
Spis treści

Wykaz oznaczeń	9
Jednostki wielkości fizycznych	11
1. SPRĘŻARKI CHŁODNICZE	15
1.1. PODZIAŁ SPRĘŻAREK	15
1.2. SPRĘŻARKI TŁOKOWE	18
1.2.1. Kryteria podziału sprężarek tłokowych	18
1.2.2. Zasada działania sprężarki tłokowej ze zmiennym przepływem	18
1.2.3. Budowa sprężarek półhermetycznych.....	20
1.2.4. Smarowanie elementów napędu	22
1.2.5. Chłodzenie silnika i głowicy cylindra.....	24
1.2.6. Budowa sprężarek hermetycznych.....	25
1.2.7. Zastosowanie sprężarek hermetycznych	26
1.2.8. Zawory tłokowych sprężarek chłodniczych.....	26
1.2.8.1. Znaczenie i rola zaworów w sprężarkach.....	26
1.2.8.2. Wykres indykatorowy sprężarki tłokowej	26
1.2.8.3. Typy i rozwiązania konstrukcyjne zaworów	28
1.2.8.4. Producenci oraz przykłady konstrukcji zaworów sprężarkowych	30
1.2.8.5. Zasada działania zaworów samoczynnych i charakterystyki dynamiczno - przepływowe.....	32
1.2.8.6. Materiały, dobór i eksploatacja zaworów	35
1.2.9. Przyczyny mechanicznych uszkodzeń sprężarek tłokowych.....	37
1.2.9.1. Zalewanie czynnikiem chłodniczym.....	37
1.2.9.2. Rozruch zalanej sprężarki	39
1.2.9.3. Uderzenie cieczowe	40
1.2.9.4. Przegrzanie sprężarki.....	41
1.2.9.5. Utrata oleju	43
1.2.10. Równoległa praca sprężarek	45
1.2.10.1. Zasada połączenia równoległego sprężarek	45
1.2.10.2. Układ olejowy i ciśnienia parowania	46
1.2.10.3. Układ regulacji poziomu oleju.....	46
1.2.10.4. Sterowanie układem sprężarek połączonych równolegle.....	49
1.2.11. Sprężarki tłokowe Twin	50
1.2.11.1. Budowa i zasada działania	50
1.2.11.2. Urządzenia dodatkowe	51
1.2.11.3. Charakterystyka robocza	52
1.3. SPRĘŻARKI TYPU SCROLL	52
1.3.1. Zasada działania	52
1.3.2. Rozwiązania konstrukcyjne	54
1.3.2.1. Podatność promieniowa sprężarek Copeland ScrollTM.....	56
1.3.2.2. Podatność osiowa sprężarek Copeland ScrollTM.....	57
1.3.3. Zakresy zastosowań.....	58
1.3.4. Metody regulacji wydajności sprężarek spiralnych	59
1.3.5. Zastosowanie nowych technologii	61
1.3.5.1. Wtrysk ciekłego czynnika chłodniczego	62
1.3.5.2. EVI - wtrysk par czynnika chłodniczego	62
1.3.5.3. Digital Scroll.....	64

1.3.5.4. Dual Scroll	65
1.3.6. Kierunek rozwoju sprężarek spiralnych	66
1.4. SPRĘŻARKI ŚRUBOWE	66
1.4.1. Budowa, zasada działania i zastosowanie	66
1.4.2. Sprężarki śrubowe kompaktowe	69
1.4.3. Półhermetyczne sprężarki śrubowe	71
1.4.3.1. Półhermetyczne sprężarki śrubowe na przykładzie firmy Copeland	71
1.4.3.2. Półhermetyczne sprężarki śrubowe na przykładzie firmy Frascold	73
1.5. SPRĘŻARKI ROTACYJNE	82
1.5.1. Sprężarki rotacyjne jednołopatkowe z tłokiem mimośrodowym	82
1.5.2. Sprężarki rotacyjne z wirnikiem łopatkowym	83
1.6. REGULACJA WYDAJNOŚCI SPRĘŻAREK	84
1.6.1. Metoda pracy cyklicznej załącz/wyłącz	85
1.6.2. Równoległe połączenie kilku sprężarek	86
1.6.3. Unoszenie zaworu ssania	88
1.6.4. Odciążenie głowicy cylindra (regulacja obejściowa)	88
1.6.5. Blokowanie ssania	89
1.6.6. Zmiana przestrzeni sprężania (reakspansja)	90
1.6.7. Dławienie zasysanej pary czynnika chłodniczego	91
1.6.8. By-pass gorących par czynnika chłodniczego (regulacja upustowa)	91
1.6.9. Zmiana prędkości obrotowej silnika napędowego sprężarek	92
1.6.10. Modulacja działania zaworu elektromagnetycznego w sprężarkach Digital Scroll	93
1.7. ROZMIESZCZENIE PRODUKCJI SPRĘŻAREK NA ŚWIECIE	94
2. CHŁODNICZE WYMIENNIKI CIEPŁA	99
2.1. SKRAPLACZE I CHŁODNICE CIECZY	99
2.1.1. Procesy zachodzące w skraplaczu	99
2.1.2. Wymienniki ciepła chłodzone powietrzem – skraplacze wentylatorowe, chłodnice cieczy	102
2.1.2.1. Skraplacze chłodzone powietrzem	103
2.1.2.2. Wpływ wentylatorów na działanie skraplaczy chłodzonych powietrzem.	118
2.1.2.3. Wentylatorowe chłodnice cieczy	121
2.1.3. Wyparne wymienniki ciepła – skraplacze i chłodnice cieczy	130
2.1.3.1. Budowa i zasada działania	130
2.1.3.2. Eksploatacja	135
2.1.3.3. Nietypowe konstrukcje wymienników wyparnych	137
2.1.3.4. Dobór urządzeń do instalacji	139
2.1.3.5. Obliczenia cieplne	141
2.1.4. Skraplacze chłodzone wodą	146
2.1.4.1. Zastosowanie i ogólna charakterystyka	146
2.1.4.2. Skraplacze płaszczowo - rurowe poziome	147
2.1.4.3. Skraplacze płytowe	149
2.1.4.4. Skraplacze koaksjalne przeciwwądowe	150
2.2. PAROWNIKI	151
2.2.1. Podstawy działania parowników	151
2.2.2. Parowniki do chłodzenia cieczy	155
2.2.2.1. Parowniki płaszczowo – rurowe	155
2.2.2.2. Parowniki płytowe	156
2.2.2.3. Parowniki rurowe	162

2.2.2.4. Parowniki współosiowe koaksjalne.....	162
2.2.3. Parowniki do chłodzenia powietrza	163
2.2.3.1. Parowniki z naturalnym przepływem powietrza	163
2.2.3.2. Chłodnice wentylatorowe.....	164
2.2.4. Odszranianie oziębiaczy powietrza	169
2.2.4.1. Szronienie i odszranianie powierzchni oziębiaczy powietrza	169
2.2.4.1.1. Podstawowe problemy szronienia i odszraniania.....	169
2.2.4.1.2. Właściwości szronu i lodu.....	172
2.2.4.1.3. Systemy odszraniania oziębiaczy powietrza	177
2.2.4.1.4. Sprawność energetyczna odszraniania	178
2.2.4.2. Automatyzacja procesu odszraniania	180
2.2.4.2.1. Inicjacja procesu odszraniania	181
2.2.4.2.2. Zakończenie procesu odszraniania	183
2.2.4.3. Algorytm odszraniania grzałkami elektrycznymi	183
2.2.4.4.1. Instalacja chłodnicza monobloku.....	187
2.2.4.4.2. Instalacja chłodnicza magazynu prowiantu jednostki morskiej	192
2.2.4.4.3. Podsumowanie	196
2.2.4.5. Sterowniki klasyczne i dedykowane	197
2.2.4.5.1. Sterowanie procesem odszraniania	198
2.2.4.5.2. Elastyczny dobór czasu między odszranianiami	201
2.2.4.6. Koszty systemów odszraniania	202
2.3. SPIRALNE WYMIENNIKI CIEPŁA.....	208
2.4. NOWE TENDENCJE.....	212
2.5. ZBIORNIKI CZYNNIKA CHŁODNICZEGO CIECZY	215
2.6. CHŁODNICE MIĘDZYSTOPNIOWE.....	220
2.7. CHEMICZNE OCZYSZCZANIE SKRAPLACZY NATRYSKOWO – WYPARNYCH	224
2.7.1. Wpływ grubości osadu na pracę skraplacza.	225
2.7.2. Chemiczne usuwanie osadów kamienia wodnegoplacza.	226
2.8. AKUMULACYJNE ZBIORNIKI ZIMNA.....	227
3. AGREGATY DO SCHŁADZANIA CIECZY	235
3.1. WSTĘP.....	235
3.2. PRZEGLĄD KONSTRUKCJI I ZASTOSOWAŃ	235
3.2.1. Chłodzenie wody za pomocą sprężarek spiralnych	238
3.2.2. Chłodzenie wody za pomocą sprężarek tłokowych	240
3.2.3. Chłodzenie wody za pomocą sprężarek śrubowych	241
3.3. AGREGATY ZE SPRĘŻARKAMI TYPU SCROLL	245
3.3.1. Obudowa	245
3.3.2. Sprężarki	245
3.3.3. Skraplacz	245
3.3.4. Wentylatory.....	246
3.3.5. Parowniki	246
3.4. DOBÓR AGREGATU DO SCHŁADZANIA WODY	247
3.4.1. Zasady i kryteria doboru agregatu do schładzania wody	247
3.4.2. Dobór zbiornika buforowego	253
3.5. AGREGATY Z WYKORZYSTANIEM WENTYLATOROWEJ CHŁODNICY POWIETRZNEJ	254
3.6. WYMAGANIA DOTYCZĄCE MONTAŻU	259
3.7. ZASADY PRAWIDŁOWEJ EKSPLOATACJI	260

3.8. AWARIE W AGREGATACH I SPOSOBY ZAPOBIEGANIA	262
3.8.1. Wprowadzenie.....	262
3.8.2. Charakterystyka agregatu do chłodzenia wody.....	263
3.8.3. Przyczyny niesprawności i awarii	263
3.8.3.1. Niewłaściwy dobór agregatu w fazie projektowania	264
3.8.3.2. Niewłaściwy montaż elementów instalacji.....	265
3.8.3.3. Niewłaściwy dobór i nastawy automatyki sterującej i zabezpieczającej	265
3.8.3.4. Niewłaściwe warunki eksploatacji.....	266
3.8.4. Najczęstsze awarie: objawy, przyczyny i metody napraw	271
3.8.5. Podsumowanie	273
4. REGULACJE PRAWNE - CZYNNIKI CHŁODNICZE	275
4.1. PODZIAŁ CZYNNIKÓW CHŁODNICZYCH	275
4.2. DEGRADACJA WARSTWY OZONOWEJ	276
4.3. EFEKT CIEPLARNIANY	278
4.3.1. Mechanizm powstawania efektu cieplarnianego	278
4.3.2. Gazy „cieplarniane”	280
4.3.3. Skutki globalnego ocieplenia	282
4.4. WSKAŹNIKI EKOLOGICZNE OCENY CZYNNIKÓW CHŁODNICZYCH	283
4.5. REGULACJE PRAWNE DOTYCZĄCE SUBSTANCJI ZUBOŻAJĄCYCH WARSTWĘ OZONOWĄ	284
4.5.1. Podstawy regulacji prawnych	284
4.5.2. Europejskie regulacje prawne	285
4.5.3. Polskie regulacje prawne.....	288
4.6. HARMONOGRAM WYCOFYWANIA CZYNNIKÓW CHŁODNICZYCH Z GRUP CFC I HCFC	305
4.7. REGULACJE PRAWNE DOTYCZĄCE NIEKTÓRYCH FLUOROWANYCH GAZÓW CIEPLARNIANYCH	305
4.7.1. Rozporządzenia Parlamentu oraz Komisji Europejskiej.....	305
4.8. PROJEKT USTAWY O NIEKTÓRYCH FLUOROWANYCH GAZACH CIEPLARNIANYCH - NOWELIZACJA USTAWY O F-GAZACH	311