

# Spis treści

Wstęp .....	9
<b>1. Chłodnictwo konwencjonalne .....</b>	<b>13</b>
1.1. Podstawowy sprężarkowy obieg chłodniczy .....	14
1.2. Rozwinięte układy sprężarkowe .....	18
1.2.1. Wykorzystanie regeneratora .....	18
1.2.2. Układy dwustopniowe z wewnętrzną chłodnicą między- stopniową .....	19
1.2.3. Układy z dwoma poziomami temperatury odparowania .....	20
1.2.4. Układy chłodnicze typu booster .....	21
1.2.5. Układy kaskadowe .....	22
1.3. Sterowanie urządzeniami chłodniczymi .....	23
1.4. Czynniki chłodnicze .....	24
1.5. Podsumowanie .....	26
<b>2. Chłodnictwo magnetokaloryczne .....</b>	<b>27</b>
2.1. Materiały magnetokaloryczne .....	30
2.2. Obiegi realizowane przez układy magnetyczne .....	31
2.2.1. Obieg Carnota .....	31
2.2.2. Obieg Brytona .....	33
2.2.3. Obieg Ericssona .....	33
2.2.4. Obiegi kaskadowe .....	34
2.3. Fizyczne realizacje obiegów magnetycznych .....	35
2.3.1. Urządzenia tłokowe z regeneratorem .....	35
2.3.2. Urządzenia obrotowe .....	37
2.3.3. Czynniki robocze stosowane w urządzeniach magnetycznych ...	38
<b>3. Chłodnictwo sorpcyjne .....</b>	<b>39</b>
3.1. Urządzenia absorpcyjne .....	39
3.1.1. Efektywność chłodnicza urządzeń absorpcyjnych .....	45
3.2. Urządzenia adsorpcyjne .....	46
<b>4. Chłodnictwo termoelektryczne .....</b>	<b>51</b>
4.1. Efekt Peltiera .....	52
4.2. Efektywność chłodnicza układów Peltiera .....	53

4.3.	Materiały wykorzystywane w układach Peltiera .....	54
4.4.	Zastosowanie urządzeń termoelektrycznych do chłodzenia .....	56
4.4.1.	Chłodziarki termoelektryczne .....	57
4.4.2.	Chłodzenie elektroniki .....	59
4.4.3.	Klimatyzacja w samochodach .....	60
4.4.4.	Chłodzenie baterii w samochodach .....	61
4.4.5.	Stacjonarne systemy klimatyzacji .....	62
<b>5.</b>	<b>Wykorzystanie strumienic w chłodnictwie .....</b>	<b>63</b>
5.1.	Zasada działania strumienicy .....	63
5.2.	Obiegi strumienicowe .....	65
5.2.1.	Podstawowy obieg strumienicowy .....	66
5.2.2.	Układ z podgrzewaczem i chłodnicą wstępną .....	68
5.2.3.	Układ łączony z turbiną .....	69
5.2.4.	Układy grawitacyjne .....	70
5.2.5.	Układ z dwoma strumienicami .....	71
5.2.6.	Układy wielostrumienicowe .....	71
5.3.	Efektywność układów strumienicowych .....	73
5.4.	Czynniki chłodnicze stosowane w układach strumienicowych .....	74
5.5.	Podsumowanie .....	74
<b>6.</b>	<b>Chłodzenie próżniowe .....</b>	<b>75</b>
6.1.	Mechanizm chłodzenia próżniowego .....	75
6.2.	Produkty poddawane chłodzeniu próżniowemu .....	78
6.3.	Wymiana ciepła i masy w procesie chłodzenia próżniowego .....	80
6.3.1.	Zmiana temperatury materiału .....	82
6.4.	Rozwiązania techniczne chłodzenia próżniowego .....	83
6.5.	Podsumowanie .....	85
<b>7.</b>	<b>Chłodziarki Stirlinga .....</b>	<b>87</b>
7.1.	Zasada działania chłodziarek Stirlinga .....	87
7.2.	Podstawowe rozwiązania konstrukcyjne .....	89
7.3.	Nowoczesne konstrukcje urządzeń chłodniczych wykorzystujące obiegi Stirlinga .....	91
7.3.1.	Urządzenia z tłokami cieczowymi .....	96
7.3.2.	Układy wielostopniowe .....	97
7.4.	Ograniczenia pracy urządzeń Stirlinga .....	98
<b>8.</b>	<b>Rury pulsacyjne .....</b>	<b>99</b>
8.1.	Rury pulsacyjne pierwszej generacji .....	99
8.2.	Rury pulsacyjne drugiej generacji .....	101

8.3. Rury pulsacyjne trzeciej generacji .....	102
8.4. Konstrukcje rur pulsacyjnych .....	103
8.5. Zastosowanie rur pulsacyjnych .....	106
8.5.1. Chłodzenie i mrożenie żywności .....	106
8.5.2. Zastosowania w kriogenice .....	106
8.6. Podsumowanie .....	107
<b>9. Termoakustyczne urządzenia chłodnicze .....</b>	<b>109</b>
9.1. Zasada działania .....	109
9.2. Podstawowe parametry opisujące urządzenia termoakustyczne .....	111
9.3. Sposób napędu urządzeń termoakustycznych .....	112
9.4. Urządzenia z falą stojącą .....	113
9.5. Urządzenia z falą biegnącą .....	114
9.6. Podsumowanie .....	118
<b>10. Rurki ciepła .....</b>	<b>119</b>
10.1. Cylindryczne rurki ciepła .....	120
10.1.1. Grawitacyjne rurki ciepła .....	120
10.1.2. Rurki ciepła ze strukturą kapilarną .....	121
10.2. Zapętlone rurki ciepła .....	121
10.3. Pulsacyjne rurki ciepła .....	122
10.4. Rurki ciepła o zmiennej przewodności cieplnej .....	123
10.5. Obrotowe rurki ciepła .....	124
10.6. Limit transportu ciepła rurkami ciepła .....	125
10.6.1. Limit różnicy temperatury .....	127
10.7. Materiały .....	128
10.7.1. Materiał wypełnienia struktury kapilarnej .....	128
10.7.2. Czynniki robocze rurek ciepła .....	129
10.8. Podsumowanie .....	129
<b>11. Chłód sieciowy .....</b>	<b>131</b>
11.1. Trójgeneracja .....	133
11.1.1. System rozproszony .....	133
11.1.2. System scentralizowany ze zdecentralizowaną generacją chłodu .....	134
11.1.3. System scentralizowany .....	135
11.2. Współpraca z pompami ciepła .....	136
11.3. Chłód odpadowy .....	137
11.4. Przegląd instalacji chłodu sieciowego .....	138
11.5. Podsumowanie .....	140
<b>Bibliografia .....</b>	<b>141</b>