

Относительные выходы запаздывающих нейтронов при делении U^{235} и U^{238}

Б. П. Максютенко

Исследовались относительные выходы запаздывающих нейтронов U^{235} при делении его нейтронами с максимальной энергией 6,0 Мэв. Использовался металлический образец урана, обогащенного до 90% U^{235} . Суммарная кривая распада была получена в результате проведения 20 измерений и содержала 700 000 импульсов. Разложение на составляющие проводилось на электронно-счетной машине методом обращения матрицы при заданных значениях периодов полураспада. Из-за трудности быстрого выключения пучка дейтронов на ускорителе типа Ван де Граафа нельзя было выделить группы с периодом полураспада меньше 2,0 сек (фон после облучения длился 5 сек).

Проведенные в настоящей работе измерения, как и более ранние [1], указывают на плавное изменение отношения выходов в зависимости от энергии нейтронов, вызывающих деление (табл. 1). Аналогичный результат был получен нами и для U^{238} в области энергий 2,3—5,5 Мэв, т. е. между первой и второй «ступеньками» в сечении деления [3].

Таблица 1

Относительные выходы запаздывающих нейтронов от U^{235}

Период полураспада, сек	Относительный выход группы
55,0	1
24,0	$2,83 \pm 0,03$
15,5	$2,32 \pm 0,04$
5,2	$4,26 \pm 0,17$
2,2	$10,23 \pm 0,42$

Были изучены относительные выходы запаздывающих нейтронов у порога деления U^{238} . Образец облучался нейтронами с максимальной энергией 1,75 Мэв,

полученными в реакции $T(p, n) He^3$ на генераторе Ван де Граафа. Использовалась толстая мишень (20 мг/см^2). Кривая распада имела несколько большую статистическую точность, чем в предыдущих измерениях, и обрабатывалась аналогичным образом. Результаты эксперимента приведены в табл. 2. Сравнение

Таблица 2

Выходы запаздывающих нейтронов у порога деления U^{238}

Период полураспада, сек	Относительный выход группы
55,0	1
24,0	$9,07 \pm 0,13$
15,5	$2,692 \pm 0,011$
5,2	$8,42 \pm 0,17$
2,2	$23,3 \pm 1,0$

с данными работы [2] при $E_n = 2,3 \text{ Мэв}$ (вершина первой ступеньки в сечении деления) показывает резкое изменение отношения выходов. По-видимому, это связано с каналовыми эффектами.

Поступило в Редакцию 2/III 1964 г.

В окончательной редакции 6/II 1965 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Б. П. Максютенко. ЖЭТФ, 35, 815 (1958).
- Б. П. Максютенко. Бюллетень информационного центра по ядерным данным. Вып. 1. М., Атомиздат, 1964, стр. 266.

Распределение нейтронов в прямом цилиндрическом канале

Е. А. Крамер-Агеев, В. Н. Марков, В. П. Машкович, В. К. Сахаров, В. М. Сахаров

Прохождение излучений через неоднородности в защите и, в частности, через щели и каналы — довольно важный, но сравнительно мало изученный вопрос защиты от излучений. Этой проблеме посвящен ряд работ, среди которых наиболее фундаментальными и интересными являются, например, работы [1—5].

В настоящей работе изучалось энергетическое и пространственное распределение нейтронов в прямом цилиндрическом канале диаметром 14,4 см и длиной 150 см, проходящем через водную защиту. Источником нейтронов являлся дисковый изотропный $Po - \alpha$ — источник, который моделировался точечным изотропным

Р₀ — α — Ве-источником, испускающим $2 \cdot 10^7$ нейтр/сек.

Схема экспериментальной установки показана на рис. 1. Во время измерений точечный источник при каждом фиксированном положении детектора z перемещался вдоль оси r в пределах $0 \leq r \leq R$. Для дискретных положений источника снимался спектр быстрых нейтронов $\Phi(E_n, z, r)$. По полученным таким образом данным можно определить спектр быстрых

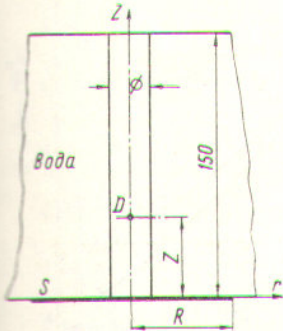


Рис. 1. Схема экспериментальной установки (D — детектор, S — источник).

нейтронов в зависимости от z для любого радиуса R по формуле

$$\Phi(E_n, z) = 2\pi \int_0^R \Phi(E_n, z, r) r dr.$$

Спектральное распределение быстрых нейтронов ($E_n > 2$ Мэв) измерялось однокристалльным нейтронным спектрометром с разделением по форме импульса [6]. Обработка спектра проводилась по методу счетных эффективностей [7].

Детектором промежуточных нейтронов являлся счетчик тепловых нейтронов, окруженный парафиновой сферой диаметром 6,3 см [8].

Анализ приведенных на рис. 2 спектров быстрых нейтронов для дисковых изотропных источников показывает, что в пределах экспериментальных ошибок

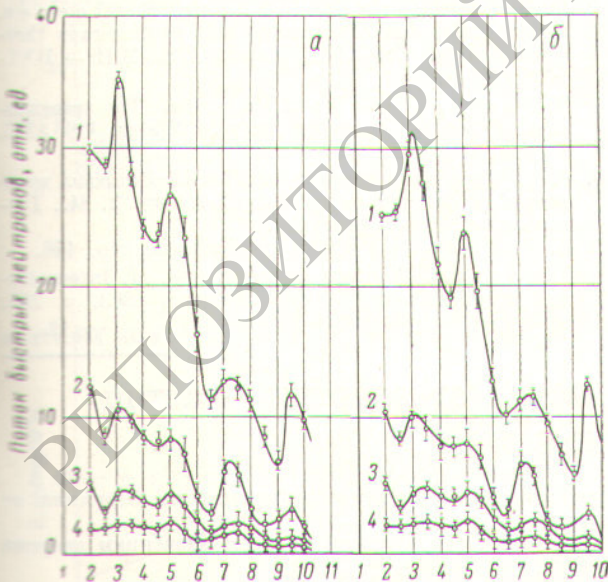


Рис. 2. Спектры быстрых нейтронов для дисковых изотропных источников радиусом R , равным 30 (а), 7,2 (б) см для различных z , см:
1 — 35; 2 — 55; 3 — 80; 4 — 105.

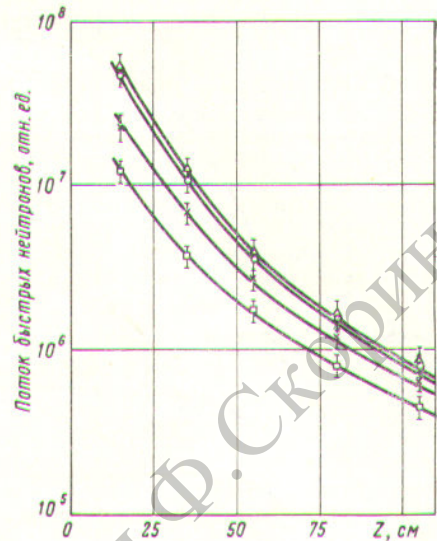
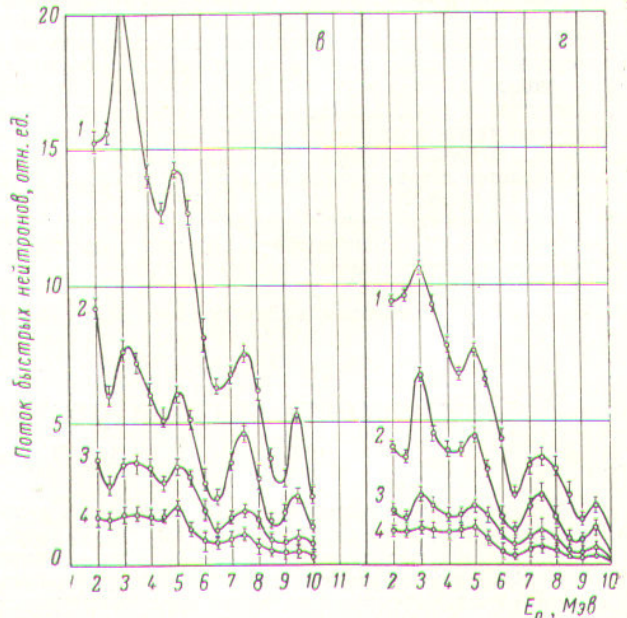


Рис. 3. Распределение потоков быстрых нейтронов по глубине канала для дисковых изотропных источников разных радиусов R , см:

△ — 30; ○ — 20; × — 10; □ — 7,2; сплошная кривая — результаты расчетов. (Экспериментальные и расчетные данные коррелированы в точке $z = 35$ см и $R = 7,2$ см.)

(±8%) отклонений от спектра Р₀ — α — Ве-источника не наблюдается.

Измеренные и рассчитанные методом лучевого анализа [3] зависимости потоков быстрых нейтронов от z согласуются в пределах 15% (рис. 3). Это расхождение полностью находится в пределах ошибок расчетов и экспериментов. Зависимость потока быстрых нейтро-



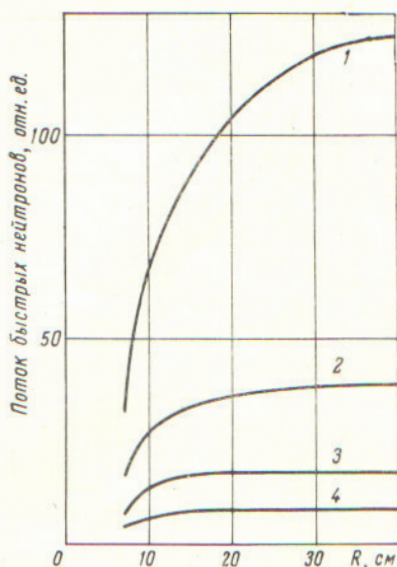


Рис. 4. Зависимость потока быстрых нейтронов от R для различных z , см:
1 — 35; 2 — 55; 3 — 80; 4 — 105.

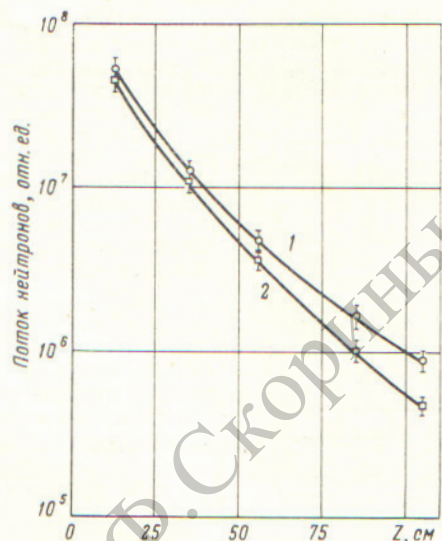


Рис. 5. Зависимость потока быстрых (1) и промежуточных (2) нейтронов от z для $R = \infty$.

нов от радиуса источника для разных глубин приведена на рис. 4. Видно, что при увеличении z размеры источника, который может быть принят за бесконечный, уменьшаются.

Интересно оценить вклад промежуточных нейтронов в полный поток. Детектор регистрировал преимущественно нейтроны в диапазоне $1 \text{ эв} < E_n < 1,5 \text{ Мэв}$. По известной зависимости эффективности детектора от энергии [8], а также на основании известных величин потоков быстрых нейтронов и ожидаемого вида спектра было определено распределение потока промежуточных нейтронов ($1 \text{ эв} \leq E_n \leq 0,5 \text{ Мэв}$) по глубине канала (рис. 5). Наблюдается обеднение потока нейтронами промежуточных энергий при удалении детектора вдоль канала. Поток промежуточных нейтронов уменьшается в зависимости от z по закону $1/z^3$, начиная с $z = 45 \text{ см}$.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность О. И. Лейпунскому за ценные советы и обсуждение результатов работы.

Поступило в Редакцию 15/VII 1964 г.

Зависимость выхода реакции (α, n) от энергии α -частиц

Э. М. Центер, А. Б. Силин

Выход нейтронов в результате (α, n) -реакции представляет интерес для многих практических задач, в частности для ряда задач контроля [1—4]. При решении некоторых вопросов геохимии и геофизики необходимы данные о выходе реакции (α, n) на различных элементах [6—10].

В работе [11] приведена эмпирическая формула

$$n = 0,152E^{3,56} \quad (1)$$

для зависимости выхода нейтронов на бериллии от энергии α -частиц.

Формула (1) выведена по трем значениям энергии α -частиц:

$$E_\alpha = 5,14 \text{ Мэв (Pu}^{239}\text{)}$$

$$E_\alpha = 5,48 \text{ Мэв (Am}^{241}\text{)}$$

$$E_\alpha = 6,11 \text{ Мэв (Cm}^{242}\text{)}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Simon, C. Clifford. Nucl. Sci. and Engng 1, 103 (1956).
2. Защита ядерных реакторов. Под ред. Т. Роквелла М., Изд-во иностр. лит., 1958.
3. Reactor Handbook, V. III, Part B, Shielding. Ed. E. Blizard. ORNL. N. Y.—London, 1962.
4. R. Schamberger, E. Shore, H. Sleeper. The transmission of neutrons and gamma-rays through air slots. US AEC, Report BNL-2019—BNL 2028 (1954).
5. F. Shore, R. Schamberger. The transmission of neutron through ducts in Water. US AEC Report BNL-390, 1956.
6. Г. Г. Дорошенко и др. В сб. «Вопросы дозиметрии и защиты от излучений». Вып. 2. М., Госатомиздат, 1963, стр. 179.
7. В. Г. Золотухин и др. Там же, стр. 146.
8. S. Basson. Neutron Dosimetry. V. II. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1963, p. 241

УДК 539.172.16