

# SATURA RADĪTĀJS

1. Ievads .....	6
1.1. Noguruma lūzumi. ....	6
1.2. Bojājumu cēloņi. ....	7
2. Kristālu plastiskums. ....	8
2.1. Kristālu uzbūve un kristāliskā režģa kļūdas. ....	8
2.2. Plastisko deformāciju rašanās iespējas. ....	11
2.3. Bīdes norise. ....	12
2.4. Temperatūras ietekme. ....	12
2.5. Metālisko materiālu šļūde. ....	12
3. Metālu izturēšanās pie laikā mainīgām mehāniskām slodzēm. ....	13
3.1. Materiāla noguruma struktūru veidošanās. ....	14
3.2. Plaisu veidošanās. ....	15
3.3. Plaisu paplašināšanās. ....	16
3.4. Metāla nostiprināšanās un nostiprināšanās zaudēšanas process. Cikliskā sprieguma – pagarinājuma likne. ....	17
3.5. Materiālu temperatūru izmaiņas pie mainīgām slodzēm. ....	20
3.6. Metālisko materiālu īpašību izmaiņas mehāniskā noguruma dēļ. ....	22
3.6.1. Statiskās sprieguma-stiepes diagrammas un ilgizturības izmaiņas. ....	22
3.6.2. Elastības moduļa un svārstību slāpēšanas koeficienta izmaiņas. ....	23
3.6.3. Materiāla cietības izmaiņas. ....	23
4. Materiālu termiskais nogurums. ....	25
4.1. Termiskā noguruma raksturs. ....	25
4.2. Siltuma radītie spriegumi. ....	27
4.3. Materiālu izturēšanās pie termiskām cikliskām slodzēm. ....	29
4.3.1. Coffīn-Manson sakarības. ....	29
4.3.2. Šļūdes process termiskajā nogurumā. ....	32
4.4. Termošoks kā termiskā mainīgā sloģojuma ekstremāls gadījums. ....	34
5. Metāla detaļu ilgizturība pie mainīgām slodzēm. ....	37
5.1. Sloģojuma īpašību ietekme uz ilgizturību. ....	37
5.1.1. Sloģojuma spektrs. ....	40
5.1.2. Slodzes frekvences. ....	41
5.1.3. Lielas statiskās priekšslodzes un starpslodzes. ....	43
5.1.4. Temperatūra. ....	44
5.1.5. Apkārējās vides ietekme. ....	45
5.2. Detaļu kvalitātes un īpašību ietekme uz to ilgizturību. ....	46
5.2.1. Termiskā apstrāde. ....	46
5.2.3. Iegriezumi. ....	47
5.2.4. Iekšējie spriegumi. ....	50
5.2.5. Virsmas īpašības. ....	50
5.2.5.1. Ārējo virsmu īpašību ietekme uz detaļu ilgizturību pie mainīgām slodzēm. ....	51
5.3. Urbumu, vītņu, iegriezumu un šķērsgrīzumu laukumu pārejas vietu ietekme uz detaļu ilgizturību. ....	54
5.4. Noturība pret temperatūru izmaiņām. ....	60

<b>6. Bojājumu noteikšana</b> .....	65
6.1. Frenča bojājumu likne. ....	66
6.2. Millera-Stoka metode. ....	67
6.4. Otrreizējā (sekundārā) Vēlera likne. ....	72
6.5. Noguruma plaisas kā noguruma bojājumu mērs. ....	73
6.6. Materiālu raksturlielumu izmaiņas kā bojājumu izpausme. ....	73
<b>7. Bojājumu uzkrāšanās un ilgzturības aprēķini pie materiāla mehāniskā noguruma.</b> .....	76
7.1. Palmgren-Mainer hipotēze. ....	78
7.2. Kortena-Dolana formula. ....	80
7.3. Plaisu koncepcija. ....	80
7.4. Ilgzturības aprēķins, pamatojoties uz secīgām Vēlera līknēm. ....	84
<b>8. Materiālu noguruma eksperimentu plānošana un rezultātu novērtēšana.</b> .....	87
8.1. Noguruma eksperimentu iedalījums. ....	87
8.2. Noguruma procesa izpēte pie determinētām slodzēm. ....	87
8.3. Eksperimenti ar gadījuma procesa sloģojuma veidu. ....	91
8.4. Eksperimentu plānošana. ....	91
8.5. Eksperimentu protokola sastādīšana. ....	93
8.6. Noguruma eksperimentu rezultātu novērtēšana. ....	93
8.6.1. Noguruma eksperimenta rezultātu statistiskais raksturs. ....	93
8.6.2. Pārbaude izlases veidā un pamatkopa. ....	94
8.6.3. Eksperimentos iegūto datu apstrāde pie liela paraugu daudzuma. ....	95
8.7. Materiālu noguruma eksperimentu rezultātu attēlošana. ....	96
8.7.1. Mainīga sloģojuma ilgzturības diagrammas īslaicīgās izturības un ierobežotas ilgzturības apgabalos. ....	96
8.7.2. Ilgzturības diagramma. ....	99
<b>9. Dažu lielmolekulu polimēru ilgzturības novērtēšana.</b> .....	105
<b>10. Bojājumi no materiālu plaisu augšanas.</b> .....	110
10.1. Plaisu rašanās un augšana. ....	110
10.2. Bojājumu analīze. ....	110
10.3. Plaisu augšana un plaisu formas detaļās un konstrukcijās. ....	111
<b>11. Ievads materiālu lūzumu mehānikā.</b> .....	115
11.1. Plaisas un to sloģojumu veidi. ....	115
11.2. Sprieguma sadalījums plaisā. ....	116
11.2.1. Plaisu jautājumu risinājums ar elastības teorijas palīdzību. ....	116
11.2.2. Spriegumu sadalījums plāksnes plaisās. ....	118
11.2.3. Spriegumu sadalījums telpiskās plaisās. ....	120
11.3. Spriegumu intensitātes koeficienti. ....	121
11.3.1. Spriegumu intensitātes koeficienti plaisām. ....	121
11.3.2. Spriegumu intensitātes koeficienti priekš plaisu pamatformām. ....	122
11.3.3. Spriegumu intensitātes koeficientu pārklāšanās (summēšana). ....	128
11.4. Lokālais plastiskums plaisas virsotnē. ....	130
11.4.1. Plastisko zonu novērtējums. ....	130
11.4.2. Plaisu garuma korekcija. ....	132
11.4.3. Plastiskās zonas nozīme pie noguruma sloģojuma plaisas paplašināšanās. ....	133
11.5. Atbrīvotās enerģijas daudzums un $J$ - integrāls. ....	133
11.5.1. Atbrīvotā enerģija. ....	133

11.5.2. J – integrāls. ....	134
<b>11.6. Spriegumu intensitātes koeficientu un citu lūzumu mehānikas lielumu noteikšana. ...</b>	<b>135</b>
11.6.1. Spriegumu intensitātes koeficienta noteikšana no spriegumu sadalījuma plaisas apgabālā. ....	135
<b>11.6.2. Lūzumu parametru noteikšana ar J – integrāli. ....</b>	<b>136</b>
11.6.3. Lūzuma parametru noteikšana ar plaisas aizvēršanas integrālu. ....	136
<b>11.7. Plaisas nestabilas augšanas prognozēšanas koncepcija. ....</b>	<b>137</b>
11.7.1. K – koncepcija priekš Mode – I. ....	138
11.7.2. K – koncepcija priekš Mode – II. ....	139
11.7.3. K – koncepcija priekš Mode – III. ....	139
11.7.4. K – koncepcija plakniskai kombinētai-Modai. ....	139
11.7.5. K – koncepcija pie telpiskas kompleksās Modas. ....	140
11.7.6. Enerģijas atbrīvošanās kritērijs. ....	141
11.7.7. J– kritērijs. ....	142
11.7.8. Plaisas stigrība ( <i>toughness</i> ). ....	142
<b>11.8. Detaļu ar plaisām novērtēšana ar lūzumu mehānikas metodēm. ....</b>	<b>143</b>
11.8.1. Lūzumu mehānikas kritēriju vērtēšanas norise. ....	143
11.8.2. Lūzumu kritēriju izmantošana Mode – I slogojuma plaisu novērtēšanā. ....	143
<b>12. Materiāla noguruma plaisas augšana pie cikliska konstantas amplitūdas slogojuma. ....</b>	<b>145</b>
<b>12.1. Kopsakarības starp detaļu slogojumu un ciklisko sprieguma intensitāti. ....</b>	<b>146</b>
12.1.1. Sprieguma apgabals pie laikā mainīga Moda – I slogojuma. ....	146
12.1.2. Cikliskais sprieguma intensitātes koeficients Moda – I slogojumā. ....	147
12.1.3. R - attiecība. ....	148
12.1.4. Plaisas paplašināšanās process. ....	148
12.1.5. Spriegumu apgabals laikā mainīga Mode – II, Mode – III un kompleksā-Mode-slogojumos. ....	148
12.1.6. Cikliskais sprieguma intensitātes koeficients priekš Mode – II. ....	149
12.1.7. Cikliskais spriegumu intensitātes koeficients priekš Mode – III. ....	149
12.1.8. Plakniskais kompleks-Moda-slogojums. ....	149
12.1.9. Telpiska kompleksa-Mode-slogojums. ....	150
<b>12.2. Kopsakarības starp plaisas augšanas ātrumu un ciklisko sprieguma intensitātes koeficientu pie Mode – I slogojuma. ....</b>	<b>151</b>
12.2.1. Materiāla noguruma plaisas paplašināšanās robežās pie Mode – I slogojuma. ....	152
12.2.2. Plaisas augšanas ātruma līknes ietekmējošie faktori. ....	152
12.2.3. Plaisas noturēšanas ietekme aizvērtā stāvoklī noguruma plaisas augšanas procesā. ....	154
<b>12.3. Mode – I slogojuma plaisas augšanas koncepcija. ....</b>	<b>156</b>
12.3.1. Parisa likums ( <i>Paris Law</i> ). ....	157
12.3.2. Ergodana/ Ratvani - likums. ....	157
12.3.3. Formana / Mettu - vienādojums. ....	157
12.3.4. Plaisu augšanas vienādojumu salīdzināšana. ....	158
12.3.5. Atlikušās ilgzturības noteikšana. ....	159
<b>12.4. Plaisas augšana pie Mode – II, Mode – III un kompleksā-Mode-slogojuma. ....</b>	<b>160</b>
12.4.1. Plaisas augšana, kad pie sākumplaisas pielikts Mode – II slogojums. ....	160
12.4.2. Plaisas augšana, kad pie sākumplaisas pielikts Mode – III slogojums. ....	161
12.4.3. Plaisas augšana plakniskā kompleksā-Mode- slogojumā. ....	161
12.4.4. Plaisas augšana telpiskā kompleksā-Mode-slogojumā. ....	162

<b>12.5. Noguruma plaisu augšanas metožu pielietojums.....</b>	<b>162</b>
<b>13. Ilgizturības noteikšanas koncepcijas.....</b>	<b>163</b>
<b>Literatūra.....</b>	<b>165</b>