

Уточнение нейтронно-физических параметров водных растворов солей уранилфторида и уранилнитрата высокого обогащения по данным критических экспериментов

ВАСИЛЬЕВ Ю. Ю., ГУРИН В. Н., РЯЗАНОВ Б. Г.

УДК 621.039.519.4

Для оценки критических размеров реакторов простой геометрической формы получил широкое распространение метод преобразования по лапласиану [1]. Точность получения критических размеров по этому методу определяется ошибками в значениях материального параметра, длины экстраполяции и экономии отражателя. Обычно эти величины определяются либо расчетом, либо экспериментально. В настоящей работе материальный параметр и длина экстраполяции рассчитываются из подогнанной с помощью метода наименьших квадратов системы трехгрупповых макроскопических констант, которая наилучшим образом описывает результаты однозонных критических экспериментов для данной реакторной композиции. Применение этого метода в интерпретации работы [2] позволяет оценить погрешности предсказания материального параметра и длины экстраполяции в зависимости от точности исходных констант и критических экспериментов.

В работе изучены водные растворы уранилфторида UO_2F_2 и уранилнитрата $UO_2(NO_3)_2$ (обогащение урана 93,5 и 90% соответственно). Анализируются критиче-

ские эксперименты на сборках в форме сферы, цилиндра и параллелепипеда. Расчет проводится в трехгрупповом диффузионном приближении. Уточненные значения материального параметра, длины экстраполяции, коэффициента размножения нейтронов в бесконечной среде, площади миграции вместе с ошибками их предсказания представлены в виде кривых в зависимости от концентрации урана в растворе.

Авторы признательны Б. Г. Дубовскому за интерес к работе и полезные замечания.

(№ 717/7389. Поступила в Редакцию 21/V 1973 г. Полный текст 0,45 а. л., 5 рис., 13 библиографических ссылок.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубовский Б. Г. и др. Критические параметры систем с делящимися веществами и ядерная безопасность. Справочник. М., Атомиздат, 1966, с. 95.
2. Rowlands J., Macdougall J. Physics of Fast Reactor Operation and Design. London, BNES, 1969.

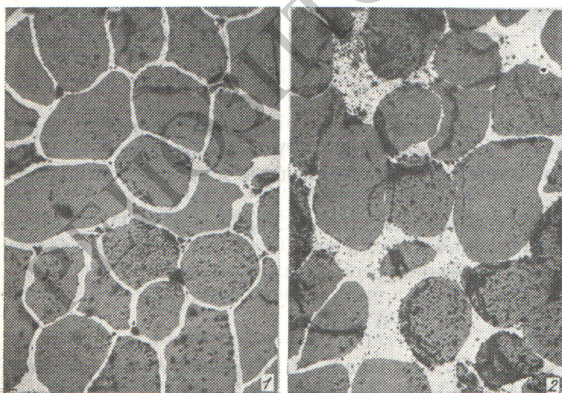
Исследование теплопроводности и электропроводности дисперсионных материалов из двуокиси урана и молибдена

КАКУШАДЗЕ Л. Е., КОТЕЛЬНИКОВ Р. Б.

УДК 621.039.544.57

Недостатком двуокиси урана — горючего в твэлах атомных реакторов — является низкая теплопроводность и хрупкость. Поэтому представляют интерес керметы на основе двуокиси урана с добавкой подходящего металла. В настоящей работе исследована тепло- и электропроводность керметов из частиц двуокиси

урана (рисунок), покрытых молибденом (1), и из смеси аналогичных частиц с молибденовым порошком (2). Для изготовления образцов использована крупка из частиц двуокиси урана типа гальки, полученная спеканием, рассеянная на фракции -315 ± 200 ; -600 ± 400 ; -840 ± 700 ; -1190 ± 1000 мкм с параметром решетки 5,468 Å и соответствующая формуле $UO_{2,00}$ (состав: 87,47 вес.% урана, 11,76 вес.% кислорода). Молибденовое покрытие на частицы наносили испарением в вакууме. Средний размер частиц молибденового порошка составлял 2,5 мкм. Образцы изготовлены горячим прессованием в вакууме, диаметр 10 мм, длина 15–20 мм, плотность 95% теоретической, средний размер зерна в частицах UO_2 19 мкм и концентрация молибдена 5; 10; 15; 20 об.%. Непрерывность молибденовой матрицы характеризуется коэффициентом матричности (в процентах), равным отношению удельной поверхности границ между частицами UO_2 , занятых молибденом, к удельной поверхности всех границ. Если размер частиц -315 ± 200 мкм, коэффициент матричности при 5; 10; 15 и 20 об.% молибдена у кермета 1 составлял 92, 97, 99, 100%, у кермета 2—68, 78, 84, 90% соответственно. Он возрастал с увеличением диаметра частиц. В результате испытаний кермета 1 в вакууме $6 \cdot 10^{-5}$ мм рт.ст. при 2390 и 2270° К в течение 10 и 120 ч соответственно коэффициент матричности не уменьшался.



Керметы с 15 об.% молибдена и диаметром частиц двуокиси урана -315 ± 200 мкм:
1 — кермет из покрытых частиц; 2 — кермет из смеси.

Теплопроводность измеряли методом радиального теплового потока в образцах с равномерным объемным тепловыделением при установившемся тепловом режиме в интервале температур 1300—2200° К. Образцы нагревали прямым пропусканием электрического тока промышленной частоты в вакууме $\sim 1 \cdot 10^{-4}$ мм рт.ст. Одновременно с теплопроводностью измеряли электропроводность. Расчетная ошибка единичного измерения коэффициента теплопроводности составляла $\pm 21\%$, электропроводности $\pm 4,6\%$. Экспериментальные значения пересчитывали на нулевую пористость. Установлено, что у керметов с диаметром частиц — 315 + 200 мкм коэффициент теплопроводности λ и электропроводность σ описываются следующими уравнениями:

для кермета 1

$$\lambda = \lambda_{Mo} \left(1 + \frac{v_{UO_2}}{\frac{1-v_{UO_2}}{3} + \frac{\lambda_{Mo}}{\lambda_{UO_2} - \lambda_{Mo}}} \right) \quad (\text{уравнение}$$

В. Н. Оделевского); $\sigma^{0,65} = v_{Mo} \sigma_{Mo}^{0,65}$;

для кермета 2

$$\lambda^{0,50} = v_{Mo} \lambda_{Mo}^{0,50} + v_{UO_2} \lambda_{UO_2}^{0,50};$$

$$\sigma^{0,52} = v_{Mo} \sigma_{Mo}^{0,52},$$

где v — объемная концентрация в долях единицы.

Проводимость увеличивается с уменьшением размера частиц UO_2 . При 2200° К теплопроводность кермета 1 с частицами — 315 + 200 мкм на 30%, а электропроводность на 40% выше, чем у кермета с частицами — 1190 + 1000 мкм. Это предположительно объясняется наличием в поверхностном слое частиц UO_2 продуктов взаимодействия с молибденом. Связь между теплопроводностью, электропроводностью и температурой наилучшим образом описывается уравнением $\lambda = 5,20 + 3,44 \cdot 10^{-8} \sigma T$ (здесь λ — $вт/(м \cdot град)$, σ — $ом^{-1} \cdot м^{-1}$, T — °К). Независимо от состава, размера частиц двуокиси урана и типа кермета при расчете по этой формуле с вероятностью 91% ошибка определения λ по известной величине σ не превышает $\pm 21\%$. В эту же область укладываются известные литературные значения.

(№ 718/7466. Поступила в Редакцию 12/VII 1973 г. Полный текст 0,5 а. л., 5 рис., 1 табл., 20 библиографических ссылок.)

Прохождение гамма-излучения через двухсекционные каналы прямоугольного сечения в защите из бетона

ЕРИН С. А., ЛАРИЧЕВ А. В.

УДК 539.122:621.039.538

Известная методика расчета прохождения γ -излучения через двухсекционные каналы в защите из бетона основана на концепции дифференциального альбеда. Однако при переходе к многосекционным каналам применение данной методики вызывает определенные трудности.

Другой подход к решению этой задачи состоит в использовании известной эмпирической формулы

$$P(L_2)/P(L_2=0) = CL_2^{-k}, \quad (1)$$

где $P(L_2)$ и $P(L_2=0)$ — мощности дозы γ -излучения на оси второй секции канала и в точке пересечения осей обеих секций соответственно; $L_2 = l_2/W_2$ — параметр, характеризующий осевые координаты детектора, расположенного во второй секции на расстоянии l_2 от пересечения осей; W_2 — ширина второй секции канала; C и k — эмпирические константы, зависящие от размеров канала и энергии γ -квантов источника (E_γ).

Прохождение γ -излучения точечных изотропных источников ^{198}Au , ^{137}Cs и ^{60}Co изучалось на макете изогнутого под прямым углом двухсекционного канала в защите из бетона.

Удобно разделить полную характеристику поля излучения в исследуемой точке на две составляющие:

$$P(L_2) = P^{отр}(L_2) + P^{угл}(L_2), \quad (2)$$

где $P^{отр}(L_2)$ и $P^{угл}(L_2)$ — мощности дозы во второй секции, обусловленные отраженным от стен излучением, прошедшим в полости канала, и излучением, прошедшим через угловой выступ, соответственно.

Оказалось, что компонент $P^{отр}(L_2)$ подчиняется закону (1) и для него по экспериментальным данным найдены значения C и k , для которых подобраны простые эмпирические зависимости. Найдено, что k практически не зависит от энергии γ -квантов и определяется отношением ширины первой секции канала к высоте:

$$k = 2 + 0,43 \frac{W_1}{H} \quad \text{при} \quad 0,17 \leq \frac{W_1}{H} \leq 1,70. \quad (3)$$

Для каналов квадратного сечения C зависит только от E_γ и L_1 ($L_1 = l_1/W_1$ — параметр, характеризующий осевые координаты источника) и в ограниченных пределах изменения величин для $C(E_\gamma, L_1)$ найдено

$$C(E_\gamma, L_1) = 10^{-2} (5,8 - 0,45 L_1) E_\gamma^{-(0,74 - 0,4 \lg L_1)} \quad (4)$$

при $0,2 \leq E_\gamma \leq 3,0$ Мэв; $1,5 \leq L_1 \leq 6,0$.

Между компонентами $P^{отр}(L_2)$ и $P^{угл}(L_2)$ установлена зависимость вида

$$P^{отр}(L_2)/P^{угл}(L_2) = B(bL_1 + X) - a, \quad (5)$$

для коэффициентов которой подобраны эмпирические формулы, справедливые в широком диапазоне изменения E_γ и размеров канала. Предложенный подход к определению C , k и $P^{угл}(L_2)$ может быть распространен на каналы в других защитных материалах и на многосекционные каналы, поскольку зависимость (1), как показывает анализ опубликованных данных, справедлива и для большего числа секций.

(№ 719/7488. Поступила в Редакцию 30/VII 1973 г. Полный текст 0,5 а. л., 4 рис., 1 табл., 7 библиографических ссылок.)