

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. Конобеевский, 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. Дзелепов, 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 внутри-реакторного 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  $\gamma$ -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

## Влияние изменения плотности делящегося вещества на устойчивость реактора с циркулирующим горючим

В. Д. ГОРЯЧЕНКО, В. А. ДЕНИСОВ, Ю. Ф. ТРУНИН

УДК 621.039.51.544

Исследована устойчивость стационарного режима работы ядерной энергетической установки с циркулирующим горючим. В отличие от работы [1], где рассматривался случай постоянной плотности горючего, здесь учитывалась зависимость плотности от его теплосодержания. Математическая модель динамики представляет систему нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных.

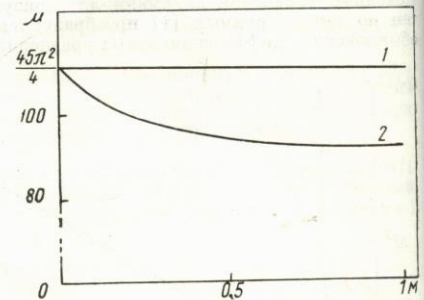
Изучение устойчивости проводилось на основе линеаризованных уравнений динамики для малых начальных возмущений стационарного режима. В данной задаче нельзя было получить характеристическое уравнение в квадратурах, поскольку линеаризованная система имеет коэффициенты, сложным образом зависящие от пространственной координаты. Это уравнение удалось представить в виде  $F[\varphi_{kl}(p), \mu] = 0$ , где  $F$  — известная функция  $\varphi_{kl}$  и  $\mu$ ;  $\varphi_{kl}(p)$  — неизвестные элементы фундаментальной матрицы решений линеаризованных и преобразованных по Лапласу уравнений динамики, записанные для выходного сечения активной зоны;  $\mu$  — положительный параметр, определяющий величину температурной обратной связи в реакторе.

Анализ устойчивости осуществлялся методом  $D$ -разбиения [2] по параметру  $\mu$  для серии различных значений параметра  $M = \frac{J_{\text{вых}} - J_{\text{вх}}}{J_{\text{вх}}}$  ( $J_{\text{вых}}$  и  $J_{\text{вх}}$  — стационарные значения теплосодержания горючего на выходе и входе активной зоны соответственно). При построении  $D$ -кривой функции  $\varphi_{kl}(p)$  ( $p = j\omega$ ) определялись на ЭЦВМ как решения преобразованной по Лапласу системы линеаризованных уравнений при надлежащих граничных условиях. Каждая  $D$ -кривая имела качественно тот же вид, что и в случае постоянной плотности горючего [1].

Конкретные расчеты  $D$ -кривых проведены для косинусоидального распределения плотности нейтронов в предположении, что горючее — идеальный газ. В результате построена область устойчивости в плоскости  $\mu, M$ , расположенная под кривой 2 на рисунке. Из сопоставления кривой 2 с горизонтальной прямой 1, являющейся границей области устойчивости при постоянной плотности, видно, что зависимость плотности горючего от его теплосодержания — дестабилизи-

рующий фактор, уменьшающий размеры области устойчивости.

Приведенный рисунок относится к случаю, когда температура горючего на входе в активную зону постоянна, однако в работе получены условия устойчивости



Влияние изменения плотности на устойчивость: 1 — постоянная плотность [1]; 2 — зависимость плотности от теплосодержания.

и без этого допущения, причем к динамическим характеристикам внешнего контура циркуляции предъявлялись весьма общие требования.

(№ 199/4567. Статья поступила в Редакцию 18/X 1967 г., аннотация — 15/I 1968 г. Полный текст 0,5 а. л., 4 рис., библиография 4 названия.)

### ЛИТЕРАТУРА

- В. Д. Горяченко. «Атомная энергия», 21, 267 (1966).
- Ю. И. Неймарк. Устойчивость линеаризованных систем. Ленинград, Изд. Ленинградской военной инженерной академии, 1949.

## Применение асимптотического $P_N$ -приближения для расчета ячейки

В. С. ШУЛЕПИН

В работе [1] предложено асимптотическое  $P_N$ -приближение, в котором используются лишь асимптотическая составляющая решения в  $P_N$ -приближении и условия непрерывности односторонних токов на границе сред. Результаты численных расчетов критического размера плоского реактора с отражателем показывают, что  $P_{A2}$ - и  $P_{A3}$ -приближения дают хорошую

\*  $P_{AN}$  — обозначение асимптотического  $P_N$ -приближения в работе [1].

точность. Однако точность  $P_{A2}$ - и  $P_{A3}$ -приближений оказывается неудовлетворительной при расчете плоской ячейки в тесной решетке. Улучшение точности расчета в асимптотическом  $P_N$ -приближении можно получить путем замены условий непрерывности односторонних токов следующими условиями на границе  $k$ -й и  $k+1$ -й зон ячейки:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{A1k} &= \varphi_{A1k+1}; \\ \varphi_{A0k+1} - \varphi_{A0k} &= \Delta\varphi_{A1k}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$