

Raimondas Šniuolis

# INŽINERINĖS

medžiagos



**sandara  
savybės  
panaudojimas**

# TURINYS

## Įvadas

<b>1. Medžiagų savybės</b> .....	10
1.1. Palyginamosios savybės.....	10
1.2. Mechaninės savybės.....	10
1.2.1. Pagrindinės sąvokos.....	10
1.2.2. Medžiagų mechaninių savybių nustatymas.....	12
1.2.3. Stiprumas.....	16
1.2.4. Standumas.....	17
1.2.5. Kietumas.....	19
1.2.6. Smūginis tūsumas.....	21
1.2.7. Plastinis ir trapus suirimas.....	23
1.2.8. Ciklinis stiprumas.....	24
1.2.9. Valkšnumas.....	27
1.2.10. Įtempimų relaksacija.....	28
1.2.11. Atsparumas dilimui.....	29
1.3. Atsparumas korozijai.....	30
1.4. Technologinės savybės.....	33
<b>2. Metalų ir jų lydinių sandara</b> .....	38
2.1. Kristalinės gardelės.....	38
2.2. Medžiagos polimorfizmas.....	39
2.3. Lydinių kristalizacija.....	40
2.4. Metalų lydiniai.....	41
2.5. Geležies anglies lydinių sudedamosios dalys.....	43
2.6. Cementitinė <i>Fe-C</i> lydinių būsenos diagrama.....	44
<b>3. Metalų terminis apdirbimas</b> .....	48
3.1. Austenito skilimas.....	48
3.2. Metalų terminio apdirbimo būdai.....	51
3.2.1. Atkaitinimas.....	53
3.2.2. Normalizavimas.....	55
3.2.3. Grūdinimas.....	56
3.2.3.1. Užgrūdinamumas ir įgrūdinamumas.....	58
3.2.3.2. Plieno grūdinimo būdai.....	59
3.2.4. Atleidimas.....	62
3.3. Ketaus terminis apdirbimas.....	63
3.4. Spalvotųjų metalų ir jų lydinių terminis apdirbimas.....	66
3.5. Paviršinio stiprinimo būdai.....	67
3.5.1. Paviršinis plieno grūdinimas.....	67
3.5.2. Paviršinis indukcinis grūdinimas.....	70

3.6. Termocheminis apdirbimas.....	71	4.1.5.4. Vermikulitinis ketus.....	110
3.6.1. Įsotinimas anglimi (cementavimas).....	71	4.1.5.5. Antifrikcinis ketus.....	111
3.6.2. Įsotinimas azotu.....	75	4.1.5.6. Specialiųjų savybių legiruotasis.....	112
3.6.3. Vienalaikis įsotinimas anglimi ir azotu.....	76	4.1.5.7. Ketus meno liejiniams.....	115
3.6.4. Vienalaikis įsotinimas anglimi, azotu ir siera.....	77	<b>4.2. Spalvotieji metalai ir lydiniai.....</b>	<b>115</b>
3.6.5. Įsotinimas boru.....	78	4.2.1. Varis ir jo lydiniai.....	116
3.6.6. Įsotinimas chromu.....	78	4.2.1.1. Žalvaris.....	117
3.6.7. Įsotinimas aliuminiu.....	79	4.2.1.2. Bronza.....	119
3.7. Termomechaninis apdirbimas.....	79	4.2.1.3. Vario nikelio lydiniai.....	121
<b>4. Metalai.....</b>	<b>81</b>	4.2.2. Aliuminis ir jo lydiniai.....	123
<b>4.1. Geležies lydiniai.....</b>	<b>81</b>	4.2.2.1. Liejamieji aliuminio lydiniai.....	124
4.1.1. Plieno klasifikavimas ir žymėjimas.....	83	4.2.2.2. Deformuojamieji aliuminio lydiniai.....	125
4.1.1.1. Rusiškojo plieno žymėjimas.....	85	4.2.3. Magnis ir jo lydiniai.....	126
4.1.1.2. Plieno žymėjimas pagal Europos Sąjungos standartus.....	88	4.2.4. Titanas ir jo lydiniai.....	127
4.1.2. Plieno grupės pagal cheminę sudėtį.....	89	4.2.5. Cinkas ir jo lydiniai.....	128
4.1.2.1. Anglinis paprastasis konstrukcinis plienas.....	90	4.2.6. Alavas ir jo lydiniai.....	129
4.1.2.2. Anglinis kokybiškasis konstrukcinis plienas.....	91	4.2.7. Švinas ir jo lydiniai.....	129
4.1.2.3. Legiruotasis plienas.....	91	4.2.8. Nikelis ir jo lydiniai.....	130
4.1.3. Plieno grupės pagal technologines savybes.....	93	4.2.9. Antifrikciniai lydiniai.....	131
4.1.3.1. Suvirinamasis plienas.....	93	4.2.10. Lydmetaliai.....	133
4.1.3.2. Liejamasis plienas.....	94	<b>4.3. Specialiųjų savybių lydiniai.....</b>	<b>135</b>
4.1.3.3. Plienai šaltajam plastiniam deformavimui.....	95	4.3.1. Varžiniai lydiniai.....	135
4.1.3.4. Automatų plienas.....	95	4.3.2. Magnetinės medžiagos.....	136
4.1.3.5. Plienai karštajam deformavimui.....	96	4.3.2.1. Magnetinės medžiagų savybės.....	136
4.1.3.6. Termiškai gerinamas plienas.....	96	4.3.2.2. Minkštamagnečiai lydiniai.....	138
4.1.3.7. Plienai paviršiniams grūdinimui.....	97	4.3.2.3. Kietamagnečiai lydiniai.....	141
4.1.3.8. Įanglinamasis konstrukcinis plienas.....	97	4.3.3. Tamprieji lydiniai.....	142
4.1.3.9. Įazotinamasis plienas.....	98	4.3.4. Specialiųjų šiluminių savybių lydiniai.....	143
4.1.4. Plieno grupės pagal panaudojimo sritį.....	98	<b>5. Plastikai.....</b>	<b>144</b>
4.1.4.1. Statybinis plienas.....	98	5.1. Polimerų struktūra, jų faziniai ir fiziniai būviai.....	144
4.1.4.2. Spyruoklinis plienas.....	99	5.2. Termoplastiniai polimerai (termoplastikai).....	149
4.1.4.3. Plienai riedėjimo guoliams.....	100	5.2.1. Polietilenas.....	149
4.1.4.4. Korozijai, oksidacijai atsparus ir karštyje stiprus plienas.....	100	5.2.2. Polipropilenas.....	152
4.1.4.5. Įrankinis plienas.....	102	5.2.3. Polietilentereftalatas.....	152
4.1.4.6. Plienai pjovimo įrankiams.....	102	5.2.4. Polivinilo chloridas.....	152
4.1.4.7. Plienai deformavimo įrankiams.....	103	5.2.5. Polistirenas.....	153
4.1.4.8. Plienai matavimo įrankiams.....	104	5.2.6. Politetrafluoretilenas.....	153
4.1.5. Ketūs.....	104	5.2.7. Polimetilmetakrilatas.....	154
4.1.5.1. Pilkasis ketūs.....	108	5.2.8. Poliizobutilenas.....	154
4.1.5.2. Kalusis ketūs.....	109	5.2.9. Polivinilacetatas.....	154
4.1.5.3. Stiprusis ketūs.....	110	5.2.10. Poliamidai.....	154

5.2.11. Poliuretanai.....	155	9.4. Kompozitai su anglies matrica.....	187
5.2.12. Polikarbonatai.....	155	9.5. Kompozitai su keramine matrica.....	188
5.2.13. Poliacetaliai.....	156	9.6. Kompozitai su metaline matrica.....	189
5.2.14. Poliakrilnitrilas.....	156	9.7. Kompozitai su stiklo matrica.....	190
5.2.15. Polivinilidenchloridas.....	156	9.8. Kompozitų formavimas.....	190
5.3. Reaktoplastiniai polimerai (reaktoplastikai).....	156	9.9. Kompozitų panaudojimas.....	191
5.3.1. Stiklo pluoštynys.....	160	<b>10. Miltelinės medžiagos.....</b>	<b>192</b>
5.3.2. Konstrukcinis stiklo tekstolitas.....	160	10.1. Konstrukcinės miltelinės medžiagos.....	192
5.3.3. Konstrukcinis tekstolitas.....	160	10.2. Kietlydiniai.....	193
5.3.4. Konstrukcinis asbestinis tekstolitas.....	160	10.3. Porėtosios medžiagos.....	195
5.3.5. Getinaksas.....	160	10.4. Frikcinės medžiagos.....	196
5.3.6. Aminoplastas.....	161	10.5. Elektrokontaktinės medžiagos.....	196
5.3.7. Retinaksas.....	161	10.6. Sukeptieji aliuminio milteliniai lydiniai.....	197
5.3.8. Porėtieji plastikai.....	161	<b>11. Mediena.....</b>	<b>198</b>
5.3.9. Polimerai elementoorganinių junginių pagrindu.....	162	11.1. Medžio sandara.....	198
5.4. Polimerinių medžiagų stiprumas.....	162	11.2. Medienos savybės ir panaudojimas.....	201
5.4.1. Trumpalaikis stiprumas.....	163	11.3. Medienos cheminės sudėtis.....	206
5.4.2. Tamprumo ir Puasono santykio nustatymas.....	164	11.4. Medienos fizikinės savybės.....	206
5.5. Plastikų formavimas.....	164	11.5. Medienos mechaninės savybės.....	214
<b>6. Medžiagos kaučiuko pagrindu.....</b>	<b>167</b>	11.6. Medienos savybių priklausomybė nuo įvairių veiksnių.....	218
6.1. Gumos sudėtis.....	167	11.7. Medienos sortimentas.....	219
6.2. Gumos rūšys ir savybės.....	168	11.8. Medienos paviršių apdorojimas.....	220
<b>7. Keraminės medžiagos.....</b>	<b>170</b>	11.9. Medienos klijavimas.....	221
<b>8. Neorganinis stiklas.....</b>	<b>173</b>	<b>12. Apsauginės ir dekoratyvinės dangos.....</b>	<b>222</b>
8.1. Stiklo klasifikacija.....	173	12.1. Metalinės dangos.....	223
8.2. Bendrosios stiklų savybės.....	174	12.1.1. Anodinės dangos.....	223
8.3. Stiklo apdirbimas.....	176	12.1.2. Katodinės dangos.....	225
8.3.1. Terminis stiklo apdirbimas.....	176	12.1.3. Metalinių dangų sudarymo būdai.....	228
8.3.2. Mechaninis stiklo apdirbimas.....	177	12.2. Metalų junginių dangos.....	231
8.3.3. Cheminis stiklo apdirbimas.....	177	12.2.1. Oksidinės dangos.....	231
8.4. Pramoninio stiklo rūšys.....	178	12.2.2. Fosfatinės dangos.....	232
8.4.1. Statybinis architektūrinis stiklas.....	178	12.2.3. Chromatinės dangos.....	233
8.4.2. Techninis stiklas.....	179	12.2.4. Aukštos lydymosi temperatūros metalo junginių dangos.....	233
8.4.3. Tuščiaviduriai gaminiai.....	181	12.3. Nemetalinės dangos.....	233
8.4.4. Šviesos technikos stiklas.....	181	12.3.1. Neorganinės dangos.....	234
8.4.5. Optinis stiklas.....	182	12.3.2. Organinės dangos.....	235
8.5. Sitalai.....	182	<b>13. Klijai.....</b>	<b>239</b>
<b>9. Kompozicinės medžiagos.....</b>	<b>184</b>	13.1. Klijų klasifikacija ir sudėtis.....	239
9.1. Bendroji kompozitų charakteristika.....	184	13.2. Klijuotieji sujungimai ir jų savybės.....	247
9.2. Armuojantys elementai ir jų savybės.....	186	<b>Literatūra.....</b>	<b>249</b>
9.3. Kompozitai su polimerine matrica.....	186	<b>Priedai.....</b>	<b>251</b>