

Спектр мгновенных нейтронов в области малых энергий при спонтанном делении Cf²⁵²

Л. ЕКИ, Д. КЛУГЕ, А. ЛАЙТАИ

(Центральный институт физических исследований Венгерской Академии наук, Будапешт, ВНР)

П. П. ДЬЯЧЕНКО, Б. Д. КУЗЬМИНОВ

УДК 539.173.84

(Физико-энергетический институт, Обнинск, СССР)

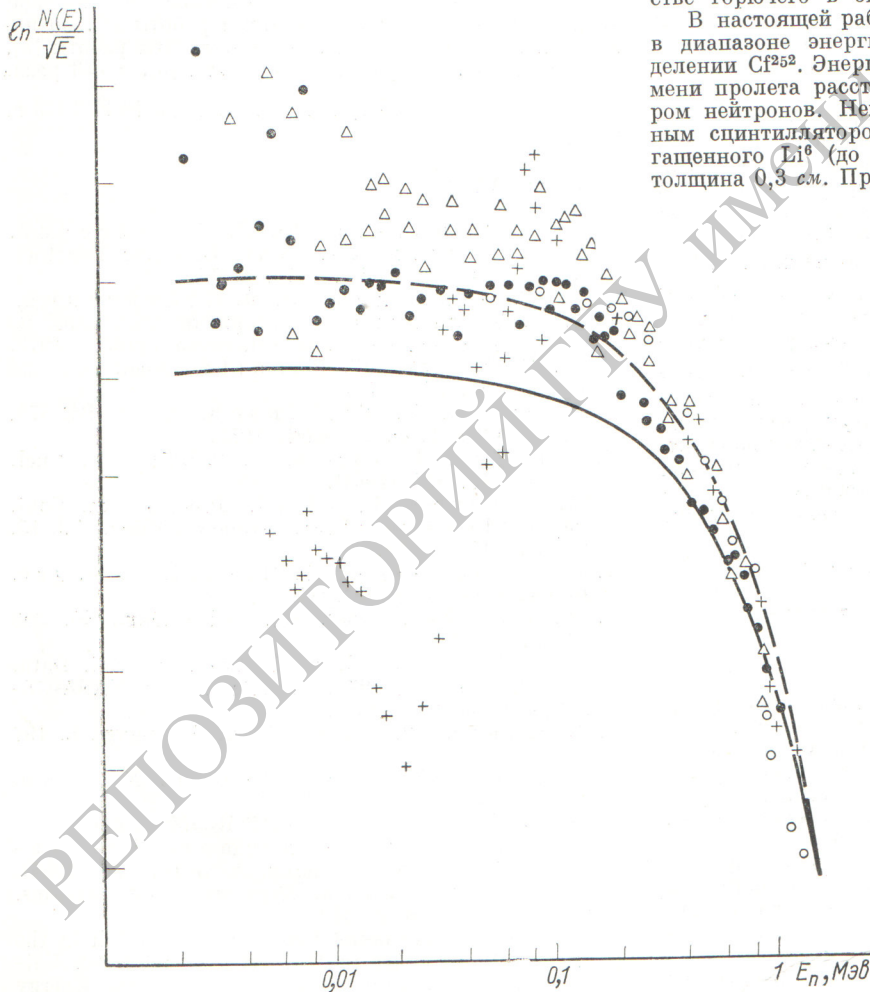
Широкое применение Cf²⁵² для стандартизации нейтронных измерений предполагает точное знание не только количества испускаемых при спонтанном делении нейтронов, но и их спектрального состава. Однако существующие к настоящему времени сведения о спектре мгновенных нейтронов спонтанного деления Cf²⁵² весьма разноречивы. В частности, изучению низкоэнергетической части спектра ($E_n < 0,2$ Мэв) нейтронов деления этого изотопа посвящены работы [1, 2],

результаты которых не совпадают. В работе [1] подчеркивается факт отклонения спектра нейтронов в указанной области энергий от традиционно принимавшейся формы максвелловского распределения $N(E) \approx \sqrt{E} \exp[-E/T]$. Этот результат имеет более общее значение, так как ставит под сомнение применимость соответствующего распределения во всем диапазоне энергий мгновенных нейтронов при вынужденном делении ядер U²³³, U²³⁵, Pu²³⁹, используемых в качестве горючего в энергетических ядерных реакторах.

В настоящей работе был измерен спектр нейтронов в диапазоне энергий 0,002—1 Мэв при спонтанном делении Cf²⁵². Энергия нейтронов определялась по времени пролета расстояния между слоем Cf²⁵² и детектором нейтронов. Нейтроны регистрировались стеклянным сцинтиллятором, содержащим 7,3% лития, обогащенного Li⁶ (до 96%). Диаметр детектора 7,6 см, толщина 0,3 см. При обработке результатов измерений использовалась такая же зависимость эффективности регистрации нейтронов от их энергии, как и в работе [1], где применялся подобный детектор.

Регистрация осколков деления осуществлялась в газовой сцинтилляционной камере диаметром 10 см и длиной 6 см. Для уменьшения фона рассеянных нейтронов камеру изготовили из алюминия толщиной 0,1 см с торцовым окошком толщиной 0,03 см. Камера наполнялась смесью 80% аргона и 20% азота при давлении 1 атм. В разных сериях измерений применяли две мишени Cf²⁵² мощностью 1,7·10⁵ или 1,4·10⁶ делений/мин.

В опыте использовали три пролетные базы: 15,5; 30 и 57,5 см, времена пролета измеряли вплоть до 400 нсек. Запуск конвертера осуществлялся сигналом от нейтронного детектора. Стоп-сигнал поступал от детектора осколков деления с задержкой по времени на 400 нсек. Нуль временной шкалы определялся по положению пика мгновенных γ -квантов деления с учетом поправок на их время пролета до детектора нейтронов. Шкалу времени калибровали по смещению положения пика мгновенных γ -квантов при включении различных калиброванных линий задержек. Цена одного канала шкалы времени составляла 0,39 нсек. Временное разрешение, определенное по пи-



Спектр мгновенных нейтронов при спонтанном делении Cf²⁵².

Данные работ: ● — настоящей; Δ — [1]; + — [2]; ○ — [3]. Максвелловский спектр с температурами 1,57 Мэв (—) и 1,30 Мэв (---),

рине пика мгновенных γ -квантов деления, равнялось 4,5 нсек (полная ширина на половине высоты пика).

В работе учитывали три вида фонов:

1. Две компоненты фона случайных совпадений. Случайные совпадения, обусловленные загрузкой детекторов, определяли введением соответствующей линии задержки. Случайные совпадения, в которых старт- и стоп-сигналы возникали в разных актах деления, определяли путем вычислений по известным из эксперимента интенсивности делений и временному спектру нейтронов деления.

2. Фон рассеянных нейтронов. Для измерения величины фона между детекторами осколков и нейтронов размещали латунный конус, имевший длину 13 см в сериях измерений на пролетной базе 57,5 см и 7 см для двух более коротких баз.

3. Фон запаздывающих γ -квантов. Измерения фона проводили на пролетной базе 3,5 см, а затем осуществляли пересчет на нормальные условия измерений с учетом различия телесных углов и числа зарегистрированных актов делений.

Результаты измерений приведены на рисунке вместе с результатами измерений других авторов. Привязка данных различных работ проводилась в области энергий нейтронов 0,7—1 Мэв. Результаты настоящей работы и работы [1] находятся в удовлетворительном согласии. Экспериментальные данные при $E_n < 0,2$ Мэв отклоняются от распределения Максвелла с $T = 1,57$ Мэв и лежат достаточно близко от распределения $T = 1,3$ Мэв. Измерению спектра нейтронов спонтанного деления Cf^{252} в широком диапазоне энергий (0,1—8 Мэв) посвящены работы [1—8]. Температуры, полученные в этих работах, колеблются от 1,37 до 1,59 Мэв. Однако анализ существующих экспериментальных данных по спектрам мгновенных нейтронов спонтанного

деления Cf^{252} , выполненный в работе [9], показал, что низкие значения температуры, как правило, получены в тех работах, в которые не внесены поправки, увеличивающие среднюю энергию нейтронов деления. В результате авторы работы [9] пришли к выводу, что температура максвелловского распределения, описывающего спектр нейтронов спонтанного деления Cf^{252} , должна быть близка к 1,57 Мэв. В таком случае результаты настоящего эксперимента подтверждают вывод работы [1] об отклонении спектра нейтронов деления Cf^{252} в низкой области энергии от максвелловского распределения.

Представляются целесообразными дальнейшие исследования спектра нейтронов спонтанного деления Cf^{252} в широком диапазоне энергий и измерения низкоэнергетической части спектра детекторами с энергетической зависимостью эффективности иной, чем у литиевого стекла.

Поступило в Редакцию 21/III 1972 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. I. Meadows. Phys. Rev., 157, 1076 (1967).
2. Ю. С. Замятин и др. Nucl. Data for Reactors. Vol. II. Vienna, IAEA, 1970, p. 183.
3. H. Werle. Report INR-470-25 (1970).
4. E. Hjalmar, H. Slätis, S. Thompson. Arkiv fys., 10, 357 (1955).
5. A. Smith, P. Fields, I. Roberts. Phys. Rev., 108, 411 (1957).
6. T. Bonner. Nucl. Phys., 23, 116 (1961).
7. H. Bawman et al. Phys. Rev., 126, 2120 (1962).
8. H. Conde, C. During. Arkiv fys., 29, 313 (1965).
9. L. Ieki, Cy. Kluge, A. Lajtai. Report Kf KI-71-9 (1971).

Поле γ -излучения в верхнем слое Черного моря

Г. Ф. БАТРАКОВ, Б. Н. БЕЛЯЕВ, А. С. ВИНОГРАДОВ, К. Г. ВИНОГРАДОВА, Б. А. НЕЛЕПО, А. Г. ТРУСОВ

■ УДК 551.463:539.1

Поле γ -излучения морской воды создается радиоактивными изотопами, содержащимися в воде, электронно-фотонными ливнями космического излучения, а также радиоактивными изотопами, содержащимися в живых организмах и взвеси. В морской воде имеются естественные и искусственные изотопы, распад которых сопровождается γ -излучением, причем удельная активность одного из них (K^{40}) намного выше, чем остальных [1]. В связи с этим влияние других изотопов и космического излучения на поле γ -излучения морской воды можно рассматривать как возмущающий фактор.

Основные черты поля γ -излучения. Проведенные экспериментальные исследования показали, что интенсивность и спектральный состав γ -излучения морской воды отличаются большим постоянством [2—7]. Лишь в верхнем слое и вблизи дна наблюдалось заметное повышение интенсивности, а у самой поверхности была отмечена более высокая скорость счета в мягкой области спектра. Идентификация других изотопов на фоне K^{40} сильно затруднена из-за их низкой удельной активности и выполнена лишь в отдельных работах [2, 8, 9].

Морская вода является сильно рассеивающей средой. Как показали расчеты, поток рассеянного излуче-

ния в морской воде значительно превышает поток первичного излучения почти для всех изотопов [10]. При этом основной вклад вносит мощный пик многократно рассеянного излучения в мягкой области спектра. Форма и интенсивность этого пика не зависят от энергии первичного γ -излучения, поэтому величина полного потока γ -квантов в мягкой области спектра пропорциональна суммарной удельной γ -активности морской воды. Таким образом, влияние возмущающих факторов поля γ -излучения морской воды должно наблюдаться сильно сказываться в области пика рассеянного излучения.

Методика измерений. Для исследования характера вариации поля γ -излучения были выполнены две серии измерений в верхнем слое Черного моря. В июне проведены измерения на трех станциях в восточной части моря, затем в марте следующего года — на четырех станциях в его центральной и восточной частях. Экспериментальная аппаратура представляла собой многоканальный гамма-спектрометр с погружным сцинтилляционным датчиком.

При измерениях, как правило, использовали датчик с монокристаллом иодистого натрия $\phi 150 \times 100$ мм