

УДК 621.039.51

Оценка запаса реактивности по эмпирическому уравнению критичности

ЛАНЦОВ М. Н., ШУЛЕПИН В. С.

Для определения некоторых физических характеристик реактора можно использовать накопленные экспериментальные данные, обобщенные в формулу аналитической зависимости между параметрами реактора. К подобному обобщению относятся эмпирические уравнения критичности [1], устанавливающие связь утечки нейтронов из реактора с коэффициентом размножения нейтронов в бесконечной среде K_{∞} . Эмпирические уравнения получены путем систематизации гомогенных и гетерогенных уран-водных критическихборок для широкого интервала размеров активной зоны, обогащения по ^{235}U и отношения концентрации ядер водорода к ядрам ^{235}U . Для цилиндрического реактора, полностью окруженного легководным отражателем, эмпирическим соотношением является

$$1 = K_{\infty} / \sqrt[3]{\alpha^{-1} (S/V)^2 + 1}, \quad (1)$$

где S/V — отношение поверхности активной зоны к ее объему.

Численное значение коэффициента α зависит от точности определения K_{∞} . При использовании для определения K_{∞} расчетной методики [1] $\alpha = 0,0132$. Формула (1) применима для $0,4 < (r/h) < 1$ (r и h — радиус и высота активной зоны) и $K_{\infty} \geq 1,45$. Погрешность определения критичности (отклонение от $K_{\text{эф}} = 1$) по уравнению (1) составляет 1%, а при увеличении размеров реактора сверх критических она снижается [2]. Представление о точности эмпирического уравнения дает рисунок, где показаны результаты систематизации критическихборок в координатах S/V и $K_{\infty} - 1$ с расчетным значением K_{∞} и $\alpha = 0,0132$.

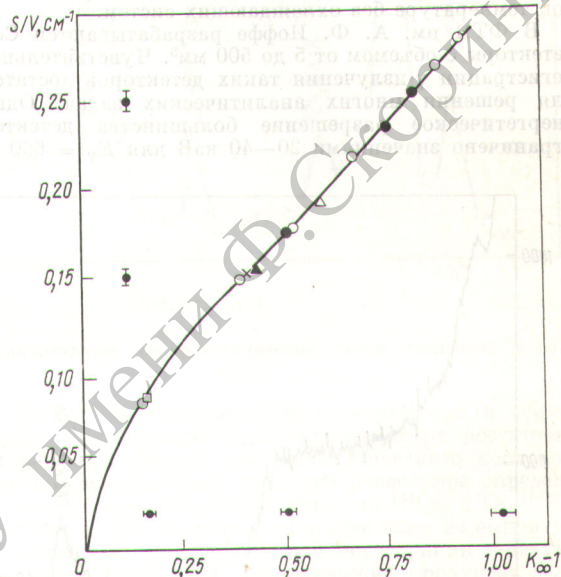
Отношение S/V определяет утечку нейтронов из активной зоны реактора. Уравнение (1) по форме аналогично одногрупповому диффузионному уравнению критичности и может быть распространено на случай $K_{\text{эф}} \neq 1$ в виде

$$K_{\text{эф}} = K_{\infty} / \sqrt[3]{\alpha^{-1} (S/V)^2 + 1}. \quad (2)$$

Уравнение (2) позволяет оценить запас реактивности и контролировать расчетную методику. Если K_{∞} и коэффициент α , зависящий от K_{∞} , определены с помощью методики, используемой для расчета $K_{\text{эф}}$, то сравнение величины $K_{\text{эф}}$, полученной чисто расчетным путем и по уравнению (2), дает возможность выяснить точность расчета утечки нейтронов из активной зоны.

Применение эмпирического уравнения к оценке запаса реактивности приводит к результатам, хорошо согласующимся с чисто экспериментальными величинами, полученными измерением дифференциальной реактивности $d\rho/dh$. Например, измеренный запас реактивности $\rho = (K_{\text{эф}} - 1)/K_{\text{эф}}$ уран-водного реактора [3]

составляет $0,231 \pm 0,014$. Уравнение (2) с расчетной величиной K_{∞} и $\alpha = 0,0132$ дает в этом случае $\rho = 0,227$.



Цилиндрические критические сборки с легководным отражателем при различном обогащении урана:

— уравнение (1); UO_2F_2 : \circ и \times — 93 и 4,9% ^{235}U ; $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$: \bullet , Δ , \blacktriangle и \square — ≥ 90 ; 36; 10 и 5% ^{235}U соответственно

При сравнении результатов определения $K_{\text{эф}}$ одного варианта уран-водного реактора по двухгрупповой диффузионной методике и по уравнению (2), в котором значение K_{∞} было вычислено по этой методике, получаем $\rho = 0,2958$ и $0,3103$ соответственно. Близость результатов указывает на хорошую точность расчета утечки нейтронов из активной зоны.

Поступило в Редакцию 30/IV 1976 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ланцов М. Н. В кн.: Вопросы физики ядерных реакторов. Т. II. Обнинск, изд. ОНТИ ФЭИ, 1967, с. 47.
- Инютин Е. И. и др. III Женевск. конф., 1964. Докл. СССР № 359.
- Инютин Е. И. и др. «Атомная энергия», 1969, т. 26, вып. 5, с. 445.