

НАБЛЮДЕНИЕ АНОМАЛИЙ В УГЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯХ ИЗЛУЧЕНИЯ КАНАЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

*А.О.Аганьянц, Ю.А.Варганов, В.Б.Карибян,
В.Я.Ярлов*

Обнаружена двухпиковая структура в угловом распределении γ -квантов с энергией $E_\gamma \approx 315$ МэВ, излученных электронами с энергией 4,4 ГэВ, движущимися в плоскости (011) монокристалла алмаза. В тех же распределениях наблюдается азимутальная асимметрия в некогерентной части спектра при энергии $E_\gamma \approx 3$ ГэВ.

Как известно ¹⁻⁴, при малых углах влета электронов высоких энергий относительно кристаллических плоскостей и осей во взаимодействие может вовлекаться одновременно огромное количество атомов и это приводит к специфическим явлениям: интенсивное излучение в низкоэнергетической части спектра γ -квантов, острая направленность этого излучения ⁵, его поляризация ⁶. При более высоких энергиях γ -квантов, и особенно в некогерентной части спектра, т. е. при уменьшении когерентной длины взаимодействия не было никаких теоретических оснований ожидать проявлений новых эффектов. Однако экспериментальные исследования, представляемые настоящей работой, показывают обратное.

Эксперимент выполнялся на внутреннем электронном пучке Ереванского синхротрона с расходимостью пучка $\sim 5 \cdot 10^{-5}$ рад, что при энергии электронов 4,4 ГэВ меньше критического угла каналирования Линдхарда для плоскости (011) монокристалла алмаза ($\theta_{кр} \approx 10^{-4}$ рад), выбранного в качестве внутренней мишени синхротрона с толщиной вдоль траектории электронов 72 мкм.

Угловые распределения γ -квантов и их энергия измерялись при помощи парного магнитного спектрометра ⁵ с подвижной узкой мишенью, позволяющей сканировать профиль γ -пучка только в одной горизонтальной проекции. Тем не менее исследования угловых распределений могли выполняться в двух взаимно перпендикулярных направлениях при ориентации попеременно одной из двух эквивалентных взаимно перпендикулярных плоскостей (011) или (0 $\bar{1}1$) параллельно направлению движения первичных электронов. Такие условия эксперимента исключали, кроме того, влияние асимметрии самого пучка электронов и геометрической формы алмазной мишени.

На рис. 1 и рис. 2 представлены полученные распределения. При энергии $E_\gamma = 315$ МэВ видно отчетливое расщепление на 2 пика, а при низких энергиях ⁵, как и при более высоких энергиях, рис. 1в, г, д, оно отсутствует. Изменение среднего угла влета электронов до $\theta = 0,7 \cdot 10^{-4}$ рад привело к исчезновению одного из пиков при той же энергии $E_\gamma = 315$ МэВ, а распределение стало несимметричным (рис. 3). Ранее исследованные спектральные зависимости излучения каналированных электронов с энергией $E_e = 4,3$ ГэВ, показали ⁷, что в области $E_\gamma \approx 315$ МэВ когерентное усиление излучения выражено слабо, так что рис. 1а представляет суммарное распределение как когерентно, так и некогерентно рожденных γ -квантов. Нами была выполнена процедура вычитания фона некогерентных γ -квантов на основе распределения рис. 2а; тогда расстояние между пиками в полученном распределении оказалось равным $\Delta\varphi = 5 \cdot 10^{-4}$ мрад, следовательно, и средний угол вылета γ -квантов относительно первичного электрона $\frac{1}{2} \Delta\varphi = 2,5 \cdot 10^{-4}$ мрад, что значительно превышает критический угол каналирования электронов. Таким образом, расщепление нельзя объяснить особенностями траектории каналированных электронов.

Как видно из рис. 1 и рис. 2 ширины распределений неодинаковы в двух взаимно перпендикулярных направлениях, т. е. наблюдается азимутальная асимметрия в угловых распределениях вплоть до измеренной максимальной энергии $E_\gamma = 3$ ГэВ.

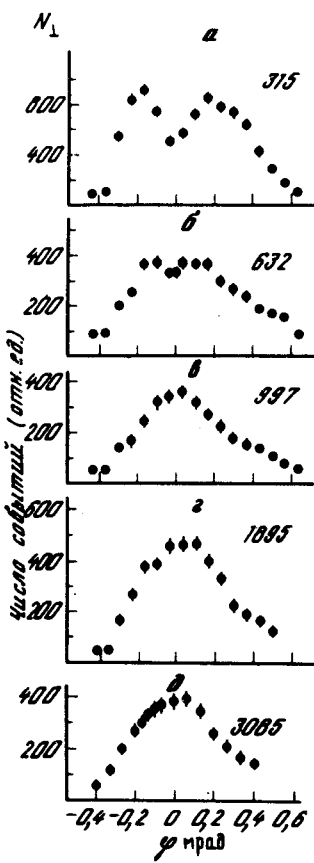


Рис. 1

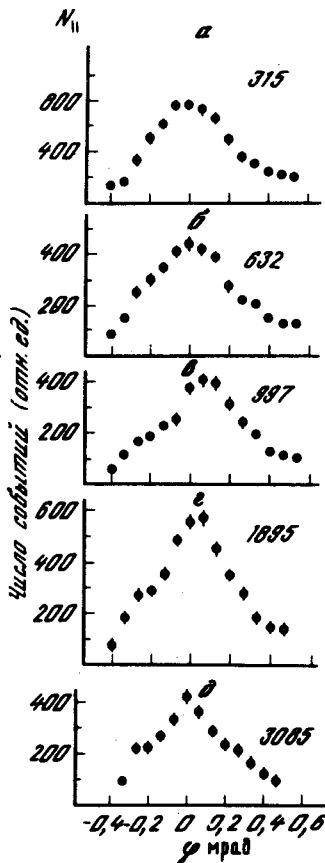


Рис. 2

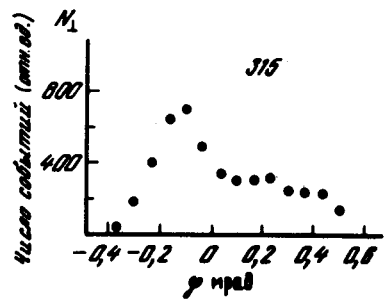


Рис. 3

Рис. 1. Распределения γ -квантов по углам влета φ из кристалла в направлении, перпендикулярном к плоскости (011). Угол влета электронов $\theta = 0^\circ$. В правом углу каждого рисунка указаны энергии γ -квантов в МэВ

Рис. 2. То же, что и на рисунке 1, но в направлении, параллельном плоскости (011).

Рис. 3. То же, что и на рисунке 1, но при $\theta = 0,7 \cdot 10^{-4}$ рад

В таблице приведены асимметрии $A = \frac{S_{\perp} - S_{\parallel}}{S_{\perp} + S_{\parallel}}$ для трех значений E_{γ} , где $S_{\perp(\parallel)} = \int N_{\perp(\parallel)}(\varphi) d\varphi$ вычислен в угловом интервале, который определяется условием $N_{\perp(\parallel)}(\varphi) \geq \frac{1}{2} N_{max}$.

E_{γ} , ГэВ	1	1,9	3,1
A	$0,09 \pm 0,02$	$0,09 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,03$

Азимутальная асимметрия при энергии $E_{\gamma} \sim 3$ ГэВ, т. е. в некогерентной части спектра, противоречит существующим в настоящее время теоретическим представлениям. По нашему мнению, наблюдаемая асимметрия указывает на линейную поляризацию γ -пучка, что вызывает большой интерес в свете возможного практического применения в экспериментальной физике высоких энергий и элементарных частиц.

Литература

1. *Beloshitsky V.V., Komarov F.F.* Phys. Rep., 1982, 93, 118.
2. *Кумахов М.А.* Излучение каналированных частиц в кристаллах. М.: ЭАИ, 1986.
3. *Ахиезер А.И., Шульга Н.Ф.* УФН, 1982, 137, 561.
4. *Базылев В.А., Жеваго Н.К.* Излучение быстрых частиц в веществе и во внешних полях, М.: Наука, 1987.
5. *Аганьянц А.О., Вартапов Ю.А. и др.* Письма в ЖЭТФ, 1986, 44, 153.
6. *Адищев Ю.Н., Внуков И.Е. и др.* Письма в ЖЭТФ, 1981, 33, 478.,
7. *Аганьянц А.О., Вартапов Ю.А. и др.* Препринт ЕФИ-666 (56)-83, Ереван, 1983.

Поступила в редакцию
29 августа 1988 г.
