

Г.Ф. БЫСТРИЦКИЙ, Г.Г. ГАСАНГАДЖИЕВ, В.С. КОЖИЧЕНКОВ

ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА (ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ)

Допущено УМО по образованию
в области энергетики и электротехники
в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям
140600 «Электротехника, электромеханика
и электротехнологии» и 140200 «Электроэнергетика»

Второе издание, стереотипное

КНОРУС • МОСКВА • 2014

KnorusMedia
электронные версии книг

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ	
Глава 1. Энергоресурсы и их использование	5
1.1. Общие сведения	5
1.2. Невозобновляемые источники энергии	7
1.2.1. Органические топлива (горючие)	7
1.2.2. Состав продуктов сгорания при сжигании органических топлив	18
1.2.3. Неорганические топлива (горючие)	21
1.2.4. Ядерная энергия и механизм тепловыделения	24
1.3. Возобновляемые источники энергии	27
1.3.1. Тепло недр Земли и толщи вод морей	27
1.3.2. Солнечная энергия	30
1.3.3. Энергия движения воздуха в атмосфере	30
1.3.4. Гидроэнергетические ресурсы	32
Контрольные вопросы	34
РАЗДЕЛ ВТОРОЙ. ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ	
Глава 2. Основные положения технической термодинамики	35
2.1. Основные понятия и определения	35
2.2. Внутренняя энергия, работа расширения. I закон термодинамики	37
2.3. Теплоемкость, энтальпия и энтропия. II закон термодинамики	42
2.4. Основные термодинамические процессы идеальных газов	48
2.5. Реальные газы, вода и водяной пар	53
2.6. Круговой процесс, цикл Карно	60
Контрольные вопросы	65
Глава 3. Основы теории теплообмена	67
3.1. Основные понятия и определения	67
3.2. Теплопроводность	69
3.2.1. Теплопроводность плоской стенки	71
3.2.2. Теплопроводность цилиндрической стенки трубы	72
3.3. Конвективный теплообмен	73
3.3.1. Теплоотдача при естественной конвекции (свободном движении теплоносителя)	76
3.3.2. Теплоотдача при вынужденном движении	78
3.3.3. Поперечное обтекание пучка труб	80
3.3.4. Теплоотдача при кипении жидкости	81
3.3.5. Теплоотдача при конденсации	84
3.4. Лучистый теплообмен	85
3.4.1. Основные определения	86
3.4.2. Основные законы лучистого теплообмена	88
3.4.3. Теплообмен излучением между твердыми телами	91
3.4.4. Влияние экранов на излучение	94
3.4.5. Излучение и поглощение в газах	95
3.5. Теплопередача (сложный теплообмен)	98
Контрольные вопросы	102
РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ	
Глава 4. Циклы основных тепловых электрических станций	103
4.1. Общие сведения и типы электростанций	103
4.2. Паротурбинные электрические станции (КЭС и ТЭЦ)	105
4.3. Цикл газотурбинной установки	118

4.4. Парогазовые установки	124
4.5. Атомные электрические станции (АЭС)	128
4.5.1. Общие положения	128
4.5.2. Циклы АЭС и их эффективность	134
4.5.3. Циклы паротурбинных АЭС	136
4.5.4. Газоохлаждаемые паротурбинные циклы АЭС	140
Контрольные вопросы	142
Глава 5. Гидроэлектрические станции	143
5.1. Общие положения	143
5.2. Энергия речного водотока	146
5.3. Схемы создания напора и основное оборудование ГЭС	150
5.3.1. Напоры гидроэлектрических станций	152
5.3.2. Гидротурбины	153
5.4. Энергия и мощность ГЭС.....	157
Контрольные вопросы	158
Глава 6. Ветроэнергетика и солнечная энергетика	159
6.1. Общие сведения о ветроэнергетике	159
6.2. Энергия воздушного потока и мощность ВЭУ	162
6.3. Солнечная энергетика	166
Контрольные вопросы	170
РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ	
Глава 7. Котельные установки ТЭС	171
7.1. Общие сведения	171
7.2. Назначение и классификация котлоагрегатов	174
7.3. Основные виды котельных агрегатов	178
7.3.1. Энергетические котельные агрегаты	178
7.3.2. Паровые котлы производственных котельных	182
7.3.3. Водогрейные котлы	187
7.4. Основные элементы котельного агрегата	190
7.4.1. Испарительные поверхности котла	190
7.4.2. Пароперегреватели	192
7.4.3. Водяные экономайзеры	194
7.4.4. Воздухоподогреватели	197
7.4.5. Тяго-дутьевые устройства котельного агрегата	200
7.5. Тепловой баланс котельного агрегата	204
7.5.1. Тепловой баланс парового котла	204
7.5.2. Тепловые потери парового котла	206
7.5.3. Коэффициент полезного действия и расход топлива	208
Контрольные вопросы	209
Глава 8. Паровые турбины ТЭС	210
8.1. Основные сведения	210
8.2. Преобразование энергии в соплах и на рабочих лопатках	212
8.2.1. Преобразование в соплах	212
8.2.2. Преобразование на рабочих лопатках	213
8.2.3. Работа и КПД ступени	219
8.3. Классификация и основные конструкции паровых турбин	221
8.4. Потери энергии и КПД турбины.....	228
8.4.1. Внутренние потери	228
8.4.2. Рабочий процесс паровой турбины в i,s - диаграмме	229
8.4.3. Внешние потери турбины	231
8.4.4. Мощности, КПД и расход пара	231
8.5. Конденсационные установки паровых турбин	234
Контрольные вопросы	243

Глава 9. Системы теплоснабжения	244
9.1. Классификация систем теплоснабжения	244
9.2. Тепловые системы источников тепла	247
9.3. Энергетическая эффективность теплофикации	254
9.4. Районные и промышленные отопительные котельные	258
9.5. Основное теплофикационное оборудование	261
9.6. Центральные тепловые пункты (ЦТП)	265
Контрольные вопросы	270
Глава 10. Нагнетательные машины электрических станций	271
10.1. Виды и классификация нагнетателей	271
10.2. Основные рабочие характеристики нагнетательных машин	276
10.3. Работа центробежного насоса в системе	282
10.3.1. Регулирование работы насоса	283
10.3.2. Совместная работа насосов на общую сеть	286
10.4. Основные энергетические насосы ТЭС	288
10.4.1. Питательные насосы	288
10.4.2. Конденсатные насосы	290
10.4.3. Сетевые насосы	294
10.5. Центробежные вентиляторы	296
10.5.1. Основные понятия и параметры	296
10.5.2. Характеристики. Регулирование подачи центробежных вентиляторов	300
10.5.3. Конструктивное выполнение вентиляторов	302
10.6. Поршневые компрессоры	305
10.6.1. Устройство и работа поршневого компрессора	305
10.6.2. Мощность и КПД компрессора	308
10.6.3. Характеристики и регулирование подачи	308
10.6.4. Многоступенчатые компрессоры	311
10.6.5. Мощность многоступенчатого компрессора	313
Контрольные вопросы	314
РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ. ОСНОВНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	
Глава 11. Электрические генераторы	315
11.1. Основные сведения	315
11.2. Типы турбо- и гидрогенераторов. Системы охлаждения	319
11.2.1. Турбогенераторы	321
11.2.2. Гидрогенераторы	325
11.3. Система возбуждения генераторов	329
11.4. Изоляции обмоток синхронных генераторов	331
Контрольные вопросы	332
Глава 12. Силовые трансформаторы	333
12.1. Типы трансформаторов и элементы их конструкции	333
12.2. Условное обозначение типа трансформатора	344
12.3. Регулирование напряжения трансформаторов	345
12.4. Группы соединений обмоток трансформатора	347
12.5. Характеристики и показатели трансформаторного масла	351
Контрольные вопросы	357
Глава 13. Воздушные и кабельные линии электропередачи (ЛЭП)	358
13.1. Общие сведения и определения	358
13.2. Основные характеристики и элементы воздушных линий электропередачи (ВЛ)	361
13.3. Провода и грозозащитные тросы ВЛ	365
13.4. Опоры ВЛ	369
13.5. Изоляторы и линейная арматура	374
13.6. Кабельные линии	380
13.7. Прокладка кабельных линий	388
Контрольные вопросы	402
Библиографический список	403