

Spis treści

Przedmowa	9
Wykaz ważniejszych oznaczeń	13

Część I. Technologie

1. Wprowadzenie	19
2. Produkcja ciepła i energii elektrycznej w gazowych układach kogeneracyjnych	27
2.1. Charakterystyka gazowych układów kogeneracyjnych małej mocy	29
2.2. Energetyczne wskaźniki pracy układów kogeneracyjnych	38
2.3. Energetyczne wskaźniki pracy układów trójgeneracyjnych	48
2.4. Ekologiczne aspekty stosowania kogeneracji w układach gazowych ...	53
3. Paliwa gazowe dla układów kogeneracyjnych	67
3.1. Ogólna charakterystyka paliw gazowych	67
3.2. Gaz ziemny zaazotowany	73
3.3. Gazy płynne LPG i LNG	74
3.4. Biogazy	74
3.4.1. Fermentacja metanowa	74
3.4.2. Biogazownie rolnicze	78
3.4.3. Gaz wysypiskowy	83
3.5. Gaz z odmetanowania kopalń	90
3.6. Gazy z procesów zgazowania paliw stałych, biomasy i odpadów	94
3.7. Gazy syntezowe	101
3.8. Gazy odpadowe z procesów przemysłowych	103
4. Układy kogeneracyjne z gazowymi silnikami tłokowymi	107
4.1. Charakterystyka typowych układów CHP	107
4.2. Układy CHP zasilane nietypowymi paliwami gazowymi	117

4.2.1. Układy CHP zasilane biogazem pofermentacyjnym	118
4.2.2. Układy CHP zasilane gazem wysypiskowym	118
4.2.3. Układy CHP zasilane gazem z odmetanowania kopaliń	120
4.3. Złożone elektrociepłownie z tłokowymi silnikami spalinowymi	122
4.3.1. Trójgeneracyjne układy CHP	122
4.3.2. Układy CHP z zasobnikami ciepła	122
4.3.3. Układy gazowo-parowe małej mocy	126
4.4. Układy z silnikami Stirlinga	128
5. Układy kogeneracyjne z turbinami gazowymi	131
5.1. Wprowadzenie	131
5.2. Proste układy CHP z turbinami gazowymi	134
5.3. Złożone układy elektrociepłowni z turbinami gazowymi	138
5.3.1. Układy z turbiną gazową z regeneracją ciepła	139
5.3.2. Układy z turbinami z wtryskiem pary (układ Chenga) i wody (HAT, Wet Compression)	141
5.3.3. Turbiny gazowe z chłodzeniem międzystopniowym i dzieloną komorą spalania	147
5.4. Akumulacja energii elektrycznej w układach z turbiną gazową	149
5.5. Zasilanie turbin gazowych nietypowymi paliwami	151
6. Układy z mikroturbinami gazowymi	157
7. Elektrociepłownie gazowo-parowe małej mocy	161
8. Elektrociepłownie gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem biomasy	167
9. Trójgeneracja i układy BCHP	175
10. Układy kogeneracyjne zintegrowane z ogniwami paliwowymi	183
11. Kotły paleniskowe i odzyskowe w gazowych układach kogeneracyjnych	191
11.1. Gazowe kotły rezerwowo-szczytowe	191
11.2. Kotły odzyskowe	195

Część II. Podstawy projektowania gazowych układów kogeneracyjnych

12. Określenie energetycznych wskaźników pracy układu kogeneracyjnego	207
12.1. Analiza energetyczna układów CHP	208
12.2. Ocena zapotrzebowania na nośniki energii	216
12.3. Charakterystyki podstawowych urządzeń układów CHP	227

13. Zasady doboru układu kogeneracyjnego	249
13.1. Główne etapy analizy techniczno-ekonomicznej	249
13.2. Tryby pracy układu CHP	255
13.3. Niezawodność i dyspozycyjność małych układów CHP	265
14. Integracja układów kogeneracyjnych z siecią elektroenergetyczną	271
14.1. Wprowadzenie	271
14.2. Wybór generatora prądu przemiennego	278

Część III. Podstawy oceny opłacalności budowy gazowych układów kogeneracyjnych

15. Podstawy oceny opłacalności gazowych układów kogeneracyjnych	289
15.1. Zasady określania efektywności ekonomicznej inwestycji	289
15.1.1. Przepływy pieniężne CF	291
15.1.2. Zasady rachunku dyskonta	298
15.1.3. Podstawowe wskaźniki oceny efektywności ekonomicznej	301
15.1.4. Płynność finansowa i analiza wrażliwości wskaźników opłacalności	309
15.1.5. Przepływy pieniężne dla przedsięwzięć modernizacyjnych	311
15.2. Określenie finansowych składników budowy i eksploatacji gazowych układów CHP	312
15.2.1. Określenie nakładów inwestycyjnych	313
15.2.2. Przychody ze sprzedaży nośników energii	322
15.2.3. Koszty eksploatacji układu	323
15.2.4. Amortyzacja	330
15.3. Podział kosztów produkcji nośników energii w elektrociepłowni	330
15.3.1. Podział kosztów między różne nośniki ciepła	336
16. Metodyka określenia wskaźników opłacalności	339
17. Zasady optymalizacji małych układów kogeneracyjnych	353
17.1. Wybór funkcji celu	354
17.2. Sposób rozwiązania zadania optymalizacyjnego	356
18. Przykłady analiz techniczno-ekonomicznych wybranych układów kogeneracyjnych	371
18.1. Układ CHP z silnikiem spalinowym w suszarni przemysłowej	372
18.2. Układ CHP zasilany biogazem z oczyszczalni ścieków	381
18.3. Elektrociepłownia lub siłownia z turbiną gazową i silnikiem tłokowym gazowym	386
18.3.1. Elektrociepłownia z turbiną gazową lub silnikiem tłokowym gazowym produkująca gorącą wodę	391
18.3.2. Elektrociepłownia z turbiną gazową lub silnikiem tłokowym gazowym produkująca parę wodną	401

18.3.3.	Siłownia z turbiną gazową lub silnikiem tłokowym gazowym	408
18.4.	Układ CHP z silnikiem spalinowym zasilanym gazem z odmetanowania kopalni	419
18.5.	Nadbudowa węglowej ciepłowni miejskiej układem CHP z turbiną gazową lub silnikiem tłokowym gazowym	427
18.6.	Nadbudowa elektrociepłowni parowej turbiną gazową i kotłem odzyskowym	441
18.7.	Optymalizacja układu CHP dla energetyki rozproszonej	453
18.8.	Optymalizacja doboru urządzeń dla elektrociepłowni pracującej na potrzeby pojedynczego odbiorcy .	466

19. Uwarunkowania efektywności ekonomicznej gazowych układów kogeneracyjnych	481
19.1. Czynniki mikroekonomiczne kształtujące opłacalność układów gazowych	483
19.2. Czynniki makroekonomiczne kształtujące opłacalność układów gazowych	487
19.3. Kategorie opłacalności gazowych układów kogeneracyjnych	492
Literatura	495
Wybrane adresy stron internetowych poświęcone CHP kogeneracji, energetyce gazowej i energetyce rozproszonej	509
Wykaz stron internetowych producentów urządzeń i dostawców technologii CHP	511
Skorowidz	515