

SADRŽAJ

PREDGOVOR	VII
OZNAKE	IX
UVOD	XIII
1 OSNOVE PRENOSA TOPLOTE	1
2 PRENOS TOPLOTE PROVOĐENJEM - KONDUKCIJA	5
2.1 UVODNE NAPOMENE	5
2.1.1 Temperaturno polje.....	5
2.1.2 Gradijent temperature.....	6
2.1.3 Toplotni protok i Furijeov zakon.....	7
2.2 OPŠTA DIFERENCIJALNA JEDNAČINA PROVOĐENJA TOPLOTE	10
2.3 JEDNODIMENZIONALNO STACIONARNO PROVOĐENJE TOPLOTE	15
2.3.1 Prenos toplote kroz ravan zid.....	15
2.3.2 Prenos toplote kroz cilindrični zid.....	22
2.3.3 Prenos toplote kroz sferičan zid.....	28
2.4 JEDNODIMENZIONALNO STACIONARNO PROVOĐENJE TOPLOTE SA UNUTRAŠNJIM IZVOROM TOPLOTE	31
2.4.1 Cilindrični zid sa homogenim izvorom ili ponorom toplote.....	31
2.4.2 Jednoslojni ravan zid.....	34
2.5 PRENOS TOPLOTE SA ISTAKNUTIH POVRŠINA	35
2.5.1 Prenos toplote kroz orebren zid.....	36
2.5.2 Temperaturno polje orebrene površine.....	37
2.6 DVO- I TRODIMENZIONALNO STACIONARNO PROVOĐENJE TOPLOTE	40
2.6.1 Analitička metoda.....	40
2.6.2 Grafička metoda.....	43
2.6.3 Numeričke metode.....	45
2.7 NESTACIONARNO PROVOĐENJE TOPLOTE	48
2.7.1 Opšte rešenje jednačine jednodimenzionalnog nestacionarnog provođenja toplote.....	48
2.7.2 Provođenje toplote beskonačne ravne ploče.....	50
ZADACI	54
3 PRELAZ TOPLOTE – KONVEKCIJA	57
3.1 UVODNE NAPOMENE ZA PRELAZ TOPLOTE BEZ FAZNE TRANSFORMACIJE FLUIDA	57
3.1.1 Njutnov zakon hlađenja.....	57
3.1.2 Priroda strujanja fluida duž zida.....	58
3.1.3 Režimi strujanja fluida.....	58
3.1.4 Fizička svojstva fluida.....	61
3.1.5 Hidrodinamički i termički granični sloj.....	63
3.2 DIFERENCIJALNE JEDNAČINE PRELAZA TOPLOTE	67
3.2.1 Diferencijalna jednačina kretanja.....	67
3.2.2 Diferencijalna jednačina energije.....	70
3.2.3 Uslovi jednoznačnosti za konvektivnu razmenu toplote.....	72

3.2.4	Jednačine dinamičkog i termičkog graničnog sloja	72
3.3	OSNOVE TEORIJE SLIČNOSTI.....	77
3.3.1	Uvodne napomene	77
3.3.2	Klase i grupe pojava	77
3.3.3	Vrste sličnosti i teoreme sličnosti	78
3.4	PRIMENA TEORIJE SLIČNOSTI NA KONVEKTIVNU RAZMENU TOPLOTE	80
3.4.1	Brojevi (kriterijumi) sličnosti	80
3.4.2	Kriterijalne jednačine sličnosti	87
3.5	KOEFICIJENTI PRELAZA TOPLOTE BEZ FAZNE TRANSFORMACIJE FLUIDA.....	88
3.5.1	Eksperimentalno proučavanje prelaza toplote	88
3.5.2	Prelaz toplote slobodnom konvekcijom u neograničenom prostoru	91
3.5.3	Prelaz toplote pri laminarnom i preobražajnom režimu strujanja fluida u cevima.....	94
3.5.4	Prelaz toplote pri turbulentnom režimu strujanja fluida u cevima	96
3.5.5	Prenos toplote u tečnim metalima.....	98
3.6	PRELAZ TOPLOTE PRI FAZNOJ TRANSFORMACIJI FLUIDA	99
3.6.1	Ključanje	101
3.6.2	Kondenzacija	110
ZADACI.....		122
4	PROLAZ TOLOTE.....	125
4.1	JEDNOSLOJNI I VIŠESLOJNI RAVAN ZID.....	125
4.2	JEDNOSLOJNI I VIŠESLOJNI CILINDRIČAN ZID	130
4.3	SFERIČAN ZID.....	135
ZADACI.....		136
5	PRENOS TOPLOTE ZRAČENJEM - RADIJACIJA	139
5.1	ZAKONI ZRAČENJA TOPLOTE.....	144
5.2	PRENOS TOPLOTE ZRAČENJEM IZMEĐU TELA RAZDVOJENIH	
PROZRAČNOM SREDINOM.....		152
5.2.1	Razmena toplote zračenjem između dve paralelne površi	153
5.2.2	Razmena toplote zračenjem između obuhvaćenih površi.....	154
5.3	TOPLOTNI ZASTORI.....	157
5.4	TOPLOTNO ZRAČENJE GASOVA.....	165
5.5	SOLARNI KOLEKTORI.....	177
ZADACI.....		186
6	RAZMENJIVAČI TOPLOTE	191
6.1	KLASIFIKACIJA RAZMENJIVAČA TOPLOTE.....	191
6.1.1	Klasifikacija razmenjivača toplote prema načinu razmene toplote	191
6.1.2	Klasifikacija razmenjivača toplote prema načinu proticanja fluida kroz aparat	193
6.2	JEDNAČINE ENERGETSKOG BILANSA RAZMENJIVAČA TOPLOTE	197
6.3	REKUPERATORI	198
6.3.1	Raspodela temperatura	198
6.3.2	Srednja logaritamska razlika temperatura	201
6.3.3	Metoda prenosnih jedinica.....	207
6.3.4	Koeficijent prolaza toplote.....	215
6.3.5	Cevni razmenjivači toplote	217
6.3.6	Prenos toplote u sudovima sa mešanjem	227
ZADACI.....		233
7	RAZMENJIVAČI TOPLOTE SA CEVNIM SNOPIOM I OMOTAČEM.....	235
7.1	OSNOVNI DELOVI	237
7.2	TERMIČKI OTPORI.....	241
7.2.1	Koeficijent prelaza toplote (α)	243
7.2.2	Termički otpor provodenju toplote kroz zid cevi (r_z)	249

7.2.3 Termički otpor onečišćenja (r_t)	250
7.2.4 Određivanje temperature zida	251
7.3 PAD PRITISKA FLUIDA.....	252
7.3.1 Pad pritiska u cevima (Δp_c)	253
7.3.2 Pad pritiska u omotaču (Δp_o)	254
7.3.3 Pad pritiska u priključcima.....	255
7.3.4 Brzine fluida.....	258
7.4 TERMOHIDRAULIČKI PRORAČUNI KOD RAZMENJIVAČA TOPLOTE SA CEVNIM SNOPIOM I OMOTAČEM	258
7.4.1 Provera razmenjivača toplote sa cevnom snopom i omotačem	259
7.4.2 Simulacija razmenjivača toplote sa cevnom snopom i omotačem.....	261
7.4.3 Projektovanje razmenjivača toplote sa cevnom snopom i omotačem.....	262
ZADACI.....	279
8 PLOČASTI RAZMENJIVAČI TOPLOTE	281
8.1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE I PRIMENA	281
8.2 KONSTRUKTIVNI ELEMENTI PLOČASTIH RAZMENJIVAČA.....	284
8.3 OSNOVNE METODE PRORAČUNA PLOČASTIH RAZMENJIVAČA TOPLOTE.....	287
8.3.1 Primena metode srednje logaritamske razlike temperatura na proračun pločastih razmenjivača toplote.....	288
8.4 STRUJANJE FLUIDA KROZ APARAT I MOGUĆE KONFIGURACIJE TOKOVA	291
8.5 PRORAČUN PRENOSA TOPLOTE I PADOVA PRITISAKA	294
8.5.1 Geometrijske karakteristike ploča i kanala za proticanje fluida	294
8.5.2 Prenos toplote u pločastim razmenjivačima	297
8.5.3 Padovi pritiska u pločastim razmenjivačima toplote	300
ZADACI.....	314
9 UKUVAČI.....	315
9.1 KLASIFIKACIJA OSNOVNIH TIPOVA UKUVAČA	315
9.1.1 Osnovne karakteristike pojedinih tipova ukuvača	317
9.1.2 Princip rada ukuvača	320
9.2 OSOBINE RASTVORA	321
9.2.1 Temperatura ključanja rastvora i temperaturna depresija	321
9.2.2 Gustina rastvora	325
9.2.3 Viskoznost rastvora	325
9.2.4 Specifični toplotni kapacitet rastvora	326
9.2.5 Koeficijent prolaza toplote.....	327
9.3 KONTINUALNO UKUVAVANJE – MASENI I ENERGETSKI BILANS	335
9.3.1 Jednostepeni proces	335
9.3.2 Višestepeni proces	342
ZADACI.....	346
LITERATURA.....	347
PRILOZI-TABLICE.....	349
PRILOG A.....	363
PRILOG B.....	365
PRILOG C.....	366
REGISTAR	371