

SADRŽAJ

PREDGOVOR	VII
OZNAKE	IX
UVOD	XIII
1 TERMODINAMIČKE VELIČINE I ENERGETSKA INTERAKCIJA ZATVORENOG SISTEMA I OKOLINE	1
1.1 OSNOVNE TERMODINAMIČKE VELIČINE	4
1.2 pvT VELIČINE SUPSTANCE	8
1.2.1 pvT površ.....	8
1.2.2 Kritično stanje.....	10
1.2.3 Jednačina stanja idealnog gasa.....	10
1.2.4 Jednačina stanja realnog gasa.....	13
1.3 ENERGIJA I PRVI ZAKON TERMODINAMIKE	22
1.4 KONCEPT RADA	27
1.4.1 Rad širenja i sabijanja.....	27
1.4.2 Rad kvazistatičkih procesa.....	29
1.5 UNUTRAŠNJA ENERGIJA SISTEMA	30
1.6 ENTALPIJA	31
1.7 POVRATNI I NEPOVRATNI PROCESI	33
1.7.1 Povratni procesi.....	33
1.7.2 Nepovratni procesi.....	33
1.8 RAD KVAZISTATIČKIH NEPOVRATNIN PROCESA	35
1.9 RAD U PROCESIMA PRI KONAČNIM POGONSKIM SILAMA	39
1.10 ENTROPIJA	42
1.11 TOPLOTNI KAPACITET	44
1.12 TERMODINAMIČKI DIJAGRAMI	45
ZADACI	53
2 ZAKONI ODRŽANJA MASE I ENERGIJE	55
2.1 OPŠTE JEDNAČINE BILANSA	57
2.1.1 Kontinuum.....	57
2.1.2 Princip lokalnog stanja – model lokalne termodinamičke ravnoteže.....	62
2.1.3 Jednačine bilansa.....	63
2.2. ZAKON ODRŽANJA MASE	65
2.2.1 Makroskopski bilans mase.....	66
2.2.2 Diferencijalne jednačine održanja mase.....	69
2.3 ZAKON ODRŽANJA ENERGIJE	74
2.3.1 Idealizacija za kontrolisanu zapreminu (Integralni pristup).....	74
2.3.2 Opšte jednačine bilansa za kontrolisanu zapreminu.....	76
2.3.3 Veza između rada strujanja i osovinskog rada.....	80
2.4 PRIMENA ENERGETSKOG BILANSA NA PROCESE U ZATVORENOM SISTEMU	82
2.4.1 Prvi zakon termodinamike za zatvoren sistem.....	82

2.4.2	Stacionarno stanje	83
2.4.3	Vrste promena stanja u zatvorenom sistemu	84
2.4.4	Konzervacija energije u izolovanom sistemu	92
2.5	PRIMENA BILANSA ENERGIJE NA PROCESE U OTVORENOM SISTEMU	93
2.5.1	Stacionarni procesi strujanja	93
2.5.2	Nestacionarni procesi strujanja	95
2.5.3	Čisto strujni i radni procesi	98
2.6	ODREĐIVANJE VELIČINA STANJA I PROMENA STANJA REALNIH FLUIDA.....	109
2.6.1	Tablice i dijagrami termodinamičkih veličina	109
2.6.2	Toplotni kapacitet supstance	122
2.6.3	Izračunavanje toplote i rada realnih fluida tokom procesa u zatvorenom sistemu.....	129
ZADACI.....	135
3	DRUGI ZAKON TERMODINAMIKE I BILANS ENTROPIJE.....	145
3.1	OSNOVNE FORMULACIJE DRUGOG ZAKONA TERMODINAMIKE.....	147
3.1.1	Toplotna mašina.....	147
3.1.2	Toplotna pumpa	148
3.1.3	Toplotni i radni rezervoar	148
3.1.4	“Perpetuum mobile” prve i druge vrste	149
3.1.5	Kelvin – Plankov postulat drugog zakona termodinamike	150
3.1.6	Klauzijusov postulat	151
3.1.7	Veza između Kelvin – Plankovog i Klauzijusovog postulata	152
3.2	ZAKLJUČCI DRUGOG ZAKONA TERMODINAMIKE	155
3.2.1	Kružni desnokretni procesi	155
3.2.2	Karnoov desnokretni ciklus.....	156
3.2.3	Karnoove teoreme.....	159
3.2.4	Termodinamička temperaturna skala	161
3.2.5	Apsolutna Kelvinova skala	163
3.2.6	Idealna gasna temperaturna skala i apsolutna temperaturna skala	164
3.3	KLAUZIJSOV INTEGRAL ZA POVRATAN I NEPOVRATAN CIKLUS	164
3.3.1	Povratne i nepovratne toplotne mašine	164
3.3.2	Povratne i nepovratne toplotne pumpe	166
3.4	KONCEPT ENTROPIJE	167
3.5	OSNOVNE JEDNAČINE BILANSA ZA ENTROPIJU	168
3.6	PROTOK ENTROPIJE	169
3.7	BILANS ENTROPIJE I POVRATNOST.....	174
3.8.	PROMENA ENTROPIJE TOPLOTNIH I RADNIH REZERVOARA.....	175
3.9	ENTROPIJA I NEPOVRATNOST.....	175
3.9.1	Mehanički gubitak rada.....	175
3.9.2	Termodinamički gubitak rada.....	178
3.10	BILANS ENTROPIJE SA GUBITKOM RADA.....	181
3.11	PRINCIP POVEĆANJA ENTROPIJE.....	183
3.11.1	Ukupna promena entropije zatvorenog sistema i okoline	183
3.11.2	Promena entropije izolovanog sistema	185
3.11.3	Ukupna promena entropije kontrolisane zapremine i okoline	186
3.12	STATISTIČKA INTERPRETACIJA ENTROPIJE	189
3.13	BILANS MEHANIČKE ENERGIJE.....	190
3.14	ANALIZA TERMODINAMIČKIH SISTEMA NA OSNOVU DRUGOG ZAKONA	
	TERMODINAMIKE	196
3.14.1	Eksergija i anergija toplote ($T > T_0$).....	196
3.14.2	Reverzibilan rad	200
3.14.3	Radna sposobnost	206
3.14.4	Veza termodinamičkog gubitka rada sa prvim i drugim zakonom termodinamike	210
3.14.5	Gubitak eksergije	216

3.15 TREĆI ZAKON TERMODINAMIKE I APSOLUTNA ENTROPIJA	220
ZADACI.....	222
4 PROCESI U TERMIČKIM UREĐAJIMA I POSTROJENJIMA.....	229
4.1 DESNOKRETNI KRUŽNI PROCESI	232
4.2 PROCESI U ENERGETSKOM POSTROJENJU SA PARNOM TURBINOM	241
4.2.1 Karnoov i Rankinov ciklus sa realnim fluidom	244
4.2.2 Kogenerativna postrojenja	253
4.3 PROCESI HLADENJA.....	259
4.4 KOMPRESORSKA PARNA RASHLADNA POSTROJENJA	262
4.5 EKSERGETSKA EFIKASNOST KOMPRESORSKIH PARNIH RASHLADNIH POSTROJENJA	270
4.6 RASHLADNA SREDSTVA	272
4.7 KOMPRESORI	274
ZADACI.....	281
5 IDEALNE GASOVITE SMEŠE. VLAŽAN VAZDUH	285
5.1 IDEALNE GASOVITE SMEŠE	286
5.1.1 Jednačina stanja idealne gasovite smeše.....	289
5.1.2 Unutrašnja energija, entalpija i entropija idealne gasovite smeše	293
5.2 VLAŽAN VAZDUH	297
5.2.1 Apsolutna, relativna vlažnost i gustina vlažnog vazduha	301
5.2.2 Entalpija vlažnog vazduha	303
5.2.3 Mešanje dva protoka nezasićenog vlažnog vazduha.....	305
5.2.4 Vlaženje nezasićenog vlažnog vazduha (kondicioniranje vazduha) uduvanjem vode	310
5.2.5 Sušenje nezasićenim vlažnim vazduhom.....	312
5.2.6 Sušenje vlažnog vazduha	317
ZADACI.....	320
6 GORIVO. SAGOREVANJE GORIVA.....	325
6.1 PODELA FOSILNOG GORIVA I NJEGOV HEMIJSKI SASTAV	326
6.2 OPLEMENJIVANJE FOSILNOG GORIVA.....	330
6.3 KORIŠĆENJE FOSILNOG GORIVA.....	332
6.4 TOPLOTNI EFEKAT PROCESA SAGOREVANJA GORIVA.....	333
6.5 POTROŠNJA KISEONIKA I VAZDUHA.....	338
6.5.1 Teorijska potrošnja kiseonika	338
6.5.2 Potrošnja vazduha	340
6.6 PRODUKTI SAGOREVANJA GORIVA I NJIHOV HEMIJSKI SASTAV	343
6.6.1 Sagorevanje čvrstih i tečnih goriva	344
6.6.2 Sagorevanje gasovitih goriva	345
6.6.3 Koeficijent viška vazduha i odnos azota i kiseonika u dimnim gasovima.....	347
6.7 TEMPERATURA SAGOREVANJA GORIVA	348
6.8 ENTALPIJA DIMNIH GASOVA. $h - \theta$ DIJAGRAM	351
ZADACI.....	356
7 ZADACI SA KOLOKVIJUMA I PISMENIH ISPITA.....	359
LITERATURA.....	365
TABLICE.....	367
REGISTAR	389