

УДК 621.039.51

И. Н. АИРАПЕТЯН, А. В. ОВСЕПЯН

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА НА КРИТИЧЕСКОЙ СБОРКЕ И ПОСТРОЕНИЕ АППРОКСИМАЦИИ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

В данной работе приведен анализ результатов эксперимента, проведенного на критической сборке ГРОГ. Предложена аппроксимация полученных данных, которые с достаточно хорошей точностью описывают эксперимент.

Для восстановления полей по показаниям датчиков необходимо иметь моделирующее математическое описание, параметры которого определялись бы показаниями датчиков.

В качестве такой модели может выступать разложение потока по собственным функциям для заданной геометрии реактора. Такое разложение предложено в программе МФД [1], где поток представлен в следующей форме:

$$\varphi = a_0 J_0(\beta_0 r) + \sum_k \sum_n (a_{nk} \cos n\alpha + b_{nk} \sin n\alpha) J_k(\beta_k r),$$

где φ — нейтронный поток, a_{nk} , b_{nk} — коэффициенты, $J_k(\beta_k r)$ — функция Бесселя, k — количество детекторов.

В данном разложении радиальная часть описывается функциями Бесселя, а угловая — синусами и косинусами, которые являются собственными функциями цилиндрического реактора. Однако при наличии заметных отклонений от однородного реактора может оказаться, что собственные функции плохо описывают реальную картину поля, а именно не обеспечивают резких отклонений, локализованных в узкой области пространства.

Анализ экспериментальных данных на критической сборке показал, что именно такие резкие отклонения по радиусу реактора наблюдаются в области $(0,5 \div 0,7)R$, причем характер этих отклонений сохраняется по азимуту, а меняется лишь их абсолютная величина. Функции Бесселя, описывающие радиальную зависимость, не могут обеспечить описание таких отклонений без изменения картины в центре активной части реактора. Численные расчеты подтвердили эти предположения, и всплеск в интервале $(0,5 \div 0,7)R$ не описывается функциями Бесселя. Для моделирования такой картины нейтронного поля с учетом существующей симметрии по азимуту поведение ее можно хорошо описать следующей функцией:

$$R(r) = A \left(r - \frac{r_0}{2} \right) \exp \left\{ - \frac{1}{r_0} \left(r - \frac{r_0}{2} \right)^2 \right\} + B \left\{ \left(1 / \exp \left(- \frac{r}{r_1} \right) + 1 \right) - \frac{1}{2} \right\},$$

где выражение при коэффициенте A описывает всплеск симметричной

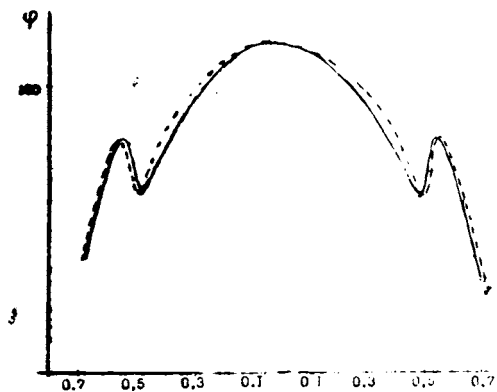
формы в окрестности точки r_0 , а выражение при коэффициенте B корректирует асимметрию всплеска. Удобно, что значения r_0 и r_1 получаются не зависящими от азимута, о чем свидетельствуют экспериментальные данные. Азимутальную зависимость можно описать так же, как и в программе МФД. Таким образом, окончательная моделирующая функция может быть записана в следующей форме:

$$\varphi(r, \alpha) = A_0 J_0(\beta_0 r) + \sum_n (b_n \cos n\alpha + b'_n \sin n\alpha) \left(r - \frac{r_0}{2} \right) \times \\ \exp \left\{ - \frac{1}{r_0} \left(r - \frac{r_0}{2} \right)^2 \right\} + \sum_n (c_n \cos n\alpha + c'_n \sin n\alpha) \left\{ 1 / \exp \left(- \frac{r}{r_1} + 1 \right) - 0,5 \right\},$$

где значения A_0 , r_0 , r_1 определяются отдельно следующим образом:

$$\int \varphi_{\text{эксп}}(r, \alpha) dr d\alpha = A_0 \int J_0 \left(\frac{r \cdot 2,405}{r_{\text{max}}} \right) dr \Rightarrow$$

$$A_0 = \frac{\int \varphi_{\text{эксп}}(r, \alpha) dr d\alpha}{\int J_0 \left(\frac{r \cdot 2,405}{r_{\text{max}}} \right) dr};$$



Зависимость нейтронного потока от радиуса для узкого сектора по азимуту.

r_0 — координата перегиба функции $\varphi = A_0 J_0$ в области всплеска нейтронного потока, которая определяется один раз по усредненной азимуту картине; r_1 — координата минимума всплеска функции $\varphi = A_0 J_0$, она также определяется по усредненному азимуту.

Для различных вариантов полей определяются лишь коэффициенты b_n , b'_n , c_n , c'_n методом наименьших квадратов.

Результаты численных расчетов по данной модели показали относительное отклонение, в среднем не превышающее 5–6%, однако в отдельных точках получились отклонения ~12%. Следует отметить, что эти точки выпали из кривой и при анализе экспериментальных данных.

На рисунке приведена зависимость потока от радиуса для узкого сектора по азимуту, а также экспериментальные и восстановленные кривые. Как видно из рисунка, данная аппроксимация хорошо описывает как центральную зону реактора, так и зону, характерную всплеску потока.

Кафедра ядерной физики,
кафедра теоретической физики

Поступило 26.09.1987

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпов В. А., Удянский Ю. Н. Вычисление программы для восстановления пространственного энергораспределения в реакторах с шаровыми твэлами по показаниям врезонных детекторов.—Отчет ИАЭ инв. 85/659485. М-1985.

Ա մ փ ո փ ու մ

Տվյալ աշխատանքում բերված է էքսպերիմենտի արդյունքների անալիզը, որը կատարվել է ԳՐՈԳ կրիտիկական հավաքման մեջ: Առաջարկված է ստացված տվյալների ապրոքսիմացիա, որը բավական մեծ ճշտությամբ նկարագրում է էքսպերիմենտը:

SUMMARY

In the paper the analysis of experimental data carried out on the critical GROG assemblage has been presented. An approximation of the obtained data, exactly describing the experiment, has been suggested.