

Возраст и площадь миграции нейтронов полиэнергетических источников в органических и металл-водородсодержащих замедлителях

Д. А. Кожевников

При выполнении физических расчетов ядерных реакторов и защитных конструкций необходимо знать возраст и площадь миграции нейтронов спектра деления в замедлителях, для которых экспериментальные данные получены лишь с ампульными источниками, а теоретический расчет затруднен из-за недостаточного знания нейтронных характеристик и сложности учета некоторых специфических эффектов (гетерогенности). Энергетические спектры нейтронов ампульных источников существенно отличаются от спектра деления, поэтому полученные экспериментально зависимости не могут быть использованы без внесения соответствующих поправок. В статье дается решение задачи об определении возраста и площади миграции нейтронов полиэнергетического источника по экспериментальным значениям этих параметров для нейтронов источника с различными спектрами (в одинаковых средах).

Возраст $\tau_A^*(\epsilon)$ нейтронов с энергией ϵ полиэнергетического источника со спектром A равен

$$\tau_A^*(\epsilon) = [\tau_B^*(\epsilon) - \tau_B^0(\epsilon)] K^{AB} + \tau_A^0(\epsilon),$$

где $\tau_B^*(\epsilon)$ — возраст нейтронов полиэнергетического источника со спектром B ; $\tau_A^0(\epsilon)$, $\tau_B^0(\epsilon)$ — моноэнергетические возрасты для нижних границ спектров A и B соответственно; K^{AB} — модуль спектра A относительно спектра B , равный

$$K^{AB} = \frac{\langle \epsilon_0 \rangle_A}{\langle \epsilon_0 \rangle_B}, \quad \langle \epsilon_0 \rangle_{A, B} = \int_{(\epsilon_0)} g_{A, B}(\epsilon_0) \epsilon_0 d\epsilon_0.$$

где $g(\epsilon_0)$ — весовая функция спектра. Моноэнергетические возрасты $\tau_{A, B}^0(\epsilon)$ вычисляются с высокой точностью, поскольку при энергиях $\epsilon \leq \epsilon_0^{\text{мин}}$ неупругого рассеяния и дифракции нейтронов не происходит. Кроме того, в этой области энергий сечения рассеяния нейтронов ядрами многих элементов или постоянны, или слабо зависят от энергии нейтронов. Аналогично возрасту вычисляется площадь миграции тепловых нейтронов:

$$M_A^2 = (M_B^2 - M_{0B}^2) K^{AB} + M_{0A}^2.$$

В статье приведены величины возраста индиевых нейтронов в различных замедлителях (H_2O , D_2O , $C_{12}H_{10}$,

$C_{15}H_{16}$, $C_{12}H_{10}O_{0.735}$, CH_2 , C^{12} , Be^9 , BeO) для источников U^{235} , $Po - Be$, $Ra - Be$, $Pu - Be$, $Po - B$. Количественные характеристики энергетических спектров этих источников даны в таблице ($\langle \epsilon_0 \rangle$ — средняя энергия; $D[\epsilon_0]$ — дисперсия спектра).

Характеристики энергетических спектров различных источников

Источник	$\langle \epsilon_0 \rangle$, Мэв	$D[\epsilon_0]$, Мэв ²
U^{235}	2,03	2,50
$Po - Be$	4,35	5,70
$Ra - Be$	3,63	8,17
$Po - B$	3,07	1,00
$Pu - Be$	4,07	6,92

При определении возраста и площади миграции нейтронов в гетерогенных металл-водных смесях по описанной выше методике возникает вопрос об оценке погрешности, обусловленной тем, что не учитывается гетерогенность при расчете величин $\tau_{A, B}^0(\epsilon)$. Показано, что максимальная погрешность в расчете τ^* и M^2 для спектра деления не превосходит половины погрешности в расчете τ^0 и M_0^2 . Приведены (в виде графиков) результаты расчетов возраста индиевых нейтронов спектра деления в смесях цирконий — вода, висмут — вода, железо — вода, алюминий — вода в зависимости от величины объемного отношения металл — вода при различных степенях гетерогенности. Для некоторых смесей кроме экспериментальных данных, полученных с ампульными источниками, имеются результаты измерений на спектре деления; последние хорошо согласуются с результатами расчетов. Таким образом, возраст и площадь миграции нейтронов спектра деления в сложных средах могут быть вычислены по результатам лабораторных измерений с ампульными источниками без проведения экспериментов на реакторах и критических сборках.

№ 26/3226

Статья поступила в Редакцию
23/II 1965 г., аннотация — 24/V 1965 г.