

УДК 621.039

А. В. ОВСЕПЯН, И. Н. АЙРАПЕТЯН

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СУПЕРПОЗИЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА НЕСТАЦИОНАРНОГО ПЕРЕНОСА НЕЙТРОНОВ В РЕАКТОРАХ

В данной работе применяется метод суперпозиции для расчета нестационарного переноса нейтронов в неоднородной среде. Для расчета состояния конкретного реактора необходимо учитывать разнообразие характеристик свойств среды. Поэтому следует провести разбиение на ряд дискретных типов, которые определяются числом типов топливных кассет и глубиной изменения их свойств. Благодаря использованию этого метода значительно сокращается расчетное время.

В работах [1, 2] изложен метод расчета нестационарного переноса нейтронов с применением принципа суперпозиции.

Чтобы применить данный метод к расчету состояния конкретного реактора, необходимо учесть разнообразие характеристик свойств среды, а также трехмерную геометрию.

В качестве геометрического расчетного элемента можно выбрать часть топливной кассеты по высоте, что хорошо согласуется с требованиями метода относительно размеров разбиений и длины свободного пробега. Поскольку свойства среды могут быть весьма разнообразными, то их следует также разбить на ряд дискретных типов, обеспечивающих с достаточной точностью описание всех возможных состояний. Количество типов рассматриваемых сред определяется числом типов топливных кассет и глубиной изменения их свойств в процессе работы. Это число будет лежать в пределах от $50 \div 200$ в зависимости от требуемой точности и типа реактора.

Для всех этих типовых элементов необходимо составить функции откликов [1, 2] с использованием метода Монте-Карло либо другого более удобного метода. Следует подчеркнуть, что эта работа продельвается один раз, и поэтому, несмотря на ее трудоемкость, в дальнейшем она не может быть помехой для расчетов всевозможных состояний. С помощью функции откликов приравнивая токи на границах элементов [1, 2], можно с помощью алгебраических соотношений начать расчет состояния реактора. Поскольку в процессе поиска стационарного состояния необходимо производить регулирование реактора, то есть изменять свойства среды, то эти расчеты должны вестись методом итераций. Как всегда, начальное число итераций может быть большим, но после нахождения одного стационарного состояния остальные в процессе выгорания реактора будут находиться практически без заметного количества циклов итераций.

Зависимость свойств среды от величины нейтронного потока будет учитываться в тех же итерационных циклах. Конечным результатом этих расчетов будет одно рабочее стационарное состояние реактора.

Далее, как и в других существующих расчетных программах, таких, как БИПР, необходимо выбрать шаг времени. При рассчете

полуэмпирическим стандартным способом изменения свойств среды в течение временного шага надо начать поиск следующего стационарного состояния. Здесь и проявятся преимущества данного метода, поскольку для нахождения стационарного состояния потребуется сделать всего лишь 1—2 итерационных цикла, внутри которых нейтронные потоки находятся не с помощью решения большого числа уравнений, а просто вычисляются с помощью суммирования [1, 2], что значительно сокращает расчетное время. Так, например, для шестигранного элемента заданной высоты (см. рис. 1) необходимо ввести токи на боковых границах и на торцах.

С учетом геометрической симметрии необходимо ввести функции откликов $\Phi_{11}, \Phi_{12}, \Phi_{13}, \Phi_{33}, \Phi_{34}, \Phi_{35}, \Phi_{36}, \Phi_{31}$, где Φ_{11} — характеризует выход нейтронов с торца, обусловленный нейтронами, падающими на тот же торец, Φ_{13} — характеризует выход нейтронов с торца, обусловленный нейтронами, падающими на третью грань и т. д.

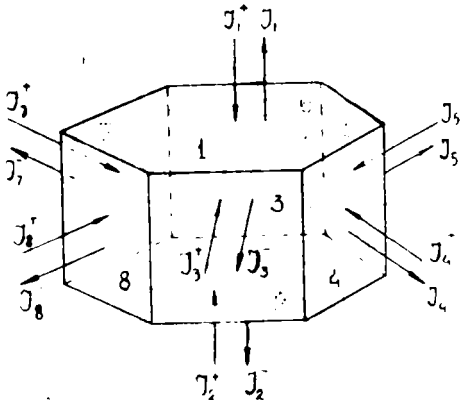


Рис. 1. Пример расчетного элемента трехмерной среды.

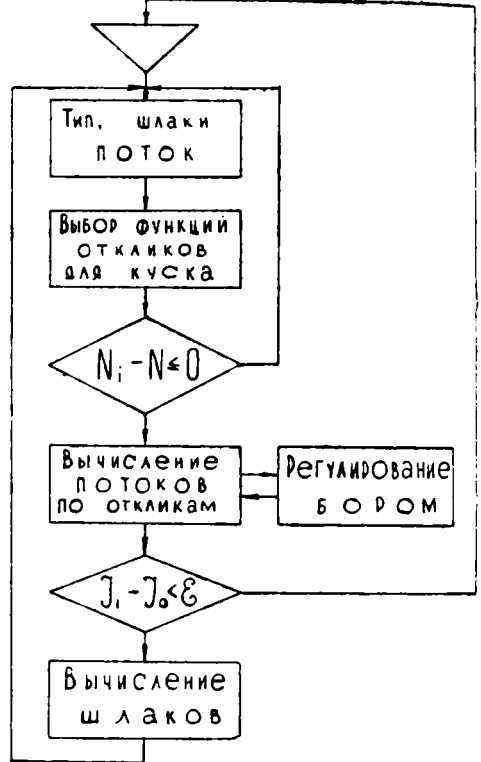


Рис. 2. Блок-схема трехмерного расчета.

С помощью функций откликов можно записать результирующие токи на границах:

$$I_j^- (t) = \sum_{k=1}^8 \sum_{i=1}^n I_k^+ (t - \tau_i) \Phi_{jk}(\tau_i),$$

где I^- — выходящие токи, I^+ — входящие токи, Φ_{jk} — функции откликов, i — число отрезков времени, в течение которых рассматривается функция отклика, $j = 1, \dots, N$.

Эта формула пригодна для всех элементов внутри реактора с сохранением той же нумерации граней. Выходящие токи служат входящими на смежных гранях, а на границах входящие токи вычисляются по выходящим по условию отражения нейтронов.

Блок-схема представлена на рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овсепян А. В., Айрапетян И. Н., Таранян Р. А. Метод расчета нестационарного переноса нейтронов с применением принципа суперпозиции.—Уч. записки ЕГУ, № 3 (145), 1980.
2. Овсепян А. В., Айрапетян И. Н., Таранян Р. А. Расчет нестационарного переноса нейтронов в плоской среде шестигранной структуры методом суперпозиции.—Уч. записки ЕГУ, № 2 (147), 1981.

Ա. Վ. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ, Ի. Ն. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՍՈՒՊԵՐՊՈԶԻՑԻԱՅԻ ՄԵԹՈՂԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ՌԵԱԿՏՈՐՈՒՄ ՈՉ ՍՏԱՑԻՈՆԱՐ ՆԵՅՏՐՈՆՆԵՐԻ ԱՆՑՄԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ՀԱՄԱՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Այս աշխատանքում ոչ համասեռ միջավայրում նեյտրոնների ոչ ստացիոնար անցման հաշվարկի համար օգտագործված է սուպերպոզիցիայի մեթոդը: Կոնկրետ ռեակտորի վիճակի հաշվման համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել միջավայրի հատկությունների բնութագրերի բազմազանությունը: Այդ իսկ պատճառով անհրաժեշտ է կատարել բաժանում մի շարք դիսկրետ տիպերի, որոնք որոշվում են ջերմային կասետների տիպերի թվով և նրանց հատկությունների փոփոխման խորությամբ: Շնորհիվ այս մեթոդի կիրառությանը զգալիորեն կրճատվում է հաշվարկի ժամանակը: