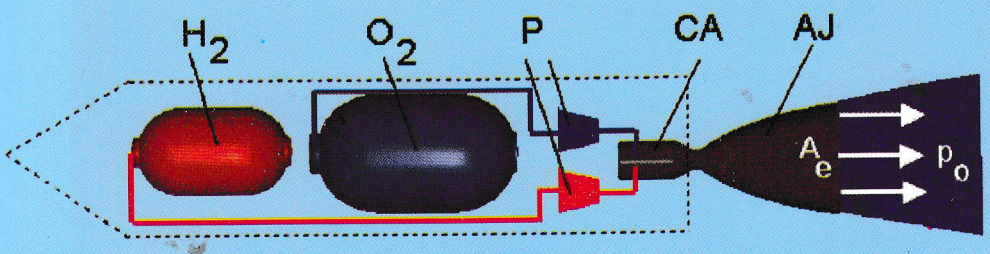
VALERIU DAMIAN
CRISTIAN IOSIFESCU GELU COMAN

TERMOTEHNICĂ



EDITURA ACADEMICA
GALAȚI 2005

VALERIU DAMIAN
CRISTIAN IOSIFESCU GELU COMAN

C-234737V

TERMOTEHNICĂ

234737
UNIVERSITATEA
"DUNĂREA DE JOS" GALAȚI
BIBLIOTECA 1

Editura ACADEMICA
GALAȚI – 2005

Editura ACADEMICA
Str. Domnească, Nr. 111
800201 Galați, ROMÂNIA

Copyright © 2004 Editura ACADEMICA
Toate drepturile rezervate

Contribuția autorilor la realizarea cărții:
Valeriu DAMIAN (coordonator): Cap. 1,2,3,4,5,6,10,11,12.
Cristian IOSIFESCU: Cap. 7,8,9.
Gelu COMAN: Aplicații, Anexa.

Tehnoredactare computerizată: Ing. Gelu COMAN

Pentru editarea acestei cărți se cuvin mulțumiri domnului **Nicușor Rotaru**, manager al firmei **FRIGOREX** – Galați.

Nici o parte din această publicație nu poate fi reprodusă, înregistrată sau transmisă, în nici o formă prin mijloace electronice, mecanice, fotocopiere sau altele, fără permisiunea scrisă a editurii

ISBN 973-8316-76-6

Cuprins

CUPRINS **4**

CAP.1. NOȚIUNI GENERALE FUNDAMENTALE **9**

1.1. Energie, surse şi receptori de energie, forme de manifestare a energiei, unități de măsură. 9

1.2. Energetica, sisteme energetice, sisteme termodinamice, termodinamica, termotehnica. 9

1.3. Postulatele termodinamicii, ecuația fundamentală a sistemelor termodinamice, mărimi de stare 10

1.4. Sisteme termodinamice. Clasificarea şi funcționarea ST 14

CAP.2. STUDIUL SISTEMULUI TERMODINAMIC ÎNCHIS, OMOGEN ŞI UNITAR **20**

2.1. Stare, mărimi de stare, energie internă. Presiunea şi temperatura exprimate pe baza teoriei cinetico-moleculare. 20

2.2. Noțiunea de transformări termodinamice şi clasificarea lor 22

2.3. Schimbul de energie mecanică dintre sistemul termodinamic închis şi mediul exterior (lucrul mecanic exterior); diagrama dinamică p-V 25

2.4. Schimburile de căldură sub temperatură variabilă, călduri specifice, relații între căldurile specifice ale gazelor perfecte 28

2.5. Schimbul de căldură sub tempereatură constantă, entropie, diagrama entropică T-s 32

2.6. Transformări reversibile deschise ale gazelor perfecte: izocora, izobara, izoterma, adiabata şi politropa 34

2.7. Transformări reversibile închise (cicluri). Al II-lea principiu al termodinamicii. Ciclul Carnot. Entropia cu mărime de stare 43

2.8. Reversibiliate. Procese ireversibile: transmiterea căldurii sub diferențe finite de temperatură şi frecarea. 48

2.9. Transformări ireversibile deschise 51

2.10. APLICAȚII 58

CAP.3. STUDIUL SISTEMULUI TERMODINAMIC OMOGEN DESCHIS PERIODIC **63**

3.1. Generalități 63

3.2. Lucrul mecanic de transport 64

3.3. Schimbul de energie mecanică dintre sistemul termodinamic deschis şi mediul exterior (lucrul mecanic tehnic), entropie, principiul I aplicat transformărilor reversibile deschise simple ale gazului perfect. 65

3.4. Calculul lucrului mecanic tehnic pentru transformările reversibile deschise simple ale gazului perfect 68

3.5. Transformarea adiabatică ireversibilă pentru un sistem termodinamic deschis. 70

3.6. Compresorul cu piston 74
3.7. Funcţii şi potenţiale termodinamice 79
3.8. Principiul al III lea al Termodinamicii 82
3.9. APLICATII 83

CAP.4. STUDIUL SISTEMULUI TERMODINAMIC ÎN CURGERE STABILIZATĂ 86
4.1. Generalităţi. Aplicarea pricipiului I la transformările termodinamice deschise ale gazului perfect în curgere stabilizată 86
4.2. Schimbul de energie mecanică prin intermediul arborelui. Principiul de funcţionare a turbinei 88
4.3. Schimbul de energie mecanică prin acţiune dinamică. Principiul reacţiei 90
4.4. Transformările termodinamice reversibile simple ale gazelor perfecte în curgere stabilizată 92
4.5. Clasificarea instalaţiilor termice 108
4.6. Procese ireversibile legate de curgerea fluidului real 110
4.7. APLICATII 112

CAP.5. SISTEMUL TERMODINAMIC OMOGEN ŞI NEUNITAR (AMESTECURI DE GAZE PERFECTE) 115
5.1. Participaţii masice şi volumice 115
5.2. Căldura specifică a unui amestec de gaze perfecte 117
5.3. Amestecarea gazelor perfecte 118
5.4. APLICATII 121

CAP.6. CICLURILE IDEALE ALE MOTOARELOR CU ARDERE INTERNĂ ŞI ALE INSTALAŢIILOR TERMICE CU GAZE 123
6.1. Generalităţi, ipoteze 123
6.2. Ciclurile ideale ale motoarelor cu ardere internă 123
6.3. Ciclurile termice ale instalaţiilor termice de forţă cu gaze 134
6.4. APLICAŢII 146

CAP.7. TERMODINAMICA VAPORILOR 151
7.1. Generalităţi 151
7.2. Mărimile calorice şi termice de stare ale vaporilor 154
7.3. Tabele si diagrame de vapori 156
7.4. Transformările simple ale vaporilor 157
7.5. APLICATII 162

CAP.8. CICLURILE IDEALE ALE INSTALATIILOR TERMICE CU VAPORI 165

8.1. Generalităţi 165
8.2. Instalaţii de forţă cu vapori care funcţionează după ciclul Rankine 166
8.3. Parametrii care influenţează randamentului termic al ciclului Rankine 167
8.4. Instalaţia cu termoficare 169
8.5. Instalaţia de forţă cu încălzire intermediară 170
8.6. Instalaţia de forţă cu priză de vapori 171
8.7. Instalaţia frigorifică într-o treaptă de comprimare cu ventil de laminare 172
8.8. Instalaţia frigorifică într-o treaptă de comprimare cu detentor 173
8.9. Instalaţia frigorifică cu comprimare în două trepte şi cu două laminări 174
8.10. APLICAŢII 175

CAP.9. AERUL UMED 178
9.1. Generalităţi 178
9.2. Marimile de stare ale aerului umed 178
9.3. Diagrama i-x a aerului umed 181
9.4. Procese de tratare izobară a aerului umed 184
9.5. APLICAŢII 194

CAP.10. METODA EXERGETICĂ DE ANALIZĂ TERMODINAMICĂ 198
10.1. Generalităţi 198
10.2. Exergia căldurii E_Q 198
10.3. Randamentul exergetic 201
10.4. Exergia ST deschis în curgere stabilizată (exergie termomecanică) 202
10.5. Aplicarea metodei exergetice în studiul ciclurilor ireversibile directe 204
10.6. APLICAŢII 206

CAP.11. COMBUSTIBILII. ARDEREA COMBUSTIBILILOR .. 214
11.1. Generalităţi; caracteristicile combustibililor 214
11.2. Puteri calorice şi măsurarea lor 216
11.3. Ecuaţiile stoichiometrice de ardere în oxigen pentru componenţii combustibili 219
11.4. Ecuaţiile de ardere în aer, cu oxigen diferit de oxigenul teoretic, pentru combustibilii cu compoziţie cunoscută 224
11.5. Calculul arderii excedentare pentru combustibili cu analiză elementară cunoscută ($\alpha>1$) 227
11.6. Calculul arderii deficitare a combustibililor cu compoziţie elementară cunoscută ($\alpha<1$) 229
11.7. Identificarea arderii prin analiza gazelor arse. Analiza Orsat de control 231
11.8. Calculul temperaturii de ardere (la temperaturi joase); diagrama i - t 232
11.9. Disocierea termică. Diagrama i-t cu disociere 235
11.10. APLICAŢII 242

CAP.12. TRANSMITEREA CĂLDURII 250
12.1. Generalități 250
12.2. Conducția căldurii în regim staționar prin peretele plan, cilindric şi sferic..... 252
12.3. Conducția căldurii în regim staționar prin peretele plan omogen 256
12.4. Conducția căldurii în regim staționar prin peretele plan neomogen. 257
12.5. Conducția căldurii în regim staționar prin peretele cilindric omogen 259
12.6. Conducția căldurii în regim staționar prin peretele cilindric neomogen 261
12.7. Conducția căldurii în regim staționar prin peretele sferic omogen 262
12.8. Conducția căldurii în regim staționar prin peretele sferic neomogen. 263
12.9. Convecția căldurii fără schimbare de fază.Generalități. Principiile asemănării. 264
12.10. Convecția liberă în spațiu nelimitat 272
12.11. Convecția liberă în spațiu limitat. 277
12.12. Convecția forțată a căldurii la curgerea fluidelor prin conducte şi canale..279
12.13. Convecția căldurii la curgerea fluidului în lungul unei plăci 284
12.14. Convecția căldurii la curgerea forțată transversală 285
12.15. Convecția căldurii în fascicule de țevi spălate transversal de aer şi gaze arse 286
12.16. Convecția căldurii la vaporizarea lichidelor 287
12.17. Convecția căldurii la condensarea vaporilor 290
12.18. Radiația căldurii 291
12.19. Schimbul complex de căldură între un perete şi un gaz 302
12.20. Transferul termic în regim staționar de la un fluid cald la un fluid rece prin pereți separatori 303
12.21. Schimbătoare de căldură 308
12.22. Conducția căldurii în regim nestaționar 314

ANEXA 337

BIBLIOGRAFIE 351