

К расчету динамики реактора с естественной циркуляцией однофазного теплоносителя

В. М. СЕЛИВАНОВ, А. А. ГОРЕВ, И. И. СИДОРОВА, В. М. ГРИБУНИН

УДК 621.039.56

Рассмотрена нелинейная математическая модель динамики первого контура водо-водяного реактора с естественной циркуляцией однофазного теплоносителя. Решение уравнений нестационарного теплообмена представляется разложением по ортогональным полиномам Лежандра с коэффициентами, зависящими от времени [1]. Введение этого разложения позволяет свести всю систему уравнений, описывающих динамику, к виду

$$\frac{dx}{dt} = Ax + f(x),$$

где $A = (n \times n)$ — матрица постоянных коэффициентов; x — вектор-столбец фазовых координат; $f(x)$ — вектор-столбец нелинейных членов.

Рассмотренная модель при $f(x) \equiv 0$ используется для получения частотных характеристик экспериментальной установки, имитирующей реакторную систему [2]. Отмечено, что в соответствии с критерием Гиффолдуса [3] увеличение отрицательного температурно-

го коэффициента реактивности по абсолютной величине ведет к снижению устойчивости системы. Проведенные расчеты показывают, что при небольших возмущениях по мощности реактор с естественной циркуляцией теплоносителя и обратной связью по температуре эквивалентен в динамическом отношении реактору с принудительной циркуляцией.

(№ 533/6269. Поступила в Редакцию 20/1 1971 г., в окончательной редакции — 22/IV 1971 г. Полный текст 0,6 а. л., 4 рис., 6 библиографических ссылок.)

ЛИТЕРАТУРА

1. С. К. Sanathanan et al. Nucl. Sci. Engng, 23, No. 2 (1965).
2. В. М. Селиванов и др. «Атомная энергия», 27, 101 (1969).
3. E. Gyftopoulos. Nucl. Sci. Engng, 26, No. 1 (1966).

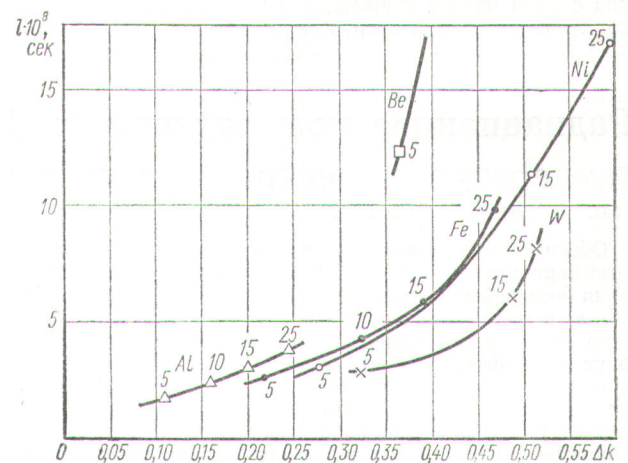
К оптимизации стационарного отражателя импульсного реактора на быстрых нейтронах

В. И. КУПРИН, Е. П. ШАБАЛИН

УДК 621.039.51

Метод импульсного источника нейтронов хорошо рекомендовал себя при решении многих задач нейтронной физики и физики конденсированных сред. В качестве источника нейтронов в этих исследованиях перспективны импульсные реакторы периодического действия и подкритические сборки с ускорителем электронов — бустеры. Одной из важнейших характеристик обоих типов источников, определяющей качество нейтронного импульса, является эффективное среднее время жизни нейтронов в реакторе [1]. Активная зона без отражателя имеет наименьшее время жизни нейтронов, однако инженерные требования обуславливают наличие вокруг зоны рассеивающих материалов: органы регулирования и защиты, замедлителей. Стационарный и подвижный отражатели, играющие роль органов регулирования, должны иметь достаточную для этого эффективность; в то же время с увеличением размеров отражателя растет эффективное время жизни

нейтронов. Расположение замедлителей должно обеспечивать достаточно высокую интенсивность медлен-



Зависимость эффективного среднего времени жизни мгновенных нейтронов деления l от эффективности отражателя Δk .

Цифры у точек означают толщины отражателей в сантиметрах; 25 — в долях от единицы.

ных нейтронов в пучках и хорошую экранировку активной зоны от этих нейтронов.

Цель данной работы — поиск компромиссного решения, удовлетворяющего перечисленным выше требованиям. Рассмотрено влияние на эффективное среднее время жизни мгновенных нейтронов деления различных материалов отражателя с толщиной от 0 до 25 см: алюминия, железа, вольфрама, никеля, бериллия, а также влияние на выход тепловых нейтронов из замедлителя различных экранирующих прослоек, расположенных между активной зоной и замедлителем и служащих для уменьшения влияния последнего на эффективное среднее время жизни нейтронов. Расчеты проведены по двум программам: многогрупповой (18 групп) в P_1 -приближении метода сферических гармоник и трехмерной многогрупповой метода Монте-Карло [2, 3].

Сделаны следующие основные выводы: 1) в качестве органов регулирования и стационарного отража-

теля для импульсного реактора на быстрых нейтронах лучше всего применить вольфрам (см. рисунок); 2) оптимальная толщина вольфрама, расположенного между активной зоной и замедлителем и служащего экраном от медленных нейтронов, составляет 6—7 см.

(№ 534/6091. Поступила в Редакцию 15/X 1970 г. Полный текст 0,5 а. л., 4 рис., 5 библиографических ссылок.)

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Д. Ананьев и др. Препринт ОИЯИ, 2372, 1965.
2. Г. И. Марчук. Методы расчета ядерных реакторов. М., Атомиздат, 1962.
3. В. И. Кочкин, Е. П. Шабалин. Препринт ОИЯИ, 11—4098, 1968.

О характере изменения температуры стенки твэла по длине при теплообмене с поверхностным псевдокипением

Н. Л. КАФЕНГАУЗ, М. И. ФЕДОРОВ

УДК 621.039.546:536.24

При теплообмене жидкости с нагретыми стенками каналов в области сверхкритических давлений может происходить псевдокипение, характеризующееся резким повышением коэффициента теплоотдачи. Псевдокипение во многих случаях сопровождается высокочастотными колебаниями жидкости.

Распределение температуры стенки по длине канала в режиме псевдокипения носит особый характер. Исследование этого вопроса проведено на твэле длиной 30 мм и внутренним диаметром 1,6 мм. В качестве рабочего тела использовалась углеводородная жидкость типа керосина, представляющая собой нефтяную фракцию с пределами кипения 476—540° К. Критические параметры ее — давление 1,96 Мн/м², температура 680° К. Опыты проводились при давлениях 2,94; 4,41 и 5,9 Мн/м² и скоростях течения жидкости 5, 10, 15, 25 и 30 м/сек. Температура жидкости на входе была равна 290° К, на выходе не превышала 330° К.

Установлено, что в режиме псевдокипения температура стенки падает у входного конца твэла; по мере увеличения тепловой нагрузки это падение распростра-

няется на все большую длину в направлении, обратном течению жидкости, а распределение температуры принимает волнообразный характер. Изменение температуры по длине твэла выражено тем сильнее, чем меньше скорость течения.

О причинах, вызывающих такой характер изменения температуры стенки, можно высказать предположение, что псевдокипение начинается в первую очередь там, где выше температура жидкости и стенки, т. е. у выходного конца твэла. Возникновение псевдокипения резко интенсифицирует теплообмен и приводит к падению температуры стенки. По мере увеличения тепловой нагрузки процесс псевдокипения распространяется в направлении входного конца твэла. Волнообразный характер распределения температуры может быть обусловлен образованием на длине твэла стоячих волн давления колеблющейся жидкости.

(№ 535/5832. Статья поступила в Редакцию 23/III 1970 г., аннотация 30/VI 1971 г. Полный текст 0,3 а. л., 6 библиографических ссылок.)

Радиационное повреждение графита в широком диапазоне температур и нейтронных потоков

В. И. КЛИМЕНОВ, В. Р. ЗОЛОТУХИН

УДК 621.039.553:539.2

Обеспечение стабильности размеров графита в высокотемпературных реакторах вызывает в настоящее время большой практический интерес. Наряду с потребностью в радиационноустойчивых графитах иногда достаточно знать, какие изменения в тех или иных случаях могут произойти в используемом графите, чтобы учесть их при разработках реакторов. Радиационное изменение размеров графита сложным образом зависит от температуры облучения ввиду большого многообразия процессов, протекающих в графите и связанных с радиационными дефектами, поведение которых следует

рассматривать в широком диапазоне температур и потоков.

В результате рассмотрения было получено представление об обобщенной диаграмме радиационно-термического изменения объема графита. Предлагается уточненный вариант диаграммы (см. рисунок), при построении которой используются все имеющиеся данные, в том числе полученные авторами при облучении образцов поликристаллического графита в реакторе СМ-2 с высоким нейтронным потоком. Объемное изменение, указанное на диаграмме, подсчитывалось