

(300—310 кг/мм<sup>2</sup>), малой истираемостью и устойчивостью в кислороде и на воздухе до температуры 700° С. Структура водородсодержащего сплава изучена автордиографическим методом (рис. 2).

(№ 732/6981. Поступила в Редакцию 28/VI 1972 г., в окончательной редакции 28/XII 1973 г. Полный текст 0,45 а. л., 3 рис., 5 табл., 8 библиографических ссылок.)

## Линейная теория возмущений для задач выгорания горючего в быстром реакторе

ХРОМОВ В. В., КАШУТИН А. А., ГЛЕБОВ В. Б.

УДК 539.125.5.162.5:621.039.526

Рассмотрен метод, предназначенный для расчетно-оптимизационных исследований быстрого реактора с учетом изменения его характеристик в процессе кампании.

Из вариационного принципа [1, 2] получены уравнения для «ценностных» функций и выведены формулы теории малых возмущений. С помощью этих формул можно осуществлять оценку возмущения различных функционалов нейтронного поля и потока нейтронов в любой заданный момент времени  $t$  при условии, что возмущение обусловлено изменением характеристик реактора (состав, параметры органов компенсации реактивности) в некоторый момент времени  $t_0 \leq t$ .

Для быстрого проведения этих оценок используется полиномиальная аппроксимация временного поведения потока нейтронов и ценностных функций [3]. Алгоритм аппроксимации позволяет получать сколько угодно точное описание временных зависимостей различных характеристик реактора. Для описания пространственной зависимости решений используется метод Бубнова — Галеркина с формированием систем координатных функций, учитывающих специфику решаемой задачи [4].

Алгоритм метода положен в основу ФОРТРАН-программы, реализуемой на БЭСМ-6. Программа предназначена для расчетно-оптимизационных исследова-

ний быстрых реакторов в многогрупповом диффузионном приближении для одномерной геометрии. Процессы выгорания рассматриваются для среднего (в пределах зон реактора) изменения изотопного состава. Программа позволяет изучать влияние на временное поведение нейтронного поля как изотопного состава, так и органов компенсации реактивности, что иллюстрируется приведенными в работе примерами расчета больших быстрых реакторов. Из анализа результатов расчета следует, что предлагаемый метод эффективен с точки зрения затрат времени счета и памяти ЭВМ при получении достаточной для оптимизационных расчетов точности результатов.

(№ 734/7460. Поступила в Редакцию 10/VII 1973 г. Полный текст 0,4 а. л., 4 рис., 4 библиографических ссылки.)

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pomraning G. J. Math. and Phys., 1967, v. 8, № 1, p. 149.
2. Pomraning G. Nucl. Sci. and Engng, 1967, v. 29, p. 220.
3. Акимов И. С., Е. И. Гришанин. «Атомная энергия», 1964, т. 16, вып. 6, с. 500.
4. Хромов В. В., Кашутин А. А., Глебов В. Б. «Атомная энергия», 1974, т. 36, вып. 5, с. 385.

## Гамма-поле <sup>40</sup>K на границе океан — атмосфера

ВИНОГРАДОВ А. С., ВИНОГРАДОВА К. Г., НЕЛЕПО Б. А.

УДК 551.463:539.1

При измерениях  $\gamma$ -активности вод океана и приводного слоя атмосферы необходимо детальное знание  $\gamma$ -поля <sup>40</sup>K, которое определяет основную часть фонового излучения в воде и его значительную часть в атмосфере у поверхности воды. Методом Монте-Карло рассчитаны дифференциальные спектры и интегральные потоки первичного и рассеянного  $\gamma$ -излучения <sup>40</sup>K для случая, когда нижнее полупространство заполнено водой средней солёности и среднего для океана состава, а верхнее полупространство — однородной атмосферой или абсолютно поглощающим веществом. Вычисления проводились по схеме случайных испытаний с использованием аналитического осреднения поглощения и метода плотности столкновений. Ширина энергетических интервалов в дифференциальных спектрах составляла 10 кэв.

Влияние поверхности на величину потока в воде проявляется сильнее при направлении потока от поверхности в глубину. Величина потока к поверхно-

сти океана больше на всех уровнях и при энергиях выше 500 кэв не зависит от расстояния до поверхности. Поток рассеянного излучения, отраженного атмосферой, равен нулю при энергиях выше 800 кэв. На глубине в 10 длин свободного пробега спектры рассеянного излучения хорошо согласуются с результатами, полученными при решении кинетического уравнения для бесконечной однородной среды\*.

В атмосфере больше по величине та часть потока  $\gamma$ -квантов, которая направлена от поверхности океана. Поток к поверхности океана обращается в нуль при энергиях выше 600—800 кэв (в зависимости от расстояния до поверхности).

\* Виноградов А. С. В сб.: Исследования в области физики океана. Севастополь, изд. МГИ АН УССР, 1969, с. 106.



Влияние поверхности при прямых измерениях  $\gamma$ -поля  $^{40}\text{K}$  в океане сказывается лишь до глубины порядка 2 м. При измерениях  $\gamma$ -активности в приводных слоях атмосферы необходимо учитывать высоту размещения датчика над поверхностью океана, так

как  $\gamma$ -поле  $^{40}\text{K}$  существенно зависит от высоты.  
(№ 735/7477. Поступила в Редакцию 16/VII 1973 г. Полный текст 0,3 а. л., 2 рис., 4 библиографических ссылки.)

## О разработке генераторов активности промышленных радиационных контуров при энергетических тепловых реакторах канального типа

БРЕГЕР А. Х., ДОБРОВОЛЬСКИЙ С. П., ИВАНТЕР Е. Л., ПЕТРОВ В. С.,  
РЫБКИН Н. И., СИДОРОВ А. М., ТОКАРЕВ Ю. И.

УДК 621.039.553.573

Одним из перспективных путей комплексного использования реакторов на тепловых нейтронах [1] является создание при них радиационных контуров (РК), в которых неделящиеся рабочее вещество активируется нейтронами утечки из активной зоны, а  $\gamma$ -излучение образующихся радиоактивных изотопов используется для проведения различных радиационно-химических процессов в промышленном масштабе [2, 3].

В настоящей работе изложены результаты проектных разработок одного из основных узлов промышленных РК — генератора активности при энергетических реакторах канального типа (РБМК), используемых в ядерной энергетике нашей страны на современном этапе [4].

Генераторы активности размещаются в третьем ряду графитовых блоков отражателя, в каналах с водой, предназначенных для охлаждения отражателя, благодаря чему температура рабочего вещества не превышает  $70^\circ\text{C}$ . Конструкция генератора активности — секци-

онно-трубчатая. Каждая секция состоит из трех U-образных трубок, выполненных в виде винтовой наливки.

Каналы ГА объединяются коллекторами для подвода и отвода рабочего вещества (рисунок). Для удобства внесения рабочего вещества (рисунок). Для удобства внесения коллекторов и доступа к ним, а также в целях внесения минимальных изменений в конструкцию реактора РБМК секции-каналы ГА (54 шт.) располагаются примерно на 1/3 периметра активной зоны реактора. Размещение ГА и его конструкция позволяют в случае необходимости отключать отдельные каналы без остановки энергетического реактора. Полная автономность РК обеспечивается также наличием собственной водяной системы охлаждения каналов ГА, выделенной из общей системы охлаждения графитовой кладки отражателя.

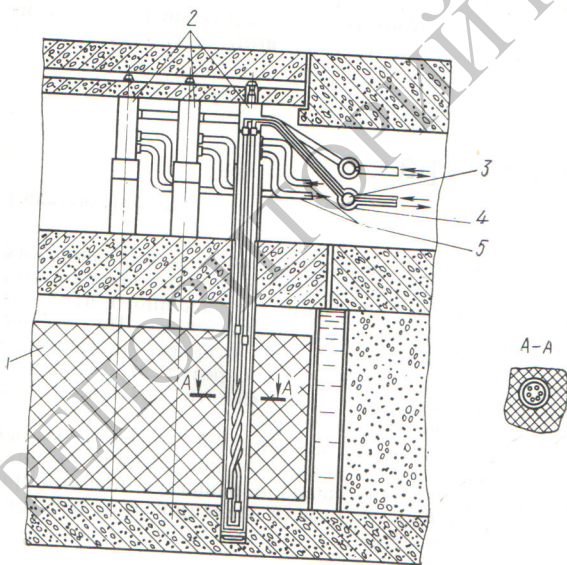
Проведенные на ЭВМ физические расчеты генератора активности с рабочим веществом в виде жидкометаллического индий-галлиевого сплава эвтектического состава показали, что установка такого генератора в реакторе приведет к уменьшению глубины выгорания горючего не более чем на 1%. Расчетная величина  $\gamma$ -мощности РК с таким генератором — около 10 млн  $\cdot$  г-экв радия.

Таким образом, проектные проработки показали техническую возможность размещения генератора активности в энергетических реакторах типа РБМК, что дает реальные предпосылки для создания промышленных радиационных контуров при таких реакторах, производственные возможности и основные экономические показатели которых показаны в работах [3—7].

(№ 736/7483. Поступила в Редакцию 23/VII 1973 г. Полный текст 0,4 а. л., 2 рис., 1 табл., 18 библиографических ссылок.)

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петросьянц А. М. и др. «Атомная энергия», 1971, т. 31, вып. 4, с. 315.
2. Александров А. П. «Атомная энергия», 1968, т. 25, вып. 5, с. 356.
3. Брегер А. Х. В сб.: Радиационная химия. М., Атомиздат, 1972, с. 403.
4. Ивантер Е. Л. и др. В сб.: Вопросы атомной науки и техники. Серия «Проектирование». Вып. 4. М., изд. ЦНИИатоминформ, 1971, с. 60.
5. Полуэктова Л. П. и др. [3], с. 551.
6. Брегер А. Х. и др. Сопровождение по радиационному модифицированию полимеров. Тезисы докладов. М., «Наука», 1968, с. 99.
7. Берлянт С. М. и др. Там же, с. 92.



Размещение каналов ГА в реакторе:

1 — отражатель; 2 — каналы ГА; 3 — коллектор сплава; 4 — коллектор охлаждающей воды; 5 — коммуникации охлаждения каналов.