

90-268

+



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

П-485

P15-90-268

Ю. Н. Покотиловский

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПРЕДЕЛ  
НА ВЕРОЯТНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ ГАММА-КВАНТОВ  
С ЭНЕРГИЕЙ  $E > 20$  МэВ  
ПРИ СПОНТАННОМ ДЕЛЕНИИ  $^{252}\text{Cf}$

Направлено в журнал "Ядерная физика"

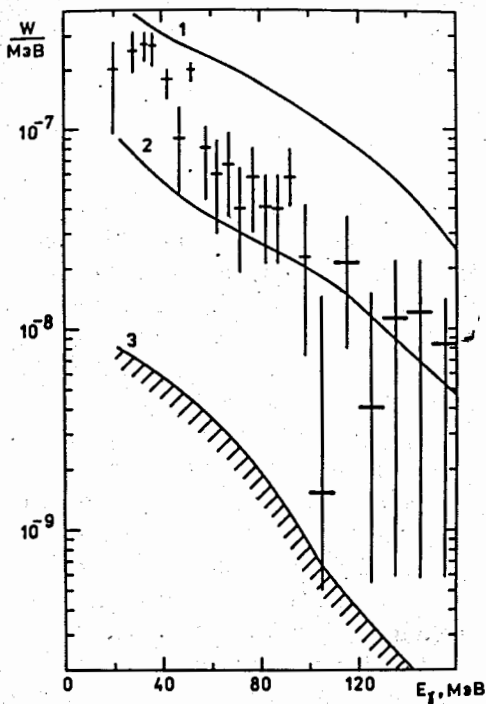
1990

В последние годы внимание физиков привлечено к исследованию испускания высокоэнергетических гамма-квантов при ядро-ядерных столкновениях<sup>1/1</sup>. Для описания этого явления привлекаются, в частности, различные механизмы тормозного излучения. Два предельных механизма: некогерентный процесс нуклон-нуклонного тормозного излучения и чисто коллективный когерентный механизм. Первый хорошо применим к процессам столкновений, в которых энергия ядер составляет несколько десятков МэВ на нуклон и более. Коллективный когерентный механизм соответствует тормозному излучению, связанному с изменением относительного движения двух ядер. До настоящего времени вклад этого механизма в гамма-излучение ядер не наблюдался.

Авторы работы<sup>2/1</sup> обратили внимание на то, что указанный процесс мог бы наблюдаться в процессе деления ядер, при котором изменение относительного движения ядер максимально. В этом эксперименте наблюдалось при спонтанном делении  $^{252}\text{Cf}$  гамма-излучение вплоть до  $E_\gamma = 160$  МэВ, интенсивность которого при энергии выше 20 МэВ спадает с энергией примерно как  $E_\gamma^{-1}$ . Экспериментальные данные (см. рис.) авторы теоретически объясняют тормозным излучением, возникающим при разлете двух осколков. Ими произведен расчет спектра тормозного излучения в рамках классической и квантово-механической модели для двух предельных случаев. В одном оба осколка мгновенно приобретают свою конечную энергию (модель мгновенного ускорения). В другом случае покоящиеся в начальный момент осколки движутся под действием сил кулоновского расталкивания (модель кулоновского ускорения). Авторы считают, что их экспериментальные данные хорошо описываются комбинацией этих двух предельных случаев с соотношением весовых вкладов 1:2.

В данном кратком сообщении не рассматриваются теоретические вопросы, к тому же точный расчет затруднителен еще и потому, что при известном из эксперимента массовом распределении осколков деления точной информации о зарядовом распределении для данной массы осколков в настоящее время нет.

Целью этой работы была проверка экспериментальных данных<sup>2/1</sup>. Стимулирующим обстоятельством послужило также то, что в работе<sup>3/1</sup>, посвященной поиску жесткого гамма-излучения при делении ядер под действием нейтронов, был установлен верхний предел на вероятность излучения гамма-квантов с энергией больше 30 МэВ, равный  $3 \cdot 10^{-6}$  дел.<sup>-1</sup>.



Спектр гамма-излучения при делении  $^{252}\text{Cf}$ . Экспериментальные точки из работы <sup>12</sup>/. Кривая 1 — расчет в модели мгновенного ускорения, кривая 2 — расчет в модели кулоновского ускорения, обе из работы <sup>12</sup>/. Кривая 3 — верхняя граница вероятности гамма-излучения (два стандартных отклонения), полученная в настоящей работе.

Эта величина на несколько порядков меньше результатов работы <sup>12</sup>/. Трудно представить механизм, столь усиливающий излучение при спонтанном делении по сравнению с делением под действием нейтронов.

В нашей работе образец  $^{252}\text{Cf}$  мощностью на момент проведения работы  $\sim 0,7 \cdot 10^6$  дел/с располагался на расстоянии 38 см от поверхности сцинтилляцион-

ного спектрометра с кристаллом NaI(Tl) размером  $\phi 150 \times 150$  мм. Между источником и кристаллом находился конический свинцовый коллиматор, позволяющий "освещать" гамма-квантами из источника круг  $\phi 60$  мм в центре поверхности сцинтиллятора. Кроме того, на пути между источником и спектрометром помещался поглотитель 25 см борированного полиэтилена, существенно ослаблявший поток на сцинтиллятор нейтронов и мягких ( $< 1$  МэВ) гамма-квантов и слабо при этом поглощающий жесткие гамма-кванты. Основным фоном в эксперименте был поток космического излучения. Для уменьшения фона сцинтиллятор окружался системой плоских (толщина 2 см) пластических сцинтилляционных счетчиков, включенных на антисовпадения. Это уменьшило фон в несколько десятков раз.

Энергетическая калибровка спектрометра осуществлялась с помощью стандартных гамма-линий (0,661; 1,17; 1,33; 2,5 и 4,4 МэВ, последняя из реакции  $^9\text{Be}(\alpha, n)^{12}\text{C}$ ) и введением делителя на входе усилителя для перехода к регистрации гамма-квантов высокой энергии. Дополнительная калибровка осуществлялась с помощью космического излучения. Гамма-спектрометр был стабилизирован по энергии с помощью системы обратной связи с использованием светодиода. Эксперимент

состоял в измерении спектров в диапазоне энергий  $20 \div 160$  МэВ, при этом между источником и детектором поочередно располагался и удалялся поглотитель из свинца толщиной 15 мм, в несколько раз поглощающий гамма-излучение в этом диапазоне энергий. Результат измерения показан на рисунке. Кривая 3 указывает верхнюю границу вероятности излучения гамма-квантов с энергией в соответствующем диапазоне энергий (2 стандартных отклонения). Таким образом, результаты данного эксперимента не подтверждают результатов работы <sup>12</sup>/, расхождение составляет более порядка величины.

Автор признателен В.Г.Зинову и А.В.Купцову, предоставившим сцинтилляционные счетчики, и С.Б.Борзакову, принявшему участие в пробных измерениях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Каманин В.В. и др. — ЭЧАЯ, 1989, т.20, с.74.
2. Kasagi J. et al. — Proc. V Conf. Clustering Aspects in Nuclear and Subnucl. Systems, Kyoto, 1988: J. Phys. Soc. Jap., 1989, v.58, p.620.
3. Николенко В.Г. и др. — Письма в ЖЭТФ, 1978, т.27, с.65.

Рукопись поступила в издательский отдел  
13 апреля 1990 года.