

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Основные сокращения, используемые в книге.....	4
1. ЯДЕРНАЯ ИНДУСТРИЯ И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА.....	5
2. ИСТОРИЯ РАДИОХИМИИ И РАДИОХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	11
2.1 Радиохимия.....	11
2.2 Производство радия	15
2.3 Становление атомной индустрии	18
2.3.1 Манхэттенский проект США.....	19
2.3.2 Создание атомной промышленности в СССР.....	22
2.4 Радиохимическая промышленность	30
2.5 Разделение изотопов урана	34
3. РАДИОАКТИВНОСТЬ И РАДИАЦИЯ.....	37
3.1 Явление радиоактивности.....	37
3.2 Виды радиоактивного распада.....	39
3.3 Ионизирующие излучения.....	43
4. ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ	50
4.1 Классификация ядерных реакций	50
4.2 Законы сохранения в ядерных реакциях.....	50
4.3 Кинетика ядерной реакции	51
4.4 Ядерные реакции с участием нейтронов	55
4.5 Ядерные реакции под действием нейтрино	57
4.6 Ядерные реакции с участием заряженных частиц	58
4.7 Деление ядер	60
4.7.1 Спонтанное деление ядер.....	60
4.7.2 Вынужденное деление ядер.....	64
4.7.3 Деление изотопов урана и плутония	69
4.8 Цепная реакция деления	74
5. ФИЗИКА ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА.....	80
5.1 Нейтроны в атомном реакторе	80
5.1.1 Замедление нейтронов.....	80
5.1.2 Диффузия и альbedo нейтронов.....	84
5.1.3 Генерация, захват и рассеяние нейтронов	85
5.1.4 Размножение нейтронов и критичность реактора.....	88
5.1.5 Реактивность реактора.....	89
5.2 Устройство и работа атомного реактора	92
6. ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ	98
6.1 Типы атомных реакторов	99
6.2 Реакторы на тепловых нейтронах.....	101
6.3 Реакторы на быстрых нейтронах	107
6.4 Поколения ядерных реакторов	111
6.5 Электроядерные реакторы	115
6.6 Ядерные реакторы на космических аппаратах	118
7. РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ.....	120
7.1 Уран.....	120
7.1.1 Изотопы урана и их ядерно-физические характеристики	120
7.1.2 Уран в земной коре	128
7.1.3 Физические и химические свойства урана	129

7.1.4	Определение урана	138
7.1.5	Физиологические характеристики урана	139
7.2	Нептуний	140
7.2.1	Изотопы нептуния и их ядерно-физические характеристики	140
7.2.2	Физические и химические свойства нептуния	142
7.2.3	Определение нептуния	146
7.2.4	Физиологические характеристики нептуния	148
7.3	Плутоний	149
7.3.1	Изотопы плутония	150
7.3.2	Физические и химические свойства плутония	155
7.3.3	Определение плутония	161
7.3.4	Токсичность плутония	162
8.	ЯДЕРНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЦИКЛЫ	164
8.1	Уран-плутониевый топливный цикл	164
8.2	Торий-урановый цикл	168
9.	ГОРНО-РУДНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ УРАНА	172
9.1	Урановые руды, рудники и запасы урана	172
9.2	Добыча урановой руды	178
9.2.1	Шахты	179
9.2.2	Карьеры	180
9.2.3	Выщелачивание при добыче урановой руды	180
9.2.4	Кучное выщелачивание	183
9.2.5	Хвостохранилища урановых рудных отходов	184
10.	ПЕРЕРАБОТКА УРАНОВОЙ РУДЫ	186
10.1	Концентрирование урановой руды	186
10.2	Высокотемпературная обработка урановых руд	188
10.3	Выщелачивание урановых руд	188
10.4	Выделение урана из растворов	192
10.5	Аффинажное производство	194
10.6	Производство соединений урана	196
10.6.1	Оксиды урана	196
10.6.2	Производство фторидов урана	198
11.	ИЗОТОПНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ УРАНА	200
11.1	Виды обогащённого урана	200
11.2	Промышленное обогащение урана	200
12.	МЕТАЛЛУРГИЯ УРАНА	207
13.	ПРОИЗВОДСТВО ОРУЖЕЙНОГО ПЛУТОНИЯ	212
13.1	Промышленные реакторы	212
13.2	Наработка плутония	216
13.3	Радиохимическое производство	222
13.5	Металлургия плутония	226
14.	ТОПЛИВО ДЛЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ	229
14.1	Ядерное горючее	229
14.1.1	Урановое ядерное горючее	230
14.1.2	Плутониевое и уран-плутониевое ядерное топливо	237
14.1.3	Альтернативные виды топлива	239
14.2	Тепловыделяющие элементы и сборки	241
15.	РЕАКТОРНАЯ СТАДИЯ ЯДЕРНОГО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА	246
15.1	Управление атомным реактором	246

15.2 Эффективность реактора.....	248
15.3 Процессы в ТВЭЛах работающего реактора	248
15.4 Замена топлива.....	250
16. ОБРАЩЕНИЕ С ОТРАБОТАННЫМ ТОПЛИВОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ.....	251
16.1 Отработавшее ядерное топливо.....	251
16.2 Временное хранение ОЯТ	251
16.3 Характеристика ОЯТ.....	254
16.4 Элементный и изотопный состав ОЯТ	255
16.5 Транспортировка свежего топлива и ОЯТ	259
16.6 Хранилища ОЯТ при радиохимических заводах	262
16.7 Сухое хранилище ОЯТ	263
17. РАДИОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОЯТ	264
17.1 Регенерация ядерного топлива	264
17.2 Особенности переработки ОЯТ.....	266
17.3 Подготовка ОЯТ к экстракции.....	267
17.4 Растворение ОЯТ	269
17.5 Выделение урана, плутония и непутия из ОЯТ методами жидкостной экстракции.....	272
17.5.1 Метод жидкостной экстракции.....	272
17.5.2 Пурекс-процесс.....	275
17.5.3 Процесс суперпурекс.....	283
17.6 Пирометаллургические методы переработки ОЯТ.....	284
17.7 Электрохимические методы переработки ОЯТ	285
18. ПЕРЕРАБОТКА РАФИНАТА ПУРЕКС-ПРОЦЕССА	286
18.1 Жидкостная экстракция	287
18.2 Сухие методы переработки радиоактивных отходов.....	292
18.3 Электрометаллургический репроцессинг.....	293
19. УПРАВЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ	295
19.1 Отходы ЯТЦ.....	295
19.2 Обращение с РАО АЭС.....	298
19.3 Переработка отходов на радиохимических заводах	299
19.4 Кондиционирование отходов	302
19.4.1 Остекловывание отходов	302
19.4.2 Ядерная керамика	304
19.4.3 Битумирование отходов	305
19.4.4 Цементирование отходов.....	306
19.5 Хранение и захоронение отходов.....	307
19.5.1 Захоронение отходов низкого уровня активности	309
19.5.2 Подземное захоронение жидких РАО	310
19.4.3 Захоронение отходов высокого уровня активности	311
19.5. 4 Альтернативные методы управления РАО.....	313
20. ТРАНСМУТАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ	315
20.1 Трансмутация плутония и малых актинидов	318
20.2 Трансмутация РАО	321
21. ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА	326
21.1 Проблема урана	326
21.2 Проблема плутония	335
22. РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЯТЦ	342

23. РАДИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА.....	350
24. СИНТЕЗ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ.....	360
24.1 Производство стабильных изотопов	360
24.2 Получение изотопов в ядерных реакторах	364
24.3 Получение изотопов на ускорителях	366
24.4 Лабораторные изотопные генераторы	368
25. РАДИОНУКЛИДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И СВЕТА	370
25.1 Источники радиации.....	370
25.2 Источники тепла и электроэнергии.....	373
25.3 Источники света	375
26. ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ.....	376
26.1. Виды ядерного оружия	376
26.2 Урановая атомная бомба	377
26.3 Плутониевая атомная бомба.....	378
26.4 Термоядерное оружие.....	383
26.5 Нейтронное оружие	386
26.6 Пучковое оружие.....	387
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	389
Рекомендованная литература	395
Оглавление	396