

Спектры вторичных нейтронов при делении ^{235}U и ^{239}Pu нейтронами с энергией 0,1 Мэв

АЛЕКСАНДРОВА З. А., БОЛЬШОВ В. И., КУЗНЕЦОВ В. Ф., СМИРЕНКИН Г. Н., ТАРАСКО М. З.

УДК 539.185

Спектры вторичных нейтронов при делении ^{235}U и ^{239}Pu измерены сцинтилляционным детектором с кристаллом стибьбена и дискриминацией импульсов от γ -квантов по их форме [1]. Нейтроны, вызывающие деление ^{235}U и ^{239}Pu , получены вблизи порога реакции $T(p, n)^3\text{He}$ со средней энергией $\sim 0,1$ Мэв. Расположение аппаратуры около пучка нейтронов показано на рис. 1. Диски из металлического ^{235}U и ^{239}Pu весом 28 и 42 г соответственно помещали в пучок нейтронов. Поскольку превышение энергии протонов над порогом реакции $T(p, n)$ составляло ~ 50 кэв, пучок нейтронов выходил из мишени в виде конуса с углом раствора $\sim 120^\circ$, что позволило разместить кристалл в ФЭУ в задней полусфере по отношению к мишени, исключив попадание первичных нейтронов на кристалл.

При измерении спектров обнаружены в пучке весьма жесткие нейтроны, не связанные с нейтронами деления. Измерения фона при отсутствии дисков делящихся элементов показали наличие слабой линии нейтронов реакции $d - T$, имеющих под углом 130° энергию ~ 12 Мэв. Интенсивность источника этих нейтронов составляла $\sim 10^{-4} - 10^{-5}$ интенсивности первичного пучка, но давала ощутимый вклад в спектр нейтронов деления в области энергии от 10 до 12 Мэв. Вследствие этого публикуемые в настоящей работе результаты ограничены энергией $E_n \approx 10$ Мэв.

Стабильность работы усилительной аппаратуры периодически контролировали по положению края комптоновского распределения при облучении кристалла источника ThC'' (^{208}Tl) γ -квантами. В этом случае систему дискриминации импульсов от γ -квантов отключали. Работу всех элементов канала дискриминации γ -квантов, канала управления, усилительного тракта контролировали установкой на место дисков исследуемых изотопов источника нейтронов спонтанного деления ^{252}Cf . Аппаратурный спектр сравнивали с полученным ранее [2], который рассматривали как эталонный.

Аппаратурные распределения обрабатывали на ЭВМ обычным дифференцированием со сглаживанием по Ланцошу [3] и методом, учитывающим реальную форму линии спектрометра, соответствующую монохроматическим нейтронам. Второй метод включал в себя два блока программы, последовательно решающих две задачи: исключение из аппаратурного спектра искажаю-

щего влияния функции разрешения и обработку полученного распределения методом, предложенным в работе [4]. В этом методе помимо использования реальной формы линии кристалла, учитывающей все типы взаимодействия нейтронов с ядрами стибьбена, дан достоверный интервал для искомой величины. Для построения матрицы спектра протонов отдачи как функции энергии нейтронов использовали расчет линии спектрометра по ядрам отдачи [5]. Результаты обработки измеренных аппаратурных спектров приведены на рис. 2 в форме, удобной для сопоставления с максвелловским распределением

$$N(E_n) = \left(\frac{E}{\pi \theta^3} \right)^{1/2} \exp \left(-\frac{E_n}{\theta} \right),$$

которое широко используется для описания спектров нейтронов деления. Оба способа обработки экспериментальных данных хорошо согласуются

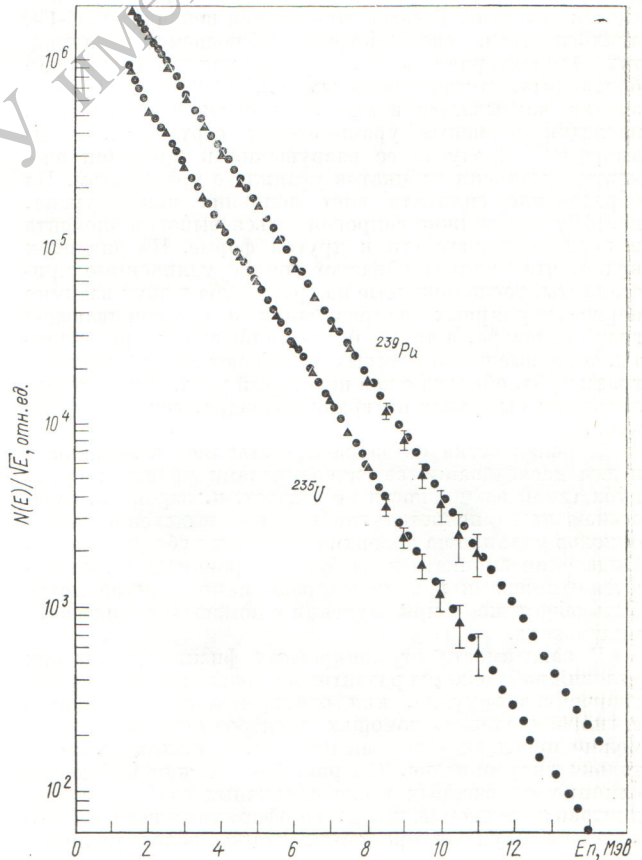


Рис. 2. Результаты измерения спектров вторичных нейтронов для ^{235}U и ^{239}Pu методом дифференцирования со сглаживанием по Ланцошу (●) и методом Баррасса с учетом разрешения (▲).

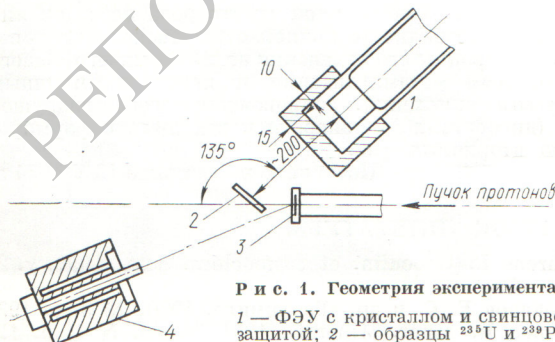


Рис. 1. Геометрия эксперимента:

- 1 — ФЭУ с кристаллом и свинцовой защитой;
- 2 — образцы ^{235}U и ^{239}Pu ;
- 3 — мишень;
- 4 — монитор.

между собой. По-видимому, учет разрешения и реальной формы линии, несколько отличающейся от прямоугольного распределения $1/E_n$, для плавных экспоненциально спадающих энергетических распределений нейтронов не ведет к заметным уточнениям, и метод дифференцирования обеспечивает удовлетворительную точность решения задачи восстановления спектра нейтронов.

Параметры θ для спектров нейтронов деления ^{235}U и ^{239}Pu оказались равными $1,30 \pm 0,02$ и $1,38 \pm 0,02$ Мэв соответственно. Приведенные ошибки в основном определяются оцененной неточностью калибровки энергетической шкалы.

Поступило в Редакцию 9/VIII 1974 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бровченко В. Г., Горелов Г. В. «Приборы и техника эксперимента», 1961, № 4, с. 49.
2. Александрова З. А. и др. «Атомная энергия», 1974, т. 36, вып. 4, с. 282.
3. Ланцош К. Практические методы прикладного анализа. М., Физматгиз, 1961.
4. Burrus W., Verbinski V. Nucl. Instrum. and Methods, 1969, v. 67, p. 181.
5. Золотухин В. Г., Ефименко Б. А., Дорошенко Г. Г. В сб.: Метод Монте-Карло в проблеме переноса излучений. М., Атомиздат, 1967, с. 149.

Очистка газового теплоносителя от тяжелой воды

ЕРМОЛАЕВ М. И., ПЕТЛИЦА А. П., КАПИТАНОВ В. Ф., БАТИЦЕВ В. В.

УДК 646.66.074.7

При работе ядерных реакторов с газовым теплоносителем (CO_2) и тяжеловодным замедлителем (D_2O) происходит неизбежный унос тяжелой воды, что приводит, с одной стороны, к безвозвратной ее потере, а с другой, к более интенсивной коррозии технологических линий. Поэтому улавливание тяжелой воды для ее возвращения в технологический процесс и уменьшения содержания влаги в теплоносителе является важной производственной задачей. Анализ уравнений состояния и вывод о термодинамическом подобии обычной и тяжелой воды [1] позволяют надеяться на возможность эффективного улавливания последней теми же способами, что и обычной воды.

Известно [2–5], что наибольшую степень осушки дают синтетические цеолиты. В настоящем сообщении приведены результаты исследования очистки CO_2 от D_2O цеолитами на укрупненной лабораторной установке. Эта работа, помимо изучения общих закономерностей процесса адсорбции D_2O цеолитами, имела целью получить данные для создания промышленных установок, в частности установки осушки углекислого газа высокого давления.

Исследование проведено на адсорбционной колонке с высотой слоя адсорбента 100 см и поперечным сечением 10 см². В качестве адсорбента использовали цеолит

NaA, который предварительно подвергали термической активации в течение 12 ч при температуре 400° С под вакуумом 3 мм рт. ст. Размер зерен цеолита $2 \times 3,5$ мм. Концентрация обычной воды в углекислом газе не превышала 10 мг/м³. Такое содержание воды обеспечивалось предварительной осушкой CO_2 методами адсорбции. Далее «сухой» углекислый газ насыщали тяжелой водой, содержание которой определяли методом Фишера [6], и пропускали через колонку с цеолитом, температура которой была на 1–2° больше, чем у газа перед колонкой, для предотвращения конденсации воды. Содержание D_2O в газе на выходе из колонки определяли кулонометрическим измерителем типа КИВГ и методом Фишера. Адсорбцию проводили при температуре 20° С и давлении 55 атм. За «проскоковую» концентрацию принята концентрация 50 мг/м³.

Методика и условия определения динамической активности цеолита по обычной воде аналогичны описанным, только насыщение газа проводилось тяжелой водой. Результаты представлены в таблице и на рис. 1 и 2.

Из полученных данных можно заключить, что динамическая активность цеолита при извлечении обычной и тяжелой воды практически одинакова и составляет величину, в среднем равную 20,7 г на 100 г. Такая величина активности достаточно высока и позволяет

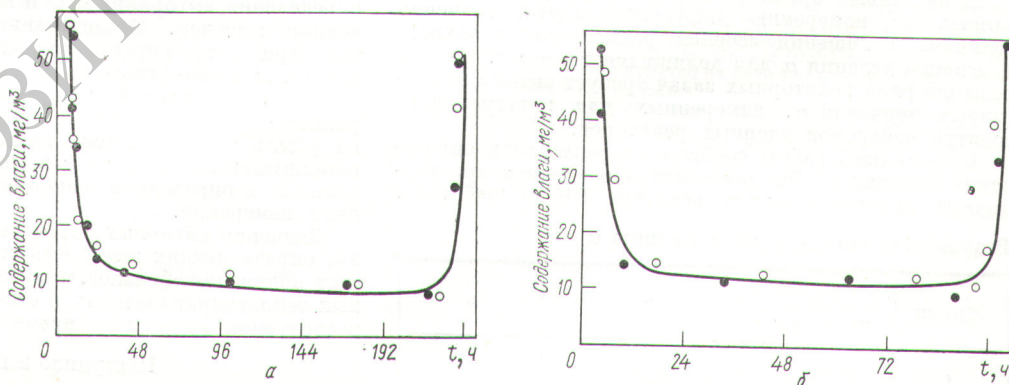


Рис. 1. Содержание влаги в CO_2 при скоростях газового потока 7 и 20 л/мин (а и б соответственно):

○ — H_2O ; ● — D_2O .