

и

$$\delta_i \equiv g_{i-1}(\varepsilon_{i-1}) = \sum_{j=0}^{i-1} f_j(\varepsilon_j)$$

[здесь $g(\varepsilon)$ — энергия, передаваемая в атомную подсистему, в безразмерных единицах; K — параметр электронного торможения; a_i ; b_i ; ε_i — константы].

Для области $\varepsilon > \varepsilon_3$:

$$g(\varepsilon) = \frac{1}{K} \left[0,94 - \frac{2 + \ln 1,294\varepsilon}{\varepsilon^{1/2}} \right] + \sum_{j=0}^3 f_j(\varepsilon_j)$$

Выражение для пробега тяжелой частицы в аморфной среде, учитывающее конкуренцию процессов возбуждения электронной подсистемы и взаимодействие с атомами среды, может быть представлено в виде

$$\rho = \frac{2}{K} \varepsilon^{1/2} - \Delta(K_i \varepsilon)$$

Первый член выражения соответствует случаю чисто электронного торможения, второй — вносит поправку, учитывающую торможение, обусловленное передачей энергии в атомную подсистему. $\Delta(K_i \varepsilon)$ для частицы с энергией в области $\varepsilon_{i-1} < \varepsilon \leq \varepsilon_i$ имеет вид:

$$\Delta_i(K_i \varepsilon) = \frac{2a_i}{K^2 \lambda_i} \operatorname{arctg} \frac{(\varepsilon^{1/2} - \varepsilon_{i-1}^{1/2})}{\lambda_i^2 + (\varepsilon \varepsilon_{i-1})^{1/2}} + \Delta_{i-1}(K_i \varepsilon_{i-1})$$

Полученные выражения применимы для произвольной комбинации частица — среда в широком диапазоне энергий. Погрешность этих выражений в сравнении с результатами численных расчетов не превышает 3—5%.

(733/7415. Статья поступила в Редакцию 28/V 1973 г., аннотация — 3/1 1974 г. Полный текст 0,4 а. л., 3 рис., 1 табл., 4 библиографические ссылки.)

Разрушительное действие водорода на оболочку при регенерации твэлов ВВЭР

АГЕЕНКОВ А. Т., САВЕЛЬЕВ В. Ф.

Представлены результаты исследований по разрушительному действию водорода на оболочку из циркониевых сплавов при регенерации твэлов. Показано, что ускоренное взаимодействие сплавов с водородом начинается при 600°С; при температуре 700—800°С в течение 1 ч содержание водорода в сплаве прибли-

УДК 621.039.54

жается к предельному: 1,7—2,0 вес.%. Поглощение трубчатыми оболочками водорода сопровождается увеличением их размеров (рис. 1). По физико-химическим свойствам материал состава $ZrH_{1,8-2,0}$ характеризуется низкой механической прочностью ($\sigma_b < 10$ кг/мм²), хрупкостью и ломкостью, высокой микротвердостью

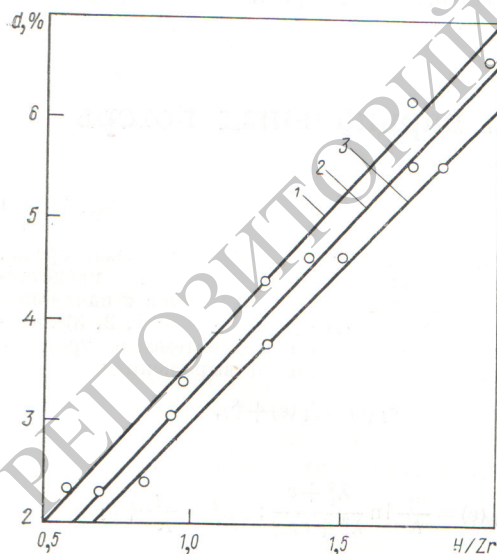


Рис. 1. Зависимость увеличения диаметра оболочек d от содержания водорода в сплаве:

1 — сплав Zr — 1% Nb; 2 — сплав Zr — 2,5% Nb; 3 — сплав Zr — 0,6% Fe — 0,6% Ni.

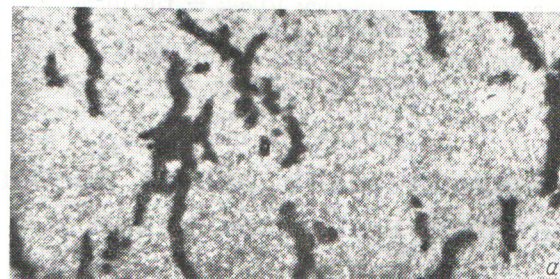


Рис. 2. Авторадиограммы водородсодержащего сплава Zr — 1% Nb ($\times 200$):

а — содержание водорода 0,016 вес.%, гидриды имеют форму отдельных разрозненных включений; б — содержание водорода 1,2 вес.%, гидридная фаза распространена на всю структуру сплава.

(300—310 кг/м²), малой истираемостью и устойчивостью в кислороде и на воздухе до температуры 700° С. Структура водородсодержащего сплава изучена автордиографическим методом (рис. 2).

(№ 732/6981. Поступила в Редакцию 28/VI 1972 г., в окончательной редакции 28/XII 1973 г. Полный текст 0,45 а. л., 3 рис., 5 табл., 8 библиографических ссылок.)

Линейная теория возмущений для задач выгорания горючего в быстром реакторе

ХРОМОВ В. В., КАШУТИН А. А., ГЛЕБОВ В. Б.

УДК 539.125.5.162.5:621.039.526

Рассмотрен метод, предназначенный для расчетно-оптимизационных исследований быстрого реактора с учетом изменения его характеристик в процессе кампании.

Из вариационного принципа [1, 2] получены уравнения для «ценностных» функций и выведены формулы теории малых возмущений. С помощью этих формул можно осуществлять оценку возмущения различных функционалов нейтронного поля и потока нейтронов в любой заданный момент времени t при условии, что возмущение обусловлено изменением характеристик реактора (состав, параметры органов компенсации реактивности) в некоторый момент времени $t_0 \leq t$.

Для быстрого проведения этих оценок используется волниномиальная аппроксимация временного поведения потока нейтронов и ценностных функций [3]. Алгоритм аппроксимации позволяет получать сколь угодно точное описание временных зависимостей различных характеристик реактора. Для описания пространственной зависимости решений используется метод Бубнова — Галеркина с формированием систем координатных функций, учитывающих специфику решаемой задачи [4].

Алгоритм метода положен в основу ФОРТРАН-программы, реализуемой на БЭСМ-6. Программа предназначена для расчетно-оптимизационных исследова-

ний быстрых реакторов в многогрупповом диффузионном приближении для одномерной геометрии. Процессы выгорания рассматриваются для среднего (в пределах зон реактора) изменения изотопного состава. Программа позволяет изучать влияние на временное поведение нейтронного поля как изотопного состава, так и органов компенсации реактивности, что иллюстрируется приведенными в работе примерами расчета больших быстрых реакторов. Из анализа результатов расчета следует, что предлагаемый метод эффективен с точки зрения затрат времени счета и памяти ЭВМ при получении достаточной для оптимизационных расчетов точности результатов.

(№ 734/7460. Поступила в Редакцию 10/VII 1973 г. Полный текст 0,4 а. л., 4 рис., 4 библиографических ссылки.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pomraning G. J. Math. and Phys., 1967, v. 8, № 1, p. 149.
2. Pomraning G. Nucl. Sci. and Engng, 1967, v. 29, p. 220.
3. Акимов И. С., Е. И. Гришанин. «Атомная энергия», 1964, т. 16, вып. 6, с. 500.
4. Хромов В. В., Кашутин А. А., Глебов В. Б. «Атомная энергия», 1974, т. 36, вып. 5, с. 385.

Гамма-поле ⁴⁰K на границе океан — атмосфера

ВИНОГРАДОВ А. С., ВИНОГРАДОВА К. Г., НЕЛЕНО Б. А.

УДК 551.463:539.1

При измерениях γ -активности вод океана и приводного слоя атмосферы необходимо детальное знание γ -поля ⁴⁰K, которое определяет основную часть фонового излучения в воде и его значительную часть в атмосфере у поверхности воды. Методом Монте-Карло рассчитаны дифференциальные спектры и интегральные потоки первичного и рассеянного γ -излучения ⁴⁰K для случая, когда нижнее полупространство заполнено водой средней солености и среднего для океана состава, а верхнее полупространство — однородной атмосферой или абсолютно поглощающим веществом. Вычисления проводились по схеме случайных испытаний с использованием аналитического осреднения поглощения и метода плотности столкновений. Ширина энергетических интервалов в дифференциальных спектрах составляла 10 кэВ.

Влияние поверхности на величину потока в воде проявляется сильнее при направлении потока от поверхности в глубину. Величина потока к поверхно-

сти океана больше на всех уровнях и при энергиях выше 500 кэВ не зависит от расстояния до поверхности. Поток рассеянного излучения, отраженного атмосферой, равен нулю при энергиях выше 800 кэВ. На глубине в 10 длин свободного пробега спектры рассеянного излучения хорошо согласуются с результатами, полученными при решении кинетического уравнения для бесконечной однородной среды*.

В атмосфере больше по величине та часть потока γ -квантов, которая направлена от поверхности океана. Поток к поверхности океана обращается в нуль при энергиях выше 600—800 кэВ (в зависимости от расстояния до поверхности).

* Виноградов А. С. В сб.: Исследования в области физики океана. Севастополь, изд. МГИ АН УССР, 1969, с. 106.