

индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ФФИ-657(47)-83

Ր.Օ.ԱՎԱԿՅԱՆ, Ա.Ա.ԱՐՄԱԳԱՆՅԱՆ, Ն.Ա.ԶԱՊՈԼՅՍԿԻԻ,
Ա.Ա.ՄԱՐԿԱՐՅԱՆ, Տ.Ս.ՏԱՐՕՅԱՆ, Ա.Ր.ԿՄԱՆՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ПУЧКА ТОРМОЗНЫХ ФОТОНОВ
ПРИ МАЛЫХ УГЛАХ ВЛЕТА ЭЛЕКТРОНОВ В КРИСТАЛЛ

ԵՐԵՎԱՆ 1983 ԵՐԵՎԱՆ

Периодическая структура и анизотропность кристаллов приводят к известным ориентационным эффектам как в тормозном излучении сверхбыстрых электронов, так и в процессах рассеяния [1]. При детальном изучении этих явлений всегда надо учитывать их глубокие взаимосвязи. Очевидно, что независимое рассмотрение этих процессов не может дать всю полноту физической картины электромагнитного взаимодействия электронов с кристаллами.

В последнее время появился ряд теоретических и экспериментальных работ, указывающих на наличие ориентационных эффектов в рассеянии электронов высоких энергий, пролетающих через кристаллы [2 - 4]. Полученные результаты показывают сильную ориентационную зависимость рассеяния при малых углах влета электронов относительно кристаллографических осей. Известно, что именно в этих угловых областях и разигрываются процессы когерентного тормозного излучения и излучения электронов в режиме каналирования. Поскольку в этих двух явлениях предполагается различный характер движения частиц при пролете вблизи

кристаллографических осей и плоскостей, то исследование закономерностей рассеяния электронов дает возможность проследить за изменением их динамики движения и тем самым сделать определенные выводы относительно механизмов излучения.

В настоящей работе приведены предварительные данные по исследованию ориентационной зависимости профиля фотонного пучка Ереванского синхротрона, генерируемого в кристалле алмаза электронами с энергией 4,5 ГэВ.

Фотографирование следа пучка фотонов производилось на специальных стеклах, размещенных на расстоянии 10 м от кристаллического радиатора. Мишень толщиной 0,1 мм имела ширину, в радиальном направлении равную 2 мм, и высоту - 5 мм. Широкая грань, расположенная перпендикулярно к пучку электронов, была параллельна плоскости (100), а оси [011] и [0 $\bar{1}$ 1] кристалла совпадали с вертикальной и горизонтальной осями вращения гониометра. Гониометрическое устройство [5] позволяло с точностью $4,3 \cdot 10^{-5}$ рад изменять угол вокруг горизонтальной (θ_r) и вертикальной (θ_v) осей.

Ориентировка кристалла осуществлялась методом, описанным в работе [6]. Измерения осуществлялись для двух разных ориентаций кристаллического радиатора. В первом случае угол влета изменялся вблизи кристаллографической оси [100] таким образом, что импульс электрона \vec{P}_0 все время находился либо в плоскости (011), либо в (0 $\bar{1}$ 1) (соответственно $\theta_v = 0$ и $\theta_r = 0$, "эффект ряда"). Во втором случае угол влета электрона ψ изменялся относительно плоскости (011) достаточно далеко от оси [100] ("эффект точки").

Первоначально ориентационная зависимость профиля пучка тормозных фотонов исследовалась с помощью телевизионной камеры, установленной в кольце синхротрона. При малых углах влета электронов относительно оси [100] на люминофорном экране, помещенном перед фотонным пучком, четко был наблюден эффект уширения профиля пучка излученных фотонов.

Более детальные картины были получены с помощью фотографирования следа пучка на стекле (рис.1) с последующим фотометрированием (рис.2 - 7) при различных фиксированных углах влета электронов в кристалл. Фотометрирование производилось микроденситометром МД-100, обеспечивающим вывод информации на самописец. Следы пучка фотометрировались в двух взаимно перпендикулярных плоскостях с точностью не хуже 0,25 мм. Результаты фотометрирования представлены на рис.2-7. На рис.8-10 приведены изменения ширины полученных распределений на полувысотах ($\Delta\gamma$) в зависимости от ориентации кристалла. Здесь штрих-пунктирные линии показывают размеры профиля пучка (ширина на полувысоте) при дезориентированном кристалле.

Из полученных данных вытекают следующие закономерности:

1. Профиль фотонного пучка имеет сильную ориентационную зависимость.
2. В зависимости от угла влета электронов возникает асимметрия в угловом распределении фотонов.
3. При уменьшении угла влета электронов относительно оси угловое распределение фотонов уширяется, достигая максимума при угле, близком к критическому углу каналирования, и сужается при нулевом угле влета.

4. Ширина углового распределения фотонов минимальна, когда электрон влетает в кристалл под нулевым углом относительно кристаллографической плоскости (при этом импульс электрона имеет большой угол относительно оси), значение которой заметно меньше, чем при дезориентированном кристалле.

Поскольку в нашем эксперименте мы наблюдаем только за фотонным пучком, то только косвенно можем утверждать о наличии ориентационных эффектов в рассеянии электронов, так как возможны еще эффекты изменения характера самого углового распределения излученных фотонов в зависимости от угла влета электронов в кристалл.

Отметим некоторые следствия наблюдаемых эффектов уширения конуса излучения электронов в зависимости от ориентации кристалла.

Кратность прохождения электронов через кристаллический радиатор имеет ориентационную зависимость, поскольку сильно рассеянные электроны выбивают из режима ускорения и попадают на стенки вакуумной камеры синхротрона. В свою очередь, это приводит к резкому увеличению общего фона в кольцевом зале ускорителя при малых углах влета электронов в кристалл, которое наблюдалось ранее.

Авторы выражают благодарность сотруднику ЕГУ Саркисяну Г.М. за помощь в работах по фотометрированию.

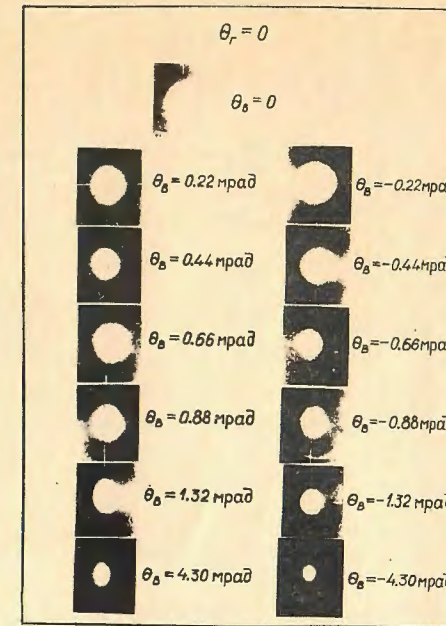


Рис. 1

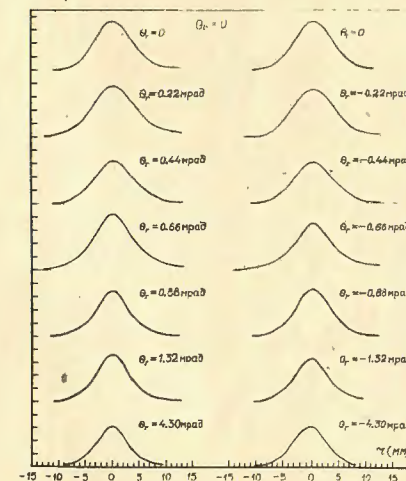


Рис. 2

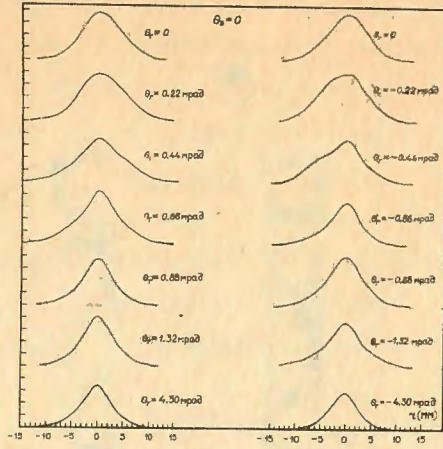


Рис.3

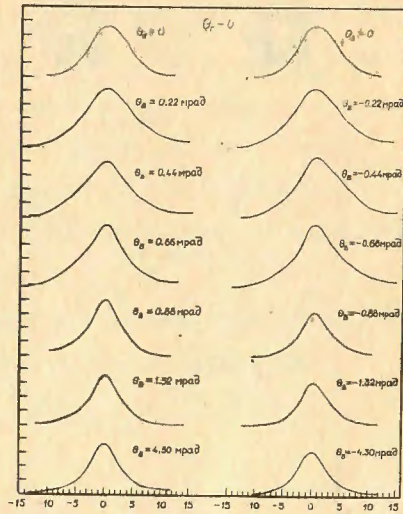


Рис.4

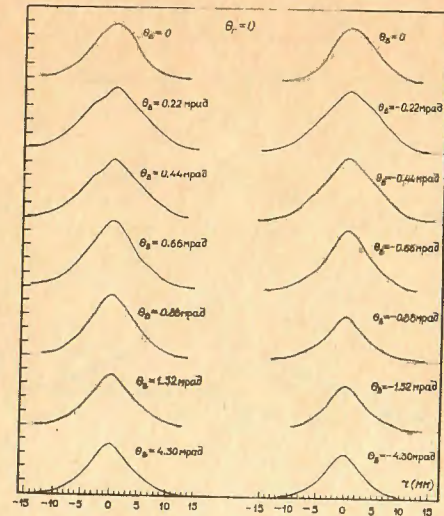


Рис.5

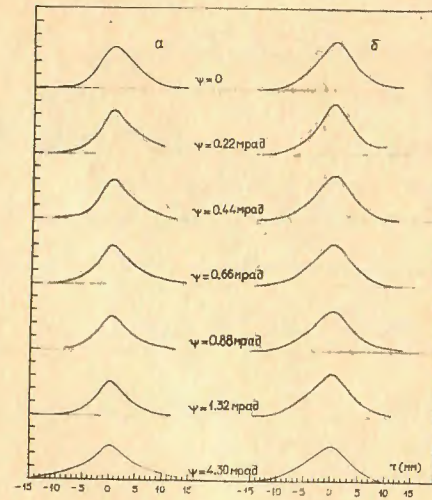


Рис.6

ПОДЛИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1 Фотографии следов пучка на стекле в зависимости от угла влета электронов относительно оси $[100]$, когда \vec{P}_0 "лежит" в плоскости (OII)
- Рис.2 Горизонтальные проекции следов пучка для случая "эффекта ряда", $\vec{P}_0 \parallel (OII)$
- Рис.3 Вертикальные проекции следов пучка для случая "эффекта ряда", $\vec{P}_0 \parallel (OII)$.
- Рис.4 Горизонтальные проекции следов пучка для случая "эффекта ряда", $\vec{P}_0 \parallel (O\bar{I}I)$
- Рис.5 Вертикальные проекции следов пучка для случая "эффекта ряда", $\vec{P}_0 \parallel (O\bar{I}I)$
- Рис.6 Горизонтальные (а) и вертикальные (б) проекции следов пучка для случая "эффекта точки".
- Рис.7 Горизонтальная (а) и вертикальная (б) проекции следа пучка для случая дезориентированного кристалла
- Рис.8 Изменения ширин распределений на полувисотах в зависимости от ориентации кристалла для случая "эффекта ряда" $\vec{P}_0 \parallel (OII)$. Штрих-пунктирные линии показывают размеры профиля пучка для дезориентированного кристалла
- Рис.9 Изменения ширин распределений на полувисотах в зависимости от ориентации кристалла для случая "эффекта ряда", $\vec{P}_0 \parallel (O\bar{I}I)$
- Рис.10 Изменения ширин распределений на полувисотах в зависимости от ориентации кристалла для случая "эффекта точки"

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тер-Микаелян М.Л. Влияние среды на электромагнитные процессы при высоких энергиях. Ереван, изд-во АН АрмССР, 1969.
2. Трутень В.И., Фомин С.П., Шульга Н.Д. Ориентационные эффекты в рассеянии релятивистских частиц в монокристаллах. Препринт ХФТИ-82-11, Харьков, 1982.
3. Гришаев И.А., Мореховский В.Л., Шраменко Б.И. Рассеяние электронов и позитронов с энергией 1 ГэВ цепочками атомов в монокристалле кремния. Труды У Всесоюзного совещания по физике взаимодействия заряженных частиц с монокристаллами. Изд-во МГУ, 1974, с.262.
4. Авакян Р.О., Армагян А.А., Арутюнян Л.Г. и др. Исследование особенностей интегральной интенсивности тормозного излучения релятивистских электронов в кристалле алмаза. Препринт ВФИ-504(47)-81, Ереван, 1981.
5. Авакян Р.О., Аветисян А.Э., Армагян А.А. и др. Экспериментальное оборудование и методика для создания и исследования параметров квазимонохроматических и поляризованных пучков фотонов Ереванского синхротрона. Препринт ВФИ-523(10)-82, Ереван, 1982.
6. Luckey D, Schwetters R.F. Methods of crystal alignment for the production of coherent bremsstrahlung.- Nucl.Instr.and Methods, 1970, vol.80, p.164-172.

Рукопись поступила 16 августа 1983 г.

Редактор Мукаян
Тех.редактор Л.П.Мукаян

Заказ 347

ВФ-06174

Тираж 299

Препринт ВФИ

Формат издания 60x84/16

Подписано к печати 31/ХП-83г. I, 0 уч.-изд. л. Ц. 15 к.

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