

Показано, что, используя дополнительный набор борсодержащих образцов, можно найти усредненное по спектру сечение поглощения нейтронов бором, которое в сочетании с данными о поглощенной энергии позволяет рассчитать поток нейтронов только по калориметрическим данным, полученным в одном эксперименте.

(№ 254/4219. Статья поступила в Редакцию 6/IV 1967 г., аннотация — 1/IV 1968 г. Полный текст 0,4 а. л., 3 рис., 8 библиографических ссылок.)

ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Коляда, В. С. Карасев. «Атомная энергия», 19, 532 (1965).

## Калориметрические исследования возмущения потоков нейтронов поглощающими материалами

В. М. КОЛЯДА, В. С. КАРАСЕВ

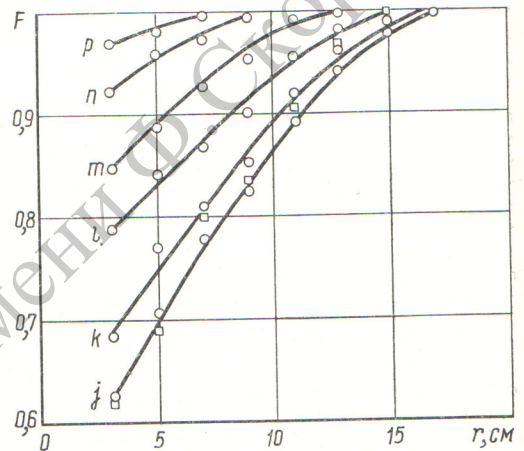
УДК 621.039.5:539.12.08:539.125.5

Приведены результаты использования термического действия излучения реактора на твердые материалы для определения параметров облучения, обусловливающих радиационные эффекты.

Известно, что при внесении в среду веществ, содержащих компоненты с большим сечением захвата нейтронов, изменяется один из важнейших параметров облучения — величина потока нейтронов, т. е. происходит возмущение поля нейтронов вблизи поглотителя. Кроме того, при длительном облучении поглощающих материалов наблюдается, как правило, довольно существенное изменение потока и спектра нейтронов. В работе предложена калориметрическая система — высокотемпературный радиационно-материаловедческий калориметр (ВРМК) — для длительного облучения небольших образцов с поглощающими и делящимися материалами в диапазоне температур 100—900° С. Образцы являются дозиметрической средой, в которой по значению тепловыделения определяется величина выгорания ядер поглотителя. Конструктивные и термодинамические элементы ВРМК — никель и сталь 1X18H9T. Нихромовый нагреватель в керамической изоляции служит одновременно для калибровки прибора и регулирования температуры в диапазоне  $\pm 50^\circ$  С.

При одновременном облучении нескольких образцов, включающих поглощающие материалы, в канале реактора следует учитывать еще один фактор — взаимное влияние образцов на распределение потоков нейтронов, т. е. фактор возмущающего действия  $j$ -образца на  $i$ -образец ( $F_{ij}$ ). С использованием калориметров типа ВРМК определены факторы возмущения потока в зависимости от концентрации поглотителя и расстояния между образцами (см. рисунок).

Калориметрические приборы используются также для исследования систем с нестабильными параметрами, например для изучения выгорающих поглотителей, содержащих  $U^{235}$  в смеси с кадмием и графитом.



Зависимость фактора возмущения потока от расстояния между образцами  $r$  и концентрации поглотителя  $TiB_2$ :

$C_j = 100\%$ ;  $C_k = 50\%$ ;  $C_l = 20\%$ ;  $C_m = 10\%$ ;  $C_n = 5\%$ ;  $C_p = 2\%$ ;  $\square$  — фактор  $F_{ji}$ .

Если поглощающий материал заменить водородсодержащим, то будет наблюдаться не снижение тепловыделения в уране, как в случае кадмия, а его рост, связанный со смятением спектра замедляющихся нейтронов в образце. Последнее обстоятельство положено в основу калориметрического метода изучения стабильности гидридов и гидратов под облучением.

(№ 255/4680. Статья поступила в Редакцию 9/1 1968 г., аннотация — 10/VI 1968 г. Полный текст 0,65 а. л., 8 рис., 8 библиографических ссылок.)

## Влияние асимметрии оператора баланса нейтронов на устойчивость стационарного режима энергетического реактора

И. С. ПОСТНИКОВ, Е. Ф. САБАЕВ

УДК 621.039.514

На частных примерах [1—3] показана возможность построения таких схем стабилизации пространственного распределения нейтронов, у которых число независимых регулирующих воздействий меньше, чем число неустойчивых гармоник. В работе рассматри-

ваются некоторые вопросы, связанные с построением таких схем регулирования.

В качестве математической модели используются уравнения одногруппового диффузионного приближения и рассматриваются малые отклонения зависимых

переменных от их значений в стационарном режиме. В этом случае задача об устойчивости стационарного режима сводится к оценке расположения спектра собственных значений параметра  $p$  краевой задачи:

$$A\varphi + K(p, r)\varphi = 0,$$

где  $A$  — линейный оператор;  $K(p, r)$  — коэффициент передачи звена обратной связи мощность — реактивность.

Подробно рассмотрена безынерционная система регулирования с одним независимым регулирующим воздействием. Показано, что, когда оператор  $A$  является симметрическим, указанная система регулирования может подавить неустойчивость только одной гармоникой. Если оператор  $A$  несимметрический, существует принципиальная возможность стабилизировать одним регулятором реактор, неустойчивый без регулятора на нескольких гармониках. В некоторых случаях оператор  $A$  не является симметрическим для реактора на саморегулировании (например, при отличном от нуля коэффициенте реактивности по теплоносителю). Кроме того, имеется возможность искусственного введения асимметрии за счет соответствующего расположения управляющих и измерительных органов системы регулирования.

На основании проведенного анализа сделан вывод о том, что в основе построения схем регулирования с меньшим числом независимых регулирующих воздействий, чем число неустойчивых гармоник, лежит

использование имеющейся и искусственно внесенной асимметрии.

В качестве примера описана схема стабилизации распределения нейтронов по высоте реактора, основанная на пространственном разнесении измерительных и регулирующих элементов. При этом в качестве управляющего воздействия для регулятора бралось отклонение мощности в симметричной по отношению к расположению регулятора точке. Анализ устойчивости стационарного режима реактора проводился путем построения переходных процессов. Численное решение показало, что при помощи указанной схемы регулирования можно стабилизировать реактор, неустойчивый без регулятора на двух гармониках. Отмечено, что при соответствующем выборе коэффициента усиления регулятора и координаты управляющего стержня возможно также стабилизировать реактор и при большем числе неустойчивых гармоник.

(№ 256/4684. Статья поступила в Редакцию 11/1 1968 г., аннотация — 23/IX 1968 г. Полный текст 0,6 а. л., 3 рис., 9 библиографических ссылок.)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. G. Lellouche. Trans. Amer. Nucl. Soc., 5, 163 (1962).
2. D. Wiberger. Trans. Amer. Nucl. Soc., 7, 219 (1964).
3. D. Wiberger. Nucl. Sci. and Engng, 27, 600 (1967).

## Расчет кризиса теплообмена в дисперсно-кольцевом режиме течения двухфазной смеси при низких давлениях

М. В. ДАВЫДОВА, В. Н. ЗЕЛЕНСКИЙ, П. Л. КИРИЛЛОВ

УДК 621.039.553.34:536.24

Кризис теплообмена в дисперсно-кольцевом режиме течения авторы настоящей работы связывают с исчезновением пристенной пленки жидкости, что соответствует переходу от дисперсно-кольцевого режима к чисто дисперсному [см., например, работы [1—3)].

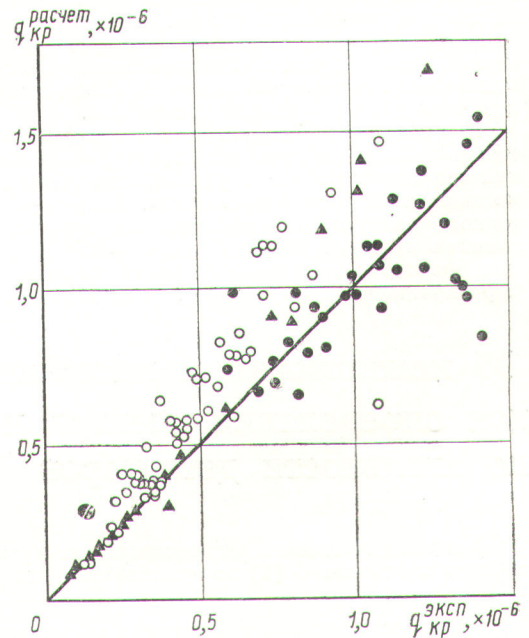
Решение задачи является дальнейшим развитием результатов работы [4]. Интегрируя уравнения баланса массы в пленке от нижней границы дисперсно-кольцевого режима до верхней, где пленка на стенке исчезает (кризис теплообмена), получаем выражение для критического теплового потока

$$q_{кр} = \frac{rG(1-x_1)}{\pi D} \left[ 1 - (1-\psi_1) \exp\left(-\int_{l_1}^{l_{кр}} \frac{\lambda dl}{2D}\right) \right].$$

Здесь  $\psi_1$  — доля жидкости в пленке [5];  $x_1$  — паросодержание, соответствующее началу дисперсно-кольцевого потока;  $D$  — диаметр;  $r$  — теплота испарения;  $\lambda$  — коэффициент сопротивления.

Для расчета граничного паросодержания  $x_1$  при низких давлениях была выбрана формула Уоллиса [6]

для минимальной скорости газа, при которой пристенная пленка удерживается в вертикальном прямоточном



Сравнение расчетной зависимости для  $q_{кр}$  с экспериментальными данными на воде и металлах:

▲ — опыты на воде; ● — опыты на цезии; ○ — опыты на калии.