

ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПЕРЕХОДНОМ ИЗЛУЧЕНИИ

*Э.С. Беляков, М.П. Лорикян, К.Ж. Маркарян,
М.М. Мурадян, К.К. Шихляров*

За последние годы было выполнено много экспериментальных и теоретических работ, посвященных рентгеновскому переходному излучению [1 — 9]. Хотя теоретически было показано, что при определенных условиях в спектральном распределении рентгеновского переходного излучения, образованного на стопке пластин, должна возникать интерференционная картина [2, 9], однако до сих пор в спектрах излучения это явление не наблюдалось.

В настоящей работе приведены результаты исследования переходного излучения, образованного электронами с энергией $3,0 \text{ Гэв}$ в диапазоне частот фотонов $5 \div 100 \text{ кэв}$ для радиаторов, состоящих из 230 алюминиевых фольг толщиной $a = 8 \text{ мк}$ каждая, в зависимости от расстояния между ними b , которое изменялось от 50 до 1000 мк.

Измерения проводились на ранее описанной установке, причем для исследования спектров в области частот $5 \div 20 \text{ кэв}$ применялся многосекционный пропорциональный счетчик с энергетическим разрешением

$\pm 10\%$ на линии $13,8 \text{ кэв}$, а для энергий фотонов свыше 20 кэв использовался сцинтилляционный спектрометр на кристалле NaJ(Tl) с разрешением $\pm 30\%$ на линии 60 кэв .

Для того, чтобы учесть вклад фона от тормозного излучения и фона от рассеянного излучения в экспериментальном зале, каждый раз измерялся также и спектр излучения из сплошной мишени эквивалентной толщины, который затем вычитался из суммарного спектра, полученного на слоистом радиаторе.

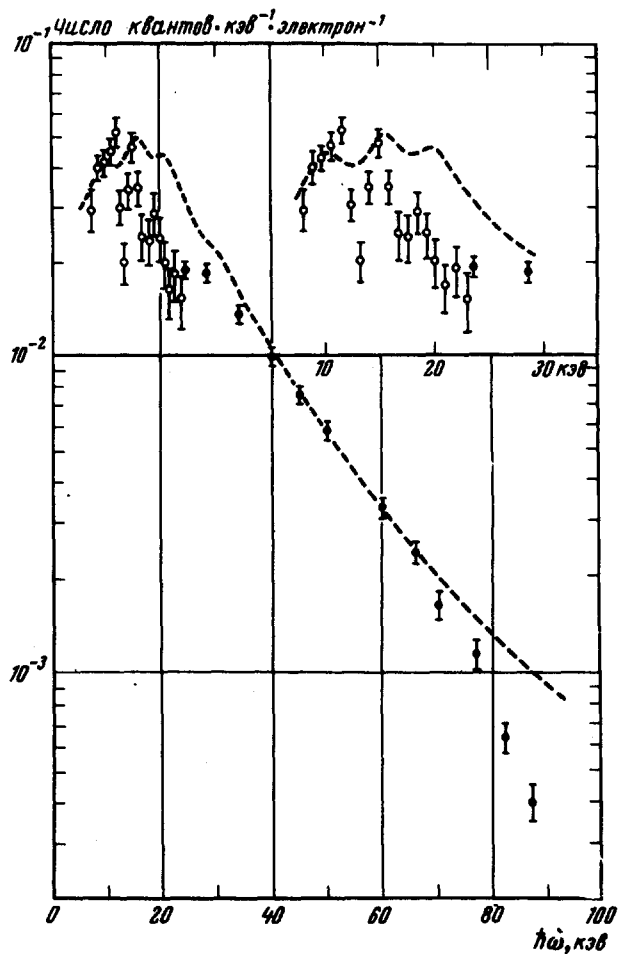


Рис. 1. Дифференциальный спектр переходного излучения на выходе из стопки из 230 алюминиевых пластин толщиной 8 мк , расположенных на расстоянии 1000 мк друг от друга. Энергия электрона $3,0 \text{ Гэв}$

На рис. 1 приведен дифференциальный спектр переходного излучения на выходе радиатора, состоящего из алюминиевых фольг, расположенных на расстоянии $b = 1000 \text{ мк}$ друг от друга. Для наглядности в правом верхнем углу дана начальная часть спектра в увеличенном масштабе. Данные, обозначенные кружками, относятся к измерениям, выполненным с пропорциональным счетчиком, точки — с кристаллом NaJ .

Хорошее согласие между результатами измерений, полученными двумя различными способами, указывает на их правильность.

Из рисунка видно, что в области частот фотонов $5 \div 20$ кэв наблюдаются отчетливо выраженные максимумы и минимумы, что указывает на наличие интерференции излучения в стопке. Для частот свыше 20 кэв спектр имеет гладкий вид, причем с ростом энергии квантов их число быстро падает.

На этом же рисунке пунктиром дан теоретический спектр переходного излучения, вычисленный по формуле, учитывающей поглощение фотонов в стопке пластин и не имеющей никаких ограничений во всей рентгеновской области частот [10].

Мы видим, что во всем исследуемом диапазоне наблюдается хорошее количественное согласие теоретических и экспериментальных данных, причем интерференционные максимумы, предсказываемые теорией, приходятся на те же частоты, что и наблюдаемые в эксперименте.

Некоторое расхождение значений в области $15 \div 30$ кэв можно объяснить недостаточно точным учетом поглощения квантов в веществе радиатора и по пути от радиатора до детектора, неопределенностью в эффективности регистрации пропорционального и сцинтилляционного счетчиков для фотонов этих энергий, которая находилась расчетным путем, а также ошибками при учете вклада кратных фотонов в форму экспериментального спектра.

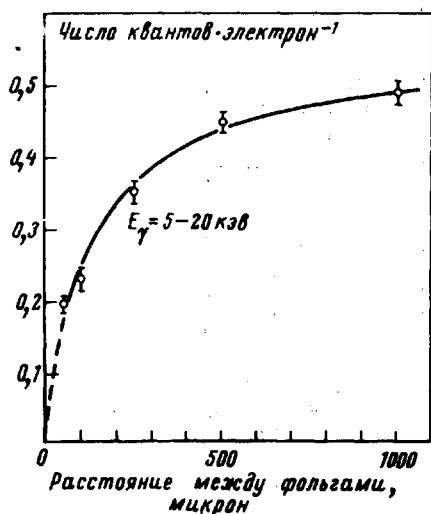


Рис. 2. Полное число фотонов, излученных из стопки алюминиевых фольг с $m = 230$ в интервале частот $5 \div 20$ кэв, в зависимости от расстояния между пластинами

На рис. 2 приведена зависимость полного числа фотонов, приходящихся на один электрон, от расстояния между фольгами b в диапазоне частот $5 \div 20$ кэв. Из рисунка следует, что при малых значениях b наблюдается сильный рост числа квантов с увеличением b . Затем рост замедляется и при $b \gtrsim 700$ мкм кривая практически выходит на плато. Это объясняется влиянием зоны формирования излучения в вакууме

$z_{\text{вак}} = \frac{c}{\omega} \gamma^2$ [4], где $\gamma = E/mc^2$ — лоренц-фактор излучающей частицы.

Для указанного интервала оценка дает $z_{\text{вак}} \sim 700 \text{ мк}$, что хорошо согласуется с ходом экспериментальной кривой. Таким образом можно заключить, что интерференция между пластинами в стопке при $b < z_{\text{вак}}$ приводит к подавлению переходного излучения.

В заключение авторы благодарят А.И.Алиханяна за внимание к работе, А.Ц.Аматуни и С.Г.Матиняна за постоянную поддержку и Г.М.Гарибяна за полезное обсуждение.

Поступила в редакцию

27 июня 1973 г.

После переработки

13 августа 1973 г.

Литература

- [1] Г.М.Гарибян, И.И.Гольдман. ДАН Арм. ССР, 31, 219, 1960.
- [2] М.Л.Тер-Микаелян. Влияние среды на электромагнитные процессы при сверхвысоких энергиях. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1969.
- [3] М.Л.Тер-Микаелян, Э.Д.Газазян. ЖЭТФ, 39, 1693, 1960.
- [4] Г.М.Гарибян. Препринт ЕФИ-ТФ-13, 1970.
- [5] А.И.Алиханян, Э.С.Беляков, Г.М.Гарибян, М.П.Лорикян, К.Ж.Маркарян, К.К.Шихляров. Письма в ЖЭТФ, 16, 315, 1972.
- [6] Ф.Р.Арутюнян, А.А.Назарян, А.А.Франгян. ЖЭТФ, 62, 2044, 1972.
- [7] F.Harris, T.Katsura, S.Parker, V.Z. Peterson, R.W.Ellsworth, G.B. Yodh, W.W.Allison, C.B.Brooks, J.H.Cobb, J.H.Mulvey. Preprint Oxford University, №57, 1972.
- [8] L.C.L.Yuan, H.Uto, G.F.Dell Jr., P.W.Alley. Phys. Lett., 10, 689, 1972.
- [9] Г.М.Гарибян. ЖЭТФ, 60, 39, 1971.
- [10] М.М.Мурадян. Научное сообщение ЕрФИ, №30, 1973.