

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОГЕРЕНТНОГО ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КРИСТАЛЛЕ АЛМАЗА

Р. О. АВАКЯН, А. А. АРМАГАНЯН, Л. Г. АРУТЮНЯН, Г. А. ВАРТАПЕТЯН,  
Л. Я. КОЛЕСНИКОВ, Р. М. МИРЗОЯН, С. П. ТАРОЯН

В работе описывается получение и исследование квазимонохроматического и поляризованного пучка фотонов, используя тормозное излучение электронов энергии 4,5 Гэв ускорителя АРУС на кристалле алмаза.

В последнее время в экспериментах по фоторождению элементарных частиц широко используются пучки квазимонохроматических поляризованных фотонов высокой энергии. Наиболее эффективным методом получения монохроматических и поляризованных  $\gamma$ -квантов является метод, использующий тормозное излучение электронов высоких энергий на кристалле алмаза. Исследования когерентного тормозного излучения проводились в ряде теоретических и экспериментальных работ, проводимых в различных странах [1—5].

Настоящая работа посвящена получению и исследованию когерентного тормозного излучения электронов энергии 4,5 Гэв на Ереванском ускорителе. Для проведения эксперимента создана система экспериментальных установок, схематически показанная на рис. 1. В гониометре, который находился в прямой секции ускорителя и управлялся дистанционно, была установлена мишень—пластинка размерами



Рис. 1. Схематический вид экспериментальной установки.

$5 \times 10 \times 2$  мм<sup>3</sup>, вырезанная из минокристалла алмаза. Широкая грань пластинки перпендикулярна оси [110]. Толщина пластинки в направлении пучка составляла 2 мм. Мишень могла вращаться вокруг вертикальной и горизонтальной осей в пределах  $\pm 100$  мрад с точностью 0,1 мрад. Оси [110] и [001] были установлены параллельно вертикальной и горизонтальной осям вращения гониометра соответственно. Ось [110] параллельна электронному пучку. Возникшие в мишени тормозные кванты покидают вакуумную камеру синхротрона через пучкопровод. Затем пучок  $\gamma$ -квантов проходил через коллиматор размерами  $3,3 \times 3,3$  мм<sup>2</sup> ( $\theta_{\text{колл.}} = 0,16$  мрад.), установленный на расстоянии 11,5 м от мишени. Далее, пройдя через тоннель бетонной защиты кольцевого зала, он падал на второй коллиматор размерами  $6,7 \times 6,7$  мм<sup>2</sup>, установленный на расстоянии 22,5 м от мишени. Затем пучок проходил через очищающий магнит, напряженностью магнитного поля 16 кгаусс.

Коллимированный и очищенный от заряженных частиц пучок фотонов попадает на конвертор парного спектрометра, где часть фотонов рождает электрон-позитронные пары. Симметричные пары регистрируются восьмью сцинтиляционными счетчиками. Монитором служит квантометр Вильсона, находящийся на расстоянии 50 м от мишени. Интенсивность  $\gamma$ -пучка после коллимации, измеренная квантометром, составила  $10^{10}$  эквивалентных квантов в минуту. Она зависит от энергии  $E_0$  и углов ориентации кристалла  $\theta$  и  $\alpha$ .  $\theta$ —угол между направлением первичного электронного пучка и осью  $[110]$ ,  $\alpha$ —азимутальный угол между плоскостями  $[[p_0, 110]]$  и  $[[001, 110]]$  ( $p_0$ —импульс электрона). Кристалл ориентировался так, чтобы ось  $[110]$  совпала с направлением электронного пучка. При этом использован факт, что при  $\theta=0$  интегральная интенсивность излучения резко падает. На рис. 2 приведена зависимость интегральной интенсивности (ток квантометра),

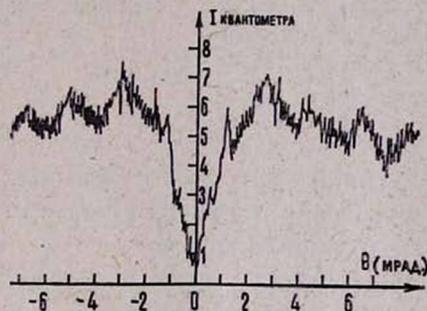


Рис. 2. Кривая зависимости интегральной интенсивности пучка  $\gamma$ -квантов от угла поворота кристалла алмаза, снятая с помощью самописца, подключенного к квантометру.

снятой самописцем, подключенным к выходу квантометра, от угла влета электрона в кристалл. При углах, близких к нулю, наблюдается значительный рост интегральной интенсивности, а при  $\theta=0$  явно выраженный минимум, поскольку ни один узел обратной решетки не дает вклада в поперечное сечение когерентного тормозного излучения.

Представляло интерес получение ярко выраженного пика с высокой поляризацией в энергетическом спектре тормозного излучения. Для достижения этого необходимо было сориентировать кристалл относительно пучка так, чтобы наибольший вклад в сечение когерентного тормозного излучения вносил отдельный узел обратной решетки  $[002]$ . При этих условиях в спектре выделяется практически лишь один пик с высокой поляризацией. Для нахождения такой ориентации с помощью парного спектрометра измерялась интенсивность фотонов энергии  $1,5 \text{ Гэв}$  в зависимости от угла поворота кристалла вокруг горизонтальной оси  $\theta_{\text{гор.}}$ , при этом вокруг вертикальной оси кристалл был повернут на угол  $50 \text{ мрад}$  (рис. 3). Определив требуемую ориентацию, можно перейти к измерению спектра тормозного излучения

$I = k \frac{dn}{dk}$ ,  $k$  — импульс фотона. На рис. 4 приведен спектр тормозного излучения от кристалла алмаза толщиной 2 мм ( $1,6 \cdot 10^{-2}$  рад. длины).

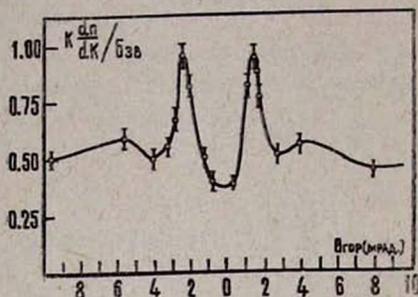


Рис. 3. Кривая зависимости интенсивности фотонов энергии 1,5 Гэв от угла поворота кристалла алмаза вокруг горизонтальной оси  $\theta_r$  в случае, когда вокруг вертикальной оси кристалл повернут на угол 50 град.

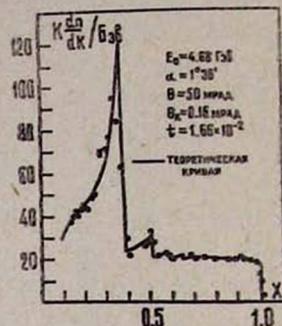


Рис. 4. Спектр тормозного излучения электронов на кристалле алмаза.

Полученный энергетический спектр тормозного излучения хорошо согласуется с теоретической кривой с учетом многократного рассеяния электронов в кристалле и коллимацией гамма-пучка. В вычислительном центре DESY вариацией параметра  $\theta_{\text{колл.}}$  методом подгонки был получен спектр поляризации, соответствующий нашему экспериментальному спектру тормозного излучения. Поляризация фотонов составила 75%.

В заключение авторы выражают благодарность А. И. Алиханяну и А. Ц. Амагуни за поддержку и постоянный интерес к работе, персоналу ускорителя под руководством С. К. Есина, а также доктору У. Тимму и мисс В. Куффнер за программу подгонки и проведенные вычисления на ЭВМ IBM 360/70.

Ереванский физический институт

Поступила 18.I.1971

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М. Л. Тер-Микаелян, ЖЭТФ, 25, 296 (1953).
2. H. Uberall, Physical Review, 103, 1055 (1956).
3. G. Diambri et al, Phys. Rev. Lett., 8, 112 (1962).
4. U. Timm et al, Phys. Rev. Lett., 16, 1031 (1966).
5. Р. О. Авакян и др., ПТЭ, № 5, 203 (1969).

ԿՈՇԵՐԵՆՏ ԱՐԳԵԼԱԿՄԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ԱԼՄԱՍԻ ԲՅՈՒՐԵՂԻ ՎՐԱ

Ռ. Շ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ա. Ա. ԱՐՄԱՂԱՆՅԱՆ, Լ. Գ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Չ. Ա. ՎԱՐԴԱՊԵՏՅԱՆ,  
Լ. ՅԱ. ԿՈՒՆՍԵՒՈՎ, Ռ. Մ. ՄԻՐԶՈՅԱՆ, Ա. Պ. ԹԱՐՈՅԱՆ

Աշխատանքում նկարագրված է փափայլմանը բնորոշող և բնագծված ֆոտոնների փնջի ստացումն և ուսումնասիրությունը, օգտագործելով «Արոս» արագացուցիչի 4,5 գէՎ էներգիայի էլեկտրոնների արգելիական ճառագայթման արմատի բյուրեղում:

**COHERENT BREMSSTRAHLUNG INVESTIGATION  
FROM DIAMOND CRYSTAL**

R. O. AVAKIAN, A. A. ARMAGANIAN, L. G. HARUTUNIAN,  
H. A. VARTAPETIAN, L. YA. KOLESNIKOV, R. M. MIRZOYAN,  
S. P. TAROYAN

Monochromatic and polarized beam from a diamond crystal has been measured at an electron energy of 4,5 Gev.