

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список обозначений	7
--------------------------	---

Глава 1

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ	8
------------------------------	----------

1.1. Атомистическая теория строения вещества	8
--	---

1.1.1. Атомистическая теория в химии	8
--	---

1.1.2. Атомная масса	9
----------------------------	---

1.1.3. Число Авогадро	10
-----------------------------	----

1.1.4. Атом Томсона	11
---------------------------	----

1.2. Ядерная структура атома	11
------------------------------------	----

1.2.1. Альфа-частицы	11
----------------------------	----

1.2.2. Атом Резерфорда—Бора	13
-----------------------------------	----

1.2.3. Протон-электронная модель ядра	14
---	----

1.2.4. Протон-нейтронная модель	15
---------------------------------------	----

1.2.5. Состав ядра	15
--------------------------	----

1.3. Масса ядра и энергия связи	17
---------------------------------------	----

1.3.1. Массы ядер	17
-------------------------	----

1.3.2. Энергия связи	18
----------------------------	----

1.3.3. Структура стабильных ядер	20
--	----

1.3.4. Устойчивость изобаров	22
------------------------------------	----

1.3.5. Оболочечная структура ядер	24
---	----

1.3.6. Возбужденные состояния ядер	25
--	----

1.4. Явление радиоактивности и ядерные реакции	28
--	----

1.4.1. Радиоактивность ядер	28
-----------------------------------	----

1.4.2. Цепочки превращений	31
----------------------------------	----

1.4.3. Бета-распад	31
--------------------------	----

1.4.4. Альфа-распад	35
---------------------------	----

1.4.5. Ядерные реакции	40
------------------------------	----

1.5. Деление тяжелых ядер	50
1.5.1. Принципиальная возможность деления тяжелых ядер	50
1.5.2. Делимые и делящиеся нуклиды	51
1.5.3. Механизм деления	53
1.6. Взаимодействие нейтронов с веществом	58
1.6.1. Качественная картина взаимодействия	58
1.6.2. Формула Брейта—Вигнера	62
1.6.3. Энергетические области	65
<i>Контрольные вопросы</i>	73
<i>Литература</i>	74

Глава 2

ОСНОВЫ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ	75
2.1. Цепной процесс размножения нейтронов	75
2.1.1. Замедление нейтронов	77
2.1.2. Основные компоненты ядерного реактора	82
2.1.3. Коэффициент размножения нейтронов	84
2.1.4. Понятие критической массы	87
2.1.5. Формула четырех сомножителей	88
2.1.6. Поток нейтронов и плотность столкновений	90
2.1.7. Групповой подход для энергетического распределения нейтронов	92
2.1.8. Баланс нейтронов в групповом приближении	93
2.1.9. Отражатель нейтронов	99
2.1.10. Гетерогенные структуры активной зоны	102
2.1.11. Изменение состава топлива при работе реактора на мощности	111
2.1.12. Коэффициент неравномерности энерговыделения	114
2.2. Физические особенности ядерных реакторов различных типов	116
2.2.1. Классификация ядерных реакторов	116
2.2.2. Легководные реакторы	118
2.2.3. Тяжеловодные реакторы	131
2.2.4. Графитовые реакторы	136
2.2.5. Газо-графитовые реакторы	142
2.2.6. Реакторы на быстрых нейтронах	148
2.3. Обеспечение безопасности ядерных реакторов	154
2.4. Современное состояние ядерной энергетики	157
<i>Контрольные вопросы</i>	160
<i>Литература</i>	161



Глава 3

ЯДЕРНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЦИКЛЫ	162
3.1. Делящиеся и воспроизводящие изотопы	162
3.2. Открытый и замкнутый ядерный топливный цикл	164
3.3. Уран-плутониевый и торий-урановый ядерные топливные циклы	166
3.4. Начальная стадия ЯТЦ	168
3.4.1. Мировые запасы урановых и ториевых руд	168
3.4.2. Добыча и гидрометаллургическая переработка урановых руд	173
3.4.3. Изотопное обогащение урана	179
3.4.4. Технологии изготовления твэлов и ТВС	201
3.5. Основная стадия ЯТЦ. Технологии использования топлива на АЭС	208
3.5.1. Цели топливных перегрузок	208
3.5.2. Стратегии топливных перегрузок	209
3.5.3. Технологии проведения перегрузочных работ	213
3.6. Транспортировка облученного ядерного топлива	216
3.7. Заключительная стадия ЯТЦ	218
3.7.1. Технологии переработки облученного ядерного топлива	218
3.7.1.1. Классификация технологий переработки ОЯТ	220
3.7.1.2. Водные экстракционные технологии. Основные стадии PUREX-технологии	220
3.7.1.3. Основные стадии SAFAR-технологии	227
3.7.1.4. Неводные технологии. Основные стадии пирохимической газотрифторидной технологии	228
3.7.1.5. Основные стадии пирометаллургической технологии	230
3.7.1.6. Основные стадии DUPIC-технологии	231
3.7.2. Технологии переработки радиоактивных отходов	233
3.7.2.1. Классификация РАО	234
3.7.2.2. Переработка высокоактивных отходов	235
3.7.2.3. Захоронение высокоактивных отходов	238
3.7.2.4. Переработка жидких средне-активных и низко-активных отходов	242
3.7.2.5. Переработка газообразных РАО	243
3.7.2.6. Переработка твердых РАО	245
Контрольные вопросы	247
Контрольные задачи	249
Литература	250

**Глава 4**

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ	251
4.1. Человек и радиация в современном мире	251
4.2. Нормативно-правовое регулирование безопасности при использовании атомной энергии в Российской Федерации	256
4.3. Роль ядерной энергетики в устойчивом развитии обществ	260
4.4. Воздействие предприятий ядерно-топливного цикла на окружающую среду	265
4.5. Обращение с радиоактивными отходами АЭС	275
4.6. Радиационные аварии	281
<i>Контрольные вопросы</i>	289
<i>Литература</i>	290
Словарь	291