

Priekšvārds	3
1. nodaļa. Ievads	5
1.1. Mehānika un tās modeļi	5
1.2. Mehānikas nodaļas	6
1.3. Cieta deformējama ķermeņa mehānika	6
1.4. Materiālu pretestības kursa pamatuzdevumi	8
1.5. Kas tiek izmantots deformējama ķermeņa mehānikā no nedeformējama ķermeņa mehānikas?	9
2. nodaļa. Stiprības aprēķins	11
2.1. Stiprības aprēķina kopējais plāns	11
2.2. Spriegumi	12
2.3. Iekšējo spēku rezultējošie lielumi	13
2.3.1. Šķēlumu metode iekšējo rezultējošo spēku noteikšanai	13
2.3.2. Iekšējo spēku noteikšana ar šķēlumu metodi	14
2.3.3. Bīstamo šķēlumu noteikšana	15
2.3.4. Epiru pārbaudes	16
2.4. Sakarības starp spriegumiem un iekšējo spēku komponentēm	21
2.5. Deformējama ķermeņa mehānikas uzdevumu risināšanas plāns	22
2. nodaļas secinājumi	23
3. nodaļa. Materiālu mehāniskās pārbaudes	23
3.1. Stiepes pārbaude	24
3.1.1. Paraugi	24
3.1.2. Pārbaudes mašīnas darbības shēma	25
3.2. Spiedes pārbaudes	26
3.3. Tērauda stiepes (spiedes) diagramma	26
3.3.1. Mazoglekļa tērauda stiepes (spiedes) diagramma	26
3.3.2. Legētu tēraudu stiepes (spiedes) diagramma	29
3.4. Betona stiepes (spiedes) diagramma	29
3.5. Polimēru materiālu stiepes (spiedes) diagramma	30
3.6. Lineārās deformācijas (pārvietojumi)	31
3.7. Leņķa izmaiņa. Bīdes deformācija	32
3.8. Huka likums bīdē	32
3.9. Virsmas spiede	33
3. nodaļas secinājumi	33
4. nodaļa. Stiepe (spiede)	34
4.1. Galvenās sakarības stiepē (spiedē)	34
4.1.1. Sprieguma formula	36
4.1.2. Faktiskie un nosacītie spriegumi	36

4.2. Stiprības aprēķins	37
4.2.1. Eksperimentu rezultātu neviendabīgums	37
4.2.2. Pielaujami spriegumi	38
4.2.3. Mēroga efekts	38
4.2.4. Stiprības pamatuzdevumi	39
4.3. Stieņa deformētā stāvokļa aprēķins	39
4.4. Spriegumi slīpos šķēlumos	39
4.4.1. Spriegumu aprēķins	39
4.4.2. Tangenciālsprīgumu pāru likums	40
4.5. Spēku neatkarīgas darbības (superpozīcijas) likums	41
4.6. Jēdziens par galvenajiem spriegumiem	42
4.6.1. Plakans spriegumstāvoklis	42
4.6.2. Telpisks spriegumstāvoklis	43
4. nodaļas secinājumi	44
5. nodaļa. Liece	44
5.1. Spriegumi tirā liecē	44
5.1.1. Tirā liecē	44
5.1.2. Galvenās sakarības tirā liecē	45
5.1.3. Lieces normālsprīgumu formula	46
5.1.4. Stiprības aprēķins	47
5.2. Neitrālās ass stāvoklis. Galvenās centrālās assis	47
5.3. Lieces spriegumi	49
5.3.1. Tangenciālsprīgumu aprēķināšana	50
5.3.2. Tangenciālsprīgumu sadalījums pa sijas augstumu	52
5.4. Tirās lieces hipotēžu pielietojamības novērtējums liecē	53
5.5. Sijas izlieces aprēķins	54
5.6. Racionālas sijas šķēsgriezuma formas liecē	55
5.7. Saliktu siju aprēķins	56
5.8. Spriegumi likās sijās	58
5.8.1. Galvenās sakarības	58
5.8.2. Neitrālās ass stāvoklis	59
5.8.3. Sprieguma aprēķināšana	60
5.9. Pilnā sijas stiprības pārbaude	60
5. nodaļas secinājumi	61
6. nodaļa. Stiprības teorijas	61
6.1. Stiprības teoriju būtība	61
6.2. Stiprības teoriju lietošanas shēma	62
6.3. Elementārās stiprības teorijas	63
6.4. Lielāko tangenciālsprīgumu stiprības teorija (trešā teorija)	64
6.5. Formas maiņas īpatnējās potenciālās enerģijas stiprības teorija (ceturrtā teorija)	67
6.6. Mora stiprības teorija	69
6. nodaļas secinājumi	70
7. nodaļa. Vērpe	70
7.1. Apaļu stieņu vērpe	70
7.1.1. Galvenās sakarības vērpē	70
7.1.2. Relatīvā savērpes leņķa noteikšana	72
7.1.3. Spriegumu formula	73
7.2. Tirās bīdes spriegumstāvoklis	73
7.3. Huka likuma bīdē izvedums	74
7.3.1. Huka likums divvirzienu spriegumstāvoklim	74
7.3.2. Sakarība starp ϵ un γ vērpē	75
7.3.3. Sakarība starp materiāla trim konstantēm E , μ un G	76
7.4. Jēdziens par neapaļu stieņu vērpi	76
7.4.1. Sprieguma un savērpes leņķa aprēķins	76

7.4.2. Membrānu analogija	78
7. nodaļas secinājumi	78
8. nodaļa. Stieņu (siju) saliktu sloģojumu stiprības aprēķini	79
8.1. Iepriekšējā kopsavilkums	79
8.2. Saliktu sloģojumu stiprības aprēķina vispārējais algoritms	79
8.3. Dažādi praktiski padomi	81
8.3.1. Bīstamā punkta atrašana, ja šķēlumā darbojas tikai normālspriegumi	81
8.3.2. Apaļu stieņu liece un vērpe	83
8. nodaļas secinājumi	84
9. nodaļa. Plānsienu profilu sijas	85
9.1. Lieces centrs	85
9.1.1. Lieces centra noteikšana	85
9.1.2. Vienkāršu profilu lieces centri	87
9.2. Atvērtu profilu stieņu brīva vērpe	87
9.3. Jēdziens par atvērtu profilu stieņu nebrīvu vērpi	89
9.4. Noslēgta profila stieņu vērpe	91
9. nodaļas secinājumi	92
10. nodaļa. Stieņu sistēmas deformētā stāvokļa noteikšana	93
10.1. Mehānikas pamatprincipi	93
10.1.1. Hamiltona princips. Potenciālās enerģijas minimuma princips	94
10.1.2. Virtuālo pārvietojumu (virtuālo darbu) princips	95
10.2. Mehānikas pamatprincipi deformējamam ķermenim	96
10.2.1. Potenciālās enerģijas minimuma princips	96
10.2.2. Stieņu sistēmas deformācijas potenciālā enerģija	97
10.3. Mora integrāļa izvedums	99
10.3.1. Pārvietojumu atrašana	99
10.3.2. Pagrieziena leņķa atrašana	101
10.3.3. Temperatūras izmaiņu radītie pārvietojumi un pagrieziena leņķi	101
10.3.4. Pārvietojumu un pagrieziena leņķu noteikšana, balstiem pārvietojoties vai pagriežoties	102
10.4. Verešcagīna paņēmieni	104
10.5. ESM lietošana Mora integrāļa izskaitļošanā	105
10.6. Izlieces funkciju noteikšana	105
10.7. Aptuvenās variāciju metodes	109
10.7.1. Ritca metode	110
10.7.2. Bubnova—Gaļorkina metode	110
10.8. Galīgo elementu metode (GEM)	112
10.8.1. Galīgais elements sijas liecē	113
10.8.2. Aproximējošo funkciju izvēle	113
10.8.3. Vienādojumu sistēmas tipiskais bloks	115
10.8.4. Kopējās vienādojumu sistēmas sastādīšana	117
10.8.5. Vienādojumu sistēmas labā puse	117
10.8.6. Sijas lieces aprēķins ar GEM programmu	120
10.9. Ritca metodes un GEM precizitātes novērtējums	122
10. nodaļas secinājumi	122
11. nodaļa. Statiski nenoteicamas konstrukcijas	123
11.1. Statiskā nenoteicamība	123
11.2. Statiski nenoteicamu uzdevumu iespējamie aprēķinu veidi	123
11.3. Statiski nenoteicamu uzdevumu risināšana, sastādot trīs vienādojumu grupas	124
11.4. Statiski nenoteicamu stieņu sistēmu risināšana, izmantojot kanoniskos vienādojumus	127

11.5. Statiskā nenoteicamība rāmjiem ar noslēgtu kontūru	131
11.6. Simetrijas un antisimetrijas īpašību ievērošana	132
11. nodaļas secinājumi	137
12. nodaļa. Sija uz elastīga pamata	138
12.1. Elastīgā pamata īpašības. Vinklera hipotēze	138
12.2. Bezgalīgi gara sija uz elastīga pamata	139
12.2.1. Diferenciālvienādojumu sastādīšana un integrēšana	139
12.2.2. Robežnosacījumi. Konstanšu noteikšana	140
12.2.3. Bezgalīgi gara sija ar koncentrētu spēku	140
12.3. GEM metodes pielietošana	142
12.4. Stiprības aprēķins sijai uz elastīga pamata	143
12. nodaļas secinājumi	143
13. nodaļa. Vitās atsperes	144
13.1. Vīto atsperu veidi	144
13.2. Cilindriska stiepes (spiedes) atspere	144
13.3. Koniska stiepes (spiedes) atspere	146
13.4. Cilindriska vērpes atspere	147
13.5. Vērpta plakana atspere	148
13. nodaļas secinājumi	149
14. nodaļa. Stabilitātes zaudēšana. Ļodze	149
14.1. Stabili un nestabili līdzsvara stāvokļi	149
14.2. Deformējama ķermeņa stabilas un nestabilas līdzsvara formas	150
14.2.1. Stieņa izlieces aprēķins	151
14.2.2. Stieņa reālās geometrijas ietekme	152
14.3. Eilera paņēmieni kritiskā spēka noteikšanai	153
14.3.1. Eilera paņēmiena lietošanas piemērs	153
14.3.2. Eilera paņēmiena algoritms	155
14.3.3. Vienkāršākie ļodzes sloģojuma gadījumi	157
14.4. Šķērsizmēru noteikšana ļodzē	158
14.5. Dažādi stabilitātes zaudēšanas veidi	161
14.6. Ļodze un liece	162
14.6.1. Ļodzes un lieces stiprības aprēķins	162
14.6.2. Ļodzes un lieces aptuvenais aprēķins	164
14.7. Variāciju metožu lietošana	166
14.7.1. Ļodze un liece	166
14.7.2. Ļodze	167
14.8. GEM lietošana	169
14.8.1. GEM lieces un ļodzes uzdevumu risināšanai	169
14.8.2. GEM lietošana ļodzes uzdevumos	170
14. nodaļas secinājumi	170
15. nodaļa. Materiālu nogurums pie laikā mainīgiem spriegumiem	171
15.1. Jēdziens par materiāla nogurumu	171
15.2. Noguruma lūzumi	173
15.3. Noguruma eksperimenti	174
15.3.1. Vēlera likne	174
15.3.2. Ciklu raksturotājs r	175
15.4. Nogurums asimetriskā ciklā	176
15.4.1. Drošības koeficienta noteikšana asimetriskā ciklā	176
15.4.2. Aptuvena drošības koeficienta noteikšana asimetriskā ciklā	176
15.5. Nogurums saliktā sloģojumā	177
15.5.1. Ilgzturības robežas noteikšana saliktā sloģojumā	177
15.5.2. Drošības koeficienta noteikšana saliktā sloģojumā	177
15.6. Dažādu faktoru ietekme uz ilgzturības robežvērtību	178
15.6.1. Mēroga koeficients	178
15.6.2. Spriegumu koncentrācijas koeficients	179

15.6.3. Virsmas apstrādes ietekme	179
15.7. Ilgizturības novērtēšana, mainoties slogojumu intensitātei	180
15. nodaļas secinājumi	181
16. nodaļa. Dinamiskas slodzes	181
16.1. Inerces spēku ievērošana aprēķinos	181
16.2. Deformējama ķermeņa inerces spēku ievērošana aprēķinos	182
16.3. Deformējama ķermeņa svārstību kustības diferenciālvienādojumu sastādīšana	183
16.3.1. Spēku metode	183
16.3.2. Pārvietojumu metode	184
16.3.3. Metožu salīdzinājums	184
16.4. Svārstību diferenciālvienādojumu sistēmas integrēšanas vienkāršošana	184
16.5. Rezonanses. Pašsvārstību frekvences	185
16.5.1. Kaitīgās un derīgās svārstības	186
16.5.2. Jēdziens par svārstību formām	187
16.6. Svārstības sistēmai ar izkliedētiem parametriem	187
16.6.1. Variāciju metožu lietošana	188
16.6.2. Pašsvārstību frekvenču atrašana	189
16.7. GEM lietošana sijas svārstību aprēķinos	190
16.8. Stiprības aprēķins svārstību gadījumā	191
16.9. Vārpstas kritiskais apgriezīgu skaits	191
16.10. Trieciena slodzes	193
16.10.1. Trieciens, cietam ķermenim kritot uz deformējamu ķermeni	193
16.10.2. Kustoša ķermeņa trieciens pret deformējamu ķermeni	194
16.10.3. Trieciens, ķermenim saduroties vispirms ar starpķermeni	195
16.10.4. Deformējama ķermeņa masas ievērošana aprēķinos	195
16.10.5. Vērpes trieciens	196
16. nodaļas secinājumi	197
17. nodaļa. Materiālu viskozi elastīgo īpašību ievērošana aprēķinos	197
17.1. Eksperimentu rezultāti	198
17.1.1. Sļūde	198
17.1.2. Sprīģumu relaksācija	198
17.1.3. Slogošanas ātruma ietekme	199
17.2. Viskozi elastīga materiāla modeļi	199
17.2.1. Viskozi elastīgu modeļu konstruēšana	199
17.2.2. Modeļu matemātiskās sakarības	200
17.2.3. Modeļa diferenciālvienādojuma integrēšana	201
17.3. Viskozi elastīga materiāla modeļu lietošana	202
17. nodaļas secinājumi	202
18. nodaļa. Nelineāri uzdevumi. Robežslodžu metode	203
18.1. Geometriski nelineāri uzdevumi	203
18.2. Pamatslogojumu spriegumu noteikšana fizikāli nelineāriem uzdevumiem	204
18.2.1. Fizikāli nelineāra liece	204
18.2.2. Apaļu ķermeņu fizikāli nelineāra vērpe	206
18.3. Plastisku materiālu vienkāršotu diagrammu lietošana	206
18.3.1. Liekta stieņa robežmomenta noteikšana	206
18.3.2. Neitrālās ass atrašana plastiskā locīklā	207
18.4. Robežslodžu metode	208
18.5. Statiski nenoteicamu konstrukciju aprēķins ar robežslodžu metodi	210
18.5.1. Statiski nenoteicamas lieces konstrukcijas aprēķins ar robežslodžu metodi	211
18.5.2. Potenciālās enerģijas minimuma principa lietošana	212
18.6. Dzelzsbetona sijas aprēķins	214
18.7. Paliekošie spriegumi un paliekošās deformācijas	215
18. nodaļas secinājumi	217

19. nodaļa. Elastības teorija	217
19.1. Elastības teorijas pamatpieņēmumi	217
19.2. Pamatelements	219
19.2.1. Vienādojumu sistēma	219
19.2.2. Pamatelements, kuram raksta statikas vienādojumus	219
19.3. Pamatlielumu definīcijas	220
19.3.1. Spriegumi	220
19.3.2. Pārvietojumi	221
19.4. Saisināti matemātiski apzīmējumi	221
19.5. Līdzsvara vienādojumi	222
19.6. Deformāciju geometriskās sakarības	224
19.6.1. Lineāro deformāciju geometrija	225
19.6.2. Leņķisko deformāciju geometrija	226
19.6.3. Deformāciju geometrijas vispārīgs pieraksts	226
19.7. Vispārinātais Huka likums	227
19.7.1. Lineāro deformāciju aprēķināšana	227
19.7.2. Leņķisko deformāciju aprēķināšana	229
19.7.3. Vispārinātais Huka likums	229
19.8. Elastības teorijas vispārīgā vienādojumu sistēma	229
19.9. Robežnosacījumi	230
19.9.1. Piemērs	230
19.9.2. Robežnosacījumi spriegumos	231
19.10. Galveno spriegumu noteikšana	232
19.11. Stiprības aprēķins	234
19. nodaļas secinājumi	234
20. nodaļa. Elastības teorijas vienādojumu sistēmas risinājumi	235
20.1. Stieņu stiepe	235
20.2. Sijas tirā liece	237
20.3. Sijas liece	238
20.4. Neapaļu ķermeņu vērpe	240
20.4.1. Pārvietojuma funkciju noteikšana	240
20.4.2. Spriegumi	241
20.4.3. Vienādojumu sistēma	241
20.4.4. Funkcijas Φ (vērpes funkcijas) robežnosacījumi	242
20.4.5. Vērpes momenta noteikšana	243
20.5. Membrānu (Prandļa) analogijas pierādījums	244
20.5.1. Plēvītes līdzsvara vienādojums	244
20.5.2. Membrānu analogijas sakarība	245
20.5.3. Membrānu analogijas eksperimenta tarēšana	246
20. nodaļas secinājumi	247
21. nodaļa. Galīgo elementu metodes (GEM) lietošana elastības teorijas uzdevumu risināšanai	247
21.1. GEM metodes būtība	247
21.2. Matricu algebras pamatdarbības	248
21.3. Potenciālā enerģija	249
21.4. Galvenie un dabīgie robežnosacījumi	251
21.5. Plakana elastības teorijas uzdevuma risinājums ar GEM	251
21.5.1. Galīgā elementa formas un koordinātu asu izvēle	252
21.5.2. Aproximējošo funkciju izvēle	253
21.5.3. Tipveida elementa potenciālās enerģijas atvasinājums	254
21.5.4. Uzdevuma kopējās vienādojumu sistēmas sastādīšana	257
21.5.5. Dažādu formu galīgo elementu lietošana	260
21.6. GEM telpiskam uzdevumam	260
21.6.1. Galīgā elementa izvēle	260
21.6.2. Aproximācija	261
21.6.3. Potenciālās enerģijas atvasinājumu izteiksmes	262
21.6.4. Uzdevuma kopējā vienādojumu sistēma	262

21.7. GEM lietošanas vispārīgi apsvērumi	262
21. nodaļas secinājumi	263
22. nodaļa. Plātņu teorija	264
22.1. Plātņu teorijas pamati	264
22.1.1. Plātņu slogojumu varianti	264
22.1.2. Plātņu lieces teorijas pamatpieņēmumi	264
22.2. Asij simetrisku apaļu plātņu liece	265
22.2.1. Līdzsvara vienādojumi	266
22.2.2. Deformāciju sakarības	268
22.2.3. Sakarība starp spēkiem un deformācijām	269
22.2.4. Vienādojumu sistēma un tās atrisinājums	270
22.2.5. Apaļas plātnes uzdevuma risinājuma algoritms	271
22.3. Plātnes liece taisnleņķa koordinātu sistēmā	271
22.3.1. Deformāciju sakarības taisnleņķa koordinātu sistēmā	272
22.3.2. Potenciālās enerģijas izteiksme	272
22.3.3. Plātnes diferenciālvienādojums un dabīgie robežnosacījumi	274
22.3.4. Plātnes lieces diferenciālvienādojumu analītiskā risināšana	275
22.3.5. Navjē risinājums	276
22.3.5.1. Elementa un tam atbilstošās aproksimācijas izvēle	276
22.3.5.2. Stinguma matrica	277
22.4. Plātņu lieces un plakana uzdevuma risinājuma spriegumos analogija	280
22.4.1. Spriegumu funkcijas plakanā uzdevumā	280
22.4.2. Analogija	280
22.5. Plātņu liece un lodze	282
22.5.1. Lodzes spēka darbs	282
22.5.2. Kritiskās slodzes noteikšana	282
22.5.3. Liece un lodze	283
22. nodaļas secinājumi	283
23. nodaļa. Čaulu teorija	284
23.1. Pamatpieņēmumi	284
23.2. Asij simetriskas bezmomentu čaulas	285
23.3. Lieces momenta analītisks aprēķins	286
23.3.1. Stiepes spriegumi	287
23.3.2. Strēmeles lieces diferenciālvienādojums	288
23.3.3. Diferenciālvienādojuma atrisinājums	288
23.4. Čaulu aprēķins ar GEM	290
23.4.1. Jebkuras formas čaulas aprēķins	290
23.4.2. Asij simetriskas čaulas aprēķins ar GEM	293
23. nodaļas secinājumi	298
24. nodaļa. Elastības teorijas risinājumu un metožu izmantošana dažādos uzdevumos	299
24.1. Viskozi elastīgi materiāli	299
24.2. Dinamiskas slodzes	300
24.3. Paliekošo deformāciju aprēķins	300
24.3.1. Plastisko deformāciju parādīšanās noteikumi	301
24.3.2. Plastiskuma teorijas	302
24.3.3. Lineāri nocietinotais materiāls	302
24.3.4. Elastīgi plastisko deformāciju plastiskuma teorija	303
24.3.5. Tecēšanas teorija	305

24.3.6. Aprēķina piemērs ar GEM	306
24. nodaļas secinājumi	306
25. nodaļa. Ievads kompozītu materiālu mehānikā	307
25.1. Kompozītie materiāli	307
25.2. Deformāciju un spriegumu aprēķins	308
25.3. Mikromehānikas metodes	309
25.3.1. Mikromehānikas modeļu lietošana	309
25.3.2. Plānsienu konstrukciju mikromehānika	316
25.3.3. Precīzā mikromehānika	316
25.3.4. Mikromehānikas rezultāti	317
25.4. Makromehānika	320
25.5. Stiprības noteikšana	321
25.5.1. Mikromehānikas stiprības noteikumi	321
25.5.2. Makromehānikas stiprības noteikumi	321
25.6. Eksperimentu īpatnības	322
25.6.1. Paraugu nostiprināšana	322
25.6.2. Paraugu izvēle	323
25.6.3. Slogošanas noteikumi	324
25.7. Transversāli izotropa materiāla stiepe šķiedru virzienā	325
25.7.1. Šķiedru daudzuma ietekme uz materiāla stiprību	325
25.7.2. Spriegumu—deformāciju diagramma	327
25.8. Materiāla konstruktīvo īpašību ievērošana	328
25. nodaļas secinājumi	328
Alfabetiskais rādītājs	330