

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. Дзеленов, 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. Потанинко. Предельная оценка качества внутри-реакторного контроля нейтронного потока 340
- Д. М. Каминкер, 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

Влияние расщепления защиты на величину фактора накопления

УДК 621.039.58:539.122

Ю. А. КАЗАНСКИЙ, В. И. КУХТЕВИЧ, Б. П. ШЕМЕТЕНКО

В работе [1] исследовалось уменьшение фактора накопления при удалении источника или детектора или их обоях от защиты. Фактор накопления изменялся за счет вывода части рассеянного излучения с поверхности защиты. Представляет интерес рассмотреть случай, когда ограниченная в поперечных размерах защита разделена в направлении оси источник—детектор на две и более частей.

В настоящей работе экспериментальным путем изучалось поведение фактора накопления при изменении расстояния δ между двумя алюминиевыми барьерами диаметром 45 см и толщиной 2,81 и 1,97 длин свободного пробега (первый и второй блок соответственно).

В качестве источника γ -излучения использовался радиоактивный изотоп Cs^{137} . Детектором служил сцинтилляционный импульсный счетчик с кристаллом стиблена (диаметр кристалла 3 см и высота 2 см). Электронное устройство позволяло суммировать амплитуды. Таким образом, счетчик измерял величину, пропорциональную мощности дозы, точнее, интенсивности γ -излучения. Как и в работе [1], для уменьшения фона источник помещали в защиту. С той же целью детектор заключали в свинцовый коллиматор (рис. 1). При измерении фона между детектором и барьером помещали свинцовый диск толщиной 5 см. Наихудшее соотношение эффекта к фону составляло $\sim 10\%$. На рис. 2 приведены экспериментальные данные, полученные в результате трех серий измерений; указаны среднеквадратичные ошибки.

Как видно из графиков, эффекты расщепления защиты оказались заметными. Наибольший интерес представляет случай, когда источник расположен на поверхности защиты. За счет удаления детектора нельзя добиться фактора накопления, равного менее четырех; тогда как расщепление защиты позволяет получить фактор накопления 2,8. Качественно зависимость $B(\delta, L, R)$ при постоянных L и R понятна. С одной стороны, при расщеплении защиты уменьшается поток рассеянного излучения на блок, ближайший к детектору, что снижает $B(\delta, L, R)$. С другой стороны, с увеличением δ возрастает доля рассеянного излучения, попадающего в детектор с поверхности второго блока.

Точное определение функций $B(\delta, L, R)$ какими-либо последовательными аналитическими методами весьма сложная задача. В настоящей работе был проведен расчет для наиболее простого случая ($L = 170,5$ см) с учетом ряда приближений. Предполага-

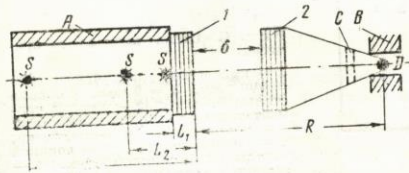


Рис. 1. Геометрия эксперимента:

S — источник; D — детектор; A — защита источника; B — защита детектора; C — защита для измерения фона.

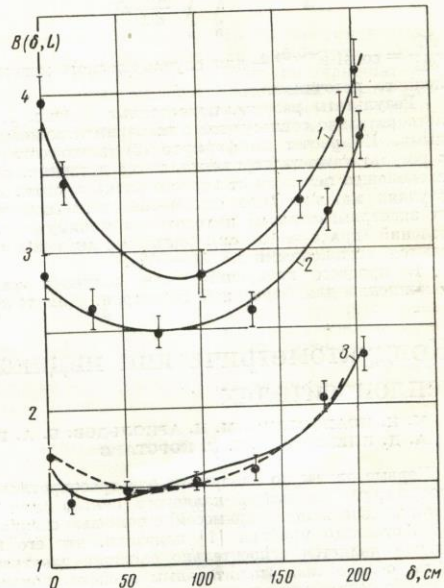


Рис. 2. Зависимость фактора накопления от расстояния между барьерами:

1 — $L_1 = 20,5$ см; 2 — $L_2 = 55,5$ см; 3 — $L_3 = 170,5$ см; — — — расчет при $L = L_3 = 170,5$ см.

лось, что расщепление защиты не изменяет ни спектрального, ни углового распределений рассеянного излучения, падающего на второй блок, а рассеянное излучение, попадающее с поверхности в детектор второго блока, описывается выражением [2]

$$B(L, R) = 1 + \int_S dS \frac{d\Phi}{d\Omega}(r, \Omega) \frac{\cos \psi}{(R^2 + r^2)} \cdot \frac{C(r)}{\Phi_0(R, L)}, \quad (1)$$

где $\frac{d\Phi}{d\Omega}(r, \Omega)$ — поток интенсивности рассеянного излучения на поверхности защиты S в точке r в направлении детектора Ω ; $C(r)$ — нормирующий множитель; ψ — угол между направлением рассеянного излучения и нормалью к поверхности защиты; $\Phi_0(R, L)$ — поток нерассеянного излучения в точке расположения детектора.

При таких предположениях

$$B(\delta, L, R) = 1 + \{(B - B_2) \Delta\Omega_{12} + (B_2 - 1)\} \xi, \quad (2)$$

где B_2 и B — факторы накопления для второго блока и всей защиты соответственно;

$$\xi = \frac{B(L, R) - 1}{B - 1};$$

$$\Delta\Omega_{12} = \frac{\int_0^{2\pi \operatorname{arctg} R_0/\delta} \int_0^{\frac{d\Phi}{d\Omega}} d\Omega}{\int_0^{2\pi \pi/2} \int_0^{\frac{d\Phi}{d\Omega}} d\Omega};$$

$\frac{d\Phi}{d\Omega} = \operatorname{const} e^{-\theta/\theta_0}$ — для случая плоского мононаправленного источника.

Результаты расчета, приведенные на рис. 2, удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными. Но расчет по формуле (2) плохо согласуется с результатами эксперимента, когда источник, однако, расположен недалеко от первого блока защиты. В этих случаях максимальное отклонение расчетной кривой от экспериментальной находится в минимуме распределений (при $\delta \approx 100$ см); расчетные значения оказываются заниженными на 30–50%.

В процессе измерений были получены факторы накопления для барьерной геометрии. Для точечного

изотропного источника и плоского мононаправленного источника они оказались одинаковыми ($6,3 \pm 0,2$). Полученные значения факторов накопления согласуются с данными работы [3] в пределах $\pm 0,3$, если учесть поправки на барьерную геометрию [4].

Поступило в Редакцию 21/VIII 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. А. Казанский и др. «Атомная энергия», 20, 424 (1966).
2. Ю. А. Казанский, В. И. Кухтевич, С. Г. Цыпин. В сб. «Бюллетень информационного центра по ядерным данным». Вып. 2. М., Атомиздат, 1965, стр. 305.
3. Г. Гольдштейн. Основы защиты реакторов. М., Атомиздат, 1961.
4. M. Berger, J. Doggett. J. Res. Nat. Bur. Standards, 56, 89 (1956).

Кондуктометрический индикатор примесей в жидкометаллических теплоносителях

М. Н. ИВАНОВСКИЙ, М. Н. АРНОЛЬДОВ, Б. А. ШМАТКО,
А. Д. ПЛЕШИВЦЕВ, С. К. КОРОТАЕВ

УДК 543.25:621.039.534.44.6

Первые опыты по измерению электросопротивления циркулирующего натрий-калиевого сплава (для контроля за содержанием примесей) с помощью специально разработанного прибора [1] показали, что его недостатком является относительно сложная электронная часть, обладающая значительным дрейфом показаний и не обеспечивающая полной компенсации температурных изменений электросопротивления. Поэтому необхо-

димо вводить табличные поправки в показания прибора [1].

В 1961 г. авторами был разработан кондуктометрический индикатор примесей, основанный на измерении электросопротивления с помощью двойного моста постоянного тока. Схема индикатора изображена на рис. 1. Одна из U-образных трубок — эталонная — заполнена расплавленным металлом стандартной чистоты и заглушена с обоих концов. Через другую трубку постоянно протекает контролируемый металл. Обе трубки погружены в термостат, заполненный кипящим даутермом. Благодаря интенсивному перемешиванию при кипении даутерма обе трубки имеют одну и ту же температуру с точностью 0,05° С. Сопротивление проточной и эталонной трубок сравнивается при помощи двой-

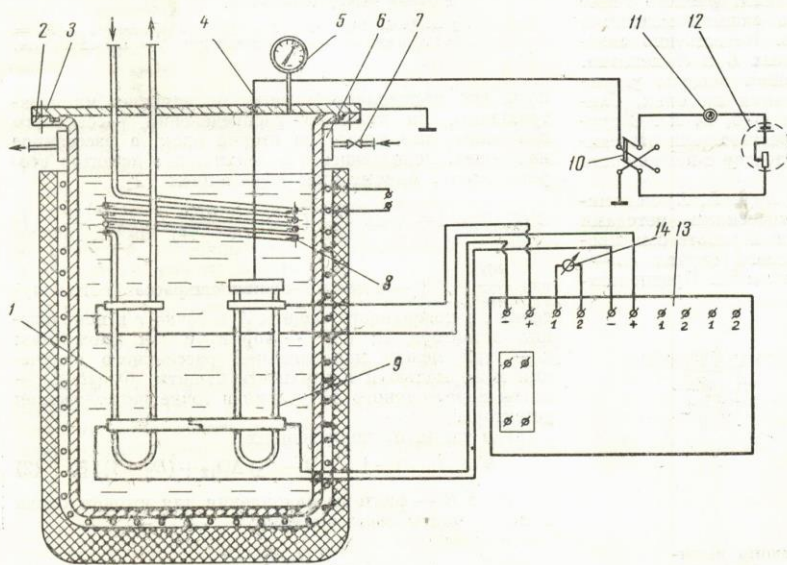


Рис. 1. Схема индикатора примесей:

1 — проточная трубка ($l = 400$ мм, $d = 9$ мм, толщина стенки 0,4 мм); 2 — корпус термостата; 3 — крышка термостата; 4 — токоподвод; 5 — манометр; 6 — конденсатор; 7 — водный вентиль; 8 — теплообменник; 9 — эталонная трубка; 10 — двухполюсный переключатель; 11 — амперметр; 12 — источник постоянного тока; 13 — двойной мост сопротивлений; 14 — нуль-гальванометр.