

Фолькер Куашнинг

# **Системы возобновляемых источников энергии**

Технология – Расчеты – Моделирование

*Учебник*

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
**АНАБИТ**

Астана-2013

# С

## Содержание

1. Энергия и защита климата	Г.Г.
1.1. Понятие «энергия»	11
1.2. Потребление электроэнергии	16
1.2.1. Мировое потребление электроэнергии	16
1.2.2. Потребление электроэнергии в Германии	18
1.3. Объем запасов традиционных энергоносителей	21
1.4. Парниковый эффект	22
1.5. Атомная энергия и парниковый эффект	27
1.5.1. Ядерное деление	27
1.5.2. Ядерный синтез	30
1.6. Использование возобновляемых источников энергии	31
1.6.1. Геотермальная энергия	33
1.6.2. Энергия планет	33
1.6.3. Энергия Солнца	33
1.6.3.1. Использование прямой солнечной энергии	34
1.6.3.2. Использование косвенной солнечной энергии	37
1.7. Будущее потребление энергии и защита климата	41
1.7.1. Развитие глобального спроса на энергию	41
1.7.2. Международная защита климата	43
1.7.3. Защита климата в Германии	45
<b>2. Солнечное излучение</b>	<b>48</b>
2.1. Введение	48
2.2. Солнце как ядерный реактор	49
2.3. Солнечное излучение на поверхности Земли	53
2.4. Интенсивность излучения на горизонтальной поверхности	59
2.5. Высота Солнца и угол падения	61
2.6. Интенсивность излучения на наклонной поверхности	65
2.6.1. Прямое излучение на наклонной поверхности	66
2.6.2. Диффузное излучение на наклонной поверхности	67
2.6.3. Отражение от поверхности Земли	68
2.6.4. Увеличение интенсивности излучения за счет наклона или ориентации на Солнце	69
2.7. Расчет потерь от затенения	72
2.7.1. Анализ окружающей зоны	73
2.7.2. Определение коэффициента прямого затенения	74

5.7.2. Свинцово-кислотные аккумуляторы	216
5.7.3. Другие аккумуляторы	221
5.7.4. Аккумуляторные системы	223
5.7.5. Другие возможности аккумуляирования	226
5.8. Инверторы переменного тока	227
5.8.1. Инверторная технология	227
5.8.1.1. Инверторы с прямоугольным импульсом	229
5.8.1.2. Другие преобразователи переменного тока	232
5.8.2. Инверторы в фотовольтаике	233
5.9. Новые фотовольтаические системы	237
5.10. Планирование и определение параметров	239
5.10.1. Автономные системы	239
5.10.2. Подключенные к сети системы	241
б. Энергия ветра	245
6.1. Введение	245
6.2. Природные ресурсы энергии ветра	246
6.2.1. Возникновение ветра	246
6.2.2. Характеристика силы ветра	247
6.2.3. Распределение ветра по скорости	248
6.2.4. Влияние окружающей среды и высоты	250
6.3. Использование энергии ветра	253
6.3.1. Мощность ветрового потока	253
6.3.2. Роторы сопротивления	255
6.3.3. Рабочее колесо (на принципе подъемной силы)	257
6.4. Модели ветроэнергетических установок	261
6.4.1. Ветроэнергетические установки с вертикальной осью вращения	262
6.4.2. Ветроэнергетические установки с горизонтальной осью вращения	263
6.4.2.1. Конструкция установок	263
6.4.2.2. Лопастей ротора	264
6.4.2.3. Диапазон скорости ветра	266
6.4.2.4. Ограничение мощности и штормовое отключение	267
6.4.2.5. Ориентация по ветру	269
6.4.2.6. Башня, фундамент, редуктор и генератор	270
6.4.2.7. Оффшорные ветроэнергетические установки	271
6.5. Электрические машины	272
6.5.1. Электрические расчеты переменного тока	273
6.5.2. Вращающееся поле	276
6.5.3. Синхронные машины	280
6.5.3.1. Конструкция	280
6.5.3.2. Электрические параметры	281
6.5.3.3. Синхронизация	284
6.5.4. Асинхронные машины	285
6.5.4.1. Конструкция и режимы работы	285
6.5.4.2. Эквивалентные схемы и векторные диаграммы токов	286
6.5.4.3. Баланс мощности	289
6.5.4.4. Механическая характеристика оборотов- вращающего момента и типичные данные генератора	290
6.6. Электрические концепции установок	292

6.6.1. Асинхронный генератор с прямым соединением	292
6.6.2. Синхронный генератор с прямым соединением	295
6.6.3. Синхронный генератор с инвертором и промежуточным контуром	296
6.6.4. Асинхронный генератор с регулируемым числом оборотов	298
6.6.5. Установки с изолированной нейтралью	299
6.7. Сетевой режим	300
6.7.1. Энергия установок	300
6.7.2. Присоединение к сети	300
<b>7. Энергия воды</b>	<b>303</b>
7.1. Введение	303
7.2. Природные ресурсы энергии воды	304
7.3. Гидроэлектростанции	308
7.3.1. Гидроэлектростанции на незарегулированном стоке	308
7.3.2. Гидроаккумулирующие электростанции	310
7.3.3. Насосные гидроаккумулирующие электростанции	311
7.4. Гидротурбины	314
7.4.1. Виды турбин	314
7.4.1.1. Турбина Каплана и горизонтальная осевая турбина	315
7.4.1.2. Турбина Осбергера	316
7.4.1.3. Турбина Френсиса	317
7.4.1.4. Турбина Пелтона	317
7.4.2. Коэффициент полезного действия турбины	318
7.5. Прочие технические установки для использования энергии воды	320
7.5.1. Приливные электростанции	320
7.5.2. Электростанции на морских течениях	321
7.5.3. Волновые электростанции	322
<b>8. Геотермия</b>	<b>324</b>
8.1. Возникновение геотермии	324
8.2. Геотермальные теплоэлектроцентрали	328
8.3. Геотермальное производство электроэнергии	329
8.3.1. Принцип работы термальной электростанции	329
8.3.2. Геотермальные электростанции	332
8.4. Тепловые насосы	333
8.4.1. Компрессионные тепловые насосы	334
8.4.2. Абсорбционные тепловые насосы	336
8.4.3. Адсорбционные тепловые насосы	337
8.4.4. Область применения, проектирование и расчет прибыли	338
<b>9. Использование биомассы</b>	<b>342</b>
9.1. Возникновение биомассы	342
9.1.1. Твердые биоэнергонаосители	345
9.1.2. Жидкие биоэнергонаосители	348
9.1.2.1. Растительное масло	349
9.1.2.2. Биодизель	349
9.1.2.3. Биоспирт	350
9.1.2.4. Синтетическое топливо (БТЛ)	351
9.1.3. Газообразные носители биоэнергии	352
9.1.4. Производительность выработки и баланс по окружающей среде	354

9.2. Установки по переработке биомассы	355
9.2.1. Отопление с использованием биомассы	355
9.2.2. Электростанции на биомассе	357
<b>10. Производство водорода, топливные элементы и метанизация</b>	<b>359</b>
10.1. Производство и хранение водорода	359
10.2. Топливные элементы	362
10.2.1. Введение	362
10.2.2. Типы топливных элементов	363
10.2.3. Коэффициенты полезного действия и рабочие характеристики	366
10.3. Метанизация	368
<b>11. Расчеты рентабельности</b>	<b>370</b>
11.1. Введение	370
11.2. Себестоимость производства энергии	371
11.2.1. Расчет без прибыли на инвестированный капитал	371
11.2.1.1. <i>Солнечные тепловые</i> установки для подогрева питьевой воды....	372
11.2.1.2. Солнечные тепловые электростанции	373
11.2.1.3. Фотовольтаические установки	374
11.2.1.4. Ветровые установки	375
11.2.1.5. Гидроэлектростанции	376
11.2.1.6. Геотермальные установки	376
11.2.1.7. Отопление на древесных гранулах	378
11.2.2. Расчеты с прибылью на инвестированный капитал	379
11.2.2.1. Солнечные тепловые установки для подогрева питьевой воды....	382
11.2.2.2. Солнечные тепловые электростанции	382
11.2.2.3. Фотовольтаические установки	383
11.2.2.4. Ветровые установки	383
11.2.3. Компенсация за возобновляемые энергетические установки	383
11.2.4. Будущее развитие расходов на возобновляемые источники энергии	384
11.2.5. Издержки традиционных энергетических систем	386
11.3. Внешние расходы энергопотребления	388
11.3.1. Субсидии на энергетическом рынке	388
11.3.2. Расходы на научные исследования и развитие	390
11.3.3. Расходы на ущерб окружающей среде и здоровью	391
11.3.4. Прочие внешние расходы	392
11.3.5. Интернализация внешних расходов	393
11.4. Критический анализ экономического расчета	394
11.4.1. Бесконечное приращение капитала	394
11.4.2. Ответственность капитала	396
<b>12. Моделирование и йVO диск к книге</b>	<b>397</b>
12.1. Общая информация о моделировании	397
12.2. ОУР диск к книге	398
12.2.1. Запуск и обзор	398
12.2.2. Иллюстрации	398
12.2.3. Программное обеспечение	399
12.2.4. Разное	400
<b>Список литературы</b>	<b>401</b>
<b>Предметный указатель</b>	<b>415</b>