

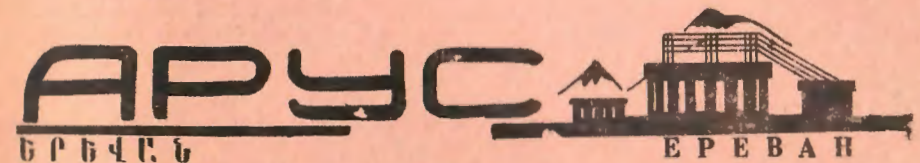
индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-296(21)-78

В.Г.БАГДАСАРЯН, Д.Л.ЕГИКЯН, И.П.КАРАБЕКОВ,
М.А.МАРТИРОСЯН, Р.А.МИКАЭЛЯН.

ФОРМИРОВАНИЕ УЗКИХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПУЧКОВ
РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ СИНХРОТРОННОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ



1978

С развитием техники рентгеновской топографии большое распространение получил метод секционных топограмм высокого разрешения, разработанный Лангом и Като [1]. С помощью этого метода с большой точностью определяются фундаментальные константы, характеризующие взаимодействие излучения с кристаллическим веществом [2,3]. Интерференционные полосы на этих топограммах несут информацию о важнейших характеристиках упругого поля искажения решетки, связанное с дислокациями [4,-6].

Одним из основных, принципиальных узлов экспериментальной установки, на которой осуществляется съёмка секционных топограмм, является входная (задающая) щель, формирующая пучок рентгеновских лучей, поперечный размер которого для получения высокоразрешаемых топограмм должен быть меньше экстинкционной глубины для данной длины волны в кристалле. Для большинства задач современных экспериментальных исследований [7], и в частности для получения высокого разрешения секционных топограмм требуется использование щелей с шириной ~ 10 мкм. Изготовление таких щелей в настоящее время не налажено, а использование специальной камеры А-3 фирмы Rigaki Denki [8], в кото-

рой такая щель имеется, не всегда доступно экспериментатору. Кроме того, аппаратура, изготовленная для работ на обычных рентгеновских источниках (в частности камера А-3), без существенных изменений в конструкции не может быть использована на пучках синхротронного излучения (СИ) ускорителей и накопителей.

В настоящей работе предложен и экспериментально исследован метод который позволяет формировать узкие пучки рентгеновских лучей СИ с непрерывной и прецизионной перестройкой их поперечных размеров. Метод заключается в следующем. Коллиматор с произвольным горизонтальным размером h_0 устанавливается под углом φ к направлению падающего на него пучка. При этом, поперечный размер сформированного пучка определяется проекцией исходной щели на плоскость перпендикулярную оси распространения излучения. Изменяя значение φ поворотом коллиматора вокруг вертикальной оси симметрии прямоугольной щели, поперечник пучка может быть установлен в интервале $0 < h < h_0$.

Одним из потенциальных недостатков метода должна быть большая интенсивность рассеянного излучения, возникающего от краёв коллиматора. Это особенно опасно при малых размерах проекции щели, когда интенсивность проходящего излучения может оказаться сравнимой с интенсивностью "свечения" краёв коллиматора и соответственно увеличить угловую расходимость сформированного пучка.

Целью настоящей работы является экспериментальное подтверждение возможности использования предложенного метода формирования и коллимации пучков СИ, и определение предела его ограничения - h_{min} . При использовании предложенного метода весьма важной проблемой является идентификация размеров установленного

поперечника пучка. Вообще эта задача может быть решена корректно только после диффрагирования сформированного пучка. Это обстоятельство вытекает из того, что сечение рассеяния на краях щели растёт с увеличением угла рассеяния [7]. Если использовать в качестве диффрагирующего устройства идеальный кристалл, ширина кривой качания которого не превышает нескольких угловых секунд, то рассеянное от краёв коллиматора излучение не вносит существенного вклада в измеряемую интенсивность отраженного пучка. Техника измерения ширины установленной щели заключается в следующем. Кристалл-монокроматор устанавливается под выбранным углом к падающему пучку СИ и поворотом коллиматора вокруг своей вертикальной оси добивается максимум счёта, N_{max} , сцинтилляционного детектора. При этом плоскость коллиматора совмещается с плоскостью, перпендикулярной оси распространения пучка и следовательно поперечное сечение пучка равно ширине исходной щели коллиматора h . Поворотом коллиматора устанавливается новое поперечное сечение сформированного пучка СИ и при этом измеряется интенсивность счёта N . Измеренные значения N_{max} и N нормируются к единому значению тока частиц в вакуумной камере ускорителя с помощью датчика абсолютного числа частиц [9]. Поперечное сечение сформированного пучка определялось на основании измерений из выражения:

$$h = h_0 \frac{N}{N_{max}}$$

Экспериментальным подтверждением "работоспособности" предложенного метода является получение на пучке СИ секционных программ клиновидного кристалла кремния Si (112). В к-

честве исходной щели был использован стандартный рентгеновский коллиматор с $h_0 = 100$ мкм, входящий в комплект гониометра ГУР-5. Коллиматор был закреплен в устройстве, показанном на рис.1. Система встиковочных винтов, позволяла совместить ось симметрии прямоугольной щели коллиматора с осью вращения устройства в целом. С помощью описанной методики были сформированы пучки с сечениями $h_1 = 50$ мкм, $h_2 = 30$ мкм и $h_3 = 10$ мкм. Соответствующие топограммы, снятые при $\lambda = 0,71 \text{ \AA}$ (длина волны, соответствующая $M\alpha K_{\alpha}$) представлены на рис.2 (а,б,в). Из этих топограмм видно повышение разрешения интерференционной картины по мере уменьшения поперечного сечения h сформированного пучка. На рис.2г представлена топограмма того же кристалла, снятая с помощью камеры А-3 Rigaki Denki и задающей щели $h = 10$ мкм на микрофокусной рентгеновской трубке Д-4С. Сравнение топограмм на рис.2в и 2г. показывает, что эти снимки содержат соизмеримый объём информации. Некоторая размытость снимков, полученных на СИ может быть объяснена вибрацией аппаратуры, естественно возникающей из-за питания ускорителя импульсным током и нестабильностью пространственного положения электронного пучка.

В заключение авторы выражают благодарность Суворову Э.В. за предоставление клиновидного кристалла и топограммы, снятой на камере А-3, Даценко Л.И. и Прокопенко И.В. за обсуждение результатов эксперимента.

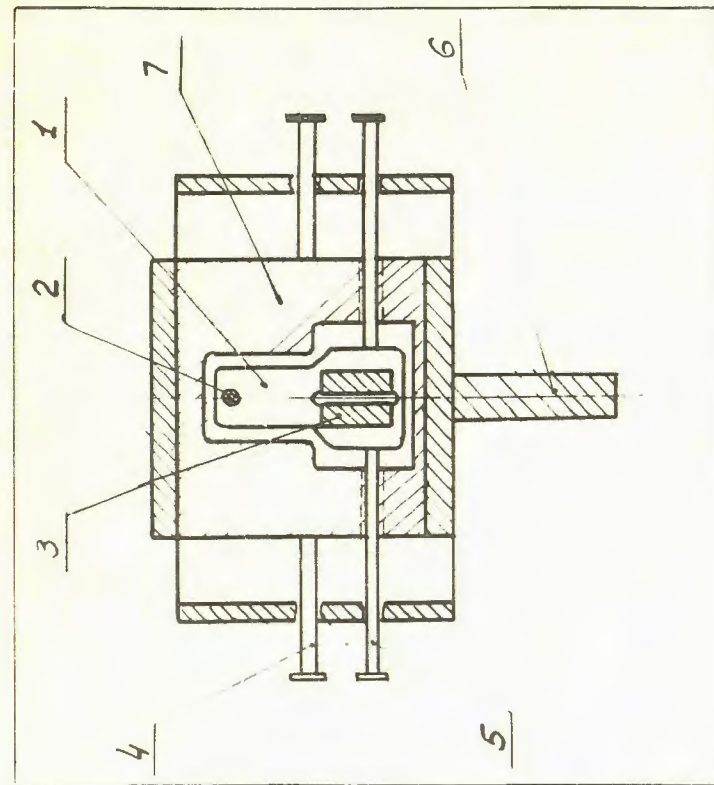


Рис.1

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Конструкция коллиматора для формирования узких, прямоугольных пучков рентгеновских лучей

- 1) Стандартная коллимирующая щель размером $h_0 = 100$ мкм.
- 2) Ось вращения коллиматора.
- 3) Составляющие щели коллиматора.
- 4), 5) Юстировочные винты.
- 6) Ось вращения коллимирующего устройства.
- 7) Держатель стандартной коллимирующей щели.

Рис.2 а, б, в) Топограммы клиновидного кристалла кремния Si (224), снятые при поперечных размерах сформированных пучков $h_1 = 50$ мкм, $h_2 = 30$ мкм, $h_3 = 10$ мкм.

г) Топограмма того же кристалла, снятая на камере А-3 Rigaku Denki с задающей щелью $h = 10$ мкм.

Рис.2

ЛИТЕРАТУРА

1. N.Kato, A.Lang, Akta Crist. 12, 787, 1959.
2. S.Tanemura, N.Kato Acta Crist. A28, 1, 1971.
3. Т.Дучкова, В.Половинкина, Э.В.Суворов. ФТТ, 17, 118, 1975.
4. Э.В.Суворов. О.Горелик, Р. Пономарев. Кристаллография. 21, 6, 115, 1976.
5. V.Indenbom, V.Nikitenko, V.Polovinkina, E.Suvorov, F.Chukhovskii, A.Shtolberg. Crist.Meeting, Keszthely, Hungary, p.66, 1974.
6. E.Suvorov, V.Polovinkina, N.Nikitenko, V.Indenbom, Phys. Stat.Sol. (a) 26, 385, 1974.
7. " α, β, γ - спектроскопия" под ред. Зигбана, Атомиздат, Москва, 1969.
8. Проспект фирмы Rigaku Denki.
9. И.П.Карабеков, М.А.Мартirosян, С.С.Овакимян, А.М.Кочинян. Препринт ЕФИ-23(73), Ереван, 1973.

Рукопись поступила 16-го февраля 1978 г.

Ереванский Физический
ИНСТИТУТ
Зал препринтов

Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 188 ВФ-03865 Тираж 299

Подписано к печати 18/У-78г. Формат издания 30x40

0.8 уч.изд.л. Ц. 6 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван 36, пер.Маргаряна 2