

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 1. Auflage 3

I. Grundlagen 13

1 Thermodynamische Grundlagen 14

1.1 Hauptsätze der Thermodynamik 14

1.1.1 Nullter Hauptsatz der Thermodynamik 14

1.1.2 Erster Hauptsatz der Thermodynamik 14

1.1.3 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik 14

1.1.4 Dritter Hauptsatz der Thermodynamik 15

1.2 Aggregatzustandsänderungen 15

1.2.1 Schmelzen und Erstarren 15

1.2.2 Verflüssigen (Kondensieren) 15

1.2.3 Verdampfen 15

2 Der Aufbau des h, log p-Diagramms 17

2.1 Enthalpie und Isenthalpe 18

2.2 Druck und Isobare 18

2.3 Spezifisches Volumen und Isochore 19

2.4 Entropie und Isentrope 20

2.5 Temperatur und Isotherme 21

2.6 Grenzkurve und Kritischer Punkt 22

3 Die Anwendung im h, log p-Diagramm 24

3.1 Verdampfung und Überhitzung 25

3.2 Verdichtung 27

3.3 Enthitzung 28

3.4 Verflüssigung 29

3.5 Unterkühlung 30

3.6 Expansion 32

4 Der Aufbau des h, x-Diagramms 33

4.1 Parameter im h, x-Diagramm 33

4.2 Behaglichkeitsfeld im h, x-Diagramm 36

5 Die Anwendung im h, x-Diagramm 37

5.1 Mischen von Luft 37

5.2 Erwärmen von Luft 39

5.3 Kühlen von Luft (mit und ohne Entfeuchten) 41

5.4 Befeuchtung von Luft 45

6 Kältemittel, Kältemaschinenöl und Wärmeträger 50

6.1 Eigenschaften von Kältemittel 50

- 6.2 Definition und Begriffserklärung 53
 - 6.2.1 FCKW 53
 - 6.2.2 H-FCKW 53
 - 6.2.3 H-FKW 54
 - 6.2.4 Kältemittel-Gemische 54
 - 6.2.5 Anorganische Kältemittel (natürliche Kältemittel) 55
 - 6.2.6 Ozon Depletion Potential (ODP) 56
 - 6.2.7 Treibhauseffekt 56
 - 6.2.8 Greenhouse Warming Potential (GWP) 56
 - 6.2.9 Total Equivalent Warming Impact (TEWI) 56
 - 6.2.10 Kältemittelumrüstung (Retrofit/Drop-In) 57
- 6.3 Kältemaschinenöl 59
- 6.4 Wärmeträger 59

II. Bauteile von Wasserkühlsätzen 63

1 Verdichter 64

- 1.1 Scrollverdichter 65
- 1.2 Hubkolbenverdichter 68
- 1.3 Schraubenverdichter 72
 - 1.3.1 Zweirotorschraubenverdichter 75
 - 1.3.2 Einrotorschraubenverdichter 76
- 1.4 Turboverdichter 78
 - 1.4.1 Ölfreie magnetgelagerte Turboverdichter 80
 - 1.4.2 Turboverdichter mit Getriebe 82

2 Verflüssiger 84

- 2.1 Flüssigkeitsgekühlter Platten-und Rohrbündelverflüssiger 87
 - 2.1.1 Flüssigkeitsgekühlter Plattenverflüssiger 88
 - 2.1.2 Flüssigkeitsgekühlter Rohrbündelverflüssiger 91
- 2.2 Luftgekühlter Verflüssiger 92

3 Expansionseinrichtungen 99

- 3.1 Thermostatisches Expansionsventil (TEV) 99
- 3.2 Elektronisches Expansionsventil (EEV) 101
- 3.3 Schwimmerregler 102

4 Verdampfer 104

- 4.1 Rohrbündelverdampfer (trocken und überflutet) 105
- 4.2 Plattenverdampfer (trockene Verdampfung) 109

5 Mechanische Einbauten in Kältemittel führenden Leitungen 110

- 5.1 Kältemittelleitungen 110
- 5.2 Kältemittelschauglas 110

- 5.3 Magnetventil 111
- 5.4 Filtertrockner 112
- 5.5 Absperrventil 113
- 5.6 Kältemittelsammler 113
- 5.7 Unterkühlungswärmeübertrager 114
- 5.8 Economizer 114
- 5.9 Wärmeübertrager für Druckgasenthitzung 115
- 5.10 Wärmeübertrager für 100% Wärmerückgewinnung 115
- 5.11 Kompensatoren (Schwingungsdämpfer) 115
- 5.12 Verflüssigungsdruckregler bei luftgekühltem Verflüssiger 116
- 5.13 Saugdruckregler 116
- 5.14 Vier-Wege-Umschaltventil für Wärmepumpennutzung 117

6 Sicherheitskette 118

- 6.1 Öldruck- und Öltemperaturüberwachung 118
- 6.2 Unter- und Überdrucksicherung 118
- 6.3 Druckgasüberhitzungsschutz 120
- 6.4 Pump-down 120
- 6.5 Motorschutzeinrichtungen 120

7 Mechanisches und hydraulisches Zubehör 125

- 7.1 Strömungswächter 125
- 7.2 Manometer und Thermometer 127
- 7.3 Schwingungsdämpfer 127
- 7.4 Rohrleitungskompensatoren 130
- 7.5 Marine-Wasser-Box 132
- 7.6 Pumpen 133
- 7.7 Pufferspeicher und hydraulische Weiche 144
- 7.8 Schalldämmung 147
- 7.9 Kühlwasserregler 150

8 Elektrotechnisches Zubehör 153

- 8.1 Direktstart 156
- 8.2 Teilwicklungsanlauf (Part Winding) 157
- 8.3 Stern-Dreieck-Schaltung (YD) 158
- 8.4 Sanftanlaufgerät (Softstart) 160
- 8.5 Phasenanschnitt 162
- 8.6 Frequenzumrichter (FU) 163
- 8.7 EC-Regelung 165
- 8.8 Blindstromkompensation 166
- 8.9 Begrenzung der Stromaufnahme 167

III. Bauformen und Aufstellsituation 169

1 Wassergekühlter Wasserkühlsatz 172

2 Luftgekühlter Wasserkühlsatz 177

2.1 Kompakt für Außenaufstellung 177

2.2 Kompakt für Innenaufstellung 185

2.3 Split für Innenaufstellung 186

3 Rückkühlwerk 187

3.1 Trockenrückkühler 187

3.2 Trockenrückkühler mit adiabater Luftvorkühlung über Kontaktkörper . 191

3.3 Besprühte Trockenrückkühler (Teiladiabat) 194

3.4 Hybridrückkühler 198

3.5 Kühlturm 204

4 Hydraulische Einbindung 222

IV. Mess-, Steuer- und Regeltechnik 239

1 Grundlagen 240

2 Regelcharakteristik von Wasserkühlsätzen 245

2.1 Rücklauftemperaturregelung 245

2.2 Vorlauftemperaturregelung 246

3 Schaltpläne 246

V. Inbetriebnahme und Instandhaltung 247

1 Inbetriebnahme 248

2 Instandhaltung 251

2.1 Inspektion 253

2.2 Wartung 253

2.3 Instandsetzung 254

2.4 Dichtheitsprüfung 254

VI. Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit 257

1 Investitions-, Betriebs- und Life-Cycle-Costs 258

2 Kennzahlen und Zertifizierungen 261

2.1 EER/ESEER nach Eurovent 261

2.2 IPLV/NPLV nach AHRI (früher ARI) 263

2.3 Vergleich ESEER und IPLV 264

2.4 SEER nach DIN V 18599 265

3 Maschinenkonfiguration 270

VII. Normen und Vorschriften 273

1 Normen 274

2 VDI-Richtlinien 280

3 VDMA-Einheitsblatt, Gesetze und Verordnungen 283

Inserentenverzeichnis Leitfaden für Kompressionswasserkühlsätze 288

Anhang

Umrechnungstabellen 289

Tabellenverzeichnis 293

Abbildungsverzeichnis 295

Literaturverzeichnis 302