

Spis treści

Przedmowa	7
Recenzja	9
Informacja o autorach	10
Wykaz oznaczeń	17
Jednostki wielkości fizycznych	19
1. Wybrane zagadnienia z termodynamiki	21
1.1. Pojęcia i wielkości podstawowe sprężarkowych urządzeń chłodniczych	21
1.1.1. Obiegi lewobieżne	21
1.1.2. Wymiana ciepła	22
1.1.3. Ciepła właściwe wybranych materiałów, czynników chłodniczych i chłodziw	27
1.2. Sprężarkowe obiegi 1-stopniowe	28
1.2.1. Obieg 1-stopniowy suchy	28
1.2.2. Obieg 1-stopniowy suchy z dochładzaniem ciepłego czynnika	29
1.2.3. Obieg 1-stopniowy z regeneracją ciepła	30
1.3. Sprężarkowe obiegi 2-stopniowe	30
1.3.1. Obieg 2-stopniowy suchy, z chłodzeniem międzystopniowym i dochładzaniem ciepłego czynnika	30
1.3.2. Obieg 2-stopniowy suchy ze sprężaniem i rozprężaniem czynnika	32
1.4. Sprężarkowe obiegi chłodnicze – przykłady obliczeniowe	33
1.4.1. Jednostopniowe urządzenie chłodnicze z otwartą sprężarką chłodniczą z czynnikiem R404A	33
1.4.2. Porównanie charakterystycznych wielkości 1-stopniowego obiegu chłodniczego przy zastosowaniu czynników R22, R134a, R404A i R407C	38
1.4.3. Porównanie współczynników wydajności chłodniczej dla obiegów jedno i dwustopniowych	42
1.5. Program obliczeniowy Solkane 7.0	44
Literatura	52
2. Czynniki chłodnicze	53
2.1. Podział czynników chłodniczych	53
2.2. Właściwości fizyczne czynników chłodniczych R717 (amoniak), R22, R134a, R507, R404A, R407C, R410, R744, R442A i R1234yf	55
2.2.1. Przykładowe zastosowanie czynników chłodniczych	75
2.3. Porównanie wybranych właściwości czynników chłodniczych	75
2.4. Własności fizykochemiczne zamienników czynnika R22	81
2.5. Czynnik chłodniczy HFO-1234yf (R-1234yf)	87
2.6. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr. 517/2014 w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych	88
2.6.1. Cel i zakres działania rozporządzenia	88
2.6.2. Obowiązki operatora	89
2.6.3. Obowiązki firm montażowo-serwisowych	90
Literatura	90

3. Sprężarki chłodnicze	91
3.1. Podział sprężarek	91
3.2. Sprężarki tłokowe	95
3.2.1. Kryteria podziału sprężarek tłokowych	95
3.2.2. Zasada działania sprężarki tłokowej ze zmiennym przepływem	96
3.2.3. Budowa sprężarek półhermetycznych	97
3.2.4. Smarowanie elementów napędu	102
3.2.5. Chłodzenie silnika i głowicy cylindra	104
3.2.6. Sprężarki otwarte	106
3.2.7. Budowa sprężarek hermetycznych	108
3.2.8. Zastosowanie i podział sprężarek hermetycznych Bristol	109
3.2.9. Zawory tłokowych sprężarek chłodniczych	114
3.2.9.1. Znaczenie i rola zaworów w sprężarkach	114
3.2.9.2. Wykres indykatorowy sprężarki tłokowej	114
3.2.9.3. Typy i rozwiązania konstrukcyjne zaworów	116
3.2.9.4. Producenci oraz przykłady konstrukcji zaworów sprężarkowych	118
3.2.9.5. Zasada działania zaworów samoczynnych i charakterystyki dynamiczno-przepływowe ..	121
3.2.9.6. Materiały, dobór i eksploatacja zaworów	124
3.2.10. Przyczyny mechanicznych uszkodzeń sprężarek tłokowych	127
3.2.10.1. Zalewanie czynnikiem chłodniczym	127
3.2.10.2. Rozruch zalanej sprężarki	129
3.2.10.3. Uderzenie cieczowe	130
3.2.10.4. Przegrzanie sprężarki	130
3.2.10.5. Utrata oleju	133
3.2.11. Równoległa praca sprężarek	135
3.2.11.1. Zasada połączenia równoległego sprężarek	135
3.2.11.2. Układ olejowy i ciśnienia parowania	136
3.2.11.3. Układ regulacji poziomu oleju	139
3.2.11.4. Sterowanie układem sprężarek połączonych równolegle	140
3.2.12. Sprężarki tłokowe TWIN	141
3.2.12.1. Budowa i zasada działania	141
3.2.12.2. Urządzenia dodatkowe	141
3.2.12.3. Charakterystyka robocza	143
3.3. Sprężarki typu Scroll	143
3.3.1. Zasada działania	144
3.3.2. Rozwiązania konstrukcyjne	145
3.3.2.1. Podatność promieniowa sprężarek Copeland ScrollTM	147
3.3.2.2. Podatność osiowa sprężarek Copeland ScrollTM	148
3.3.3. Zakresy zastosowań sprężarek Copeland	149
3.3.4. Budowa i zastosowanie sprężarek spiralnych Sanyo	150
3.3.5. Metody regulacji wydajności sprężarek spiralnych	160
3.3.6. Zastosowanie nowych technologii	162
3.3.6.1. Wtrysk ciekłego czynnika chłodniczego	163
3.3.6.2. EVI - wtrysk par czynnika chłodniczego	163
3.3.6.3. Digital Scroll	165
3.3.6.4. Dual Scroll i Trio	166

3.3.7.	Kierunek rozwoju sprężarek spiralnych.....	167
3.4.	Sprężarki śrubowe.....	168
3.4.1.	Budowa, zasada działania i zastosowanie.....	168
3.4.2.	Sprężarki śrubowe kompaktowe.....	169
3.4.3.	Półhermetyczne sprężarki śrubowe.....	171
3.4.3.1.	Półhermetyczne sprężarki śrubowe.....	171
3.4.3.2.	Półhermetyczne sprężarki śrubowe na przykładzie firmy Frascold.....	172
3.5.	Sprężarki rotacyjne.....	181
3.5.1.	Sprężarki rotacyjne jednołopatkowe z tłokiem mimośrodowym.....	181
3.5.2.	Sprężarki rotacyjne z wimikiem łopatkowym.....	182
3.6.	Przepływowe sprężarki promieniowe.....	183
3.6.1.	Zasada działania sprężarki promieniowej.....	183
3.6.2.	Wpływ czynnika chłodniczego.....	184
3.6.3.	Budowa i działanie sprężarek Turboacor.....	187
3.6.4.	Budowa i działanie łożyska magnetycznego.....	190
3.6.5.	Sposób chłodzenia silnika i sterowania.....	191
3.6.6.	Zakres działania sprężarek odśrodkowych.....	191
3.6.7.	Zastosowania.....	194
	Literatura.....	197
4.	Rozwój i zastosowanie sprężarek CO₂	199
4.1.	Wstęp.....	199
4.2.	Specyfika sprężarek do CO ₂	202
4.3.	Doświadczenia firmy Embraco w produkcji i zastosowaniach sprężarek hermetycznych.....	203
4.4.	Sprężarki Scroll.....	205
4.5.	Sprężarki półhermetyczne dla obiegów podkrytycznych.....	208
4.6.	Sprężarki półhermetyczne dla obiegów nadkrytycznych.....	211
4.7.	Tłokowe sprężarki dławnicowe.....	215
4.8.	Sprężarki śrubowe.....	216
4.9.	Sprężarki osiowe wielotłoczkowe.....	218
4.10.	Sprężarki rotacyjne.....	220
4.11.	Przykładowe zastosowania.....	222
	Literatura.....	223
5.	Analiza rzeczywistych procesów sprężania	225
5.1.	Teoretyczny a rzeczywisty proces sprężania.....	225
5.2.	Współczynnik dostarczenia λ	226
5.3.	Straty objętościowe.....	230
5.4.	Straty dławienia.....	231
5.5.	Stratynieszczelności.....	233
5.6.	Strata spowodowana ogrzaniem par czynnika przez ścianki cylindra.....	233
5.7.	Sprawność sprężarki.....	235
	Literatura.....	237
6.	Regulacja wydajności sprężarek chłodniczych	239
6.1.	Sposoby regulacji wydajności.....	239
6.2.	Metoda pracy cyklicznej załącz/wyłącz.....	241
6.3.	Równoległa praca sprężarek.....	242
6.4.	Unoszenie zaworu ssania.....	244

6.5.	Regulacja wydajności przez wyłączenie cylindrów.....	244
6.6.	Blokowanie ssania.....	246
6.7.	Zmiana przestrzeni szkodliwej.....	247
6.8.	Dławienie zasysanej pary czynnika chłodniczego.....	248
6.9.	Regulacja upustowa.....	249
6.10.	Modulacja działania zaworu elektromagnetycznego w sprężarkach digital.....	250
6.11.	Zmiana prędkości obrotowej silnika napędowego sprężarek.....	253
	Literatura.....	258
7.	Oleje w sprężarkach chłodniczych	259
7.1.	Rola oleju w sprężarce chłodniczej.....	259
7.2.	Pożądanane własności olejów chłodniczych.....	261
7.3.	Odolejacz.....	263
7.4.	Powrót oleju rozpuszczalnego z czynnikiem.....	264
7.5.	Powrót oleju nierozpuszczalnego z czynnikiem.....	270
7.6.	Rodzaje olejów chłodniczych.....	271
	Literatura.....	276
8.	Zasady doboru sprężarek chłodniczych.....	279
8.1.	Ogólne zasady doboru.....	279
8.2.	Bilans parownikowy a bilans sprężarkowy.....	280
8.3.	Ciśnienie nasycenia czynników chłodniczych.....	282
8.4.	Objętościowa wydajność chłodnicza.....	283
8.5.	Dobór sprężarki.....	288
8.6.	Przykładowe doборы sprężarek.....	297
	Literatura.....	300