

Ж 53
А99

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

**Атомная
Энергия**

Ежемесячный журнал
ГОД ИЗДАНИЯ ТРИНАДЦАТЫЙ

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 24 ■ Апрель ■ Вып. 4

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, А. П. ВИНОГРАДОВ, Н. А. ВЛАСОВ (зам. главного редактора), И. Н. ГОЛОВИН, Н. А. ДОЛЛЕЖАЛЬ, А. П. ЗЕФИРОВ, В. Ф. КАЛИНИН, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ (зам. главного редактора), А. К. КРАСИН, А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ, В. В. МАТВЕЕВ, М. Г. МЕЩЕРЯКОВ, М. Д. МИЛЛИОНЩИКОВ (главный редактор), П. Н. ПАЛЕЙ, Д. Л. СИМОНЕНКО, В. И. СМИРНОВ, В. С. ФУРСОВ, В. Б. ШЕВЧЕНКО

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

- А. К. Красин, И. И. Саламатов, В. Б. Нестеренко, А. Н. Девойно. Развитие исследований в Институте ядерной энергетики АН БССР 307
- С. Т. Конобецкий, Б. М. Левитский, Л. Д. Пантелеев. К вопросу о механизме радиационного роста урана при малых дозах облучения 312
- В. И. Векслер, В. П. Саранцев, А. Г. Бонч-Осмоловский, Г. В. Долбильов, Г. А. Иванов, И. Н. Иванов, М. Л. Иовнович, И. В. Кожухов, А. Б. Кузнецов, В. Г. Маханьков, Э. А. Перельштейн, В. П. Рашевский, К. А. Решетникова, Н. Б. Рубин, С. Б. Рубин, П. И. Рыльцев, О. И. Ярковой. Коллективное линейное ускорение ионов 317
- В. П. Дзюленов, В. П. Дмитриевский, Б. И. Замолотчиков, В. В. Кольга. Кольцевой циклотрон с жесткой фокусировкой для многозарядных ионов 323
- В. В. Арсенин, В. А. Чуянов. О возможности подавления дрейфовой неустойчивости неоднородной плазмы с помощью системы обратных связей . . 327
- В. М. Бондаренко, Г. Г. Викторов, А. Г. Тархов. Об использовании космического излучения для оценки эффективности биологических защит 330
- С. Н. Барков. Многогрупповой аналитический метод расчета гетерогенного ядерного реактора 335
- П. Т. Потапенко. Предельная оценка качества внутриреакторного контроля нейтронного потока 340
- Д. М. Каминер, К. А. Коноплев, Ю. П. Семенов, В. Д. Тренин. Поведение продуктов радиолиза при работе реактора ВВР-М без системы дегазации 343
- В. А. Жарков, В. П. Терентьев, Г. М. Фрадкин. Получение топлива изотопных электрогенераторов методами нейтронного облучения 348
- Ю. В. Рябов, Со Дон Сик, Н. Чиков, Н. Янева. Измерение отношения сечений радиационного захвата и деления для U^{235} и Pu^{239} в резонансной области энергий нейтронов 351

- В. А. Афанасьев, Б. В. Кебадзе, Г. А. Сапковский, В. И. Грицков, И. Н. Соколов, Л. А. Адамовский, С. А. Маркин. Экспериментальное исследование устойчивости корпусного кипящего реактора ВК-50 363

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

- Д. П. Осанов, В. П. Панова, Г. Б. Радзиевский. Измерение дозовых факторов накопления для точечных изотропных источников γ -излучения низкой энергии в воде 368
- В. А. Жарков, Т. П. Зорина, Г. М. Фрадкин. Самоэкранирование тепловых нейтронов в конечных цилиндрах и телах других геометрий 369
- И. Н. Бриккер, В. П. Астафьев, А. Р. Мирзоян. Обращенное решение тепловых уравнений двухкомпонентного ядерного реактора 370
- С. Ф. Дегтярев, А. П. Суворов, В. В. Тарасов, В. К. Тихонов, С. Г. Цыпин. Пространственные, угловые и энергетические распределения быстрых нейтронов в гидриде лития, воде, вольфраме и карбиде бора 370
- С. Ф. Дегтярев, В. Б. Староверов, В. В. Тарасов, В. К. Тихонов, С. Г. Цыпин. Экспоненциальные угловые коэффициенты нейтронов для неводородсодержащих сред 372
- В. К. Даруга, С. Ф. Дегтярев, В. И. Кухтевич, А. Н. Николаев, В. П. Подиванский, Б. И. Синицын, А. П. Суворов, В. В. Тарасов, В. К. Тихонов, С. Г. Цыпин. Пространственно-энергетические и угловые распределения нейтронов в литии 372
- С. М. Рубанов, В. И. Титов, Л. С. Шкорбатова. Расчет защиты контура с циркулирующим горючим . . 373
- В. Д. Горяченко. Акустическая неустойчивость ядерного реактора 374
- В. Д. Горяченко, Е. Ф. Сабаев. Акустические колебания в реакторе с циркулирующим газообразным горючим 375
- В. Д. Горяченко, В. А. Денисов, Ю. Ф. Трунин. Влияние изменения плотности делящегося вещества на устойчивость реактора с циркулирующим горючим 376
- В. С. Шулепин. Применение асимптотического P_N -приближения для расчета ячейки 376

235607

225304/м



РГ

Обращенное решение тепловых уравнений двухкомпонентного ядерного реактора

И. Н. БРИККЕР, В. П. АСТАФЬЕВ, А. Р. МИРЗОЯН

УДК 621.039.51.517

В статье аналитически найден закон

$$n(t) = \frac{1}{\mu(t)} \left\{ \tau_{ТВ}(t) \tau_{ТН}(t) \frac{d^2 \theta_a(t)}{dt^2} + \right. \\ \left. + \left[\tau_{ТВ}(t) + \tau_{ТН}(t) + \tau_{ТВ}(t) \frac{d\tau_{ТН}(t)}{dt} \right] \frac{d\theta_a(t)}{dt} + \right. \\ \left. + \tau_{ТВ}(t) \frac{d[\kappa(t)u(t)]}{dt} + \kappa(t)u(t) \right\}, \quad (1)$$

в соответствии с которым следует менять плотность нейтронов, для того чтобы температура теплоносителя на выходе из реактора изменялась по некоторому заранее заданному закону $f_2(t)$, а также закон

$$\rho_a(t) = (\alpha_1 + \alpha_2) \theta_a(t) + \alpha_2 \kappa(t) u(t) + \alpha_2 \tau_{ТН}(t) \frac{d\theta_a(t)}{dt}, \quad (2)$$

определяющий, как при этом будет изменяться температурный эффект реактивности. Примем, что температура на входе и расход теплоносителя описываются известными функциями времени $f_1(t)$ и $f_2(t)$. В формулах (1) и (2)

$$\theta_a(t) = a\varphi_1(t) + (1-a)\varphi_2(t); \\ u(t) = \varphi_2(t) - \varphi_1(t); \quad \varphi_2(t) = \tau_2(t) \frac{df_2(t)}{dt} + f_2(t); \\ \varphi_1(t) = f_1(0) e^{-\int_0^t \frac{a\xi}{\tau_1(\xi)} d\xi} + \int_0^t \frac{f_1(\xi)}{\tau_1(\xi)} e^{-\int_\xi^t \frac{a\eta}{\tau_2(\eta)} d\eta} d\xi.$$

Кроме того, $\kappa(t) = \frac{\tau_{ТН}(t)}{\tau_{ТР}(t)}$; $\mu(t) = \frac{Q}{FK}$, где Q , F , K , α — номинальная мощность, поверхность теплообмена, коэффициент теплопередачи и температурный коэффициент реактивности; $\tau_{ТВ}(t)$, $\tau_{ТН}(t)$ — характерные времена внешней теплопроводности твэлов и теплоносителя; $\tau_{ТР}(t)$ — время трансляции теплоносителя по актив-

ной зоне; $\tau_1(t)$ и $\tau_2(t)$ — времена перемешивания во входной и выходной зонах. Параметр a определяется распределением тепловыделения по активной зоне. При симметричном распределении $a = \frac{1}{2}$. Реактор представлен в виде входной и выходной зон, в которых учитываются процессы полного перемешивания, и активной зоны, для которой используются обычные уравнения двухкомпонентного реактора.

Функционалы (1) и (2) позволяют: 1) определить закон, по которому следует менять тепловыделение, для того чтобы температура теплоносителя на выходе из реактора изменялась по некоторому заранее заданному закону (например, при аварии многопетлевой установки, приводящей к необходимости отключить некоторые петли); 2) совместно с функционалом, найденным в работе И. Н. Бриккера*, найти закон, по которому следует менять управляющий компонент реактивности так, чтобы тепловыделение изменялось по заданному закону; 3) наиболее эффективно решить задачу синтеза системы автоматического управления, регулирующей температуру теплоносителя на выходе из реактора по заданному закону.

Формулы, полученные в статье, могут быть обобщены. Температура теплоносителя на выходе из реактора выбрана произвольно, поэтому использованный метод может быть применен для температуры любой точки реактора, на которую наложено какое-либо ограничение или заранее известен закон, по которому температура должна изменяться.

При более сложных уравнениях для активной зоны в статье найдены выражения, определяющие соотношения (1) и (2).

(№ 191/4319. Поступила в Редакцию 2/VI 1967 г. Полный текст 0,4 а. л., 1 рис., библиография 5 названий.)

Пространственные, угловые и энергетические распределения быстрых нейтронов в гидриде лития, воде, вольфраме и карбиде бора

С. Ф. ДЕГТЯРЕВ, А. П. СУВОРОВ, В. В. ТАРАСОВ, В. К. ТИХОНОВ, С. Г. ЦЫПИН

УДК 621.039.539

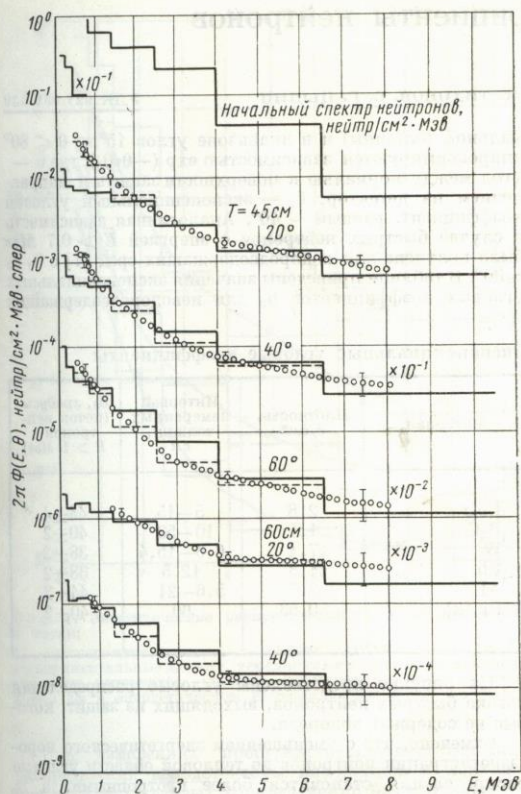
Приведены пространственные, угловые и энергетические распределения потоков нейтронов, полученные в результате измерений сцинтилляционным спектрометром быстрых нейтронов в интервале энергий 0,5—10 Мэв [1], всеволновым счетчиком нейтронов [2] и счетчиком быстрых нейтронов с энергией $E > 1,0$ Мэв [3] в гидриде лития (плотностью 0,5 г/см³), воде, вольфраме (плотностью 17,4 г/см³), карбиде бора (плотностью 1,3 г/см³) до толщины 60; 45; 15,4 и 50 см соответственно.

Расчеты пространственных, угловых и энергетических распределений потока нейтронов в барьерной геометрии для плоского бесконечного мононаправлен-

ного пучка нейтронов, падающего на среду, проводились по программе РОЗ [4] в $2P_2$ -приближении, составленной на основе модификации метода дискретных ординат, использующей принцип инвариантности.

На рис. 1 представлены результаты экспериментов и расчетов угловых распределений потока быстрых нейтронов для двух толщин T гидрида лития (45 и 60 см). На рис. 2 приведены спектры быстрых нейтронов за барьерами из вольфрама толщиной 4,4; 11 и 15,4 см. Показано, что для всех исследуемых материалов расчет-

* И. Н. Бриккер. «Атомная энергия», 21, 9 (1966).



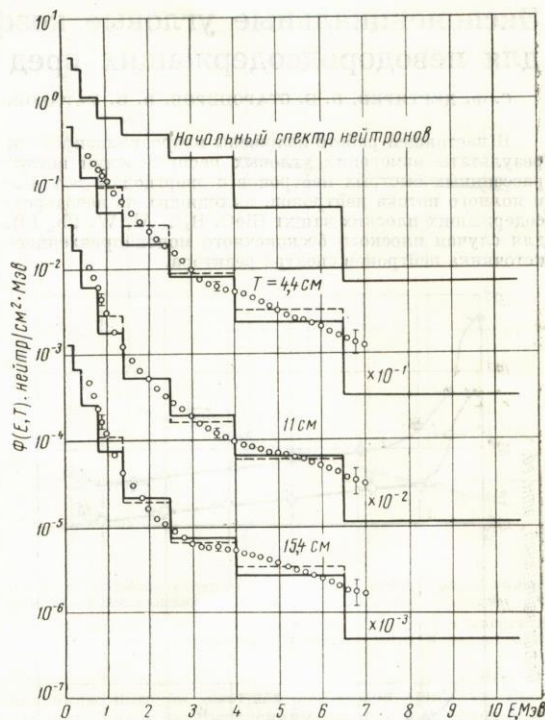
Р и с. 1. Угловые энергетические распределения потока быстрых нейтронов, выходящих из гидрида лития плотностью 0,5 г/см³:

○ — эксперимент; — — — расчет; — — — — экспериментальные данные, усредненные по расчетным энергетическим интервалам. Эксперимент и расчет связаны при толщине 45 см и $\theta = 20^\circ$ в интервале энергий $\Delta E = 2,5 \div 4$ Мэв.

ные и экспериментальные результаты хорошо согласуются в области энергий $E > 1,5$ Мэв.

Для лучшего согласия расчетных и экспериментальных данных рекомендуется более детальное энергетическое разбиение и дополнительное усреднение групповых констант по реальному спектру (экспериментальному или расчетному) в каждой точке среды.

(№192/4357. Статья поступила в Редакцию 19/VI 1967 г., аннотация — 22/1 1968 г. Полный текст 0,6 а. л., 11 рис., 2 табл., библиография 22 названия.)



Р и с. 2. Спектры быстрых нейтронов за барьерами из вольфрама плотностью 17,4 г/см³:

○ — эксперимент; — — — — расчет; — — — — экспериментальные данные, усредненные по расчетным энергетическим интервалам. Эксперимент и расчет связаны при толщине 11 см в интервале энергий $\Delta E = 1,4 \div 2,5$ Мэв.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Дулин и др. «Приборы и техника эксперимента», № 2, 35 (1961).
2. R. Basson. AERE-64-38-R, 1961.
3. С. Ф. Дегтярев и др. Бюллетень Информационного центра по ядерным данным. Вып. 3. М., Атомиздат, 1966, стр. 459.
4. Т. А. Гермогенова и др. В сб. «Вопросы физики защиты реакторов». Вып. 2. Под ред. Д. Л. Бродера и др. М., Атомиздат, 1966, стр. 22.