

Spis treści

Podstawowe oznaczenia	9
1	
Wprowadzenie	11
2	
Podstawy termodynamiczne analizy układów hierarchicznych	18
2.1. Temperatury uśrednione entropowo	21
2.2. Bilans energii i egzergii hierarchicznego silnikay-obiegowego	23
2.3. Bilans energii i egzergii hierarchicznej7-obiegowej ziębiarki sprężarkowej	26
2.4. Analiza termodynamiczna układu hierarchicznego silnika gazowo-gazowego napędzającego ziębiarkę sprężarkową	28
2.5. Analiza termodynamiczna układu hierarchicznego silnika gazowo-gazowego napędzającego sprężarkową pompę ciepła	30
2.5.1. Analiza termodynamiczna układu sprężarkowej pompy ciepła i hierarchicznego silnika gazowo-gazowego do skojarzonej produkcji ciepła i energii elektrycznej	36
2.6. Analiza ekonomiczna elektrociepłowni gazowo-gazowej sprzęgniętej ze sprężarkową pompą ciepła	39
2.6.1. Porównawcza analiza ekonomiczna elektrociepłowni gazowo-gazowej sprzęgniętej ze sprężarkową pompą ciepła z elektrociepłownią gazowo-gazową bez pompy	40
2.6.2. Porównawcza analiza ekonomiczna elektrociepłowni gazowo-gazowej sprzęgniętej ze sprężarkową pompą ciepła z elektrociepłownią gazowo-parową oraz parową	44
2.6.3. Porównawcza analiza ekonomiczna elektrociepłowni gazowo-gazowej sprzęgniętej ze sprężarkową pompą ciepła z ciepłownią	46

2.6.4. Podsumowanie i wnioski	46
2.7. Analiza ekonomiczna samodzielnie pracującej sprężarkowej pompy ciepła	47
2.7.1. Porównawcza analiza ekonomiczna pracującej samodzielnie sprężarkowej pompy ciepła z elektrociepłownią parową, gazowo-parową i gazowo-gazową	47
2.7.2. Porównawcza analiza ekonomiczna pracującej samodzielnie sprężarkowej pompy ciepła z kotłownią domową	48
2.8. Podsumowanie i wnioski końcowe	50

3

Analiza termodynamiczna i ekonomiczna turbozespołu gazowego sprzęgniętego z turboekspanderem w hierarchiczny układ gazowo-gazowy.	52
3.1. Wprowadzenie	52
3.2. Analiza termodynamiczna turbogeneratora gazowego sprzęgniętego z turboekspanderem	53
3.3. Analiza ekonomiczna turbogeneratora gazowego sprzęgniętego z turboekspanderem	68
3.3.1. Jednostkowe koszty produkcji ciepła w układach gazowo-gazowym i gazowo-parowym	68
3.3.2. Jednostkowe koszty produkcji energii elektrycznej w układzie gazowo-gazowym i gazowo-parowym.	75
3.4. Podsumowanie i wnioski końcowe	77

4

Analiza termodynamiczna i ekonomiczna trójgeneracyjnego układu z hierarchicznym silnikiem gazowo-gazowym do produkcji elektryczności, ciepła i zimna	79
4.1. Wprowadzenie	79
4.2. Analiza termodynamiczna i ekonomiczna układu gazowo-gazowego do skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i zimna	82
4.2.1. Analiza układu z ziębiarką sprężarkową	82
4.2.1.1. Warunek ekonomicznej opłacalności stosowania ziębiarki sprężarkowej w układzie trójgeneracyjnym z silnikiem gazowo-gazowym	91
4.2.2. Analiza układu z cieplną ziębiarką absorpcyjną	93
4.3. Zastosowanie w trójgeneracyjnym układzie gazowo-gazowym turboekspandera z regeneracją ciepła.	102
4.4. Podsumowanie i wnioski końcowe	107

5

Analiza ekonomiczna produkcji wodoru w procesie elektrolizy wody w układzie z silnikiem gazowo-gazowym	109
5.1. Wprowadzenie	109
5.2. Metodyka i model matematyczny jednostkowego kosztu produkcji wodoru.	116
5.2.1. Jednostkowy koszt produkcji wodoru.	118
5.3. Podsumowanie i wnioski końcowe	120

6

Analiza termodynamiczna i ekonomiczna hierarchicznego silnika gazowo-gazowego współpracującego z magazynem sprężonego powietrza	124
6.1. Wprowadzenie	124
6.2. Analiza termodynamiczna hierarchicznego silnika gazowo-gazowego współpracującego z magazynem sprężonego powietrza	126
6.2.1. Powierzchnie wymienników ciepła	132
6.2.2. Minimalna wymagana objętość magazynu sprężonego powietrza	135
6.3. Analiza ekonomiczna zastosowania magazynu sprężonego powietrza jako sposobu magazynowania elektryczności	137
6.3.1. Zdyskontowany zysk osiągany ze stosowania magazynu sprężonego powietrza	142
6.3.1.1. Analiza wrażliwości zdyskontowanego zysku	144
6.3.2. Wpływ stosowania magazynu sprężonego powietrza w układzie z silnikiem gazowo-gazowym na obniżenie jednostkowego kosztu produkcji elektryczności	146
6.3.2.1. Analiza wrażliwości obniżenia jednostkowego kosztu produkcji elektryczności	148
6.4. Podsumowanie i wnioski końcowe	149

7

Zastąpienie gazu ziemnego w silniku gazowo-gazowym paliwem jądrowym	152
7.1. Analiza termodynamiczna hierarchicznej gazowo-gazowej elektrowni jądrowej z wysokotemperaturowym reaktorem i helem jako czynnikiem obiegowym	156
7.2. Analiza ekonomiczna hierarchicznej gazowo-gazowej elektrowni jądrowej z wysokotemperaturowym reaktorem i helem jako czynnikiem obiegowym	165
7.3. Podsumowanie i wnioski końcowe	167
Bibliografia	169