

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA	7
1 AMONIAK JAKO CZYNNIK ROBOCZY, CHŁODZIWA STOSOWANE W UKŁADACH CHŁODZENIA POŚREDNIEGO	9
(Zenon BONCA, Aleksander PALIWODA)	
1.1 Uwagi wstępne	9
1.2 Własności amoniaku (R 717)	11
1.2.1 Własności fizyczne	11
1.2.2 Własności chemiczne: oddziaływanie na metale i tworzywa sztuczne	13
1.2.3 Własności termodynamiczne	13
1.2.4 Własności elektryczne	16
1.2.5 Własności bezpieczeństwa użytkowania. Palność i wybuchowość	16
1.2.6 Oddziaływanie na organizm ludzki: własności trujące	19
1.2.7 Wykrywanie amoniaku	20
1.2.8 Oddziaływanie na środowisko	21
1.2.9 Oddziaływanie na produkty spożywcze	22
1.2.10 Bilans zalet i wad amoniaku	23
1.3 Oleje smarne do amoniakalnych urządzeń chłodniczych	24
1.3.1 Uwagi wstępne	24
1.3.2 Podstawowe wymagania stawiane olejom chłodniczym	25
1.3.3 Wpływ warunków pracy urządzenia chłodniczego na własności oleju	27
1.3.4 Rodzaje olejów do sprężarek amoniakalnych	29
1.4 Nośniki ciepła (chłodziwa) stosowane w układach chłodzenia pośredniego	36
1.4.1 Ogólna charakterystyka chłodziw	36
1.4.2 Chłodziwa stosowane w amoniakalnych urządzeniach chłodniczych	39
1.4.3 Porównanie własności cieplno-fizycznych wybranych chłodziw	42
1.4.4 Korozyjne własności chłodziw	45
Przypisy i literatura do rozdziału 1	48
2 OBIEGI CHŁODNICZE SPRĘŻARKOWE	51
(Waldemar TARGAŃSKI)	
2.1 Budowa wykresu Molliera ciśnienie - entalpia właściwa (p - h)	51
2.2 Obiegi jednostopniowe teoretyczne	53
2.3 Wpływ podstawowych parametrów pracy na efektywność energetyczną teoretycznego obiegu chłodniczego	55
2.4 Obieg rzeczywisty	59
2.5 Obiegi teoretyczne dwustopniowe i układy kaskadowe	62
2.6 Pompowe zasilanie parownika czynnikiem chłodniczym	68
2.7 Przykłady obliczeń obiegów chłodniczych	69
Literatura do rozdziału 2	78
3 WYMIANA CIEPŁA W AMONIAKALNYCH URZĄDZENIACH CHŁODNICZYCH	79
(Dariusz BUTRYMOWICZ)	
3.1 Uwagi ogólne o wymianie ciepła i oporach przepływu w chłodniczych wymyennikach ciepła	79
3.2 Wymiana ciepła w parownikach	88
3.2.1 Wymiana ciepła i opory przepływu cieczy	89
3.2.2 Zjawisko wrzenia w parownikach zalanych o dużej objętości	102
3.2.3 Zjawisko wrzenia i spadków ciśnienia w parownikach przepływowych, zalanych i suchych	108

3.2.4	Wymiana ciepła na powierzchni zewnętrznej chłodnic powietrza -----	124
3.2.5	Wymiana ciepła przy odparowaniu warstwy cieczy -----	142
3.2.6	Wymiana ciepła na powierzchni z namarzaniem lodu -----	147
3.3	Wymiana ciepła w skraplaczach chłodniczych -----	149
3.3.1	Skraplanie na zewnątrz rur -----	150
3.3.2	Skraplanie w rurach i płytowych wymiennikach ciepła -----	159
3.3.3	Wymiana ciepła po stronie wody chłodzącej -----	163
3.3.4	Wymiana ciepła od strony powietrza na wiązkach rur w skraplaczach -----	167
3.3.5	Wykorzystanie efektu natrysku wody w skraplaczach natryskowo-wyparnych -----	169
	Literatura do rozdziału 3 -----	174
4	SPRĘŻARKI -----	178
	(Konrad KALINOWSKI)	
4.1	Wprowadzenie -----	178
4.2	Sprężarki tłokowe -----	181
4.2.1	Budowa sprężarki tłokowej -----	181
4.2.2	Zasada działania sprężarki tłokowej -----	186
4.2.3	Straty w zaworach roboczych -----	188
4.2.4	Temperatura sprężania par amoniaku. Obniżanie temperatury par -----	189
4.2.5	Regulacja wydajności sprężarek tłokowych -----	193
4.2.5.1	Potrzeba regulacji wydajności -----	193
4.2.5.2	Regulacja wydajności sprężarek tłokowych. "Wyłączanie cylindrów" -----	194
4.3	Sprężarki śrubowe -----	196
4.3.1	Ogólna budowa agregatu sprężarki śrubowej -----	196
4.3.2	Budowa sprężarki śrubowej -----	196
4.3.3	Zasada działania sprężarki śrubowej -----	199
4.3.4	Proces sprężania w sprężarce śrubowej -----	201
4.3.5	Regulacja objętości komory sprężania. Wskaźnik objętości komory sprężania " ϕ_p " i spręż wewnętrzny " σ_i " -----	202
4.3.6	Upustowa regulacja wydajności sprężarki śrubowej -----	204
4.3.7	Straty związane z regulacją wydajności sprężarek śrubowych -----	205
4.4	Obiegi oleju w agregatach sprężarkowych -----	206
4.4.1	Funkcja oleju w sprężarkach chłodniczych -----	206
4.4.2	Przerzut oleju ze sprężarki do urządzenia chłodniczego -----	207
4.4.3	Obieg oleju w sprężarce tłokowej -----	209
4.4.4	System olejowy sprężarek śrubowych. Podobieństwa i różnice w porównaniu ze sprężarkami tłokowymi -----	211
4.5	Układy sprężarek na niższe temperatury -----	215
4.5.1	Ogólne kryteria doboru sprężarek na niższe temperatury -----	215
4.5.2	Dwustopniowe obiegi chłodnicze sprężarek tłokowych i śrubowych -----	216
4.5.3	Obiegi chłodnicze sprężarek śrubowych z doładowaniem -----	221
4.5.4	Wykonania sprężarek dwustopniowych -----	222
4.6	Charakterystyki sprężarek tłokowych i śrubowych -----	223
4.6.1	Charakterystyki mocy -----	223
4.6.2	Stopień dostarczania sprężarek tłokowych i śrubowych -----	227
4.6.3	Współczynnik wydajności chłodniczej sprężarek tłokowych i śrubowych ---	232
4.7	Ruch i automatyzacja pracy sprężarek -----	236
4.7.1	Ogólne zasady ruchu urządzenia chłodniczego i sprężarek -----	236
4.7.2	Zabezpieczenia agregatów sprężarkowych -----	239
4.7.3	Pomiary i kontrola parametrów pracy. Sygnalizacja stanów ruchu i ostrzeganie -----	240

4.7.4	Regulacja i sterowanie. Ruch automatyczny agregatów sprężarkowych	240
4.7.5	Rozruch sprężarek i dobór silników napędowych do sprężarek	241
4.8	Inne rozwiązania konstrukcyjne sprężarek	244
4.8.1	Sprężarki śrubowe jednowirnikowe	244
4.8.2	Sprężarki semihermetyczne do amoniaku	245
4.8.3	Sprężarki bezolejowe	247
	Literatura i materiały firmowe do rozdziału 4	250
5.	PAROWNIKI, CHŁODNICE I SYSTEMY CHŁODZENIA	253
	(Konrad KALINOWSKI)	
5.1	Systemy chłodzenia, funkcja i podział parowników i chłodziw	253
5.2	Parowniki rurowe	255
5.3	Wentylatorowe chłodziw powietrza	258
5.3.1	Ogólna budowa chłodziw powietrza	258
5.3.2	Baterie rurowo-lamelowe, budowa i wymiary główne	261
5.3.3	Tace ścięgowe i obudowy chłodziw powietrza	264
5.3.4	Wyznaczenie wydajności chłodziw oraz temperatury wylotowej powietrza	265
5.3.5	Dobór wentylatorów do chłodziw powietrza, a obieg powietrza w komorach chłodziwowych	268
5.3.6	Warunki klimatyczne w komorze chłodziwowej, a dobór chłodziw powietrza	278
5.3.7	Odszranianie amoniakalnych chłodziw powietrza	284
5.3.7.1	Cykliczny charakter pracy chłodziw powietrza w warunkach oszronienia. Ciepło konieczne do odszraniania	284
5.3.7.2	Odszranianie parowników "gorącymi parami"	290
5.3.7.3	Inne metody odszraniania chłodziw powietrza	296
5.4	Parowniki płaszczowo-rurowe	298
5.4.1	Zastosowanie i podział	298
5.4.2	Budowa, działanie i wydajność parowników płaszczowo-rurowych zalanych	299
5.4.3	Parowniki płaszczowo-rurowe typu suchego	304
5.4.4	Parowniki płaszczowo-rurowe zroszeniowe	307
5.5	Parowniki płytowe do chłodzenia cieczy	308
5.5.1	Zastosowanie płytowego wymiennika ciepła. Płyty	308
5.5.2	Konstrukcja i działanie parowników płytowych	310
5.6	Parowniki specjalizowane	313
5.7	Systemy zasilania parowników	314
5.7.1	Ogólne informacje o zasilaniu parowników	314
5.7.2	Zasilanie ciśnieniowe	315
5.7.2.1	Ręczne zawory rozprężne	319
5.7.2.2	Termostatyczne zawory rozprężne	319
5.7.2.3	Elektroniczne zawory rozprężne	321
5.7.2.4	Zawory rozprężne pływakowe	323
5.7.2.5	Zawory rozprężne nastawiane silnikami pomocniczymi	326
5.7.3	Zasilanie grawitacyjne parowników	327
5.7.4	Zasilanie pompowe (recyrkulacyjne) parowników	330
5.7.4.1	Zasada działania. Krotkość obiegu	330
5.7.4.2	Pompy do amoniaku	335
5.7.4.3	Współpraca pomp z siecią rurociągów. Charakterystyka pomp i sieci. Regulacja	337
5.7.4.4	Cięśnienie ssania pompy w instalacji. Kawitacja	341
5.7.4.5	Wpływ zasilania pompowego na działanie i konstrukcję parownika	342
5.7.5	Funkcje oddzielnika cieczy w obiegu pompowym. Wielkość oddzielnika	348

5.8	Pośrednie systemy chłodzenia -----	361
5.8.1	Systemy chłodzenia. Zalety i wady bezpośrednich i pośrednich systemów chłodzenia -----	361
5.8.2	Podział i zastosowanie systemów do chłodzenia pośredniego -----	364
5.8.3	Budowa i działanie urządzeń do chłodzenia pośredniego -----	366
5.8.4	Współpraca obiegu chłodziwa z parownikiem -----	373
5.9	Charakterystyka współpracy parowników ze sprężarką -----	376
	Literatura do rozdziału 5 -----	380

6	SKRAPLACZE AMONIAKALNE I UKŁADY POMOCNICZE ZWIĄZANE ZE SKRAPLACZAMI -----	383
	<i>(Konrad KALINOWSKI)</i>	
6.1	Podział skraplaczy -----	383
6.2	Skraplacze chłodzone wodą -----	383
6.2.1	Skraplacze płaszczowo-rurowe poziome -----	384
6.2.2	Skraplacze płaszczowo-rurowe członowe -----	390
6.2.3	Skraplacze płaszczowo-rurowe pionowe -----	391
6.2.4	Skraplacze płytowe -----	392
6.3	Obiegi wody chłodzącej skraplaczy -----	393
6.3.1	Zasada działania obiegów wody chłodzącej -----	393
6.3.2	Chłodnie wyparne wody obiegowej -----	398
6.4	Skraplacze chłodzone wodą i powietrzem -----	402
6.4.1	Skraplacze ociekowe -----	402
6.4.2	Skraplacze natryskowo-wyparne -----	403
6.4.2.1	Budowa i działanie skraplacza natryskowo-wyparnego -----	403
6.4.2.2	Obieg wody skraplacza natryskowo-wyparnego -----	409
6.5	Skraplacze chłodzone powietrzem -----	411
6.6	Pomocnicze funkcje skraplaczy -----	415
6.6.1	Wykorzystanie (odzyskiwanie) ciepła skraplania do celów użytkowych -----	415
6.6.2	Odprowadzenie ciepła chłodzenia oleju ze sprężarek śrubowych -----	418
6.7	Wpływ czynników eksploatacyjnych -----	422
6.7.1	Wpływ warunków otoczenia na pracę i ruch skraplacza -----	422
6.7.2	Wpływ niższych temperatur otoczenia -----	425
6.7.3	Wpływ ograniczenia hałasów na skraplacze i chłodnie wody -----	430
6.8	Powietrze i inne gazy nieskrapające się w skraplaczu -----	432
6.8.1	Wzrost ciśnienia skraplania wskutek obecności gazów nieskrapających się w skraplaczu -----	432
6.8.2	Odpowietrzniki -----	434
6.9	Charakterystyki współpracy skraplacza ze sprężarką -----	437
	Literatura do rozdziału 6 -----	441

ZAŁĄCZNIK 1.	Własności cieplno-fizyczne cieczy nasyconej amoniaku -----	443
ZAŁĄCZNIK 2.	Własności cieplno-fizyczne pary nasyconej amoniaku -----	444
ZAŁĄCZNIK 3.	Własności termodynamiczne cieczy i pary nasyconej amoniaku -----	445
ZAŁĄCZNIK 4.	Wykres termodynamiczny Molliera (p - h) dla amoniaku -----	449
ZAŁĄCZNIK 5.	Własności cieplno-fizyczne wodnego roztworu chlorku wapnia -----	450
ZAŁĄCZNIK 6.	Gęstości wodnych roztworów chlorku sodu i chlorku wapnia -----	451
ZAŁĄCZNIK 7.	Własności cieplno fizyczne wodnego roztworu glikolu etylenowego -	451
ZAŁĄCZNIK 8.	Wykres Molliera (h - x) powietrza wilgotnego -----	452

SKOROWIDZ -----	453
------------------------	------------