если БУЩД управляется от ЭВМ.

Таблица 2

Формат статусного регистра

Разряды	Назначение
1	старший /16-й/ разряд счетчика шагов
2	переполнение счетчика шагов
3,4	номер такта коммутатора шагового двигателя
5,6,7	номер шагового двигателя
8	LAM по достижении контрольной точки
9,10	состояние соответственно правого и левого концевых выключателей

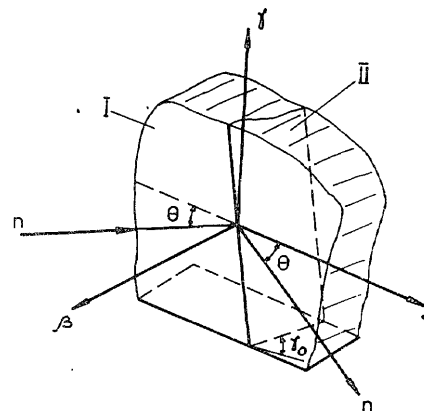
В качестве контрольных точек используются имеющиеся на гониометре концевые выключатели. Управление разгоном и торможением шаговых двигателей реализуется аппаратным способом в БУЩД.

В рабочих условиях гониометр помещается на выходе изогнутого зеркального нейтронновода, установленного на канале 6Б ИБР-2. Расстояние от активной зоны составляет 3×10^3 см. Ширина нейтронного пучка на выходе нейтронновода - 2 см, высота - до 15 см /может быть ограничена коллиматором/. Угол рассеяния можно изменять в пределах $70^\circ \div 170^\circ$. Угловая ширина детектора относительно образца составляет около 2° , но может быть уменьшена диафрагмами. Угловая расходимость первичного пучка зависит от длины волны и составляет при длине волны $\lambda = 2\text{А}$ около $15'$.

ПРОЦЕДУРА ОРИЕНТАЦИИ

Конечная цель процедуры - установление какой-либо определенной оси кристалла в вертикальное положение. Обычно такая ось - это линия пересечения целого ряда кристаллографических плоскостей, представляющих интерес при дальнейших исследованиях. Для ориентации используются две из этих плоскостей, желательнее с наибольшими межплоскостными расстояниями и не малым углом между ними. Задача сводится к установлению этих плоскостей в вертикальное положение, то есть к получению максимальной интенсивности дифракционных отражений в детекторе, помещенном под фиксированным углом к первичному пучку.

Обычно ошибки при визуальной установке кристалла на гониометре не превышают 5° . Для облегчения ориентации одна из двух выбранных плоскостей /возможно, видимый скол на кристалле/ устанавливается в положение, близкое к перпендикулярному относительно одной из горизонтальных осей гониометра /ось β / . Взаимное расположение осей вращения и плоскостей кристалла представлено на рисунке.



Относительная ориентация осей гониометра и кристаллографических плоскостей.

Вся последующая автоматическая процедура ориентации состоит из пяти этапов:

1. Поиск первой плоскости /пл. I/ выполняется путем "грубого" сканирования по осям γ и α . При фиксированном положении оси α /наклон видимого скола/ измеряется интенсивность рассеяния при последовательных положениях по оси γ . По прохождении заданного диапазона сканирования по γ изменяется положение по α , и "грубое" сканирование по γ повторяется. Поиск пл. I считается завершенным успешно, если выполняется критерий, свидетельствующий о нахождении нужной плоскости. В этом случае возможен переход к следующему этапу.

2. Установка плоскости I производится путем "точного" сканирования по γ и α . При этом определяется зависимость интенсивности найденного отражения от угла по оси γ , а затем и по α . Кристалл устанавливается в положение, в котором счет был максимальным /положение пл. I/, после чего выполняется контрольное измерение временного спектра нейтронов.

3. Поиск второй плоскости /пл. II/ осуществляется путем поворота кристалла от положения пл. I на угол γ_0 , равный углу между двумя плоскостями, и "грубого" сканирования по оси β . В случае отрицательного результата сканирования выполняется возврат в положение пл. I и поворот кристалла на угол γ_0 в обратную сторону с повторением поиска пл. II.

4. Установка плоскости II производится путем "точного" сканирования по осям β и γ /аналогично этапу 2/. В результате кристалл устанавливается в положение максимального счета и регистрируется контрольный временной спектр для пл. II.

5. Коррекция положения плоскостей выполняется путем поворота кристалла на угол γ_0 от пл. II к пл. I, "грубого" и "точного" сканирования по осям α и γ . В результате находится новое уточненное положение пл. I. Если оно совпадает по оси γ со старым положением или отличается от него на допустимую величину, то на этом вся процедура ориентации заканчивается. В противном случае производится переход к пл. II путем поворота кристалла на γ_0 , коррекция положения пл. II путем "грубого" и "точного" сканирования по осям β и γ и т.д.

Исходя из геометрии рассеяния нейтронов и значений межплоскостных расстояний для каждой из двух плоскостей выделяются три временных окна. Два из них соответствуют наиболее интенсивным дифракционным пикам, а третье - наиболее длинноволновому пику. Обычно третий пик относительно слабый, но с его появлением плоскость идентифицируется наиболее однозначно.

В процессе поиска и установки плоскостей счет в выделенных окнах сравнивается с фоновым счетом, полученным в заведомо недифракционном положении кристалла. Для этого задаются положения и ширины окон, соответствующие каждой плоскости, время измерения спектра при "грубом" и "точном" сканировании, допустимые интервалы сканирования для каждой из осей, значения коэффициен-

тов, определяющих минимально допустимую степень превышения интенсивности отражения над фоновым счетом. Значения этих коэффициентов, в сущности, определяют критерии для прекращения какого-либо одного этапа процедуры и для перехода к следующему.

При "грубом" сканировании определяется счет /сумма значений интенсивности в каналах/ в трех временных окнах, при "точном" - только в третьем окне. В результате "грубого" сканирования /на этапах 1 и 3/ система определяет угловой диапазон положений кристалла, при котором счет в трех окнах превышает фоновый с соответствующим коэффициентом. Затем в положении максимальной интенсивности производится контрольное измерение, и если при этом счет в третьем окне превышает фоновый с другим заданным коэффициентом, то считается, что "грубое" сканирование завершилось успешно. В противном случае продолжается поиск отражения в неисследованной области допустимого интервала сканирования.

Конечно, длительность всей процедуры ориентации в сильной мере определяется не только аккуратностью визуальной установки кристалла, но и тем, насколько близки к оптимуму значения задаваемых параметров. Ориентация, как видно из описания, состоит в относительно быстром сканировании с большими шагами при поиске отражений и относительно точной установке плоскостей в отражающее положение. Поэтому шаг для "грубого" сканирования обычно сравним по величине с угловой шириной детектора, а длительность измерений при этом может не превышать $15 \div 30$ с. Для "точного" сканирования шаг обычно выбирается в несколько раз меньше, а длительность измерений соответственно увеличивается.

Значения всех необходимых параметров вводятся с клавиатуры терминала и запоминаются в файле на магнитном диске перед началом ориентации. В случае необходимости ход процедуры после второго этапа можно прервать, ввести другие, исправленные значения параметров и, не повторяя операций с пл. I /этапов 1 и 2/, снова произвести последующие операции. Аналогично есть возможность повторить с уточненными параметрами этап коррекции, сохраняя результаты предыдущих этапов.

Во время работы системы на печатающее устройство можно вывести заданные параметры, автоматически выводится информация, позволяющая полностью контролировать ход процесса ориентации. Для каждого измерения печатаются данные о положении осей гониометра, величина счета в окнах /площадь пиков/ и пороговое значение для анализа в процессе "грубого" и "точного" сканирования /оно является произведением величины фонового счета на соответствующий коэффициент/.

Описанная методика использовалась для ориентации кристаллов с размерами около 5 мм. Точность ориентации составляла около $10'$. При "разумном" выборе параметров длительность процедуры обычно не превышала трех часов. Ориентация вручную в таком случае могла бы занять сутки и более.

Созданная аппаратура для управления гониометром обеспечивает определенные преимущества по сравнению с другими разработками,

выполненными в ЛНФ/4-6/. Использование шаговых двигателей позволило упростить устройство управления. Аппаратный контроль за поворотом осей гониометра на заданное число шагов облегчает программирование операций с гониометром и позволяет сократить объем соответствующей программы управления. Необходимо, однако, отметить, ГКС-100 обладает меньшими возможностями, чем два других гониометра^{4,6/}. Помимо этого отсутствие датчиков положения на осях гониометра не позволяет обеспечить контроль правильности выполнения заданной команды.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Ким Чир Сену за активное участие в испытаниях системы, Г.Н.Зимину, А.А.Костиной и Б.Н.Соловьеву за помощь при разработке БУШД и наладке аппаратуры КАМАК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Островной А.И. ОИЯИ, P10-85-581, Дубна, 1985.
2. Балука Г. и др. В кн.: XII Международный симпозиум по ядерной электронике. ОИЯИ, D13-85-359, Дубна, 1985, с.75.
3. Ермаков В.А., Зимин Г.Н. ОИЯИ, 10-83-194, Дубна, 1983.
4. Шимане Ч., Шульц В., Ондричка К. ОИЯИ, 13-10931, Дубна, 1977.
5. Ержабек Я., Ондричка К. ОИЯИ, 13-84-82, Дубна, 1984.
6. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, P10-85-781, Дубна, 1985.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 апреля 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике гяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**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

Нитц В.В. и др.
Система автоматической ориентации монокристаллов
на базе трехосного гониометра с шаговыми двигателями

P10-86-270

Описана система ориентации монокристаллов, позволяющая после предварительной визуальной установки монокристалла на гониометре в автоматическом режиме точно установить одну из его осей /пересечение двух кристаллографических плоскостей/ в вертикальное положение. После этого кристалл без нарушения ориентации может быть прикреплен к наконечнику криостата для последующих измерений. Положение плоскостей определяется по наличию пиков в заданных окнах временного спектра. Для каждой плоскости система обеспечивает установку образца в положение, когда интенсивность характерных пиков является максимальной. Поиск плоскостей производится путем последовательных измерений временного спектра и поворотов образца. Система используется на импульсном реакторе ИБР-2.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Nits V.V., et al.
System for Monocrystal Automatic Orientation
on the Base of Three-Axes Goniometer with Stepping Motors

P10-86-270

A system for monocrystal orientation is described. It permits setting precisely one of monocrystal axes (crossing of two crystallographic planes) into vertical position after preliminary visual mounting of a monocrystal of a goniometer in automatic regime. After that the crystal without violation of orientation could be attached to the edge of cryostat for further measurements. Plane position is defined by appearance of peaks in data windows of time spectrum. For each plane the system provides for sample setting into position with maximum of peak intensity for both planes. The search of planes goes via sequence of measurements of time spectra and turning of sample. The system is used at IBR-2 pulsed reactor.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986