

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-528(15)-82

Р.О.АВАКЯН, А.А.АРМАГАНЯН, Л.Г.АРУТЮНЯН,
С.П.ТАРОЯН

ТОНКАЯ СТРУКТУРА В ОРИЕНТАЦИОННОЙ
ЗАВИСИМОСТИ ПОЛНОГО ВЫХОДА ИЗЛУЧЕНИЯ
СВЕРХБЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ НА КРИСТАЛЛЕ
АЛМАЗА

ԵՐԵՎԱՆ 1982 ԵՐԵՎԱՆ

EDM-528(I5)-82

R.C.AVAKYAN, A.A.ARMAGANYAN, L.G.HARUTUNYAN,
S.P.TAROYAN

A FINE STRUCTURE ON THE ORIENTATIONAL DEPENDENCE
OF THE TOTAL YIELD OF SUPERFAST ELECTRONS EMISSION
ON A DIAMOND CRYSTAL

The experimental results are presented on the investigation of orientational dependence of 4.7 GeV electron emission integral intensity in a diamond crystal. At small inlet angles of electrons with respect to the crystallographic axis 001 a fine structure is observed which is not accounted for by coherent bremsstrahlung theory.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1982

УДК.537.531.3.

Р.О.АВАКЯН, А.А.АРМАГАНЯН, Л.Г.АРУТКНЯН,
С.П.ТАРОЯН

ТОНКАЯ СТРУКТУРА В ОРИЕНТАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ
ПОЛНОГО ВЫХОДА ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕРХБЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ НА
КРИСТАЛЛЕ АЛМАЗА

В работе приводятся экспериментальные результаты по исследованию ориентационной зависимости интегральной интенсивности излучения электронов с энергией 4,7 ГэВ в кристалле алмаза. При малых углах влета электронов относительно кристаллографической оси $\langle 001 \rangle$ наблюдается тонкая структура, которая не объясняется теорией когерентного тормозного излучения.

Ереванский физический институт

Ереван 1982

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

БВИ-528(15)-82

Р.О.АВАКЯН, А.А.АРМАГАНЯН, Л.Г.АРУТЮНЯН,
С.П.ТАРОЯН

ТОНКАЯ СТРУКТУРА В ОРИЕНТАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ
ПОЛНОГО ВЫХОДА ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕРХЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ НА
КРИСТАЛЛЕ АЛМАЗА

Ереван 1982

© Ереванский физический институт, 1982 *

В первых экспериментах по исследованию когерентного тормозного излучения (КТИ) ультрарелятивистских электронов на кристаллах характерное ориентационное поведение интегральной интенсивности фотонов использовалось для нахождения начальной ориентации кристаллического радиатора [1-3]. При этом учитывался тот факт, что с уменьшением углов влета электронов относительно кристаллографической плоскости ("эффект точки") или оси ("эффект ряда") полный выход фотонов заметно возрастает. Поскольку ранние эксперименты по КТИ проводились с целью создания квази-монохроматических и поляризованных пучков, детального исследования поведения интегральной интенсивности в области малых углов влета электронов относительно кристаллографической оси и сравнения с теорией КТИ не проводилось. Первые экспериментальные исследования ориентационной зависимости полного выхода излученных фотонов приведены в работах [2,3]. Однако из-за отсутствия теоретических расчетов с учетом экспериментальных условий сравнение с теорией КТИ не проводилось.

В последние годы возрос интерес к исследованиям взаимодей-

ствия заряженных частиц с кристаллами в связи с обнаружением излучения при каналировании.

В настоящей работе приводятся экспериментальные результаты по исследованию ориентационной зависимости полного выхода излучения электронов с энергией $E = 4,7$ ГэВ на кристалле алмаза. Эксперимент выполнен на внутренней пучке электронов Ереванского синхротрона. Сброс электронного пучка на кристаллическую мишень осуществлялся методом медленного ВЧ наведения, описанным в работе [4].

Кристаллический радиатор алмаза толщиной 100 мкм и поперечными размерами (2×6) мм² был установлен в гониометрической системе, которая осуществляла изменение углов в двух взаимно перпендикулярных направлениях вокруг горизонтальной (θ_r) и вертикальной (θ_v) осей с шагом $2 \cdot 10^{-5}$ рад. Ориентация кристалла выбиралась таким образом, чтобы широкая грань была перпендикулярна к кристаллографической оси $\langle 001 \rangle$.

Фотонный пучок коллимировался до размеров $(1,2 \times 1,2)$ мм² на расстоянии 10,5 м от мишени. Интегральная интенсивность измерялась квантометром Вильсона. Экспериментальные результаты представлены на рис. I. Для каждой кривой выходы фотонов нормированы на максимальную интенсивность.

При изменении угла влета электронов относительно оси $\langle 001 \rangle$ в плоскости (110) в области малых углов наблюдается двойной максимум с центральным минимумом (рис. Ia, Ib). При незначительном угле наклона плоскости (110) относительно направления электронного пучка $\theta_v = 0,2$ мрад вместо максимума наблюдается глубокий минимум (рис. Ic).

На рис. I г приведен ход изменений интегральной интенсив-

ности при угле разориентации $\Theta_B = 3,6$ мрад. В этом случае при уменьшении Θ_r до нуля интенсивность плавно растет. Сложный характер зависимости интегральной интенсивности от угла влета электронов относительно кристаллографической оси (рис. 1а, 1б) не объясняется теорией КТИ, которая дает монотонный рост выхода фотонов при уменьшении угла влета электронов. Несогласие между экспериментом и теорией, по-видимому, связано с неприменимостью теории КТИ при малых углах влета электронов относительно кристаллографической оси, когда возникают явления, связанные с каналированным движением электронов. Отклонение экспериментальных точек от теории начинается примерно с угла $\Theta_r \sim 5 \Theta_k$, где Θ_k - критический угол каналирования.

Подавление интегральной интенсивности при углах влета $\Theta = (1 \div 5) \Theta_k$, по-видимому, можно объяснить тем, что уже при этих углах электроны испытывают на себе действие осевого потенциала, отклоняющего частицу от прямолинейного движения, характерного для когерентного тормозного излучения. С уменьшением угла влета это отклоняющее действие осевого потенциала усиливается и регистрируемая интегральная интенсивность при фиксированной, достаточно малой коллимации фотонного пучка ($\sim mc^2/E$) уменьшается. Начиная с углов влета $\Theta \leq \Theta_k$ электроны захватываются в осевой канал и, по-видимому, за счет излучения при осевом каналировании регистрируемая интегральная интенсивность вновь начинает расти. При очень малых углах влета $\Theta \leq \Theta^{min}$, где Θ^{min} - минимальный угол захвата электронов в связанное движение $\Theta^{min} \approx \Theta_k (R/\tau_0)$ [5], где R - радиус экранирования Томаса-Ферми, τ_0 - радиус ячейки Вигнера-Зейтца, электроны движутся все время в области максимальной плотности электронов

и ядер кристалла $\tau_{эф} \leq R$. Такие электроны вследствие столкновения с электронами и ядрами быстрее других рассеиваются, переходят на более удаленные орбиты, что приводит вновь к подавлению интегральной интенсивности при углах влета электронов, близких к нулю.

Полуширина центрального минимума на половине глубины, которая составляет примерно 0,03 мрад, удовлетворительно согласуется с минимальным углом захвата частиц в связанное движение

$$\theta^{\min} \approx \theta_k (R/\tau_0) = 0,028 \text{ мрад.}$$

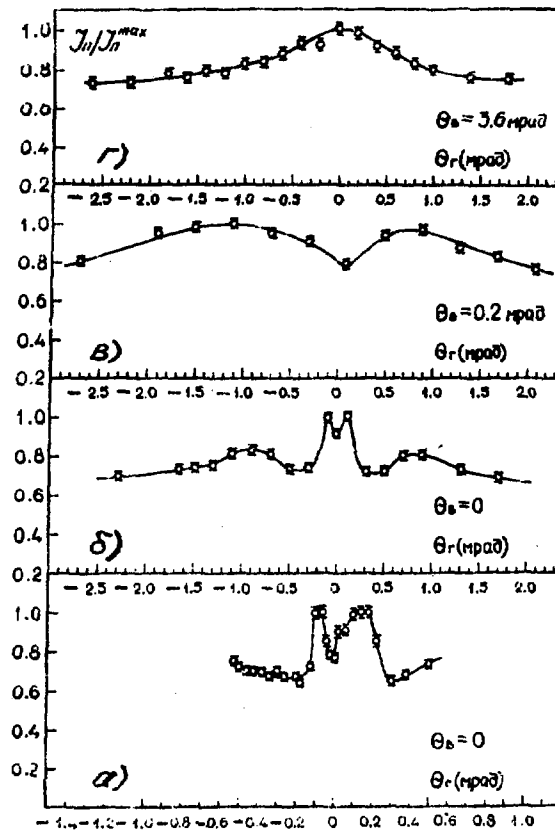


Рис. I Ориентационная зависимость полного выхода фотонов:
 а, б - $\theta_b = 0$; в - $\theta_b = 0,2$ мрад; г - $\theta_b = 3,6$ мрад.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barbiellini G., Bologna G., Diambrini G., Murtas G.P.
Production of a Quasi-Monochromatic γ - Ray Beam from
Multi-GeV Electron Accelerators.- Phys.Rev.Lett. 1962,
vol.8, p.112-113
2. Жебровский Ю.В., Колесников Л.Я., Мирошниченко И.И. Квази-
монохроматические поляризованные фотоны линейного ускорителя
ФТИ АН УССР. ПТЭ, 1969, № 5, с.203.
3. Авакян Р.О., Армагян А.А., Арутюнян Л.Г. и др. Квазимоно-
хроматический поляризованный пучок фотонов Ереванского ускорителя.
Труды Международной конференции по аппаратуре в физике высоких энергий,
Дубна, 1970. т.2, с.746.
4. Барышев А.И., Запольский Н.А., Коваленко В.И. и др. Эксперименты
по одновременному выводу вторичных пучков на Ереванском синхротроне.
Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц.
Дубна, 1978, т.2, с.150-153.
5. Kreiner H.J., Bell F., Sizmann R. et al. Rosette Motion
in Negative Particle Channelling.- Phys.Lett., vol.33A,
p.135-136, 1970.

Рукопись поступила 23 декабря 1981 г.



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

Заказ I45

БФ- 03689

Тираж 299

Препринт ЕФИ

Формат издания 60x84/16

Подписано к печати 5/IV-82г. 0,5 уч.изд.л. Ц. 4 к.

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

индекс 3624