

Таблица 2

Зависимость n и t от v для метода работы [2] с использованием ускорения [3]

v	n	t
5	21	13 мин 10 с
4	21	10 мин 44 с
3	21	9 мин 35 с
2	21	8 мин 22 с
1	27	8 мин 46 с

В настоящей работе описан простой прием для уменьшения времени счета большого теплового реактора. Замечено, что для такого реактора быстро (практически сразу же после первой итерации) устанавливается искомое соотношение $K_{ik}^{(n)}$ между плотностью потоков нейтронов в быстрой $\Phi_{b,ik}^{(n)}$ и тепловой $\Phi_{t,ik}^{(n)}$ группах (коэффициент «жесткости спектра»);

$$K_{ik}^{(n)} = \Phi_{t,ik}^{(n)} / \Phi_{b,ik}^{(n)} \quad (5)$$

При дальнейших итерациях это соотношение уточняется незначительно. Поэтому выбранная по результатам расчета (см. табл. 2) оптимальная итерационная схема с двумя внутренними итерациями была заменена модифицированной итерационной схемой с использованием только одной внутренней итерации по формулам (2) на каждой внешней итерации. При этом схема решения имеет следующий вид. На первой внешней итерации по формулам (2) вычисляются $\Phi_{b,ik}^{(1)}$ и $\Phi_{t,ik}^{(1)}$, а также коэффициент «жесткости спектра» $K_{ik}^{(1)}$. На второй и последующих внешних итерациях по формулам (2) определяли $\Phi_{b,ik}^{(n)}$ с использованием одной внутренней итерации, а затем по полученным значениям $\Phi_{b,ik}^{(n)}$ и коэффициенту «жесткости спектра» $K_{ik}^{(n-1)}$ на предыдущей внешней итерации находили «ускоренное» значение $\Phi_{t,ik}^{(n)}$ из соотношения $\Phi_{t,ik}^{(n)} = \Phi_{b,ik}^{(n)} K_{ik}^{(n-1)}$. Затем проводили одну внутреннюю итерацию для определения $\Phi_{t,ik}^{(n)}$, причем вместо $\Phi_{t,ik}^{(v-1)}$ в формулах (2) использовали $\Phi_{t,ik}^{(n)}$. По этим зна-

чениям $\Phi_{b,ik}^{(n)}$ и $\Phi_{t,ik}^{(n)}$ вычисляли коэффициент «жесткости спектра» на n -внешней итерации $K_{ik}^{(n)}$ и источник нейтронов F_{ik} для следующей итерации.

Такая модифицированная схема позволила сократить время счета на ЭВМ ЕС-1033 одного варианта до 6,5 мин. Следует отметить, что эта схема всегда устойчива.

Все описанные модификации блока решения конечно-разностного уравнения (1) реализованы при составлении новой версии программы БОКР для ЭВМ серии ЕС, получившей название БОКР-БИС. Распределение плотности потоков нейтронов по высоте реактора, глубина погружения регулирующих стержней и зависимость сечений ячеек от мощности и энерговыработки канала учитываются так, как и в программе БОКР-COVZ. По БОКР-БИС рассчитано большое число состояний РБМК. Доказана полная адекватность результатов расчетов по БОКР-COVZ и БОКР-БИС. Поэтому БОКР-БИС можно считать быстродействующей версией программы БОКР-COVZ для ЭВМ серии ЕС. Типичное время счета одного варианта по БОКР-БИС составляет 6—7 мин на ЭВМ ЕС-1033 (10—12 мин на ЕС-1022, около 2 мин на ЕС-1040). Программа написана на языке ФОРТРАН IV и может работать с операционными системами ДОС ЕС и ОС ЕС. Программа занимает 300 кбайт оперативной памяти ЭВМ. При использовании ЭВМ с оперативной памятью 256 кбайт программа представляется в виде трех последовательно вызываемых фаз. Программа максимально приспособлена для работы с автоматической системой централизованного контроля «Скала» [4], разработанной для РБМК. Основная информация, необходимая для расчета, вводится с перфокарты, получаемой из системы «Скала». Есть также возможность вводить информацию с перфокарт с помощью бесформатного ввода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борщев В. П., Жирнов А. Д., Сироткин А. П. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика и техника ядерных реакторов, 1979, вып. 3 (7), с. 28.
2. Булеев Н. И., Гинкин В. П. Препринт ФЭИ-737. Обнинск, 1977.
3. Лебедев В. И. — Журн. вычисл. мат. и мат. физ., 1977, т. 17, вып. 1, с. 100.
4. Доллежалъ Н. А., Емельянов И. Я. Канальный ядерный энергетический реактор. М., Атомиздат, 1980.

Поступило в Редакцию 15.07.80

УДК 621.3.029.78.08

Аттестация дозиметрических приборов типа ДРГЗ-01 в полях импульсного рентгеновского излучения микросекундной и наносекундной длительностей

ФОМИНЫХ В. И., ВЛЛЕВАЛЬДЕ Н. Д., ОБОРИН А. В.

В связи с широким применением источников импульсного рентгеновского излучения для дефектоскопии, рентгенографии, исследований быстротекущих процессов, а также при радиационных испытаниях и различных физических исследованиях возникает необходимость в оценке радиационной обстановки.

Промышленностью серийно выпускаются дозиметры типа ДРГЗ-01 для измерения средней мощности экспозиционной дозы непрерывного и импульсного рентгеновского и γ -излучений. Согласно паспортным данным, эти приборы обеспечивают измерение средней мощности экспозицион-

ной дозы импульсных рентгеновского и γ -излучений частотой более 1 Гц и длительностью импульсов не менее 0,5 мкс. Диапазон измеряемой эффективной энергии квантов излучения от 2,4 до 200 фДж (15—1250 кэВ). Максимальная мощность экспозиционной дозы в импульсе не более $5,16 \cdot 10^{-3}$ А/кг (20 Р/с). Указанные приборы градуируются в соответствии с ГОСТ 8.313—78 на γ -излучение ^{60}Co .

Цель настоящей работы — градуировка приборов ДРГЗ-01 в более широких пределах изменения частоты следований и длительности импульсов излучений.

Было проверено пять приборов с режимами работы источников излучения, приведенными в табл. 1. В качестве источника излучения применяли импульсную рентгеновскую установку с регулируемыми параметрами при энергии фотонов 10—150 кэВ, длительности импульсов $1 \cdot 10^{-7}$ — 10^{-5} с, частоты повторения 1— 10^4 Гц [1] и импульсные рентгеновские аппараты типа РИНА-1Д и МИРА-2Д.

Длительность импульсов излучения измеряли с помощью детектора, состоящего из ФЭК-11 и сцинтиллятора на основе полистирола с добавками *p*-терфенила и «ророра» и осциллографов типа С1-65 и С8-2.

Частота следования импульсов излучения задавалась опорным генератором электронно-счетного частотомера 43-30. Эффективная энергия излучения определялась напряжением анодного питания рентгеновской импульсной трубки и дополнительной фильтрацией; для непрерывного излучения при 100 кВ и фильтре из меди толщиной 0,5 мм она составляла 47 и 58 кэВ. Жесткая фильтрация была вызвана необходимостью уменьшения мощности экспозиционной дозы импульсного излучения до значений, позволяющих измерять ее в прямом пучке излучения приборов ДРГЗ-01 (максимальная шкала по мощности экспозиционной дозы 100 мкР/с).

Детектор устанавливали на расстоянии 300 см от фокуса рентгеновской трубки. Одновременно излучение контролировали с помощью «камеры-свидетеля», расположенной в прямом пучке поля импульсного рентгеновского излучения за диафрагмой, коллимирующей пучок. Заряд камеры-свидетеля измеряли дозиметром ДРГ2-01, к выходу которого для повышения точности отсчета был подключен цифровой прибор типа Ф-30К.

Для пяти приборов вычисляли отношение показаний ДРГЗ-01 к показаниям камеры-свидетеля при импульсном и непрерывном режимах работы рентгеновской установки. Отношение для непрерывного режима принимали за 1 и к нему приводили вычисленные отношения в импульсных режимах. Результаты измерений приведены во второй — шестой графах табл. 1, в седьмой графе даны средние значения отношений для пяти приборов. В восьмой графе приведены отношения показаний установки «Фотон-2» к показаниям камеры-свидетеля в импульсных режимах, нормированные к аналогичному отношению, полученному для измерений при непрерывном излучении.

Установка «Фотон-2» [2] предназначена для измерения флюенса фотонов и переноса энергии импульсного рентгеновского излучения при длительности импульсов излуче-

Таблица 2

Показания приборов ДРГЗ-01 и ТЛД, мкР/с*

Источник	Номер прибора					Среднее значение	Отношение показаний ТЛД и ДРГЗ-01
	349	561	105	206	145		
МИРА-2Д, $\tau = 18$ нс	80** 236	80 28	84 206	88 213	86 —	84 216	2,6
РИНА-1Д, $\tau = 20$ нс	44 93	38 92	38 82	42 91	44 —	41 90	2,2

* Показания приборов ДРГЗ-01 приведены в мкР/с в соответствии с градуировкой шкал.

** В числителе — показания ДРГЗ-01, в знаменателе — показания ТЛД.

ния от 10^{-8} до 10^{-5} с и частоте повторения от однократных импульсов до 10 кГц.

Установлено, что в пределах погрешностей измерений дозиметра ДРГЗ-01 эти отношения постоянны для всех приборов и равны аналогичным отношениям, полученным с помощью детектора системы «Фотон-2», что свидетельствует о правильности показаний ДРГЗ-01 в импульсном режиме для предельных значений длительности и частоты повторений импульсов излучений. Аттестация приборов типа ДРГЗ-01 при импульсном излучении проведена впервые.

С помощью ДРГЗ-01 измеряли среднюю мощность экспозиционной дозы в полях рентгеновского излучения, создаваемого аппаратами МИРА-2Д и РИНА-1Д [3], длительность импульсов излучения которых составляла соответственно 18 и 20 нс, частота следования 11,8 и 11 Гц. Эффективная энергия спектра излучения 52,5 и 59 кэВ.

Среднюю мощность дозы излучения определяли также с помощью термолуминесцентных детекторов (ТЛД) на основе LiF. Эти значения приводили к расстоянию 300 см, на котором измеряли среднюю мощность дозы с помощью ДРГЗ-01. Результаты измерений представлены во второй — шестой графах табл. 2, в седьмой графе даны средние показания для пяти приборов, в восьмой — отношение показаний ТЛД и приборов ДРГЗ-01.

Данные измерений позволяют сделать вывод о том, что ввиду отсутствия серийно выпускаемых средств измерений средней мощности экспозиционных доз импульсного излучения при длительности импульсов менее $5 \cdot 10^{-7}$ с для оценки радиационной обстановки при использовании импульсных рентгеновских аппаратов типа РИНА-1Д, МИРА-2Д и им подобных можно использовать дозиметрические приборы ДРГЗ-01. Для исследованных условий показания этих приборов должны быть увеличены в среднем в 2,4 раза. Погрешность измерений МЭД оценивается в $\pm 30\%$. Для уменьшения погрешности измерений коэффициент может быть уточнен в каждом конкретном случае при аттестации установки с помощью образцовых термолуминесцентных детекторов или других аналогичных измерительных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виллеваальде Н. Д., Фоминых В. И., Оборин А. В. — Мед. реф. журн., 1979, № 8, с. 1301.
2. Виллеваальде Н. Д., Уряев И. А. — Метрология, 1974, вып. 5, с. 36.
3. Комяк Н. И., Пелике Е. А. — Дефектоскопия, 1972, № 4, с. 107.

Поступило в Редакцию 21.07.80

Таблица 1

Отношение показаний ДРГЗ-01 и «Фотон-2» к показаниям камеры-свидетеля для импульсных режимов работы рентгеновской установки, нормированных к соответствующим отношениям, полученным при измерениях в непрерывном режиме, отн. ед.

Режим 100 кВ, 0,5 мм Cu	Номер ДРГЗ-01					Среднее значение для 5 приборов	Отношение показаний «Фотон-2» к показаниям камеры-свидетеля
	349	561	105	206	145		
$f = 1$ Гц $\tau = 1$ мкс	0,72	0,60	0,72	0,71	0,70	0,69	0,67
$f = 1$ Гц $\tau = 0,5$ мкс	0,70	0,64	0,75	0,71	0,61	0,68	0,61
$f = 10$ Гц $\tau = 1$ мкс	0,71	0,66	0,71	0,64	0,67	0,68	0,70