

SADRŽAJ

Predgovor	9
1. ENERGIJSKE METODE	11
1.1. RAD SILE I MOMENTA	11
1.2. ENERGIJA DEFORMIRANOSTI ŠTAPA	12
1.2.1. Energija osno-opterećenog štapa	14
1.2.2. Energija deformiranosti pri uvijanju okruglog štapa	15
1.2.3. Savijanje ravnog štapa	17
1.2.4. Energija deformiranosti štapa pri smicanju	18
1.2.5. Energija deformiranosti proizvoljno opterećenog štapa	20
1.3. POOPĆENE SILE I POMACI	25
1.4. LINEARNO-ELASTIČNE KONSTRUKCIJE, METODA SUPERPOZICIJE	26
1.5. UPLIVNI KOEFICIJENTI, MATRICA UPLIVNIH KOEFICIJENATA	28
1.6. MAXWELLOV RECIPROČNI TEOREM	31
1.7. MATRICA RECIPROČNIH UPLIVNIH KOEFICIJENATA	33
1.8. DRUGI CASTIGLIANOV TEOREM	35
1.9. PRVI CASTIGLIANOV TEOREM	37
1.10. TEOREM O MINIMUMU ENERGIJE DEFORMIRANOSTI	50
1.11. MOHROVA METODA ODREĐIVANJA POMAKA	54
1.11.1. Mohrov integral	54
1.11.2. Vereščaginovo pravilo	56
2. ANALIZA ŠTAPNIH KONSTRUKCIJA	61
2.1. DEFINICIJA I PODJELA ŠTAPNIH KONSTRUKCIJA	61
2.1.1. Rešetkaste i okvirne konstrukcije	62
2.1.2. Prostorne štapne konstrukcije	64
2.1.3. Ravninske konstrukcije	64
2.1.4. Prostorno-ravninske konstrukcije	65

2.2.	VEZE KONSTRUKCIJE, UVJETI RAVNOTEŽE I STATIČKA ODREĐENOST	67
2.2.1.	Kanonski uvjeti ravnoteže	68
2.2.2.	Poučak momenata oko bridova tetraedra	68
2.2.3.	Poučak momenta oko tri točke.....	69
2.2.4.	Poučak o momentima oko dvije točke i jedne osi.....	70
2.2.5.	Poučak o momentu oko dvije točke i jednoj projekciji rezultante	71
2.2.6.	Poučak o tri sile	72
2.2.7.	Vezanje konstrukcije za podlogu	72
2.2.8.	Statička određenost konstrukcije	77
2.3	SIMETRIČNE I ANTIMETRIČNE KONSTRUKCIJE.....	82
2.3.1	Simetrične i antimetrične veličine	82
2.3.2	Simetrične i antimetrične konstrukcije	84
2.4	KANONSKE JEDNADŽBE METODE SILA	87
2.5	PROSTORNO-RAVNINSKE KONSTRUKCIJE.....	89
3.	DEBELOSTJENE POSUDE I ROTIRAJUĆI DISKOVI.....	113
3.1.	OSNOSIMETRIČNI PROBLEMI ANALIZE NAPREZANJA.....	113
3.1.1.	Ograničenja oblika i opterećenja	114
3.1.2.	Pretpostavke o deformiranju i raspodjeli naprezanja.....	114
3.1.3.	Geometrijska analiza.....	115
3.1.4.	Primjena Hookeova zakona	116
3.1.5.	Diferencijalna jednadžba ravnoteže elementa	118
3.1.6.	Diferencijalna jednadžba raspodjele pomaka	119
3.2.	DEBELOSTJENE POSUDE I CIJEVI.....	119
3.2.1.	Debelostjena posuda opterećena unutarnjim tlakom	119
3.2.2.	Naprezanja oko maloga kružnog otvora opterećenog tlakom ..	122
3.2.3.	Debelostjena posuda opterećena vanjskim tlakom	124
3.2.4.	Proračun čvrstoće debelostjene posude	126
3.3.	NAPREZANJA U SASTAVLJENIM CIJEVIMA.....	128
3.3.1.	Uvodna razmatranja.....	128
3.3.2.	Određivanje dodirnog tlaka	129
3.3.3.	Naprezanja u sastavljenim cijevima.....	130
3.3.4.	Određivanje optimalnog preklopa	132
3.4.	NAPREZANJA U ROTIRAJUĆIM DISKOVIMA.....	134
3.4.1.	Uvodna razmatranja.....	134
3.4.2.	Puni rotirajući disk.....	135
3.4.3.	Disk s otvorom u sredini.....	136
4.	MEMBRANSKE SILE U ROTACIJSKIM LJUSKAMA	139
4.1.	PLOŠNI NOSAČI I NJIHOVA PODJELA	139
4.2.	ZAKRIVLJENOST PLOHE.....	140

4.3.	SAVIJANJE I MEMBRANSKO NAPREZANJE LJUSAKA	141
4.4.	KOORDINATNI SUSTAVI I GEOMETRIJA SREDNJE PLOHE.....	143
4.5.	OSNOVNE PRETPOSTAVKE I OGRANIČENJA	145
4.6.	JEDNADŽBE RAVNOTEŽE.....	147
4.7.	SFERNI SPREMNIK ZA PLIN.....	150
4.8.	CILINDRIČNI SPREMNIK ZATVOREN HEMISFERNIM LJUSKAMA	151
4.9.	SPREMNIK SASTAVLJEN OD DVIJU KUGLI KOJE SE PRODIRU	154
4.10.	SFERNI SPREMNIK ZA TEKUĆINU	157
4.11.	SFERNA KUPOLA OPTEREĆENA VLASTITOM TEŽINOM	159
4.12.	ROTIRAJUĆA SFERNA LJUSKA.....	161
4.13.	TORUSNA LJUSKA	163
5.	SAVIJANJE TANKIH KRUŽNIH PLOČA.....	167
5.1.	UVODNA RAZMATRANJA.....	167
5.1.1.	Geometrija i koordinatni sustav	167
5.1.2.	Ograničenja oblika, pomaka i opterećenja.....	168
5.2.	KOMPONENTE UNUTARNJIH SILA U PLOČI.....	169
5.3.	PRETPOSTAVKE O DEFORMIRANJU I RASPODJELI NAPREZANJA	171
5.4.	GEOMETRIJSKA ANALIZA.....	172
5.5.	PRIMJENA HOOKEOVA ZAKONA.....	174
5.6.	PRIMJENA UVJETA RAVNOTEŽE	175
5.7.	DIFERENCIJALNA JEDNADŽBA SAVIJANJA KRUŽNE PLOČE	176
5.8.	RUBNI UVJETI.....	177
5.9.	PROBLEMI S VIŠE PODRUČJA INTEGRACIJE	196
6.	PRORAČUN ČVRSTOĆE DINAMIČKI OPTEREĆENIH KONSTRUKCIJA.....	201
6.1.	KVAZISTATIČKA OPTEREĆENJA	201
6.2.	UDARNA OPTEREĆENJA	208
6.2.1.	Teorijske osnove	208
6.2.2.	Valovi naprezanja u štapovima.....	209
6.2.3.	Približan proračun udarnih naprezanja	210
6.2.4.	Nejednoliki rad strojeva.....	219
6.3.	VREMENSKI PROMJENLJIVA OPTEREĆENJA I ZAMOR MATERIJALA.....	220
6.3.1.	Uvod i povijesni pregled.....	220
6.3.2.	Nastanak zamornog loma i izgled površine prijeloma.....	223

6.3.3.	Zamor pri jednoosnom izmjeničnom opterećenju	228
6.3.4.	Utjecaj prednaprezanja na titrajnu čvrstoću.....	231
6.3.5.	Utjecaj ostalih čimbenika na titrajnu čvrstoću.....	242
6.3.6.	Istovremeni utjecaj koncentracije naprezanja i srednjeg naprezanja	248
6.3.7.	Faktor sigurnosti i dopušteno naprezanje	250
6.3.8.	Opterećenje promjenljive amplitude.....	264
6.3.9.	Višeosno promjenljivo naprezanje.....	265
Literatura	271
Kazalo	275
O autoru	279