

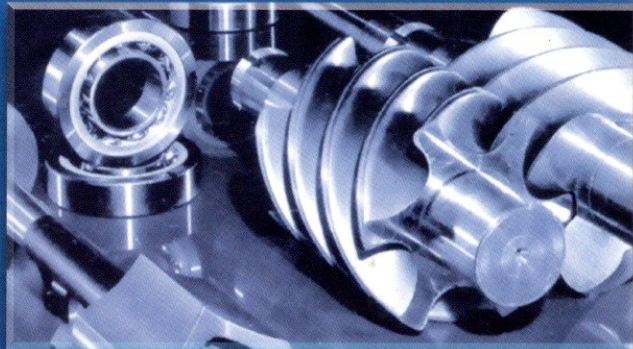


Jean Desmons

Aide-mémoire

Froid

industriel



DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	XVII
Avertissement	XIX
Quelques symboles graphiques utilisés dans l'ouvrage	XX

A

Généralités sur le froid industriel

1 • Spécificités du froid industriel	3
2 • Les fluides frigorigènes en froid industriel	5
2.1 Remarques préliminaires	5
2.2 Quelques éléments de physique se rapportant aux fluides frigorigènes	6
2.3 Étude comparative entre le R 22, le R 404A, le R 507 et le R 717	8
3 • Spécificités de la compression monoétagée	19

4 • Principe de la compression biétagée	23	7 • Pompes à fluide frigorigène	69
4.1 Étude comparative entre la compression monoétagée et la compression biétagée	23	8 • Différentes technologies possibles des machines industrielles	73
4.2 Description succincte d'une machine à compression biétagée	24	8.1 Installation à compression biétagée sans sous-refroidissement intermédiaire	73
4.3 Détermination de la pression intermédiaire	25	8.2 Installation à compression biétagée avec contrôle de la température de fin de compression du compresseur haute pression par injection de fluide frigorigène à la pression intermédiaire	76
4.4 Exemple de machines biétagées disponibles	26	8.3 Installation à compression biétagée avec bouteille intermédiaire à injection partielle sans sous-refroidissement	78
5 • Compresseurs industriels à pistons monoétagés	29	8.4 Installation à compression biétagée avec bouteille intermédiaire à injection partielle avec sous-refroidissement	79
5.1 Principales caractéristiques des compresseurs à pistons monoétagés	29	8.5 Installation à compression étagée avec bouteille intermédiaire à injection totale	80
5.2 Réduction de puissance	31	8.6 Installation à compression biétagée avec refroidisseur intermédiaire à injection totale et bouteille séparatrice basse pression	82
5.3 Lubrification	35	8.7 Installation à compression biétagée avec production du froid à l'étage intermédiaire	84
6 • Compresseurs à vis	41	8.8 Installation comportant plusieurs fluides frigorigènes, appelée « machine en cascade »	85
6.1 Comportement des compresseurs à vis comparativement aux compresseurs à pistons	42	9 • Différentes technologies permettant l'alimentation en fluide frigorigène liquide d'évaporateurs ou de séparateurs	91
6.2 Principe de fonctionnement des compresseurs à vis	43	9.1 Alimentation en fluide frigorigène liquide à partir d'un régulateur manuel et d'un régulateur de niveau à élément thermostatique et pressostatique	91
6.3 Rendement volumétrique des compresseurs à vis	44	9.2 Contrôle de niveau par contrôleur électromagnétique	94
6.4 Compresseurs monovis	45	9.3 Contrôleur de niveau électronique	95
6.5 Compresseurs bivis	47	9.4 Contrôleur de niveau optoélectronique	96
6.6 Réduction de puissance des compresseurs à vis	48		
6.7 Suralimentation des compresseurs à vis	53		
6.8 Fonctionnement d'un compresseur à vis en dehors des conditions normales de marche	58		
6.9 Volume index des compresseurs à vis	59		
6.10 Lubrification	61		
6.11 Exemples de centrales frigorifiques équipées de compresseurs à vis	65		
6.12 Exemple d'un compresseur à vis « compact » avec suralimentation, séparateur d'huile et économiseur intérieurs au compresseur	67		

9.5	Contrôle de niveau à partir d'un régulateur modulant à servocommande et flotteur basse pression	97
9.6	Contrôle de niveau à partir d'un régulateur modulant à servocommande et flotteur haute pression	100
10 • Comparaison des alimentations sèches et noyées des évaporateurs		
10.1	Alimentation sèche	105
10.2	Alimentation noyée	107
11 • Problèmes d'huile avec les fluides frigorigènes en alimentation de type noyée		
11.1	Cas où l'huile est moins dense et miscible avec le fluide frigorigène	111
11.2	Cas où l'huile est plus dense et non miscible avec le fluide frigorigène	115
12 • Dégivrages		
12.1	Dégivrage par les gaz chauds avec différentiel de pression entre les gaz chauds et la ligne liquide	118
12.2	Dégivrage par les gaz chauds sans différentiel de pression	122
12.3	Évaporateur en froid industriel	125
13 • Centrales frigorigères		
13.1	Centrale positive associée à une centrale négative	127
13.2	Circuit d'huile d'une centrale frigorigère équipée de compresseurs à pistons	129
13.3	Centrale basse température avec compresseurs à vis	131
13.4	Centrales positives et négatives avec séparateur d'huile commun	133
14 • Régulateurs de pression et vannes		
14.1	Vannes amont et aval	135
14.2	Vannes à commande directe	137
14.3	Régulateurs frigorigères à servocommande	137
14.4	Différents pilotages des vannes principales	140
15 • Fluides frigoporteurs		
15.1	Refroidissement direct et refroidissement indirect	145
15.2	Avantages des installations à frigoporteur	146
15.3	Inconvénients des frigoporteurs	147
15.4	Différents frigoporteurs	148
15.5	Circuits frigoporteurs	154
16 • Le CO₂ comme fluide frigorigène		
16.1	Généralités	163
16.2	Avantages du CO ₂	171
16.3	Inconvénients du CO ₂	171
16.4	Le CO ₂ vis-à-vis de l'eau	172
16.5	Le CO ₂ et l'ammoniac	174
16.6	Dégivrage des installations au CO ₂	177
17 • Sécurités et contrôles en froid industriel		
17.1	Sécurités et contrôles concernant la partie électrique	179
17.2	Sécurités et contrôles concernant le domaine aéraulique	179
17.3	Sécurités et contrôles concernant le domaine hydraulique	180
17.4	Sécurités et contrôles dans le domaine frigorigère	180
17.5	Sécurité incendie	193
18 • Problèmes des sols en température négative		
18.1	Apport par ventilation	196
18.2	Apport par chauffage	196
18.3	Remarques de responsables d'entrepôts frigorigères confrontés à des problèmes de chauffage des sols	196

19 • Soupapes d'équilibrage	199
19.1 Calcul des pressions s'exerçant sur les parois d'une chambre froide	199
19.2 Soupape d'équilibrage hydraulique	200
19.3 Soupape d'équilibrage à clapet	201

20 • Isolation thermique	205
20.1 Étude d'une paroi plane	205
20.2 Étude des températures d'une tuyauterie isolée	209

B

Cas concrets d'installations

21 • Installation monoétagée à deux températures différentes et à récupération de chaleur	215
21.1 Schéma de principe	215
21.2 Spécificités de l'installation étudiée	215
21.3 Cycle de fonctionnement	217
21.4 Rôle des échangeurs de chaleur	218
21.5 Rôle de la vanne de démarrage	219
21.6 Contrôle de la haute pression minimale	220
22 • Entrepôt frigorifique polyvalent	223
22.1 Fluides utilisés	223
22.2 Schéma de principe	224
22.3 Principe de fonctionnement et description	225
22.4 Cycle frigorifique de principe	229
22.5 Réfrigération des quais	231

23 • Abattoir à volailles	233
23.1 Schéma de principe	233
23.2 Régulation des compresseurs haute pression	235
23.3 Huile des compresseurs haute pression	239
23.4 Étude des condenseurs et des spécificités de la condensation	241
23.5 Bouteille intermédiaire	244
23.6 Bouteille de réserve liquide	248
23.7 Séparateur basse pression	251
23.8 Évaporateurs basse température	254
23.9 Équipement frigorifique des laboratoires	257
23.10 Fabrication de glace écaillé	257
23.11 Principaux éléments de sécurité	260
24 • Patinoire	265
24.1 Compresseurs	265
24.2 Condensation	265
24.3 Contrôle des niveaux de fluide frigorigène	266
24.4 Évaporateur à plaques	266
24.5 Circuit frigoporteur	267
24.6 Choix du frigoporteur	267
24.7 Schéma de principe	267
24.8 Cycle de fonctionnement sur diagramme enthalpique	269
24.9 Neige produite par la piste de patinage	271
24.10 Composants d'une piste de patinage	273
24.11 Patinoire à ciel ouvert	273
24.12 Projet de remodelage d'une patinoire	274
24.13 Remarques sur les condenseurs évaporatifs	276
25 • Entrepôt frigorifique	281
25.1 Production du froid	281
25.2 Compresseurs	281

25.3	Cycle de fonctionnement et description succincte	281
25.4	Dégivrage	286
25.5	Huile	288
25.6	Refroidissement des halls d'accès	289

C

Cas concrets de pannes et dépannages

26	Défaut de conception d'un collecteur d'aspiration	293
26.1	Éléments succincts de l'installation	293
26.2	Coups de liquide	293
26.3	Intervention	293
26.4	Constataions et conclusion	295
27	Défaut de conception de bouteilles séparatrices	297
27.1	Éléments succincts de l'installation	297
27.2	Casse mécanique	297
27.3	Dépannage	298
27.4	Explication	299
27.5	Solutions envisagées et remèdes	299
28	Défaut de conception de pompes à fluide frigorigène	301
28.1	Éléments succincts de l'installation	301
28.2	Grippage des pompes	301
28.3	Intervention	302
28.4	Constataions et conclusion	304

29 • Arrêt des compresseurs par les pressostats différentiels d'huile

29.1	Éléments succincts de l'installation	305
29.2	Coupures	305
29.3	Intervention	306
29.4	Remèdes	308

30 • Évolution des produits

309

31 • Pannes et dépannages électriques

31.1	Exemples concrets de pannes	313
31.2	Méthodologie de dépannage	322

Annexe • Réglementations et normes

325
331

Index