

УДК 519.6 + 621.039 (075.8)
ББК 31.46
О-52

Рецензенты: *В.В. Перевезенцев, Н.Л. Чичулин, М.А. Увакин*

Окунев В.С.

О-52 Нейтронно-физический расчет решетки ядерного реактора на основе газокинетической теории переноса : учеб. пособие / В.С. Окунев, И.С. Лисицин; под ред. В.И. Солониной. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 145, [3] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-3333-9

Рассмотрены основные уравнения газокинетической теории переноса нейтронов и методы их решения, положенные в основу математических моделей компьютерных программ нейтронно-физического расчета решетки реактора, а также некоторые особенности расчета решетки. Дано описание программы WIMS нейтронно-физического расчета решетки реактора, приведены примеры задания исходных данных.

Для студентов старших курсов, обучающихся по специальности «Ядерные реакторы и энергетические установки» и выполняющих курсовые, дипломные проекты и НИРС. Может быть полезно аспирантам и специалистам, занимающимся нейтронно-физическим расчетом реакторных установок и контейнеров для транспортировки ядерного топлива.

УДК 519.6 + 621.039 (075.8)
ББК 31.46

ISBN 978-5-7038-3333-9

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Требования к проведению физического расчета	6
1.1. Основные приближения	6
1.2. Нормативная документация	7
1.3. Объем и детальность	8
1.3.1. Категории физического расчета	8
1.3.2. Проектный расчет на стадии эскизного проектирования....	8
1.3.3. Проектный расчет на стадии технического проектиро- вания	10
1.3.4. Эксплуатационный расчет для обоснования перегрузки топлива в реакторе.....	12
1.3.5. Оперативный эксплуатационный расчет	13
1.4. Точность расчетов	15
1.5. Требования к оформлению расчетов	16
2. Основные положения теории диффузии	17
2.1. Диффузия нейтронов	17
2.2. Диффузионное приближение	19
3. Соотношения газокинетической теории переноса нейтронов.....	21
3.1. Газокинетическое уравнение Больцмана. Три основные модели теории переноса	21
3.2. Решение нестационарных задач.....	25
3.2.1. Приближение точечной кинетики	25
3.2.2. Реактивность	26
3.3. Интегральное уравнение переноса нейтронов (уравнение Пайерлса)	27
3.3.1. Общий случай	27
3.3.2. Стационарное уравнение Пайерлса для моноэнергети- ческих нейтронов.....	30
3.4. Область применения газокинетического уравнения переноса нейтронов	33
4. Бесконечная решетка реактора.....	35
4.1. Иерархические уровни нейтронно-физического расчета	35
4.2. Преимущества гетерогенных систем.....	35

4.3. Типы решеток	38
4.4. Особенности расчета ячейки	39
4.4.1. Ограничения диффузионного приближения	39
4.4.2. Выбор программ расчета ячейки	40
4.4.3. Приближение Вигнера — Зейтца	42
4.4.4. Метод эффективной гомогенизации	43
4.4.5. Блок-эффект. Эффект экранирования	44
4.4.6. Эффект резонансного самоэкранирования	46
4.4.7. Эффект затенения	47
4.4.8. Особенности реактора на быстрых нейтронах	48
5. Метод вероятностей первых столкновений	50
5.1. Общие положения	50
5.2. Уравнения метода	51
5.3. Использование метода вероятностей первых столкновений для расчета бесконечных решеток	53
5.3.1. Соотношения взаимности	53
5.3.2. Разреженные решетки	55
5.3.3. Тесные решетки	58
5.3.4. Сложные решетки (каналы)	60
6. Метод дискретных ординат	63
6.1. Разновидности S_N -метода	63
6.2. Особенность метода дискретных ординат	65
6.3. Схема метода дискретных ординат	66
6.4. Метод дискретных ординат в плоской геометрии	69
6.5. Метод дискретных ординат в криволинейной геометрии	70
6.6. Метод дискретных ординат в произвольной геометрии	71
6.7. Метод дискретных ординат применительно к многогруппо- вому приближению	73
7. Описание программы WIMS	74
7.1. Общие сведения	74
7.2. Константное обеспечение	77
7.3. Организация ввода-вывода информации. Структура файла исходных данных	81
7.3.1. Файл исходных данных программы WIMS-D/4	81
7.3.2. Файл исходных данных программы WIMS-D5	83
7.4. Запуск программы. Файлы результатов	83
7.5. Примеры файлов исходных данных	85
7.5.1. Расчет бесконечной решетки твэлов реактора ВВЭР-1000	85

7.5.2. Расчет температурных и плотностных эффектов реак-	
тивности. Замещение материала. Расчет групповых	
макроконстант.....	89
7.5.3. Расчет полиячейки.....	92
7.5.4. Расчет топливных каналов реактора РБМК-1000.....	93
7.5.5. Расчет решетки ТВС реактора ВВЭР-1000.....	101
Заключение.....	117
Литература.....	118
Приложения.....	120
П1. Деление шкалы кинетической энергии нейтрона на энергети-	
ческие группы в программе WIMS.....	120
П2. Идентификаторы нуклидов в программе WIMS-D/4.....	126
П3. Основные операторы программы WIMS-D/4.....	132
П4. Нуклиды библиотеки констант программы WIMS-5B.....	141