

# Obsah

<b>I. Všeobecný přehled</b> . . . . .	10
Oblasti použití techniky chlazení . . . . .	11
Úloha techniky chlazení . . . . .	38
Možné systémy chlazení . . . . .	39
Historický přehled . . . . .	44
<b>II. Chladicí směsi a vlastnosti solných roztoků. Nosiče chladu</b>	47
<b>III. Všeobecně o expančních pochodech a o vypařování</b> . . .	67
Teplná bilance . . . . .	69
Ideální porovnávací oběh. Carnotův oběh . . . . .	70
Chladicí faktor skutečných chladicích oběhů . . . . .	74
Odvádění tepla a čerpací poměr . . . . .	78
Porovnání provozních nákladů kompresorových a absorpčních zařízení . . . . .	80
Topný faktor . . . . .	82
<b>IV. Kompresorové vypařování (chlazení)</b> . . . . .	85
Průběh kompresorového vypařování . . . . .	87
Teplotní rozdíly . . . . .	92
Součinitel prostupu tepla $k$ . . . . .	94
Hospodárné teplotní rozdíly . . . . .	94
Příkon kompresoru . . . . .	104
Nasávaný objem páry . . . . .	109
Objemové využití zařízení (dopravní účinnost) a objemová účinnost kompresoru . . . . .	112
Změna chladicího výkonu stroje za různých podmínek . . . . .	117
Základní podmínky . . . . .	119
Změna kondensační teploty a chladicího výkonu způsobená změnou teploty vypařování . . . . .	120
Několikastupňová komprese . . . . .	125
<b>V. Pístový kompresor</b> . . . . .	129
Diagramy a vzorce ke stanovení rozměrů pístového stroje	131
O konstrukci pístových kompresorů . . . . .	137
<b>VI. Chladiva</b> . . . . .	159
Vlastnosti, které mají mít chladiva . . . . .	161
Používaná chladiva . . . . .	162
Chemické a fyziologické vlastnosti chladiv . . . . .	164
Teplné vlastnosti chladiv . . . . .	198
Základní termodynamické vztahy . . . . .	207
Teplné diagramy chladiv . . . . .	208
Výpočet několikastupňových kompresorových zařízení . . . . .	223

<b>VII. Proudění chladiv. Potrubí a ventily pro chladiva . . . . .</b>	<b>225</b>
Hospodárné rychlosti v trubkách a ventilech na straně páry . . . . .	227
Tlakový spád na straně páry . . . . .	232
Tlakový spád na straně kapaliny . . . . .	238
Tvoření par na straně kapaliny při snížení tlaku . . . . .	241
Výtok páry chladiva při větším tlakovém poměru. . . . .	247
Stanovení rozměrů rozdělovačů . . . . .	248
Části potrubí . . . . .	249
Konstrukce ventilů . . . . .	251
Stanovení rozměrů pojistných ventilů . . . . .	252
<b>VIII. Provoz, regulace, automatika, přístroje . . . . .</b>	<b>261</b>
Různé způsoby provozu. . . . .	263
Regulace ruční . . . . .	263
Automatika . . . . .	267
Schémata zařízení . . . . .	311
Přístroje . . . . .	313
Problémy materiálu a konstrukční údaje . . . . .	317
<b>IX. Šíření tepla . . . . .</b>	<b>325</b>
Součinitel prostupu tepla . . . . .	327
Střední teplotní rozdíl . . . . .	360
Příklady. . . . .	364
Tlakové ztráty ve výměnících tepla . . . . .	373
<b>X. Vlhký vzduch, odtávání, váhová ztráta zboží, relativní vlhkost v chlazených prostorách . . . . .</b>	<b>381</b>
Kdy vzniká rosení a kdy námraza? . . . . .	383
Hygroskopické látky . . . . .	385
Odpařování vody s povrchu vlhkého tělesa a přestup tepla . . . . .	386
Entalpie (tepelný obsah) vlhkého vzduchu . . . . .	390
Míšení dvou množství vzduchu různých stavů . . . . .	390
Chlad potřebný k odnětí 1 kg vody . . . . .	392
Doplňný diagram <i>t-p</i> pro nízké teploty . . . . .	394
Mollierův diagram . . . . .	394
Doba potřebná k odtávání . . . . .	394
Průchod vlhkosti tenkými vrstvami (membránami) a stěnami . . . . .	407
Průchod vlhkosti stěnami chlazeného prostoru . . . . .	407
Balené zboží . . . . .	410
Předběžný výpočet relativní vlhkosti chlazeného prostoru . . . . .	412
Výpočet chladicích věží. . . . .	417
<b>XI. Tepelné izolace . . . . .</b>	<b>425</b>
Tepelná vodivost izolačních hmot . . . . .	427
Vnikání vlhkosti do stěn chlazených prostorů a prostředky proti němu . . . . .	442
Teplo, které vniklo do chlazeného prostoru stěnami, stropem atd. . . . .	448
Jakou tloušťku izolace je třeba volit? . . . . .	450
Jak se zabrání stálému promrzávání půdy pod mrazírnou? . . . . .	456
Vliv příčných zdí, které jsou ve spojení s teplejšími prostory . . . . .	457
Vliv lodních výtuh . . . . .	458

## VI. Chladiva

1. <i>Vlastnosti, které mají mít chladiva</i> . . . . .	161—162
2. <i>Používaná chladiva</i> . . . . .	41, 87 162—164
3. <i>Chemické a fyziologické vlastnosti chladiv</i> . . . . .	164—198
A. Jedovatost chladiv . . . . .	165—177
a) Čpavek a kysličník siřičitý . . . . .	170—172
b) Methylchlorid . . . . .	172—173
Varovná dráždicí látka . . . . .	173
c) Freon 12 . . . . .	173—174
d) Kysličník uhličitý . . . . .	174
e) Rozklad chlorovaných derivátů uhlovodíků . . . . .	174—176
f) Netěsnost a větrání . . . . .	176—177
B. Možnost zkoušení na těsnost . . . . .	178—180
C. Nebezpečí požáru . . . . .	180—181
D. Zacházení s chladivy . . . . .	181—194
a) Láhve na chladiva . . . . .	181—189
1. Velikost náplně . . . . .	183—188
2. Lahvové ventily . . . . .	188
3. Označování lahví . . . . .	188—189
b) Přepouštění chladiva z větší do menší provozní láhve nebo do chladicího zařízení . . . . .	189—192
c) Zacházení s velkými lahvemi na chladivo . . . . .	192
d) Láhve se sifonem a bez něho . . . . .	193
e) Čistota lahví . . . . .	193—194
E. Korose způsobená chladivem nebo vlhkostí obsaženou v chladivech . . . . .	194—198
Rozpustnost a množství vody v chladivech . . . . .	194
Pomědování . . . . .	195
Zjišťování stupně znečištění . . . . .	195—197
Zařízení na vysoušení chladiv . . . . .	197—198
4. <i>Tepelné vlastnosti chladiv</i> . . . . .	198—207
a) Křivka tlaku syté páry . . . . .	198—203
b) Souhrnná tabulka tepelných vlastností . . . . .	203
c) Kritický tlak a kritická teplota . . . . .	203—204
d) Teplota tuhnutí . . . . .	204
e) Výparné teplo . . . . .	204
f) Měrný objem páry . . . . .	204—205
g) Měrné teplo páry . . . . .	205
h) Práce kompresoru . . . . .	205—208
Kompresní poměr . . . . .	206
5. <i>Základní termodynamické vztahy</i> . . . . .	207—208



a) Energetická rovnice . . . . .	207
b) Průběh komprese . . . . .	207—208
c) Průběh v kondensátoru . . . . .	208
d) Průběh ve škrticím ventilu . . . . .	308
e) Průběh ve výparníku . . . . .	208
6. Tepelné diagramy chladiv . . . . .	208—223
a) Diagram $t-p$ . . . . .	209
b) Diagram $t-\log p$ . . . . .	211
c) Nejobvyklejší typy tepelných diagramů . . . . .	211—212
d) Znázornění jednoduchého okruhu chlazení s vypařováním v nejobvyklejších tepelných diagramech . . . . .	212—213
e) Diagram $i-s$ . . . . .	213—222
7. Výpočet několikastupňových kompresorových zařízení . 125	223—224
Literatura . . . . .	224

## VII. Proudění chladiv Potrubí a ventily pro chladiva

1. <i>Hospodárné rychlosti v trubkách a ventilech na straně páry</i> . . . . .	227—232
Diagramy pro výpočet hospodárnosti . . . . .	228—230
Příklady . . . . .	231—232
2. <i>Tlakový spád na straně páry</i> . . . . .	232—237
a) V přímých potrubích při konstantní měrné váze látky . . . . .	232—234
b) V přímých potrubích při proměnlivé měrné váze látky . . . . .	234
c) V kondensátorech a výparnicích . . . . .	235
d) Ve ventilech, v obloucích trubek apod. . . . .	235—237
3. <i>Tlakový spád na straně kapaliny</i> . . . . .	238—240
a) Tlakový spád v potrubí . . . . .	238
Výpočtový diagram . . . . .	239
b) Tlakový spád v uzavíracích ventilech . . . . .	238
c) Tlakový spád v jehlových ventilech a potřebný průtokový průřez . . . . .	238—240
Tabulka pro potřebný průtokový průřez . . . . .	240
4. <i>Tvoření par na straně kapaliny při snížení tlaku</i> . . . . .	241—246
a) Úhrnné snížení tlaku . . . . .	241
b) Přípustné snížení tlaku bez tvoření bublin . . . . .	241—242
c) Tvoření páry při snížení tlaku . . . . .	242
d) Proudění chladiva, obsahujícího bubliny, škrticím ventilem . . . . .	243—244
e) Proudění chladiva kapilárou jako škrticím orgánem . . . . .	244—246
5. <i>Výtok páry chladiva při větším tlakovém poměru</i> . . . . .	247—248
Příklad . . . . .	247—248
6. <i>Stanovení rozměrů rozdělovačů</i> . . . . .	248
7. <i>Části potrubí</i> . . . . .	249—250
Tabulky spojníků, matic atd. . . . .	251
8. <i>Konstrukce ventilů</i> . . . . .	250
9. <i>Stanovení rozměrů pojistných ventilů</i> . . . . .	252
a) Pojistné ventily pro tlakové nádoby . . . . .	252—257
b) Pojistné ventily kompresorů, pojistné destičky . . . . .	257—259

## VIII. Provoz, regulace, automatika, přístroje

1. Různé způsoby provozu . . . . .	263
2. Regulace ruční . . . . .	263—267
3. Automatika . . . . .	267—310
a) Přehled . . . . .	267—268
b) Orgány reagující na teplotu . . . . .	268—270
Termostatický článek . . . . .	268—269
Zákon chladné stěny a velikost náplně . . . . .	269
Parní náplň . . . . .	269—270
c) Automatické uzavírací ventily . . . . .	270—271
d) Servomotorické ventily . . . . .	271—273
Hydraulické . . . . .	271
Elektrické . . . . .	272—273
e) Zpětné ventily . . . . .	273
f) Automaticky pracující regulační nebo expanzní ventily . . . . .	273—295
1. Automatický expanzní ventil . . . . .	273—276
Pracovní princip . . . . .	274
Pracovní diagram ventilu . . . . .	274
Nepříznivé regulační vlastnosti . . . . .	275
Pokyny pro umístění ventilů . . . . .	275—276
2. Termostatické expanzní ventily . . . . .	276—284
Princip . . . . .	276
Pracovní diagram . . . . .	278
Náplň . . . . .	278—279
Příznivé regulační vlastnosti . . . . .	279
Pokyny pro umístění ventilu . . . . .	280
Kapalinová a parní náplň . . . . .	280—282
Přednosti a nedostatky kapalinové a parní náplně . . . . .	282—283
Sloučení výhod obou konstrukcí ventilů . . . . .	283
Vyrovnaní tlaku . . . . .	284
3. Regulace zařízení pro velmi nízké teploty . . . . .	284—288
Několikastupňová zařízení . . . . .	284—285
Regulační obtíže u termostat. expanzních ventilů . . . . .	285—286
Značně velké expanzní ventily . . . . .	286
Přednostní volba ventilů plněných kapalinou . . . . .	286
Paralelně zapojené expanzní ventily . . . . .	286—288
Přídavný škrtkací orgán . . . . .	288
4. Zkoušení termostatického expanzního ventilu . . . . .	288—289
5. Uspořádání rozdělovače chladiva za exp. ventilem . . . . .	289—290
6. Plovákové regulátory . . . . .	290—295

Nízkotlaký plovákový ventil . . . . .	290—293
Princip . . . . .	290—291
Použití . . . . .	291
Obtíže . . . . .	291—292
Oddělená plováková komora . . . . .	292
Uspořádání plovákového ventilu s uzavíráním . . . . .	292—293
Vysokotlaký plovákový ventil . . . . .	293—295
Princip . . . . .	293
Přesná náplň. Odvádění nekondensujících plynů . . . . .	293—294
Použití . . . . .	294—295
7. Orgány s konstantním škrcením . . . . .	153, 244—246 295
g) Škrťací ventily . . . . .	296—297
Způsob práce . . . . .	296—297
Konstrukce . . . . .	297
h) Regulace teploty . . . . .	297—303
Presostat-termostat . . . . .	297—298
Diference . . . . .	299—300
Regulace teploty presostatem . . . . .	514—516 300
Termostatická regulace teploty . . . . .	301—302
Vliv umístění tykavky . . . . .	302
Kontaktní teploměr . . . . .	302—303
i) Vysokotlaké jistění . . . . .	303
j) Kontakty a spínače . . . . .	304—306
Spínací výkon . . . . .	304—305
Stykače . . . . .	305—306
Ochrana motoru . . . . .	306
k) Vodní ventily . . . . .	306—309
Jistění proti nedostatku vody . . . . .	306—307
Automatické vodní ventily . . . . .	307—308
Způsob zabudování . . . . .	308—309
l) Odlehčovací ventily . . . . .	309—310
4. Schémata zařízení . . . . .	311—313
Značky . . . . .	313
5. Přístroje . . . . .	313—317
Zorné sklo (hledítko) . . . . .	313
Odolejovávač . . . . .	313—314
Filtry, lapače nečistot . . . . .	315
Pojistné ventily . . . . .	315
Výměník tepla . . . . .	315—316
Odvzdušňovací zařízení . . . . .	316—317
6. Problém materiálu a konstrukční údaje . . . . .	317—322
Membrány a vlnovce . . . . .	317—318
Pružiny . . . . .	318—320
Průtokový průřez expansního ventilu . . . . .	238—244 320
Materiály ventilů . . . . .	321
Bimetalické pružiny . . . . .	321
Pájky . . . . .	322
Mosazné součásti . . . . .	322—323



## IX. Šíření tepla

1. Součinitel prostupu tepla . . . . .	327—360
A. Přehled hodnot . . . . .	95, 448—450 327
B. Vzorce pro výpočet součinitele prostupu tepla ze součinitele přestupu tepla a tepelné vodivosti . . . . .	327—332
C. Tepelná vodivost různých látek a vrstev nečistot . . . . .	332—335
Tepelná vodivost nezmrazených potravin . . . . .	545, 528
Tepelná vodivost zmrazených potravin . . . . .	537, 542
Tepelná vodivost obalových materiálů . . . . .	545
D. Součinitel přestupu tepla . . . . .	335—360
Součinitel přestupu tepla při nuceném a přirozeném proudění . . . . .	335
1a. Nucené turbulentní proudění v <i>přímých kanálech</i> . . . . .	336—344
Teoretické vztahy . . . . .	336
a) Kapaliny a plyny . . . . .	336
b) Tepelná vodivost a viskozita kapalin . . . . .	336—337
c) Ekvivalentní průměr kanálu . . . . .	337—338
d) Funkce $f$ (Re, Pr) . . . . .	338
e) Hodnoty Prandtlova čísla . . . . .	339
f) Diagram pro Nusseltovo číslo . . . . .	340—341
Zjednodušené vzorce . . . . .	339—344
a) Pro vzduch . . . . .	339—343
b) Pro kapaliny . . . . .	343
c) Pro solanky . . . . .	343
d) Pro přehřáté páry chladiv . . . . .	343—344
1b. Nucené turbulentní proudění v <i>zakřivených kanálech</i> . . . . .	344
2. Přirozené proudění (konvekce) . . . . .	344—351
Teoretické vztahy . . . . .	344
Součinitel proudění . . . . .	345—347
Zjednodušené vzorce . . . . .	347—
Pro vzduch . . . . .	347
a) u jednoduché svislé stěny . . . . .	347
b) u vodorovné stěny . . . . .	347
c) u vodorovné trubky . . . . .	347
d) u žeber . . . . .	347—351
Pro vodu . . . . .	351
3. Nucené laminární proudění . . . . .	351—352
4. Sprchované plochy . . . . .	352
5. Var a kondensace látek . . . . .	352—360
Součinitel přestupu tepla sáláním $\alpha_s$ . . . . .	355—356
Součinitel přestupu tepla při látkové výměně tj. při srážení nebo vypařování vlhkosti . . . . .	356—358



Přestup tepla ve sprchách a ve věžích s náplňovými tělisky . . . . .	417—423	358—359
Složené případy . . . . .		359—360
2. <i>Střední teplotní rozdíl</i> . . . . .	92	360—364
Diagram pro protiproud . . . . .		361
Diagram pro souproud . . . . .		362
Diagram pro křížový proud . . . . .		363
3. <i>Příklady</i> . . . . .		364—373
Žebrovaný kondensátor s ventilátorem . . . . .		364—366
Odpařovací kondensátor . . . . .		366—369
Sprchový kondensátor . . . . .		369—370
Výparník. Porovnání žebrovaného prvku pro klidné chlazení s ventilátorovým chladičem vzduchu . . . . .		370—372
Vliv námrazy . . . . .		372
Chladič vzduchu s hladkými trubkami . . . . .		372—373
4. <i>Tlakové ztráty ve výměnících tepla</i> . . . . .		373—378
a) Tlaková ztráta v trubkách, kanálech a obloucích . . . . .		374
b) Tlaková ztráta při proudění napříč svazkem trubek . . . . .		374—375
c) Tlaková ztráta ve sloupcích náplňových tělísek . . . . .		375—376
d) Vztah mezi tlakovou ztrátou a přestupem tepla . . . . .		376—378
Literatura . . . . .		378—379

## X. Vlhký vzduch, odtávání, váhová ztráta zboží, relativní vlhkost v chlazených prostorech

1. <i>Kdy vzniká orosení a kdy námraza</i> . . . . .	333—384
2. <i>Hygroskopické látky</i> . . . . .	385—,86
Sorpční isotermy různých látek . . . . .	386
3. <i>Odpařování vody s povrchu vlhkého tělesa a přestup tepla</i> . .	386—390
Difusní přestupní součinitel . . . . .	386—388
Součinitel přestupu tepla při odpařování a při orosení (kon-	
densaci) . . . . .	356 388—389
Teplota suchého a vlhkého teploměru, rosný bod . . . . .	388—389
Mez ochlazení . . . . .	390
4. <i>Entalpie (tepelný obsah) vlhkého vzduchu</i> . . . . .	390
Diagramy . . . . .	393—395
5. <i>Míšení dvou množství vzduchu různých stavů</i> . . . . .	390—392
6. <i>Chlad potřebný k odnětí 1 kg vody</i> . . . . .	392—394
7. <i>Doplňný diagram t-p pro nízké teploty</i> . . . . .	394
8. <i>Mollierův diagram</i> . . . . .	394
9. <i>Doba potřebná k odtávání</i> . . . . .	394—403
10. <i>Průchod vlhkosti tenkými vrstvami (membránami) a stě-</i>	
<i>nami</i> . . . . .	18, 40, 422—447 403
11. <i>Průchod vlhkosti stěnami chlazeného prostoru</i> . . . . .	422 403—410
Tabulka tlaků syté vodní páry . . . . .	409
12. <i>Balené zboží</i> . . . . .	18, 545 410—411
13. <i>Předběžný výpočet relativní vlhkosti chlazeného prostoru</i> . .	412—417
14. <i>Výpočet chladicích věží</i> . . . . .	417—423

## XI. Tepelné izolace

1. *Tepelná vodivost izolačních hmot* . . . . . 427—442
  - a) Šíření tepla vedením a přirozeným prouděním vzduchu . 427
  - b) Šíření tepla sáláním . . . . . 432
  - c) Šíření tepla odpařováním a kondenzací vlhkosti na povrchových plochách stěn . . . . . 433
  - d) Zvětšení tepelné vodivosti izolace vedením tepla hmotou stěn . . . . . 434
  - e) Zvětšení tepelné vodivosti vedením tepla impreg. látkou a adsorpční vlhkostí, která vytvoří ve stěně spojitě cesty 437
  - f) Celková tepelná vodivost izolační hmoty . . . . . 438
  - g) Hmoty s velmi malými póry . . . . . 440
  - h) Okrajové ztráty . . . . . 441
2. *Vnikání vlhkosti do stěn chlazených prostorů a prostředky proti němu* . . . . . 407—410 442—447
  - a) Množství vlhkosti vnikající volně do izolace . . . . . 442
  - b) Ochranná vrstva . . . . . 443
  - c) Zachycování vodních par, které proniknou ochrannou vrstvou . . . . . 444
    - Větrání podle *C. Munterse* . . . . . 445
    - Návrh podle *A. Watzingera* . . . . . 447
    - Návrh podle *F. Hubendicka* . . . . . 447
    - Součinitel průchodu vlhkosti . . . . . 404—407
3. *Teplu, které vniklo do chlazeného prostoru stěnami, stropem atd.* 448—450
  - Pomocný diagram pro určení hodnoty  $k$  . . . . . 449
  - Přehledné hodnoty . . . . . 449
  - Prostup tepla oknem . . . . . 475 450
  - Vliv slunečního záření . . . . . 475—487
4. *Jakou tloušťku izolace je třeba volit.* . . . . . 450—456
  - Nejhospodárnější tloušťky izolace z hlediska spotřebitele 451
  - Větší rovinné plochy . . . . . 451
  - Menší prostory . . . . . 453
  - Potrubí . . . . . 454
  - Lodní chladičí zařízení . . . . . 455
  - Malá chladičí zařízení . . . . . 455
  - Zájem kapitálu . . . . . 456
5. *Jak se zabrání stálému promrzávání půdy pod mrazírnou* . . 456—457
6. *Vliv příčných zdí, které jsou ve spojení s teplejšími prostory.* 457—458
  - Účinnost žeber . . . . . 330
7. *Vliv lodních výztuh* . . . . . 458—462

## XII. Přehled potřeby chladu

1. Hodnoty ze zkušenosti . . . . .	27, 29	465
a) Domácí chladničky . . . . .	27	465
b) Větší chladničky a malá chladicí zařízení . . . . .	27	466
c) Větší chladicí zařízení . . . . .	27	467
2. Výpočet potřeby chladu při známém obratu zboží . . . . .	498—500	468
a) Vyvíjení tepla stroji a živými bytostmi . . . . .		468
b) Tok tepla při ochlazování zboží bez současného zmrazování . . . . .		468
Doba ochlazování . . . . .		469
c) Chladicí výkon potřebný pro zmrazování . . . . .		470
Doba zmrazování . . . . .	533—548	470
d) Potřeba chladu pro ochlazení vzduchu . . . . .		471
Výměna vzduchu . . . . .		473
e) Potřeba chladu pro ochlazování vlhkosti kondensující na chladicích tělesech . . . . .		474
f) Teplota vnikající plochami vymezujícími chlazený prostor . . . . .	448—450	474
Obrat zboží v chladírnách . . . . .		498
3. Sluneční sálání . . . . .		475
Okna . . . . .		475
Svislé stěny . . . . .		476
Vodorovné plochy . . . . .		479
Šikmé střechy . . . . .		480
Podíl tepla ze slunečního sálání, které proniká stěnou . . . . .		480
Zpoždění . . . . .		484
Tlumení . . . . .		485
4. Kolísání úhrnného průtoku tepla plochami ohraničujícími prostor během 24 hodin . . . . .		485
5. Teplota vnějšího vzduchu a teplota chladicí vody . . . . .		487



<b>XII. Přehled potřeby chladu</b> . . . . .	463
Hodnoty ze zkušeností . . . . .	465
Výpočet potřeby chladu při známém obratu zboží . . . . .	468
Sluneční sálání . . . . .	475
Kolisání úhnného průtoku tepla plochami ohraničujícími prostor, během 24 hodin . . . . .	485
Teplota vnějšího vzduchu a teplota chladicí vody . . . . .	487
<b>XIII. Ochlazování a jiné nestacionární průběhy teplot</b> . . . . .	497
Různé způsoby výpočtu potřeby chladu chlazeného prostoru . . . . .	498
Průběh teploty v plochých tělesech při jejich ochlazování a závislost odvádění tepla na čas . . . . .	500
Volný chladičí výkon pro ochlazování zboží . . . . .	503
Souhrn vzorců pro výpočet průběhu ochlazování těles uložených v chladírně . . . . .	505
Použití vzorců pro ochlazování . . . . .	510
Použití vzorců v otázkách dopravy . . . . .	513
Kolisání teplot při regulování teploty chladírny . . . . .	514
Hydraulické modelové zkoušky pro výpočet různých teplotních průběhů . . . . .	517
Teplotní průběh při odvádění tepla z velké masy půdy . . . . .	525
<b>XIV. Rychlé zmrazování. Teorie a praxe</b> . . . . .	527
Příznivé hodnoty pro střední rychlost zmrazování . . . . .	529
Rekrystalisace . . . . .	532
Výpočet rychlosti zmrazování . . . . .	533
Hlediska distribuce mrazeného zboží . . . . .	548
Souhrnný přehled a technickohospodářská hlediska . . . . .	550
Pokyny pro mrazení potravin . . . . .	554
<b>XV. Kompresory rotační, kapalinokružné, šroubové, turbokompresory a proudové kompresory</b> . . . . .	559
Rotační, kapalinokružné a šroubové kompresory . . . . .	561
Turbokompresory . . . . .	565
Proudová chladičí zařízení . . . . .	571
<b>XVI. Sorpění zařízení</b> . . . . .	575
Kontinuální absorpční zařízení podle Carrého . . . . .	577
Kontinuálně pracující zařízení bez pohyblivých součástí podle v. Platena a Munterse (Elektrolux) . . . . .	584
Kontinuální absorpční zařízení podle Altenkircha se sloupcem kapaliny na vyrovnání tlaků . . . . .	588
Periodicky pracující absorpční zařízení . . . . .	589
Adsorpční zařízení . . . . .	592
Resorpční zařízení . . . . .	592
Činnost různých sorpčních zařízení znázorněná v parním diagramu . . . . .	594
Výpočet absorpčních zařízení pomocí diagramu $i$ -log $p$ . . . . .	605
Příklady výpočtů zařízení s tuhou absorpční nebo adsorpční látkou . . . . .	610
<b>XVII. Suchý led</b> . . . . .	615
Výroba kysličníku uhličitého . . . . .	617

### XIII. Ochlazování a jiné nestacionární průběhy teplot

Náplnost obvyklých způsobů výpočtů chladicího výkonu a toků tepla při ochlazování zboží . . . . .	497
1. <i>Různé způsoby výpočtu potřeby chladu chlazeného prostoru . . . . .</i>	498
Výpočet podle švédských „Výkonnostních pravidel“ . . . . .	498
Výpočet praktika . . . . .	499
Potřebný chladicí výkon stroje . . . . .	500
Normální obrat zboží v chlazených prostorech . . . . .	498
2. <i>Průběh teploty v plochých tělesech při jejich ochlazování a závislost     odvádění tepla na čase . . . . .</i>	500
3. <i>Volný chladicí výkon pro ochlazování zboží . . . . .</i>	503
4. <i>Souhrn vzorců pro výpočet průběhu ochlazování těles uložených     v chladírně . . . . .</i>	505
5. <i>Použití vzorců pro ochlazování na příkladu . . . . .</i>	510
6. <i>Použití vzorců v otázkách dopravy . . . . .</i>	513
Příklad: lodní skladní prostor . . . . .	514
7. <i>Kolísání teplot při regulování teploty chladírny . . . . .</i>	514
8. <i>Hydraulické modelové zkoušky pro výpočet různých teplotních     průběhů . . . . .</i>	517
9. <i>Teplotní průběh při odvádění tepla z velké masy půdy . . . . .</i>	525

## XIV. Rychlé zmrazování

1. <i>Příznivé hodnoty pro střední rychlost zmrazování</i> . . . . .	529
Rychlost zmrazování podle <i>Planka</i> . . . . .	530
2. <i>Rekrystalisace</i> . . . . .	532
3. <i>Výpočet rychlosti zmrazování</i> . . . . .	533
a) Sestavení rovnic . . . . .	533
b) Hodnoty a výpočtové diagramy . . . . .	536
c) Doba předchlazování a podchlazování . . . . .	540
d) Vnější podmínky . . . . .	544
Součinitel přestupu tepla na vnější chladicí ploše . . . . .	544
Tepelný odpor obalů . . . . .	545
Žebra. Součinitel zesílení přestupu tepla a hospodárny tvar žeber. Součinitel zesílení přestupu tepla u kolíků . . . . .	546
4. <i>Hlediska distribuce mrazeného zboží</i> . . . . .	25—27 548
5. <i>Souhrnný přehled a technickohospodářská hlediska</i> . . . . .	550
a) Teplota při skladování . . . . .	17 550
b) Váhová ztráta . . . . .	18, 410 550
c) Rychlost zmrazování . . . . .	21 550
d) Hospodárnost při rychlém zmrazování a při skladování . . . . .	26 551
Potřeba místa . . . . .	551
Náklady na zmrazování . . . . .	26 552
Náklady na měsíční skladování . . . . .	26 553
e) Náklady na 1 kg v předposledním článku chladicího řetězu . . . . .	553
f) Poslední článek chladicího řetězu. Problémy balení . . . . .	24 553
6. <i>Pokyny pro mrazení potravin</i> . . . . .	22—24 554

## XV. Kompresory rotační, kapalinokružné, šroubové, turbokompresory a proudové kompresory

1. Rotační, kapalinokružné a šroubové kompresory . . . . .	561
Rotační kompresory . . . . .	561
Kapalinokružné kompresory . . . . .	563
Konstrukce podle <i>Lysholma</i> a <i>Montelise</i> . . . . .	564
2. Turbokompresory . . . . .	565
Jednoduchá teorie, počet stupňů, počet otáček . . . . .	565—570
Volba chladiva . . . . .	566
Výpočet nákladů . . . . .	570
3. Proudová chladicí zařízení . . . . .	571
Celková porovnávací hospodárnost . . . . .	77 571
Topný faktor . . . . .	83 572
Výpočet nákladů . . . . .	573



## XVI. Sorpční zařízení

1. <i>Kontinuální absorpční zařízení podle Carrého . . . . .</i>	577
a) Stručný přehled . . . . .	577
b) Chladičí faktor . . . . .	76—78 578
c) Srovnání provozních nákladů absorpčního a kompresorového zařízení . . . . .	80 583
2. <i>Kontinuálně pracující zařízení bez pohyblivých součástí podle von     Platena a Munterse (Elektrolux) . . . . .</i>	584
3. <i>Kontinuální absorpční zařízení podle Altenkircha se sloupcem     kapaliny na vyrovnání tlaků . . . . .</i>	588
4. <i>Periodicky pracující absorpční zařízení . . . . .</i>	589
Hallström, Normelli (Siemens) . . . . .	590
Elfving, af Kleen . . . . .	591
5. <i>Adsorpční zařízení . . . . .</i>	592
6. <i>Resorpční zařízení . . . . .</i>	592
a) Zařízení s použitím louhu podle von Platena a Munterse . . . . .	592
b) Resorpční zařízení podle Altenkircha . . . . .	593
7. <i>Činnost různých sorpčních zařízení, znázorněná v parním diagramu</i>	594
<i>Rovnovážné diagramy pro různé dvojice látek . . . . .</i>	595
a) Kontinuální zařízení . . . . .	598
b) Periodická zařízení . . . . .	600
c) Otevřená zařízení . . . . .	601
d) Několikastupňová zařízení . . . . .	602
e) Speciální zařízení pro nízké teploty . . . . .	603
8. <i>Výpočet absorpčních zařízení pomocí diagramu <math>i</math>-log <math>p</math> . . . . .</i>	605
Diagram $i$ -log $p$ pro směs $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . . . . .	604
Příklad výpočtu . . . . .	608
9. <i>Příklady výpočtů zařízení s tuhou absorpční nebo adsorpční látkou</i>	610
<i>Literatura . . . . .</i>	614

## XVII. Suchý led

<i>Výroba kysličníku uhličitého</i> . . . . .	617
<i>Výroba suchého ledu</i> . . . . .	617
<i>Teorie</i> . . . . .	618
Trojný bod . . . . .	618
Sublimační teplo . . . . .	618
<i>Hospodárnost</i> . . . . .	619
<i>Transformátor chladu</i> . . . . .	619
<i>Literatura</i> . . . . .	620

## XVIII. Expansní pochody

1. Vzduchová chladicí zařízení . . . . .	43	623
Činnost . . . . .		623
Chladicí faktor u zařízení s pístovými stroji a s rotačními stroji . . . . .		624
Vzduchová chladicí zařízení na klimatisaci . . . . .		625
Vzduchové chladicí zařízení s prouděním v trysce . . . . .		626
Vírová trubice . . . . .		627
Vzduchové chladicí zařízení podle <i>Philipse</i> . . . . .		627
2. Zařízení na zkapalňování vzduchu . . . . .	43	632
a) Způsob zkapalňování podle <i>Clauda</i> . . . . .		632
b) Způsob zkapalňování podle <i>Linda</i> . . . . .		634
c) Tepelná bilance <i>Lindova</i> a <i>Claudova</i> pochodu chlazení . . . . .		635
d) Destilační zařízení na rozdělování vzduchu na jeho složky . . . . .		638
3. Stroje a zařízení na dosažení nejhlubších teplot . . . . .		640
A. Metody podle způsobu <i>Lindova</i> (na principu <i>Thomson—Joulova</i> efektu) . . . . .		640
a) Výroba zkapalněného vodíku . . . . .		640
b) Výroba zkapalněného helia . . . . .		640
B. Metody podle <i>Claudova</i> expansního pochodu . . . . .		642
<i>Literatura</i> . . . . .		644

## XIX. Stručná elektrotechnika

1. <i>Vedení a odpory</i> . . . . .	647
Označení . . . . .	647
Výpočtové vzorce . . . . .	648
Dovolená zatížení vedení izolovaných pryží . . . . .	649
Přibližná spotřeba proudu u běžných elektromotorů . . . . .	649
Potřebné rozměry isolačních trubek vedení . . . . .	650
2. <i>Metody měření a údaje o napětí</i> . . . . .	651
Měření napětí a proudu . . . . .	651
Měření elektrického výkonu . . . . .	652
Zjišťování účinníku $\cos \varphi$ . . . . .	653
3. <i>Elektromotory</i> . . . . .	653
Stojnosměrné motory . . . . .	653
Střídavé motory . . . . .	655
Jednofázové indukční motory s velkým záběrovým momentem . . . . .	656
Jednofázové indukční motory s malým záběrovým momentem . . . . .	658
Universální motory . . . . .	659
Krouticí moment při rozběhu a kolísání napětí . . . . .	659
Obracení smyslu otáčení u střídavých motorů . . . . .	459
Účinnost a účinník . . . . .	659
4. <i>Elektronky</i> . . . . .	660



Výroba suchého ledu . . . . .	617
Teorie . . . . .	618
Hospodárnost . . . . .	619
Transformátor chladu . . . . .	619
<b>XVIII. Expansní pochody . . . . .</b>	<b>621</b>
Vzduchové chladicí zařízení . . . . .	623
Zařízení na zkapalňování vzduchu . . . . .	632
Stroje a zařízení na dosažení velmi nízkých teplot . . . . .	640
<b>XIX. Stručná elektrotechnika . . . . .</b>	<b>645</b>
Vedení a odpory . . . . .	647
Metody měření a údaje o napětí . . . . .	651
Elektromotory . . . . .	653
Elektronky . . . . .	660
Převodní tabulka teplotních stupnic . . . . .	662
Přepočítávací tabulka . . . . .	664
Věcný a jmenný seznam . . . . .	666

# I. Všeobecný přehled

	Strana
1. <i>Oblasti použití techniky chlazení</i> . . . . .	11—38
Potravinářský průmysl . . . . .	11—27
Podmínky skladování . . . . .	407—417
Zmrazování . . . . .	19—17
Rychlé zmrazování, rychle zmrazené konzervy . . . . .	20—27
Teorie . . . . .	529—548
Hospodářská hlediska . . . . .	548—554
Pokyny pro zpracování . . . . .	554—558
Úprava vzduchu . . . . .	28—29
Chemický průmysl . . . . .	29—30
Elektrická výroba tepla, tepelné čerpadlo . . . . .	30—33
Akumulace energie . . . . .	34—36
Použití techniky chlazení v lékařství . . . . .	36
Použití v různých oborech . . . . .	36
Ochrana proti molům . . . . .	36
Uchovávání květin . . . . .	37
Strojírenský průmysl . . . . .	37
Stavebnictví . . . . .	38
2. <i>Úloha techniky chlazení</i> . . . . .	38—39
3. <i>Možné systémy chlazení</i> . . . . .	39—44
Chladicí směsi . . . . .	44—66
Okruhy s expanzí . . . . .	623—639
Vzduchová chladicí zařízení . . . . .	623—632
Zařízení na zkapaňování vzduchu . . . . .	632—644
Okruhy s odpařováním . . . . .	69—317
Zařízení s pístovými kompresory . . . . .	69—317
Rotační, šroubové a jiné kompresory . . . . .	561—565
Turbokompresory . . . . .	565—570
Proudová chladicí zařízení . . . . .	571—574
Sorpční zařízení . . . . .	577—614
Sublimační pochody . . . . .	. . . . .
Suchý led . . . . .	617—620
4. <i>Historický přehled</i> . . . . .	44—46

## II. Chladicí směsi a vlastnosti solných roztoků. Nosiče chladu

1. Chladicí směsi, návody . . . . .	49—50
2. Množství tepla přiváděné při endotermickém rozpouštění . . . . .	50—52
Cena chladu u chladicích směsí . . . . .	51
3. Vlastnosti solných roztoků . . . . .	52—57
Součinitelé přestupu tepla při nuceném proudění . . . . .	342—344
Součinitelé přestupu tepla při přirozeném proudění . . . . .	344—347
Diagramy rovnovážného stavu . . . . .	52—58
Matečný luh . . . . .	53
Eutektický bod, eutektikum, kryohydrát . . . . .	53
Roztok chloridu sodného	
Rovnovážný diagram, měrná váha, měrné teplo . . . . .	53—57
Eutektikum . . . . .	53
Korose a ochrana proti ní . . . . .	60—61
Přestup tepla při nuceném proudění . . . . .	342
Přestup tepla při přirozeném proudění . . . . .	344
Viskositá . . . . .	377
Tepelná vodivost . . . . .	334—335
Roztok chloridu vápenatého	
Rovnovážný diagram, měrná váha, měrné teplo . . . . .	55—58
Diagram entalpie . . . . .	55
Eutektikum . . . . .	56
Teplota, již lze dosáhnout chladicí směsí . . . . .	56
Korose a ochrana proti ní . . . . .	60—61
Přestup tepla při nuceném proudění . . . . .	342
Přestup tepla při přirozeném proudění . . . . .	344
Viskositá . . . . .	377
Tepelná vodivost . . . . .	334—335
Prandtlovo číslo . . . . .	339
4. Solné roztoky jako nosiče chladu a látky akumulující chlad . . . . .	57—61
Rovnovážný diagram, měrná váha, měrné teplo . . . . .	57—58
Akumulace chladu . . . . .	54 57—60
Korose a ochrana proti ní . . . . .	60—61
5. Jiné nosiče chladu . . . . .	61—66
Alkohol, glycerin, ethylenglykol, trichlorethylen . . . . .	61—66
Vypařovací a kondenzační zařízení pro přenos chladu . . . . .	66

### III. Všeobecně o expansních pochodech a o vypařování

1. <i>Tepelná bilance</i> . . . . .	69—70
Tepelné ekvivalenty . . . . .	69
2. <i>Ideální porovnávací oběh — Carnotův oběh</i> . . . . .	70—74
Chladicí faktor . . . . .	72—74
Výroba chladu, chladicí výkon . . . . .	72
Spotřebovaná energie nebo práce . . . . .	72
Potřebný příkon . . . . .	72
3. <i>Chladicí faktor skutečných chladicích oběhů</i> . . . . .	74—78
a) Chladicí oběh s čerpáním tepla mechanickou prací 104—109	74—76
Výpočtový diagram pro potřebný příkon . . . . .	133—136
Carnotova porovnávací hospodárnost . . . . .	74
Celková Carnotova porovn. hospodárnost 104—109,133	74
Celkový chladicí faktor . . . . .	74
Indikovaný chladicí faktor . . . . .	74
Indikovaná Carnotova porovnávací hospodárnost . . . . .	74
Celková mechanická účinnost stroje . . . . .	75
b) Vypařovací oběh probíhající pouze působením tepla . . . . .	76—78
Chladicí faktor . . . . .	578—582 76
Celkový chladicí faktor . . . . .	582 77
„Indikovaný“ chladicí faktor . . . . .	77
Celková Carnotova porovnávací hospodárnost . . . . .	582 77
Jednostupňové absorpční zařízení . . . . .	577—601 77
Paroproudové chladicí zařízení . . . . .	571—574 78
4. <i>Odvádění tepla a čerpací poměr</i> . . . . .	78—80
5. <i>Porovnání provozních nákladů kompresorových a absorpčních zařízení</i> . . . . .	583—584 80—82
6. <i>Topný faktor</i> . . . . .	82—84
Celkový topný faktor . . . . .	82
Indikovaný topný faktor . . . . .	82
Carnotův topný faktor . . . . .	82
Carnotův topný faktor kompresorových zařízení . . . . .	83
Carnotův topný faktor absorpčních a paroproudových chladicích zařízení . . . . .	83



## IV. Kompresorové vypařování (chlazení)

1. Průběh kompresorového vypařování . . . . .	87—92
Chladiva . . . . .	161—224 87
Křivky tlaku páry . . . . .	198—202 88
Výrobník chladu nebo výparník . . . . .	370—372 89
Kondensátor . . . . .	364—370 89
Regulační nebo expanzní ventil . . . . .	273—295 90
Teplota vypařování a kondensace . . . . .	99—104 90
Nízkotlaká a vysokotlaká strana . . . . .	91
2. Teplotní rozdíly . . . . .	361—364 92—94
Výpočtový diagram . . . . .	93
3. Součinitel prostupu tepla $k$ . . . . .	327—372 94—96
Přibližné hodnoty . . . . .	95—96
4. Hospodárné teplotní rozdíly . . . . .	94—104
Výpočtové diagramy . . . . .	100—101
Zájem spotřebitele, nejlevnější nákup, zájem kapitálu . . . . .	99—101
Výpočtové příklady . . . . .	99—104
Přibližné hodnoty . . . . .	96—97
5. Příkon kompresoru . . . . .	71—76 104—109
Různé účinnosti . . . . .	75—78
Carnotova porovnávací účinnost $\eta_C$ . . . . .	74
Celková Carnotova porovnávací hospodárnost $\eta_{Cl}$ . . . . .	74 104
Porovnávací hospodárnost chladiva $\eta_{Cd}$ . . . . .	104
Porovnávací hospodárnost Carnotova $\eta_{Ci}$ . . . . .	74 109
Indikovaná účinnost $\eta_i$ . . . . .	109
Adiabatická účinnost komprese $\psi$ . . . . .	109
Mechanická účinnost pohonu $\eta_{mn}$ . . . . .	109
Mechanická účinnost kompresoru $\eta_{nk}$ . . . . .	109
Celková mechanická účinnost strojního zařízení $\eta_m$ . . . . .	75 109
Celková porovnávací hospodárnost stroje $\eta_{Cl}$ . . . . .	135
Účinnost vypařování $\varphi$ . . . . .	109
6. Nasávaný objem páry . . . . .	109—112
Troutonova účinnost $\eta_{Tr}$ . . . . .	111
Výpočtový diagram . . . . .	132
7. Objemové využití zařízení (dopravní účinnost) a objemová účinnost kompresoru . . . . .	112—117
Objemová účinnost kompresoru $\eta_s$ . . . . .	114
Úplná účinnost objemového využití $\eta_v$ . . . . .	114
Teplotní závislost úplné účinnosti objemového využití . . . . .	114—117

8. Změna chladicího výkonu stroje za různých podmínek . . .	117—119
Jednoduché přibližné vzorce, tabulky, diagramy . . .	117—122
9. Základní podmínky . . . . .	119—120
10. Změna kondenzační teploty a chladicího výkonu, způsobená změnou teploty vypařování . . . . .	120—125
Přehledné diagramy a způsob výpočtu . . . . .	122—125
11. Několikastupňová komprese . . . . .	125—128
Výpočet dvoustupňov. kompresoru s mezichladičem	223 126—128
Uspořádání regulačních ventilů . . . . .	284—288 126

## V. Pístový kompresor

1. <i>Diagramy a vzorce ke stanovení rozměrů pístového stroje</i> . . .	131—136
a) Rozměry válce, počet otáček, chladicí výkon . . . . .	131—133
b) Příkon . . . . .	74—76 133—135
c) Přepočet práce stroje za jiných provozních podmínek . . . . .	117—125 135—136
2. <i>O konstrukci pístových kompresorů</i> . . . . .	137—158
A. Pracovní ventily . . . . .	137—148
a) Způsob uložení . . . . .	137—141
b) Pístová rychlost a druh konstrukce ventilu . . . . .	141—145
c) Doba uzavření ventilu . . . . .	145—146
d) Poj. zařiz. proti roztržení víka nebo válce kompresoru	146—147
e) Pojistné ventily pro kompresory . . . . .	257—259 147—148
f) Materiál . . . . .	148
B. Ucpávka . . . . .	148—153
Ucpávky pístnice . . . . .	149—150
Ucpávky hřídelů . . . . .	150—153
C. Kompresorové chladicí soustrojí bezucpávkové . . . . .	153—155
D. Setrvačnick . . . . .	155—157
E. Tlak v ložisku, vůle, materiál, těsnění . . . . .	157—158