

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	13
SPIS PODSTAWOWYCH OZNACZEŃ	17
1. ZASOBY PALIW I ENERGII	21
1.1. Rodzaje i postacie energii	21
1.2. Zasoby paliw	22
1.2.1. Węgiel kamienny i brunatny	23
1.2.2. Gaz ziemny i ropa naftowa	24
1.2.3. Paliwa rozszczepialne	25
1.2.4. Paliwa energii syntezy	26
1.2.5. Zasoby energii rzek	27
1.2.6. Inne zasoby wód	27
1.2.7. Energia promieniowania elektromagnetycznego Słońca	28
1.2.8. Ogólna charakterystyka światowych i polskich zasobów biomasy energetycznej	31
1.2.9. Energia geotermalna	40
1.2.10. Energia wiatru	41
1.3. Struktura zużycia pierwotnych źródeł energii	42
1.4. Tempo wyczerpywania się zasobów	45
Literatura	46
2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PALIW	48
2.1. Wprowadzenie	48
2.2. Węgiel	48

2.3.	Biomasa	52
2.4.	Paliwa ciekłe i gazowe	58
	Literatura	64
3.	ENERGETYKA A ŚRODOWISKO	65
3.1.	System energetyczny	65
3.2.	Podsystem elektroenergetyczny	66
3.3.	Oddziaływanie technologii energetycznych na środowisko. Rodzaje i miary emisji	71
	Literatura	77
4.	OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROCESÓW KONWERSJI ENERGII	78
4.1.	Wprowadzenie	78
4.2.	Obieg termodynamiczny. Pojęcia sprawności	80
4.3.	Zespół maszyn (urządzeń) przepływowych pracujących w układzie otwartym	85
4.4.	Rodzaje obiegów silników turbinowych	88
	Literatura	93
5-	BILANSE SUBSTANCJI I ENERGII	94
5.1.	Bilans substancji	94
5.2.	Równanie zachowania energii	95
	Literatura	100
6.	SIŁOWNIE KONDENSACYJNE	101
6.1.	Analiza parametryczna układów siłowni	101
6.1.1.	Prosta siłownia kondensacyjna. Definicje sprawności obiegu porównawczego	101
6.1.2.	Entalpową analizą obiegów siłowni parowych	103
6.1.3.	Entropową analizą obiegów siłowni parowej	107
6.1.4.	Ewolucja obiegów siłowni parowych	109
6.2.	Struktury technologiczne siłowni z paleniskami pyłowymi	143
6.2.1.	Układ nawęglania	144
6.2.2.	Elementy układu zasilania paliwem i układu odprowadzenia spalin (układ paliwo-powietrze-spaliny)	147
6.2.3.	Urządzenia i elementy układu cieplnego	153

6.2.3.1. Kotły pyłowe	153
6.2.3.2. Turbiny parowe	158
6.2.3.3. Skraplacze i układy chłodzenia	171
6.3. Kotły z paleniskami fluidalnymi	180
6.3.1. Klasyfikacja palenisk fluidalnych	180
6.3.2. Cyrkulacyjne kotły fluidalne	183
6.4. Ograniczenie emisji gazów z technologii energetycznych	185
6.4.1. Generacja tlenków azotu w procesie spalania	185
6.4.2. Ograniczenie emisji tlenków azotu z instalacji spalania	187
6.4.3. Ograniczenie emisji związków siarki	191
6.5. Modelowanie układów siłowni kondensacyjnych	195
6.6. Kierunki rozwoju siłowni kondensacyjnych	204
Literatura	211

7- STACJONARNE INSTALACJE TURBIN GAZOWYCH **213**

7.1. Wprowadzenie	213
7.2. Klasyfikacja instalacji turbin gazowych	214
7.3. Prosta instalacja turbiny gazowej	215
7.3.1. Metoda entalpowa	215
7.3.2. Metoda entropowa	223
7.3.3. Analiza obiegów standardowych turbin gazowych	225
7.4. Złożone układy turbin gazowych	233
7.4.1. Instalacja z chłodzeniem w procesie sprężania z podwójną komorą spalania	233
7.4.2. Układ turbiny gazowej z regeneracją	236
7.4.3. Instalacje turbin gazowych z wtryskiem wody i pary	238
7.5. Maszyny i urządzenia tworzące układ turbiny gazowej	239
7.5.1. Sprężarki	242
7.5.2. Komory spalania	244
7.5.3. Turbiny	250
7.5.4. Układy pomocnicze. Inne moduły składowe	254
7.6. Podstawowe charakterystyki układów turbin gazowych	262
7.7. Turbiny gazowe małej mocy	263
Literatura	266

8. HIERARCHICZNE UKŁADY ENERGETYCZNE **267**

8.1. Układy gazowo-parowe	267
8.1.1. Podstawowe definicje i klasyfikacja	267
8.1.2. Sprawność energetyczna układu gazowo-parowego	269
8.1.3. Struktury technologiczne podstawowych układów gazowo-parowych	273
8.1.4. Modelowanie układów gazowo-parowych	278

8.1.5.	Wybrane zagadnienia eksploatacyjne.	284
8.1.6.	Układ Chenga	295
8.2.	Układy gazowo-parowe z kotłami fluidalnymi.	297
8.3.	Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla i odpadów...	304
8.3.1.	Technologie zgazowania.	304
8.3.2.	Ogólna charakterystyka procesów oczyszczania gazu.	310
8.3.3.	Analiza parametryczna układów gazowo-parowych zintegrowanych ze zgazowaniem węgla	313
8.3.4.	Przykłady instalacji.	316
8.3.5.	Kierunki rozwoju technologii	318
8.4.	Układy wielopaliwowe.	321
8.4.1.	Klasyfikacja	321
8.4.2.	Modelowanie równoległych układów dwupaliwowych.	325
	Literatura.	329

9. SKOJARZONA PRODUKCJA CIEPŁA I ELEKTRYCZNOŚCI 331

9.1.	Elektrociepłownie parowe.	331
9.1.1.	Układy technologiczne.	331
9.1.2.	Bilanse energetyczne i sprawności.	333
9.1.3.	Wpływ liczby wymienników na efektywność elektrociepłowni.	338
9.2.	Elektrociepłownie z turbiną gazową	340
9.2.1.	Układy technologiczne i pojęcia sprawności.	340
9.2.2.	Wpływ dopalania na efektywności elektrociepłowni gazowej.	344
9.3.	Elektrociepłownie gazowo-parowe.	346
9.3.1.	Bilanse energetyczne i sprawności.	346
9.3.2.	Stosunek mocy turbin i wskaźnik skojarzenia.	351
9.4.	Oszczędność energii chemicznej paliwa	353
9.5.	Modelowanie elektrociepłowni gazowych i gazowo-parowych.	357
	Literatura.	361

10. ENERGETYKA ATOMOWA 362

10.1.	Podstawy fizyki reaktorów jądrowych.	362
10.1.1.	Atomy i nukleony.	362
10.1.2.	Defekt masy i energia wiązania	363
10.1.3.	Reakcje jądrowe.	365
10.1.4.	Stopień rozpadu radioaktywnego.	368
10.1.5.	Reakcje neutronów z jądrami atomowymi.	369
10.1.6.	Cykl neutronowy. Reaktor krytyczny.	374
10.2.	Moc termiczna reaktora	378
10.3.	Reaktory i siłownie energetyczne.	382

10.3.1. Klasyfikacja reaktorów energetycznych.	382
10.3.2. Układy jednokonturowe oraz reaktory kanałowe.	384
10.3.3. Układy dwukonturowe.	387
10.3.4. Układy trójkonturowe.	391
10.3.5. Siłownie z reaktorami wysokotemperaturowymi.	394
10.3.6. Sprawność energetyczna siłowni jądrowych.	395
10.3.7. Parametry początkowe i końcowe w konturze turbinowym.	397
10.3.8. Separacja wody i przegrzew międzystopniowy.	399
10.3.9. Reaktory ciepłownicze.	399
10.4. Współczesne tendencje konstrukcyjne w budowie reaktorów.	403
10.5. Odpady z elektrowni jądrowych.	404
Literatura.	407

11. SIŁOWNIE WIATROWE 408

11.1. Wprowadzenie.	408
11.2. Charakterystyki kinematyczne i energetyczne wiatru.	409
11.3. Istota działania turbin wiatrowych.	414
11.3.1. Maksymalna moc turbiny wiatrowej.	414
11.3.2. Związek między mocą turbiny a charakterystykami aerodynamicznymi płatów wirnika.	417
11.4. Charakterystyki turbin wiatrowych.	424
11.5. Konwersja energii mechanicznej w elektryczną. Układy elektryczne.	430
11.6. Ogólna charakterystyka rozwiązań konstrukcyjnych turbin wiatrowych. Charakterystyki ekologiczne.	432
Literatura.	436

12. ENERGETYKA SŁONECZNA 437

12.1. Analityczny opis charakterystyk promieniowania.	437
12.1.1. Kąty ustalające położenie Słońca. Czas słoneczny.	438
12.1.2. Korelacje między składowymi promieniowania słonecznego.	439
12.1.3. Promieniowanie padające na pochyloną płaszczyznę w stosunku do powierzchni Ziemi.	441
12.2. Bezpośrednia konwersja promieniowania elektromagnetycznego Słońca w ciepło.	445
12.2.1. Rodzaje kolektorów słonecznych.	445
12.2.2. Bilans energii i sprawność kolektora.	447
12.2.3. Kolektory słoneczne w instalacjach produkcji ciepła.	450
12.2.4. Elektrownie słoneczne.	452
12.3. Ogniwa fotowoltaiczne.	455
12.3.1. Wprowadzenie.	455

12.3.2. Zasada działania ogniwa fotowoltaicznego.	457
12.3.3. Ogólny opis konstrukcji ogniw.	461
12.3.4. Charakterystyki ogniw fotowoltaicznych.	463
12.3.5. Sprawność ogniwa fotowoltaicznego.	467
12.3.6. Systemy (moduły) ogniw słonecznych.	467
12.3.7. Zastosowanie ogniw fotowoltaicznych.	469
Literatura	472

13. ENERGETYKA WODNA 473

13.1. Rodzaj elektrowni wodnych.	473
13.2. Moc i energia generowana w elektrowni wodnej.	475
13.3. Turbiny wodne.	475
13.4. Funkcje elektrowni wodnych w podsystemie elektroenergetycznym i ich wpływ na środowisko naturalne	479
13.5. Energetyka wodna w Polsce.	479
Literatura	481

14. OGNIWA PALIWOWE 482

14.1. Ogólna klasyfikacja ogniw paliwowych.	482
14.2. Istota działania ogniwa paliwowego. Bilans energetyczny.	483
14.3. Potencjał standardowy ogniwa.	485
14.4. Zależność potencjału ogniwa od ciśnienia i temperatury.	490
14.5. Model przemian elektrochemicznych.	491
14.5.1. Straty potencjału w rzeczywistym ogniwie.	491
14.5.2. Równanie Butlera-Volmera.	492
14.6. Sprawność ogniwa paliwowego.	493
14.7. Bilanse substancji i energii dla ogniwa paliwowego.	496
14.8. Ogólna charakterystyka technologiczna stosowanych ogniw (instalacji) paliwowych.	504
14.9. Przygotowanie paliwa dla ogniw paliwowych.	512
14.10. Energetyczne zastosowanie ogniw.	515
Literatura	519

15. GEOENERGETYKA 520

15.1. Wykorzystanie energii gruntu do celów ogrzewania i przygotowania wody użytkowej.	521
15.2. Układy pozyskiwania ciepła z wód geotermalnych.	521
15.3. Układy kombinowane i elektrownie geotermalne.	524

15.4. Wykorzystanie źródeł geotermalnych w Polsce	525
Literatura	526

16- TECHNOLOGIE ENERGETYCZNEGO WYKORZYSTANIA BIOMASY

527

16.1. Ogólna klasyfikacja technologii	527
16.2. Układy proste ze spalaniem biomasy	529
16.3. Współspalanie biomasy z innymi paliwami	535
16.4. Jedno- i wielopaliwowe układy ze spalaniem zewnętrznym biomasy	538
16.4.1. Jednopaliwowe układy turbin gazowych ze spalaniem zewnętrznym biomasy	538
16.4.2. Układy wielopaliwowe ze spalaniem zewnętrznym biomasy	539
16.4.3. Inne układy dwupaliwowe ze spalaniem biomasy	543
16.5. Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem biomasy	545
16.5.1. Ogólna charakterystyka technologii zgazowania biomasy	545
16.5.2. Generacja ciepła i elektryczności z silnikiem tłokowym	548
16.5.3. Instalacje turbiny gazowej z biomasą jako paliwem	549
16.6. Aspekty ekonomiczne	555
Literatura	556

SKOROWIDZ

559