

Spis treści

Przedmowa	9
Wykaz ważniejszych oznaczeń	11
1. Teoretyczne podstawy chłodnictwa	12
1.1. Pojęcia podstawowe	12
1.2. Teoretyczne podstawy chłodnictwa	15
2. Obiegi sprężarkowych chłodziarek i pomp ciepła	22
2.1. Chłodziarki gazowe	22
2.2. Parowe chłodziarki i pompy ciepła	28
2.2.1. Teoretyczne obiegi chłodziarek i pomp ciepła	28
2.2.2. Metody zmniejszania strat dławienia	34
2.2.3. Rzeczywiste obiegi chłodziarek i pomp ciepła	43
2.2.4. Obiegi kaskadowe i nadkrytyczne	45
2.2.5. Obiegi ze sprężarkami strumienicowymi	51
2.3. Komputerowe wspomaganie obliczeń obiegów chłodniczych	57
3. Sorpcyjne chłodziarki i pompy ciepła	59
3.1. Podstawy teoretyczne	59
3.2. Amoniakalne, absorpcyjne chłodziarki i pompy ciepła	65
3.3. Bromolitowe, absorpcyjne chłodziarki i pompy ciepła	74
3.4. Chłodziarki adsorpcyjne	79
4. Inne technologie chłodzenia i ogrzewania	81
4.1. Termoelektryczne chłodziarki i pompy ciepła	81
4.2. Inne technologie chłodziarek i pomp ciepła	85
4.3. Układy poligeneracyjne	89
5. Czynniki chłodnicze, nośniki chłodu i oleje smarowe	103
5.1. Czynniki chłodnicze	103
5.1.1. Historia rozwoju czynników chłodniczych i ich oznaczanie	104
5.1.2. Wybrane właściwości czynników chłodniczych	109
5.1.3. Wpływ czynników na środowisko globalne i lokalne	114
5.1.4. Regulacje prawne dotyczące stosowania czynników chłodniczych	122
5.1.5. Wpływ polityki energetyczno-klimatycznej UE na technikę chłodniczą	126
5.2. Nośniki chłodu	131
5.3. Oleje smarowe	139
6. Elementy składowe chłodziarek i pomp ciepła	144
6.1. Sprężarki	144
6.1.1. Rozwiązania konstrukcyjne	144
6.1.2. Napędy i regulacja prędkości obrotowej wału	166
6.2. Wymienniki ciepła	171
6.2.1. Wpływ procesów wymiany ciepła w wymiennikach na efektywność energetyczną chłodziarek i pomp ciepła	171
6.2.2. Klasyfikacja i konstrukcja wymienników ciepła	174
6.2.3. Charakterystyki statyczne wymienników ciepła	193
6.3. Elementy rozprężne	197
6.4. Przewody: materiały, połączenia i prowadzenie rur, wykrywanie nieszczelności	206

6.5. Armatura i urządzenia pomocnicze	220
6.5.1. Armatura	220
6.5.2. Filtry-odwilżacze czynnika chłodniczego	223
6.5.3. Wzierniki	225
6.5.4. Odolejające	227
6.5.5. Zbiorniki ciekłego czynnika	228
6.5.6. Wyłączniki ciśnieniowe i temperaturowe (presostaty i termostaty)	229
6.5.7. Filtry	230
6.5.8. Tłumiki drgań i hałasów	231
6.6. Regulatory i sterowniki	233
7. Regulacja sprężarkowych urządzeń chłodniczych i pomp ciepła	244
7.1. Samoregulacja w sprężarkowych urządzeniach chłodniczych	244
7.2. Regulacja wydajności sprężarek chłodniczych i grzejnych	246
7.2.1. Regulacja dwustanowa (włącz/wyłącz)	246
7.2.2. Regulacja przez zmianę liczby pracujących cylindrów w sprężarkach tłokowych lub liczby sprężarek w zespołach wielosprężarkowych	250
7.2.3. Regulacja przez zmianę prędkości obrotowej wału sprężarek	251
7.2.4. Regulacja upustowa	257
7.2.5. Regulacja przez dławienie ciśnienia pary w przewodzie ssawnym	257
7.2.6. Inne metody regulacji wydajności	259
7.2.7. Porównanie metod regulacji wydajności pod względem energetycznym	260
7.3. Regulacja wymienników ciepła	261
7.3.1. Parowacze	261
7.3.2. Skraplacze	262
8. Zespoły (agregaty) chłodnicze/grzewcze	265
8.1. Sprężarkowe zespoły (agregaty) chłodnicze	265
8.2. Sprężarkowe zespoły (agregaty) skraplające	267
8.3. Kompletnie zespoły (agregaty) chłodnicze/grzewcze	270
8.3.1. Sprężarkowe wytwornice wody lodowej	271
8.3.2. Absorpcyjne wytwornice wody lodowej	287
8.3.3. Ocena cech użytkowych wytwornic wody lodowej	289
9. Systemy chłodzenia/ogrzewania obiektów	295
9.1. Systemy bezpośrednie	296
9.1.1. Urządzenia do bezpośredniego chłodzenia/ogrzewania	296
9.1.2. Systemy VRV (VRF)	308
9.1.3. Ograniczenia w stosowaniu bezpośrednich systemów chłodzenia/ogrzewania	317
9.2. Systemy pośrednie	318
9.3. Systemy z pętlą wodną (WLHP – WET)	329
9.4. Instalacje nośników chłodu	331
10. Wyparne chłodzenie wody i powietrza	334
10.1. Wyparne chłodzenie wody	334
10.1.1. Obliczenia cieplne otwartej chłodni wieżowej	334
10.1.2. Budowa chłodni wieżowych	338
10.1.3. Jakość wody w układach chłodzenia i metody jej korekcji	344
10.2. Wyparne chłodzenie powietrza	347
11. Pompy ciepła	351

11.1. Chłodziarka a pompa ciepła – podobieństwa i różnice	351
11.2. Klasyfikacja, oznaczanie, budowa i charakterystyki pomp ciepła	355
11.2.1. Klasyfikacja i oznaczanie	355
11.2.2. Budowa pomp ciepła	357
11.2.3. Charakterystyki sprężarkowych pomp ciepła	363
11.3. Pompy ciepła w systemach ogrzewania i klimatyzacji	373
11.3.1. Dolne źródła pomp ciepła i instalacje do pozyskiwania ciepła niskotemperaturowego	374
11.3.2. Współpraca sprężarkowych pomp ciepła z instalacjami odbiorczymi	394
11.4. Energetyczne, ekologiczne i ekonomiczne aspekty stosowania pomp ciepła	402
11.4.1. Aspekty energetyczne	403
11.4.2. Aspekty ekologiczne	405
11.4.3. Aspekty ekonomiczne	421
11.5. Pompy ciepła w Polsce	429
Bibliografia	439
Wykaz firm oraz instytucji, których materiały zostały wykorzystane w książce	445
Załączniki: wykresy właściwości czynników chłodniczych i roztworów roboczych	446