

Размеры элементарной ячейки
 $\text{UF}_4 \cdot 2,5 \text{ H}_2\text{O}$ при двух температурах
 (в скобках стандартные отклонения)
 и их абсолютные изменения Δ (t_1, t_2)

Таблица 3

Параметр, Å	$t_1 = 20^\circ \text{C}$	$t_2 = -190^\circ \text{C}$	$\Delta (t_1, t_2)$
a	12,7568 (3)	12,7224 (3)	0,034
b	11,140 (3)	11,116 (2)	0,024
c	7,060 (9)	7,058 (9)	0,002

ной ячейки: у $\text{UF}_4 \cdot 2,5 \text{H}_2\text{O}$ $c = 7,060 \text{ \AA}$, у KU_2F_9 $c = 7,035 \text{ \AA}$ и у $(\text{NH}_4)_2\text{CeF}_6$ $c = 7,439 \text{ \AA}$.

Следующие по величине расстояния $\text{U} - \text{U}$ — это четыре расстояния $\text{U}(\text{II}) - \text{U}(\text{I})$: 4,44; 4,44; 4,53 и 4,55 Å. В структуре безводного UF_4 [9] такие расстояния (4,46—4,51 Å) разделяют катионы, связанные одним мостиковым фтором, располагающимся в первом приближении на середине соответствующего вектора $\text{U} - \text{U}$. Используя обе аналогии, можно ориентировочно разместить восемь атомов фтора вокруг $\text{U}(\text{II})$. При этом $\text{U}(\text{I})$ получает только четырех партнеров в свою координационную сферу.

Такое представление о структуре $\text{UF}_4 \cdot 2,5 \text{H}_2\text{O}$ находится в полном соответствии с характером температурной зависимости величины его элементарной ячейки (табл. 3): сильное изменение a и b при практической

независимости параметра c от температуры указывает на наличие относительно сильных межатомных связей в структуре только вдоль одного направления [001].

Для нахождения положения оставшихся восьми атомов фтора и 20 молекул воды в элементарной ячейке необходимы другие методы исследования (в частности, ядерный магнитный резонанс).

Авторы благодарят Ю. В. Гагаринского и С. А. Полящук за синтез препаратов.

Поступило в Редакцию 15/VI 1970 г.

ЛИТЕРАТУРА

- J. Katz, E. Rabinowitch. The Chemistry of Uranium. Part I. First Edition. New York — Toronto — London, 1951, p. 367.
- Г. М. Заднепровский и др. «Изв. СО АН СССР. Серия хим.», № 2, вып. 4, 122 (1968).
- W. Zachariasen. MDDC-1152. Atomic Energy Report, U.S.A. June 1946, p. 4.
- Г. М. Заднепровский и Ф. А. Брусенцев. В сб. «Аппаратура и методы рентгеновского анализа», вып. 1. Л., 1967, стр. 63.
- С. В. Борисов. «Кристаллография», 9, 603 (1964).
- С. В. Борисов. Тезисы докладов VII Международного конгресса кристаллографов. М., «Наука», 1966, стр. 8; S. Borigov. Acta crystallogr., 21, No. 7 (Suppl.), A5 (1956).
- G. Brügel. Acta crystallogr., B25, 1919 (1969).
- R. Ryan, A. Larson, F. Kruse. Inorg. Chem., 8, 38 (1969).
- A. Larson, R. Roof, D. Cromer. Acta crystallogr., 17, 555 (1964).

Определение эквивалентных размеров одинаковых по эффективности «черных» поглотителей в неразмножающей среде методом импульсного нейтронного источника

Л. Н. ЮРОВА, В. Л. РОМОДАНОВ, В. А. ФЕДОРОВИЧ

УДК 621.039.562.3

Чаще всего в ядерных реакторах используются регулирующие стержни цилиндрического сечения. Однако по ряду причин применяются также стержни других форм. Например, в активных зонах с твэлами, расположеннымными в тесных решетках с квадратным шагом, используются регулирующие стержни крестообразной формы, а в решетках с треугольным шагом (Y-образные) — в виде трех пластин, расположенных под углом 120°. Расчет поглотителей такой конфигурации затруднен, так как при этом приходится решать уравнения переноса нейtronов со сложными граничными условиями.

Имеются методы расчета таких поглотителей, основанные на применении одногрупповой диффузационной теории и теории возмущений [1—3]. В работе [2] даны следующие простые соотношения между эффективностями поглотителей разной формы: для крестообразного поглотителя $\rho_{\text{эфф}} = \frac{a}{2}$; для пластинчатого поглотителя $\rho_{\text{эфф}} = \frac{a}{\sqrt{2}}$, где $\rho_{\text{эфф}}$ — эффективный радиус

цилиндрического поглотителя; a — геометрическая полуширина поглотителя.

В работе [3] также приведено выражение для сравнений эффективностей поглотителей крестообразной и пластинчатой форм:

$$\rho_{\text{эфф}} = \frac{2a}{A} \exp - [y(1 - 0,114y + 0,048y^2)]^{-1},$$

где $y = \frac{2a\sqrt{3}}{\pi\lambda_{tr}}$ для пластины, а для креста той же полу-

ширины добавляется множитель $\sqrt{2}$. Величина A — постоянный коэффициент, зависящий от формы поглотителя. Предполагается, что $a \geq \lambda_{tr}$. К сожалению, в работе [3] не указывается метод получения зависимости величины A от формы поглотителя.

В работе [4] описан эксперимент, в котором методом электромагнитной аналогии получены эффективности поглотителей разной формы. Однако практическое применение результатов этого эксперимента затруднено, так как автор не приводит никаких аналитических зависимостей и числового материала.

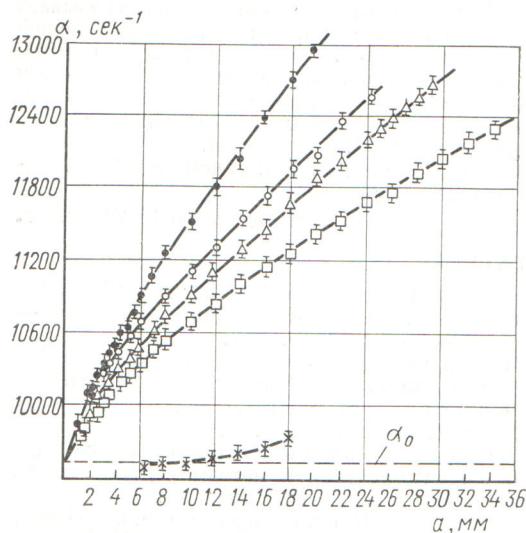


Рис. 1. Зависимость константы спада нейтронов от размеров и формы «черных» поглотителей:

● — сплошной цилиндрический стержень; ○ — крестообразная форма; △ — Y-форма; □ — пластина; × — полый цилиндрический стержень; α_0 — константа спада невозмущенного цилиндра.

Для сравнения имеющихся аналитических зависимостей с опытными данными был поставлен эксперимент, в котором определялись эффективности цилиндрической, крестообразной, Y-образной и пластинчатой форм «черных» поглотителей в неразмножающей среде методом импульсного нейтронного источника. Присутствие «черного» поглотителя в неразмножающей среде изменяет ее геометрический параметр следующим образом

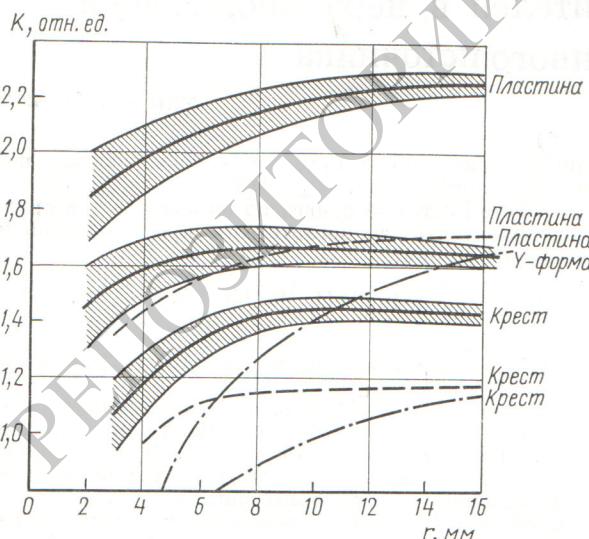


Рис. 2. Соотношение между размерами «черных» поглотителей разной формы при одинаковой эффективности:

— эксперимент; — — — расчет [3]; — · — расчет [2].

зом: $\frac{\Delta B^2}{B^2} = \frac{\Delta \alpha}{\alpha - \Sigma_a v}$, где $\Delta \alpha$ — изменение константы спада тепловых нейтронов при введении в нее «черного» поглотителя; α — константа спада до введения поглотителя; $\Sigma_a v$ — сечение поглощения среды. Приведенная зависимость применима для систем больших размеров при небольших изменениях константы спада, что соответствовало условиям эксперимента. В противном случае в выражение для $\frac{\Delta B^2}{B^2}$ необходимо ввести член диффузационного охлаждения. Расчеты показали, что в данном эксперименте этого можно было не делать.

С другой стороны, величина $\frac{\Delta B^2}{B^2}$ в модели одногруппового реактора с «черным» поглотителем прямо пропорциональна его реактивности. Поэтому считалось, что поглотители разной конфигурации идентичны, если их помещение в среду дает одну и ту же величину $\frac{\Delta \alpha}{\alpha - \Sigma_a v}$, т. е. их эффективности равны при равенстве констант спада среды с поглотителями.

Экспериментальная установка представляла собой цилиндр с внутренним диаметром 17 см, заполненный легкой водой до уровня 12 см. «Черные» поглотители крестообразной, Y-образной и пластинчатой форм, изготовленные из полос кадмия толщиной 0,5 мм, поочередно помещались в центр цилиндра, при этом несколько раз измерялась соответствующая константа спада нейтронов. Длина всех поглотителей была равна 12 см. Цилиндрические поглотители представляли собой сплошные кадмивевые стержни. Для выяснения эффекта вытеснения поглотителями воды из установки был проведен дополнительный эксперимент по измерению константы спада в зависимости от радиуса полых алюминиевых стержней с толщиной стенки 0,5 мм, помещенных в центр цилиндра. Результаты эксперимента, представленные на рис. 1, были использованы для расчета соотношения между размерами поглотителей разной формы при одинаковой эффективности (рис. 2). Произведение $k r$ равно геометрической полуширине крестообразного, Y-образного и пластинчатого поглотителей, равных по эффективности цилиндрическому поглотителю с радиусом r .

Анализ экспериментальных данных показал, что можно использовать выражение работы [3] с коэффициентом A , которые приведены в таблице.

Значение коэффициента A

Форма поглотителя	[3]	Настоящая работа
Крестообразная	2,83	4,00—0,27 a*
Y-образная	—	4,51—0,23 a
Пластинчатая	4,0	6,16—0,22 a

* Величина a выражена в сантиметрах.

При этом для Y-образной формы поглотителя величина $y = \frac{2a\sqrt{3}}{\pi\lambda_{tr}}$.

«Взвешивание» цилиндрического, крестообразного и пластинчатого поглотителей из кадмия с размерами, определенными из результатов настоящего эксперимента, подтвердило справедливость полученных соотношений размеров этих поглотителей. Эксперимент проводился в критической сборке «Лада» МИФИ *.

Поступило в Редакцию 10/VII 1970 г.

* Опыт проведен В. Н. Петровым с сотрудниками.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Howard w. J. Nucl. Sci. Engng, 3, 296 (1958).
2. H. Hurwitz, G. Roe, J. Nucl. Energy, 2, 85 (1955).
3. Ядерные реакторы. Материалы Комиссии по атомной энергии США, 1956, стр. 271.
4. R. Melcher. Nucl. Sci. and Engng, 3, 235 (1960).

Изучение интерференции «черных» поглотителей в неразмножающей среде методом импульсного нейтронного источника

Л. Н. ЮРОВА, В. Л. РОМОДАНОВ, В. А. ФЕДОРОВИЧ

В экспериментах с импульсным нейтронным источником можно получить значительный эффект изменения константы спада тепловых нейтронов α при перемещении локальной неоднородности в неразмножающей среде [1]. Величина эффекта в значительной степени зависит от свойств и размеров изучаемой неоднородности. По изменению величины α можно изучить взаимное влияние двух или нескольких локальных неоднородностей.

Так как в исследуемой среде устанавливается спектр тепловых нейтронов, близкий к спектру Maxwellла (если неоднородностей не слишком много), то это обстоятельство существенно облегчает сравнение результатов расчета изучаемых систем с экспериментом. Частным случаем неоднородных сред являются среды с «черными» поглотителями, т. е. неоднородностями, состоящими из вещества с большим сечением поглощения тепловых нейтронов. Эти среды представляют собой хорошую модель реактора с регулирующими стержнями [2]. Известно, что эффективность отдельного регулирующего стержня зависит от наличия в активной зоне других поглощающих стержней. Определим коэффициент интерференции регулирующих стержней как отношение изменения коэффициента размножения Δk_∞ при введении в активную зону реактора n регулирующих стержней к сумме изменений коэффициента размножения Δk_∞^i , которое вызывали бы стержни, присутствуя в реакторе по отдельности, т. е.

$$\zeta = \frac{\Delta k_\infty}{\sum_{i=1}^n \Delta k_\infty^i}. \quad (1)$$

При этом подразумевается, что каждый i -й стержень находится в той же точке реактора, где он находился

Рис. 1. Экспериментальные и расчетные значения ζ в зависимости от радиуса окружности r и числа равномерно расположенных на окружности «черных» поглотителей:

— эксперимент; — расчет [5]; 1—5 — соответственно один, два, три, четыре, пять поглотителей; 6 — один центральный и один эксцентрический поглотитель; $R_{\text{эфф}}$ — эффективный радиус цилиндра; α_0 — константа спада для невозмущенного цилиндра.

УДК 621.039.562.3

бы при наличии всех стержней. В экспериментах с импульсным нейтронным источником в неразмножающей достаточно большой среде с «черными» поглотителями величина ζ при небольшом изменении α определяется выражением [3]:

$$\zeta = \frac{\Delta \alpha}{\sum_{i=1}^n \Delta \alpha_i}, \quad (2)$$

