

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-295(20)-78

ԸԸ 49 0 9034

Դ.Լ.ԵԳԻԿՅԱՆ, Ի.Ս.ԿԱՐԱԲԵԿՈՎ, Մ.Ա.ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ

ՕՓՐԵԴԵԼԵՆԻԵ ՏՔԵՏՐԱԼՆԻԿ ԿՐԻՎԻԿ
ՕՏՐԱՋԵՆԻԱ ԴԵՐՄԱՆԻԵՎԻԿ Ի ԿՐԵՄՆԻԵՎԻԿ
ՄՈՆՈԽՐՈՄԱՏՈՐՈՎ

ԱՐՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ



ԵՐԵՎԱՆ

1978

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭФН-295(20)-78

Д.А.ЕГИКЯН, И.Н.КАРАБЕКОВ, М.А.МАРТИРОСЯН.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ КРИВЫХ ОТРАЖЕНИЯ
ГЕРМАНИЕВЫХ И КРЕМНИЕВЫХ МОНОХРОМАТОРОВ

Ереван 1978

© Ереванский физический институт, 1978

В настоящее время большое количество экспериментов по физике твердого тела, кристаллографии и т.д. выполняются с использованием в качестве источников рентгеновских лучей пучков синхротронного излучения (СИ) ускорителей и накопителей. По сравнению с традиционными источниками СИ обладает рядом несомненных преимуществ: излучение характеризуется непрерывным спектром, большой интенсивностью, высокой степенью поляризации и малой вертикальной расходимостью. Вместе с этим, основные характеристики СИ теоретически рассчитываемы [1]. Однако, наряду с вышеперечисленными уникальными свойствами, эксперименты с использованием СИ сопряжены с целым рядом принципиальных трудностей, преодоление которых требует дополнительных исследований. Важной задачей эксперимента с использованием СИ является определенность спектрального состава отраженного от монохроматора пучка. Дело в том, что наряду с основной монохроматизированной волной λ_B в отраженном пучке присутствуют и гармоники λ/n ; $n = 1, 2, 3, \dots$ удовлетворяющие условию $2d \sin \theta_B = n \lambda_B$. Далее, проходя в воздухе, пучок, взаимодействуя с компонентами воздуха, теряет свою интенсивность. Причем в случае присутствия в монохроматизированном излучении гармоник λ/n изменение

интенсивности в зависимости от прошедшего пути в воздухе не будет описываться известным законом

$$N = N_0 e^{-\mu(\lambda) X} . \quad (1)$$

где N_0 - число фотонов при $X = 0$, N - число фотонов, после прохождения толщины среды, X , $\mu(\lambda)$ - линейный коэффициент поглощения фотонов длины волны λ в воздухе, X - расстояние, прошедшее излучением в воздухе.

В этом случае появится зависимость линейного коэффициента поглощения $\mu(\lambda)$ от расстояния, прошедшего пучком в среде, так как различные длины волн будут поглощаться по разному. В связи с этим точный расчет спектральных кривых отражения от монохроматоров затруднен. С этой точки зрения экспериментальное определение спектральных кривых отражения СИ от монохроматоров имеет большое практическое значение для количественной оценки результатов эксперимента.

В настоящей работе приведены результаты эксперимента по определению спектра отражения СИ монохроматоров Si и Ge, изготовленных из промышленных образцов монокристаллов с числом дислокаций $N_d \sim 10 \text{ см}^{-2}$ от кристаллографических плоскостей (111), (110), (11 $\bar{2}$) в воздухе. Определен интервал длин волн СИ, при которых применение конкретного монохроматора наиболее эффективно.

Измерена относительная отражательная способность плоскостей (111), (220), (22 $\bar{4}$).

Экспериментальное исследование спектральных кривых отражения проводилось на однокристалльном спектрометре, собранном

на базе гониометра ГУР-5. Схема экспериментальной установки представлена на рис.1. Пучок синхротронного излучения с помощью вакуум-провода длиной 25,8 м выводился на ось спектрометра и после коллимации щелью K , направлялся на монохроматор M , ось вращения которого с точностью ± 5 мкм совпадала с вертикальной осью симметрии сформированного пучка. Измерение числа фотонов, отразившихся от монохроматора M , осуществлялось с помощью ионизационной камеры $УК_1$, конструкция которой описана в [2, 3]. Камера $УК_2$ использовалась в качестве датчика контроля интенсивности падающего на монохроматор пучка СИ. Наряду с этим контролировалось абсолютное число ускоренных на орбите ускорителя электронов [4].

Как видно из полученных спектральных кривых отражения монохроматоров (рис.2), наиболее высокой отражательной способностью обладают монохроматоры Ge (III), Ge (220) и Si (III). Однако вблизи длины волны $1,1 \text{ \AA}$ для монохроматоров, изготовленных из Ge имеет место явление аномального рассеяния, которое снижает отражательную способность монохроматора и использование германиевых монокристаллов в интервале длин волн от $0,7 \text{ \AA}$ до $1,2 \text{ \AA}$ нежелательно. Одновременно в этом интервале длин волн меняется спектральный состав монохроматизированного излучения из-за изменения соотношения интенсивностей между основной монохроматизированной длиной волны, λ , и гармониками, λ/n . В этом диапазоне длин волн более эффективно использование кремниевых монохроматоров, К-край поглощения которых находится вблизи $\lambda \cong 6 \text{ \AA}$.

Использование монохроматоров с большими значениями индексов k, k, ℓ эффективно при монохроматизации коротких длин

воли рентгеновского диапазона синхротронного излучения. Из-за малой величины параметра межплоскостного расстояния d , угол отражения θ_B , принимает в этом случае большое значение, что приводит к большому отклонению монохроматизированного излучения от прямого пучка синхротронного излучения и резкому уменьшению фона в месте проведения измерений.

Используя методику, разработанную в работах [2,3] по определению абсолютного числа фотонов по току, протекающему через ионизационную камеру, была рассчитана абсолютная интенсивность монохроматизированного пучка синхротронного излучения в максимумах спектральных кривых отражения исследуемых монохроматоров (таблица I). Здесь, в графе N_ϕ приведены значения абсолютного числа монохроматизированных фотонов, прошедших бериллиевое окно толщиной 0,2 мм и слой воздуха, равный 560 мм. В графе N_ϕ^* приведены те же значения интенсивности в максимумах спектров отражения монохроматоров в вакууме. Значения абсолютных интенсивностей, приведенные в таблице I соответствуют ускоренному току электронов, равному $I_m A$.

Как было показано в [3] вклад гармоник λ/n , при измерениях с помощью ионизационной камеры не превышает 2-3%.

Таблица I.

Монокристалл	Длина волны	N фот/сек	N^* фот/сек
Ge (III)	1,691 Å	$2,06 \cdot 10^7$	$4,58 \cdot 10^7$
Ge (220)	1,563 Å	$1,06 \cdot 10^7$	$2,23 \cdot 10^7$
Ge (224)	1,258 Å	$0,84 \cdot 10^7$	$1,18 \cdot 10^7$
Si (III)	1,623 Å	$0,67 \cdot 10^7$	$1,49 \cdot 10^7$
Si (220)	1,439 Å	$0,28 \cdot 10^7$	$0,49 \cdot 10^7$
Si (224)	0,795 Å	$0,45 \cdot 10^7$	$0,48 \cdot 10^7$

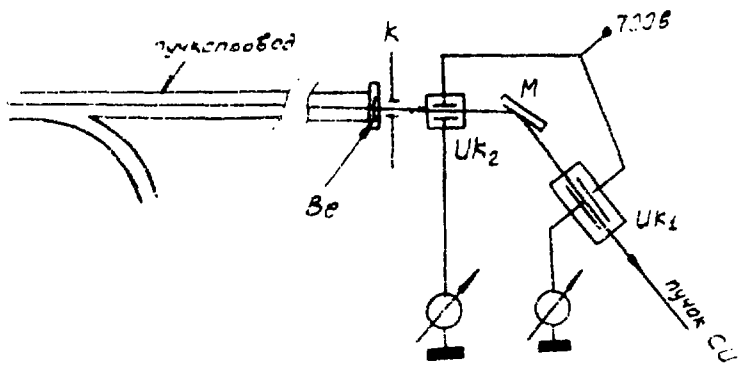


Рис. 1

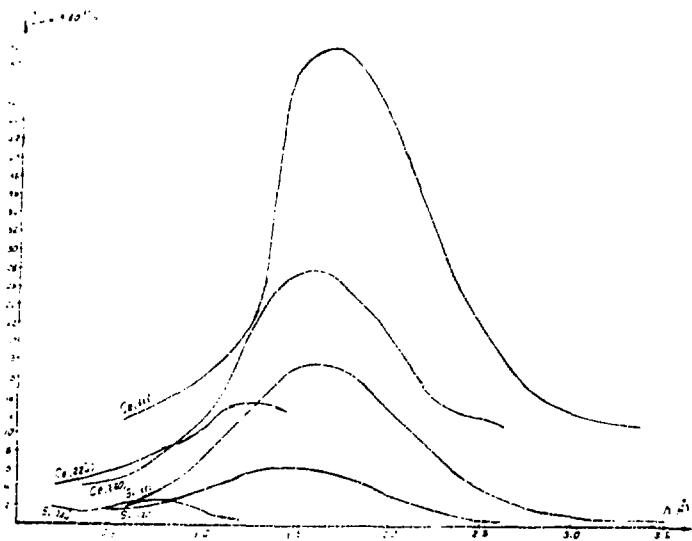


Рис. 2

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Схематическое изображение элементов экспериментальной установки.

Рис.2 Спектральные кривые отражения СИ кремниевых и германиевых монохроматоров от кристаллографических плоскостей (111), (220), (224). По оси абсцисс отложена длина монохроматизированной волны (в ангстремах), по оси ординат - протекающий через камеру ИК_T ток, пропорциональный интенсивности монохроматизированного излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. "Синхротронное излучение в исследовании твердых тел".
Сборник статей, Москва, "Мир", 1979.
2. А.И.Алиханян, Ц.М.Авакян, П.А.Безирганян, И.П.Карабеков,
М.А.Мартirosян, А.М.Кочинян, С.С.Овакимян, ИТЭ, 3, 39, 1974.
3. Д.Л.Эгикян, И.П.Карабеков, М.А.Мартirosян, Р.А.Микаэлян.
Препринт ЕФИ-244(34)-77.
4. И.П.Карабеков, А.М.Кочинян, М.А.Мартirosян, С.С.Овакимян.
Препринт ЕФИ-23(73).

Рукопись поступила 16-го февраля 1978 г.



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

Заказ 189

ВФ-03864

Тираж 299

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

0,8уч.изд.л. Ц. 6 к.

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

индекс 3624