

индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ФИ-655(45)-83

А.О. АГАНЬЯНЦ, Ю.А. ВАРТАНОВ, Г.А. ВАРТАПЕТЯН,
С.Е. ПИЛИПОСЯН

ОРИЕНТАЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ЖЕСТКОЙ ЧАСТИ СПЕКТРА
ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 4,3 ГэВ
В МОНОКРИСТАЛЛАХ АЛМАЗА

ԵՐԵՎԱՆ 1983 ԵՐԵՎԱՆ

Важнейшими характеристиками излучения электронов высоких энергий в монокристаллах, помимо спектральных, являются ориентационные зависимости выхода полной энергии излучения [1,2], зависимости отдельной спектральной линии, особенно жесткой части спектра [1,3]. Указанные зависимости позволяют сравнивать выходы различных видов излучения: когерентного тормозного излучения (КТИ), излучения надбарьерных (ИН) и каналированных (ИК) электронов.

Можно также отметить следующее обстоятельство. В КТИ, ИК и ИН поведение жесткой части спектра отличается от обычного тормозного и является источником информации о механизме взаимодействия. Подобные исследования нами были выполнены ранее и предварительные данные опубликованы [1].

В настоящей работе представляются новые результаты, полученные с усовершенствованной методикой, описанной в другой нашей работе, также представляемой на конференцию в Приэльбрусье. По этой причине методика эксперимента в этой работе детально не приводится.

В качестве монокристаллических мишеней использовались:

1. Алмаз толщиной вдоль направления падающего пучка 100 мкм, ось $[100]$, плоскость (011) .

2. Алмаз, толщиной 470 мкм, ось $[110]$, плоскость $(\bar{1}\bar{1}0)$, (001) .

Угол коллимации пучка фотонов, излученных в алмазе составлял $2,6 \cdot 10^{-4}$ рад.

Относительное мониторирование числа электронов, пересекающих исследуемые алмазные мишени, выполнялось по их синхротронному излучению при помощи ионизационной камеры по методу быстрого сброса ускоренного пучка на мишень.

Измерения интегрального выхода фотонов, т.е. полной интенсивности γ - квантов, производились при помощи квантометра Вильсона.

Результаты измерений выхода полной энергии, нормированные на соответствующий выход от разориентированного кристалла, представлены на рис. 1-3.

Рис. 1 изображает зависимость от угла влета электронов относительно оси $[100]$ (1а) и оси $[110]$ (1б). В угловой зависимости выхода наблюдается четко выраженная структура: пики в центральных областях, отличающиеся шириной, и боковые провалы или ослабление выхода излучения.

Минимум радиационных потерь энергии релятивистских электронов авторы теоретической работы [4] связывают с существованием значительной доли электронов, совершающих надбарьерное движение, а потому испытывающих заметно меньшие потери на излучение.

Для оси $[110]$ алмаза толщиной 470 мкм были также выполнены измерения зависимости интенсивности при коллимации $\sim 5 \cdot 10^{-4}$ рад при изменении угла влета электронов относительно слабой (001)

(рис. 2а) и сильной $(\bar{1}\bar{1}0)$ (рис. 2б) плоскостей; (соответственно вращение монокристалла производилось относительно вертикальной и горизонтальной осей). Кривые отличаются как шириной пиков, так и высотой когерентных плеч.

Сравнение зависимостей полной энергии от угла влета относительно оси $[110]$ при двух разных коллимациях пучков фотонов (рис. 1б и 2а) показывает независимость ширины пиков, местоположения минимумов радиационных потерь и их глубины от коллимации. Однако высоты пиков и когерентных плеч изменяются заметно, что, по-видимому, свидетельствует о том, что излучение канализированных электронов и КТИ сосредоточено в более узком интервале углов по сравнению с тормозным.

Очень слабо проявилась структура в зависимости интенсивности от угла влета относительно плоскости (011) , алмаза толщиной 100 мкм и плоскости $(\bar{1}\bar{1}0)$, алмаза толщиной 470 мкм. (рис. 3а и 3б).

Поведение жесткой части спектра изучалось при помощи парного магнитного спектрометра с 4 сцинтилляционными счетчиками.

Ориентационные зависимости выхода фотонов с $E_\gamma = 2$ ГэВ (рис. 4а) и $E_\gamma = 3$ ГэВ (рис. 4б) относительно плоскости (011) кристалла толщиной 100 мкм обнаруживают некоторое ослабление выхода в области углов близкой к $\theta = 0^\circ$.

Ослабление выхода фотонов с $E_\gamma = 1$ ГэВ (рис. 4г) и $E_\gamma = 4$ ГэВ (рис. 4а) отсутствует, но с ростом угла, наоборот, проявляется усиление, причем для $E_\gamma = 4$ ГэВ, вероятно, усиление связано с высшими гармониками в интерференционной картине.

Ослабление в случае плоскости $(\bar{1}\bar{1}0)$, кристалла толщиной 470 мкм промерено только вблизи $\theta = 0$ и составляет $0,73 \pm 0,06$.

Наиболее сильное ослабление выхода γ - квантов жесткой части спектра наблюдается при углах влета электронов близких к $\theta = \theta_{\min}$ относительно оси $[110]$ (рис.4з, $E_\gamma = 3,8$ ГэВ) и относительно оси $[100]$ (рис.4д, е, ж) соответственно $E_\gamma = 3,8$; 3; 2 ГэВ, причем угол минимума излучения θ_{\min} совпадает с соответствующим углом в ориентационной зависимости интенсивности (рис.1,2).

Наличие пика в ориентационной зависимости интенсивности (рис.1-3), с полушириной, соответствующей критическому углу каналирования Линдхарда, а также ослабление выхода жесткой части спектра свидетельствуют, что излучение связано с каналированным и надбарьерным движением электронов, парциальные доли которых могут быть выявлены только после количественного сравнения с теоретическими расчетами.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Зависимость полной энергии γ - излучения от угла влета относительно:

- а) оси $[100]$;
- б) оси $[110]$

Рис.2 Зависимость энергии γ - излучения от угла влета относительно оси $[110]$:

- а) импульс электрона \vec{P}_e остается вблизи "слабой" плоскости (001)
- б) вблизи "сильной" плоскости $(1\bar{1}0)$

Рис.3 Зависимость полной энергии γ - излучения от угла влета относительно:

- а) плоскости (011)
- б) плоскости $(1\bar{1}0)$

Рис.4 Ориентационные зависимости жесткой части спектра излучения от угла влета электрона относительно:

1. Плоскости (011)
 - а) $E_\gamma = 4$ ГэВ, б) $E_\gamma = 3$ ГэВ, в) $E_\gamma = 2$ ГэВ,
 - г) $E_\gamma = 1$ ГэВ
2. Оси $[100]$
 - д) $E_\gamma = 3,8$, е) $E_\gamma = 3$ ГэВ, ж) $E_\gamma = 2$ ГэВ
3. Оси $[110]$
 - з) $E_\gamma = 3,8$ ГэВ

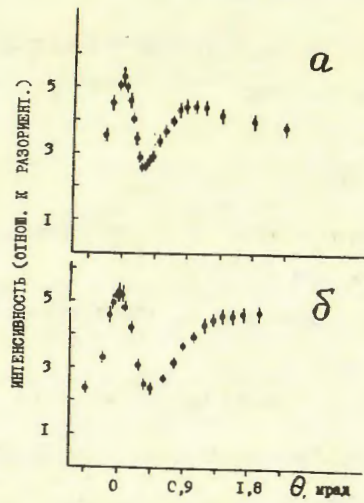


Рис.1

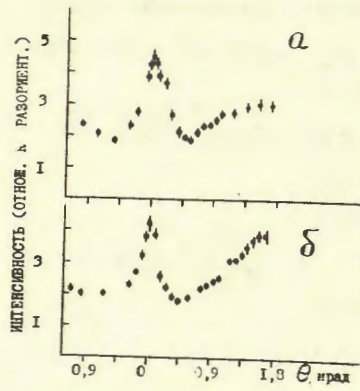


Рис.2

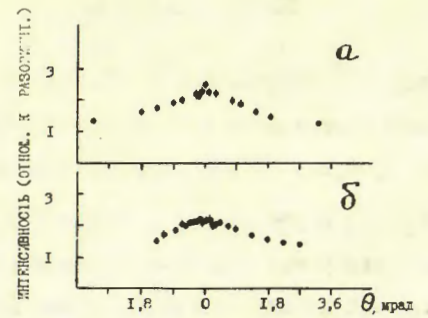


Рис.3

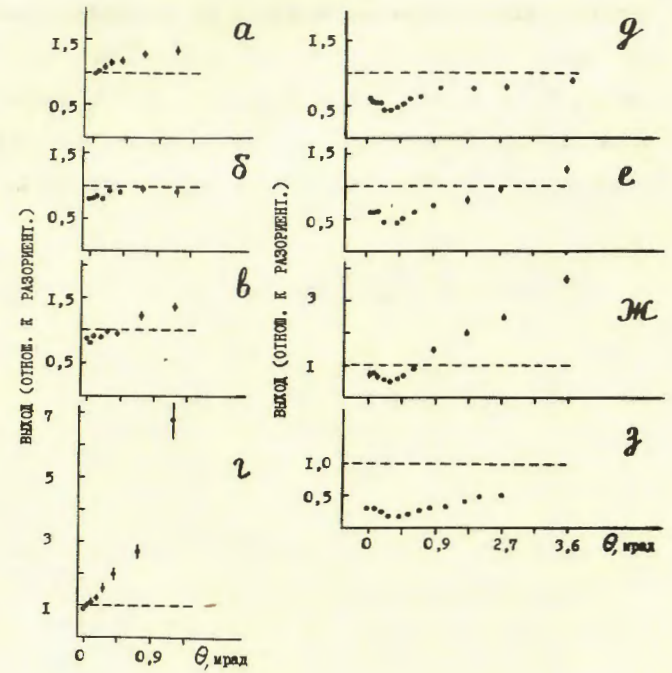


Рис.4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аганьянц А.О., Вартанов Ю.А., Вартапетян Г.А. и др. Ориентационные зависимости тормозного излучения в кристаллах алмаза. Препринт ЕФИ-466(10)-81, Ереван 1981.
2. Адишев Ю.Н., Воробьев С.А., Забаев В.Н. и др. Гамма - излучение электронов при осевом каналировании в алмазе. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Общая и ядерная физика. 1980, вып. I (II), с. 50-52.
3. Белошицкий В.В., Кумахов М.А. Различие и связь между излучением каналированных частиц и когерентным тормозным излучением. ДАН СССР 1980, т. 251, с. 331-335.
4. Авакян А.Р., Глебов В.И., Жеваго Н.К., Ян Ши. Явление минимума радиационных потерь энергии релятивистских электронов в кристалле. Препринт ЕФИ 514(1)-82, Ереван 1982.

Рукопись поступила 6 мая 1983 г.

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

Заказ 257 ВФ-05999 Тираж 270

Препринт ЕФИ Формат издания 60x84/16

Подписано к печати 23/УШ-83г. 0,5 уч.-изд. л. Ц. 7 к.

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