Daniel Pitulice, Dumitru Dragomir

M A Ş I N I T E R M I C E
Ş I H I D R O P N E U M A T I C E



Editura Fundației Universitare „Dunărea de Jos”
Galați – 2006

Daniel Pitulice, Dumitru Dragomir

M A Ş I N I T E R M I C E
Ş I H I D R O P N E U M A T I C E

Editura Fundației Universitare „Dunărea de Jos”
Galați – 2006

UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI
FACULTATEA DE NAVE

Editura Fundației Universitare „Dunărea de Jos” din Galați
este acreditată de CNCSIS

Contribuția autorilor este următoarea:
Daniel Pitulice: Capitolele 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
Dumitru Dragomir: Capitolele 8, 9 ,10, 11.

Referenți științifici
Prof. Dr. Ing. Alexandru Ioan
Prof. Dr. Ing. Leonard Domnişoru

Editura Fundației Universitare
„Dunărea de Jos”, Galați, 2006
ISBN (10) 973 – 627 – 345 – 8
ISBN (13) 978 - 973 – 627 – 345 – 2

www.editura.ugal.ro
editura@ugal.ro

MAŞINI TERMICE ŞI HIDROPNEUMATICE

CUPRINS

Capitolul 1. Noțiuni introductive de termodinamică ... 1
1.1. Energie internă ... 1
1.2. Lucrul mecanic ... 1
1.3. Primul principiu al termodinamicii ... 1
1.4. Legile gazului ideal ... 2
1.5. Ecuația termică de stare a gazului ideal ... 4
1.6. Sistem termodinamic ... 7
1.7. Parametrii de stare ... 7
1.8. Echilibrul termodinamic ... 8
1.9. Ecuațiile de stare ale gazului real ... 8
1.10. Procese termodinamice (transformari) ... 9
1.11. Entalpia ... 10
1.12. Temperatura ... 10
1.13. Unități de măsură ale presiunii ... 11

Capitolul 2. Coeficienți calorici ... 12
2.1. Capacitatea calorică şi căldura specifică ... 12
2.2. Căldura molară ... 12
2.3. Schimbul de căldură şi de lucru mecanic în transformările simple ... 13

Capitolul 3. Principiul al doilea al termodinamicii ... 18
3.1. Lucrul mecanic şi căldura în transformările ciclice ... 18
3.2. Formulări ale principiului al doilea al termodinamicii ... 18
3.3. Lucrul mecanic într-o transformare bitermă ... 19
3.4. Ciclul Carnot cu gaz ideal ... 20
3.5. Entropia ... 21
3.6. Entropia gazului ideal ... 22
3.8. Ciclul Carnot inversat ... 24
3.9. Diagrame entropice ... 26

Capitolul 4. Motoare cu ardere internă ... 32
4.1. Clasificarea maşinilor termice ... 32
4.1.1. Clasificarea motoarelor cu ardere internă ... 32
4.2. Funcționarea motoarelor cu ardere internă ... 34
4.2.1. Funcționarea motorului în patru timpi ... 34
4.2.2. Funcționarea motorului în doi timpi ... 36
4.3. Ciclurile teoretice ale motoarelor cu ardere internă cu piston ... 37
4.3.1. Ciclul teoretic generalizat ... 37
4.3.2. Ciclul teoretic al motorului cu ardere mixtă ... 42
4.3.3 Ciclul teoretic al motorului cu ardere la volum constant ... 42
4.3.4. Ciclul teoretic al motorului cu ardere la presiune constantă ... 44
4.3.5. Ciclul teoretic al motoarelor supraalimentate ... 46
4.4. Organologia motoarelor cu ardere internă ... 49

Capitolul 5. Turbina cu gaze ... 53
5.1. Principiul de funcționare ... 53
5.2. Ciclul teoretic al turbinei cu gaze ... 54

Capitolul 6. Compresoare 57
6.1. Compresorul cu piston cu o treaptă 57
6.2. Compresorul în trepte 60
6.3. Parametrii energetici ai compresorului cu piston 61

Capitolul 7. Maşini (instalaţii) frigorifice 63
7.1. Principiul de funcţionare al maşinilor cu compresie de vapori 63
7.2. Instalaţii frigorifice cu agenţi intermediari 67
7.3. Calculul instalaţiilor frigorifice 68

Capitolul 8. Elemente de mecanica fluidelor 70
8.1. Proprietăţile fluidelor 70
8.2. Ecuaţiile fundamentale ale mecanicii fluidelor perfecte 72
8.3. Hidrostatica 75
8.3.1. Ecuaţiile fundamentale ale hidrostaticii 75
8.3.2. Presiunea într-un fluid incompresibil 76
8.3.3. Linii şi suprafeţe echipotenţiale la fluide în repaus 76
8.3.4. Principiul lui Pascal 77
8.3.5. Principiul vaselor comunicante 77
8.3.6. Interpretarea ecuaţiei fundamentale a hidrostaticii 78
8.3.7. Forţe hidrostatice 78
8.4. Elemente de hidrodinamică 82
8.4.1. Ecuaţiile lui Euler în formă vectorială 82
8.4.2. Ecuaţia lui Bernoulli în curgerea permanentă şi fără frecări a unui fluid incompresibil 82
8.4.3. Reprezentarea grafică şi interpretarea energetică a ecuaţiei lui Bernoulli 84
8.4.4. Aplicaţii ale ecuaţiei lui Bernoulli 84
8.4.5. Ecuaţia lui Bernoulli pentru fluidele reale 86
8.4.6. Regimuri de curgere ale fluidelor reale. Distribuţii ale vitezelor. Pierderi de sarcină liniare şi locale 88
8.4.7. Lovitura de berbec 93

Capitolul 9. Maşini hidraulice. **Generalitãti** 95

Capitolul 10. Maşini volumice 99
10.1. Terminologie de bază 99
10.2. Pompa cu piston 99
10.3. Pompa cu pistonaşe axiale 101
10.4. Pompa cu pistonaşe radiale 106
10.5. Pompa cu palete 108
10.6. Pompa cu roţi dinţate 111
10.7. Pompa cu lobi 113
10.8. Motorul hidraulic liniar 114
10.9. Motorul hidraulic oscilant 115

Capitolul 11. Maşini dinamice 117
11.1. Generalităţi 117
11.2. Hidrodinamica rotorului turbomaşinii 120
11.3. Curbele caracteristice ale turbopompelor 123
11.4. Puterea şi randamentul pompelor centrifuge 128
11.5. Funcţionarea pompelor dinamice în paralel 128

11.6. Funcţionarea pompelor dinamice în serie 129
11.7. Reglarea turbopompelor 130
11.8. Maşini axiale 132
11.8.1. Bazele calculului maşinilor axiale 132
11.8.2. Gradul de reacţie al rotorului 134
11.8.3. Caracteristicile maşinilor axiale 135
11.9. Pompe turbionare 136
11.10. Maşini cu jet (ejectoare) 137

Bibliografie 139