BENDRASIS PROGRAMAVIMO DOKUMENTAS
EUROPOS SĄJUNGA
Europos socialinis fondas
ŠVIETIMO IR MOKSLO MINISTERIJA
PROFESINIO MOKYMO METODIKOS CENTRAS

KURKIME ATEITĮ DRAUGE!

AUTOMOBILIŲ REMONTININKO RENGIMAS

Vilnius, 2008

UDK 629.113(474.5)
Au 76

Konsultavo

Saugirdas Pukalskas, Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Recenzavo:

Giedrius Garbinčius, Vilniaus Gedimino technikos universitetas;
Vitalijus Marininas, UAB „Servista ir Ko“;
Romualdas Obuchovičius, UAB „Autokurtas“;
Kazys Riauba, Alytaus kolegija;
Virginijus Remeikis, Tauragės profesinio rengimo centras;
Mindaugas Smolskas, VšĮ Daugų technologijos ir verslo mokykla

Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerijos
rekomenduota profesiniam mokymui(si) 2008-08-13 Nr. 5

Parengta Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos lėšomis, įgyvendinant projektą
Nr. BPD2004-ESF-2.4.0-01-04/0132 „Mokymo-mokymosi priemonių profesiniam
mokymui atnaujinimo modelio kūrimas“

Projekto vykdytojas
Profesinio mokymo metodikos centras

Projekto partneris
Vilniaus siuvėjų ir automechanikų mokykla

ISBN 978-9955-748-18-2
ISBN 978-9955-748-19-9

© Profesinio mokymo metodikos centras, 2008

Pirmoji knyga

Viktoras Kasulaitis
KONSTRUKCINĖS IR EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS

Nijolė Piliponienė
TECHNINIAI MATAVIMAI

Vytautas Statkus
ŠALTKALVYSTĖ

Tadas Klevas
SUVIRINIMAS IR LITAVIMAS

Arvydas Tilindė
ŽMOGAUS SAUGA IR EKOLOGIJA

Antroji knyga

Valdas Jurevičius, Leonidas Nanevičius
AUTOMOBILIO VARIKLIS

Trečioji knyga

Petras Kaikaris
AUTOMOBILIO TRANSMISIJA

Apolinaras Bružas
AUTOMOBILIO VAŽIUOKLĖ, VAIRAS IR STABDŽIAI

Arvidas Basakirskas, Albertas Mačiulis
AUTOMOBILIO TECHNINĖ PRIEŽIŪRA

Ketvirtoji knyga

Romualdas Butkevičius, Alfredas Rimkus
AUTOMOBILIO ELEKTROS ĮRANGA, ELEKTRONINĖS VALDYMO SISTEMOS

AUTOMOBILIŲ REMONTININKO RENGIMAS

1 KNYGA

Viktoras Kasulaitis

KONSTRUKCINĖS IR EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS

Nijolė Piliponienė

TECHNINIAI MATAVIMAI

Vytautas Statkus

ŠALTKALVYSTĖ

Tadas Klevas

SUVIRINIMAS IR LITAVIMAS

Arvydas Tilindė

ŽMOGAUS SAUGA IR EKOLOGIJA

PRATARMĖ

Aktualus ir vis dar neišspręstas profesinio mokymo ir mokymosi priemonių klausimas paskatino imtis iniciatyvos parengti vadovėlį „Automobilių remontininko rengimas“.

Šis vadovėlis parengtas įgyvendinant Europos socialinio fondo projektą „Mokymo-mokymosi priemonių profesiniam mokymui atnaujinimo modelio kūrimas“. Kartu su vadovėliu parengtos ir jį papildančios mokiniams bei mokytojams svarbios mokymo ir mokymosi priemonės – užduočių rinkinys, mokytojo knyga ir plakatai.

Šis mokymo ir mokymosi priemonių komplektas paremtas naujomis technologijomis ir atitinka profesinio rengimo standarte numatytus kompetencijos reikalavimus. Tai pirmas didelis žingsnis siekiant aprūpinti besimokančiuosius susisteminta, kompleksine informacija, sukurti jiems patrauklią mokymosi aplinką ir palengvinti darbą profesijos mokytojams.

Šis mokymo ir mokymosi priemonių komplektas skirtas profesinės mokyklos mokiniams, siekiantiems įgyti automobilių remontininko ar automobilių elektros įrenginių remontininko kvalifikaciją, tačiau gali būti naudingas ir kitiems automobilių transporto eksploatacijos, techninės priežiūros ir remonto specialistams.

Skyriuje **Konstrukcinės ir eksploatacinės medžiagos** nagrinėjama metalų, jų lydinių ir nemetalinių medžiagų sandara bei savybės, žymėjimas, panaudojimas automobiliams ir kitose srityse, aptariami metalų ir jų lydinių terminio, termocheminio apdorojimo būdai, jų taikymas. Taip pat apibūdinamos eksploatacinės medžiagos – aušinimo sistemų skysčiai, hidraulinių sistemų skysčiai, alyvos ir tepalai, automobilių degalai, kiti eksploataciniai skysčiai, pateikiamos rekomendacijos, kaip tinkamai parinkti ir naudoti šias medžiagas eksploatuojant automobilius, atliekant techninę priežiūrą ir remontuojant.

Skyriuje **Techniniai matavimai** supažindinama su pagrindinėmis sąvokomis, dažniausiai naudojamais matavimo vienetais, paklaidų atsiradimo priežastimis, matavimo metodais ir reikalavimais, aprašomi universalieji matavimo įrankiai ir prietaisai. Taip pat supažindinama su pakeičiamumo ir sąlaidų rūšimis, sąlaidų parinkimu ir sistemomis, detalių tikslumu ir šiurkščiu.

Skyrius **Šaltkalvystė** padės išmokti šaltkalvystės operacijų: žymėjimo, kirtimo, lenkimo, lyginimo, pjovimo, dildymo, gręžimo, sriegimo sriegikliais ir sriegpjovėmis, kniedijimo, pritrynimo. Skyriuje supažindinama su pagrindiniais įrankiais ir jų naudojimo galimybėmis. Taip pat aprašomi mechanizuoti šaltkalvių įrankiai, šaltkalviško apdorojimo pavyzdžiai.

Skyriuje **Suvirinimas ir litavimas** nagrinėjami suvirinimo, pjovimo ir litavimo būdai apdorojant įvairius metalus, jų lydinius, keramines medžiagas, stiklą, plastikus ir kitas automobilius gaminant ir remontuojant naudojamas medžiagas. Pateikiami pagrindiniai reikalavimai ir technologijos, kaip jungti tam tikrų savybių medžiagas įvairiose terpėse.

Skyriuje **Žmogaus sauga ir ekologija** pateikiamos darbų vykdymo saugumo organizacinės priemonės, supažindinama su darbo higiena ir sanitarija, darbuotojo sauga, priešgaisrine sauga, aptariamos individualios apsaugos priemonės bei aplinkos apsauga.

Skyriuje **Automobilio variklis** pateikiami variklių sandaros, veikimo ir remonto pagrindai. Išnagrinėti variklio dujų skirstymo mechanizmo, alkūninio švaistiklio mechanizmo, maitinimo sistemos, tepimo sistemos, aušinimo sistemos, uždegimo sistemos konstrukcijos ypatumai ir jų veikimo principai.

Skyriuje **Automobilio transmisija** aprašoma, kaip veikia automobilio sankabos, pavarų dėžės, skirstymo dėžės, kardaninės pavaros, diferencialas; taip pat supažindinama su jų konstrukcija. Vadovėlyje nurodomi transmisijos agregatų, mechanizmų techninės priežiūros darbai, dažniausiai pasitaikantys gedimai ir jų požymiai.

Skyriuje **Automobilio važiuoklė, vairas ir stabdžiai** nagrinėjama šiuolaikinių automobilių pakabos, vairavimo įrenginių ir stabdžių sandara, tipai, konstrukcijos ir veikimas.

Skyriuje **Automobilio techninė priežiūra** supažindinama su automobilio priežiūros periodiškumu, pagrindiniais automobilio diagnostikos principais, su variklio mechanizmų ir sistemų, elektros įrenginių, transmisijos, važiuoklės ir stabdžių sistemų pagrindiniais techninės priežiūros ir diagnostikos darbais. Taip pat supažindinama su prietaisais ir įrenginiais, naudojamais automobilio techninei priežiūrai ir diagnostikai atlikti.

Skyriuje **Automobilio elektros įranga, elektroninės valdymo sistemos** pateikiami pagrindiniai elektrotechnikos dėsniai, elektrinių ir elektroninių elementų veikimo pagrindai, elektrinių dydžių matavimo ir komponentų patikros taisyklės. Išnagrinėtos automobilio elektros tiekimo, paleidimo, apšvietimo, kitų elektrios sistemų sandara ir veikimas, jų elementų jungimo schemos. Pateikti variklio transmisijos, važiuoklės, valdymo įrenginių, pasyviojo saugumo, multipleksinio duomenų perdavimo elektroninių valdymo sistemų konstrukcijos ypatumai ir darbo principai.

TURINYS

KONSTRUKCINĖS IR EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS. Viktoras Kasulaitis

1. Konstrukcinės medžiagos 21
1.1. Metalų ir jų lydinių sandara ir savybės 21
1.1.1. Įvadas 21
1.1.2. Metalų ir lydinių sandara 24
1.1.3. Metalų ir lydinių savybės 27
1.2. Ketaus gamyba, sudėtis, savybės, panaudojimas 29
1.2.1. Ketaus gamyba 29
1.2.2. Ketaus savybės ir panaudojimas 31
1.3. Plieno gamyba, sudėtis, savybės, klasifikacija, panaudojimas 34
1.3.1. Plieno gamyba 34
1.3.2. Plieno klasifikacija, žymėjimas ir panaudojimas 36
1.3.3. Plienų panaudojimas automobilių gamyboje 38
1.3.4. Terminis ir termocheminis metalų apdorojimas 38
1.4. Spalvotieji metalai ir jų lydiniai 40
1.4.1. Varis ir jo lydiniai 41
1.4.2. Aliuminis ir jo lydiniai 42
1.4.3. Titanas ir jo lydiniai 44
1.4.4. Magnis ir jo lydiniai 45
1.4.5. Cinkas ir jo lydiniai 46
1.4.6. Berilis ir jo lydiniai 46
1.4.7. Lydmetaliai 47
1.4.8. Kietlydiniai 48
1.5. Plastikai ir guma 49
1.5.1. Plastikai ir jų panaudojimas 49
1.5.2. Guma ir jos panaudojimas 50
1.6. Sandarinimo medžiagos, klijai 51
1.6.1. Sandarinimo medžiagos 51
1.6.2. Klijai 52
1.6.3. Gruntai, dažai, lakai 52
1.6.4. Kitos medžiagos 53

2. Eksploatacinės medžiagos.....54
2.1. Aušinimo sistemų skysčiai.....54
2.2. Hidraulinių sistemų skysčiai.....55
2.3. Alyvos ir tepalai.....56
2.3.1. Variklių alyvos.....56
2.3.2. Transmisinės alyvos.....59
2.3.3. Plastiškieji tepalai.....60
2.4. Automobilių degalai.....61
2.4.1. Benzinas.....61
2.4.2. Dyzelinas.....61
2.4.3. Dujiniai ir pakaitiniai degalai.....62
2.5. Kiti eksploataciniai skysčiai (elektrolitas, plovikliai ir kt.).....63
2.5.1. Elektrolitas.....63
2.5.2. Specialūs skysčiai.....64

3. Kontrolinis žinių patikrinimas ir įvertinimas.....65

4. Literatūra.....66

TECHNINIAI MATAVIMAI. Nijolė Piliponienė

1. Techninių matavimų pagrindai.....71
1.1. Pagrindinės sąvokos.....71
1.2. Matavimo vienetai.....71
1.3. Matavimo paklaidos.....73
1.4. Matavimo metodai.....74
1.5. Metrologiniai matavimo priemonių rodikliai.....74
1.6. Matavimo priemonių parinkimas ir reikalavimai matavimams.....75

2. Matavimo įrankiai ir prietaisai.....77
2.1. Matai.....77
2.2. Kalibrai.....78
2.3. Slankmatiniai matavimo įrankiai.....79
2.4. Mikrometriniai įrankiai.....80
2.5. Universalusis kampamatis.....82
2.6. Mechaniniai matavimo prietaisai.....83

3. ISO sąlaidų ir leidžiamųjų nuokrypių sistema.....87
3.1. Pakeičiamumas ir jo rūšys.....87
3.2. Pagrindinės sąvokos.....88
3.3. Sąlaidos ir sąlaidų sistemos.....90

3.4. Matmenų ribinių nuokrypių žymėjimas brėžiniuose 92
3.5. Sąlaidų parinkimas 93
3.6. Tiesinių matmenų su nenurodytais ribiniais nuokrypiais tikslumo normavimas 93
3.7. Detalės formos ir tarpusavio padėties tikslumas 94
3.8. Paviršiaus šiurkštis 100

4. Literatūra 107

ŠALTKALVYSTĖ. Vytautas Statkus

1. Šaltkalvio darbo organizavimas 113
1.1. Šaltkalvio darbo vietos įrengimo pagrindiniai reikalavimai 113
1.2. Šaltkalvio darbo vietos įrenginiai ir įrankiai 114

2 . Šaltkalvio darbo saugos reikalavimai 117
2.1. Pagrindiniai saugos reikalavimai 117
2.2. Priešgaisrinės saugos reikalavimai 117

3. Ruošinių ir detalių žymėjimas 119
3.1. Matavimo technika 119
3.2. Plokštuminis žymėjimas, įrankiai ir įranga 120
3.3. Erdvinis žymėjimas, įrankiai ir įranga 122

4. Metalo kirtimas 124
4.1. Metalo kirtimo procesas 124
4.2. Kirtimo būdai, įrankiai, technika 125

5. Metalo tiesinimas ir lyginimas 129
5.1. Metalo tiesinimo ir lyginimo įrankiai bei įranga 129
5.2. Metalo lyginimo (tiesinimo) procesas 130

6. Metalo lenkimas 134
6.1. Bendrosios žinios apie lenkimą 134
6.2. Detalių lankstymas iš metalo lakštų, juostų ir vamzdžių 135

7. Metalo pjovimas 139
7.1. Metalo pjovimo procesas 139
7.2. Rankinis metalo pjovimas, įrankiai ir įranga 139
7.3. Mechanizuotas pjovimas, įrankiai, įranga 144

8. Metalo dildymas 146
8.1. Dildymas, dildžių klasifikacija pagal paskirtį 146
8.2. Metalo dildymo būdai, detalių priderinimas 149
8.3. Mechanizuoti dildymo ir pjovimo įrankiai 151

9. Skylių apdorojimas 153
9.1. Metalo gręžimas 153
9.2. Metalo gilinimas 156
9.3. Metalo plėtimas 157
9.4. Tepimo ir aušinimo skysčiai 158

10. Sriegių sriegimas 159
10.1. Sriegių klasifikacija pagal profilį ir paskirtį 159
10.2. Vidinių sriegių sriegimas, įrankiai ir įranga 162
10.3. Išorinių sriegių sriegimas, įrankiai, įranga 164
10.4. Tepimo ir aušinimo skysčiai 166

11. Detalių kniedijimas 167
11.1. Kniedytosios jungtys, kniedžių tipai 167
11.2. Rankinis ir mechaninis kniedijimas 168

12. Metalo pritrynimas 173
12.1. Pritrynimo procesas, įrankiai, medžiagos 173
12.2. Pritrynimo kokybės kontrolė 176

13. Metalo skutimas 178
13.1. Skutimo procesas, įrankiai, medžiagos 178
13.2. Skutimo būdai 181

14. Detalių iš nemetalinių medžiagų apdorojimas 182
14.1. Plastikinių detalių apdorojimas 182
14.2. Detalių iš kitų nemetalinių medžiagų apdorojimas 183

15. Literatūra 185

SUVIRINIMAS IR LITAVIMAS. Tadas Klevas

1. Suvirinimas 191
1.1. Metalų savybės ir suvirinamumas 191
1.2. Suvirinimo procesai 194
1.3. Virintinės jungtys ir siūlės 195
1.3.1. Jungčių ir siūlių klasifikacija 195
1.3.2. Gaminio briaunų paruošimas 197
1.4. Suvirinimo deformacijos ir įtempiai 199
1.5. Kontaktinis suvirinimas 202
1.5.1. Kontaktinio suvirinimo taikymas 202
1.5.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos 202
1.5.3. Kontaktinio suvirinimo technologija 204

1.6. Elektrolankinis rankinis suvirinimas apsauginėse dujose 205
1.6.1. Suvirinimo taikymas 205
1.6.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos 207
1.6.3. Lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu aktyviosiose dujose (MAG) 209
1.6.4. Lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu inertinėse dujose (MIG) 212
1.6.5. Lankinis suvirinimas volframo elektrodu inertinėse dujose (TIG) 213
1.6.6. Lankinis plazminis suvirinimas volframo elektrodu (WP) 214
1.7. Elektrolankinis rankinis suvirinimas glaistytaisiais elektrodais 215
1.7.1. Suvirinimo taikymas 215
1.7.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos 215
1.7.3. Suvirinimo technologija 218
1.8. Dujinis metalo suvirinimas 222
1.8.1. Dujinio suvirinimo taikymas 222
1.8.2. Suvirinimo įranga ir medžiagos 223
1.8.3. Dujinio suvirinimo technologija 225
1.9. Dujinis metalo pjovimas 229
1.10. Suvirinimo defektai 233
1.11. Plastikų suvirinimas 235

2. Litavimas 238
2.1. Litavimo savybės 238
2.2. Litavimo būdai 239
2.3. Litavimo įrankiai 239
2.4. Lydmetaliai 241
2.5. Litavimo fliusai 243
2.6. Litavimas lengvalydžiais metalais 243
2.7. Litavimas sunkialydžiais metalais 245
2.8. Litavimo defektai ir jų atsiradimo priežastys 247

3. Literatūra 249

ŽMOGAUS SAUGA IR EKOLOGIJA. Arvydas Tilindė

1. Įvadas į žmogaus saugą ir ekologiją 255

2. Darbų vykdymo saugumo organizacinės priemonės 256
2.1. Pagrindinės sąvokos 256
2.2. Darbuotojų mokymas, instruktavimas ir atestavimas 257
2.3. Nelaimingų atsitikimų tyrimas, apskaita ir analizė 261

3. Darbo higiena ir sanitarija 262
3.1. Rizikos veiksniai darbovietėse 262

4. Saugumo technika 265
4.1. Darbuotojų sauga atliekant šaltkalvio darbus 265
4.2. Darbuotojų sauga dirbant galandimo staklėmis 268
4.3. Svarbiausi apsaugos nuo elektros būdai 268
4.4. Darbuotojų sauga atliekant suvirinimo ir litavimo darbus 271
4.5. Darbuotojų sauga atliekant automobilių techninę priežiūrą ir remontą 275
5. Priešgaisrinė apsauga 280
6. Individualiosios apsaugos priemonės 287
7. Aplinkos apsauga 289
8. Literatūra 293

Viktoras Kasulaitis

KONSTRUKCINĖS IR EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS

TURINYS

KONSTRUKCINĖS IR EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS

1. Konstrukcinės medžiagos 21
1.1. Metalų ir jų lydinių sandara ir savybės 21
1.1.1. Įvadas 21
1.1.2. Metalų ir lydinių sandara 24
1.1.3. Metalų ir lydinių savybės 27
1.2. Ketaus gamyba, sudėtis, savybės, panaudojimas 29
1.2.1. Ketaus gamyba 29
1.2.2. Ketaus savybės ir panaudojimas 31
1.3. Plieno gamyba, sudėtis, savybės, klasifikacija, panaudojimas 34
1.3.1. Plieno gamyba 34
1.3.2. Plieno klasifikacija, žymėjimas ir panaudojimas 36
1.3.3. Plienų panaudojimas automobilių gamyboje 38
1.3.4. Terminis ir termocheminis metalų apdorojimas 38
1.4. Spalvotieji metalai ir jų lydiniai 40
1.4.1. Varis ir jo lydiniai 41
1.4.2. Aliuminis ir jo lydiniai 42
1.4.3. Titanas ir jo lydiniai 44
1.4.4. Magnis ir jo lydiniai 45
1.4.5. Cinkas ir jo lydiniai 46
1.4.6. Berilis ir jo lydiniai 46
1.4.7. Lydmetaliai 47
1.4.8. Kietlydiniai 48
1.5. Plastikai ir guma 49
1.5.1. Plastikai ir jų panaudojimas 49
1.5.2. Guma ir jos panaudojimas 50
1.6. Sandarinimo medžiagos, klijai 51
1.6.1. Sandarinimo medžiagos 51
1.6.2. Klijai 52
1.6.3. Gruntai, dažai, lakai 52
1.6.4. Kitos medžiagos 53

2. Eksploatacinės medžiagos 54
2.1. Aušinimo sistemų skysčiai 54
2.2. Hidraulinių sistemų skysčiai 55
2.3. Alyvos ir tepalai 56
2.3.1. Variklių alyvos 56
2.3.2. Transmisinės alyvos 59
2.3.3. Plastiškieji tepalai 60
2.4. Automobilių degalai 61
2.4.1. Benzinas 61
2.4.2. Dyzelinas 61
2.4.3. Dujiniai ir pakaitiniai degalai 62
2.5. Kiti eksploataciniai skysčiai (elektrolitas, plovikliai ir kt.) 63
2.5.1. Elektrolitas 63
2.5.2. Specialūs skysčiai 64

3. Kontrolinis žinių patikrinimas ir įvertinimas 65

4. Literatūra 66

1. KONSTRUKCINĖS MEDŽIAGOS

1.1. Metalų ir jų lydinių sandara ir savybės

1.1.1. Įvadas

Mokslas apie mašinų ir prietaisų dalims gaminti naudojamas konstrukcines bei eksploatacines medžiagas, jų savybes ir šių savybių priklausomybę nuo medžiagos cheminės sudėties, sandaros vadinamas **mẽdžiagų mókslu**, arba **medžiagótyra**.

Pagrindinis šio mokslo uždavinys – paaiškinti ir nurodyti, kaip parinkti tinkamiausias medžiagas mašinų ir mechanizmų detalėms pagal jų paskirtį, kaip jas apdoroti, kad įgytų optimalias savybes, kaip teisingai parinkti ir panaudoti eksploatacines medžiagas.

Tinkamas medžiagos parinkimas nulemia ne tik atskiros detalės, bet ir viso mechanizmo patikimumą, ilgaamžiškumą, taip pat yra svarbus ekonomiškai. Kuo ilgiau detalė atlieka savo funkciją, tuo mažesnė jai gaminti sunaudotų išlaidų dalis tenka atlikto darbo vienetui. Atsparesnės medžiagos leidžia sumažinti detalių matmenis. Todėl sutaupoma metalų, kitų medžiagų, sumažėja detalės gaminimo darbų apimtis, mažiau reikia išgauti ir perdirbti žaliavų, mažiau sunaudojama energijos. Sutaupoma gamtinių išteklių, mažesnė aplinkos tarša. Todėl ne mažiau svarbus medžiagotyros tikslas – naujų medžiagų, turinčių geresnes reikalingas savybes, kūrimo ir panaudojimo galimybių nagrinėjimas.

Konstrùkcinės mẽdžiagos – tai metalai bei jų lydiniai ir nemetalinės medžiagos, naudojamos mašinų ir mechanizmų detalėms, įvairių konstrukcijų elementams gaminti.

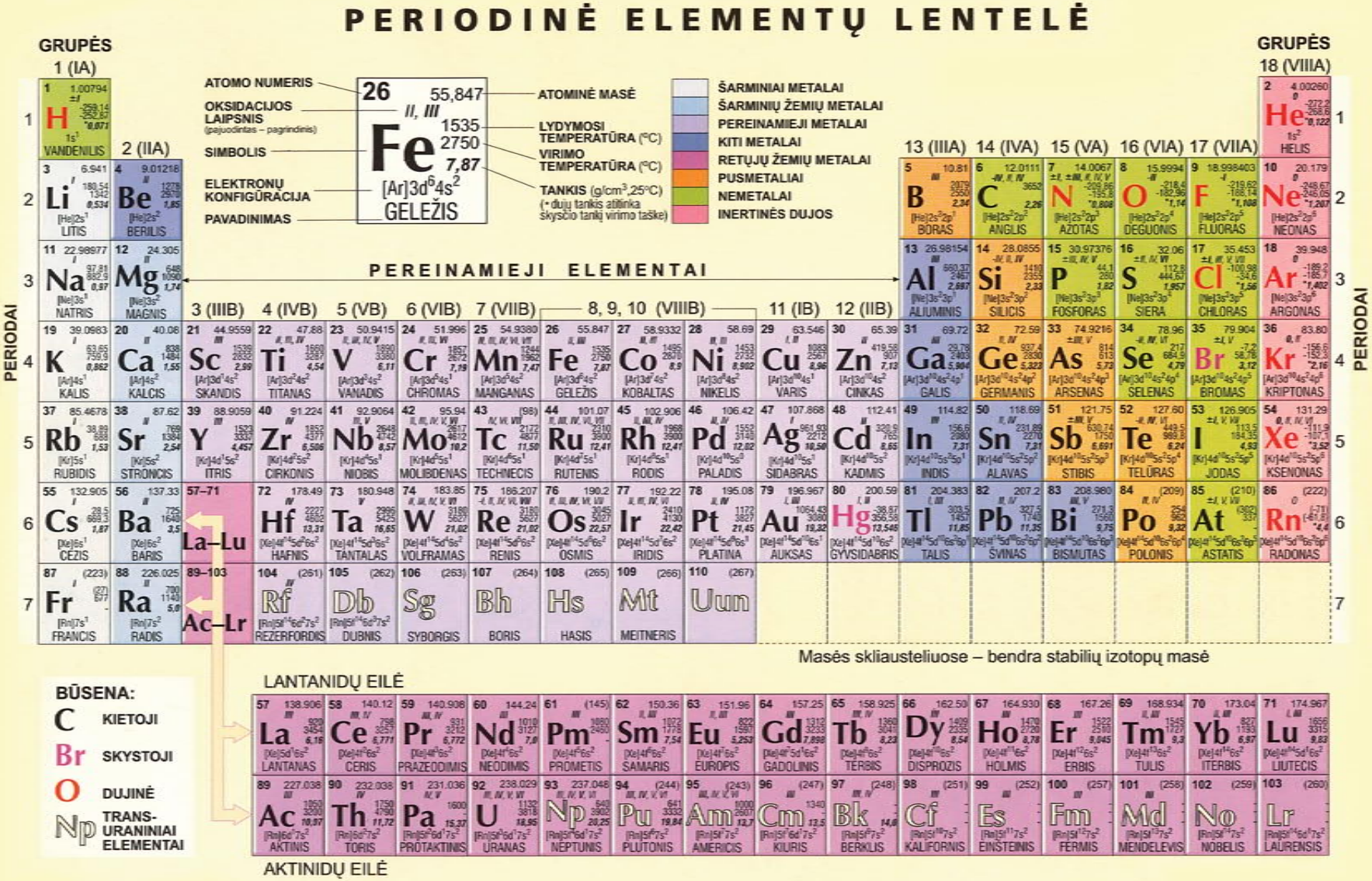
Eksploatãcinės mẽdžiagos – tai mechanizmų patikimą veikimą užtikrinančios medžiagos ir medžiagos, naudojamos atliekant mašinų ir mechanizmų techninę priežiūrą bei remontuojant.

Svarbiausia mašinų, mechanizmų ir prietaisų gamybos konstrukcinė medžiaga yra metalai ir jų lydiniai. Jie sudaro 80–90 proc. visų konstrukcinių medžiagų masės. Didžiausią mašinas gaminant naudojamų metalų dalį sudaro juodieji metalai ir lydiniai – ketus, plienas.

Kiti metalai vadinami spalvotaisiais ir skirstomi pagal įvairius požymius. Svarbiausios grupės – lengvieji metalai (Al, Mg, Be, Ti ir kt.), sunkieji metalai (Cu, Ni, Zn, Sn, Pb ir kt.), sunkialydžiai metalai (W, Mo, Ta, V, Zr, Cr ir kt.), lengvalydžiai metalai (Ga, Cd, Sn, Pb, Zn ir kt.), taurieji metalai (Au, Ag, Pt ir kt.), retieji metalai (lantanidai, radioaktyvieji, kai kurie sunkieji ir kt.).

Dauguma medžiagų yra įvairūs cheminių elementų, sudarytų iš vienodų atomų, deriniai. Šiuo metu žinomi 109 cheminiai elementai (1.1 pav.). Visi elementai skirstomi į metalus ir nemetalus. **Metãlais** vadinami cheminiai elementai, kurių būdingos žymės yra neskaidrumas, blizgesys, geras šilumos ir elektrinis laidumas. Daugeliui metalų taip pat būdingas kalumas ir suvirinamumas.

Nuo metalų savybių priklauso ir skirtingas jų panaudojimas.



1.1 pav. Periodinė elementų lentelė

Geležis dažniausiai naudojama kaip pagrindinė ketaus ir plieno (geležies ir anglies lydinių) sudėtinė dalis.

Varis ir jo lydiniai, pasižymintys dideliu elektriniu ir šilumos laidumu, plačiai naudojami elektrotechnikoje, šiluminės technikos detalėms gaminti.

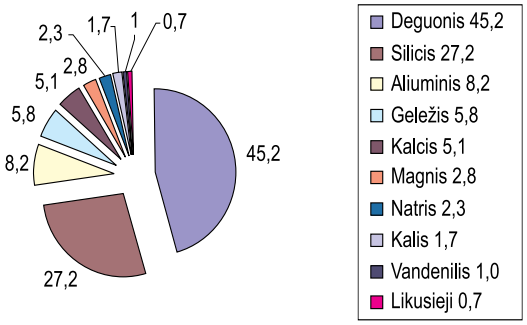
Aliuminio lydiniai nepakeičiami gaminant lengvus ir stiprius, atsparius korozijai dirbinius, nemažai jų yra automobiliuose.

Auksas dažniausiai naudojamas papuošalams, elektros prietaisų detalėms gaminti.

Daugelis kitų metalų (nikelis, chromas, manganas, magnis, bismutas, stibis, vanadis, molibdenas, titanas, kobaltas ir kiti) daugiausia naudojami kaip sudėtinės įvairių lydinių dalys.

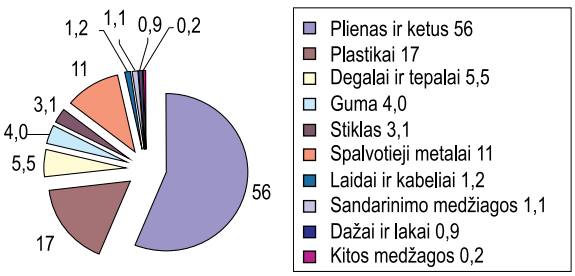
Cheminiai elementai Žemės plutoje paplitę labai nevienodai (1.2 pav.). Pagrindinę Žemės plutos masės dalį sudaro devyni cheminiai elementai: **deguonis, silicis, aliuminis, geležis, kalcis, magnis, natris, kalis, vandenilis**.

Šie elementai sudaro apie 99 proc. viso Žemės plutos svorio. Visų kitų elementų daliai tenka mažiau nei 1 proc. Dauguma cheminių elementų gamtoje yra ne grynieji, o sudaro įvairius cheminius junginius su kitais elementais (pvz., vandenilis ir deguonis sudaro vandenį, silicis ir deguonis – silicio oksidą, geležies ir aliuminio randama tik junginių – oksidų ar druskų – pavidalu). Šie junginiai sudaro daugelį Žemės mineralų bei uolienų. Daugiausia Žemės plutoje paplitę metalai yra aliuminis (8,2 proc. plutos svorio) ir geležis (5,8 proc. plutos svorio). Žemėje šių metalų atsargos yra didžiulės ir juos gana lengva išgauti; dėl jų vertingų ir reikalingų savybių jiems tenka pagrindinė vieta metalų pramonėje ir mašinų gamyboje.



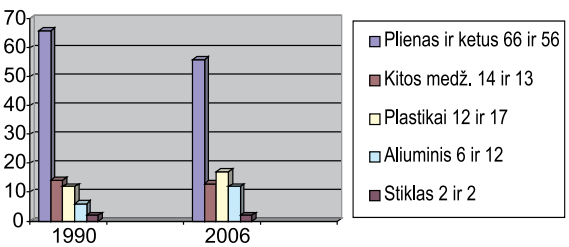
1.2 pav. Cheminių elementų pasiskirstymas gamtoje (Žemės plutoje, %)

Automobilių gamyboje naudojamos įvairios medžiagos. Gaminant automobilio dalis ir detales naudojami metalai ir jų lydiniai, stiklas ir keramika, plastikai, guma ir kaučiukas, augaliniai ir mineraliniai pluoštai bei audiniai, dažai ir lakai, klijai, antikorozinės ir izoliacinės dangų medžiagos. Eksploatuojant automobilius reikia degalų, alyvų ir kitų medžiagų. Jų proporcijos automobilyje parodytos 1.3 paveiksle.



1.3 pav. Medžiagų panaudojimas lengvajame automobilyje (%)

Tobulinamos medžiagos, nuolat kuriamos naujos apdorojimo technologijos, todėl nauji lydiniai keičia ankstesnes medžiagų naudojimo proporcijas. Pastarųjų metų automobiliuose yra vis daugiau gaminių



1.4 pav. Konstrukcinių medžiagų panaudojimo lengvajame automobilyje dinamika (%)

iš lengvų ir tvirtų aliuminio lydinių; žymiai išaugo plastikų panaudojimas, mažėja plieno ir ketaus gaminių masė (1.4 pav.).

1.1.2. Metalų ir lydinių sandara

Medžiagos sudarytos iš atomų. Kiekvienas medžiagos (cheminio elemento) atomas yra sudėtinga sistema, susidedanti iš teigiamąjį krūvį turinčio **branduolio** ir besisukančių aplink jį neigiamai įkrautų dalelių – **elektronų**. Atomų branduolių sandara sudėtinga. Juos sudaro teigiamai įkrautos dalelės – protonai ir dalelės, neturinčios jokio krūvio, – neutronai. Pagrindinė atomo masė sukaupta jo branduolyje. Elektrono masė 1840 kartų mažesnė už protono arba neutrono masę. Atomo elektronų skaičius lygus protonų, esančių elemento atomo branduolyje, skaičiui. Kiekvieno elemento atomuose šis skaičius skirtingas. Jis nustatomas pagal elemento eilės numerį periodinėje elementų lentelėje. Elektronai atomuose pagal jų energijos lygį susiskirstę sluoksniais ir posluoksniais. Elektronų skaičius posluoksniuose ir posluoksnių skaičius sluoksniuose yra ribotas. Pagal išorinių posluoksnių užpildymą elektronais ir nuo to priklausančias savybes visi cheminiai elementai skirstomi į keturias grupes.

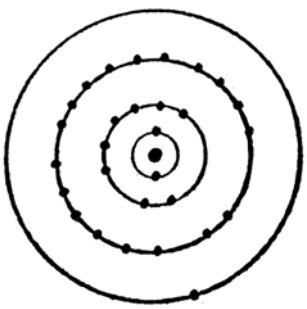
Pirmoji grupė – elementai, kurių atomų išoriniai posluoksniai visai užpildyti (turi aštuonis elektronus). Jie nelinkę nei atiduoti savo elektronų, nei prisijungti kitų, todėl reakcijose nedalyvauja. Tai inertinės dujos.

Antroji grupė – elementai, kurių atomų išoriniuose posluoksniuose iki 8 arba visiško posluoksnio užpildymo trūksta vieno dviejų elektronų. Jie linkę trūkstamus elektronus prisijungti ir tapti neigiamaisiais jonais. Tai nemetalai.

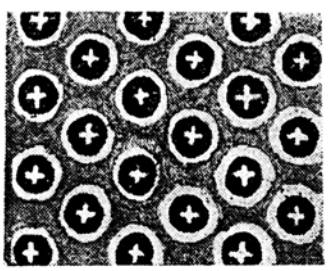
Trečioji grupė – elementai, kurių atomų išoriniuose posluoksniuose yra vienas, du, kartais trys elektronai. Jie šiuos elektronus gana lengvai atiduoda, kad išoriniai posluoksniai liktų visai neužpildyti, ir tampa teigiamaisiais jonais. Tai metalai.

Ketvirtoji grupė – elementai, kurių išoriniuose posluoksniuose yra vidutinis elektronų skaičius. Jie šiuos elektronus lengvai atiduoda arba prisijungia kitus, todėl jų savybės įvairiomis sąlygomis yra skirtingos. Tai pusmetaliai (puslaidininkiai germanis, silicis). Elektronai dideliu greičiu sukasi apie branduolį apskritiminėmis arba elipsinėmis orbitomis (sluoksniai ir posluoksniai), kurios nuo branduolio yra skirtingu atstumu (1.5 pav.). Didžiausią įtaką elemento savybėms turi **išorinės orbitos elektronai.**

Metalų atomų išorinėje orbitoje yra tik 1–2 (kartais 3) vietiniai elektronai. Jų ryšys su branduoliu silpnas, todėl šie elektronai lengvai atitrūksta nuo atomų ir paverčia juos teigiamaisiais jonais.



1.5 pav. Elektronų pasiskirstymas orbitose



1.6 pav. Metalų sandaros schema

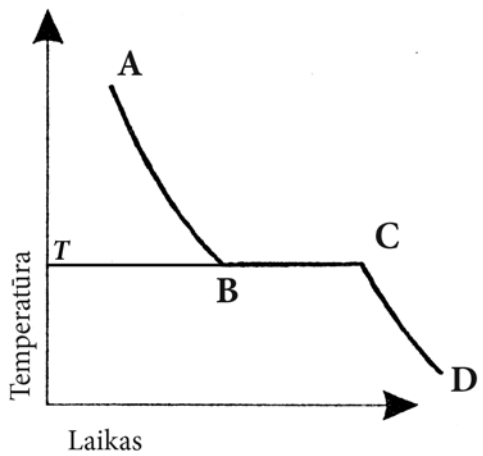
Taigi metalai yra nepaslankių jonų ir juos supančių elektronų, lengvai pereinančių iš vienos orbitos į kitą, derinys. Veikiami vienu metu kelių teigiamai įkrautų jonų, elektronai sudaro lengvai judantį „elektroninį rūką“, kuris jungia visą metalo masę (1.6 pav.).

Laisvai judėdami elektronai nulemia metalų ir jų lydinių savybes – elektrinį ir šilumos laidumą bei plastiškumą.

Tyrimais ir bandymais nustatyta, kad kietųjų metalų ir jų lydinių sandara yra **kristãlinė**, tai yra jų atomai erdvėje išdėstyti tam tikra geometrine tvarka, o ne chaotiškai, kaip **amòrfinių** medžiagų.

Kristaliniams kūnams ypač būdingas kristalizacijos procesas, t. y. perėjimas iš skysto būvio į kietą esant tam tikrai temperatūrai, kuri vadinama **kristalizãcijos temperatūrà**, arba **lýdymosi temperatūrà** (kaitinant).

Kaitinamas metalas tam tikroje temperatūroje lydosi ir suskystėja. Nustojus kaitinti, skystas metalas pamažu aušta (atkarpa AB), ima stingti, sukietėja (BC atkarpa) (1.7 pav.). Esant žemesnei temperatūrai metalas yra kietas (CD atkarpa). Stingstančiame metale atsiranda kieto metalo salelių, vadinamų kristalizacijos centrais. Šiuose centruose metalo atomai jungiasi į kristalus kiekvienam metalui būdinga tvarka. Tai vadinama pirmine kristalizacija. Augdami kristalai trukdo vieni kitiems, todėl deformuojasi, lūžinėja ir netenka jiems būdingos formos. Šie kristalai vadinami grūdeliais. Metalui auštant lėtai, susiformuoja stambūs grūdeliai, o kietėjant greitai – daug smulkių grūdelių. Stambesnių grūdelių metalas minkštesnis, o smulkesnių – kietesnis. Aušinant skirtingu greičiu, metalui galima suteikti įvairių kietumo ir stiprumo savybių. Tai vadinama **terminiù metãlų apdórojimu**.

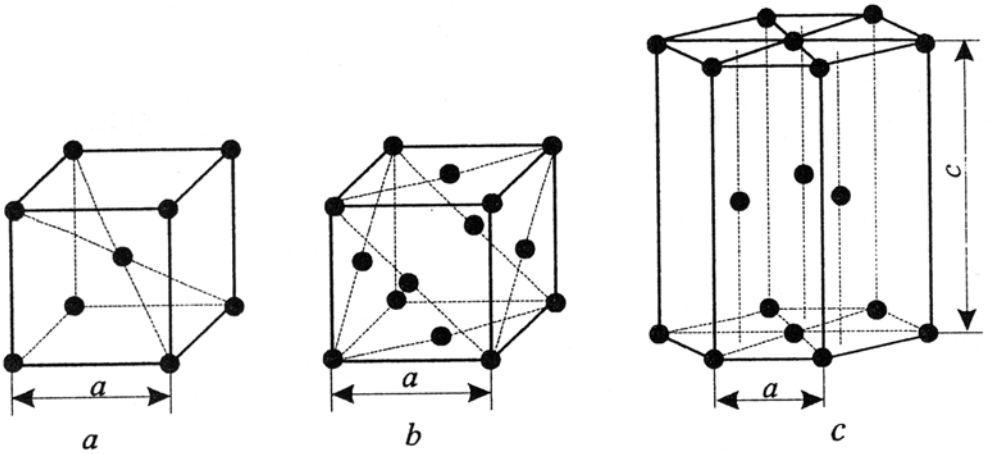


1.7 pav. Metalo aušinimo (kristalizacijos) kreivė; T – kristalizacijos (lydymosi) temperatūra

Mažiausias taisyklingas atomų derinys erdvėje, pasikartojantis medžiagoje bet kuria kryptimi, vadinamas **elementariąja gardelė**. Metaluose dažniausiai aptinkamos trijų tipų elementariosios gardelės: kubinė centruoto tūrio gardelė, žymima KCT (17 metalų: chromo, vanadžio, volframo, geležies (kambario temperatūroje) ir kt.), kubinė centruoto paviršiaus gardelė KCP (19 metalų: švino, vario, aukso, nikelio, aliuminio ir kt.), heksagoninė tanki gardelė HT (27 metalų: berilio, magnio, cinko ir kt.).

Šių gardelių schemos su pažymėtais susiliečiančių atomų centrais parodytos 1.8 paveiksle. Daugumos gardelių atstumai tarp atomų centrų (matmenys *a* ir *c* 1.8 pav.) yra nuo 0,2 iki 0,6 nm (nanometrai). Pavienės elementariosios gardelės neegzistuoja. Jos įeina į kristalinės gardelės sudėtį, kur turi bendrų atomų su kitomis gardelėmis. **Kristalinė gardẽlė** – tai taisyklingas elementariųjų gardelių derinys.

Realūs metalai yra sudaryti iš daugelio įvairiai išsidėsčiusių kristalinių gardelių darinių,

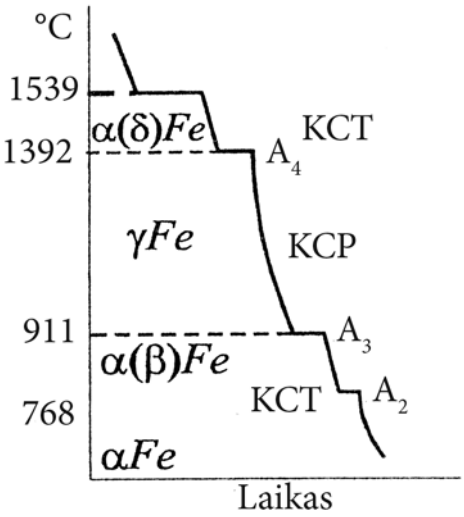


1.8 pav. Metalų elementariosios gardelės:
a – kubinė centruoto tūrio (KCT); b – kubinė centruoto paviršiaus (KCP);
c – heksagoninė tanki (HT)

vadinamų metalo grūdeliais. Kuo smulkesni grūdeliai, tuo didesnė metalo takumo riba, smūginis tąsumas, mažesnis trapumas.

Metalai yra kristalinės medžiagos, tačiau kai kurie metalai (Fe, Ti, Ni, Co, Sn) turi savybę keisti savo vidinę sandarą. Ši metalų ir lydinių savybė vadinama antrine kristalizacija, arba **alotròpija**.

Atomai persigrupuoja, ir, esant tam tikrai temperatūrai, susidaro nauja kristalinė gardelė. Šių pakitimų temperatūrą yra svarbu žinoti, nes, susidarant naujai kristalinei gardelei, keičiasi metalo ar lydinio savybės. Dėl metalų ir lydinių struktūros kitimų galima taikyti įvairius terminio apdorojimo būdus ir keisti metalo ar lydinio savybes. 1.9 paveiksle pavaizduota geležies aušinimo kreivė ir alotropiniai pakitimai. Kaitinamos geležies kristalinė gardelė pasikeičia kelis kartus. Alotropiniai pakitimai geležyje vyksta esant 768 °C, 911 °C, 1392 °C temperatūrai. 1535 (1539) °C – tai geležies lydymosi temperatūra, kuri priklausomai nuo geležies grynumo gali šiek tiek įvairuoti. Termiškai apdorojami visi geležies ir kai kurie kitų metalų lydiniai.



1.9 pav. Geležies aušinimo kreivė:
A2, A3, A4 – alotropinių pakitimų temperatūra;
αFe, α(β)Fe, γFe, α(δ)Fe – alotropinės geležies kristalinės gardelės atmainos

1.1.3. Metalų ir lydinių savybės

Metalų ir lydinių savybės skirstomos į fizines, chemines, mechanines ir technologines.

Fìzinės savýbės yra spalva, blizgesys, tankis, lydymosi temperatūra, šilumos laidumas, šiluminis plėtimasis, šiluminė talpa, elektrinis laidumas, savybė įsimagnetinti.

Pagal **spalvą** metalai sąlygiškai skirstomi į juoduosius ir spalvotuosius. Juodieji – tai geležies lydiniai – ketus ir plienas, spalvotieji – visi kiti.

Tankiù vadinamas medžiagos kiekis (masė), esantis tūrio vienete (kg/m^3). Metalų ir lydinių tankis įvairus. Pvz., magnio tankis – 1739 kg/m^3, osmio tankis beveik 13 kartų didesnis – 22 570 kg/m^3.

Visų metalų ir lydinių lydymosi temperatūra yra skirtinga. Pvz., alavas lydosi esant 232 °C, geležis – 1535 °C, o volframas – 3422 °C temperatūrai.

Šilumõs laidumù vadinama metalų savybė praleisti šilumą juos kaitinant ir aušinant. Kuo greičiau metalas praleidžia šilumą, tuo greičiau ir tolygiau įkaista, o aušinamas atiduoda šilumą. Didžiausias šilumos laidumas: vario – 401 W/m·K, geležies – 80,2 W/m·K, labai mažas titano – 21,9 W/m·K.

Šilumìnis plėtìmasis – tai kaitinamų metalų savybė plėstis. Aušinant vyksta atvirkštinis reiškinys. Šildomi labai plečiasi švinas, kadmis, aliuminis, o volframas, osmis – penkis šešis kartus mažiau.

Šilumìnė talpà – tai metalų savybė sugerti šilumą. Daugelio metalų šiluminė talpa nėra didelė, todėl jiems įkaitinti reikia nedaug šilumos.

Elektrìnis laidùmas – tai metalų savybė praleisti elektros srovę. Dažniausiai apibūdinamas specifine elektrine varža. Mažiausią elektrinę varžą turi sidabras, varis ir aliuminis. Esant temperatūrai, artimai absoliutaus nulio temperatūrai, metalų elektrinė varža labai sumažėja. Tai vadinama superlaidumu.

Kai kurie metalai ir jų lydiniai turi magnetinių savybių – geležis ir jos lydiniai, kobaltas, nikelis, samaris. Kiti metalai ir jų lydiniai beveik nemagnetiški.

Mechãninės savýbės pasireiškia veikiant įvairioms jėgoms ir apkrovoms. Tai stiprumas, tamprumas, plastiškumas, kietumas, smūginis tąsumas, patvarumas.

Stiprùmas – tai savybė priešintis išorinių jėgų poveikiui nesuyrant. Stiprumo riba įvertinama tempiant, gniuždant, lenkiant, sukant. Labai stiprūs metalai – molibdenas, volframas, o alavo, švino stiprumas tempiant labai mažas.

Tamprumù vadinama metalų savybė sugrįžti į pradinę padėtį nustojus veikti išorinėms deformuojančioms jėgoms.

Plastiškumù vadinama metalo savybė keisti formą ir nesuirti, kai jį veikia apkrova, ir išlaikyti nesikeičiančią formą po to, kai apkrova nustoja veikusi. Priešinga plastiškumui savybė – trapumas.

Kietùmas – tai metalo savybė priešintis įspaudimui į jį kito, kietesnio, kūno. Nuo metalo kietumo priklauso jo panaudojimas įvairioms detalėms ir įrankiams gaminti. Kuo kietesnis metalas, tuo daugiau reikia jėgos jam apdoroti.

Smū̃ginis tąsùmas – tai metalo pasipriešinimas smūginėms apkrovoms.

Daugeliui detalių yra labai svarbios metalų, iš kurių jos pagamintos, mechaninės savybės. Jos nustatomos atliekant specialius bandymus. Tam tikros formos ir matmenų bandiniai

tempiami, gniuždomi, lenkiami arba susukami matuojant veikiančias apkrovas ir bandinių pokyčius iki suirimo. Taip nustatomas metalų stiprumas, plastiškumas, tamprumas. Medžiagų kietumas nustatomas trimis būdais: fiksuoto dydžio jėga įspaudžiant į bandomą paviršių plieninį grūdintą rutuliuką (pagal Brinelį), deimantinį kūgį (pagal Rokvelą) arba deimantinę piramidę (pagal Vikersą). Kietumas įvertinamas pagal įspaudų matmenis. Tarp skirtingais būdais nustatytų kietumo reikšmių nėra tiesioginės priklausomybės. Vieni kietumo vienetai į kitus perskaičiuojami iš lyginamųjų lentelių. Smūginis tąsumas (atsparumas smūginėms apkrovoms) nustatomas pagal suardyti sunaudotą darbą smogiant švytuokliniu muštuvu į specialų bandinį.

Kai kurių metalų fizinės ir mechaninės savybės pateiktos 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Kai kurių metalų fizinės ir mechaninės savybės

Metalas	**Simbolis**	**Tankis (kg/m³)**	**Lydymosi temperatūra (°C)**	**Šilumos laidumas (W/m·K)**	**Tempimo riba (MPa)**	**Kietumas (HB)***
Alavas	Sn	7290	232	65,7	17	40
Aliuminis	Al	2699	660	237	55	170
Auksas	Au	19320	1064	317	120	190
Berilis	Be	1848	1278	200	350	720
Chromas	Cr	7190	1875	93,7	420	900
Cinkas	Zn	7140	419	116	200	440
Cirkonis	Zr	6510	1825	22,7	253	645
Geležis	Fe	7870	1535	80,2	190	400
Kobaltas	Co	8900	1495	69,1	500	500
Magnis	Mg	1739	648,8	156	115	350
Manganas	Mn	7470	1244	66,6	510	3270
Molibdenas	Mo	10220	2623	138	1000	1800
Nikelis	Ni	8900	1455	90,7	500	700
Niobis	Nb	8580	2477	53,7	340	600
Platina	Pt	21450	1769	71,6	143	470
Sidabras	Ag	10500	961,9	429	100	250
Švinas	Pb	11340	327,5	35,5	12	40
Tantalas	Ta	16650	2966	57,5	206	500
Titanas	Ti	4510	1660	21,9	256	1000
Vanadis	V	6110	1890	30,7	120	700
Varis	Cu	8960	1083	401	220	350
Volframas	W	19250	3422	174	1100	3750

**HB – kietumo vienetai pagal Brinelį (BOSCH Automotive handbook)*

Technològinės savýbės – tai metalų sugebėjimas pasiduoti įvairiems apdorojimo būdams.

Iš technologinių savybių ypač svarbios pjaunamasis apdirbamumas, suvirinamumas, kalumas, takumas išlydžius, atsparumas dilimui, grūdinamumas.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kas yra metalas?
2. Kas būdinga metalų atomų sandarai?
3. Kokias žinote metalų rūšis?
4. Kas būdinga metalams kaip kristalinės sandaros kūnams?
5. Kokios svarbiausios fizinės metalų savybės?
6. Kokias žinote mechanines metalų savybes?
7. Kokias žinote technologines metalų savybes?
8. Kokią reikšmę turi technologinės metalų savybės?

1.2. Ketaus gamyba, sudėtis, savybės, panaudojimas

1.2.1. Ketaus gamyba

Geležis lengvai jungiasi su anglimi ir sudaro lydinius. Geležies, anglies ir kitų cheminių elementų lydiniai yra juodieji metalai – ketus ir plienas.

Ketùs – tai geležies, anglies, mangano, silicio, sieros ir fosforo lydinys, turintis nuo 2,14 iki 6 proc. anglies.

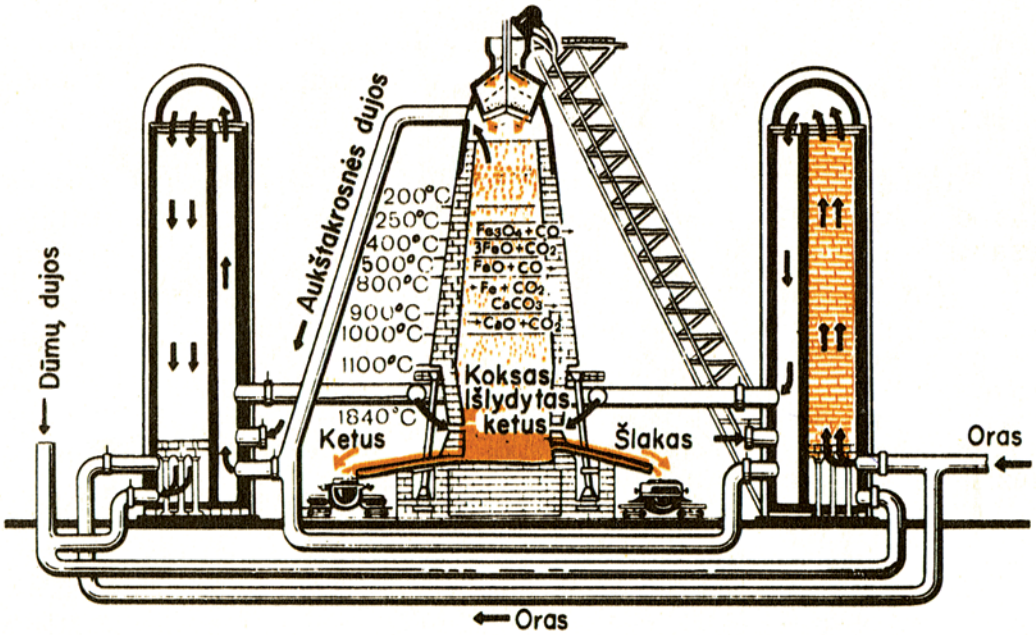
Pliẽnas – tai geležies, anglies, mangano, silicio, sieros ir fosforo lydinys, kuriame anglies būna iki 2,14 proc.

Pagrindinis ketaus gamybos būdas yra lydymas aukštakrosnėje. Didžiausia aukštakrosnėse išlydomo ketaus dalis naudojama plieno gamybai, o iš likusios dalies gaminami ketaus liejiniai.

Ketui išlydyti reikia geležies rūdos, fliusų, kuro ir oro.

Geležies rūdos – tai uolienos, turinčios daug geležies. Rūdoje geležis yra oksidų arba druskų, susijungusių su uoliena, pavidalu. Fliusai naudojami bergždui ir kuro pelenams sulydyti į šlaką. Fliusai – tai klintys, kvarcitai, kalkakmeniai. Aukštakrosnės kuras – tai koksas. Koksas gaminamas iš akmens anglies. Ji kaitinama specialiose krosnyse be oro 950–1000 °C temperatūroje 12–15 val. Oras reikalingas kokso angliai degti ir aukštakrosnėje sudaryti reikiamoms sąlygoms.

Šiuolaikinės aukštakrosnės – iki 70 m aukščio, iki 3000 m^3 tūrio šachtinės krosnys (2.1 pav.). Jose per parą išlydoma iki 5000 tonų ketaus. Aukštakrosnę sudaro piltuvas, šachta, plačiausioji dalis, lydykla ir žaizdras. Prie piltuvo pritvirtinti dujų surinkimo vamzdžiai, kuriais surenkamos aukštakrosnėje susidarančios dujos. Viršutinėje žaizdro dalyje įtaisyti



1.10 pav. Aukštakrosnė

pūstuvai – įrenginiai karštam orui į krosnį pūsti. Oras įkaitinamas šalia aukštakrosnės pastatytuose oro kaitintuvuose, kuriuose deginamos gamtinės arba aukštakrosnės dujos. Į aukštakrosnę per piltuve esančią įkrovimo angą pilama įkrova – geležies rūdos, kokso ir fliusų mišinys. Per pūstuvus į aukštakrosnę pučiamas iki 900–1200 °C įkaitintas oras. Jame dega koksas ir sudaromos sąlygos redukuoti iš oksidų geležį. Geležis įanglinama kokso ir anglies oksidų anglimi ir susidaro ketus. Jo paviršiuje kaupiasi skystas šlakas.

Ketaus gamybos procesą sudaro trys stadijos: geležies regeneracija (redukcija) iš jos oksidų, geležies įanglinimas ir šlako susidarymas. Įkrovos medžiagos į aukštakrosnę sukraunamos proporcingai kaitaliojant rūdą, kurą ir fliusus. Rūda regeneruojama (redukuojama) deginant koksą.

Degimas prasideda žaizdro srityje. Pro pūstuvų skyles į krosnį tiekiamas karštas oras, ir įkaitęs koksas ima degti:

$$C + O_2 = CO_2. \qquad (1.1)$$

Gautas anglies dioksidas kyla į viršų, susiliečia su įkaitintu koksu ir sudaro anglies monoksidą:

$$CO_2 + C = 2CO. \qquad (1.2)$$

Anglies monoksidas kyla į viršų. Jis yra stiprus **reduktorius**, todėl reaguoja su geležies oksidais rūdoje ir juos regeneruoja. Regeneracija vyksta nuosekliai nuo aukštesnių prie žemesnių oksidų iki metalinės geležies išskyrimo:

$$Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe. \qquad (1.3)$$

Esant 900–1000 °C temperatūrai, anglies monoksidas reaguoja su geležimi:

$$3Fe + 2CO = Fe_3C + CO_2. \qquad (1.4)$$

Susidaro geležies karbidas (Fe3C), kuris, tirpdamas geležyje, ją įanglina. Įanglinta geležis, lašais pratekėdama tarp įkaitusio kokso gabalų, papildomai prisisotina anglies iki 3,5–6 proc. Tuo pačiu metu, regeneruojant ir įanglinant geležį, vyksta silicio, mangano, sieros ir fosforo regeneracija iš įkrovos medžiagų. Tam tikra šių elementų dalis ištirpsta arba susimaišo su įanglinta geležimi ir gaunamas **ketus** – geležies, anglies, mangano, silicio, sieros ir fosforo lydinys. Ketus kaupiasi aukštakrosnės žaizdro dugne.

Ketaus paviršiuje plūduriuoja iš rūdos bergždo, kokso pelenų ir fliusų 1200–1500 °C temperatūroje susidaręs skystas šlakas (jo tankis yra žymiai mažesnis už ketaus tankį). Šlakas – tai šalutinis aukštakrosnės gaunamas produktas. Jis yra pigi aukštos kokybės statybinė medžiaga ir naudojamas cementui, betonui, plytoms gaminti bei kelių statyboje. Jeigu skystas šlakas prapučiamas karštais vandens garais arba oru, gaunama šlako vata, kuri naudojama pastatams apšiltinti. Skystą šlaką supylus į vandenį, gaunamos šlako granulės, tinkamos garso, šilumos izoliacijai.

Iš aukštakrosnės išsiskiriančios dujos surenkamos, filtrais iš jų išvalomos aukštakrosnės dulkės ir panaudojamos kaip kuras aukštakrosnės oro kaitintuvuose, Marteno krosnyse, kokso baterijoms kaitinti, šiluminėse elektrinėse bei chemiškai perdirbamas.

Aukštakrosnės dulkes sudaro smulkios pradinių medžiagų dalelės. Surinktos dulkės sukepinamos su smulkia geležies rūda (aglomeruojamos), granuliuojamos (smulkinamos) ir vėl įkraunamos į aukštakrosnę.

Aukštakrosnė dirba ištisą parą be pertraukų. Lydymo eiga kontroliuojama ir koreguojama matavimo prietaisais. Ketus išleidžiamas per žaizdro dugne esančius latakus kas 3–4 valandas, o šlakas latakais, esančiais aukščiau, – kas 1,5–2 valandas, kai jo susikaupia. Išleistas iš aukštakrosnės ketus specialiais ketaus vežimėliais transportuojamas į liejyklą arba į plieno lydymo cechus.

Aukštakrosnės darbo trukmė – 5–9 metai. Tada ji sustabdoma, ataušinama, išmontuojama, nugriaunama ir pastatoma nauja.

1.2.2. Ketaus savybės ir panaudojimas

Aukštakrosnėje išlydytas ketus pagal paskirtį skirstomas į **pilkąjį** (liejamąjį), **baltąjį** (perdirbamąjį) ir **specialųjį** (ferolydinius).

Pilkàsis ketùs – tai geležies anglies lydinys, turintis 2,14–4,25 proc. anglies laisvo grafito pavidalu, 1,25–4,25 proc. silicio, iki 1,3 proc. mangano, iki 0,8 proc. sieros, iki 1,2 proc. fosforo. Lūžyje jis būna tam tikros pilkos spalvos. Silicis ir manganas ketų daro stipresnį, atsparesnį karščiui, trinčiai, didina liejamumą. Siera blogina mechanines ir liejimo savybes. Fosforas didina ketaus takumą, atsparumą korozijai. Pilkasis ketus gerai pjaunamas, yra gana stiprus, atsparus korozijai. Iš pilkojo ketaus liejami stovai, staklių korpusai, lėtaeigių pavarų krumpliaračiai, pneumatiniai ir hidrauliniai cilindrai, kanalizacijos vamzdžiai ir armatūra,

smagračiai, stabdžių būgnai ir diskai, sankabų diskai, mechanizmų karteriai, dangčiai, stabdžių apkabos, pakurų detalės, dekoratyviniai dirbiniai, skulptūros ir kita.

Baltãjame ketujè anglis yra geležies karbido (cementito) pavidalu, todėl ketus yra stiprus, kietas, bet labai trapus, lūžyje – baltos spalvos. Iš baltojo ketaus kaitinimo būdu gaminamas **kalùsis ir stiprùsis ketùs**. Iš kaliojo ketaus gaminamos automobilių diferencialo dėžės, pagrindinės pavaros karteriai, vairo mechanizmo karteriai, ratų stebulės, pakabos svirčių atramos, lingių gembės ir kt. Iš stipriojo ketaus gaminami stiprūs mechanizmų rėmai, cilindrai, krumpliaračiai, siurblių korpusai, laivų variklių alkūniniai velenai ir kt.

Be kaliojo ir stipriojo ketaus, automobilių gamyboje naudojamas legiruotasis ketus.

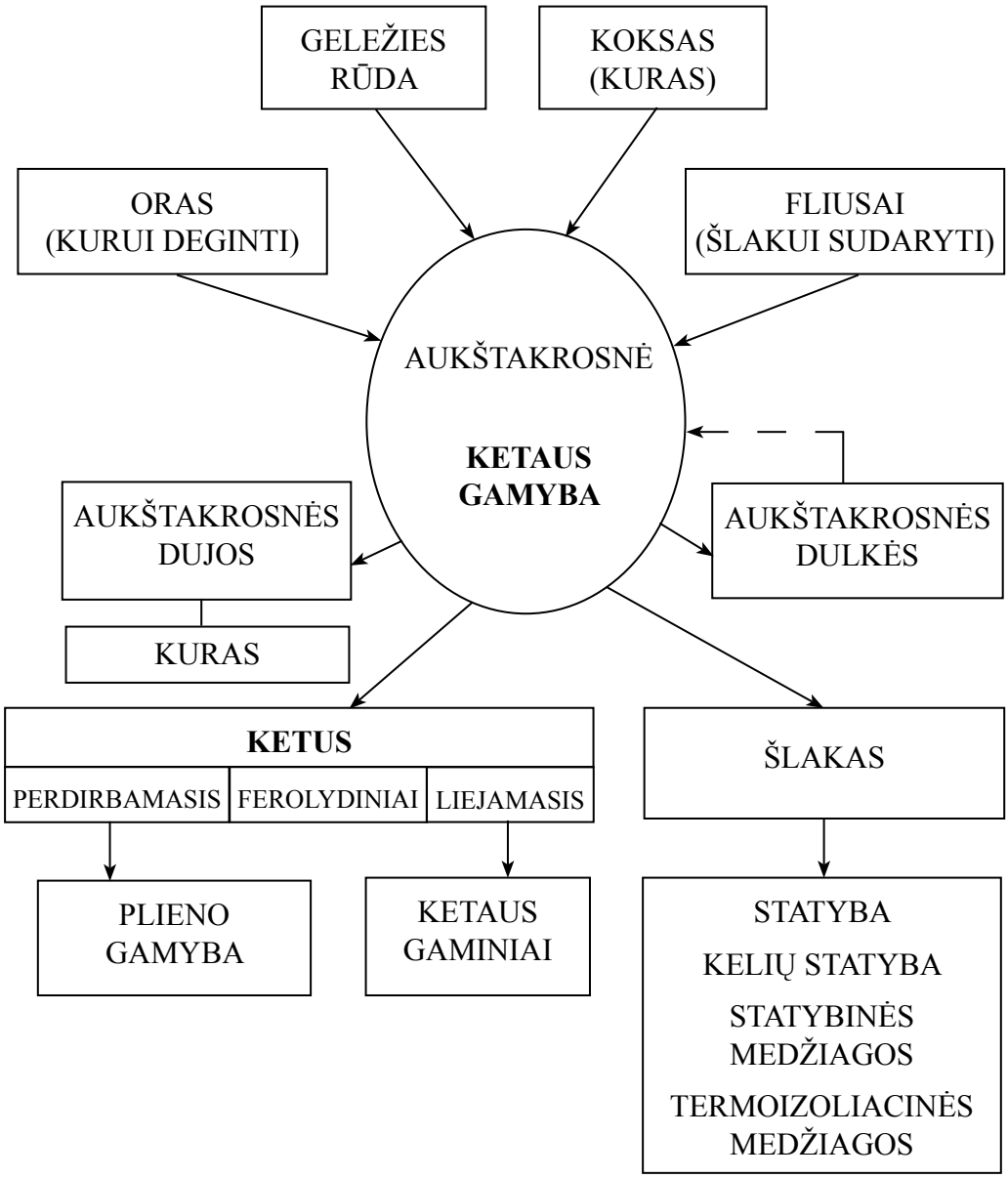
Iš chromo ir nikelio, titano ir vario, turinčio legiruotojo ketaus, liejami variklių cilindrų blokai, blokų galvutės, skirstymo ir alkūniniai velenai, stūmoklių žiedai ir kitos detalės. Detalėms gaminti perdirbamasis ketus nenaudojamas, didžioji šio ketaus dalis (95 proc.) perdirbama į plieną.

Specialùsis ketùs (ferolydiniaĩ) – tai daug silicio ir fosforo turintys lydiniai (ferosilicis, feromanganas), naudojami plieno gamyboje, plienui legiruoti ir deoksiduoti.

Lietuvojè naudojamos medžiagos žymimos pagal keletą standartų: LST (Lietuvõs), ISO, LST EN ISO (tarptautiniai), EN (Europos normos), GOST (Rùsijos). Pagal Europos normas EN ketus žymimas: **G**. EN-GJL – pilkasis ketus, EN-GJM – kalusis ketus, EN-GJS – stiprusis ketus. Raidės nurodo rūšį, skaičiai reiškia stiprumo ribą tempiant (N/mm^2) ir santykinį pailgėjimą (%). Pagal GOST standartą būna: СЧ – pilkasis ketus, КЧ – kalusis ketus, ВЧ – stiprusis ketus. Skaičiai po raidžių rodo stiprumo ribą tempiant kgf/mm^2 ir santykinį pailgėjimą procentais. Ketaus žymėjimo ir panaudojimo pavyzdžių pateikta 1.2 lentelėje.

1.2 lentelė. Ketaus žymėjimas ir panaudojimas

Markė pagal LST EN	**Markė pagal GOST**	**Panaudojimas**
EN-GJL-200	СЧ 20	Pilkasis ketus. Automobilių variklių blokai, stabdžių diskai, mechanizmų karteriai, staklių korpusai ir pan.
EN-GJM-550-4	КЧ 55-4	Kalusis ketus. Automobilių ratų stebulės, pavarų dėžių karteriai, stabdžių būgnai, diferencialo karteriai ir pan.
EN-GJS-700-2	ВЧ 70	Stiprusis ketus. Automobilių alkūniniai ir skirstymo velenai, guolių dangteliai, pavarų žvaigždutės, metalo apdorojimo staklių detalės ir pan.



1.11 pav. Ketaus gamybos technologinio proceso schema

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios medžiagos sudaro aukštakrosnės įkrovą?
2. Kokia kokso ir fliusų paskirtis?
3. Kokias žinote ketaus rūšis?
4. Kokių priemaišų yra ketuje ir kokią įtaką jos daro ketaus savybėms?
5. Kam naudojamas pilkasis ketus?
6. Kam naudojamas baltasis ketus?

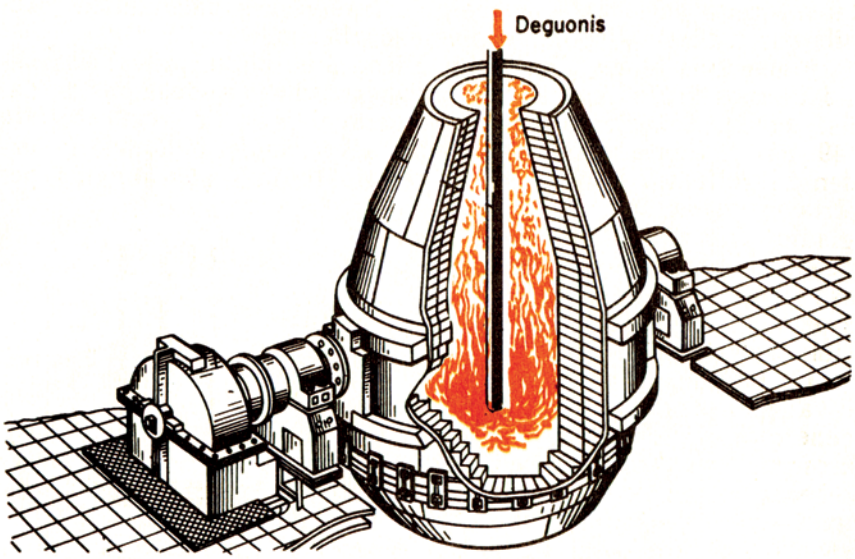
1.3. Plieno gamyba, sudėtis, savybės, klasifikacija, panaudojimas

1.3.1. Plieno gamyba

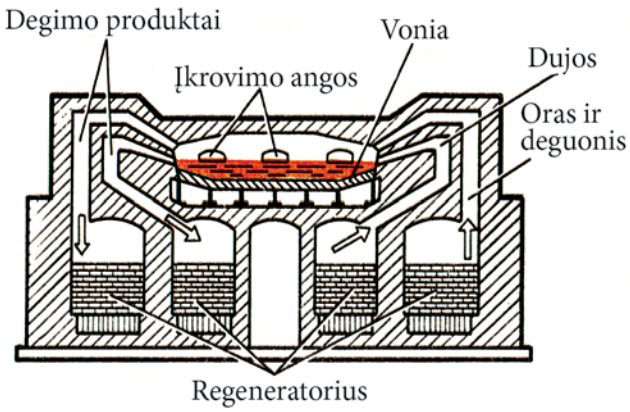
Plienas yra pagrindinis metalas, tiksliau, lydinys, naudojamas visose šiuolaikinės technikos srityse įvairioms konstrukcijoms, mašinoms ir jų detalėms gaminti. Kaip ir ketus, plienas yra geležies, anglies ir kitų elementų lydinys, tačiau skiriasi mažesniu anglies ir priemaišų kiekiu. Plieną galima kalti, valcuoti, štampuoti, suvirinti, lituoti, iš jo galima traukti vielą, lieti įvairius gaminius. Plienas labai stiprus, tąsus, plastiškas, jį galima apdoroti termiškai ir termochemiškai. Plienas dažniausiai gaunamas iš perdirbamojo ketaus konverteriuose, Marteno ir elektrinėse krosnyse.

Konvèrteris – tai gana didelis plieninis kriaušės pavidalo indas, kurio vidus išklotas ugniai atspariomis plytomis (1.12 pav.). Konverteriuose plienas gaminamas taip: pro išlydytą perdirbamąjį ketų, supiltą į konverterį, pučiama oro arba deguonies, ketuje esanti anglis dega (oksiduojasi) ir jos kiekis sumažėja, kartu vyksta sieros, fosforo, mangano, silicio ir kitų priemaišų oksidacija. Per 10–30 min. ketus virsta plienu. Konverterių talpa siekia 250 t, našumas – iki 7000 t plieno per parą. Su ketumi į konverterį pilama fliusų (kalkių), pridedama šiek tiek plieno laužo. Naudojami Besemerio ir Tomo konverteriai. Juose gaminamas paprastos kokybės, pigus plienas, iš kurio valcuojami vamzdžiai, lakštai, skarda, strypai, viela, geležinkelio bėgiai. Konverteriuose negalima pagaminti legiruotojo plieno. Pastaruoju metu į konverterį pradėta pūsti deguonį (Linco ir Donavico procesas), todėl gamyba paspartėjo, gaunamas kokybiškesnis plienas.

Konverterinio lydymo privalumai: didelis našumas, nesudėtinga konverterių konstrukcija, nereikia kuro.



1.12 pav. Deguonies konverteris

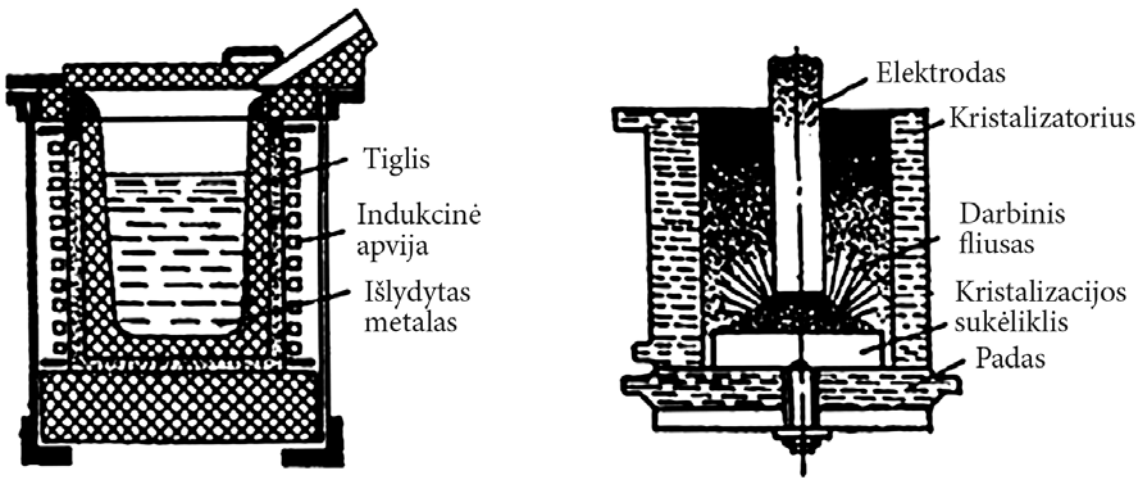


1.13 pav. Marteno krosnis

Šio lydymo trūkumai: negalima perlydyti metalo atliekų, galima naudoti tik tam tikros cheminės sudėties ketų, sudega daug metalo, sunku gauti norimos sudėties plieną, pagaminamas tik paprastos kokybės nelegiruotasis plienas.

Martèno būdù gaminant plieną naudojamas ne tik perdirbamasis ketus, bet ir visos metalurgijos gamyklų atliekos bei metalo laužas. Marteno krosnis (1.13 pav.) – liepsninė regeneracinė, joje deginamas kuras – aukštakrosnių, kokso, gamtinės dujos arba mazutas. Įkrova, kurią sudaro luitinis arba skystas perdirbamasis ketus, fliusai, geležies lydiniai, geležies rūda ir didelė dalis metalo laužo, kaitinama, lydoma. Į krosnį pučiama oro arba deguonies ir vyksta anglies bei priemaišų oksidacija. Marteno krosnių talpa siekia 900 t, plieno lydymas trunka 4–8 val. Lydant galima kontroliuoti ir koreguoti lydomo plieno sudėtį ir savybes. Marteno krosnyse išlydomas kokybiškas anglinis konstrukcinis ir įrankinis plienas, taip pat vidutiniškai legiruotasis plienas. Jis naudojamas įvairiems valcuotiems profiliams, bėgiams, mašinų ir mechanizmų detalėms, statybinėms konstrukcijoms gaminti. Kai kuriose šalyse apie pusę viso gaminamo plieno sudaro marteninis plienas.

Elektrìnėse krósnyse lydomas aukštos kokybės, gerų savybių anglinis ir legiruotasis plienas. Elektrinės krosnys metalui lydyti yra trijų tipų: varžinės, lankinės ir indukcinės.



1.14 pav. Elektrinės plieno lydymo krosnys

Pradinės lydymo medžiagos elektrinėse krosnyse yra plieno laužas, geležies rūda, nuodegos. Perdirbamasis ketus naudojamas tik labai anglingiems plienams gauti. Elektrinėse krosnyse (1.14 pav.) pagamintas plienas naudojamas rutulinių ir ritininių guolių detalėms, įrankiams gaminti.

Elektrinėse krosnyse pagaminamas labai kokybiškas, taip pat legiruotasis plienas, tačiau sunaudojama daug elektros energijos, todėl išauga gaminamo plieno kaina.

1.3.2. Plieno klasifikacija, žymėjimas ir panaudojimas

Lietuvoje galioja standartas LST EN 10027-1:1997. Pagal jį visi plienai skirstomi į dvi pagrindines grupes: 1 grupė – plienai, žymimi pagal paskirtį ir mechanines savybes (dar skirstomi į penkis pogrupius), 2 grupė – plienai, žymimi pagal cheminę sudėtį (skirstomi į keturis pogrupius).

1 grupė:

Plienai žymimi simboliais, nurodoma mažiausia takumo riba (N/mm^2) bei plastiškumas G:

a) **S** – konstrukcinis plienas (statybinis), pvz., S135, S235JR;
   P – slėginių indų plienas;
   L – magistralinių vamzdynų plienas;
   E – grūdinamų mašinų detalių plienas, pvz., E360, E295G2;
b) **B** – armatūrinis plienas;
c) **H** – šaltai valcuotas stiprus lakštinis plienas, skirtas šaltajam štampavimui;
d) **D** – lakštinis plienas, skirtas šaltajam štampavimui;
   C – šaltai valcuotų gaminių plienas;
   X – plienas gaminiams, kurių valcavimo sąlygos nenurodytos;
e) **M** – elektrotechninis plienas.

2 grupė:

a) nelegiruotasis plienas (išskyrus automatų plieną) žymimas raide C ir nurodomas anglies kiekis šimtosiomis procento dalimis, pvz., C45, C22 ir kt.;

b) mažai legiruotasis plienas žymimas skaičiumi, rodančiu anglies kiekį šimtosiomis procento dalimis, cheminiais simboliais, rodančiais legiruojančiuosius elementus, skaičiais, rodančiais legiruojančiųjų elementų kiekį (pagal koeficientus), pvz., 13CrMo4-5;

c) labai legiruotieji plienai žymimi raide X, skaičiumi, rodančiu anglies kiekį šimtosiomis procento dalimis, cheminiais legiruojančiųjų elementų simboliais ir skaičiais, rodančiais legiruojančiųjų elementų kiekį, pvz., X20Cr13, X10CrNiTi18-10;

d) greitapjoviai plienai žymimi raidėmis HS, skaičiais, rodančiais legiruojančiųjų elementų procentinį kiekį, pvz., HS6-5-2 (6% W, 5% Mo, 2% V, 4% Cr, 0,8% C).

Pagal EN 10025-1 standartą konstrukciniai plienai būna bendrosios paskirties, kokybiškieji ir labai aukštos kokybės. Markės pabaigoje rašomos raidės: JR, JRG1, JRG2, J0, J2G4, K2G3, K2G4. Raidė J ir K parodo smūginį tąsumą, raidė R arba skaičiai rodo, kokiai temperatūrai esant buvo atliktas smūginio tąsumo bandymas, G1-4 rodo plieno plastiškumą (kokybės klasę).

Pagal GOST standartus plienai būna:

– pagal cheminę sudėtį – angliniai ir legiruotieji;

– pagal anglies kiekį – neangliniai, vidutinio anglingumo, angliniai;

– pagal paskirtį – konstrukciniai, įrankiniai, spyruokliniai, statybiniai, elektrotechniniai, automatų, nerūdyjantieji ir kt.;

– pagal išoksidinimo laipsnį – verdančio stingimo (кп), pusiau ramaus stingimo (пс), ramaus stingimo (сп), pagal EN standartą – atitinkamai FU, FN, FF;

– pagal kokybę (kenksmingųjų priemaišų kiekį) – paprastieji, kokybiškieji, geresnės kokybės, labai aukštos kokybės (tik legiruotieji, markės gale rašoma raidė III).

Paprastos kokybės konstrukciniai angliniai plienai Rùsijoje pagal GOST 380-88 žymimi: Ст.0, Ст.1, Ст2–Ст.6. Iš šių plienų gaminami valcuoti gaminiai, skarda, viela, kniedės, varžtai, veržlės, velenai, žvaigždutės, stūmoklių pirštai, bėgiai, lingės, spyruoklės ir kt.

Kokybiškieji konstrukciniai angliniai plienai Rùsijoje žymimi dviženkliu skaičiumi, kuris parodo anglies kiekį šimtosiomis procento dalimis: 05, 08, 10, 15...75, 80, 85. Markės gale esanti raidė Г rodo didesnį mangano kiekį ir aukštesnę kokybę.

Kokybiškieji konstrukciniai angliniai plienai yra plastiškesni ir atsparesni smūginėms apkrovoms nei paprastos kokybės plienai. Šie plienai naudojami pačioms įvairiausioms detalėms (varžtams, smeigėms, veržlėms, cilindrams, ašims, velenams, vamzdžiams, svirtims, švaistikliams, krumpliaračiams, žvaigždutėms, alkūniniams velenams, stūmoklio pirštams ir kt.) gaminti. Aukštos kokybės konstrukciniuose plienuose yra mažiau kenksmingųjų priemaišų. Šių plienų markės gale rašoma raidė A.

Įrankiniai angliniai plienai turi 0,65–1,35 proc. anglies, yra stiprūs, kieti, atsparūs dilimui, tačiau gana trapūs. Žymimi У7, У8, У9...У13. Skaičius parodo anglies kiekį dešimtosiomis procento dalimis. Iš įrankinių anglinių plienų gaminami kirstukai, plaktukai, liniuotės, stalių įrankiai, žymekliai, peiliai, metalo pjūklai ir žirklės, grąžtai, frezos, sriegikliai, sriegpjovės, dildės, plėstuvai, skustuvai, chirurginiai ir laikrodininkų įrankiai, dalgiai ir kt. Aukštos kokybės įrankiniai plienai žymimi raide A: У7А...У9А...У13А.

Statybinis plienas žymimas raide C ir triženkliu skaičiumi, rodančiu vidutinę takumo ribą (Mpa), pvz., C235, C375 ir kt.

Spyruokliniams angliniams plienams priskiriami plienai 65, 70, 75, 80, 85 bei kiti legiruotieji plienai.

Liejamųjų plienų markės gale rašoma raidė Л, pvz., 20Л, 30Л.

Legirúotieji plienai turi norimas savybes suteikiančių priedų (legiravimo elementų). Svarbiausi legiravimo elementai yra silicis, manganas, chromas, nikelis, volframas, vanadis, molibdenas, kobaltas, titanas. Plieno markėje kiekvienas elementas žymimas rusiška raide (1.3 lentelė) ir skaičiumi, parodančiu to elemento kiekį procentais. Jei elemento yra apie vieną procentą, skaičius po raidės nerašomas.

1.3 lentelė. Legiravimo elementų žymėjimas pagal GOST

Aliuminis	Ю	Silicis	С	Boras	Р
Chromas	Х	Varis	Д	Niobis	Б
Nikelis	Н	Vanadis	Ф	Titanas	Т
Manganas	Г	Molibdenas	М	Selenas	Е
Kobaltas	К	Volframas	В	Švinas (automatų pliene)	С

30X13H7C2 markės legiruotajame pliene yra 0,3 proc. anglies, 13 proc. chromo, 7 proc. nikelio, 2 proc. silicio. Tai chemiškai ir mechaniškai karščiui atsparus plienas, iš jo gaminami variklių išmetimo vožtuvai. Kitose šalyse legiravimo elementai žymimi cheminiais simboliais (Vokietijà), skaičiais (JAV), sutartinėmis raidėmis, skaitmenimis arba numeruojami.

1.3.3. Plienų panaudojimas automobilių gamyboje

Iš anglìnio pliẽno daugiausia naudojamas konstrukcinis. Iš lakštinio plieno 05кп, 08, 10 gaminamos kėbulo, apdailos detalės, gaubtai, dangteliai. Iš plieno 20 gaminami velenai, įvorės, pirštai, iš plieno 35 – pavarų perjungimo šakutės ir svirtys, kardaninių pavarų ir kiti jungčių varžtai, ratų varžtai, veržlės. Plienas 45 naudojamas alkūniniams ir skirstymo velenams, lingių ir stūmoklių pirštams, švaistikliams, krumpliaračiams gaminti. Iš plienų 50, 65, 70, 75 gaminami smagračių krumpliniai vainikai, sankabų diskai, spyruoklės.

Iš legirúotųjų plienų 18ХГТ, 30ХГТ, 40ХГТ, 40ХГР gaminami pavarų krumpliaračiai, švaistikliai, pusašiai, pasukamieji ašigaliai, stabdžių svirtys, vairo detalės. Iš plienų 15Х ir 20Х gaminamos Kardano kryžmės, diferencialo satelitų ašys, kryžmės. Iš plieno 40Х daromi varžtai, veržlės, įsiurbimo vožtuvai. Lingės ir spyruoklės gaminamos iš plienų 55С2, 60С2, 50ХГА, 50ХГФА. Iš plienų Х9С2, Х10С2М, 30Х13Н7С2 gaminami variklių išmetimo vožtuvai, iš nerūdijančiųjų plienų 10Х18Н9Т, 2Х13 – vandens siurblių velenėliai, stabdžių sistemos detalės.

1.3.4. Terminis ir termocheminis metalų apdorojimas

Tèrminiu apdorójimu vadinama kieto būvio metalų ir lydinių įkaitinimo, laikymo ir aušinimo operacijų, kurios atliekamos metalų ir lydinių struktūrai pakeisti ir reikalingoms jų savybėms gauti, visuma. Termiškai apdorojami ruošiniai ir gatavos detalės. Ruošiniai dažniausiai termiškai apdorojami tam, kad pagerėtų jų struktūra ir sumažėtų kietumas, kad palengvėtų jų apdorojimas, o detalės – kad būtų suteiktos joms reikalingos eksploatacinės savybės: kietumas, stiprumas, atsparumas dilimui, tamprumas ir kt. Terminiu apdorojimu žymiai pagerinus mechanines mašinų detalių ir gaminių savybes, galima padidinti leidžiamąsias apkrovas, sumažinti detalių ir mechanizmų matmenis ir svorį, padidinti patikimumą ir patvarumą.

Termochèminiu apdorójimu vadinamas paviršinių metalo sluoksnių cheminės sudėties, struktūros ir savybių pakeitimo procesas. Įsotinus paviršių įvairiais cheminiais elementais, padidėja jo kietumas, atsparumas dilimui, korozijai, nuovargiui, o vidiniai detalės sluoksniai lieka tąsūs ir stiprūs.

Terminio apdorojimo procese įkaitinus iki tam tikros temperatūros, joje palaikius ir reikiamu greičiu ataušinus, gaunami reikalaujami metalo sandaros ir savybių pakitimai. Terminio apdorojimo procesų parametrai yra didžiausioji lydinio įkaitinimo temperatūra, lydinio išlaikymo įkaitinimo temperatūroje trukmė, kaitinimo greitis ir aušinimo greitis. Vadinasi, pagrindiniai terminio apdorojimo faktoriai yra temperatūra ir laikas.

Bendros plieno, ketaus ir spalvotųjų metalų lydinių terminio apdorojimo operacijos yra **kaĩtinimas, normalizãvimas, grū̃dinimas, atleidìmas ir séndinimas.** Be to, dažnai atliekamas ir termocheminis plienų ir įvairių lydinių apdorojimas. Terminiu apdorojimu gali būti vadinama ir viena, ir kelios operacijos.

Kaĩtinimu vadinama plieno ruošinių terminio apdorojimo operacija, kurią atliekant, plieno ruošinius įkaitinus iki nustatytos temperatūros, išlaikius joje nustatytą laiką ir po to lėtai aušinant, gaunamas pastovios struktūros, be liekamųjų įtempių plienas. Plieninių gaminių kaitinimo tikslas – pašalinti liekamuosius įtempius, suvienodinti struktūrą, pagerinti pjaunamąjį apdorojimą ir paruošti kitam terminiam apdorojimui. Kaitinimą sudaro įkaitinimas iki 300–1100 °C temperatūros, išlaikymas joje iki 20 val., lėtas ataušinimas – 10–100 °/h greičiu. Atliekamas visiškas, dalinis, sferoidacinis, izoterminis, difuzinis, rekristalizacinis, žematemperatūris kaitinimas.

Normalizãvimu vadinama terminio apdorojimo operacija, kurią sudaro įkaitinimas iki 720–1050 °C temperatūros, išlaikymas toje temperatūroje 2–20 val. ir ataušinimas ore (1–3 °/s greičiu). Normalizuojant pašalinami plieno vidiniai įtempiai ir sukietinimas, pagerinamos mechaninės savybės. Plienas po šios operacijos įgauna vienalytę, smulkiagrūdę, t. y. normalią, struktūrą. Normalizuojami liejiniai, kaltiniai ir kiti ruošiniai. Normalizavimas atliekamas dažniau negu kaitinimas, nes ši operacija našesnė, pigesnė ir gaunami geresni rezultatai.

Grū́dinimas – tai terminio apdorojimo operacija, kurią atliekant plienas įkaitinamas iki optimalios temperatūros, išlaikomas toje temperatūroje ir paskui greitai ataušinamas, kad susidarytų nestabili struktūra. Užgrūdinti konstrukciniai ir įrankiniai plienai bei lydiniai pasidaro kietesni ir stipresni, bet ne tokie plastiški. Užgrūdinimo kokybė priklauso nuo įkaitinimo temperatūros ir greičio, išlaikymo trukmės ir aušinimo greičio. Grūdinant plieno gaminiai įkaitinami iki 750–1050 °C temperatūros, išlaikomi joje iki 2 val., po to aušinami vandenyje, druskų ir šarmų vandeniniuose tirpaluose, išlydytose druskose ar alyvoje (120–1200 °/s greičiu). Grūdinimas būna: grūdinimas vienoje terpėje, grūdinimas dviejose terpėse, pakopinis grūdinimas, izoterminis grūdinimas, grūdinimas paaušinus, grūdinimas su atleidimu, šaldomasis grūdinimas.

Atleidìmas – terminio apdorojimo procesas, kurį sudaro užgrūdinto plieno įkaitinimas iki 150–720 °C temperatūros, išlaikymas joje iki 50 val. ir ataušinimas (dažniausiai aušinama ore). Atleidimo tikslas – gauti stabilesnės struktūros plieną, pašalinti arba sumažinti vidinius jo įtempius, padidinti užgrūdinto plieno tąsumą ir plastiškumą, gerokai sumažinant trapumą ir nedaug sumažinant kietumą. Atleidimas būna žemasis (150–50 °C), vidutinis (300–500 °C) ir aukštasis (500–680 °C).

Detalės gali būti **séndinamos** – išlaikomos 120–150 °C temperatūroje 18–25 val. Pasendintų detalių matmenys stabilizuojasi, o plieno kietumas ir struktūra beveik nepakinta. Termiškai sendinant pašalinami vidiniai įtempiai, šiek tiek mažėja kietumas ir stiprumas. Įrankiai sendinami 450–670 °C temperatūroje 2–6 val., po to lėtai aušinami 30–50 °/h greičiu. Natūraliai sendinami ypač svarbūs liejiniai – tikslių staklių korpusai, variklių cilindrų blokai. Jie laikomi aplinkos sąlygomis 3–6 mėnesius, kartais iki 2 metų.

Termochèminis apdorójimas – tai cheminis ir terminis plieno paviršiaus sluoksnio apdorojimas, kad pakistų jo sudėtis, struktūra ir savybės. Daugiausia paplitę šie termocheminio apdorojimo procesai: **cementãvimas** (paviršiaus sluoksnio įsotinimas anglimi), **azòtinimas, cianãvimas** (nitrocementavimas, karbonitravimas – paviršiaus įsotinimas anglimi ir azotu).

Cementuojamos detalės be oro kaitinamos įanglinimo terpėje (medžio anglies ir bario karbido mišinys, natrio chlorido, natrio karbonato, natrio cianido ir bario chlorido išlydytas mišinys, gamtinės ar koksavimo dujos) 900–950 °C (įrankiniai plienai 1100–1250 °C) tempe-

ratūroje, išlaikomos keletą valandų ir lėtai ataušinamos. Cementavimu anglies kiekis paviršiaus sluoksnyje padidinamas iki ~ 1 proc. Cementavimo greitis – 0,2–0,3 mm/h, cementuoto sluoksnio storis – 0,5–2,5 mm. Cementuotas paviršius būna kietas, atsparus dilimui, padidėja detalių stiprumas.

Azotinimu vadinamas įsotinimas azotu, kad paviršius pasidarytų labai kietas, atsparus dilimui ir korozijai. Azotinama amoniako terpėje 500–600 °C temperatūroje. 0,2–1,0 mm sluoksnio įazotinimas trunka iki 60 valandų.

Cianuojama išlydytose ciano druskose, anglies monoksido ir amoniako dujų mišinyje 820–860 °C temperatūroje. Cianuoto sluoksnio storis – 0,2–2,0 mm, trukmė – 0,5–10 valandų. Gaunamas labai atsparus dilimui sluoksnis, detalės mažai deformuojasi. Cianuojamos detalės, pagamintos iš vidutinio anglingumo ir neanglinių plienų bei iš legiruotųjų plienų. Cianuojama daug automobilio detalių, iš nerūdijančiojo plieno pagaminti įrankiai.

Gerų rezultatų pasiekiama sulfidinant (prisotinant paviršių sieros) ketų: pavyzdžiui, sulfidinti stūmoklių žiedai, įvorės greitai prisitrina, būna atsparūs trinčiai ir jų naudojimo laikas pailgėja kelis kartus.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Iš ko lydomas plienas?
2. Kokia priemaišų įtaka plieno savybėms?
3. Kokie yra plieno gavybos būdai?
4. Kaip klasifikuojami plienai?
5. Kaip panaudojami konstrukciniai angliniai plienai?
6. Kaip panaudojami legiruotieji konstrukciniai plienai?
7. Kas yra terminis apdorojimas ir kokiu tikslu jis atliekamas?
8. Ką vadiname plieno kaitinimu, normalizavimu?
9. Kas yra plieno grūdinimas?
10. Kokia plieno atleidimo paskirtis?
11. Kokius žinote termocheminio apdorojimo būdus?
12. Kaip ir kodėl cementuojama?
13. Kaip ir kodėl azotinamos detalės?
14. Kaip ir kodėl cianuojama?

1.4. Spalvotieji metalai ir jų lydiniai

Dauguma metalų priskiriami spalvotiesiems. Spalvotieji metalai ir jų lydiniai naudojami įvairiose mašinų gamybos srityse, kai kuriose, pavyzdžiui, elektrotechnikoje, elektronikoje, radiotechnikoje, aviacijos ir kosminės technikos gamyboje, yra pagrindinės konstrukcinės medžiagos. Nemažai gaminių iš šių metalų ir lydinių yra automobilių sudedamosios dalys.

1.4.1. Varis ir jo lydiniai

Vãris (**Cu**) yra raudonai rusvos spalvos, minkštas, kalus metalas, geras šilumos ir elektros laidininkas. Egiptiečiai ir šumerai iš jo gamino ginklus ir namų apyvokos reikmenis daugiau kaip prieš 5500 metų. Vario tankis gana didelis (8960 kg/m^3), lydymosi temperatūra – 1083 °C. Jis atsparus korozijai, nesunkiai suvirinamas, tačiau sunkiai pjaunamas, todėl dažniausiai apdorojamas spaudimu. Varis labai tąsus, plastiškas, iš jo galima gaminti įvairaus storio vielą ir foliją, naudojamas kaip laidininkas elektros prietaisuose, kompiuteriuose. Iš vario gaminami laidų antgaliai ir gnybtai, cheminiai ir buitiniai indai, skarda stogų dangoms, laivų detalės, plastiški jungčių sandarinimo tarpikliai, labai laidžios šilumai dalys, buities bei dekoratyviniai dirbiniai ir kita.

Pagal ISO/R 1337 standartą varis žymimas cheminiu simboliu Cu ir raidėmis, nurodančiomis grynumą (Cu-ETP – 99,90%, Cu-OF – 99,95% Cu). Rùsijoje pagal GOST 859-78 techniškai grynas varis žymimas raide M ir skaičiais, apibūdinančiais grynumą (M00-99,99%, M1-99,9%, M3-99,5% Cu). Technikoje plačiai naudojami vario lydiniai – žalvaris, bronza, vario ir nikelio specialių savybių lydiniai.

Žálvaris – tai vario ir cinko lydinys, kuriame cinko būna iki 42 proc. Žalvaris plastiškas, kalus, lengvai pjaunamas ir spaudžiamas, yra gražaus gelsvai žalsvo atspalvio, atsparus korozijai. Iš įvairios sudėties žalvario gaminami papuošalai, monetos, medaliai, baldų apdailos elementai, architektūros elementai, elektrotechnikos gaminiai, kondensatorių folija, vamzdeliai, buitinės technikos detalės, vandentiekio armatūra, laivų prietaisų detalės, šovinių tūtelės, spyruoklės, garo ir hidraulinių sistemų vožtuvai, šiluminės įrangos detalės ir daug kitų gaminių. Kai kurie žalvario lydiniai vadinami sunkialydžiais lydmetaliais ir naudojami plienui bei spalvotiesiems metalams lituoti. Gaminamas ir ypatingų savybių legiruotas manganu, aliuminiu, geležimi, nikeliu žalvaris. Jis būna liejamasis ir deformuojamasis.

Pagal tarptautinį standartą ISO liejamasis žalvaris žymimas G. Visų žalvario markių pradžioje rašomas simbolis Cu, toliau nurodomi kitų komponentų simboliai ir jų kiekiai procentais (G-CuZn35AlFe3Mn). Jei elemento yra apie vieną procentą, skaičius 1 nerašomas. Rùsijoje pagal GOST 17711-80 deformuojamasis žalvaris žymimas raide Л ir skaičiais, parodančiais vario kiekį procentais (Л96 – 96% Cu, 4% Zn; Л63 – 63% Cu, 37% Zn). Liejamojo žalvario markėse rašoma ЛЦ bei nurodomas cinko kiekis. Kitos raidės ir po jų esantys skaičiai rodo kitų komponentų kiekį (ЛЦ40 – 40% Zn; ЛЦ40Мц3Ж – 40% Zn, 3% Mg, 1% Fe). Vokietìjoje kai kurie žalvario lydiniai žymimi Ms (*Messing*), JAV – *Brass* arba *Bronze*.

Brònza – tai seniausiai žinomas vario ir įvairių cheminių elementų, išskyrus cinką ir nikelį, lydinys. Bronzoje gali būti alavo, aliuminio, silicio, berilio, mangano, grafito, švino. Bronza stipri, atspari trinčiai ir dilimui, korozijai, lengvai apdorojama mechaniškai, ypač gerai liejama. Būna liejamoji ir deformuojamoji bronza. Iš jos gaminami lakštai, viela, strypai, vamzdžiai, guolių įvorės, laivų sraigtai ir kitos detalės, spyruoklės, liejamos skulptūros ir dekoratyviniai dirbiniai, varpai.

Pagal ISO 197-1:1983 standartą bronza žymima elementų simboliais ir skaičiais, nurodančiais elemento kiekį (pvz., CuSn12Ni12; CuPb10Sn10; CuAl5As; CuNi2Si). Rùsijoje pagal GOST bronza ženklinama raidėmis Бр ir rašomos legiruojančiųjų elementų raidės, tada

jų kiekį nurodantys skaičiai (БрОЦС4-4-2,5 – vario lydinys, alavinė deformuojamoji bronza su 4 proc. alavo, 4 proc. cinko, 2,5 proc. švino; БрА10Ж4Н4 – aliumininė liejamoji bronza su 10 proc. aliuminio, 4 proc. geležies, 4 proc. nikelio). JAV bronza žymima žodžiu – *Bronze*.

Vãrio ir nìkelio bei kitų elementų lydiniai skirstomi į dvi grupes: konstrukcinius, korozijai atsparius lydinius, ir elektrotechninius, didelės varžos lydinius.

Pirmieji yra gražios, sidabrą primenančios išvaizdos. Jie vadinami **melchiòrais, naujasidãbriais ir kuniãliais**. Yra atsparūs korozijai, gana stiprūs, lengvai apdorojami ir naudojami tiksliosios mechanikos prietaisų detalėms, medicinos įrankiams, monetoms, papuošalams, stalo įrankiams ir indams, ilgaamžiams kontaktams, spyruoklėms gaminti.

Antrosios grupės lydiniai – **manganìnas, nikelìnas, monèlis, kopèlis –** turi stiprią elektrinę varžą ir naudojami rezistoriams, termorezistoriams, potenciometrams, reostatams, termoelementams, termoporams gaminti. **Konstantãnas** pasižymi stabilia varža plačiame temperatūros diapazone ir naudojamas matavimo prietaisuose, termoelementuose, varžynuose.

Žalvario ir bronzos panaudojimas automobiliuose

Iš žalvario gaminamos įvairios įvorės, purkštukai, čiaupeliai, daviklių korpusai, radiatoriaus vamzdeliai ir bakeliai, degalų tiekimo ir stabdžių sistemų vamzdeliai, karbiuratoriaus plūdė, relių, saugiklių kontaktai, laidų jungtys, lempų lizdai, išmetimo kolektoriaus tvirtinimo veržlės ir kt.

Iš bronzos gaminamos guolių įvorės (skirstymo velenui, švaistiklio viršutinei galvutei), vairo mechanizmo atraminės įvorės, sinchronizatorių blokavimo žiedai, starterio ir kitų elektrinių variklių velenų guolių įvorės, stiklų kėliklių, stiklų valytuvų krumpliaračiai ir sliekai, bronza apliejamas slydimo guolių įdėklų darbinis paviršius ir kt.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios vario savybės?
2. Kokie vario lydiniai vadinami žalvariu, kokios jų savybės?
3. Kaip panaudojamas žalvaris?
4. Kokie vario lydiniai vadinami bronza, kokios jų savybės?
5. Kaip panaudojama bronza?

1.4.2. Aliuminis ir jo lydiniai

Aliumìnis (**Al**, tankis – 2699 kg/m^3) – lengvas sidabriškai baltas, nestiprus, minkštas, atsparus korozijai, itin laidus šilumai ir elektrai metalas. Lydymosi temperatūra – 660 °C. Ore aliuminis pasidengia plona oksido Al_2O_3 plėvele, kuri nelaidi deguoniui ir apsaugo aliuminį nuo tolesnės oksidacijos. Metalinis aliuminis gaunamas elektrolizinio redukavimo būdu iš rūdų – boksito, kriolito, nefelino. Tam sunaudojama daug elektros energijos, todėl aliuminis

nėra pigus. Siekiant mažinti gamybos kainą, mažiau naudoti neatsinaujinančių energijos šaltinių, apie 45 proc. aliuminio pagaminama iš aliuminio laužo.

Grynas aliuminis naudojamas kondensatoriams ir maistinei pakavimo folijai, elektros laidininkams (laidams, kabeliams, ratlankiams), maisto indams, konservų dėžutėms, alaus skardinėms, šaldytuvų elementams, automobilių radiatoriams, chemijos pramonės įrenginiams gaminti. Aliuminiu padengiamos automobilių variklių degimo kameros sienelės, dujų išmetimo vamzdžių paviršius, užgarinimo vakuume būdu sudaromos dekoratyvinės dangos ant metalinių ir plastikinių detalių.

Daug plačiau panaudojami aliuminio lydiniai su variu, magniu, cinku, manganu, chromu, titanu ir kt. Aliuminis ir jo lydiniai suvirinami elektrolankiniu būdu apsauginėje inertinių dujų (argono) aplinkoje.

Aliuminio lydiniai skirstomi į tris grupes:

- deformuojamuosius (**magnãliai, duraliumìniai, aviãliai**);
- liejamuosius (**silumìnai**);
- sukepintuosius miltelinius lydinius.

Iš deformuojamųjų aliuminio lydinių – duraliuminių (Al-Cu-Mg-Mn), avialių (Al-Mg-Si-Cu), magnalių (Al-Mg), superduraliuminių (Al-Si-Cu-Mg-Mn) – gaminami lakštai, viela, juostos, fasoniniai profiliai ir įvairios kalamos, štampuojamos, presuojamos detalės (statybos elementai ir konstrukcijos, stogų danga, rezervuarai, valtys ir laivų detalės, prietaisų ir elektros mašinų korpusai, radijo, elektroninių prietaisų, kompiuterių detalės, automobilių kėbulų, pakabos detalės, ratų diskai, buitiniai gaminiai). Ypač plačiai avialiai, duraliuminiai naudojami lėktuvų, kosminės technikos gamyboje.

Liejamieji aliuminio lydiniai siluminai (Al-Si) pasižymi geromis liejimo savybėmis, lengvai apdorojami pjovimu, yra stiprūs, atsparūs korozijai. Aliuminio lydinius galima lituoti specialiais fliusais ir lydmetaliais. Lydinių su variu ir magniu (Al-Cu-Mg) didesnis stiprumas, tačiau blogesnės liejimo savybės ir mažesnis atsparumas korozijai. Iš šių lydinių gaminami prietaisų ir mechanizmų korpusai, baldų furnitūra, gaubtai ir dangčiai, automobilių, lėktuvų, kosminių aparatų detalės.

Deformuojamieji ir liejamieji aliumino lydiniai gali būti sustiprinami įvairiais terminio apdorojimo būdais. Kai kurie aliuminio lydiniai, įkaitinti iki 500 °C, grūdinami vandenyje tampa labai plastiški, o po 3–4 valandų pasidaro stiprūs ir kieti.

Aliuminio ir jo lydinių gaminiai, norint apsaugoti juos nuo korozijos, plakiruojami – valcuojant padengiami plonu gryno aliuminio sluoksniu arba anodinami – elektrolize sudaromas storesnis aliuminio oksido sluoksnis. Kai kurie aliuminio lydiniai lyginamosiomis savybėmis (stiprumu, standumu) mažai nusileidžia plienui, tačiau gaminiai iš aliuminio lydinių beveik tris kartus lengvesni negu plieniniai. Deja, aliuminio lydiniai yra maždaug penkis kartus brangesni už plieną.

Pagal Europos standartą EN 1780-2 techniškai grynas aliuminis žymimas raidėmis AW. Po šių raidžių rašomas cheminis simbolis ir skaičiai, rodantys jo kiekį procentais (pvz., EN AW-Al 99,7). Rùsijoje pagal GOST techniškai grynas aliuminis žymimas raide A ir skaičiais, rodančiais, keliomis procento dalimis aliuminis yra grynesnis nei 99 proc. Pvz., A999 atitinka 99,999% Al, A95 – 99,95% Al, A2 – 99,2% Al.

Deformuojamieji lydiniai pagal EN žymimi EN AW-AlCu4Mg2, EN AW-AlSiMg; pagal GOST – АМц (aliuminio ir mangano lydiniai), АМг (aliuminio ir magnio lydiniai magnaliai), Д1, Д16, Д18 (duraliuminiai), АК6, АК8 (aliuminio ir vario lydiniai), АВ, АД31, АД33 (avialiai), В65, В96 (stiprūs aliuminio, cinko, magnio ir vario lydiniai).

Liejamieji aliuminio lydiniai žymimi: pagal Europos standartą – EN AC-AlSi5Cu3, EN AC-AlZn5Mg, EN AC-AlMg9; o Rùsijoje pagal GOST – raide А, komponentus atitinkančiomis rusiškomis raidėmis ir skaičiais, nurodančiais komponentų kiekį procentais (АК12, АМг5К, АЦ4Мг). Komponentai: varis – М, manganas – Мц, stibis – Су, cinkas – Ц, magnis – Мг, nikelis – Н, silicis – К.

Sukepintieji milteliniai aliuminio lydiniai – tai atskira lydinių grupė, pasižyminti didesniu atsparumu karščiui. Jie gaunami azotu išpurškus išlydytą aliuminį ar jo lydinį ir susmulkinus ataušusias daleles rutuliniuose malūnuose. Milteliai pasidengia plona oksido plėvele. Jie karštai supresuojami į briketus, po to valcuojami, kalami arba presuojami. Medžiaga, gauta iš aliuminio miltelių, tinkama apdoroti iki 500 °C temperatūroje. Rùsijoje žymima САП ir skaičiais nuo 1 iki 4, o aliuminio lydinių milteliniai lydiniai žymimi САС ir trumpą laiką išlaiko 900 °C temperatūrą.

Aliuminio lydinių panaudojimas automobiliuose

Iš deformuojamųjų lydinių gaminamos pakabų svirtys, kėbulų (kai kurių modelių „Audi“, „Honda“, „Lotus“, „Jaguar“) detalės, ratų diskai, degalų bakai, radiatorių vamzdeliai ir bakeliai, buferių sijos, salono apdailos detalės, prietaisų korpusai ir kt. Liejamieji lydiniai naudojami variklių cilindrų blokams, bloko galvutėms, stūmokliams, įsiurbimo kolektoriams, sankaboms, pavarų dėžėms, pagrindinėms pavaroms, vairo mechanizmų karteriams, alyvos, aušinamojo skysčio siurblių korpusams, ratų diskams ir kt. lieti.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios aliuminio savybės?
2. Kokius žinote aliuminio lydinius?
3. Kaip panaudojami deformuojamieji aliuminio lydiniai?
4. Kaip panaudojami liejamieji aliuminio lydiniai?
5. Kokios sukepintųjų miltelinių aliuminio lydinių savybės?

1.4.3. Titanas ir jo lydiniai

Titãnas (**Ti,** tankis – 4510 kg/m^3, lydymosi temperatūra – 1660 °C) – tai sidabriškai pilkas, gana lengvas, plastiškas metalas. Lengvai deformuojamas šaltas ir karštas, stiprumu pranoksta plieną, labai atsparus korozijai, neatsparus dilimui, sunkiai pjaunamas, suvirinamas apsauginėje argono aplinkoje. Titanas naudojamas cheminiams reaktoriams, vamzdynams,

cheminei armatūrai, buitinių prietaisų detalėms, stalo įrankiams ir indams, dekoratyviniams dirbiniams gaminti (pvz., šakutės, šaukštai, vazos, rankinių laikrodžių korpusai, apyrankės).

Geromis savybėmis pasižymi titano ir aliuminio, vanadžio, alavo, molibdeno, cirkonio, chromo, hafnio, torio, geležies, niobio, anglies lydiniai. Jie būna deformuojamieji ir liejamieji.

Iš deformuojamųjų titano lydinių gaminama skarda, lakštai, profiliai, vamzdžiai. Jie naudojami chemijos, maisto pramonės įrenginių, laivų, lėktuvų, raketų, kosminės technikos detalėms, suskystintųjų dujų indams, kriogeninės aparatūros, branduolinių reaktorių, šaldytuvų detalėms, medicininiams protezams, lenktyninių automobilių ir motociklų variklių švaistikliams, pakabų svirtims, motociklų, dviračių rėmams gaminti.

Iš liejamųjų titano lydinių liejami mechanizmų korpusai, transporto mašinų, laivų, lėktuvų, sraigtasparnių, raketų, kosminių aparatų, cheminės aparatūros detalės, didelio atsparumo indai.

Titano ir nikelio lydinys vadinamas **nitinolù** (TiNi). Jis pasižymi formos atminties efektu, t. y. aukštesnėje temperatūroje įgavęs pradinę formą, po to ataušintas ir pakeitęs pavidalą, pakaitintas gaminys vėl atgauna pradinę formą. Titano lydinių šiluminio plėtimosi koeficientas atitinka keramikos plėtimosi koeficientą, todėl jie gali būti suvirinami su keramika kaip elektrodai. Kadangi titanas neturi magnetinių savybių, jo lydiniai naudojami branduoliniuose reaktoriuose, didesnio laidumo generatoriuose.

Rùsijoje pagal GOST techniškai grynas titanas žymimas BT1-0, BT1-1, o deformuojamieji titano lydiniai – BT5, BT5-1, BT6, BT15, BT20 ir pan. Liejamųjų lydinių markės gale rašoma raidė Л (pvz., BT5Л, BT3-1Л). JAV ir pagal ISO titanas žymimas Ti 1 (0,3% priemaišų), titano lydinių markėse nurodomas vidutinis legiruojančių elementų kiekis (Ti-5Al-2,5Sn, Ti-8Al-2Nb-1Ta, Ti-3Al-13V-11Cr). Pagal sudėtį BT5-1 atitinka Ti-5Al-2,5Sn, BT6 atitinka Ti-6Al-4V, BT14 artimas lydiniui Ti-4Al-3Mo-1V.

1.4.4. Magnis ir jo lydiniai

Mãgnis (**Mg**, tankis – 1739 kg/m^3, lydymosi temperatūra – 648,8 °C) – tai sidabriškai baltas, blizgantis, lengvas, gana minkštas, neplastiškas, nemagnetiškas metalas. Ore greitai oksiduojasi, pakaitintas – dega. Naudojamas fotografijoje (blykstėms), chemijoje, cheminiuose elektros srovės šaltiniuose, pirotechnikoje, metalurgijoje magniu desulfuruojami (pašalinama nepageidaujama siera) kiti metalai ir lydiniai.

Plačiau naudojami magnio ir aliuminio, cinko, mangano, cerio, cirkonio, nikelio, silicio, berilio, titano lydiniai. Jie skirstomi į deformuojamuosius ir liejamuosius.

Deformuojamieji magnio lydiniai lengvesni už aliuminio lydinius, vidutinio stiprumo, lengvai pjaunami, presuojami, valcuojami, gerai suvirinami. Iš jų gaminami lakštai, juostos, strypai, profiliai, kaltiniai. Naudojami fotografijos, kino, radijo, elektroninės aparatūros korpusinėms detalėms, laivų, lėktuvų, raketų, kosminių aparatų dalims gaminti.

Liejamieji magnio lydiniai lydomi ir pilstomi po fliuso sluoksniu arba vakuume, dažniausiai liejami slegiant. Iš jų gaminami nešiojamųjų prietaisų korpusai, lėktuvų, raketų, kosminių aparatų dalys, automobilių variklių cilindrų blokai, bloko galvutės, mechanizmų karteriai, benzino ir alyvos armatūra, ratų diskai. Siekiant apsaugoti nuo korozijos, magnio lydinių gaminiai padengiami dažais, lakais arba elektrocheminėmis dangomis.

Pagal ISO standartą magnio lydinių markėse rašomi pagrindinių komponentų cheminiai simboliai ir po jų – kiekiai procentais. Liejamųjų magnio lydinių markės pradžioje rašoma G. Pavyzdžiui, MgAl13Zn, MgAl18Zn – deformuojamieji magnio lydiniai, G-MgAl19Zn1, G-MgZn5Th2Zr1 – liejamieji lydiniai.

Pagal GOST standartą magnio lydiniai žymimi: deformuojamieji lydiniai raidėmis МА, liejamieji – raidėmis МЛ. Skaičiai po raidžių nerodo cheminės sudėties – tik lydinio numerį. Pavyzdžiui, МА2-1, МА5, МА12, МЛ4, МЛ9, МЛ15.

1.4.5. Cinkas ir jo lydiniai

Cìnkas (**Zn**, tankis – 7140 kg/m³, lydymosi temperatūra – 419 °C) – tai melsvai pilkas, blizgantis, kalus, atsparus korozijai metalas. Drėgname ore oksiduojasi, tirpsta praskiestose rūgštyse, pakaitintas dega. Cinku padengiamas plienas siekiant apsaugoti nuo korozijos, cinku iš rūdų redukuojami auksas ir sidabras, legiruojami kitų metalų lydiniai, iš jo gaminamas cinko chloridas (ZnCl).

Cinko ir aliuminio, vario, magnio, kadmio, alavo lydiniai palyginti stiprūs, vidutiniškai atsparūs korozijai, nesunkiai lydomi, liejami slegiant plieninėse formose. Lydiniai Zn-Al-Mg naudojami sudėtingų konfigūracijų, plonasienėms, vidutinio stiprumo detalėms lieti, lydmetaliams ir kt. gaminti.

Lydiniai Zn-Al-Cu naudojami buitinės technikos detalėms lieti, prietaisų korpusams, automobilių karbiuratorių, benzino, aušinamojo skysčio, alyvos siurblių, elektrinių ir apšvietimo prietaisų, kėbulo apdailos detalėms ir pan. gaminti.

Lydiniai Zn-Al-Cu-Cd – tai antifrikciniai lydiniai, pakeičiantys brangius bronzą ir babitą. Tinka nedidelių greičių, mažai apkrautų guolių detalėms gaminti.

Lydiniai Zn-Al, Zn-Sn, Cu-Zn – tai sunkialydžiai lydmetaliai. Jais lituojamos plieninių, ketinių, varinių, bronzinių ir kitų lydinių detalių jungtys.

Pagal EN standartą cinko lydiniai žymimi komponentų cheminiais simboliais ir nurodomas jų kiekis procentais, pvz., ZnAl4, ZnAl4Cu3.

Pagal GOST lydinių markės – ЦА4, ЦАМ4-3, ЦАМ9,5-1,5 ir pan.

1.4.6. Berilis ir jo lydiniai

Berìlis (**Be**, tankis – 1848 kg/m³, lydymosi temperatūra – 1278 °C) – perspektyvus konstrukcinis metalas. Tai šviesiai pilkšvas, lengvas, labai stiprus, tamprus, standus, atsparus korozijai, tačiau brangus metalas (200 kartų brangesnis už varį ar aliuminį). Beriliu lėtinami ir atspindimi neutronai branduoliniuose reaktoriuose, iš jo gaminami rentgeno vamzdelių langai, juo padengiami plieno gaminiai (tai padidina kietumą ir atsparumą korozijai), legiruojami vario, chromo, nikelio, magnio lydiniai.

Berilio ir aliuminio, magnio, alavo, sidabro, silicio, nikelio lydiniai lengvesni, standesni, jų aukštesnė lydymosi temperatūra (negu aliuminio lydinių), atsparūs korozijai, labai stiprūs. Sunkiai apdorojami pjovimu, tačiau gerai suvirinami volframo elektrodais helio dujų aplinkoje.

Berilio drožlės, dulkės, dūmai, junginiai yra toksiški, bet kompaktiškas metalas – nenuodingas.

Berilio lydiniai naudojami stiprių, nekibirkščiuojančių įrankių, lėktuvų, raketų, kosminių aparatų, kompresorių, siurblių, automobilių stabdžių, variklių detalėms gaminti (pvz., „Apollo“ kosminio laivo korpusas, Mėnulio modulio „Eagle“ kabina, lenktyninių motociklų variklių stūmokliai). Smulkios detalės gaminamos presuojant berilio lydinių miltelius ir sukepinant ~1200 °C temperatūroje. Stambūs gaminiai gaunami presuojant miltelius ir vėliau deformavimo būdu gaminant lakštus, strypus, profilius, kaltinius.

1.4.7. Lydmetaliai

Tai metalai arba metalų lydiniai, kuriais sujungiamos lituojamosios detalės. Lydmetalių lydymosi temperatūra turi būti žemesnė negu sujungiamų metalų. Lituojant metalas mažai įkaitinamas, todėl nepakinta jo struktūra. Pagal lydymosi temperatūrą lydmetaliai skirstomi į lengvalydžius (lydymosi temperatūra iki 500 °C) ir sunkialydžius (lydymosi temperatūra per 500 °C). Prie lengvalydžių priskiriami alavo ir švino, alaviniai; švino, alavo ir stibio lydmetaliai. Jais lituojamos varinės, žalvarinės detalės, cinkuota ir alavuota skarda, plieno gaminiai. Sunkialydžiai lydmetaliai – tai varis; vario ir cinko lydiniai (žalvaris); sidabro, vario ir cinko lydiniai. Jie naudojami vario, žalvario, plieno, ketaus, kitų lydinių detalėms lituoti.

Aliuminio ir jo lydinių detalėms lituoti naudojami alavo, cinko, kadmio; alavo, cinko, aliuminio; cinko, kadmio lydmetaliai. Duomenys apie lydmetalių žymėjimą, sudėtį ir lydymosi temperatūrą pateikti 1.4 lentelėje.

Lituotinės jungties stiprumas priklauso nuo paviršių paruošimo. Oksidų ir kitų junginių plėveles pašalina fliusai. Lituojant lengvalydžiais lydmetaliais naudojami cinko chloridas, amonio chloridas, kanifolija, jų spiritiniai tirpalai. Lituojant sunkialydžiais lydmetaliais naudojami fliusai – bura, boraksas, boro rūgštis, kalio fluoridas, boro anhidridas.

1.4 lentelė. Lydmetalių žymėjimas ir sudėtis

Markė pagal ISO	**Lydmetalio sudėtis, %**	**Lydymosi temperatūra, °C**
Solder PbSn 20 Sb 3	20 Sn, 3 Sb, likęs Pb	186–270
Solder Sn 63 Pb	63 Sn, likęs Pb	183–190
Filler Ag 15 P	15 Ag, 5 P, likęs Cu	650–800
Filler CuZn 40	60 Cu, 0,2 Si, likęs Zn	890–900
Markė pagal GOST		
ПОС 90	90 Sn, 0,15 Sb, likęs Pb	185–220
ПОСС 4-6	4 Sn, 6 Sb, likęs Pb	245–265
ПОЦ 70	~70 Sn, likęs Zn	260–315
ПСр 45	~45 Ag, 3-5 Zn, likęs Cu	660–725
ПМЦ 54	54 Cu, likęs Zn	876–880

Lituojant aliuminį ir jo lydinius naudojami fliusai, sudaryti iš kalio chlorido, ličio chlorido, natrio chlorido, cinko chlorido mišinių įvairiomis proporcijomis.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokius žinote titano lydinius?
2. Kaip panaudojami titano lydiniai?
3. Kokius žinote magnio lydinius?
4. Kaip panaudojami magnio lydiniai?
5. Kokius žinote cinko lydinius?
6. Kaip panaudojami cinko lydiniai?
7. Kokius žinote berilio lydinius?
8. Kaip panaudojami berilio lydiniai?
9. Kokius žinote lydmetalius?
10. Kaip panaudojami lydmetaliai?

1.4.8. Kietlydiniai

Kíetlydiniais vadinami metalų ir kitų medžiagų lydiniai, pasižymintys dideliu kietumu ir šį kietumą išlaikantys aukštoje temperatūroje. Pagal gamybos būdą, medžiagas ir panaudojimą, kietlydiniai skirstomi į **liejamuosius, metalokeraminius ir mineralokeraminius**.

Liejamaĩsiais kíetlydiniais stelitu, sormaitu aplydomi įrankių ir detalių paviršiai, taip padidinamas jų atsparumas dilimui. **Stelìtas** – tai volframo, chromo ir kobalto lydinys, **sormaìtas** – labai anglingas mangano, chromo ir nikelio lydinys. Liejamaisiais kietlydiniais padengtų detalių ir įrankių paviršių patvarumas padidėja 12 ir daugiau kartų.

Metalokerãminiai kíetlydiniai gaminami iš smulkių volframo, titano, tantalo karbidų (WC, TiC, TaC) grūdelių, sumaišytų su kobaltu, supresuotų ir sukepintų 1400 °C temperatūroje. Karbidai yra labai kieti ir išlaiko kietumą iki 1000 °C. Todėl kietlydiniais, kurių pagrindinė dalis yra karbidai, galima apdoroti paviršius labai dideliu greičiu, apie 3–10 kartų didesniu negu greitapjoviais plienais. Gaminami volframiniai; titaniniai ir volframiniai, tantaliniai, titaniniai ir volframiniai metalokeraminiai kietlydiniai (pagal GOST žymimi BK, TK, TTK, pagal ISO – WC, TC, TTC). Kietlydiniai daugiausia naudojami kaip įvairių formų plokštelės. Jos tvirtinamos prie medžio, metalo bei mineralų pjovimo įrankių (peilių, pjūklų, grąžtų, frezų, plėstuvų) darbinės dalies ir sudaro pjovimo briaunas. Kartais iš metalokeraminių kietlydinių gaminami nesudėtingi, nedidelių matmenų įrankiai.

Mineralokerãminiai kíetlydiniai – tai sintetinės medžiagos, kurių pagrindinės dalys yra techninis aliuminio oksidas Al_2O_3 (korundas) arba silicio nitridas Si_3N_4. Daug kur naudojama oksidinė mineralokeraminė medžiaga – **mikrolìtas**. Jis kietesnis už metalokeraminius kietlydinius ir atsparesnis kaitrai bei dilimui. Įrankiai su mikrolito plokštelėmis nepraranda

kietumo iki 1200 °C. Jais galima glotniai apdoroti plienines, ketines detales, spalvotuosius metalus ir jų lydinius, nemetalines medžiagas. Mikrolito milteliai suformuojami, supresuojami, paskui sukepinami 1750–1900 °C temperatūroje.

Mineralokeramikos eksploatacinės savybės pagerėja pridėjus volframo, molibdeno, boro, titano, nikelio. Tokios medžiagos vadinamos **kermètais**. Iš jų gaminami įrankiai sunkiai apdorojamiems plienams ir lydiniams pjauti. Palyginti su metalų karbidiniais kietlydiniais, keraminiais įrankiais galima pjauti iki 2 kartų didesniu greičiu, o įrankio patvarumas padidėja 5–12 kartų.

Metalams ir nemetalinėms medžiagoms apdoroti naudojamos ir kitos itin kietos medžiagos – boro nitridas ir deimantas.

Deĩmantas – itin kieta ir dilimui atspari kristalinė anglies atmaina. Jo kietumas šešis kartus didesnis už volframo karbido, aštuonis kartus – už greitapjovio plieno.

Smulkūs natūralūs arba dirbtiniai deimantai prie įrankio prilituojami sidabro arba žalvario lydmetaliais, stambesni tvirtinami mechaniškai.

Bòro nitrìdo kietumas artimas deimanto kietumui. Jis tris kartus atsparesnis lenkimui, o jo šiluminis patvarumas siekia 1400 °C. Dėl didesnio cheminio inertiškumo jo panaudojimas universalesnis.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios kietlydinių savybės?
2. Į kokias grupes skirstomi kietlydiniai?
3. Kam naudojami kietlydiniai?
4. Iš kokių medžiagų gaunami mineralokeraminiai kietlydiniai?
5. Kaip panaudojamos itin kietos medžiagos (deimantas)?

1.5. Plastikai ir guma

1.5.1. Plastikai ir jų panaudojimas

Plãstikais vadinamos medžiagos gaunamos cheminiu būdu iš dervų (vadinamų polimerais) ir jų mišinių. Jos mechaniškai stiprios, pasižymi geromis elektroizoliacinėmis savybėmis, mažu šilumos laidumu, chemiškai atsparios agresyviose terpėse. Plastikai skirstomi į termoplastikus ir reaktoplastikus. Termoplastikai kaitinami minkštėja, lydosi, ataušę įgauna pirmines savybes. Reaktoplastikai kieti, stiprūs, geri izoliatoriai, kaitinami nesikeičia. Automobiliuose gana plačiai panaudojami įvairūs plastikai.

Termoplastikų panaudojimas:

– iš **polietilèno (PE)** gaminama plėvelė, kabelių izoliacija, indai, degalų bakai, dangteliai;

– iš **polipropilèno (PP)** daromi akumuliatorių korpusai, salono apdailos detalės, ventiliacijos sistemos detalės;

– iš **polistirèno (PS)** daromi signalizacijos prietaisų sklaidytuvai, elektrinių prietaisų detalės, iš jo gaminamas atsparus smūgiams plastikas **ABS**, naudojamas bamperiams, apdailos detalėms, įsiurbimo kolektoriams, maitinimo sistemos detalėms gaminti, putų polistirenas naudojamas šilumos ir garso izoliacijai;
– iš **polivinilchlorìdo (PVC)** daroma laidų izoliacija, dirbtinė oda, apmušalai;
– **politetrafluoretilènas (PTFE)** vadinamas fluoroplastiku, teflonu, labai patvarus, tinka slydimo įvorėms, ventiliams, tarpikliams, izoliatoriams gaminti, juo dengiami nepridegantys indų paviršiai;
– **polimetilmetakrilãtas (PMMA)** vadinamas organiniu stiklu, naudojamas langams įstiklinti, apšvietimo technikoje;
– iš **poliamìdų (PA)** gaminamos atsparios dilimui detalės – krumpliaračiai, įvorės, sraigtai, sintetinis pluoštas **(kapronas, silonas, nailonas)**.
Reaktoplastikų panaudojimas:
– iš **fenoplãstikų (PF)** gaminami skirstytuvų, uždegimo ričių dangteliai, kitos elektrinių prietaisų detalės, sluoksniuoti plastikai (tekstolitas, getinaksas);
– iš **epoksìdinių (EP) ir poliestèrinių (PES)** dervų gaminami stiprūs klijai, kompozicinės medžiagos (stikloplastai, anglies pluošto plastikai), automobilių buferiai, kėbulų detalės;
– **silikònai** naudojami jungtims sandarinti, izoliacijai, klijams;
– iš **poliuretãno ir pùtų poliuretãno (PUR)** gaminami bamperiai, kėbulo ir salono apdailos skydai, dažai, sėdynių užpildai, garso ir vibracijų izoliacinės dangos.
Daugelį plastikų galima suklijuoti klijais arba sujungti karštuoju būdu (suvirinti).

1.5.2. Guma ir jos panaudojimas

Gumà yra natūralių arba sintetinių kaučiukų cheminių reakcijų (vulkanizacijos) produktas. Guma elastinga, chemiškai atspari, nelaidi vandeniui ir dujoms, geras dielektrikas, gana atspari atmosferos poveikiui. Tačiau ji neatspari saulės spinduliams, šilumai ir greitai senėja (praranda savybes).

Norint iš kaučiuko gauti gumą, dedama sieros arba kitų vulkanizavimo priedų, užpildų (suodžių, talko, kreidos, audinių, siūlų, metalo vielos, tinklo), minkštiklių, katalizatorių, stabilizatorių, dažalų ir vulkanizuojama – suspaustas mišinys (žalia guma) kaitinamas 130–160 °C nuo 20 iki 90 min. Minkštikliai padaro gumą minkštesnę, atsparesnę šalčiui. Katalizatoriai greitina vulkanizaciją. Stabilizatoriai stabdo gumos senėjimą. Dažalai suteikia gumai reikiamą spalvą.

Gaminama daug įvairių sintetinio kaučiuko rūšių, iš jų gaunama reikiamų savybių guma. Butadieninė, butadienstirolinė, izopreninė guma plačiai naudojama padangoms gaminti. Butilo kaučiuko guma nelaidi dujoms, atspari deguonies, ozono poveikiui. Chloropreninė ir butadiennitrilinė guma labai atspari naftos produktų poveikiui, naudojama žarnoms, manžetams, hidraulinių sistemų stūmokliams ir tarpikliams gaminti. Silikoninė guma gali ištverti nuo –60 iki +200 °C temperatūrą, tinka karštų dujų, skysčių žarnoms ir pan.

Mašinų gamyboje naudojami įvairūs techniniai gumos gaminiai: diržai sukimo judesiui perduoti, žarnos skysčiams ir dujoms tiekti, sandarinimo žiedai, tarpikliai judrioms ir

nejudrioms jungtims sandarinti, movos, judesio ribotuvai, amortizatoriai dinaminėms apkrovoms slopinti, mechanizmų atramų pagalvės, apsauginiai gaubtai, transporterių juostos, pneumatinės padangos ir kt.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios plastikų savybės?
2. Kaip automobiliuose panaudojami termoplastikai?
3. Kaip automobiliuose panaudojami reaktoplastikai?
4. Kas yra guma, kaip ji gaminama?
5. Kaip automobiliuose panaudojami gumos gaminiai?
6. Kaip nustatyti guminio gaminio defektus, jo tinkamumą naudoti?

1.6. Sandarinimo medžiagos, klijai

1.6.1. Sandarinimo medžiagos

Jungtys sandarinamos tarpikliais, sandarikliais, žiedais, gaubtais, hermetikais. Sandarinimo įtaisams panaudojamas popierius, kartonas, oda, guma, fibra, kamštis, paronitas, metalu armuotas asbestas, klingeritas, astoprokas, grafitas, sintetinių dervų hermetikai.

Põpieriumi ar kartònu sandarinamos nedaug kaistančios vietos, kai reikia, kad neištekėtų alyva ar nepatektų oro.

Òda atspari dilimui, alyvai, gali būti naudojama kaip sandariklis ar riebokšlis.

Gumà naudojama vožtuvų dangtelių, karterio dugninės, pavarų dėžės, pagrindinės pavaros karterių jungčių tarpikliams, velenų riebokšliams, alyvos nubloškimo gaubteliams, guolių ir lankstų apsauginiams gaubtams, darbinių stūmoklių sandarikliams, sandarinimo žiedams, degalų bako, radiatoriaus kamščių tarpikliams.

Fibrà – tai susmulkintas audinys, įmirkytas cinko chloride. Atspari dilimui, vandeniui, alyvai. Tinka velenų ir guolių riebokšliams, tarpikliams (pvz., vandens siurblio guoliams sandarinti).

Kam̃štis naudojamas variklio vožtuvų dangtelio, karterio dugninių, degalų tiekimo sistemos jungčių tarpikliams.

Paronìtas gaminamas iš asbestinio pluošto ir gumos, naudojamas degalų ir tepimo sistemų jungtims sandarinti.

Iš **metalù armuõtų ãsbesto** lakštų gaminami išmetimo vamzdžių jungčių tarpikliai, bloko galvutės.

Klingerìtas – asbesto, grafito, suriko, geležies oksido ir kaučiuko mišinys. Naudojamas jungtims, įkaistančioms iki 180–200 °C, ir esant dideliam slėgiui sandarinti.

Astopròkas – asbestinis audinys, impregnuotas bakelitine derva, armuotas vario ar žalvario viela. Naudojamas išmetimo sistemos jungtims sandarinti.

Grafitas naudojamas labai aukštos temperatūros veikiamų jungčių sandarinimo tarpikliams ir žiedams.

Šiuo metu labai plačiai naudojami **sintėtinių dervų skystì hermètikai**, pasižymintys įvairiomis savybėmis. Šiais hermetikais padengiami jungiamieji paviršiai, o sandarinimo sluoksnis susiformuoja sujungus detales. Plačiau apie šias medžiagas galima paskaityti „Loctite“ arba kitų gamintojų informaciniuose lankstinukuose.

1.6.2. Klijai

Klijai naudojami patikimai sujungti detalėms, jų padėčiai fiksuoti, kada netinka arba negalima panaudoti kitų sujungimo ar tvirtinimo būdų. Tvirtai ir įvairiomis kombinacijomis galima suklijuoti gaminius iš beveik visų medžiagų: medžio, metalų, keramikos, betono, plastikų, stiklo, gumos. Įvairūs gamintojai gamina universalius ir specialius klijus, kurių pagrindiniai komponentai yra akrilinės, poliesterinės, epoksidinės dervos. Automobiliuose dažniausiai naudojami „Loctite“, „Marston-Domsel“, „Weicon“, „ITW Devcon“ firmų gaminami klijai, jungčių fiksavimo elementai, sandarikliai (hermetikai).

Naudojant klijus labai svarbu gerai nuvalyti ir nuriebinti jungčių paviršių.

Plačiau apie klijus ir klijavimo technologiją – gamintojų informaciniuose ir reklaminiuose leidiniuose.

1.6.3. Gruntai, dažai, lakai

Gruñto paskirtis – sudaryti gerą sukibimą tarp metalo paviršiaus ir dažų. Jis pagerina apsaugines dažų dangos savybes. Dažymo paskirtis – sudaryti vientisą, sandarią, lygią, ilgaamžę dangą, patikimai apsaugančią paviršių nuo aplinkos poveikio, taip pat suteikti estetišką išvaizdą. Abi šios funkcijos svarbios automobilio kėbului, ypač svarbi antikorozinė apsauga.

Dažus sudaro šie komponentai: plėvelinės medžiagos, suformuojančios vientisą apsauginę plėvelę dažomame paviršiuje; užpildai, suteikiantys reikiamų mechaninių ir cheminių savybių; kietikliai ir minkštikliai, reguliuojantys dažų džiūvimą arba kietėjimą, neleidžiantys dažams tapti trapiems; pigmentai, suteikiantys spalvą; tirpikliai, tirpinantys anksčiau minėtus komponentus; skiedikliai, leidžiantys gauti reikiamą dažų klampą. Emaliniuose dažuose, arba emaliuose, daugiau plėvelinių medžiagų, todėl jų apsauginės ir išvaizdos savybės geresnės negu kitų dažų. Lakai sudaryti beveik vien iš tirpiklių ir plėvelinės medžiagos, jie pasižymi dar geresnėmis apsauginėmis savybėmis, atsparesni saulės spinduliams, labiau blizga.

Automobilių kėbulai dažomi iš sintetinių dervų pagamintais emaliais. Kartais emaliai padengiami vienu ar dviem apsauginiais sintetinio lako sluoksniais. Kėbulams dažyti naudojami pentaftaliniai, melamininiai, alkidiniai, akriliniai, poliuretaniniai emaliai bei lakai. Pastaruoju metu sukuriama, gaminama ir naudojama vis daugiau sintetinių polimerinių dažų, emalių, lakų, kuriuos galima skiesti vandeniu. Tai supaprastina dažymo darbų technologiją, sumažina aplinkos taršą. Dažų, emalių, lakų danga džiovinama normalios aplinkos temperatūros sąlygomis arba esant aukštesnei temperatūrai specialiose džiovinimo kamerose. Tai priklauso nuo dažų sudėties ir gamintojų techninių ir technologinių reikalavimų.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokias žinote sandarinimo įtaisų medžiagas?
2. Kaip sandarinamos plokščios standžių detalių jungtys?
3. Kur automobilyje panaudoti klijai?
4. Kokie svarbiausi klijavimo technologijos reikalavimai?
5. Kokia dažymo paskirtis?

1.6.4. Kitos medžiagos

Stiklas – skaidri, trapi, chemiškai patvari neorganinė medžiaga, gaunama ataušinus įvairių elementų oksidų lydalą. Tai amorfinė medžiaga, susidariusi iš peraušinto skysto tirpalo. Pagrindinės medžiagos, iš kurių sudarytas stiklas, yra trys: SiO_2, B_2O_3, ir P_2O_5. Stiklas, kurį sudaro ne mažiau kaip 99,8 proc. silicio dioksido, vadinamas kvarciniu stiklu. Jis laidus ultravioletinei spinduliuotei, atsparus karščiui, gana stiprus. Lydant kvarcinį smėlį su potašu ir primaišius 30–35 proc. švino, gaunamas sunkusis stiklas, vadinamas krištolu. Silikatinis stiklas – trapus ir nestiprus. Stiklo atsparumas padidinamas jį grūdinant. Įkaitintas iki aukštesnės negu stiklėjimo (425–600 °C) temperatūros, jis staiga ir tolygiai aušinamas oro srove arba alyvoje. Stiprumas padidėja 3–6 kartus. Be to, toks stiklas dūžta smulkiais gabalėliais, todėl nesukelia traumų pavojaus. Jis vadinamas saugiu stiklu, iš jo daromi automobilių šoniniai, galiniai langai, klijuojamas trisluoksnis saugus priekinis langas.

Sitãlai – tai kristalinės stiklo medžiagos, gaunamos į stiklo lydalą pridėjus LiO_2, TiO_2, Al_2O_3 mikrokristalų. Sitalų tankis 2,4–2,8 g/cm^2, stiprumas kelis kartus didesnis negu įprastinio stiklo. Sitalai trapūs, tačiau jų kietumas ir atsparumas dilimui panašus į grūdinto plieno. Sitalai vadinami stiklo keramika ir naudojami slydimo guoliams, cheminiams, vakuuminiams indams, elektrinių ir radijo prietaisų izoliatoriams gaminti.

Kerãmika vadinama medžiaga, gaunama aukštoje temperatūroje sukepinus iš mineralinių miltelių suformuotą masę. Pagrindiniai techninės mineralokeramikos komponentai – silicio, aliuminio, boro oksidai ir nedeguoniniai metalų junginiai su azotu, anglimi. Mineralokeraminės medžiagos labai kietos, atsparios dilimui, karščiui, naudojamos mechaninio apdorojimo įrankiams gaminti. Keraminių medžiagų miltelius sumaišius su metalų drožlėmis ir sukepinus gaunamos metalokeraminės medžiagos, kurios gali būti panaudotos abrazyviniams įrankiams gaminti, detalių paviršiams padengti, smulkioms labai atsparioms dilimui detalėms gaminti (vožtuvų kreipiamosios įvorės, starterio guolių įvorės ir pan.). Iš keraminių medžiagų gaminami aukštosios įtampos elektros srovės izoliatoriai, atsparūs cheminiam poveikiui ir karščiui indai, medicininiai protezai, automobilių uždegamųjų žvakių centrinio elektrodo izoliatoriai ir kt.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios stiklo savybės?
2. Kaip automobilyje panaudojamas stiklas?
3. Kaip panaudojamos keraminės medžiagos?

2. EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS

2.1. Aušinimo sistemų skysčiai

Geriau už kitas medžiagas šilumą šalina grynas vanduo, todėl anksčiau juo buvo užpildomos vidaus degimo variklių aušinimo sistemos. Tačiau naudoti aušinimui gryną vandenį trukdo tai, kad vandens kristalizacijos temperatūra artima 0 °C, todėl per šalčius jis užšals ir sugadins variklį, o virimo temperatūra lygi 100 °C, todėl sunku užtikrinti optimalią variklio darbo temperatūrą. Be to, vanduo sukelia metalų koroziją ir kavitaciją (paviršiuje susidaro mikroskopinių išgraužų, išvirų, labai bloginančių šilumos šalinimą nuo įkaitusių paviršių).

Šiuo metu naudojami specialūs aušinamieji skysčiai, neturintys minėtų trūkumų. Dažniausiai tai vandeniniai etilenglikolio, propilenglikolio, monoetilenglikolio, propandiolio ar spirito tirpalai. Jie dėl žemos kristalizacijos temperatūros (-30–-60 °C) vadinami antifrizais. Antifrizuose visuomet būna įvairių jų savybes gerinančių priedų. Jie stabdo arba neleidžia vykti korozijai, stabilizuoja paties skysčio savybes (antioksidantai), neleidžia susidaryti ir tirpdo jau susidariusias išviras. Putojimą slopinantis priedas saugo detales nuo kavitacinio irimo, kai kurie priedai suteikia tepimo savybių. Skirtingos sudėties antifrizų maišyti negalima, tos pačios sudėties skysčių maišymo rekomendacijas pateikia gamintojai.

Glikolinių antifrizų užšalimo (kristalizacijos) temperatūra priklauso nuo tirpalo koncentracijos (2.1 lentelė).

Antifrizo užšalimo temperatūrą galima nustatyti pagal skysčio tankį: etilenglikolio ir vandens tirpalas, užšąlantis –40 °C temperatūroje, turi būti 1,078–1,083 g/cm³ tankio. Tai galima išmatuoti areometru. Areometro plūdės skalėse būna nurodytas skysčio tankis arba užšalimo (kristalizacijos) temperatūra. Taip pat užšalimo temperatūrą galima nustatyti specialiu optiniu matavimo prietaisu – refraktometru. Spiritiniai antifrizai automobiliuose naudojami labai retai.

2.1 lentelė. Glikolinių antifrizų kristalizacijos temperatūros priklausomybė nuo tirpalo koncentracijos

Aušinamojo skysčio sudėtis (masės %)		**Kristalizacijos temperatūra (°C)**
Etilenglikolis	**Distiliuotas vanduo**	
70	30	-49
65	35	**-65**
60	40	-52
56	44	-40
50	50	-35,5
40	60	-24

Eksploataciniai reikalavimai ir rekomendacijos

Jei eksploatuojamo automobilio aušinimo sistemoje sumažėjo antifrizo, į ją galima pripilti vandens (geriausia – distiliuoto), tačiau tada pasikeis kristalizacijos temperatūra, sumažės priedų koncentracija. Tokiu atveju geriau pripilti tokio paties aušinamojo skysčio. Jei nežinoma, kokio skysčio yra pripilta į aušinimo sistemą, geriausia sistemą išplauti ir pripilti naujo, tinkamo šiam automobiliui skysčio, o automobilyje tai pažymėti lipduku ar kortele.

Eksploatuojant automobilį, antifrizų priedai eikvojasi, pamažu prarandamos jų savybės, nors užšalimo temperatūra nesikeičia. Todėl antifrizą aušinimo sistemoje reikia keisti kas 2–3 metai arba taip, kaip nurodo gamintojas.

Išleistas aušinamasis skystis turi būti supilamas į specialius indus. Jokiu būdu negalima leisti jam patekti į aplinką (dirvą ir vandenį).

Visi antifrizai nuodingi, jų gerti negalima. Tai mirtinai pavojinga.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios aušinamųjų skysčių savybės?
2. Kodėl antifrizų naudojimo laikas ribotas?
3. Kaip nustatyti antifrizo užšalimo temperatūrą?
4. Kokie aušinamojo skysčio papildymo sistemoje reikalavimai ir rekomendacijos?

2.2. Hidraulinių sistemų skysčiai

Hidraulinių pavarų skysčiams keliami labai dideli reikalavimai. Jų virimo temperatūra turi būti aukšta, jie turi išlaikyti klampą, esant įvairiai temperatūrai, neturi ardyti hidraulinių sistemų detalių paviršiaus, turi tepti trinties paviršius, ilgai išlikti stabilūs. Šiuos reikalavimus atitinka šiuolaikiniai sintetiniai hidraulinių sistemų skysčiai, žymimi pagal DOT (JAV transporto ministerija) klasifikaciją: DOT 3, DOT 4, DOT 5, DOT 5-1.

DOT 3 skysčio virimo temperatūra 220–230 °C, tinka automobiliams su būgniniais ir diskiniais stabdžiais.

DOT 4 skysčio virimo temperatūra 260–270 °C, tinka automobiliams su labai apkraunamais diskiniais ir būgniniais stabdžiais.

DOT 5 skysčių virimo temperatūra 270–280 °C, jie tinka daugeliui šiuolaikinių naujų automobilių.

DOT 5–1 skysčiai tinka motociklams, sportiniams ir lenktyniniams automobiliams, atitinka griežčiausius reikalavimus.

Visi hidraulinių sistemų skysčiai atitinka SAE J 1703, FMVSS 116, AFNOR NFR 12640, DOT bei daugelio kitų gamintojų normų ir standartų reikalavimus.

Kokie skysčiai turi būti naudojami, nurodo automobilio gamintojas.

„Citroen“ automobilių hidraulinėms stabdžių ir pakabos sistemoms skirti skysčiai *LHM Super*, *LHM NF* atitinka *Citroen LHM*, *Peugeot/Citroen B-712710* normų reikalavimus. Galima maišyti su visais hidrauliniais skysčiais LHM, patvirtintais „Citroen“ gamyklos. Jie netinka kitų markių automobilių hidraulinėms sankabų ir stabdžių sistemoms.

Eksploataciniai reikalavimai ir rekomendacijos

Jei į sistemoje esantį skystį DOT 4 įpilsime skysčio DOT 3, sistemos skysčio savybės atitiks tik DOT 3 reikalavimus. Tos pačios markės skysčius galima maišyti, jei gamintojas nenurodo kitų reikalavimų (pvz., skysčio ELF FRELUB HDS negalima maišyti su *Lockheed* Nr. 5

skysčiu). Jei hidraulinėje sistemoje yra įpilta nežinomos markės skysčio ir reikia jo papildyti, geriausia pakeisti visą skystį sistemoje tinkamu automobiliui ir pažymėti tai lipduku ar kortele, nurodant skysčio markę ir užpildymo datą.

Visi hidraulinių sistemų skysčiai yra higroskopiški, t. y. sugeria iš aplinkos drėgmę.

Didėjant drėgmės kiekiui skystyje, mažėja jo virimo temperatūra, skysčio eksploatavimas hidraulinėse sistemose tampa nepatikimas, kyla grėsmė saugumui. Todėl skystį hidraulinėse sistemose būtina periodiškai keisti. Keitimo periodiškumą nurodo skysčių gamintojai. Dažniausiai eksploatavimo trukmė yra 24 mėnesiai arba 40 tūkst. kilometrų rida.

Išleistas hidraulinių sistemų skystis turi būti supilamas į specialius indus. Jokiu būdu negalima leisti jam patekti į aplinką (dirvą ir vandenį).

Skysčio virimo temperatūrą, kartu ir skysčio tinkamumą naudoti, galima nustatyti eksperimentiškai arba išmatuoti specialiu optiniu prietaisu – refraktometru.

Plačiau apie įvairių gamintojų hidraulinių sistemų skysčius galima sužinoti gamintojų informaciniuose leidiniuose.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios svarbiausios hidraulinių sistemų skysčių savybės?
2. Kaip žymimi hidraulinių sistemų skysčiai?
3. Kuo vadovaujamasi naudojant hidraulinių sistemų skysčius?
4. Kodėl hidraulinių sistemų skysčius reikia periodiškai keisti?

2.3. Alyvos ir tepalai

2.3.1. Variklių alyvos

Prie tepalų priskiriama: **alyvos, plastiškieji (konsistenciniai) ir kietieji tepalai.**

Alývos:

- tepa, t. y. mažina judančių, besiliečiančių paviršių trintį;
- sulėtina dilimą;
- aušina – sugeria dalį įkaitusių paviršių šilumos ir išskiria į aplinką;
- valo trinties paviršius – surenka dilimo produktus ir nešvarumus;
- saugo nuo korozijos – sudaro apsauginę plėvelę;
- sandarina tarpus tarp trinties paviršių;
- slopina triukšmą;
- amortizuoja smūginės apkrovas.

Alyvos būna skirtos varikliams, yra transmisinės, automatinių pavarų dėžių (ATF), pramoninės ir specialiosios.

Variklių alyvos turi gerai suvilgyti paviršius ir sudaryti tvirtą, vientisą plėvelę, sudegti be liekanų, tirpinti teršalus, būti be nešvarumų, rūgščių, dervų, jų tepimo savybės neturi kisti kintant temperatūrai. Kad užvedant šaltą variklį arba esant žemai aplinkos temperatūrai alyva

nesudarytų didelio pasipriešinimo detalių judėjimui, jos klampa neturi būti didelė. Esant aukštai temperatūrai klampa turi būti pakankama, kad susidarytų patvari tepimo plėvelė. Pagal klampą variklių alyvos skirstomos į **SAE** (Amerikos automobilių inžinierių sąjunga) klampos klases. Pagal SAE alyvos būna vasarinės, kurių klampa nustatoma esant 100 °C ir žymimos vienu skaičiumi, pvz., SAE 30. Tokia alyva gerai tiks šiltuoju metų laiku, tačiau nerekomenduotina naudoti žiemą. Vasarinių alyvų serija: 20, 30, 40, 50, 60. Žieminės alyvos žymimos dviem klampos indeksais ir raide W (SAE 10W40). Tokios alyvos tinkamos naudoti ir vasarą, ir žiemą (visais sezonais). Gaminamos žieminės alyvos 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W. Visais sezonais tinka 0W30, 0W40, 5W30, 5W40, 10W30, 10W40 (ši alyva gerai tinka Lietuvõs klimato sąlygoms), 15W40 alyvos. Kuo mažesnis pirmasis skaičius, tuo žemesnei temperatūrai tinkama alyva. Kuo didesnis antrasis skaičius, tuo didesnę klampą išlaiko įkaitusi alyva. Todėl, jei variklis labai apkraunamas, geriau parinkti visiems sezonams skirtą alyvą su mažesniu pirmuoju ir didesniu antruoju skaičiais. Pasirenkant variklių alyvas reikia atkreipti dėmesį į kokybės klasifikaciją. Pagal **API** (Amerikos naftos institutas) variklių alyvos būna:

S – karbiuratorinių variklių alyvos;

C – dyzelinių variklių alyvos.

Antroji raidė reiškia, kurios kartos yra alyva (SA, SD, CC, CE). Kuo raidė tolesnė nuo abėcėlės pradžios, tuo alyva aukštesnės kokybės. Šiuo metu naujausios klasifikacijos yra SM, CF lengvojo transporto ir CI-4, CJ-4 – krovininių automobilių dyzelinių variklių alyvos.

Europoje buvo naudojama **CCMC** (Bendrosios rinkos automobilių konstruktorių komitetas) alyvų klasifikacija. Pagal ją alyvos būna skirtos:

G – benzininiams varikliams;

D – dyzeliniams varikliams.

Prie raidžių esantys skaičiai didėjimo tvarka nurodo kokybės klasę. Šiuo metu gaminamos D4, D5 ir G4, G5 klasių alyvos.

Nuo 1991 m. Europoje įsigaliojo **ACEA** (Europos automobilių gamintojų asociacija) alyvų klasifikacija. Pagal ją alyvos skirstomos į tris grupes:

– grupė **Ax/Bx** – benzininių ir dyzelinių variklių alyvos, x – skaičiai 1, 2, 3, 4, 5 parodo kokybės klasę (Ax/Bx – sudubliuotos nuo 2004 10 25);

– grupė **Cx** – alyvos, suderintos su katalizatoriais, x – skaičiai tokie patys kaip A/B alyvų;

– grupė **Ex** – labai apkrautų dyzelinių variklių alyvos, x – skaičiai 1, 2, 3...7.

A1/B1 alyva skirta tiek benzininiams, tiek dyzeliniams varikliams, kurie suprojektuoti naudoti mažos klampos alyvas aukštos temperatūros sąlygomis.

A3/B3 – tai aukštos kokybės alyvos, atitinkančios aukščiausius pailginto alyvos keitimo intervalo benzininių ir dyzelinių variklių (30 tūkst. km ir daugiau) reikalavimus, nustatytus automobilių gamintojų.

A3/B4 alyvos skirtos degalų įpurškiamiesiems ir oro pripučiamiesiems benzininiams ir dyzeliniams varikliams. Tinka ir varikliams, kuriems reikia A3/B3 kokybės.

A5/B5 alyvos, atitinkančios pačius aukščiausius reikalavimus, tinka ir pailginto alyvos keitimo intervalo varikliams.

C1 alyvos skirtos benzininiams varikliams su katalizatoriais ir dyzeliniams varikliams su kietųjų dalelių filtrais (DPF) ir trijų dalių katalizatoriais (TWC). Šioje alyvoje yra mažai sulfatinių pelenų, sieros ir fosforo (SAPS).

C2 – aukštesnės kokybės, geresnių savybių alyvos, skirtos šiuolaikiniams automobiliams su benzininiais ir dyzeliniais varikliais.

C3 alyvos skirtos automobiliams su DPF ir TWC. Pailgina abiejų šių įrenginių eksploatacijos laiką.

C4 alyvos išlaiko klampą aukštoje temperatūroje, atitinka griežčiausius kokybės reikalavimus.

Alyvos, pažymėtos API SL, CCMC G5, ACEA A3/B3, sąlygiškai atitinka tokius pat kokybės reikalavimus. Universalios alyvos, skirtos benzininiams ir dyzeliniams varikliams, yra žymimos dvigubai, pvz., SG/CD, G5/D4, A3/B4 ir pan.

Pagal kilmę variklių alyvos būna mineralinės (gaminamos iš naftos) ir sintetinės. Į mineralines alyvas įmaišoma sintetinių, tam tikrų savybių suteikiančių priedų. Jei tokių priedų yra 25 proc. ar daugiau, alyvos vadinamos pusiau sintetinėmis. Sintetinės alyvos, skirtingai negu mineralinės, lieka takios esant žemai temperatūrai, o įkaitusios išlaiko didesnę klampą, todėl geriau tepa. Tačiau dėl didelių gamybos kaštų sintetinės alyvos gana brangios.

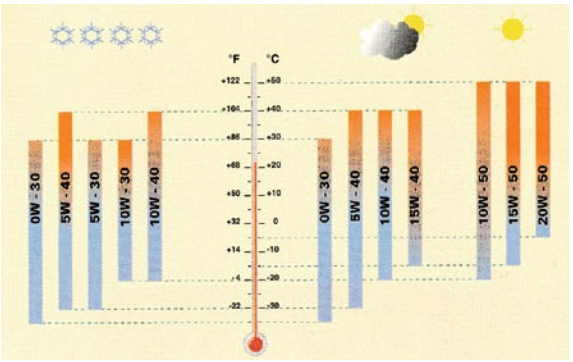
Eksploataciniai reikalavimai ir rekomendacijos

Norint parinkti alyvą automobiliui, reikia vadovautis gamintojo rekomendacijomis, atsižvelgti į automobilio darbo sąlygas (2.1 pav.), nurodytus kokybės standartus, specifikacijas, gamintojų patvirtintas **OEM** (Originalios įrangos gamintojų organizacija). Papildant alyvos variklyje reikia atkreipti dėmesį į tai, kokios alyvos jame yra įpilta ir su kokiomis kitomis ją galima maišyti.

Šiuolaikiniam benzininiam varikliui geriau parinkti API SL, SM, CCMC G5, ACEA A3/B4 klasės alyvą. Varikliui su katalizatoriumi, ypač turbininio pripūtimo varikliui, tiktų pusiau sintetinės bei sintetinės alyvos.

Dyzeliniams lengvųjų automobilių varikliams, ypač tiesioginio įpurškimo ir su turbokompresoriais, tinkamiausios būtų pusiau sintetinės arba sintetinės API CE, CF, CCMC D5, ACEA A3/B3, A3/B4 alyvos.

Keičiant alyvą, panaudotoji turi būti supilama į tam skirtą indą ir vėl perdirbama arba utilizuojama.



2.1 pav. Variklių alyvų tinkamumas darbo sąlygoms

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokias funkcijas atlieka variklių alyvos?
2. Kaip klasifikuojamos alyvos pagal klampą?
3. Kaip klasifikuojamos alyvos pagal kokybinius rodiklius?
4. Kaip teisingai parinkti tinkamiausią varikliui alyvą?

2.3.2. Transmisinės alyvos

Transmìsinės alývos turi sudaryti dideliems slėgiams atsparią plėvelę, neskatinti korozijos ir neardyti tarpiklių bei riebokšlių, pasižymėti nedideliu klampos sumažėjimu šylant. Jos neturi putoti ir lengvai oksiduotis.

Transmisinės alyvos skirstomos į alyvas mechaninėms pavaroms, hipoidinėms pavaroms ir automatinėms pavarų dėžėms.

Alyvose esantys antioksidaciniai ir antikoroziniai priedai neleidžia per greitai senėti, padidina antikorozinę apsaugą. Putojimo priedai mažina putojimą. Dilimo priedai mažina dilimą esant net ir labai didelėms apkrovoms. Dažniausiai naudojami **HP** priedai (angl. *High Pressure* – didelis slėgis). Hipoidinėms pavaroms skirtose alyvose naudojami EP priedai (angl. *Extreme Pressure* – didžiausias slėgis).

Transmisinės alyvos yra panašios klampos kaip ir variklių alyvos, bet jų didesnis klampos klasės rodiklis (pradedant 75). Tuo jos akivaizdžiai skiriasi nuo variklių alyvų. Pavyzdžiui, SAE 75 klasės transmisinės alyvos klampa beveik tokia pat, kaip 10W klasės variklių alyvos (100 °C temperatūroje). Transmisinės alyvos yra nuo SAE 75 iki 250 klampos klasių, pvz., SAE 75, 80W, 80W90, 85W140.

Transmisinių alyvų kokybė ir paskirtis klasifikuojamos pagal **API** normas. Šiuo metu API yra nustačiusi 6 normatyvus, pirmieji 3 beveik nenaudojami. Kitų tipų žymėjimai ir panaudojimo rekomendacijos yra:

API GL-4 – pavarų dėžėms ir pagrindinėms pavaroms be hipoidinio sukabinimo;

API GL-5 – pavarų dėžėms ir reduktoriams su hipoidiniu sukabinimu (su EP priedais);

API GL-6 – tas pat kaip ir GL5, bet geresnių antifrikcinių savybių ir ilgesnio naudojimo laiko.

Transmisinės alyvos pagal kilmę būna mineralinės ir sintetinės.

Atskira transmisinių alyvų grupė – automatinių pavarų dėžių alyvos arba skysčiai (**ATF**). Jie gaminami pagal reikalavimus, atitinkančius GM DEXRON II, DEXRON III, FORD MERCON, ZF TE-ML, ATF *type* A specifikacijas. Tinka ne tik automatinėms pavarų dėžėms, bet ir hidrotransformatoriams, hidraulinėms movoms, vairo stiprintuvams, hidraulinėms sistemoms.

Automobilių gamintojai nurodo savo kokybės reikalavimų normas automatinių pavarų skysčiams, o alyvų gamintojai – kokias gamintojų normas atitinka jų gaminama produkcija. Pvz., Prancūzijos gamintojo ELF skystis **ELFMATIC G3** atitinka:

GM DEXRON III F-30298,
ALLISON C4,
ZF TE-ML 11,14,
FORD MERCON M 940511,
DAIMLER-BENZ 236.1,
VOITH DIWA 502-3,
BMW
kokybės ir panaudojimo normų reikalavimus.

Transmisinių alyvų maišymo vienos su kita galimybes nurodo alyvų gamintojai.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kuo skiriasi transmisinės alyvos nuo variklių alyvų?
2. Kaip klasifikuojamos transmisinės alyvos?
3. Kaip ženklinamos transmisinės alyvos?
4. Kas yra hipoidinė alyva?
5. Kaip apibūdinti automatinių pavarų dėžių skysčius?
6. Kaip teisingai parinkti tinkamą transmisinę alyvą?

2.3.3. Plastiškieji tepalai

Plastiškíeji tepalaĩ sudaryti iš mineralinių alyvų, sutirštintų metalų muilais (metalų druskų ir riebalų rūgščių junginiais). Nuo to, kiek dedama metalo muilo ir kokia jo rūšis, susidaro vazelino pavidalo plastiškieji tepalai.

Kalcio (Ca) muilo tepalai tinka tepti nelabai kaistantiems paviršiams, atsparūs vandeniui, pasižymi geromis apsauginėmis savybėmis.

Natrio (Na) muilo tepalai atsparūs karščiui, tinka riedėjimo guoliams, uždariems lankstams tepti, neatsparūs vandeniui.

Ličio (Li) muilo tepalai ištveria didelį slėgį, jų aukšta skystėjimo temperatūra (>250 °C), atsparūs šalčiui ir vandeniui, tinka įvairiems sunkiai apkrautiems mazgams tepti.

Ypač atsparūs dideliam slėgiui tepalai, turintys ličio ir kalcio junginių, naudojami įvairių automobilių mazgams ir mechanizmams, riedėjimo guoliams, lankstams tepti.

Siekiant pagerinti tepimo savybes, į tepalus pridedama kietųjų tepalų – grafito miltelių arba molibdeno disulfido (MoS_2). Tokie tepalai gerai sukimba su detalių paviršiais, išlaiko didelį slėgį, atsparūs karščiui, tinka lygių kampinių greičių lankstams, išdrožinėms jungtims, vandens siurblių guoliams, grandininėms pavaroms, riedėjimo guoliams, lėtaeigėms krumpliaratinėms pavaroms tepti.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip gaunami plastiškieji tepalai?
2. Kuo vienas nuo kito skiriasi plastiškieji tepalai?
3. Kur naudojami plastiškieji tepalai?
4. Kuo pagerinamos plastiškųjų tepalų savybės?

2.4. Automobilių degalai

Vidaus degimo varikliai, kuriais varomi automobiliai, motociklai, traktoriai ir kitos motorinės transporto, statybos ir žemės ūkio mašinos, naudoja automobilinius degalus. Varikliuose, atsižvelgiant į jų konstrukciją, deginamas benzinas, dyzelinas bei suskystintos naftos arba gamtinės dujos. Gali būti naudojami ir kiti degalai.

2.4.1. Benzinas

Benzinas naudojamas *Oto* varikliuose, arba kibirkštinio uždegimo varikliuose, anksčiau vadintuose karbiuratoriniais. Tokiuose varikliuose benzinas išgaruoja ir susimaišo su oru dar prieš patekdamas į cilindrą, o cilindre degusis mišinys padegamas elektros kibirkštimi. Todėl dabar šiuos variklius vadiname benzininiais, nes karbiuratorius nėra būtina šių variklių dalis; dabar gaminami beveik vien tik degalų įpurškiamieji benzininiai varikliai, be karbiuratoriaus.

Benzìnas – iš naftos cheminio perdirbimo (krekingo) būdu gaunamas lengvai garuojantis degus skystis, sudarytas iš skystų angliavandenilių mišinio. Benzino tankis – 720–780 kg/m^3, šilumingumas – 40–45 MJ/kg, virimo temperatūra – 28–230 °C, savaiminio užsidegimo temperatūra – 260 °C. Variklio cilindre uždegus mišinį, liepsnos sklidimo greitis pasiekia 30–40 m/s, ir tai yra normalus procesas. Jei benzino sudėtis tam režimui netinkama, tai dėl aukštos temperatūros, didelio ir staigaus suslėgimo bei aktyvios oksidacijos vykstant ciklui mišinio degimo greitis gali staiga padidėti iki 100–200 m/s. Šis reiškinys vadinamas **detonãcija.** Ji pavojinga varikliui.

Benzino atsparumą detonacijai nusako **oktaninis skaičius (OS).** Kuo šis skaičius didesnis, tuo benzinas atsparesnis detonacijai ir jį galima naudoti labiau forsuotiems varikliams, turintiems didesnį suspaudimo laipsnį. Anksčiau buvo naudojami labai nuodingi, turintys švino antidetonaciniai benzino priedai (tetraetilšvinas), padidinantys OS. Dabar juos pakeitė nekenksmingi oksigenatai (metiltretbutilo eteris, tretheksilmetilo eteris), organiniai mangano junginiai (MMT) ir ferocenai.

Be antidetonacinių, benzine yra ir kitų priedų: daugiafunkcinių plovimo, oksidacijos inhibitorių, antikorozinių, deemulgatorių, priedų nuo užšalimo, dažų. Įvairūs benzino gamintojai naudoja papildomus plovimo, nuodegų šalinimo bei kitus priedus ir suteikia benzinui pavadinimus (**Ventus, Stimuli, Futura, W-power ir kt.).** Automobiliuose naudojamas benzino ženklinamas A ir skaičiumi, reiškiančiu OS. Šiuo metu yra A-92, A-95, A-98 markių benzino. Visų markių (išskyrus seniau naudotą A-76) benzinas yra bešvinis, tinkamas automobiliams su katalitiniais dujų neutralizatoriais.

Automobiliuose reikia naudoti ne žemesnio negu nurodo gamintojas oktaninio skaičiaus benziną, o aukštesnio skaičiaus – nerekomenduojama.

2.4.2. Dyzelinas

Dyzeliniuose varikliuose degusis mišinys ruošiamas taip: pačiame cilindre įpurškiama dyzelinių degalų į suspaustą (3–5,5 Mpa) ir labai įkaitusį (400–900 °C) orą. Mišinys už-

siliepsnoja savaime nuo aukšto slėgio ir temperatūros. Dėl kitokio uždegimo būdo ir kitokios degimo cilindre eigos dyzelino savybės skiriasi nuo benzino.

Dyzelìnas – tiesioginės naftos distiliacijos produktas, vidutinė gazolio frakcija, į kurią pridedama kitų naftos perdirbimo produktų. Dyzelino tankis – 0,82–0,86 kg/m^3, šilumingumas – 42,7–43,1 MJ/kg, virimo temperatūra – 160–390 °C, savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra – 300–330 °C.

Dyzelino atsparumas detonacijai aukštesnis negu benzino. Svarbus dyzelino savybių parametras – savaiminis užsiliepsnojimas, kuris apibūdinamas **cetano skaičiumi (CS).** Jis būna nuo 45 iki 58, todėl dyzelinių variklių suspaudimo laipsnis siekia ε = 14–24 (benzininių variklių ε = 8–11). Didesnio CS dyzelinas greičiau užsiliepsnoja, lengviau paleisti variklį, jis kelia mažiau triukšmo, išmeta mažiau dūmų.

Dyzelinas pagal Europos standartą EN 590:1993 skirstomas į šešis klimato laipsnius (Grade A, B, C, D, E, F) ir penkias arktinio klimato klases (Class 0, 1, 2, 3, 4). ACEA yra septynios klasės (Class I, Class II – Class VII). Lietuvojè vasarą reikėtų naudoti ACEA Class I, EN 590 Grade B, o žiemą – ACEA Class V, EN 590 Class I dyzeliną.

Dyzelinas turi užsidegimo pagerinimo, plovimo, šalto tekėjimo, drumstimosi slopinimo, vaško kristalų susidarymo slopinimo, rūdijimą stabdančių, antistatinių, putojimą slopinančių, dūmijimą mažinančių, oksidacijos inhibitorių ir kitų priedų, gerinančių eksploatacines ir ekologines jo savybes. Pagal standartą EN 590 griežtai ribojamas kenksmingųjų sieros junginių kiekis – iki 0,05 proc. masės. Dyzelinių variklių išmetamosios dujos nėra tokios kenksmingos kaip benzininių, jose mažiau anglies monoksido, nesudegusių angliavandenilių, tačiau nustatyta, kad dyzelių dūmai gali būti kancerogeniški. Europos Sąjungos aplinkos apsaugos programos (EEC Direktyva 91/542) numatomi dyzelinių variklių ir dyzelinių degalų kokybės normatyvai *Euro 1, Euro 2, Euro 3, Euro 4, Euro 5* pagrįsti sumažintu teršalų kiekiu deginiuose. Pvz., *Euro 3* nuo 1999–2000 m. numato didžiausią 0,10–0,12 g/kWh kietųjų dalelių kiekį dyzelinių variklių išmetamosiose dujose.

2.4.3. Dujiniai ir pakaitiniai degalai

Vidaus degimo varikliuose vietoje įprastų skystųjų degalų galima naudoti gerokai pigesnius suskystintų naftos dujų LPG (angl. *Liquefied Petroleum Gas*) ir gamtinių dujų CNG (angl. *Compressed Natural Gas*) degalus. Jie laikomi specialiuose aukšto slėgio balionuose ir iš jų per slėgio reduktorius patenka į variklio maitinimo sistemą, kur sumaišomi su oru. Suskystintomis dujomis varomas vidaus degimo variklis gali būti benzininis, tik su šiek tiek pakeista maitinimo sistema. Suskystintos naftos dujos (LPG) sudarytos iš propano ir butano dujų. Jos pasižymi dideliu oktaniniu skaičiumi – 94–105. Į dujas primaišoma odoranto etiltiolio, kad iš specifinio kvapo būtų galima nustatyti maitinimo sistemos nesandarumus.

Gamtinės dujos (CNG), kurių vienas iš komponentų yra metanas, automobiliams kol kas mažai naudojamos, nors yra gana pigios. Didžiausias gamtinių dujų trūkumas – joms būtini aukšto slėgio ir labai sunkūs balionai, kuriuose telpa palyginti nedaug dujų.

Dujiniai degalai yra mažesnio šilumingumo (~ 41,3 MJ/kg) nei benzinas, todėl variklio galingumas ir automobilio dinamiškumas sumažėja 5–15 proc., dujų sunaudojama šiek tiek daugiau, tačiau labai sumažėja kenksmingųjų teršalų kiekis išmetamosiose dujose. Nors au-

tomobilio dujinė maitinimo įranga ir jos įrengimas nemažai kainuoja, eksploatuoti dujomis varomą automobilį maždaug pusantro karto pigiau nei naudojant benziną.

Pakaitiniai degalai – tai etanolis (etilo spiritas C_2H_5OH, šilumingumas – 26,8 MJ/kg), metanolis (metilo spiritas CH_3OH, šilumingumas – 19,7 MJ/kg), vandenilis bei aliejus, pvz., rapsų aliejus (biodyzelinas). Etanolis ir metanolis maišomi su benzinu (15–25 proc.), rapsų aliejus naudojamas dyzeliuose. Pakaitiniai degalai sumažina sunaudojamą neatsinaujinančių naftos degalų kiekį ir išmetamųjų dujų kenksmingumą.

Daugelio šalių mokslininkai intensyviai tiria vandenilio (šilumingumas – 120 MJ/kg) panaudojimo automobiliuose galimybes. Manoma, kad rimčiausių perspektyvų turi vandenilio kuro elementai, veikiantys protonų kaitos membranų principu (PEM). Naujausi ketvirtos kartos kuro elementai sveria iki 115 kg, išvysto 73–75 kW galią, sunaudoja apie 1,7 kg/100 km vandenilio, suslėgto iki 700 barų. Ypač svarbu, kad naudojant šiuos kuro elementus į aplinką visiškai neišmetama teršalų.

Degalai priskiriami prie ugniai pavojingų ir sveikatai bei aplinkai kenksmingų medžiagų. Benzinas pagal tarptautinį gaisro pavojingumo klasifikavimą yra I gaisro pavojingumo klasės, o dyzelinas, kurio pliūpsnio temperatūra yra aukštesnė nei 40 °C – III gaisro pavojingumo klasės.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios pagrindinės benzino savybės?
2. Kuo dyzelinas skiriasi nuo benzino?
3. Kokius žinote kitus automobilių degalus?
4. Kuo dujiniai degalai pranašesni už benziną ir dyzeliną?
5. Kuo pranašesnis vandenilis už kitas automobilių degalų rūšis?

2.5. Kiti eksploataciniai skysčiai (elektrolitas, plovikliai ir kt.)

Eksploatuojant automobilį naudojamos įvairios kitos eksploatacinės medžiagos:
- akumuliatorių baterija užpildoma elektrolitu;
- specialūs skysčiai naudojami nuplauti priekiniam stiklui ir žibintams;
- skysčiais užpildyti hidrauliniai amortizatoriai ir t. t.

2.5.1. Elektrolitas

Elektrolìtas – tai vandeninis sieros rūgšties (H_2SO_4) tirpalas. Juo užpildomi švininių akumuliatorių baterijų rezervuarai. Gaminant elektrolitą reikia naudoti tik distiliuotą vandenį ir švarią techninę sieros rūgštį. Kadangi iškraunant akumuliatorių elektrolito tankis mažėja,

pagal jį galima spręsti, kiek įkrauta akumuliatorių baterija. 1,28 kg/l elektrolito tankis atitinka visiškai įkrautą, 1,20 kg/l – pusiau įkrautą bateriją, o jei tankis 1,12 kg/l, akumuliatorių baterija yra visai iškrauta. Elektrolito tankis matuojamas areometru.

Elektrolitas ruošiamas specialiame rūgštims ir karščiui atspariame inde į vandenį silpna srovele pilant rūgšties ir intensyviai maišant.

2.5.2. Specialūs skysčiai

Hidrauliniai ir hidropneumatiniai amortizatoriai užpildomi mažos klampos alyvomis (mašininėmis, industrinėmis) arba specialiais hidraulinių sistemų skysčiais. Jei amortizatoriai išardomi, skystis juose keičiamas pagal gamintojo nurodymus. Keičiant arba ardant amortizatorius negalima leisti, kad jų skysčių patektų į aplinką (dirvą ir vandenį).

Plovìkliai naudojami priekinio stiklo, žibintų plovimo įtaisuose. Dažniausiai tai – vandeniniai etilo, butilo, izopropilo, izoamilo alkoholių tirpalai. Jie gerai tirpdo riebalus, todėl nuo stiklo lengvai pašalina visus nešvarumus, vabzdžių liekanas, naftos produktus. Žiemą reikia naudoti neužšąlančius žemesnėje nei 0 °C temperatūroje skysčius. Jei skysčiui užšalus įjungsime priekinio stiklo plovimo siurblį, bus sugadintas siurblio variklis arba siurblio sparnuotė. Ploviklių sudėtį, naudojimo reikalavimus nurodo gamintojas.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Koks turi būti įkrauto rūgštinio akumuliatoriaus elektrolito tankis?
2. Kuo užpildomi hidrauliniai amortizatoriai?
3. Kokie ploviklių naudojimo reikalavimai?

3. Kontrolinis žinių patikrinimas ir įvertinimas

Kontrolinė užduotis raštu

Atsakykite į klausimus:

I variantas

KA1.1. Kaip panaudojamas aukštakrosnėje pagamintas ketus?

KA1.2. Kuo legiruotasis plienas skiriasi nuo anglinio plieno?

KA1.3. Kas automobilyje pagaminta iš aliuminio lydinių?

KA1.4. Kodėl reikia periodiškai keisti aušinimo ir stabdžių sistemų skysčius?

KA1.5. Kaip žymimos ir panaudojamos variklių ir transmisinės alyvos?

KA1.6. Kaip patikrinama, ar akumuliatorių baterija įkrauta?

II variantas

KB1.1. Kokios yra metalų mechaninės savybės?

KB1.2. Kaip panaudojamas plienas automobilyje?

KB1.3. Kokiu tikslu atliekamas metalų terminis apdorojimas?

KB1.4. Kas automobilyje pagaminta iš vario ir jo lydinių?

KB1.5. Kaip parinkti tinkamą variklio alyvą?

KB1.6. Kaip nustatomas aušinamojo ir stabdžių sistemos skysčių tinkamumas?

4. LITERATŪRA

1. *Automobiliai.* Vertė A. Kirka, S. Slavinskas. Kaunas, 2001.
2. *Automobilio VAZ-2108 remontininko žinynas*. Vilnius, 1990.
3. *Automotive Handbook*. Bosch, Stuttgart, 1996.
4. BALTĖNAS R. ir kiti. *Automobilių degalai ir tepalai*. Vilnius, 1998.
5. *Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik*. Wien, 1999.
6. GIEDRA K., KIRKA A., SLAVINSKAS S. *Automobiliai.* Kaunas, 2002.
7. JURKAUSKAS A. *Automobilizmo pradmenys*. Kaunas, 1999.
8. KANDROTAITĖ-JANUTIENĖ R. *Medžiagų markių žymėjimas*. Kaunas, 2005.
9. КОЛЕСНИК П. А. *Материаловедение*. Москва, 1988.
10. *Kraftfahrzeugtechnik. Grundwissen.* Braunschweig, 2006.
11. KULIKAUSKAS L. *Medžiagotyra.* Vilnius, 1997.
12. MOTEJL V., HOREJŠ K. *Učebnice pro ridiče a opravare automobilu*. Brno, 2004.
13. PAVARAS A., ŽVINYS J. *Plienai.* Kaunas, 1995.
14. RINKEVIČIUS J. *Automobilis, jo dabartis ir ateitis*. Kaunas, 1999.
15. SAROČKA A. *Konstrukcinės medžiagos*. Vilnius, 2006.
16. *Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik*. Wien, 1997.
17. *Technologie Kraftfahrzeugtechnik. Grund - und Fachbildung*. Troisdorf, 2003.
18. VIZGAITIS J. *Automobilių techninė priežiūra*. Kaunas, 2001.

Nijolė Piliponienė

TECHNINIAI MATAVIMAI

TURINYS

TECHNINIAI MATAVIMAI

1. Techninių matavimų pagrindai 71
1.1. Pagrindinės sąvokos 71
1.2. Matavimo vienetai 71
1.3. Matavimo paklaidos 73
1.4. Matavimo metodai 74
1.5. Metrologiniai matavimo priemonių rodikliai 74
1.6. Matavimo priemonių parinkimas ir reikalavimai matavimams 75

2. Matavimo įrankiai ir prietaisai 77
2.1. Matai 77
2.2. Kalibrai 78
2.3. Slankmatiniai matavimo įrankiai 79
2.4. Mikrometriniai įrankiai 80
2.5. Universalusis kampamatis 82
2.6. Mechaniniai matavimo prietaisai 83

3. ISO sąlaidų ir leidžiamųjų nuokrypių sistema 87
3.1. Pakeičiamumas ir jo rūšys 87
3.2. Pagrindinės sąvokos 88
3.3. Sąlaidos ir sąlaidų sistemos 90
3.4. Matmenų ribinių nuokrypių žymėjimas brėžiniuose 92
3.5. Sąlaidų parinkimas 93
3.6. Tiesinių matmenų su nenurodytais ribiniais nuokrypiais tikslumo normavimas 93
3.7. Detalės formos ir tarpusavio padėties tikslumas 94
3.8. Paviršiaus šiurkštis 100

4. Literatūra 107

1. TECHNINIŲ MATAVIMŲ PAGRINDAI

1.1. Pagrindinės sąvokos

Metrològija – tai mokslas apie matavimus, matavimo metodus ir priemones jų vienovei bei reikiamam tikslumui pasiekti.

Matãvimas – matuojamojo dydžio vertės nustatymas specialiomis matavimo priemonėmis.

Tìkrinimas – tikrinamojo objekto techninių charakteristikų ir parametrų arba jo būsenos tam tikrų reikalavimų atitikimo nustatymas.

Matãvimo príemonės – įrankiai ir prietaisai matavimams atlikti.

Matãvimo paklaidà – tai matuojamojo dydžio matavimo rezultato ir tikrosios matuojamojo dydžio vertės skirtumas.

Mãtas – matavimo priemonė, nuolat atkurianti arba teikianti vieną ar kelias žinomas tam tikro dydžio vertes.

Matãvimo metòdas – matavimui panaudotų matavimo principų ir matavimo priemonių visuma.

1.2. Matavimo vienetai

Matãvimo vìenetu vadinamas susitarimu apibrėžtas ir įteisintas atskirasis dydis, su kuriuo lyginami kiti vienarūšiai dydžiai, norint juos kiekybiškai išreikšti šio dydžio atžvilgiu.

Matuojamasis dydis yra fizikinis dydis (ilgis, temperatūra ir kt.).

Fizikinį dydį sudaro skaitinė vertė ir matavimo vienetas.

Fizikinis dydis = skaitinė reikšmė • matavimo vienetas; pvz., ilgis = 15 m (metrų).

Tarptautinis matų ir saikų komitetas sudarė komisiją bendrai tarptautinei vienetų sistemai sukurti. Komisija pateikė tarptautinės vienetų sistemos projektą, kurį 1960 m. patvirtino XI matų ir saikų generalinė konferencija. Priimta sistema buvo pavadinta tarptautine vienetų sistema, sutrumpintai **SI** (SI – pirmosios prancūziško pavadinimo SYSTEME INTERNATIONAL raidės).

Tarptautinėje vienetų sistemoje yra 7 pagrindiniai ir 2 papildomi vienetai: ilgio – metras (**m**), masės – kilogramas (**kg**), laiko – sekundė (**s**), elektros srovės stiprio – amperas (**a**), termodinaminės temperatūros – kelvinas (**K**), medžiagos kiekio – molis (**mol**), šviesos stiprio – kandela (**cd**). Papildomi vienetai: plokščio kampo – radianas (**rad**), erdvinio kampo – steradianas (**sr**). Kiti vienetai yra išvestiniai.

Ilgio matavimo vienetas yra metras (matavimo vieneto simbolis – **m**).

Mètras yra lygus ilgiui kelio, kurį nusklinda vienos spalvos šviesa vakuume per laiko

intervalą, lygų 1/299 792 458 s. Šviesos greitis c = 299 792 458 m/s. Kai kuriose šalyse ilgio vienetas yra colis (inch); 1 inch = 25,4 mm.

Detalių darbo brėžiniuose matmenys žymimi milimetrais (mm), matmenų leidžiamieji nuokrypiai standartinėse lentelėse išreiškiami mikrometrais **μm** (1μm = 0,001 mm).

Masės vienetas – kilogrãmas, jis lygus kilogramo tarptautinio etalono masei. Žymimas **kg**; 1 kg = 1000 g.

Laiko vienetas – sekùndė, tai pagrindinis laiko ir trukmės SI matavimo vienetas, lygus ^{133}Cs atomo spinduliuotės, kurią sukelia energijos šuolis tarp to atomo pagrindinės būsenos dviejų hipersmulkiosios sandaros lygmenų, 9 192 631 770 periodų trukmei. Žymimas raide **s**.

Elektros srovės stiprio vienetas – ampèras, tai stipris pastovios elektros srovės, kuri, tekėdama dviem tiesiais, lygiagrečiais, be galo ilgais, nykstamai mažo apvalaus skerspjūvio laidais, esančiais vakuume 1 m atstumu vienas nuo kito, sukelia tarp jų $2 \cdot 10^{-7}$ N jėgą kiekvienam laidų ilgio metrui. Žymimas raide **a.**

Termodinaminės temperatūros vienetas – kèlvinas, tai vandens trigubojo taško termodinaminės temperatūros 1/273,16 dalis. Žymimas raide **K.** Termodinaminė temperatūra **(T)** visuomet yra teigiamasis dydis, tai yra absoliučioji temperatūra. Trigubasis vandens taškas yra vienintelė termodinaminė būklė, kurioje egzistuoja visų trijų būsenų – vandens garų, vandens ir ledo – pusiausvyra.

Kasdieniame gyvenime naudojama ne termodinaminė temperatūra, bet tam tikras termodinaminės temperatūros skirtumas – Celsijaus temperatūra. Ji žymima simboliu **t** ir apskaičiuojama pagal formulę:

$$t = T - 273{,}15\ K\,. \qquad (1.1)$$

Celsijaus temperatūros vienetas yra Celsijaus laipsnis, kuris žymimas simboliu **°C.**

Medžiagos kiekio vienetas – mòlis, tai medžiagos kiekis, turintis tiek struktūrinių vienetų, kiek atomų turi anglis ^{12}C, kurios masė lygi 0,012 kg. Žymimas **mol.**

Šviesos stiprio vienetas – kandelà, tai šviesos stipris tokio šaltinio, kuris tam tikra kryptimi skleidžia vienspalvę $540 \cdot 10^{12}$ Hz dažnio 1/638 W/sr (vato/steradianui) stiprio spinduliuotę. Žymimas **cd.**

Papildomi vienetai – plokščiojo ir erdvinio kampo vienetai: **radiãnas** ir **steradiãnas**.

Radianas – plokščiojo kampo išvestinis vienetas, lygus kampui tarp dviejų apskritimo spindulių, kai lanko ilgis tarp jų galų lygus apskritimo spinduliui. Žymimas **rad;**

1 rad = 57°17′44,8′′.

Kampo matavimo vienetai yra:

- Laipsnis (1° = π/180 rad); status kampas lygus 90°; smulkesni vienetai – minutė (′), sekundė (′′).
- Radianas (1 rad = 57°17′44,8′′).
- Gonas (1 gon = π/200 rad).

Steradianas – erdvinio kampo išvestinis vienetas, tai erdvinis kampas su viršūne sferos centre, išpjaunantis sferos paviršiuje figūrą, lygiaplotę kvadratui, kurio kraštinė lygi šios sferos spinduliui. Žymimas **sr**; $1sr = 1m^2/m^2 = 1$.

Naudojami šie jėgos ir slėgio vienetai:

Niùtonas – jėgos išvestinis vienetas. Niutonas lygus jėgai, kuri 1 kg masės kūnui jėgos veikimo kryptimi suteikia 1 m/s^2 pagreitį. Žymimas **n**; 1 N = 1 $kg \cdot m/s^2$.

Paskãlis – slėgio vienetas. Tai slėgis, kurį sudaro vieno niutono jėga, veikianti paviršiaus ploto vieną kvadratinį metrą (N/m^2). Žymimas **Pa**; 1Pa = $1N/m^2$.

1.3. Matavimo paklaidos

Matavimo paklaidos nusako matavimo netobulumą. Jos skirstomos pagal atsiradimo priežastį:

1. Matavimo priemonių paklaidos.
2. Aplinkos paklaidos.
3. Matavimo procesų paklaidos.
4. Stebėtojo paklaidos.

Matavimo priemonių paklaidos atsiranda dėl netikslaus skalės padalijimo, oksidacijos, dilimo, etalonų netikslumo ir panašiai.

Aplinkos paklaidos priklauso nuo temperatūros, oro drėgmės, vibracijos. Visos matavimo priemonės yra jautrios temperatūros svyravimams. Neturi būti temperatūros skirtumo tarp matavimo priemonės ir detalės. Todėl tiksliems matavimams įrengiamos matavimo laboratorijos, kuriose palaikoma pastovi temperatūra, oro drėgnis ir nėra vibracijos įtakos. **Normalioji matavimo temperatūra lygi +20 °C.**

Matavimo procesų paklaidos priklauso nuo matavimo jėgos, detalės dydžio, jos geometrinės formos ir kt.

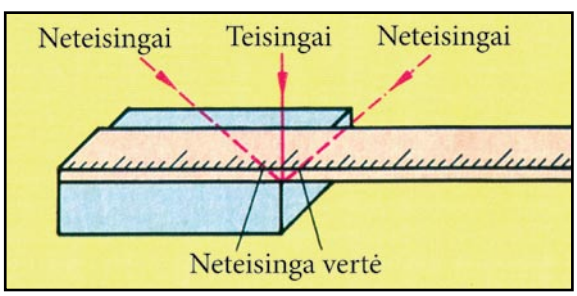
Stebėtojo paklaida priklauso nuo matuotojo atidumo, patirties, regėjimo aštrumo. Dažniausiai pasitaikanti paklaida yra paralakso paklaida (paralaksas – nukrypimas). **Paralãkso paklaida** (1.1 pav.) – ilgio matavimo paklaida dėl netinkamos stebėjimo krypties.

Stebėjimo kryptis skaitant matavimo rezultatą visada turi būti statmena skalei.

Matavimo paklaidos dar skirstomos pagal jų savybes:

- sistemingosios paklaidos;
- atsitiktinės paklaidos.

Sistemingoji matavimo paklaida – tai matavimo rezultato paklaidos sandas[1], nekin-



1.1 pav. Matavimo paklaida dėl paralakso

[1] Paklaidos sandas – matavimo rezultato paklaidos dalis.

tantis ar dėsningai kintantis pakartotinai matuojant tą patį dydį. Pastovios sistemingos paklaidos atsiranda dėl skalės padalijimo netikslumo, matavimo priemonių gamybos ar surinkimo paklaidų. Dėsningai kintančios sistemingosios paklaidos atsiranda dėl įrankių sudilimo, prietaisų išsireguliavimo ir kt.

Atsitiktinės paklaidos atsiranda dėl matavimo jėgos nepastovumo, detalės medžiagos deformacijų veikiant matavimo jėgai, detalės formos ir paviršiaus kokybės nevienodumo ir kt.

1.4. Matavimo metodai

Pagal rezultatų gavimo būdą naudojami šie matavimo metodai:

1. Absoliutusis matavimo metodas – kai iš karto gauname matuojamo objekto matmenį, tai yra absoliutų dydį (matavimas slankmačiu, mikrometru ir kt.).

2. Lyginamasis matavimo metodas – kai gauname nuokrypius nuo nustatytojo dydžio (matavimas indikatoriumi, svirtine šakute ir kt.).

3. Tiesioginio matavimo metodas – kai iš karto matome matuojamo dydžio reikšmę prietaiso skalėje tais vienetais, kurių ieškome (matuojant slankmačiais, mikrometrais ir kt.).

4. Netiesioginio matavimo metodas – kada gautuosius duomenis turime perskaičiuoti į ieškomuosius (kampo suradimas turint tiesinius matmenis ir kt.).

5. Sąlytinio matavimo metodas – kai matavimo priemonė liečia matuojamą objektą. Sąlytis gali būti su paviršiumi (tikrinant kalibrais), linija (matuojant ritininį kūną plokščiais matų paviršiais), tašku (matavimas indikatoriumi su smailiu ar rutuliniu liestuku).

6. Nesąlytinio matavimo metodas – kai matavimo priemonė neturi tiesioginio sąlyčio su matuojamuoju objektu (matavimas įrankiniu mikroskopu ir kt.).

1.5. Metrologiniai matavimo priemonių rodikliai

Kiekviena matavimo priemonė pasižymi savybėmis, kurios nulemia jos naudojimo sritį ir galimybes. Šios savybės vadinamos metrologiniais rodikliais. Pagrindiniai metrologiniai rodikliai yra šie:

1. Skãlės padalà – tai atstumas tarp dviejų gretimų skalės brūkšnių.

2. Skãlės padalõs vertẽ – tai matuojamojo dydžio reikšmė vienai padalai.

3. Skãlės matãvimo rìbos – matuojamojo dydžio reikšmių sritis tarp skalės pradžios ir pabaigos.

4. Matãvimo rìbos – didžiausia ir mažiausia matavimų diapazono reikšmė.

5. Matãvimo jėgà – tai jėga, kuria matavimo priemonės darbiniai paviršiai spaudžia matuojamą objektą.

6. Rìbinė leidžiamòji paklaidà – didžiausio absoliutinio dydžio paklaida, kurią daro matavimo priemonė.

1.6. Matavimo priemonių parinkimas ir reikalavimai matavimams

Norint teisingai pasirinkti matavimo priemones, būtina įvertinti detalės matmenis, gaminio leidžiamąjį nuokrypį bei matavimo paklaidos įtaką kontrolės rezultatams.

Matavimo priemones dažnai tenka rinktis iš kelių galimų variantų, besiskiriančių kaina, matavimo našumu ir tikslumu. Tikslingiausias bus tas variantas, kuris garantuos mažiausią matavimo savikainą ir reikiamą tikslumą. Metrologo užduotis – teisingai nurodyti konkrečią matavimo priemonę ir jos panaudojimo sąlygas. Dažniausiai daugumos matavimo priemonių ribinė matavimo paklaida neviršija jų padalos vertės, todėl galima teigti, kad matavimo priemonės padalos vertė sudaro 1/3–1/5 kontroliuojamo matmens leidžiamojo nuokrypio. Atliekant tikslius matavimus, užtikrinti tokį leidžiamojo nuokrypio ir matavimo priemonės padalos vertės santykį ne visada įmanoma. Tokiais atvejais, kai parinktos matavimo priemonės ribinė matavimo paklaida viršija 1/3 leidžiamojo nuokrypio, atliekama keletas matavimų, o gauti rezultatai apdorojami statistiniu būdu.

Matavimo reikalavimai:

Matavimo priemonės turi būti saugios.
Darbo vieta turi būti tokia, kad matuotojui būtų patogu dirbti:
• Matavimas atliekamas sėdint, nes darbo našumas didesnis negu stovint.
• Apšvietimas turi įtakos matavimo rezultatams. Geriausiai tinka natūrali dienos šviesa. Galima naudoti liuminescencines ir ksenono lempas.
• Didžiausias matuotojo darbingumas yra pirmoje dienos pusėje.
• Aplinkos temperatūra – 22–26 °C. Joje matuotojas produktyviai dirba. Normali aplinkos temperatūra yra 20 °C.
• Matuotojo darbo vieta turi būti apsaugota nuo triukšmo (jis turi būti mažesnis nei 55 dB) ir nuo vibracijos.
• Svarbi matuotojo savybė yra geras regėjimas.
• Apdorojamos detalės nevienodai įšyla ir nevienodai deformuojasi, nes veikia skirtinga aplinkos temperatūra, matuotojo rankų, šilumos šaltinių šiluma. Kad temperatūra susivienodintų visame detalės tūryje, detalės, atneštos iš kitų patalpų, turi tam tikrą laiką pabūti matavimo patalpoje. Laikymo trukmė priklauso nuo detalės masės, paviršiaus ploto, temperatūros skirtumo, dangos spalvos. Laikymo trukmė svyruoja nuo kelių minučių iki kelių valandų. Taip pat matavimo priemones reikia saugoti nuo tiesioginių saulės spindulių ir šviesos šaltinių poveikio.
• Skaitant matavimo rezultatus turi įtakos paralakso paklaida, atsirandanti dėl neteisingo kampo tarp skalės ir stebėjimo krypties statmenai skalei.
• Matuojant ilgas detales, kad išvengtume detalės formos paklaidų (išlinkimo), reikia naudotis papildomais įtaisais.
• Matavimui turi įtakos matavimo priemonių liestukų formos. Plokščioms detalėms matuoti tinka sferiniai matavimo liestukai.
• Mato ir matuojamosios detalės paviršiai turi būti vienodo šiurkščio.

• Matavimo priemonių darbiniams paviršiams naudojami kietieji metalai, deimantai, rubinai, keramika ar kietosios dangos. Tokios dangos paviršiai nedyla.
• Matavimo jėga turi būti nei per didelė, nei per maža, tada matavimas vyks teisingai. Per didelė matavimo jėga gali deformuoti matuojamą detalę, o per maža – neatlikti matavimo.

Matavimo rezultatų apdorojimas

Matavimo tikslas – gauti įtikinamiausią rezultatą, įvertinti jo tikslumą. Įvairioje specialiojoje literatūroje yra pateikiama daug matavimo rezultatų apdorojimo metodų. Metodo parinkimas priklauso nuo eksperimentinių duomenų skaičiaus, matavimo paklaidų pasirinkimo pobūdžio, matavimo metodo, skaičiavimo sudėtingumo ir rezultatų pateikimo greičio. Dažniausiai naudojami statistiniai matavimo rezultatų apdorojimo metodai. Jie yra sudėtingi ir automobilių remontininkui nebūtini.

Matavimo rezultatų apdorojimas priklauso nuo to, kokiu metodu atlikti matavimai: tiesioginiu, netiesioginiu, jungtiniu ar kitokiu. Netiesioginiais, jungtiniais ar kitais matavimo metodais gautus matavimo rezultatus efektyviausia apdoroti kompiuterine technika. Kitais atvejais, kai turime nedaug matavimo rezultatų, apdorojama įprastiniais metodais. Visais šiais atvejais nagrinėjami statistiniai parametrai ir paklaidų įvertinimas.

Tvarkant matavimo rezultatus neapsiribojama vienu matavimu. Atliekama keletas matavimų ir surandamas jų aritmetinis vidurkis.

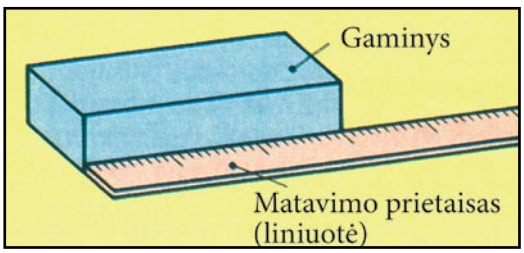
PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokius žinote matavimo vienetus, naudojamus techniniuose matavimuose?
2. Kokios pagrindinės matavimo paklaidų atsiradimo priežastys?
3. Kokius žinote matavimo metodus?
4. Kokie yra pagrindiniai metrologiniai matavimo priemonių rodikliai?
5. Nuo ko priklauso matavimo priemonės pasirinkimas?
6. Kokie reikalavimai keliami matavimams?

2. MATAVIMO ĮRANKIAI IR PRIETAISAI

2.1. Matai

Matavimo priemonės skirstomos į matus, kalibrus, matavimo įrankius ir prietaisus. Matai yra brūkšniniai ir galiniai. **Brūkšniniams mãtams** priskiriamos liniuotės (2.1 pav.), ruletės (2.2 pav.). **Galiniams** priklauso matavimo plytelės (2.3 pav.), tarpumačiai (2.4 pav.), kalibrai (2.7 ir 2.8 pav.).



2.1 pav. Matavimo liniuotė

2.2 pav. Ruletė

2.3 pav. Matavimo plytelių rinkinys

Liniuote matuojamo dydžio vertė skaitoma tiesiogiai brūkšninėje skalėje. Atstumas tarp brūkšnių lygus ilgio vienetui, dažniausiai matavimo tikslumas lygus 1 mm. Brūkšninės liniuotės gaminamos iš metalo, stiklo, plastiko, medžio. Jų medžiagos ir konstrukcijos pasirinkimą lemia reikalaujamas tikslumas ir paskirtis.

Sulankstomi metrai skirti tiesiniams matavimams. Jie susideda iš dešimties lankstiškai sujungtų dalių – standžių plieninių plokštelių. Matavimo tikslumas – 1 mm.

Ruletės gaminamos 1; 2; 5; 10; 20; 30; 50; 75 m ir t. t. ilgio su 1 ir 10 mm vertės padalomis.

Matãvimo plytẽlės – tai stačiakampės plytelės ar ritiniai su plokščiais, lygiagrečiais, tiksliai apdorotais galais. Jos gaminamos iš aukštos kokybės legiruotojo plieno ir grūdinamos. Mažų matmenų matavimo plytelės (iki 10 mm) gaminamos iš kietlydinių. Matavimo plytelės naudojamos matavimo prietaisams ir įrankiams tikrinti, skalėms graduoti, detalėms matuoti ar žymėti, įvairioms gamybos priemonėms tikrinti ir derinti. Matavimo plytelės komplektuojamos rinkiniais (2.3 pav.), kuriuose yra plytelės, pagamintos intervalais 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 1; 10; 25; 50; 100 ir 1000 mm. Komplektuose yra nuo 7 iki 116 vienetų. Dažniausiai naudojami 87 ir 9 vienetų komplektai. Jie surenkami taip, kad iš plytelių būtų galima sudaryti bet kurį matmenį, panaudojant jų kuo mažiau.

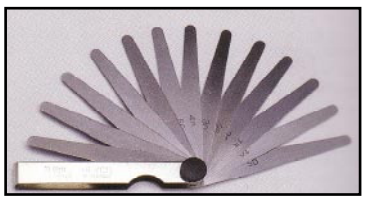
Gaminamos keturių tikslumo klasių (0, 1, 2, 3) plytelės. Tiksliausia yra 0 klasė. Pagrindinė matavimo plytelių savybė – jų sukibimas patrynus vieną į kitą. Sukibimas įvyksta dėl labai glotnių paviršių ir molekulinės jėgos.

Matavimo plytelės pradedamos rinkti reikiamam matmeniui nuo pačių tiksliausių plytelių. Pavyzdžiui, reikia surinkti matavimo plyteles matmeniui 45,835 mm. Plytelių blokas renkamas tokia tvarka:

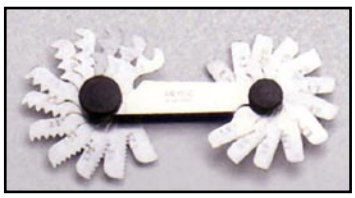
1 plytelė – 1,005 mm, lieka matmuo 44,83 mm,
2 plytelė – 1,33 mm, lieka matmuo 43,5 mm,
3 plytelė – 3,5 mm, lieka matmuo 40 mm,
4 plytelė – 40 mm.

Matavimo plytelės turi priedų komplektus, kuriuose yra rėmeliai, įvairios šoninės plytelės, skirtos matavimo ir žymėjimo darbams atlikti.

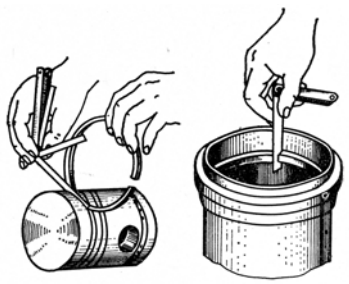
Tarpùmačiai (2.4 pav.) – skirtingų plokštelių rinkiniai surenkamųjų detalių jungčių tarpeliams patikrinti ir reguliuoti (pvz., tikrinami vožtuvų tarpeliai). Tai yra įvairaus ilgio plokštelės, gaminamos 6–16 vienetų rinkiniais. Jų storiai yra nuo 0,03 iki 0,1 mm (kas 0,01 mm) ir toliau iki 1 mm (kas 0,05 mm). Tarpumačiai gaminami 1 ir 2 tikslumo klasių rinkiniais. Tarpumačio plokšteles galima naudoti ir kelias sudėjus kartu.



2.4 pav. Tarpumatis



2.5 pav. Sriegio žingsnio šablonas



2.6 pav. Tarpelio tikrinimas tarpumačiu

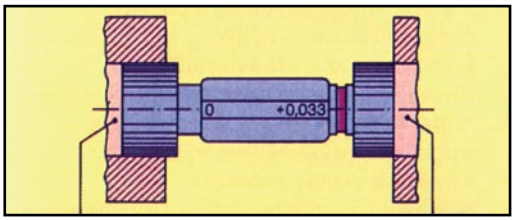
Sriegio žingsnio vardinė reikšmė gali būti nustatyta srieginiu šablonu (2.5 pav.) pagal prigludimą. Srieginis šablonas prie tikrinamo paviršiaus turi priglusti be tarpelių. 2.6 pav. parodyti tarpelių tarp stūmoklio žiedo ir griovelio bei tarpelio žiedo sandūroje matavimai.

2.2. Kalibrai

Kalìbrai – beskaliai matuokliai, skirti detalėms tikrinti. Jie skirstomi į normaliuosius ir ribinius. Normaliuoju kalibru (šablonu) gaminys tikrinamas pagal prigludimą, šviesos plyšį, pvz., sriegių žingsnio nustatymas (2.5 pav.). Ribiniai kalibrai skirti detalėms tikrinti pagal didžiausią ir mažiausią ribinius matmenis. Skylėms tikrinti naudojami kalibriniai kamščiai (2.7 pav.), velenams tikrinti – kalibrinės šakutės (2.8 pav.). Kalibrų vardiniai matmenys nustatomi pagal detalių ribinius matmenis. Detalė tinkama, kai viena kalibro pusė praeina pati, be matuotojo pastangų, o kita kalibro pusė nepraeina kontroliuojamu paviršiumi.

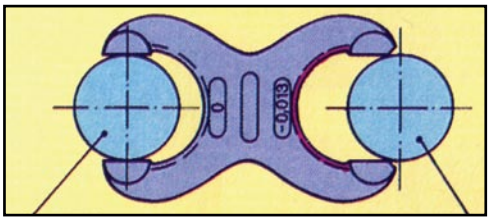
Pagal technologinę paskirtį kalibrai yra darbiniai (D) ir tikrinimo (K). Darbiniai kalibrai naudojami tikrinti gaminį gaminant, o tikrinimo kalibrai skirti darbinių kalibrų susidėvėjimui tikrinti.

Kalibrų konstrukcijos priklauso nuo tikrinamo objekto. Kalibrai gali būti reguliuojami,



Skylė yra didesnė už mažiausią matmenį | Skylė yra mažesnė už didžiausią matmenį

2.7 pav. Kalibrinis kamštis



Velenas yra mažesnis už didžiausią matmenį | Velenas yra didesnis už mažiausią matmenį

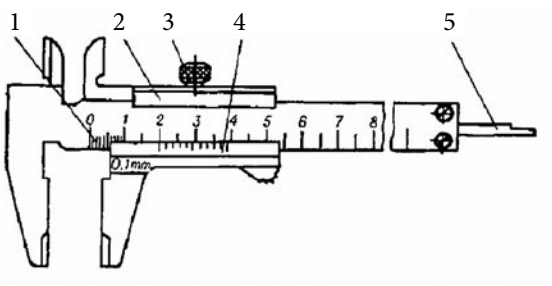
2.8 pav. Kalibrinė šakutė

nereguliuojami, vienribiai, dviribiai. Visi kalibrai yra pažymimi. Žymėjime nurodoma: vardinis matmuo, leidžiamojo nuokrypio laukas.

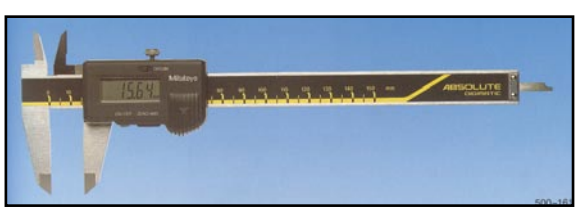
2.3. Slankmatiniai matavimo įrankiai

Slañkmačiu matuojami išoriniai ir vidiniai detalės matmenys. Slankmačio pagrindas yra standi liniuotė (1) su milimetrinėmis padalomis. Jos gale yra nejudamosios matavimo žiaunos. Liniuote slankioja rėmelis (2) su matavimo žiaunomis. Rėmelyje yra nonijaus skalė (4) ir gylio matavimo stiebelis (5).

Universalùsis slañkmatis (2.9 pav.) skirtas išoriniams, vidiniams matmenims ir gyliams matuoti. Jis gali būti elektroninis (2.10 pav.). Universaliojo slankmačio atskaitos įrenginys (2.11 pav.) sudarytas iš pagrindinės liniuotės su pagrindine milimetrine skale ir papildomos nonijaus skalės. Jis bendras visiems slankmatiniams įrankiams, paremtas paprasčiausio nonijaus, kurio padalos vertė 0,1 mm, sudarymo principu. Atkarpa **L**, atitinkanti devynias skalės padalas, t. y. 9 mm, nonijuje padalyta į 10 lygių dalių. Vadinasi, nonijaus skalės padalos vertė 0,1 mm mažesnė negu pagrindinės liniuotės skalės padala. Šis skirtumas vadinamas nonijaus atskaita. Liniuotės skalės padalos ilgį pažymėjus **a**, nonijaus skalės padalos ilgį $\mathbf{a}_N$, nonijaus padalų skaičių **n** ir nonijaus ilgį **L** yra nustatoma nonijaus atskaita:

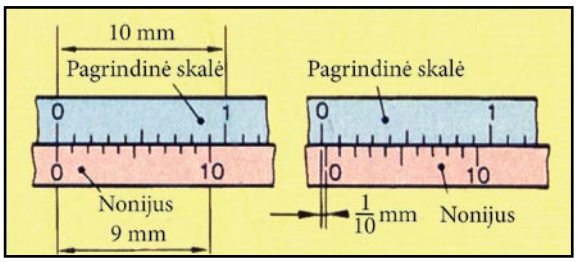


2.9 pav. Universalusis slankmatis: 1 – standi liniuotė; 2 – rėmelis; 3 – fiksavimo varžtas; 4 – nonijaus skalė; 5 – gylio matavimo stiebelis

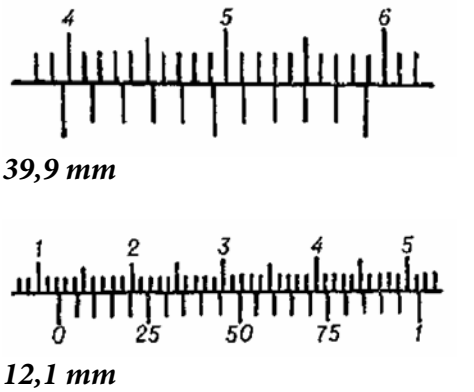


2.10 pav. Elektroninis slankmatis

$$b = a - a_N = a - L/n = 1{,}0 - 0{,}9 = 0{,}1\ mm\ . \qquad (2.1)$$



2.11 pav. Nonijaus skalė

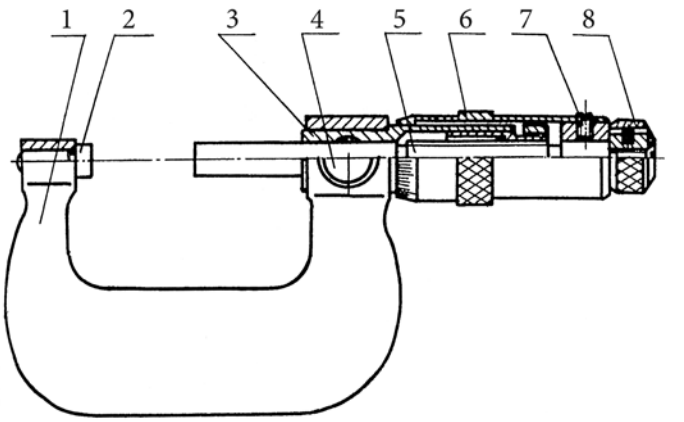


2.12 pav. Įvairios nonijaus skalės atskaitos

2.12 paveiksle parodytos įvairios nonijaus skalės atskaitos. Atskaita atliekama taip: sveiki milimetrai atskaitomi pagrindinėje skalėje iki nonijaus skalės nulio. Dešimtosios ar šimtosios milimetro dalys atskaitomos nonijaus skalėje, žiūrima, kuris pats pirmas nonijaus skalės brūkšnys geriausiai sutampa su pagrindinės skalės brūkšniu. Atskaitos susumuojamos ir gaunamas galutinis rezultatas.

2.4. Mikrometriniai įrankiai

Mikromėtriniams įrankiams priskiriami sraigtiniai, srieginiai, lakštiniai, vamzdiniai mikrometrai, vidmačiai ir gylmačiai. **Sráigtiniu mikrometrù** matuojami išoriniai detalės matmenys. Mikrometras parodytas 2.13 paveiksle. Mikrometro pagrindinės dalys – pasaga

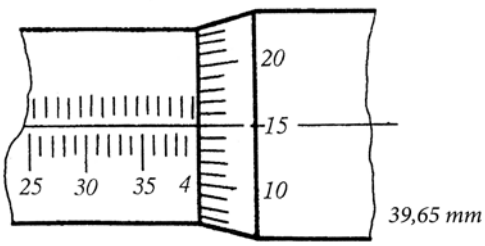


2.13 pav. Sraigtinis mikrometras:
1 – pasaga; 2 – nejudamoji atrama; 3 – ritinys su mikrometrine veržle;
4 – fiksatorius; 5 – mikrometrinis sraigtas; 6 – būgnelis; 7 – dangtelis; 8 – terkšlė

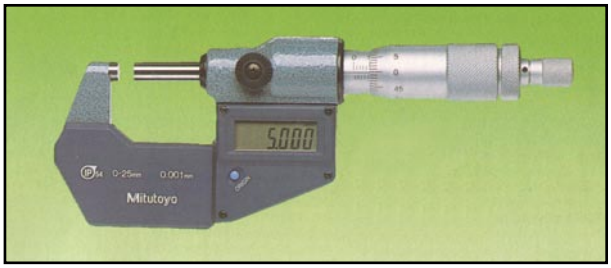
(1), kurios viename gale įtvirtinta nejudamoji atrama (2), o kitame gale įpresuota įvorė. Per įvorę pereina judamoji matavimo atrama, kurios kitame gale įsriegtas tikslus sriegis. Atrama trinties būdu sujungta su būgneliu (6), prie jo prijungta terkšlė (8), kuri palaiko pastovią matavimo jėgą. Judamosios matavimo atramos padėtis fiksuojama fiksatoriumi (4). Įvorėje įbrėžta skalė su padalomis kas 0,5 mm (toks yra sriegio žingsnis), o būgnelio galo nuopjovoje – 50 padalų apskrita skalė, kurios padalos vertė 0,01 mm. Matuojant sumuojami abiejų skalių rodmenys. Mikrometrų matavimo ribos – nuo 0 iki 25 mm, ir taip kas 25 mm iki 300 mm. Padalos vertė – 0,01 mm.

Mikrometro nulinė padėtis tikrinama pagal kontrolinius matus arba priartinus iki susilietimo antgalių matavimo paviršius (kai matavimo ribos 0–25 mm). Jei nulinė padėtis neteisingai nustatyta, reikia užfiksuoti fiksatorių, atsukti dangtelį (7) ir nustačius būgnelio nulinį brūkšnį ties išilginiu ritinio brūkšniu vėl užveržti dangtelį.

Atskaita visais mikrometriniais įrankiais atliekama taip: sveikieji milimetrai atskaitomi ant stiebelio sveikųjų milimetrų skalėje. Jeigu po sveikojo milimetro paskutinio brūkšnio nematyti pusės milimetro skalės brūkšnio, atskaita daroma ant apskritiminės skalės. Jei pusės milimetro skalės brūkšnys matyti, prie sveikųjų milimetrų reikia pridėti 0,5 mm ir toliau atskaityti ant apskritiminės skalės. Atskaitos pavyzdys parodytas 2.14 paveiksle. Sraigtinių mikrometrų yra ir elektroninių (2.15 pav.).

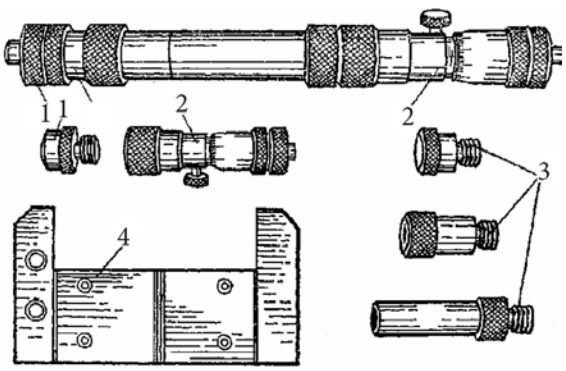


2.14 pav. Atskaita mikrometru

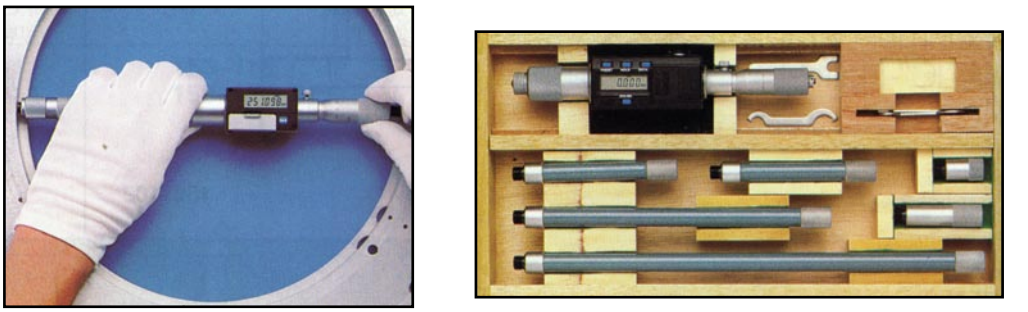


2.15 pav. Elektroninis mikrometras

Mikromėtriniai vidmačiai (2.16 pav.) skirti vidiniams detalių skersmenims matuoti. Mikrometriniai vidmačiai sudaryti iš mikrometrinės galvutės (2), matavimo antgalio (1), ilgintuvų (3). Atliekant matavimus mikrometriniu vidmačiu reikia įvertinti ir ilgintuvų ilgius.



2.16 pav. Mikrometrinis vidmatis:
1 – matavimo antgalis; 2 – mikrometrinė galvutė; 3 – ilgintuvai; 4 – matas



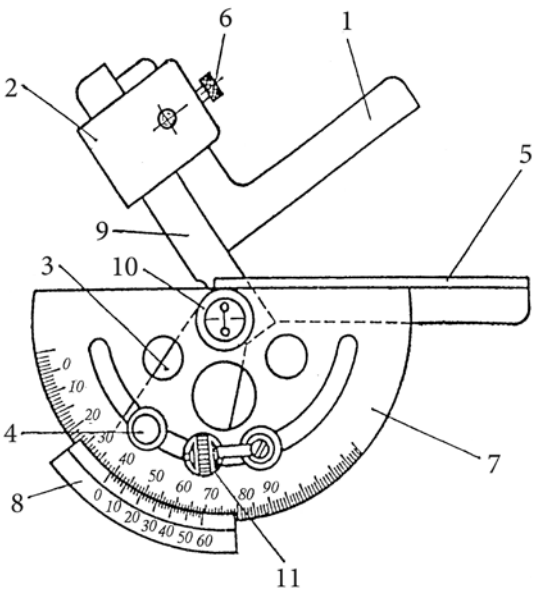
2.17 pav. Elektroninis mikrometrinis vidmatis

Jų ilgių reikšmės pridedamos prie anksčiau gautojo skaičiaus. Prieš matuojant vidmačio mikrometrinė galvutė nustatoma į nulinę padėtį. Tam naudojama speciali šakutė – matas (4), turintis fiksuotą vidinį matmenį. Po to parenkami reikiami ilgintuvai ir jie įsukami į mikrometrinę galvutę (2). Reikia imti kuo mažiau ilgintuvų.

Mikrometrinių vidmačių yra ir elektroninių (2.17 pav.).

2.5. Universalusis kampamatis

Universalùsis kampãmatis (2.18 pav.) (matlankinis kampamatis) naudojamas išoriniams kampams matuoti. Matavimo ribos nuo 0 iki 180°, padala lygi 2'. Kampamatį sudaro pagrindinė skalė (7), kuri sugraduota laipsniais. Pagrindinės skalės padalos vertė 1°.



2.18 pav. Universalusis kampamatis:
1 – pagrindinė skalė; 2 – laikiklis; 3 – sektorius; 4 – fiksatorius;
5 – nejudanti matavimo liniuotė; 6 – sraigtelis; 7 – matlankis;
8 – nonijus; 9 – pasukamoji liniuotė; 10 – ašis; 11 – mikropavara

Ant pagrindinės skalės briaunos pritvirtinta nejudanti matavimo liniuotė (5). Pagrindinės skalės centre yra ašis (10), aplink kurią sukasi sektorius (3) kartu su pasukamąja liniuote (9), nonijumi (8) ir fiksatoriumi (4). Jei reikia išmatuoti kampą iki 90°, tai ant liniuotės uždedamas laikiklis (2) su kampainiu (1) ir užveržiamas sraigteliu (6). Kad nonijus sklandžiai pasisuktų iki reikiamos padėties, naudojama mikropavara (11). Jeigu reikia išmatuoti kampą nuo 90° iki 180°, tai atsukus sraigtelį (6) nuimamas laikiklis (2) ir kampainis (1), o prie atskaitos pridedama 90°.

36° 46´

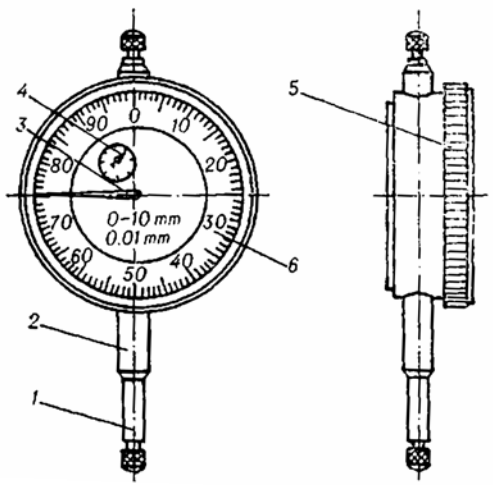
29° 26´´

2.19 pav. Atskaita kampamačiu

Atskaita kampamačiais daroma taip, kaip parodyta 2.19 paveiksle: laipsniai atskaitomi laipsnių skalėje. Minutės atskaitomos nonijaus skalėje. Žiūrima, kuris pats pirmas nonijaus skalės brūkšnys geriausiai sutaps su laipsnių skalės brūkšniu, įvertinama padalos vertė. Laipsniai sumuojami su minutėmis ir gaunamas rezultatas.

2.6. Mechaniniai matavimo prietaisai

Mechãniniams matãvimo príetaisams priskiriami laikrodiniai indikatoriai, indikatoriniai vidmačiai, svirtinės šakutės. Laikrodiniai indikatoriai (2.20 pav.) – krumpliaratiniai matavimo prietaisai. Matavimo ribos nuo 0 iki 2 mm, 0–5 mm, 0–10 mm, padala lygi 0,01 mm. Indikatoriumi dažniausiai matuojama lyginamuoju metodu, nors galima matuoti



2.20 pav. Laikrodinis indikatorius:
1 – matavimo stiebelis; 2 – ritinys; 3 – didžioji rodyklė; 4 – mažoji rodyklė; 5 – žiedas; 6 – skalė

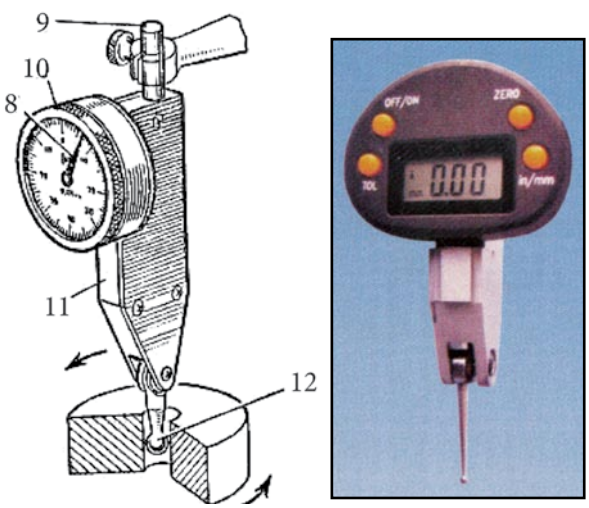
2.21 pav. Įvairaus tikslumo indikatoriai ir stovas

ir absoliučiuoju metodu. Indikatoriumi tikrinami nukrypimai nuo taisyklingos geometrinės formos (ovalumas, plokštumas, ritiniškumas ir kt.), taip pat ir detalių tarpusavio padėtis (paviršių lygiagretumas, statmenumas, išcentriškumas ir t. t.).

Laikrodinis indikatorius (2.20 pav.) sudarytas iš korpuso, ant kurio įtvirtintas žiedas (5). Žiedas reikalingas skalei pasukti, kad būtų galima nustatyti ties nuliu. Didžioji rodyklė (3) rodo šimtąsias milimetro dalis, o mažoji rodyklė (4) – sveikuosius milimetrų skaičius. Matavimo stiebelio (1) poslinkis perduodamas per krumpliastiebį ir krumpliaratines poras rodyklei (3). Matuojant indikatoriumi reikalingas įveržimas, t. y. rodyklė (3) turi apsisukti nors vieną ratą, kad galėtų fiksuoti teigiamuosius ir neigiamuosius nuokrypius. Jeigu rodyklė (3) sukasi pagal laikrodžio rodyklę, nuokrypiai bus teigiamieji, o jeigu prieš laikrodžio rodyklę – neigiamieji. Šių nuokrypių skirtumas bus matavimo rezultatas.

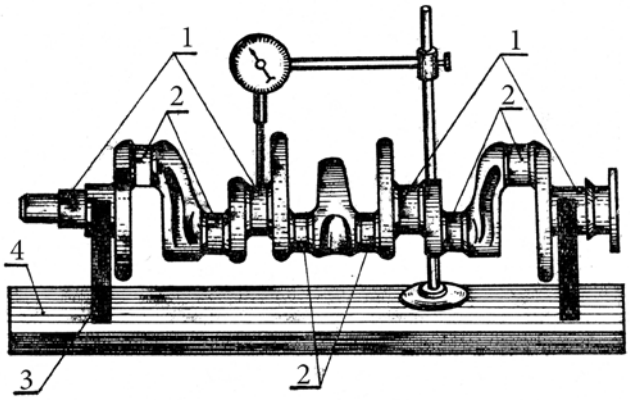
Įvairių konstrukcijų ir tikslumo indikatoriai parodyti 2.21 paveiksle.

Indikatorius tvirtinamas prie stovo. Dažnai galiniam cilindrų ir velenų mušimui matuoti naudojami mažų matmenų indikatoriai, turintys judamąją matavimo kojelę (12) (2.22 pav.), kurią galima nustatyti ± 90°. Matavimo kojelės poslinkis perduodamas per krumpliaračius rodyklei (8). Korpusas (11) kaiščiu (9) tvirtinamas prie stovo. Žiedu (10) rodyklė nustatoma ties nuline padala. Mažų matmenų indikatorių matavimo ribos yra nuo 0 iki 0,8 mm, padala lygi 0,01 mm. Šių indikatorių yra ir elektroninių (2.22 pav.).



2.22 pav. Mažų matmenų indikatoriai

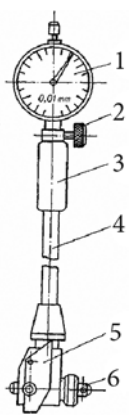
Laikrodinio indikatoriaus panaudojimo pavyzdys parodytas 2.23 paveiksle – tai alkūninio veleno kakliukų mušimo



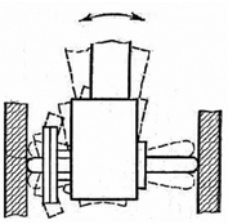
2.23 pav. Alkūninio veleno kakliukų mušimo matavimas

tikrinimas. Alkūninis velenas įtvirtintas ant prizmės (3), kuri stovi ant tikrinimo plytos (4). Indikatorius įtvirtinamas stove. ĮveržDami nustatome rodyklę ties nuline padala. Sukdami alkūninį veleną atskaitome teigiamuosius ar neigiamuosius nuokrypius. Pagrindinių kakliukų (1) ir švaistiklio kakliukų (2) mušimas yra nuokrypių tarp didžiausio ir mažiausio rodmenų skirtumas.

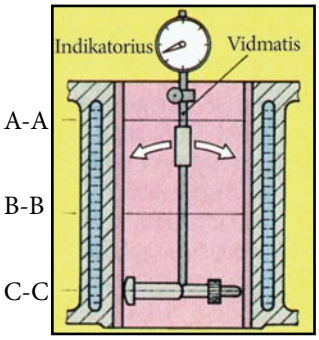
Indikatorius, įmontuotas į kitus prietaisus, sudaro indikatorinį vidmatį. **Indikatorìnis vìdmatis** (2.24 pav.) matuoja detalių vidinių ertmių nuokrypius. Indikatorinio vidmačio pagrindas yra korpusas, kurio viename gale yra indikatorius, o kitame – galvutė (5). Galvutėje yra du matavimo stiebeliai: judamasis ir nejudamasis (6) (keičiamas). Nejudamasis stiebelis keičiamas atsižvelgiant į matuojamos ertmės skersmenį ir gali būti įsukamas į galvutę reikalingo dydžio. Jo padėtis fiksuojama veržle. Indikatorinis vidmatis ties nuline padala nustatomas naudojant matavimo plyteles, kurios tvirtinamos specialiame rėmelyje. Matavimo plytelių matmuo lygus vardiniam matmeniui, pridedant 1 mm. Vienas milimetras pridedamas, kad susidarytų įveržimas ir būtų galima fiksuoti teigiamuosius ir neigiamuosius matavimo priemonės (rodyklės) nuokrypius.



2.24 pav. Indikatorinis vidmatis:
1 – laikrodinis indikatorius; 2 – tvirtinimo varžtas; 3 – rankena;
4 – korpusas; 5 – galvutė; 6 – nejudamasis stiebelis



2.25 pav. Matavimo vidmačio galvutės schema



2.26 pav. Matavimas indikatoriniu vidmačiu

2.26 paveiksle parodyta, kaip tikrinami cilindro nuokrypiai. Indikatorinis vidmatis nustatomas ties nuline padala. Po to indikatorinis vidmatis kišamas į cilindrą ir matuojami nuokrypiai pjūviuose A-A, B-B, C-C. Matavimas atliekamas mažu svyravimo judesiu (2.25 pav.), atskaitant didžiausią rodmenį. Gauti rezultatai parodo formos nuokrypius. Formos nuokrypiai gali būti kūgiškumas, balniškumas, statiniškumas. Norint išmatuoti ovalumo nuokrypį, indikatorinį vidmatį kiekviename pjūvyje reikia sukti 90° kampu. Atskaitome didžiausią ir mažiausią rodmenis. Ovalumo nuokrypis yra skirtumas tarp didžiausio ir mažiausio rodmenų matuojant statmenas kryptis.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kam reikalingi matai ir kokius juos žinote?
2. Kam skirti kalibrai?
3. Kam skirta nonijaus skalė?
4. Kaip daroma atskaita slankmačiu?
5. Kam skirtas mikrometras ir kaip daroma atskaita?
6. Kam skirtas mikrometrinis vidmatis ir kaip atliekama atskaita?
7. Kam skirtas indikatorius ir kaip juo matuojama?
8. Kam skirtas indikatorinis vidmatis ir kaip juo matuojama?

3. ISO SĄLAIDŲ IR LEIDŽIAMŲJŲ NUOKRYPIŲ SISTEMA

3.1. Pakeičiamumas ir jo rūšys

Šiuolaikinėse įmonėse detalės gaminamos ir surenkamos į mazgus bei agregatus skirtinguose, nepriklausomuose vienas nuo kito baruose. Be to, guoliai, standartinės tvirtinimo (elektrotechninės, guminės, plastikinės ir kt.) detalės gaunamos kooperacijos pagrindais iš kitų gamyklų. O surenkama be papildomo derinimo, pritaikymo. Tai įmanoma todėl, kad laikomasi pakeičiamumo principo.

Kad detales būtų galima pakeisti, jos turi būti gaminamos pagal tą pačią sąlaidą, o jų matmenų svyravimo dydis turi atitikti detalių ir gaminių normas, taikant sąlaidų ir leidžiamųjų nuokrypių sistemą. Pakeičiamumas taikomas ne tik gatavoms detalėms, bet ir visame gamybos procese, t. y. ir medžiagoms, ir ruošiniams, ir ištisiems agregatams.

Pakeičiamumas gali būti **visiškas** (absoliutus) ir **dalinis** (ribotas).

Visiškas pakeičiamùmas – kai detalės arba mazgai surenkami be jokio papildomo apdorojimo ar pritaikymo. Šiuo atveju surinkimo procesą gali atlikti žemesnės kvalifikacijos darbuotojai, greičiau pritaikoma mechanizacija ir automatizacija, tampa įmanoma gamybos specializacija bei įmonių tarpusavio kooperavimasis, supaprastėja gamyba. Daugeliu atvejų eksploatacijos reikalavimai verčia taikyti **dalìnį pakeičiamùmą**. Tada galima pasiekti didesnį sąlaidos tikslumą, nors detalės pagamintos ir su didesniais leidžiamaisiais nuokrypiais. Jungiamosios detalės parenkamos pagal grupes ar pritaikomos, priderinamos. Surinkti skirtos detalės turi atitikti techninių sąlygų reikalavimus: jungtyse turi būti reikalingos sąlaidos, jungiamosios detalės turi būti nustatytų matmenų ir formos, mechaninių savybių, tarpusavio padėties nuokrypių, subalansuotos ir t. t.

Detalių komplektų parinkimas įvairiems automobiliams surinkti, tenkinant technines sąlygas, vadinamas **komplektãvimu**. Surinkėjams tik reikia sujungti detales, mazgus, nereikia parinkti ir pritaikyti.

Komplektuoti naudojamos šių grupių detalės:

- tinkamos, su leidžiamaisiais išdilimais;
- suremontuotos;
- naujos, kuriomis pakeičiamos išbrokuotos.

Atsižvelgiant į reikiamą sąlaidą jungtyje, detalių konstrukciją ir matmenis, naudojami įvairūs komplektavimo būdai:

1. Nematuojant jungiamųjų detalių ir netikrinant tarpelio tarp jų, visiško pakeičiamumo principu. Šiuo būdu komplektuojama dauguma automobilių detalių: alkūniniai velenai ir įdėklai, rutuliniai ir ritininiai guoliai, vandens ir alyvos siurblių, rėmų, kardaninių jungčių, generatorių, starterių ir kt. detalės.

2. Nematuojant detalių, ranka nustatant laisvumo laipsnį (nurodoma techninėse sąlygose). Šis būdas naudojamas jungtims su judamosiomis sąlaidomis: pavarų dėžėse slankiojantieji krumpliaračiai, slankiosios movos, varomasis velenas ir t. t.

3. Matuojant vieną ar dvi ir daugiau jungiamųjų detalių. Detalės iš anksto išmatuojamos, surūšiuojamos, po to komplektuojamos. Pvz., įvairių įvorių parinkimas.

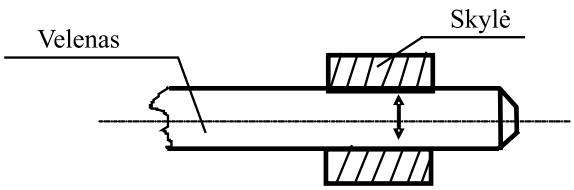
4. Matuojant tarpelius detalių jungtyse. Čia naudojami tarpumačiai, laikrodiniai indikatoriai ir kt. Stūmoklio žiedai komplektuojami pagal jų sandūros tarpelį, įstačius juos į kalibrą, kurio skersmuo atitinka cilindro įvorės skersmenį. Tarpelis sandūroje turi atitikti techninės sąlygas.

5. Sveriant detales. Taip komplektuojami stūmokliai. Jų masės skirtumas tam pačiam varikliui turi būti ne didesnis kaip 10 g.

6. Selektyvus parinkimas – tai gebėjimas atrinkti, išskirti ką nors iš visumos. Šiuo būdu jungiamos detalės, pagamintos su palyginti plačiu leidžiamųjų nuokrypių lauku. Jos surūšiuojamos į matmenų grupes su siauresniais leidžiamųjų nuokrypių laukais. Rūšiuojant į grupes detalės tikrinamos rankiniais prietaisais (mikrometrais, indikatoriniais vidmačiais), standžiais įrankiais (kalibrais). Pvz., stūmokliai parenkami pagal cilindro įvorės skersmenį, kol įvorė neįmontuota į cilindrų bloką. Tarpelis šioje jungtyje tikrinamas naudojant reikiamo matmens tarpumatį.

3.2. Pagrindinės sąvokos

Jungtį sudaro dvi arba kelios judamai ar nejudamai sujungtos detalės, vadinamos **jungiamõsiomis**. Paviršiai ir matmenys, kuriais jos jungiasi, atitinkamai vadinami jungiamaisiais paviršiais ir jungiamaisiais matmenimis. Detalių jungtyse vienas paviršius būna gaubiantysis ir vadinamas **skylė**, o kitas – gaubiamasis ir vadinamas **vẽlenu**. Terminai **skylė** ir **velenas** sąlygiškai vartojami įvairioms jungtims (ritininėms, kūginėms, srieginėms, išdrožinėms ir kt.) apibūdinti. 3.1 paveiksle pavaizduota ritininė jungtis:



3.1 pav. Ritininė jungtis

Vardìnis matmuõ yra pagrindinis detalės matmuo, nuo kurio skaičiuojami detalės matmens nuokrypiai. Vardinis jungties matmuo yra bendras jungiamųjų detalių matmuo. Vardinis skylės matmuo žymimas **D**, o vardinis veleno matmuo – **d**.

Tikràsis matmuõ – tai matmuo, gaunamas išmatavus detalę leidžiamu tikslumu.

Núokrypis – tai matmens (tikrojo, ribinio ir kt.) ir vardinio matmens algebrinis skirtumas. Nuokrypiai yra viršutiniai ir apatiniai. Viršutinis skylės nuokrypis yra žymimas **ES**, veleno – **es**, tai didžiausio ribinio ir vardinio matmens algebrinis skirtumas:

$$ES = D_{max} - D\,; \qquad es = d_{max} - d\,. \qquad (3.1)$$

Apatinis skylės nuokrypis žymimas **EI**, veleno – **ei**, tai mažiausio ribinio ir vardinio matmens algebrinis skirtumas:

$$EI = D_{\min} - D \qquad ei = d_{\min} - d \qquad (3.2)$$

Pagal ženklą nuokrypiai būna teigiamieji, neigiamieji, simetrinių ženklų ir lygūs nuliui. Nuokrypiai, išskyrus nulį, žymimi brėžiniuose su vardiniu matmeniu:

$$20^{+0,025}_{+0,015} \qquad 20^{-0,005}_{-0,015}$$

$$20^{+0,002}_{-0,013} \qquad 20_{-0,013} \qquad 20^{+0,025}$$

Kai abu nuokrypiai absoliučiu dydžiu lygūs, jie gali būti nurodyti vienu skaičiumi su ženklu ±, pvz., 20 ± 0,2.

Brėžiniuose matmenys nurodomi milimetrais. Ribiniai nuokrypiai lentelėse pateikiami mikrometrais (μm), o brėžiniuose – milimetrais kartu su vardiniu matmeniu **(1 μm = 0,001 mm).**

Ribìniai mãtmenys – tai matmenys, tarp kurių gali kisti tikrasis matmuo:

didžiausias ribinis skylės matmuo – $D_{\max} = D + ES$; (3.3)

didžiausias ribinis veleno matmuo – $d_{\max} = d + es$; (3.4)

mažiausias ribinis skylės matmuo – $D_{\min} = D + EI$; (3.5)

mažiausias ribinis veleno matmuo – $d_{\min} = d + ei$. (3.6)

Tinkamà detãlė – tai tokia detalė, kai tikrasis matmuo ne didesnis už jo didžiausią ribinį matmenį ir ne mažesnis už jo mažiausią ribinį matmenį.

$$D_{\min} \le D \le D_{\max}.$$

Brėžiniuose ribiniai matmenys nenurodomi, o tik užrašomas vardinis matmuo kartu su ribiniais nuokrypiais.

Leidžiamíeji núokrypiai – algebrinis skirtumas tarp viršutinio ir apatinio nuokrypių. Nuokrypiai skaičiuojami su savo ženklais. Leidžiamieji nuokrypiai žymimi **T**.

Leidžiamieji nuokrypiai visada yra teigiamasis dydis. Jie apibūdina reikalaujamą detalės ar gaminio tikslumą. Skylės leidžiamieji nuokrypiai žymimi **TD**, o veleno – **Td**. Leidžiamuosius nuokrypius galima skaičiuoti:

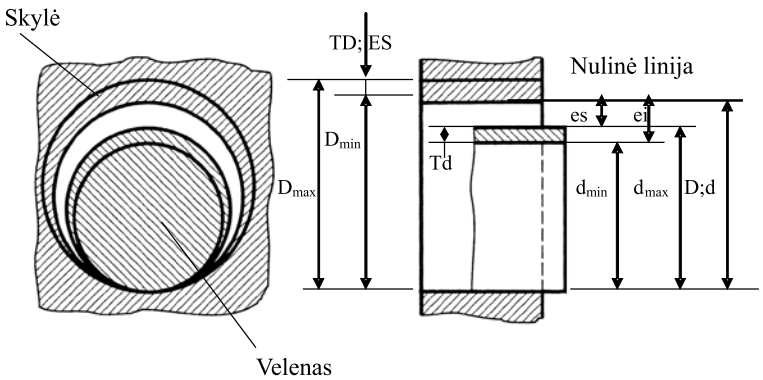
$$TD = ES - EI; \qquad Td = es - ei. \qquad (3.7)$$

Leidžiamuosius nuokrypius galima skaičiuoti naudojant tik ribinius matmenis:

$$TD = D_{max} - D_{min}\,; \qquad Td = d_{max} - d_{min}\,. \qquad (3.8)$$

Leidžiamųjų nuokrypių laukas – tai plotas, kurį apriboja viršutinis ir apatinis ribiniai nuokrypiai. Leidžiamieji nuokrypiai iliustruojami grafiškai.

Skylės ir veleno pagrindiniai matmenys parodyti 3.2 paveiksle. Skylės apatinis nuokrypis **EI** šiame pavyzdyje lygus nuliui, todėl jis paveiksle nepažymėtas.



3.2 pav. Pagrindiniai skylės ir veleno matmenys

3.3. Sąlaidos ir sąlaidų sistemos

Sąlaida – tai dviejų detalių jungtis, charakterizuojama tarpo ar įvaržos dydžiu.

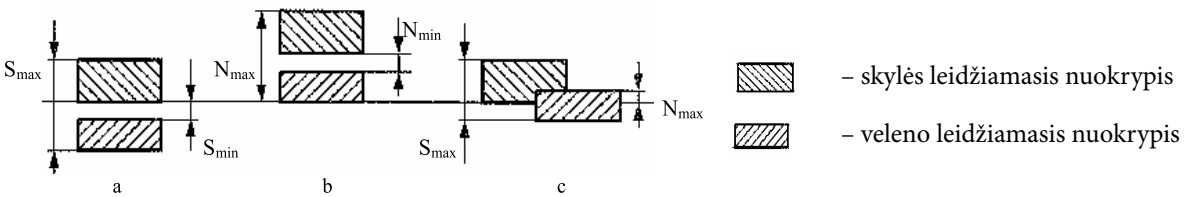
Tarpėlis technikoje – tai teigiamas skirtumas tarp skylės ir veleno matmenų. Skylės matmuo yra didesnis už veleno matmenį.

Įvarža technikoje – tai teigiamas skirtumas tarp veleno ir skylės matmenų. Veleno matmuo yra didesnis už skylės matmenį.

Sąlaidos yra 3 rūšių:

1. Judamóji sąlaida (3.3 pav., a) yra charakterizuojama didžiausiu ir mažiausiu tarpais. Skylės leidžiamojo nuokrypio laukas visuomet yra aukščiau už veleno leidžiamąjį nuokrypio lauką. Judamoji sąlaida – tai ardoma jungtis.

2. Nejudamóji sąlaida (3.3 pav., b) yra charakterizuojama didžiausia ir mažiausia įvaržomis. Veleno leidžiamojo nuokrypio laukas yra visuomet aukščiau skylės leidžia-



3.3 pav. Sąlaidų rūšys: judamoji (a); nejudamoji (b); tarpinė (c)

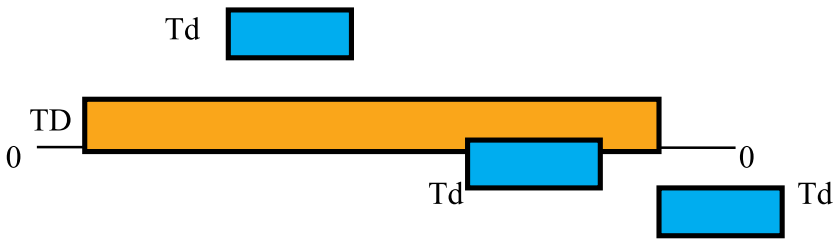
mojo nuokrypio lauko. Nejudamoji sąlaida – tai neardoma jungtis, gaunama presavimo būdu.

3. **Tárpinė sąlaida** (3.3 pav., c) yra charakterizuojama didžiausiu tarpu ir didžiausia įvarža. Skylės ir veleno leidžiamųjų nuokrypių laukai dengia vienas kitą. Tarpinė sąlaida – tai standi dviejų detalių jungtis. Tai ardoma sąlaida, panaudojus papildomą jėgą. Pvz., ant veleno pleištu pritvirtintas krumpliaratis. Veikdamas krumpliaratis ant veleno turi laikytis standžiai, bet jį galima nuimti nuo veleno iškalus pleištą.

Mašinų gamyboje įvairios paskirties mašinų ir mechanizmų detalės gaminamos skirtingo tikslumo. **Tikslùmo láipsnis** – leidžiamųjų nuokrypių, atitinkančių visų vardinių matmenų vienodą tikslumą, visuma. Pagal standartą matmenims nuo 1 iki 500 mm nustatyta 19 tikslumo laipsnių: 01, 0, 1, 2, 3, ..., 17. Tiksliausias yra 01, grubiausias – 17. Tikslumo laipsnis rašomas su pagrindiniu nuokrypiu: G7; k6; h7 ir t. t. (žr. 92 p.).

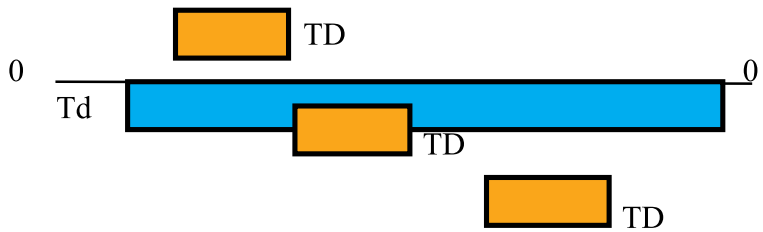
Sąlaidoms apibūdinti naudojamos dvi sistemos: skylės ir veleno.

Skylẽs sistèmai (3.4 pav.) būdinga tai, kad skylės ribiniai matmenys lieka pastovūs, o įvairios sąlaidos gaunamos keičiant velenų ribinius matmenis. Ši sistema yra žymima **H**, o apatinis skylės nuokrypis visada yra lygus nuliui (ES = +; EI = 0).



3.4 pav. Skylės sistema

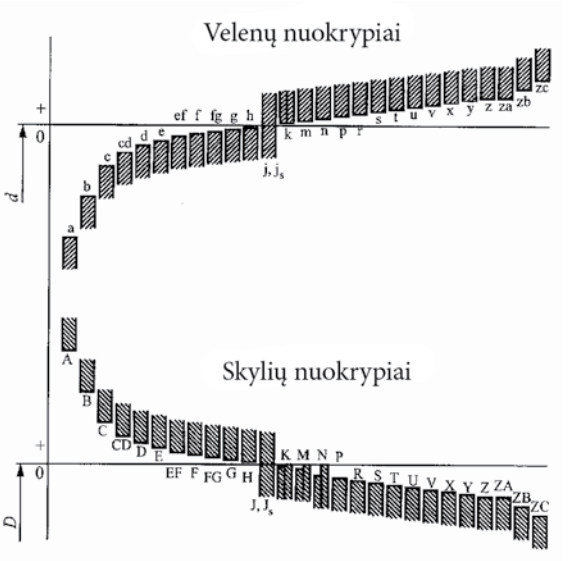
Vẽleno sistèmoje (3.5 pav.) veleno ribiniai matmenys pastovūs, o įvairios sąlaidos gaunamos keičiant skylių ribinius matmenis. Ši sistema yra žymima raide **h**. Viršutinis veleno nuokrypis visada lygus nuliui, o apatinis – neigiamas (es = 0; ei = –).



3.5 pav. Veleno sistema

Paprastai gaubiamąjį paviršių (veleną) apdoroti lengviau negu gaubiantįjį (skylę), todėl dažniausiai naudojama skylės sistema. Kiekvienai sąlaidai parenkama leidžiamųjų nuokrypių lauko padėtis nulinės linijos atžvilgiu (3.6 pav.). Sąlaidoms su skirtingais tarpeliais ir įvaržomis, kurių matmenys 1...500 mm, yra numatyti 28 pagrindiniai nuokrypiai.

Pagrindinis – tai nuokrypis, kuris nurodo leidžiamojo nuokrypio lauko padėtį nulinės linijos atžvilgiu. Skylių pagrindiniai nuokrypiai žymimi didžiosiomis lotynų abėcėlės raidėmis,



3.6 pav. Pagrindiniai velenų ir skylių nuokrypiai

veleno – mažosiomis. Sąlaidos su tarpeliu žymimos nuo A iki H raidėmis, tarpinės sąlaidos – nuo J_s iki N, sąlaidos su įvarža – nuo P iki ZC. Dvigubomis raidėmis pažymėti nuokrypiai naudojami tik tiksliojoje pramonėje.

Derinant bet kurį pagrindinį nuokrypį su įvairiais tikslumo laipsniais, galima gauti 1000 ir daugiau leidžiamųjų nuokrypių laukų skylėms ir velenams. Norint sumažinti nereikalingą leidžiamųjų nuokrypių laukų įvairovę, ISO sistemoje numatyti svarbiausi leidžiamųjų nuokrypių laukai skylėms ir velenams (1 priedas, 1 ir 2 lentelės). Sąlaidos sudaromos skylės ir veleno sistemoje. Kai skylės ir veleno leidžiamieji nuokrypiai skirtingi, patartina, kad skylės leidžiamasis nuokrypis būtų didesnis už veleno ne daugiau kaip dviem tikslumo laipsniais. **Sąlaidos žymėjimo pavyzdys: s**ąlaida žymima $50\frac{H7}{g6}$ arba 50H7/g6, čia skaičius 50 – vardinis matmuo; H7 – skylės leidžiamasis nuokrypis; g 6 – veleno leidžiamasis nuokrypis; H – skylės sistema; g – judamoji sąlaida; 7 ir 6 reiškia tikslumo laipsnį.

3.4. Matmenų ribinių nuokrypių žymėjimas brėžiniuose

Tiesinių matmenų ribiniai nuokrypiai brėžiniuose gali būti nurodomi trimis būdais: raidiniu leidžiamųjų nuokrypių lauko žymėjimu, skaitiniu žymėjimu, raidiniu leidžiamųjų nuokrypių lauko žymėjimu ir skliausteliuose nurodomais skaitiniais matmens ribiniais nuokrypiais:

$$\varnothing 35H7/e8; \quad \varnothing 35\left(\begin{matrix}+0{,}025\\0\\-0{,}050\\-0{,}089\end{matrix}\right); \varnothing 35H7/e8\left(\begin{matrix}+0{,}025\\0\\-0{,}050\\-0{,}089\end{matrix}\right)$$

3.5. Sąlaidų parinkimas

Kad mechanizmas gerai dirbtų, svarbu teisingai ir tiksliai parinkti jungiamų detalių sąlaidas. Parenkant sąlaidas, reikia atsižvelgti į įvairias aplinkybes, reikalaujančias, kad pasirinkta sąlaida garantuotų tikslią jungtį ir ekonomišką atskirų detalių gamybą. Sąlaidos tipas priklauso nuo norimo gauti mažiausio ir didžiausio tarpelio ar įvaržos, tai yra nuo sąlaidos leidžiamojo nuokrypio. Dažniausiai ribinės tarpų ir įvaržų reikšmės nustatomos atsižvelgiant į jungties funkcinę paskirtį. Tarpelių ir įvaržų reikšmės apskaičiuojamos arba gaunamos eksperimentais. Pagal nustatytas reikšmes turi būti parenkami leidžiamųjų nuokrypių laukai ir atskirų detalių nuokrypiai. Sąlaidas parinkti padeda rekomenduojami leidžiamųjų nuokrypių laukai, kurie pateikti 1 priedo 1 ir 2 lentelėse.

Rekomenduojamų sąlaidų pavyzdžiai:

H7/h6, H8/h7, H8/h8, H9/h8 – naudojama, kai reikia užtikrinti tikslų detalių centravimą arba tikslų jų nukreipimą;

H7/f6 – naudojama laisvai besisukančioms ir paslankioms detalėms, krumpliaračiams, skriemuliams, movų dalims ant velenų uždėti ar mažesnio tikslumo detalėms; variklio cilindrų dangčiui centruoti;

H7/e8, H8/e8 – naudojama greitai besisukantiems velenams ar velenams, kurie remiasi keliuose guoliuose, pvz., alkūniniam velenui ir paskirstymo velenui automobilio variklyje;

H7/h6 – naudojama jungiant dažnai nuimamas detales su velenu, riedėjimo guoliams centruoti korpuse;

H7/g6 – naudojama ten, kur reikia nedidelio tarpelio laisvam detalių judesiui ir tiksliam centravimui. Jis taikomas esant reversiniam detalių judesiui;

H8/f9, H8/e9 – naudojama besisukančioms ir paslankioms detalėms, krumpliaračiams, skriemuliams, movų dalims ant velenų uždėti;

H6/j_s 5, H7/j_s 6 – naudojami dažnai ardomose jungtyse, pvz., keičiamoms įvorėms, keičiamiems krumpliaračiams ir t. t.;

H7/k6 – naudojama pleištinėse jungtyse ir nejudamiesiems krumpliaračiams staklių pavarose;

H7/m6, H7/n6 – naudojama kūginiams krumpliaračiams ant reduktoriaus veleno uždėti;

H7/u7 – naudojama krumpliaračių vainikams ant plieninių diskų, žiedams ant sudėtingų krumpliaračių uždėti;

H7/r6 – naudojama įvorės lizdams, kai jas veikia dideli krūviai arba smūgiai, pneumatiniuose įrankiuose, švaistikliuose, kompresoriuose.

3.6. Tiesinių matmenų su nenurodytais ribiniais nuokrypiais tikslumo normavimas

Tiesinis matmuo su nenurodytais ribiniais nuokrypiais vadinamas **laisvúoju mãtmeniu** ir brėžiniuose nurodomas tik vardine reikšme, t. y. be nuokrypių.

Matmenų su nenurodytais ribiniais nuokrypiais, vadinamųjų laisvųjų matmenų, tikslumas normuojamas:

1. Tikslumo laipsniais nuo 12 iki 17. Standartai rekomenduoja naudoti 14 tikslumo laipsnį.

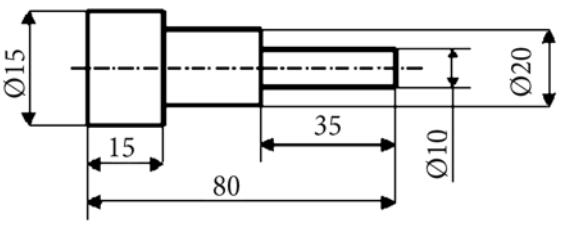
2. Matmenų tikslumo klasėmis, žymimomis raide **t** su tikslumą atitinkančiais indeksais t_1, t_2, t_3, t_4 (tikslūs, apytiksliai, netikslūs ir labai netikslūs matmenys). Tikslumo klasių leidžiamieji nuokrypiai atitinka suapvalintus 12, 14, 16, 17 tikslumo laipsnių leidžiamuosius nuokrypius. Standartai rekomenduoja naudoti t_2 tikslumo klasę.

3. Skylių laisvųjų matmenų ribiniai nuokrypiai skiriami tik teigiamieji (+ IT arba + t_2), o velenų – tik neigiamieji (– IT arba – t_2).

4. Matmenims, nurodantiems įvairius atstumus, skiriami tik simetriniai ribiniai nuokrypiai: ± t_2 / 2 arba ± IT 14 / 2.

Šių matmenų ribiniai nuokrypiai nurodomi brėžinio techninėse sąlygose. Užrašoma taip: matmenys, kurių ribiniai nuokrypiai nenurodyti: skylių – pagal H14, velenų – pagal h14, kitų matmenų – ± IT 14/2. Arba galima rašyti sutrumpintai: H14, h14, ± IT 14/2.

Pvz., reikia nustatyti pateiktos detalės laisvųjų matmenų tikslumą ir užrašyti brėžinio techninėse sąlygose.



Šiame pavyzdyje laisvieji matmenys yra Ø10, Ø20, Ø30, jie brėžinyje reiškia veleną, o matmenys 15, 35 ir 80 – atstumai. Standartai veleno tikslumą rekomenduoja nurodyti h14, atstumų tikslumus rekomenduoja nurodyti ± IT14/2. Šis tikslumas bus nurodytas brėžinio techninėse sąlygose. Ši sąlyga brėžinyje užrašoma taip:

h14, ± iT14/2.

3.7. Detalės formos ir tarpusavio padėties tikslumas

Gaminamos detalės tikslumas apibūdinamas ne tik jos tikrųjų dydžių nuokrypiu nuo vardinių dydžių, bet ir jos paviršių tikrosios formos bei tarpusavio padėties nuokrypiu nuo geometrinės formos ir padėties.

Fòrmos núokrypiu vadinamas tikrojo paviršiaus nukrypimas nuo geometriškai taisyklingo paviršiaus. Paviršiaus formos nuokrypiai atskaitomi nuo glaustinio paviršiaus.

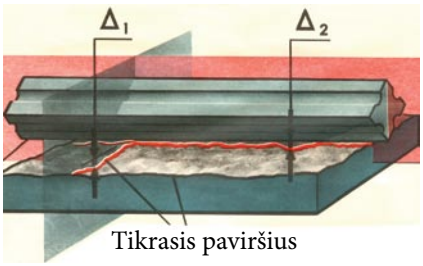
Glaustìnis paviřšius – tai paviršius, liečiantis tikrąjį paviršių ir gulintis taip, kad labiausiai nutolusio tikrojo paviršiaus taško atstumas iki glaustinio paviršiaus būtų mažiausias. Glaustiniai paviršiai – tai taisyklingi paviršiai ir jais gali būti plokštuma, tiesė, ritinys, apskritimas.

Paviršiaus formos nuokrypiai:

1. Tiesùmo léidžiamasis núokrypis (3.7 pav.) – tai didžiausias tikrojo paviršiaus taškų

atstumas iki glaustinės tiesės (Δ_1 ir Δ_2). Konkretūs atvejai – išgaubtumas ir įgaubtumas.

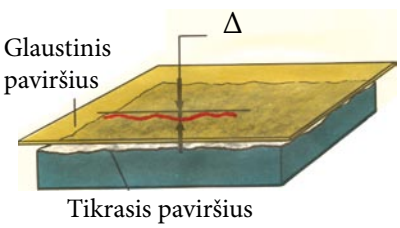
Sutartinis žymėjimas – ——



3.7 pav. Tiesumo leidžiamasis nuokrypis

2. Plokštumõs léidžiamasis núokrypis (3.8 pav.) – tai didžiausias tikrojo paviršiaus taškų atstumas iki glaustinės plokštumos (Δ). Konkretūs atvejai – išgaubtumas ir įgaubtumas.

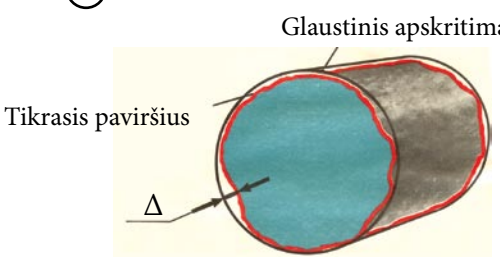
Sutartinis žymėjimas – ▱



3.8 pav. Plokštumos leidžiamasis nuokrypis

3. Apskritùmo léidžiamasis núokrypis (3.9 pav.) – tai didžiausias tikrojo paviršiaus taškų atstumas iki glaustinio apskritimo (Δ). Konkretūs atvejai – ovalumas ir kampuotumas.

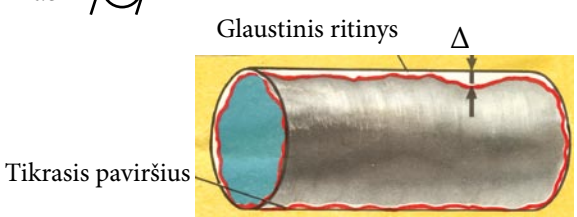
Sutartinis žymėjimas – ◯



3.9 pav. Apskritumo leidžiamasis nuokrypis

4. Ritiniškùmo léidžiamasis núokrypis (3.10 pav.) – tai didžiausias tikrojo paviršiaus taškų atstumas iki glaustinio ritinio (Δ).

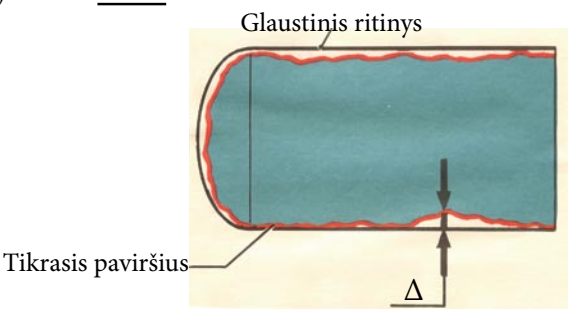
Sutartinis žymėjimas – ⌀



3.10 pav. Ritiniškumo leidžiamasis nuokrypis

5. Išilgìnio pjū̃vio pròfilio fòrmos léidžiamasis núokrypis (3.11 pav.) – tai didžiausias tikrojo paviršiaus taškų atstumas iki glaustinio ritinio išilginiame pjūvyje (Δ). Konkretūs atvejai: kūgiškumas, statiniškumas, balniškumas, išlenktumas.

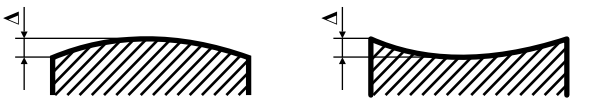
Sutartinis žymėjimas – $\overline{\overline{\quad}}$



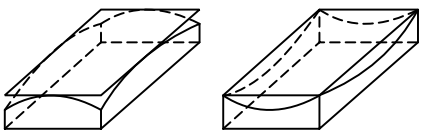
3.11 pav. Išilginio pjūvio profilio formos leidžiamasis nuokrypis

Konkrečių atvejų pavyzdžiai:

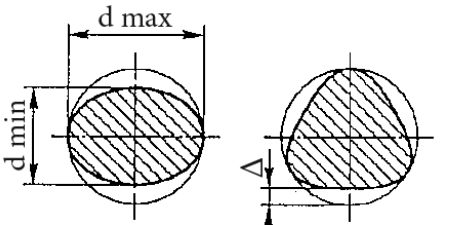
1. Tiesumo nuokrypiai, išgaubtumas ir įgaubtumas:



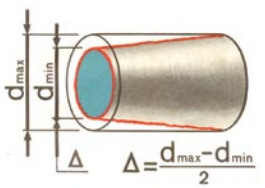
2. Plokštumos nuokrypiai, išgaubtumas ir įgaubtumas:



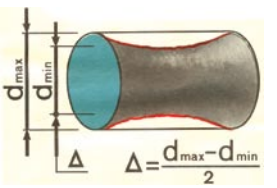
3. Apskritumo nuokrypiai, ovalumas ir briaunotumas (kampuotumas):



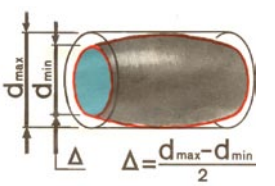
4. Išilginio pjūvio profilio formos nuokrypiai, kūgiškumas, balniškumas, statiniškumas, išlenktumas:



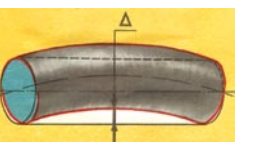
Kūgiškumas



Balniškumas



Statiniškumas

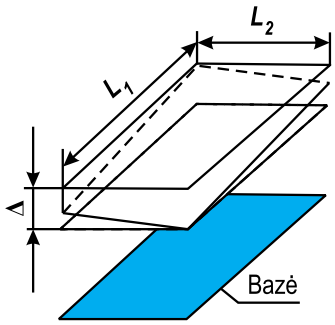


Išlenktumas

Paviršiaus tarpusavio padėties nuokrypiai:

1. Lygiagretùmo léidžiamasis núokrypis (3.12 pav.) – tai didžiausio ir mažiausio glaustinių plokštumų (ašių, tiesių, tiesės ir plokštumos) atstumų tam tikrame plote ar ilgyje skirtumas (Δ).

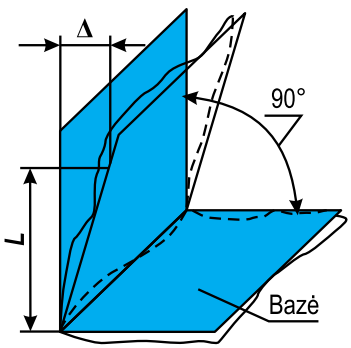
Sutartinis žymėjimas – //



3.12 pav. Lygiagretumo leidžiamasis nuokrypis

2. Statmenùmo léidžiamasis núokrypis (3.13 pav.) – tai nukrypimas nuo stataus kampo tarp tikrinamojo ir bazinio kampo (Δ).

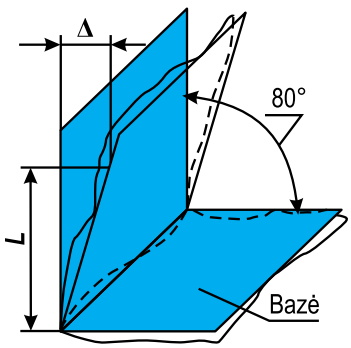
Sutartinis žymėjimas – ⊥



3.13 pav. Statmenumo leidžiamasis nuokrypis

3. Pósvyrio léidžiamasis núokrypis (3.14 pav.) – tai nagrinėjamo kampo nukrypimas nuo bazinio kampo (Δ) (išskyrus 0°, 90°, 180°).

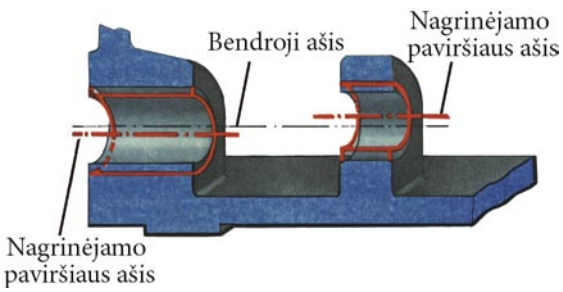
Sutartinis žymėjimas – ∠



3.14 pav. Posvyrio leidžiamasis nuokrypis

4. Bendraašiškùmo léidžiamasis núokrypis (3.15 pav.) – tai didžiausias atstumas tarp nagrinėjamo paviršiaus ašies ir bendrosios ašies (bazinės ašies).

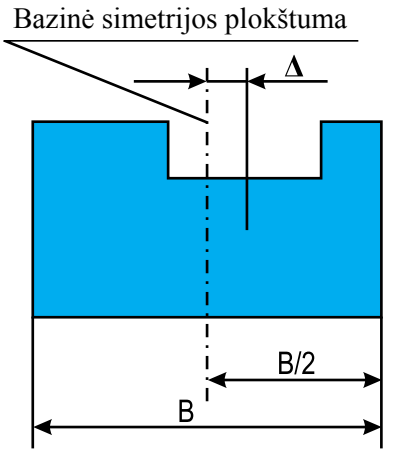
Sutartinis žymėjimas – ◎



3.15 pav. Bendraašiškumo leidžiamasis nuokrypis

5. Simetriškùmo léidžiamasis núokrypis (3.16 pav.) – tai didžiausias atstumas tarp nagrinėjamo ir bazinio paviršių simetrijos plokštumų (Δ).

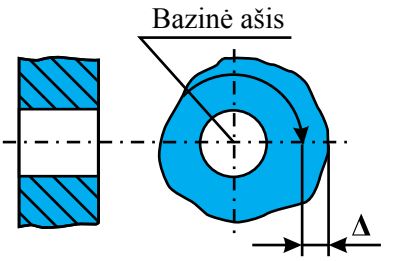
Sutartinis žymėjimas –



3.16 pav. Simetriškumo leidžiamasis nuokrypis

6. Spindulìnio mušìmo léidžiamasis núokrypis (3.17 pav.) – didžiausio ir mažiausio tikrojo paviršiaus taškų atstumų skirtumas iki bazinės sukimosi ašies (Δ), išmatuotas pagal statmeną ašį.

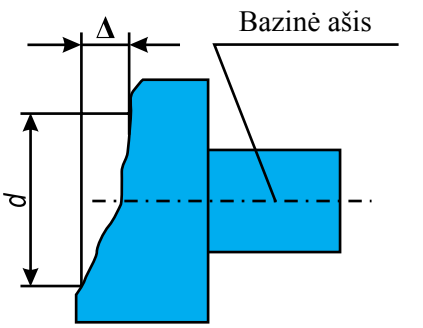
Sutartinis žymėjimas –



3.17 pav. Spindulinio mušimo leidžiamasis nuokrypis

7. Galìnio mušìmo léidžiamasis núokrypis (3.18 pav.) – tai didžiausio ir mažiausio galinio paviršiaus taškų atstumų skirtumas (Δ) iki statmenos sukimosi ašiai plokštumos tam tikrame skersmenyje, išmatuotas pagal lygiagrečią ašį.

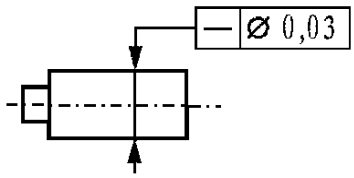
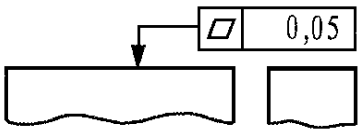
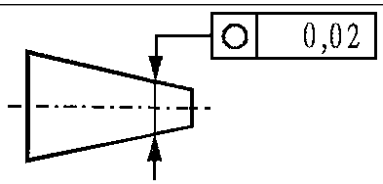
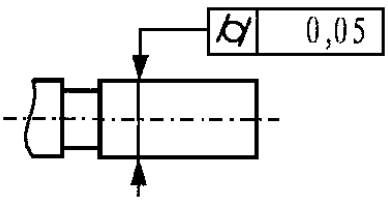
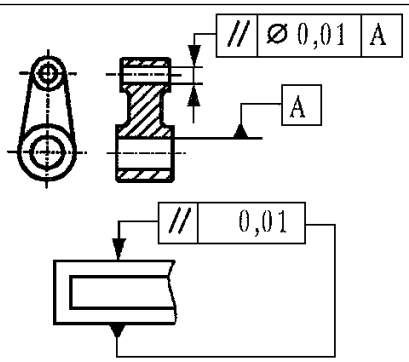
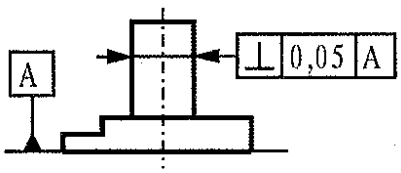
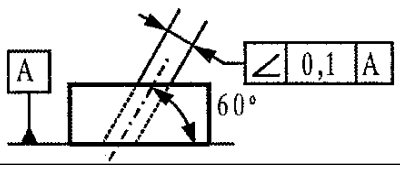
Sutartinis žymėjimas –



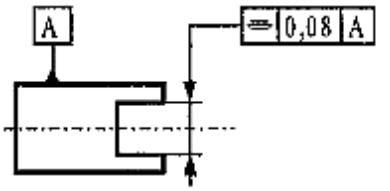
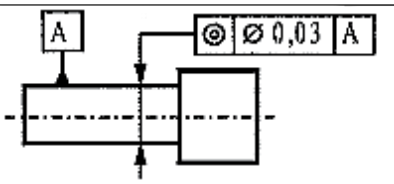
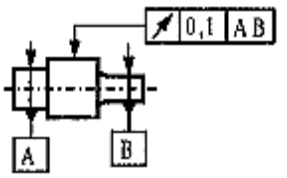
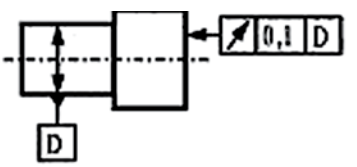
3.18 pav. Galinio mušimo leidžiamasis nuokrypis

Brėžiniuose detalės formos ir tarpusavio padėties (3.1 lentelė) nuokrypiai žymimi sutartiniu ženklu ir leistinu dydžiu (mm), kurie nurodomi stačiakampiame rėmelyje, padalytame į tris dalis. Pirmajame langelyje nurodomas ženklas, antrajame langelyje įrašoma leidžiamoji reikšmė milimetrais, trečiajame nurodoma bazė arba kito elemento, nuo kurio priklauso leidžiamasis nuokrypis, raidinis žymėjimas. Leidžiama šį bazės raidinį žymėjimą brėžiniuose praleisti, o bazę žymėti juodu trikampiu.

3.1 lentelė. Formos ir padėties leidžiamųjų nuokrypių žymėjimo brėžiniuose pavyzdžiai

Ženklas	Žymėjimas brėžinyje	Leidžiamųjų nuokrypių pavadinimas ir reikšmė
—		**Tiesumas** Paviršiaus tiesumo leidžiamasis nuokrypis – 0,03 mm
▱		**Plokštumas** Paviršiaus plokštumo leidžiamasis nuokrypis – 0,05 mm
○		**Apskritumas** Paviršiaus apskritumo leidžiamasis nuokrypis – 0,02 mm
⌭		**Ritiniškumas** Paviršiaus ritiniškumo leidžiamasis nuokrypis – 0,05 mm
//		**Lygiagretumas** Ašies lygiagretumo leidžiamasis nuokrypis – 0,01 mm ašies A atžvilgiu Paviršių lygiagretumo leidžiamasis nuokrypis – 0,01 mm
⊥		**Statmenumas** Paviršiaus statmenumo leidžiamasis nuokrypis – 0,05 mm pagrindo A atžvilgiu
∠		**Posvyris** Ašies posvyrio leidžiamasis nuokrypis – 0,1 mm bazės A atžvilgiu

3.1 lentelės tęsinys

Ženklas	Žymėjimas brėžinyje	Leidžiamųjų nuokrypių pavadinimas ir reikšmė
⫽		**Simetriškumas** Išėmos simetriškumo leidžiamasis nuokrypis – 0,08 mm bazinio elemento A atžvilgiu
◎		**Bendraašiškumas (ašių sutapimas)** Veleno ašies bendraašiškumo leidžiamasis nuokrypis – Ø 0,03 mm bazės A atžvilgiu
↗	 	**Spindulinis ir galinis mušimai** Paviršiaus spindulinio mušimo leidžiamasis nuokrypis – 0,1 mm bendrosios ašies A ir B atžvilgiu Galinio paviršiaus mušimo leidžiamasis nuokrypis – 0,1 mm bazinio paviršiaus D atžvilgiu

3.8. Paviršiaus šiurkštis

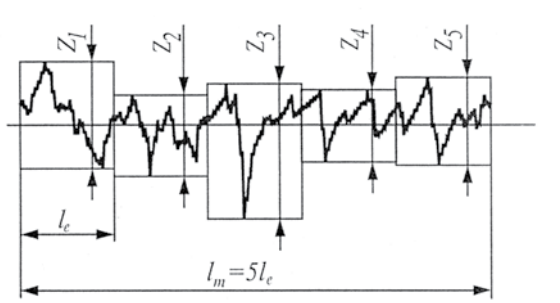
Paviršiaus šiurkštis – paviršiaus nelygumų, turinčių santykinai mažą žingsnį baziniame lygyje, visuma.

Bazinis ilgis (lm) – bazinės linijos ilgis, pasirinktas nelygumams, charakterizuojantiems paviršiaus šiurkštį, išskirti ir jų parametrams nustatyti.

Paviršiaus šiurkščiui įvertinti naudojami šie parametrai:

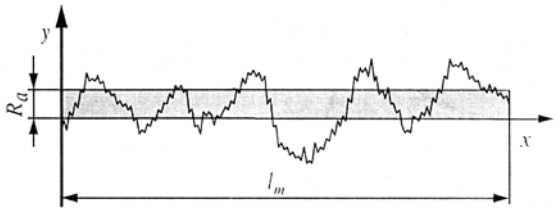
1. Nelygumų aukštis Rz – tai penkių *Z* verčių aritmetinis vidurkis (3.19 pav.). Matavimai atliekami mikrometrais (*μm*):

$$Rz = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5}. \qquad (3.9)$$



3.19 pav. Nelygumų aukštis Rz

2. Vidutinė aritmėtinė pròfilio núokrypa *Ra* – tai atstumų tarp realaus ir vidutinio profilio absoliučiųjų verčių *yi* matuojamame ilgyje *lm* aritmetinis vidurkis (3.20 pav.). Matavimai atliekami mikrometrais (*μm*).



3.20 pav. Vidutinė aritmetinė profilio nuokrypa Ra

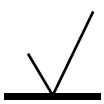
$$Ra = \frac{1}{n} \cdot \sum_{0}^{n} |y_i|$$

čia $|y_1|$ – absoliučioji atstumo tarp realaus ir vidutinio profilio vertė;
Ra – atitinka aukštį, kurio ilgis lygus matuojamajam ilgiui l_m.

3. **Pròfilio nelygùmų didžiausias aukštis Rmax** – tai didžiausia matavimo ilgyje išmatuota *Z* vertė.

Šiurkščio parametrus *Ra, Rz ir Rmax* galima lengvai išmatuoti moderniais elektroniniais kontaktiniais šiurkščio matavimo prietaisais. Tarp atskirų šiurkščio vertinimo parametrų nėra tikslios priklausomybės, nes paviršius yra atsitiktinių nuokrypių visuma ir priklauso nuo apdorojimo būdų.

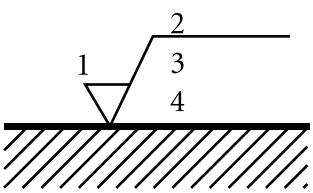
Paviršiaus šiurkštis brėžiniuose žymimas sutartiniais ženklais:

 – naudojamas pažymėti paviršiaus šiurkščiui, kai nenurodomas paviršiaus apdorojimo būdas, ar pažymėti likusiam paviršiui.

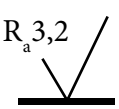
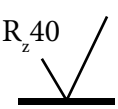
– naudojamas nurodyti paviršiaus šiurkščiui, gaunamam nuėmus metalo sluoksnį, tai yra tam tikru būdu apdorojant, pvz., tekinant, šlifuojant ir t. t.

– naudojamas nurodyti paviršiaus šiurkščiui, gaunamam nenuėmus metalo sluoksnio, pvz., kalant, liejant, štampuojant, valcuojant ir panašiai, arba pažymėti detalės paviršiams, kurie neapdorojami pagal duotąjį brėžinį.

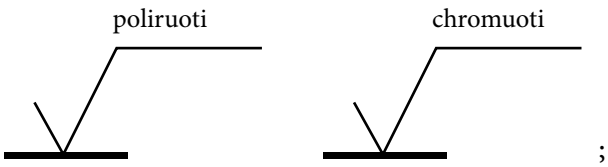
Paviršiaus šiurkščio žymėjimo struktūra:



Paviršiaus šiurkštį žyminčio ženklo smaigalys turi būti nukreiptas į detalės paviršiaus kontūrą arba matmens liniją.

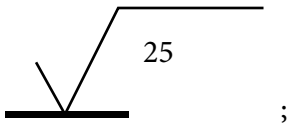
1 – žymimi šiurkščio parametrai, pvz.,   ;

2 – žymimas apdorojimo būdas, padengimas nurodomas tais atvejais, jei reikalingas parametras gali būti gaunamas tik šiuo paviršiaus apdorojimo būdu:



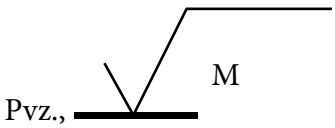
;

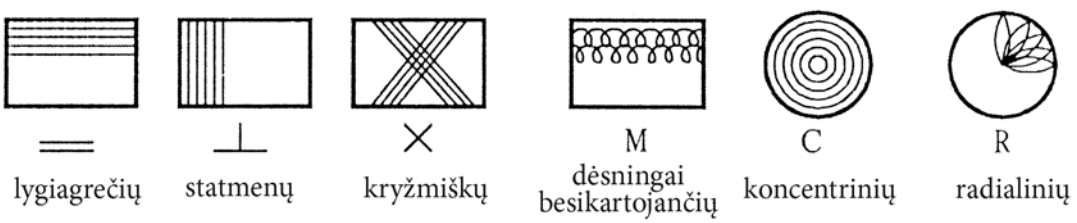
3 – žymimas bazinis ilgis nurodomas tik tada, jei jis nestandartinis. Bazinis ilgis nurodomas mm:



;

4 – sąlyginis nelygumų krypties žymėjimas (3.21 pav.):





3.21 pav. Sąlyginis nelygumų krypties žymėjimas

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip suprantate pakeičiamumą ir kokias žinote jo rūšis?
2. Kas yra vardinis matmuo?
3. Kas yra nuokrypis ir kokie nuokrypiai gali būti?
4. Kas yra leidžiamasis nuokrypis?
5. Kaip nustatomas tinkamas detalės matmuo?
6. Kas yra sąlaida ir jos rūšys?
7. Kaip suprantate sąlaidų sistemas?
8. Kaip reikia parinkti sąlaidą?
9. Kaip standartai rekomenduoja nurodyti laisvųjų matmenų tikslumą?
10. Kaip suprantate detalės formos ir tarpusavio padėties nuokrypius?
11. Kaip žymimos detalės formos ir tarpusavio padėties nuokrypiai brėžiniuose?
12. Kaip suprantate paviršiaus šiurkštį ir kokius pagrindinius parametrus žinote?
13. Kaip paviršiaus šiurkštis žymimas brėžiniuose?

1 lentelė. Vardinių matmenų nuo 1 iki 500 mm pirmenybinės sąlaidos skylės sistemoje

Pagrindinė skylė	**Pagrindiniai velenų nuokrypiai**																		
	a	**b**	**c**	**d**	**e**	**f**	**g**	**h**	**js**	**k**	**m**	**n**	**p**	**r**	**s**	**t**	**u**	**x**	**z**
	Sąlaidos																		
H5							H5/g4	H5/h4	H5/js4	H5/k4	H5/m4	H5/n4							
H6						H6/f6	H6/g5	H6/h5	H6/js5	H6/k5	H6/m5	H6/n5	H6/p5	H6/r5	H6/s5				
H7			H7/c8	H7/d8	**H7/e8**	**H7/f7**	**H7/g6**	**H7/h6**	**H7/js6**	**H7/k6**	**H7/m6**	**H7/n6**	**H7/p6**	**H7/r6**	**H7/s6**	H7/t6	H7/u7		
H8			H8/c8	H8/d8	**H8/e8**	H8/f7		**H8 H8/h7 h8**	H8/js7	H8/k7	H8/m7	H8/n7			H8/s7		H8/u8	H8/x8	H8/z8
				H8/d8	H8/e9	H8/f9		**H8/h9**											
H9				**H9/d9**	H9/e8	H9/f8		H9 H9/h8 h9											
H10				H10/d10				H10/h9											
H11	H11/a11	H11/b11	H11/c11	**H11/d11**				**H11/h11**											
H12		H12/b12						H12/h12											

Pastaba. Pirmenybinės sąlaidos paryškintos.

2 lentelė. Vardinių matmenų nuo 1 iki 500 mm pirmenybinės sąlaidos veleno sistemoje

Pagrindinis velenas	**Pagrindiniai skylių nuokrypiai**																
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**Js**	**K**	**M**	**N**	**P**	**R**	**S**	**T**	**U**
	Sąlaidos																
h5						F7/h5	G6/h5	H6/h5	Js6/h5	K6/h5	M6/h5	N6/h5					
h6				D8/h6	*E8*/h6	F7 **F8**/h6 **h6**	G7/h6	H7/h6	**Js6**/**h6**	K7/h6	M7/h6	**N7**/**h6**	**P7**/**h6**	R7/h6	S7/h6	T7/h6	
h7				D8/h7	*E8*/*h7*	F8/h7		**H8**/**h7**	Js8/h7	K8/h7	M8/h7	N8/h7					U8/h7
h8				D8 D9/h8 h8	**E9**/**h8**	F8 F9/h8 h8		**H8 H9**/**h8 h8**									
h9				D9 D10/h9 h9	E9/h9	F9/h8		H8 H9/h9 h9									
h10				D10/h10				H10/h10									
h11	A11/h11	B11/h11	C11/h11	**D11**/**h11**				**H11**/**h11**									
h12		B12/h12						H12/h12									

Pastaba. Pirmenybinės sąlaidos paryškintos.

3 lentelė. Skylių ribiniai nuokrypiai (µm)

Leidžiamųjų nuokrypių laukai	Nuokrypių ženklai	Skylių vardiniai matmenys (mm)																							
		≥1 ≤3	**≥3 ≤6**	**≥6 ≤10**	**≥10 ≤18**	**≥18 ≤24**	**≥24 ≤30**	**≥30 ≤40**	**≥40 ≤50**	**≥50 ≤65**	**≥65 ≤80**	**≥80 ≤100**	**≥100 ≤120**	**≥120 ≤140**	**≥140 ≤160**	**≥160 ≤180**	**≥180 ≤200**	**≥200 ≤225**	**≥225 ≤250**	**≥250 ≤280**	**≥280 ≤315**	**≥315 ≤355**	**≥355 ≤400**	**≥400 ≤450**	**≥450 ≤500**
F7	+ +	16 6	22 10	28 13	34 16	41 20		50 25		60 30		71 36		83 43			96 50			106 56		119 62		131 68	
G7	+ +	12 2	16 4	20 5	24 6	26 7		34 8		40 10		47 12		54 14			64 15			69 17		75 18		83 20	
H7	+	10 0	12 0	15 0	18 0	21 0		25 0		30 0		35 0		40 0			46 0			52 0		57 0		63 0	
Js7	+ -	5 5	6 6	7 7	9 9	10 10		12 12		15 15		17 17		20 20			23 23			26 26		28 28		31 31	
K7	+ -	0 10	3 9	5 10	6 12	6 15		7 18		9 21		10 25		12 28			13 33			16 36		17 40		18 45	
M7	- -	2 12	0 12	0 15	0 18	0 21		0 25		0 30		0 35		0 40			0 46			0 52		0 57		0 63	
N7	- -	4 14	4 16	4 19	5 23	7 28		8 33		9 39		10 45		12 52			14 60			14 66		16 73		17 80	
P7	- -	6 16	8 20	9 24	11 29	14 35		17 42		21 51		24 59		28 68			33 79			36 88		41 98		45 108	
D8	+ +	34 20	48 30	62 40	77 50	98 65		119 80		146 100		174 120		208 145			242 170			271 190		299 210		327 230	
E8	+ +	28 14	38 20	47 25	59 32	73 40		89 50		106 60		126 72		148 85			172 100			191 110		214 125		232 135	
F8	+ +	20 6	28 10	35 13	43 16	53 20		61 25		76 30		90 36		106 43			122 50			137 56		151 62		165 68	
H8	+	14 0	18 0	22 0	27 0	33 0		39 0		46 0		54 0		63 0			72 0			81 0		89 0		97 0	
Js8	+ -	7 7	9 9	11 11	13 13	16 16		19 19		23 23		27 27		31 31			36 36			40 40		44 44		48 48	
K8	+ -	0 14	5 13	6 16	8 19	10 23		12 27		14 32		16 38		20 43			22 50			25 56		28 61		29 68	

Pastaba. Paryškinti pirmenybiniai leidžiamųjų nuokrypių laukai.

4 lentelė. Velenų ribiniai nuokrypiai (μm)

Leidžiamųjų nuokrypių laukai	Nuokrypių ženklai	Velenų vardiniai matmenys (mm)																											
		≥1 ≤3	≥3 ≤6	≥6 ≤10	≥10 ≤18	≥18 ≤24	≥24 ≤30	≥30 ≤40	≥40 ≤50	≥50 ≤65	≥65 ≤80	≥80 ≤100	≥100 ≤120	≥120 ≤140	≥140 ≤160	≥160 ≤180	≥180 ≤200	≥200 ≤225	≥225 ≤250	≥250 ≤280	≥280 ≤315	≥315 ≤355	≥355 ≤400	≥400 ≤450	≥450 ≤500
g6	- -	2 8	4 12	5 14	6 17	7 20		9 25		10 29		12 34		14 39			15 44			17 49		18 54		20 60	
h6	- -	0 6	0 8	0 9	0 11	0 13		0 16		0 19		0 22		0 25			0 29			0 32		0 36		0 40	
js6	+ -	3 3	4 4	4,5 4,5	5,5 5,5	6,5 6,5		8 8		9,5 9,5		11 11		12,5 12,5			14,5 14,5			16 16		18 18		20 20	
k6	+ +	6 0	9 1	10 1	12 1	15 2		18 2		21 2		25 3		28 3			33 4			36 4		40 4		45 5	
m6	+ +	8 2	12 4	15 6	18 7	21 8		25 9		30 11		35 13		40 15			46 17			52 20		57 21		63 23	
n6	+ +	10 4	16 8	19 10	23 12	28 15		33 17		39 20		45 23		52 17			60 31			66 34		73 37		80 40	
p6	+ +	12 6	20 12	24 15	29 18	35 22		42 26		51 32		59 37		68 43			79 50			88 56		98 62		108 68	
r6	+ +	16 10	23 15	28 19	34 23	41 28		50 34		60 41	62 43	73 51	76 54	88 63	90 65	93 68	106 77	109 80	113 84	126 94	130 98	144 108	150 114	166 126	172 132
s6	+ +	20 14	27 19	32 23	39 28	48 35		59 43		72 53	78 59	93 71	101 79	117 92	125 100	133 108	151 122	159 130	169 140	190 158	202 170	226 190	244 208	272 232	292 252
f7	- -	6 16	10 32	13 28	16 34	20 40		25 50		30 60		36 71		43 83			50 96			56 108		62 119		68 131	
h7	- -	0 10	0 12	0 15	0 18	0 21		0 25		0 30		0 35		0 40			0 46			0 52		0 57		0 63	
js7	+ -	5 5	6 6	7 7	9 9	10 10		12 12		15 15		17 17		20 20			23 23			26 26		28 28		31 31	
k7	+ +	10 0	13 1	16 1	19 1	23 2		27 2		32 2		28 3		43 3			50 4			56 4		61 4		68 5	
m7	+ +	-	16 4	21 6	25 7	29 8		34 9		44 11		48 13		55 15			63 17			72 20		78 21		86 23	

Pastaba. Paryškinti pirmenybiniai leidžiamųjų nuokrypių laukai.

4. LITERATŪRA

1. *Automobiliai.* /vertė A. Kirka/. Kaunas, 2001.

2. BUIVYDAS K. *Techniniai matavimai.* Klaipėda, 2001.

3. DAILIDĖ S. *Technologiniai matavimai.* Vilnius, 1993.

4. DRAGŪNAS B. ir kt. *Inžinieriaus mechaniko žinynas.* Vilnius, 1988.

5. DULEVIČIUS J. ir kt. *Mašinų elementai: skaičiavimai ir konstravimas.* Kaunas, 2000.

6. GIEDRA A., KIRKA A., SLAVINSKAS S. *Automobiliai.* Kaunas, 2006.

7. Katalogas. Diesella. 2005.

8. Katalogas. Mitutoyo. Mechanik-Optik-Elektronik. D – 8001.

9. STASIŪNAS R., NAGINEVIČIENĖ L., MARŠAITIS D. *Technologinių matavimų pagrindai.* Kaunas, 1994.

10. VALIUKONIS V., ŽILINSKAS P. J. *Penkiakalbis aiškinamasis metrologijos terminų žodynas.* Vilnius, 2006.

11. VEKTERIS V. ir kt. *Matavimų teorija ir praktika.* Vilnius, 2000.

Vytautas Statkus

ŠALTKALVYSTĖ

TURINYS

ŠALTKALVYSTĖ

1. Šaltkalvio darbo organizavimas 113
1.1. Šaltkalvio darbo vietos įrengimo pagrindiniai reikalavimai 113
1.2. Šaltkalvio darbo vietos įrenginiai ir įrankiai 114

2 . Šaltkalvio darbo saugos reikalavimai 117
2.1. Pagrindiniai saugos reikalavimai 117
2.2. Priešgaisrinės saugos reikalavimai 117

3. Ruošinių ir detalių žymėjimas 119
3.1. Matavimo technika 119
3.2. Plokštuminis žymėjimas, įrankiai ir įranga 120
3.3. Erdvinis žymėjimas, įrankiai ir įranga 122

4. Metalo kirtimas 124
4.1. Metalo kirtimo procesas 124
4.2. Kirtimo būdai, įrankiai, technika 125

5. Metalo tiesinimas ir lyginimas 129
5.1. Metalo tiesinimo ir lyginimo įrankiai bei įranga 129
5.2. Metalo lyginimo (tiesinimo) procesas 130

6. Metalo lenkimas 134
6.1. Bendrosios žinios apie lenkimą 134
6.2. Detalių lankstymas iš metalo lakštų, juostų ir vamzdžių 135

7. Metalo pjovimas 139
7.1. Metalo pjovimo procesas 139
7.2. Rankinis metalo pjovimas, įrankiai ir įranga 139
7.3. Mechanizuotas pjovimas, įrankiai, įranga 144

8. Metalo dildymas 146
8.1. Dildymas, dildžių klasifikacija pagal paskirtį 146
8.2. Metalo dildymo būdai, detalių priderinimas 149
8.3. Mechanizuoti dildymo ir pjovimo įrankiai 151

9. Skylių apdorojimas 153
9.1. Metalo gręžimas 153
9.2. Metalo gilinimas 156

9.3. Metalo plėtimas 157
9.4. Tepimo ir aušinimo skysčiai 158

10. Sriegių sriegimas 159
10.1. Sriegių klasifikacija pagal profilį ir paskirtį 159
10.2. Vidinių sriegių sriegimas, įrankiai ir įranga 162
10.3. Išorinių sriegių sriegimas, įrankiai, įranga 164
10.4. Tepimo-aušinimo skysčiai 166

11. Detalių kniedijimas 167
11.1. Kniedinės jungtys, kniedžių tipai 167
11.2. Rankinis ir mechaninis kniedijimas 168

12. Metalo pritrynimas 173
12.1. Pritrynimo procesas, įrankiai, medžiagos 173
12.2. Pritrynimo kokybės kontrolė 176

13. Metalo skutimas 178
13.1. Skutimo procesas, įrankiai, medžiagos 178
13.2. Skutimo būdai 181

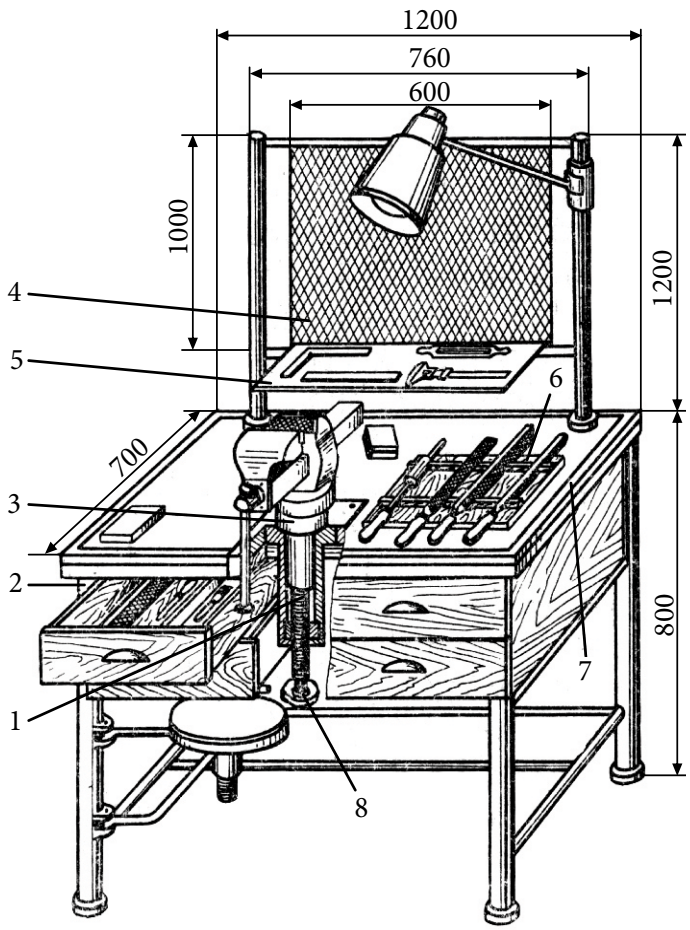
14. Detalių iš nemetalinių medžiagų apdorojimas 182
14.1. Plastikinių detalių apdorojimas 182
14.2. Detalių iš kitų nemetalinių medžiagų apdorojimas 183

15. Literatūra 185

1. ŠALTKALVIO DARBO ORGANIZAVIMAS

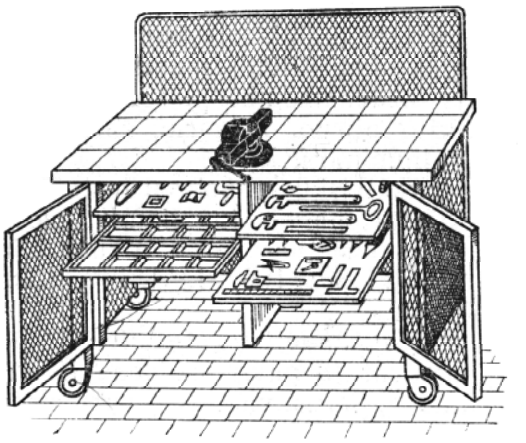
1.1. Šaltkalvio darbo vietos įrengimo pagrindiniai reikalavimai

Šaltkalvių dirbtuvėse ir baruose būna individualaus ir bendro naudojimo įranga. Prie individualaus naudojimo įrenginių priskiriami darbastaliai su spaustuvais. Prie bendro naudojimo įrenginių priskiriami: gręžimo ir paprastos galandimo staklės, dildymo ir valymo staklės, tikrinimo ir žymėjimo plokštės, sraigtinis prispaudimo presas, pjaustymo staklės, rankinės žirklės, svirtinės žirklės, giljotininės žirklės, mechanizuoti pjovimo įrankiai, lyginimo plokštė ir kt. Ruošiniams ir detalėms, pagalbinėms medžiagoms sudėti yra grupinės įrankių spintos, drožlėms sudėti – dėžės. Šaltkalvio darbastalis (1.1 pav.) – pagrindinė darbo vieta rankų darbams atlikti. Tai specialus stalas, ant kurio atliekami šaltkalvystės darbai. Jis turi būti tvirtas ir stabilus. Atsižvelgiant į atliekamų darbų pobūdį, darbastalio viršus uždengiamas vieno dviejų milimetrų storio lakštiniu plienu, linoleumu arba fanera. Darbastalio viršaus kraštai apkalami taip, kad nuo jo nenusiristų detalės. Po darbastaliu įtaisyti ištraukiami stalčiai (ne mažiau kaip du), suskirstyti į keletą skyrių, kuriuose tam tikra tvarka laikomi įrankiai, smulkios detalės ir brėžiniai. Ant darbastalio yra lygiagretūs spaustuvai, brėžinių laikiklis, šviestuvas, lentyna matavimo įrankiams, dėklas darbo įrankiams.



1.1 pav. Šaltkalvio darbastalis su reguliuojamo aukščio spaustuvais:
1 – kėlimo sraigtas; 2 – karkasas; 3 – vamzdis; 4 – tinklas; 5 – lentynėlė; 6 – planšetė; 7 – rėmelis; 8 – ratukas

Mokomosiose šaltkalvystės dirbtuvėse daugiausia naudojamas darbastalis, kurio spaustuvų aukštis reguliuojamas ir nereikia padėklų. Spaustuvai pakeliami ranka sukant



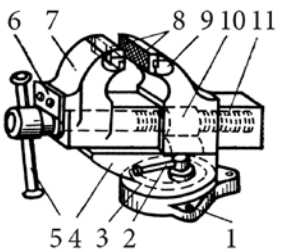
1.2 pav. Stumdomas darbastalis

sraigtą ir pakėlus į reikiamą aukštį užfiksuojami. Darbastalis turi vieno metro aukščio apsauginį ekraną iš metalinio tinklo arba iš trijų milimetrų storio organinio stiklo.

Kad būtų galima dirbti mechanizuotais įrankiais, prie darbastalio nutiesiama suslėgto oro magistralė.

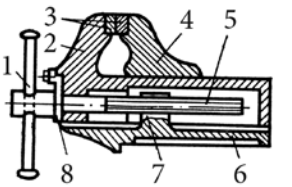
Šaltkalvystės darbams prie mašinų daugiausia naudojami stumdomi (ant ratukų) darbastaliai. Kai dirbdamas šaltkalvis turi keisti darbo vietą, jis naudojasi stumdomu darbastaliu (1.2 pav.).

1.2. Šaltkalvio darbo vietos įrenginiai ir įrankiai



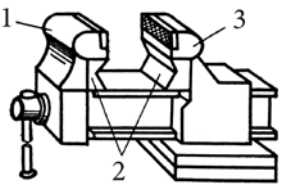
a

spaustuvai su pasukamąja žiauna (a):
1 – varžtas; 2 – rankenėlė; 3 – pagrindas; 4 – pasukamoji dalis; 5 – svirtis; 6 – fiksavimo plokštelė; 7 – judamoji žiauna; 8 – plokštelės, 9 – nejudamoji žiauna;



b

bendrosios paskirties spaustuvai (b):
1 – svirtis; 2 – judamoji žiauna; 3 – plokštelės; 4 – nejudamoji žiauna; 5 – sraigtas; 6 – pagrindas, 7 – veržlė; 8 – fiksavimo plokštelė;



c

šaltkalvio spaustuvai su papildomomis žiaunomis vamzdžiams (c):
1 – judamoji žiauna; 2 – prizminės išdrožos; 3 – nejudamoji žiauna

1.3 pav. Spaustuvai:

Šaltkalvio spaustuvai – tai suspaudimo įtaisai apdorojamoms detalėms įtvirtinti reikiamoje padėtyje. Atsižvelgiant į darbo pobūdį, naudojami kėdiniai, lygiagretieji ir rankiniai spaustuvai. Kėdinių spaustuvų privalumai – paprasta konstrukcija ir didelė suspaudimo jėga. Trūkumai – žiaunų paviršiai ne visose padėtyse lygiagretūs, dėl to siauri apdorojami daiktai spaudžiami tik viršutiniais žiaunų kraštais. Spaudžiant žiaunos įsirėžia į detalę ir jos paviršiuje įspaudžia įdubas.

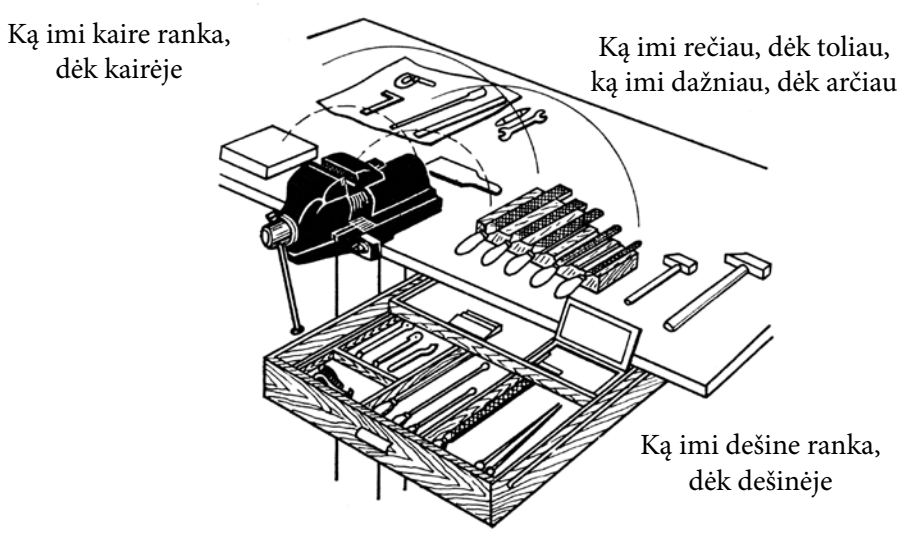
Lygiagretieji spaustuvai su rankine pavara gaminami trijų tipų:

a – bendrosios paskirties,

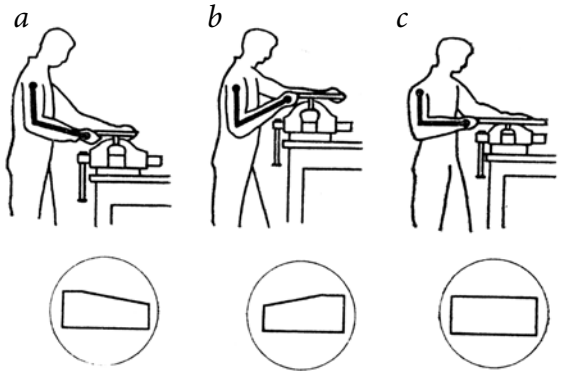
b – su pasukamomis žiaunomis,

c – su papildomomis žiaunomis vamzdžiams (1.3 pav.).

Darbo vietoje įrankiai turi būti išdėstyti tokia tvarka (1.4 pav.), kad visa, ko reikia darbui, būtų po ranka (visi reikiami įrankiai būtų lengvai pasiekiami). Įrankiai ir medžiagos, kurių dirbant reikia dažniau, turėtų būti išdėstyti arčiau darbininko, o kurių reikia rečiau – toliau.

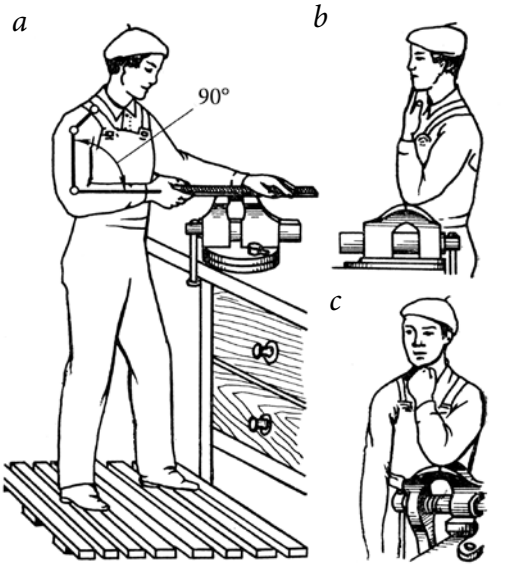


1.4 pav. Įrankių išdėstymo tvarka



1.5 pav. Dirbančiojo prie spaustuvų rankų padėtis dildant:
a, b – netinkama; c – tinkama

Dokumentacija (brėžiniai, technologinės arba instrukcinės kortelės) turėtų būti laikoma tokioje vietoje, kad ja būtų patogu naudotis ir kad ji nesusiteršty. Ruošiniai laikomi taip, kad neužstotų praėjimų ir darbininkui nereikėtų dažnai lankstytis.



1.6 pav. Spaustuvų pastatymo aukštis:
a – dildant; b – kertant lygiagrečiuose spaustuvuose; c – kertant kėdiniuose spaustuvuose

Įrengiant šaltkalvio darbo vietą reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– taisyklingą įrankių išdėstymą ant darbastalio;
– dirbančiojo rankų padėtis prie spaustuvų;
– spaustuvų pastatymo aukštį;
– teisingai pritaikyti šviestuvą (kad šviesa kristų ant spaustuvų žiaunų).

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokie įrenginiai būna šaltkalvystės dirbtuvėse?
2. Šaltkalvio darbo vietos įrengimas.
3. Kėdinių spaustuvų privalumai ir trūkumai.
4. Kam naudojamas stumdomas darbastalis?
5. Kodėl turi būti nustatomas spaustuvų aukštis?

2 . ŠALTKALVIO DARBO SAUGOS REIKALAVIMAI

2.1. Pagrindiniai saugos reikalavimai

Prieš darbo pradžią: patikrinti, ar nesugedęs darbastalis, spaustuvai, įtaisai, vietinis apšvietimas ir darbui reikalingi mechanizmai. Susipažinti su būsimo darbo instrukcine arba technologine kortele, brėžiniais ir techniniais reikalavimais. Patikrinti, ar yra visi darbui reikalingi įrankiai, medžiagos ir ruošiniai, kokia jų būklė. Sureguliuoti spaustuvų aukštį pagal savo ūgį taip, kad per alkūnę sulenktos ir ant spaustuvų žiaunų uždėtos kairės rankos ištiesti pirštai siektų smakrą. Išdėstyti ant darbastalio darbo pradžiai reikalingus įrankius, ruošinius, medžiagas bei įtaisus. Automobilių remontininku gali būti asmuo, ne jaunesnis kaip 18 metų, nustatyta tvarka pasitikrinęs sveikatą, išklausęs įvadinį ir darbo vietai skirtus žmogaus saugos reikalavimus. Darbuotojas privalo laikytis žmogaus saugos taisyklių. Automobilių remontininkas privalo informuoti darbų vadovą apie situaciją darbo vietoje, darbo patalpose ar kitose įmonės vietose, kurios, jo įsitikinimu, gali kelti pavojų darbuotojų saugai ar sveikatai.

Reikalavimai dirbant: ant darbastalio turi būti tik tuo metu reikalingi įrankiai ir įtaisai. Visi kiti turi būti sudėti į darbastalio stalčius. Panaudotą įrankį iš karto reikia padėti į jam skirtą vietą. Dirbti tik nesugedusiais, gerai pagaląstais ir išbandytais įrankiais. Dirbant galandimo staklėmis būtina užsidėti apsauginius akinius arba nuleisti blokuojamąjį stiklių ekraną. Stebėti, kad nevibruotų galandimo diskai, veiktų ištraukiamoji ventiliacija. Kirsti spaustuvuose suspaustą metalą galima tik tada, kai darbastalis yra su apsauginiu tinklu arba ekranu. Dirbti reikia užsidėjus galvos apdangalą. Visos darbo drabužių sagos turi būti užsegtos. Sunkias detales kelti dviese. Nedėti sunkių detalių ant darbastalio kraštų. Nepūsti drožlių burna ir nevalyti ranka. Drožlės valomos šepečiu. Dirbant darbo vieta turi būti gerai apšviesta.

Baigus darbą: nuvalyti drožles nuo įrankių, nušluostyti juos skudurais, sudėti į darbastalio stalčius, nuvalyti drožles ir nuopjovas nuo spaustuvų ir darbastalio, nuimti nuo darbastalio nepanaudotas medžiagas ir ruošinius bei nepanaudotas detales, išjungti vietinį apšvietimą, perduoti darbo vietą mokomosios dirbtuvės budėtojui, nusiplauti rankas bei veidą šiltu vandeniu ir muilu.

2.2. Priešgaisrinės saugos reikalavimai

Gaisrų priežastys: elektros srovės trumpasis jungimas, elektros įrenginių įkaitimas, rūkymas tam neskirtose vietose, kibirkštis dildant, galandant, pjaunant arba kertant metalą, tepaluoti drabužiai arba laiku neišnešti tepaluoti skudurai.

Priešgaisrinės saugos priemonės. Pagrindinės gaisrų profilaktikos priemonės – švara ir tvarka darbo vietoje, atsargus elgesys su ugnimi, šildymo prietaisais ir lengvai užsiliepsnojančiomis medžiagomis. Gamybos atliekos (ypač degiosios) nustatyta tvarka kraunamos

joms skirtose vietose. Priešgaisrinis inventorius: gaisrinis čiaupas, siurbliai, gesintuvai, dėžės su smėliu ir kastuvai. Įvykus nelaimingam atsitikimui, būtina nedelsiant suteikti pirmąją pagalbą nukentėjusiesiems. Reikalui esant, iškviesti pagalbą bendruoju pagalbos numeriu **112**. Pažeidusiesiems žmogaus saugos instrukcijos reikalavimus taikoma LR įstatymų nustatyta atsakomybė.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Dėl ko gali įvykti nelaimingų atsitikimų?
2. Kaip apsaugoti veidą ir akis?
3. Šaltkalvio veiksmai prieš darbo pradžią.
4. Šaltkalvio veiksmai dirbant.
5. Priešgaisrinės saugos reikalavimai.
6. Šaltkalvio veiksmai jam baigus darbą.
7. Kodėl turi būti nustatomas spaustuvų aukštis?

3. RUOŠINIŲ IR DETALIŲ ŽYMĖJIMAS

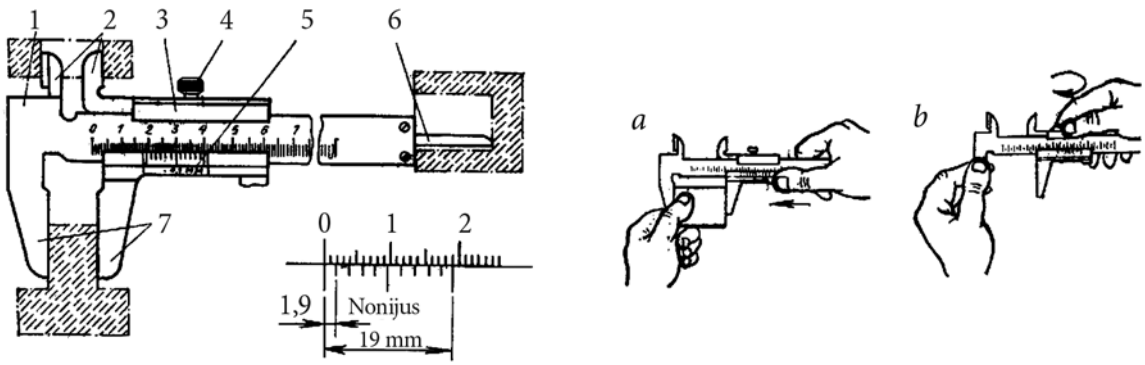
3.1. Matavimo technika

Metaline liniuote matuojama ją priglaudus prie matuojamosios detalės. Liniuotę reikia glaudžiai priglausti prie matuojamosios detalės paviršiaus, o jos galą prispausti prie kokios nors detalės iškyšos arba prie daikto, į kurį atremta detalė. Liniuotės nulinė padala turi tiksliai sutapti su matuojamosios detalės pradžia. Matmenį nustatyti žiūrint tiesiai į skalę.

Matavimas slankmačiu: paimti slankmatį ir šiek tiek atpalaiduoti žiaunų tvirtinimo sraigtą. Praskėsti slankmačio žiaunas tiek, kad tarp jų tilptų detalė. Stumti judamąją žiauną tol, kol abi žiaunos palies matuojamosios detalės paviršių.

Matuojant vidinį matmenį reikia mažąsias slankmačio žiaunas praskėsti, kad jos tilptų į skylę, ir stumti judamąją žiauną tol, kol žiaunos atsirems į skylės sieneles. Stebėti, kad žiaunos liestų skylės paviršių visu ilgiu.

Matuojant gylį reikia prispausti slankmačio strypo galą prie matuojamosios skylės arba pakopos viršutinio krašto. Stumti judamąją žiauną žemyn, kol gylmačio liniuotė atsirems į skylės arba pakopos dugną. Užfiksuoti judamąją žiauną sraigtu ir nuimti slankmatį nuo detalės (3.1 pav.).

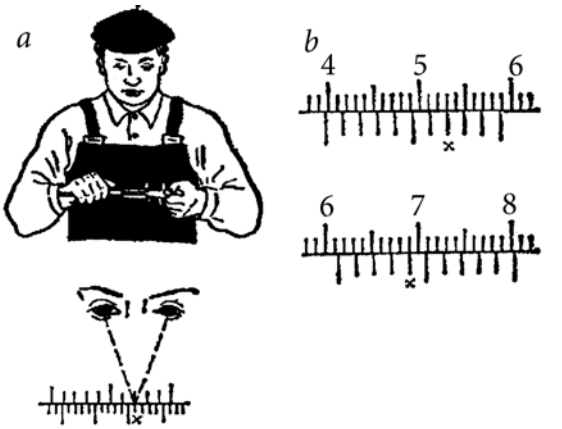


3.1 pav. Slankmatis:

1 – strypas; 2, 7 – žiaunos; 3 – judamasis rėmelis; 4 – prispaudiklis; 5 – nonijaus skalė; 6 – gylmačio liniuotė;

matavimo būdai:
a – įrankio uždėjimas ant detalės;
b – rėmelio fiksavimas

Slankmačio strypo skalėje atskaičiuoti sveikų milimetrų skaičių iki nulinės nonijaus padalos. Nustatyti, kelinta nonijaus padala sutampa su viena iš strypo skalės padalų. Jeigu su bet kuria strypo padala sutampa nonijaus skalės pirmoji padala, gaunamas sveikasis skaičius; jei pirmoji nonijaus skalės padala nesutapo su kuria nors strypo padala, tai iki pirmosios nonijaus skalės padalos yra sveikasis skaičius, o artimiausia nonijaus skalės padala, sutapusi su kuria nors strypo padala, yra dešimtainė skaičiaus dalis (3.2 pav.).

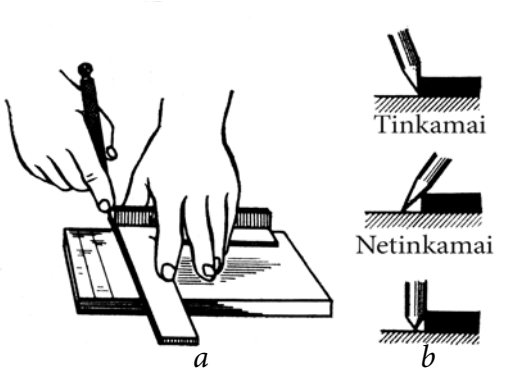


3.2 pav. Slankmačio rodmenų atskaitymas:
a – akių padėtis; b – matmens atskaitymo pavyzdžiai: 39 + 0,1 x 7 = 39,7; 61 + 0,1 x 4 = 61,4

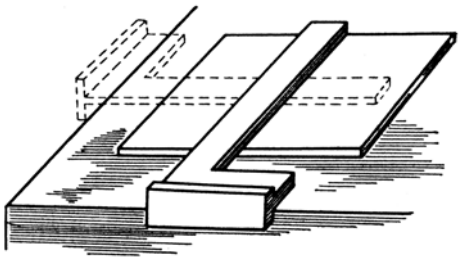
Detalės dar yra matuojamos mikrometrais, kurių vienos padalos vertė yra 0,01 mm. Mikrometrai skirstomi pagal matavimo ribas (0–25 mm; 25–50 mm; 50–75 mm).

3.2. Plokštuminis žymėjimas, įrankiai ir įranga

Plokštuminis žymėjimas dažniausiai naudojamas žymint plokščių detalių paviršius, juostines ir lakštines medžiagas. Ruošinio paviršiuje nubrėžiamos lygiagrečios ir statmenos kontūrinės linijos, apskritimai, lankai, kampai, ašinės linijos, įvairios reikiamų matmenų geometrinės figūros arba įvairių skylių kontūrai pagal šablonus. Paviršius paruošiamas žymėti taip: nušveisti paviršių švitriniu popieriumi iki blizgesio. Atidžiai apžiūrėti ruošinį ir nustatyti, ar jis tinkamas žymėti (ar nėra kiaurymių, įtrūkimų ir kitokių defektų). Teptuku ištepti paviršių tolygiu vario sulfato arba lako sluoksniu ir leisti jam apdžiūti. Nenusidažiusias vietas vėl nušveisti ir nudažyti. Neapdorotą paviršių nudažyti kreidos skiediniu arba dažais. Nuvalyti nuo ruošinio purvą ir kitokius nešvarumus vieliniu šepečiu arba grandikliu ir skuduru nušluostyti paviršių. Atidžiai apžiūrėti, ar jis tinkamas žymėti. Paruošto žymėti ruošinio paviršiuje liniuote ir brėž-



3.3 pav. Linijų brėžimas:
a – statmenų; b – lygiagrečių



3.4 pav. Taisyklingas kampainio pastatymas

tuku nubrėžti bet kokį brūkšnį ir 10–12 mm atstumu nuo jo paženklinti žymekliu du taškus. Praskėtus skriestuvą reikiamu atstumu, pastatyti jo nejudamąją kojelę į ženklinimo duobutes ir nubrėžti lankelius virš brūkšnio. Priglausti liniuotę prie lankelių ir brėžtuku nubrėžti tarp jų tiesę; ji bus lygiagreti anksčiau nubrėžtam brūkšniui (3.3 pav.).

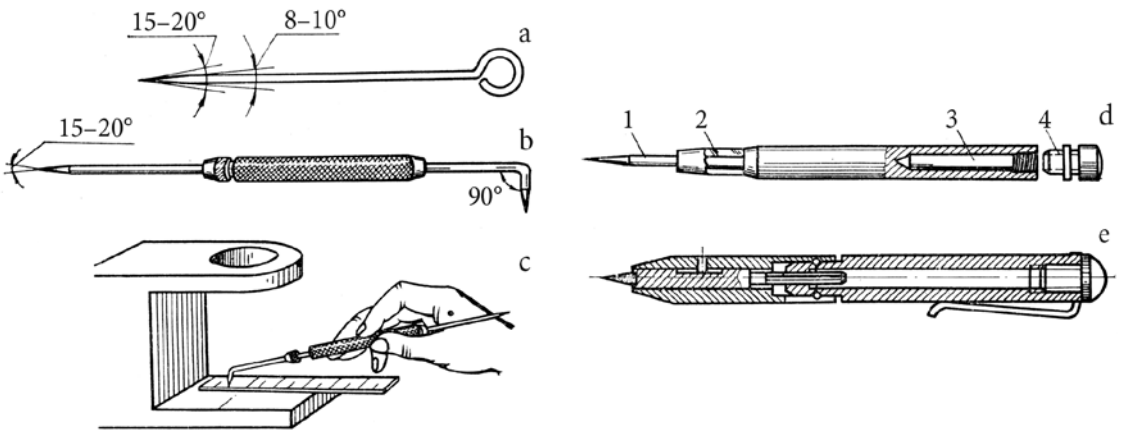
Lygiagrečių brūkšnių braižymas liniuote ir kampainiu su plačiu pagrindu (žymimi ruošiniai, kurių vienas šonas apdorotas): uždėti kampainį ant paruošto žymėti ruošinio taip, kad kampainio lentynėlė būtų prispausta prie ruošinio apdoroto šono, ir prilaikyti kampainį kaire ranka, o dešine, spaudžiant brėžiklį prie kampainio briaunos, nubrėžti brūkšnį. Pastumti kampainį išilgai ruošinio apdoroto šono ir nubrėžti brūkšnį, lygiagretų pirmajam.

Plokštumoms žymėti naudojami įvairūs įtaisai ir įrankiai: žymėjimo plokštės, padėklai, pasukamieji įtaisai. Ant žymėjimo plokštės dedamos žymimos detalės ir išdėstomi įvairūs įtaisai bei įrankiai. Žymėjimo plokštės liejamos iš smulkiagrūdžio pilkojo ketaus. Jų apačioje yra standumo briaunos, kad plokštės nelinktų nuo savo ir žymimų detalių masės. Viršutinis darbinis plokštės paviršius ir šonai tiksliai apdorojami drožimo staklėmis, o tada skutami. Didelių plokščių darbiniuose paviršiuose kartais daromi išilginiai ir skersiniai grioveliai (200–250 mm vienas nuo kito), sudarantys lygius kvadratus. Griovelių gylis – 2–3 mm, plotis – 1–2 mm. Ant plokštės su grioveliais lengviau pastatyti įvairius įtaisus. Plokštė parenkama tokio dydžio, kad jos plotis ir ilgis būtų 500 mm didesnis už atitinkamus žymimo ruošinio matmenis. Nedidelių plokščių darbinis paviršius turi būti 800–900 mm, didelių – 700–800 mm nuo grindų. Plokštės darbinis paviršius gali būti horizontalus arba vertikalus (horizontalumas nustatomas gulsčiuku).

Pagrindinis plokštuminio žymėjimo įrankis – brėžiklis (adata), kuriuo ruošiniuose braižomos linijos. Brėžikliai gaminami iš įrankinio plieno. Plieninis, gerai apdorotas paviršius žymimas žalvariniais brėžikliais, o ant aliuminio brėžiai įbrėžiami smailiu pieštuku.

Dažniausiai naudojami trijų rūšių brėžikliai: apvalūs, su užlenktu galu ir su įstatoma adata. Apvalus brėžiklis yra 150–200 mm ilgio ir 4–5 mm skersmens plieninis strypelis, kurio vienas galas (20–30 mm ilgio) užgrūdintas ir nusmailintas 15° kampu, o kitas sulenktas žiedu. Brėžiklis su lenktu galu – iš abiejų pusių nusmailintas strypelis, kurio vienas galas užlenktas 90° kampu. Vidurinė brėžiklio dalis pastorinta, kad būtų patogiau jį laikyti rankoje. Užlenktu galu brėžiama sunkiai prieinamose vietose. Brėžiklis su įstatoma adata panašus į laikrodininko atsuktuvą. Įstatoma adata – tai plieninis užgrūdintas ir nusmailintas strypelis (3.5 pav.).

Plokštuminiam žymėjimui dar naudojami žymėjimo slankmačiai, žymekliai, skriestuvai, plaktukai ir pan.

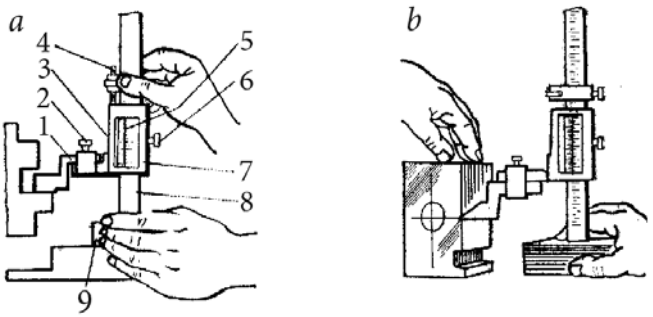


3.5 pav. Brėžikliai:
a – apvalus; b – su lenktu galu; c – brėžiklio su lenktu galu naudojimas; d – su įstatomomis adatomis; e – kišeninis; 1 – adata; 2 – korpusas; 3 – atsarginės adatos; 4 – kamštis

3.3. Erdvinis žymėjimas, įrankiai ir įranga

Erdvinio žymėjimo, labai paplitusio mašinų gamyboje, būdai iš esmės skiriasi nuo plokštuminio žymėjimo. Erdvinį žymėjimą sudėtinga naudoti, nes tenka ne tik paprastai žymėti atskirus detalių paviršius, esančius skirtingose plokštumose ir sudarančius įvairius kampus, bet ir sieti šiuos atskirus paviršius vieną su kitu.

Erdvinis žymėjimas dažnai naudojamas korpusinėms detalėms ir jų ruošiniams žymėti, kai atskiri detalių paviršiai yra skirtingose plokštumose ir sudaro įvairius kampus. Žymėjimo linijos bet kuriame aukštyje lygiagrečiai su žymėjimo plokštės plokštuma gali būti nubrėžtos brėžtuku lygiagrečiomis linijomis arba slankmatiniu aukščio žymėjimo brėžtuvu (3.6 pav.).



3.6 pav. Slankmatinis brėžtuvas:
a – matavimo būdas; b – žymėjimo būdas;
1 – keičiamosios kojelės; 2, 6 – fiksavimo sraigtai; 3 – laikiklis; 4 – mikrometrinė pastūma; 5 – nonijus; 7 – rėmelis; 8 – strypas; 9 – pagrindas

Slankmatinis optinis elektroninis brėžtuvas su skaitmenine indikacija dirba inkreminentiniu (prieauginiu) matavimo metodu. Vertikaliame stove įmontuota stiklinė skalė padeda nustatyti matmenis. Matavimo galvutė skaičiuoja matavimo padalas. Visoje matavimo zonoje galvutė, paspaudus mygtuką, gali būti nustatyta į nulinę padėtį. Matmenys sumuojami arba atimami. Šie prietaisai gali būti naudojami taip pat kaip ir aukščio matuokliai.

Atliekant ruošinių ir detalių žymėjimą reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– taisyklingą matavimo įrankių laikymą matuojant;
– taisyklingą brėžiklio laikymą brėžiant;
– atliekant erdvinį žymėjimą reikia suderinti slankmatinį brėžtuvą.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

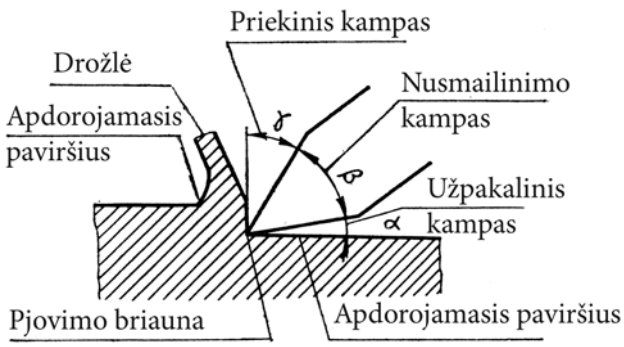
1. Kam reikalingas žymėjimas ir kokių reikalavimų reikia laikytis žymint?
2. Kokie yra žymėjimo įrankiai ir kuriam tikslui jie naudojami?
3. Kodėl linijos žymimos tik viena ranka?
4. Kaip ruošiami žymėti skirtų detalių paviršiai?
5. Kaip detalė matuojama slankmačiu?

4. METALO KIRTIMAS

4.1. Metalo kirtimo procesas

Kirtìmas – tai šaltkalvystės operacija, atliekama pjovimo įrankiu (kirstuku), per kurį sudavus smogiamuoju įrankiu (šaltkalvio plaktuku) nuo ruošinio arba detalės paviršiaus pašalinami nereikalingi metalo sluoksniai arba ruošinys perkertamas. Kertama tada, kai staklėmis apdoroti sudėtinga, neracionalu ir kai nereikia didelio apdorojimo tikslumo. Kertant nuo ruošinių pašalinami (nukertami) dideli nelygumai (šiurkštumas), kieta pluta, priedegos, šerpetos, lietų ir štampuotų detalių briaunų aštrūs kampai, padaromos išdrožos pleištams, paruošiami tepimo grioveliai, suvirinamų detalių plyšiai (briaunos), nuimamos kniedžių galvutės, paruošiamos skylės lakštuose. Prieš kertant ruošinys įtvirtinamas spaustuvuose. Dideli ruošiniai kertami ant plokštės ar priekalo, o labai dideli – ten, kur yra padėti. Atsižvelgiant į apdorojamos detalės paskirtį, kirtimas gali būti glotnusis arba rupusis. Pirmuoju atveju vienu kirtimu pašalinamas nuo 0,5 iki 1,0 mm, antruoju – nuo 1,5 iki 2,0 mm storio metalo sluoksnis.

Bet kurio pjovimo įrankio pjaunamoji dalis (ašmenys) – tam tikru kampu nusmailintas pleištas. Paprasčiausias pjovimo įrankis – kirstukas; jo pleištinė forma ypač ryški. Nuo to, kaip nusmailintas pjaunamasis pleištas, kaip jis nustatytas detalės plokštumos (paviršiaus) atžvilgiu ir kaip nukreipta jėga, stumianti pleištą į metalo sluoksnį, priklauso darbo sąnaudos, apdorojimo kokybė ir įrankių patvarumas. Kuo smailesnis pleištas (t. y. kuo mažesnis kampas tarp jo šonų), tuo mažesnės jėgos reikia jam įsmigti į medžiagą. Pagal pjovimo teoriją ir praktiką įvairiems metalams nustatyti tam tikri pjovimo įrankių nusmailinimo kampai (4.1 pav.).

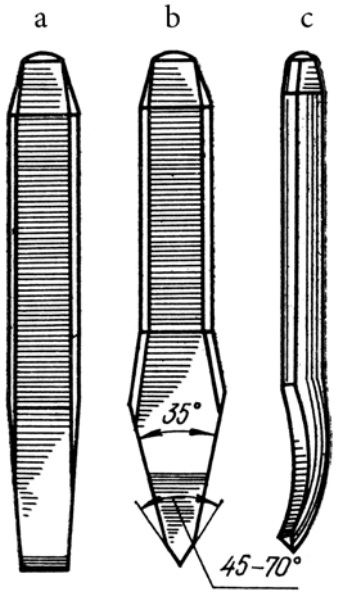


4.1 pav. Pjovimo elementai ir kirstuko pjaunamosios dalies geometrija

4.2. Kirtimo būdai, įrankiai, technika

Pagrindiniai kirtimo įrankiai: kirstukai ir plaktukai. Šaltkalvio kirstukas – strypelis iš anglinio įrankinio plieno – susideda iš trijų dalių: darbinės, vidurinės ir penties. Kirstukai gaminami 100, 125, 160, 200 mm ilgio. Darbinės dalies plotis atitinkamai lygus 5, 10, 16, 20 mm. Kirstuko darbinė dalis (0,3–0,5 mm ilgio) užgrūdinama ir atleidžiama. Termiškai apdorotos pjovimo briaunos kietumas turi būti HRC 53–59, o penties – HRC 35–45 (kietumas išmatuotas Rokvelo kietumo matavimo įtaiso vienetais).

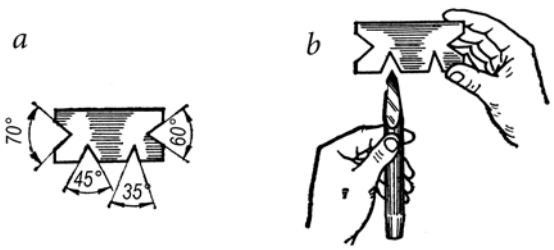
Kirstuko koto siauroji pusė, kad būtų patogiau laikyti rankoje, yra suapvalinta. Jo pentis į viršų siaurėjanti ir gale išgaubta, o briaunos suapvalintos. Kirstuko ašmenų nusmailinimo kampas parenkamas atsižvelgiant į apdorojamo metalo kietumą. Pvz., kietosioms medžiagoms (legiruotiesiems ir nelegiruotiesiems plienams) – 60–70°, vidutinio kietumo medžiagoms (bronzai, žalvariui) – 50–60°. Minkštosioms medžiagoms (cinkui, variui, aliuminiui) – 40–50°.



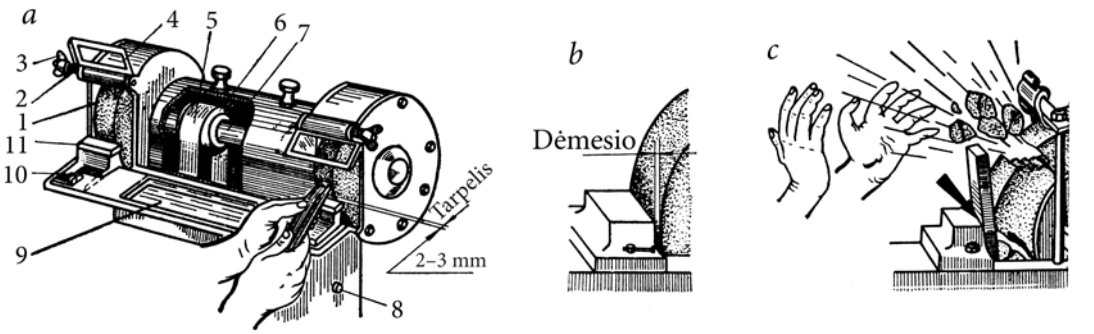
4.2 pav. Kirtimo įrankiai:
a – kirstukas; b – kryžminis kirstukas;
c – griovelinis kirstukas

Kirstukų forma priklauso nuo jų paskirties. Plokščiųjų kirstukų ašmenys yra tiesūs ir skirti drožlei nukirsti, perkirsti ir valyti liejiniams bei suvirinimo siūlėms. Kryžminiai kirstukai (4.2 pav.) su trumpais ašmenimis naudojami siauriems grioveliams iškirsti.

Šaltkalvio kirstukai galandami šlifavimo ir galandimo staklėmis, turinčiomis vidutinio grūdėtumo galandimo diską. Disko sukimosi kryptis turi būti ašmenų link. Galandamas kirstukas dedamas ant reguliuojamos atramėlės ir lengvai jį spaudžiant, kad neperkaistų, lėtai stumdomas per visą šlifavimo disko plotį. **Nekraipykite ir nekilnokite koto, nes kirstuką galite negerai pagaląsti!** Perkaitęs kirstukas praranda kietumą, todėl galandamą jį dažnai reikia aušinti – pagalandę keletą sekundžių, kirstuko ašmenis panardinkite į indą su tepimo ir aušinamuoju skysčiu. Išgalandę vieną ašmenų pusę, kirstuką apverskite ir tokiu pat būdu galąskite kitą jo pusę. Pagaląsto kirstuko nusmailinimo kampai tikrinami šablonais (4.3 pav.).



4.3 pav. Šablonas (a) ir kirstuko nusmailinimo kampo tikrinimas (b)



4.4 pav. Kirstuko galandimas galandimo staklėmis (a), atramėlės reguliavimas (b, c): 1 – šlifavimo diskas; 2 – spyruoklė; 3 – sparnuota veržlė; 4 – ekranas; 5 – diržas; 6 – skriemulys; 7 – velenas; 8 – magnetinis paleidiklis (mygtukas); 9 – vonelė aušinamajam skysčiui; 10 – reguliavimo varžtas; 11 – reguliuojama atramėlė

Galandant kirstukus arba kitus pjovimo įrankius reikia stebėti, kad tarp galandimo staklių staliuko ir abrazyvinio disko būtų ne didesnis kaip 2–3 mm tarpelis. Neišlaikius šio atstumo, gali įvykti nelaimingas atsitikimas – galandamas įrankis gali pakliūti tarp besisukančio disko ir staliuko – tokiu atveju diskas gali subyrėti, o jo dalys (nuolaužos) sužeisti darbininką (4.4, c pav.).

Šaltkalvio plaktukai – tai smūgiavimo įrankiai. Jie gaminami su apskrita ir kvadratine pentimis, skirtingos masės. Plaktukai su apskrita pentimi būna nuo 200 g iki 1000 g, o plaktukai su kvadratine pentimi – nuo 50 g iki 800 g. Sunkiems darbams naudojami nuo 4 iki 16 kg plaktukai, vadinami kūjais. Prieš kirtimą ruošinys stipriai tvirtinamas spaustuvuose. Galima kirsti padėjus ruošinį ant masyvios lygios minkšto plieno plokštės. Svarbiausia našaus darbo sąlyga kertant – tinkama liemens padėtis ir įrankio laikymas: darbininko liemuo turi būti tiesus ir pusiau pasuktas (45° į spaustuvo ašies pusę), o tarp pėdų ašių, atsižvelgiant į smūgio jėgą, turi būti 60–75° kampas. Kirstukas kaire ranka imamas už vidurinės dalies, per 15–20 mm nuo penties galo. Plaktukas imamas dešine ranka už koto, 15–30 mm nuo galo. Keturiais pirštais plaktuko kotas apimamas ir spaudžiamas prie delno, nykštys uždedamas ant smiliaus ir stipriai spaudžiama visais pirštais. Pirmiausia mažasis, bevardis ir didysis pirštai palaipsniui atgniaužiami ir plaktuko kotas apimamas tik smiliumi ir nykščiu. Tada atgniaužti pirštai sugniaužiami ir ranka greičiau leidžiama žemyn. Taip gaunamas stiprus plaktuko smūgis.

Plaktuko smūgių tempas (per minutę):

- Iš riešo: 40–60 smūgių per minutę.
- Iš alkūnės: 40–50 smūgių per minutę.
- Iš peties: 30–40 smūgių per minutę.

Smūgiai iš riešo: plaktuku užsimojama tik atlenkiant dešinės (kairės) rankos plaštaką. Užsimojant plaštaka per riešą atlenkiama iki galo, šiek tiek atgniaužus pirštus (išskyrus nykštį ir smilių). Mažasis pirštas turi būti ant plaktuko koto. Prieš pat smūgį pirštai sugniaužiami. Smūgis iš riešo naudojamas atliekant tikslius darbus, lengvai kertant, nukertant plonus metalo sluoksnius (4.5, a pav.).

4.5 pav. Smūgiai plaktuku:
a – iš riešo; b – iš alkūnės; c – iš peties

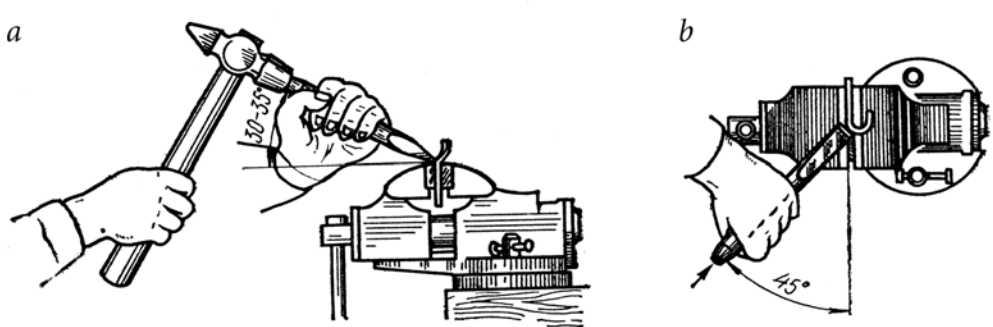
Smūgiuojant iš alkūnės dešinė ranka sulenkiama per alkūnę. Užsimojant veikia rankos pirštai (kurie atgniaužiami ir sugniaužiami), plaštaka (juda aukštyn, po to – žemyn) ir dilbis. Kad smūgis būtų stipresnis, ranka ištiesiama greitai. Šitaip smūgiuojant dažniausiai nukertamas vidutinio storio metalo sluoksnis arba iškertamos išdrožos arba grioveliai (4.5, b pav.).

Smūgiuojant iš peties ranka juda iš peties. Šiuo atveju smarkiausiai užsimojama ir smogiama didžiule jėga. Taip smogiant dirba žastas, dilbis ir plaštaka. Smūgiais iš peties nuimamas storas metalo sluoksnis ir apdorojami dideli paviršiai (4.5, c pav.).

Smūgio jėga turi atitikti darbo pobūdį ir plaktuko masę (kuo sunkesnis plaktukas, tuo stipresnis smūgis), koto ilgį (kuo ilgesnis kotas, tuo stipresnis smūgis), darbininko rankos ilgį (kuo ilgesnė ranka ir smarkiau užsimojama, tuo stipresnis smūgis). Kertant reikia suderinti (sinchronizuoti) rankų darbą – dešine taikliai smūgiuoti, kaire laiku perkelti kirstuką.

Kertant reikia žiūrėti į kirstuko pjaunamąją dalį, o ne į pentį, kaip dažnai daro šaltkalvis mokinys, ir sekti, kad kirstuko ašmenys būtų tinkamoje padėtyje (4.6 pav.).

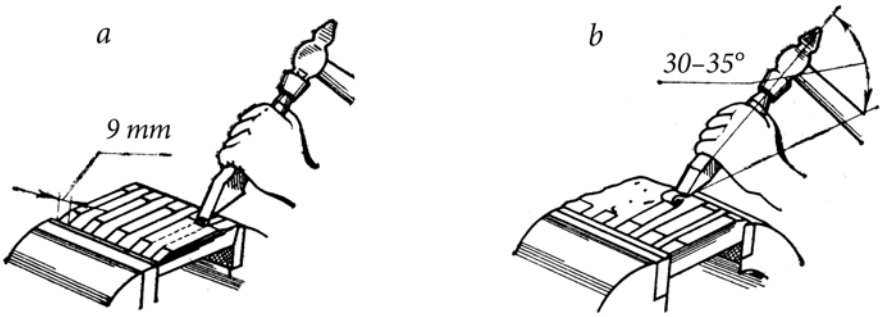
Metalo perkirtimas. Norint perkirsti metalą, kirstukas laikomas vertikaliai ir kertama smūgiais iš peties. Iki 2 mm storio metalo lakštai perkertami vienu smūgiu, todėl po lakštu reikia pakišti minkšto metalo padėklą. Storesni kaip 2 mm metalo lakštai arba juostos įkertamos iš abiejų pusių maždaug iki pusės storio, tada nulaužiama lankstant paeiliui į vieną ir į kitą pusę arba numušama.



4.6 pav. Taisyklingas kirstuko laikymas kertant spaustuvuose:
a – kirstuko posvyris į apdorojamąjį paviršių;
b – posvyris į išilginę spaustuvų žiaunų ašį

Ruošinių iškirtimas iš metalo lakštų. Pažymėjus gaminamos detalės kontūrus, ruošinys dedamas ant plokštės ir kertama (ne pagal žymėjimo liniją, o paliekant 2–3 mm užlaidą dildymui). Kertant kirstuku su pusapvaliais ašmenimis, grioveliai susidaro lygūs, kertant kirstuku su tiesiais ašmenimis – laiptuoti.

Plačių paviršių kirtimas – tai sunki ir nenaši operacija, naudojama, kai metalo sluoksnio negalima nudrožti arba nufrezuoti (4.7 pav.).



4.7 pav. Plačių paviršių kirtimas:
a – griovelių iškirtimas kryžminiu kirstuku, b – iškilimų nukirtimas kirstuku

Kertant lydinius iš spalvotųjų metalų rekomenduojama kirstuko pjaunamąją dalį vilgyti muilinu vandeniu arba trinti alyvuotu skuduru, o kertant aliuminį – terpentinu. Dėl to kirstuko pjaunamoji dalis pasidaro patvaresnė ir kirstuką reikia rečiau galąsti.

Rankinį kirtimą vis labiau išstumia metalo apdorojimas pjovimo staklėmis (drožimas, frezavimas), abrazyviniais įrankiais, rankiniais mechanizuotais įrankiais ir įtaisais.

Kertant metalą reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– taisyklingą kirstuko galandimą;
– taisyklingą matavimo įrankių panaudojimą;
– reikalingą kirstuko posvyrio kampą kertant metalą.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokie yra pagrindiniai kirstukų tipai?
2. Kokiu kampu reikia galąsti kirstuką kertant vidutinio kietumo plieno ruošinį?
3. Kodėl galandamą kirstuką reikia dažnai aušinti?
4. Kaip patikrinti kirstuko ašmenų kampą?
5. Kokiu tempu reikia smūgiuoti plaktuku (iš riešo / iš alkūnės / iš peties)?

5. METALO TIESINIMAS IR LYGINIMAS

5.1. Metalo tiesinimo ir lyginimo įrankiai bei įranga

Tiẽsinimas ir lýginimas – ruošinių ir detalių išlyginimo operacijos, kurias atliekant pašalinami įmušimai, išpūtimai, banguotumas, persikreipimas ir kt. Tiesinimo ir lyginimo paskirtis ta pati, bet skiriasi atlikimo būdai ir naudojami įrankiai bei įranga.

Metalo lakštai ir ruošiniai pakraščiuose ir viduryje gali būti išlinkę. Apžiūrint deformuotus ruošinius galima pastebėti, kad jų įgaubtoji pusė trumpesnė nei išgaubtoji. Pluoštai išgaubtoje pusėje įtempti, o įgaubtoje – suspausti.

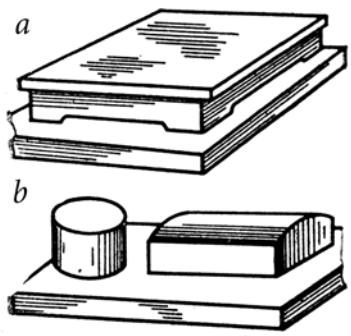
Metalas lyginamas tiek šaltas, tiek įkaitintas. Kokiu būdu lyginti, priklauso nuo išlenkimo didumo, gaminio matmenų ir medžiagos. Lyginti galima rankomis ant plieninės ar ketinės plokštės arba ant priekalo mašinomis – lyginimo presais.

Lýginimo plõkštė (5.1 pav.) gaminama ganėtinai masyvi. Jos masė turi būti ne mažiau kaip 80–150 kartų didesnė už plaktuko masę. Lyginimo plokštės gaminamos vienalytės (vientisos) iš plieno, pilkojo ketaus.

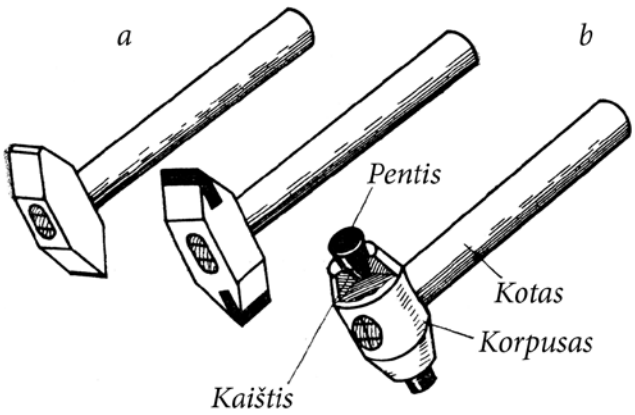
Plokštės būna tokių matmenų: 400 x 400; 750 x 1000; 1000 x 1500; 1500 x 2000; 2000 x 2000; 1500 x 3000 mm. Plokščių darbinis paviršius turi būti lygus ir švarus. Plokštės statomos ant metalinių arba medinių stabilių ir horizontalių padėklų.

Metalui tiesinti ir lyginti naudojami plaktukai. Jie būna skirtingų formų ir paskirties. Lyginimui naudojami plaktukai su apskrita, lygia, nupoliruota pentimi. Plaktukai su kvadratine pentimi palieka pėdsakus – įmušimus (5.2 pav.).

Lýginimo atramė́lės naudojamos grūdintoms detalėms lyginti. Jos gaminamos iš plieno ir užgrūdinamos. Darbinis paviršius gali būti ritininis arba erdvinis su 150–200 mm spinduliu.



5.1 pav. Lyginimo plokštelė (a) ir lyginimo atramėlės (b)



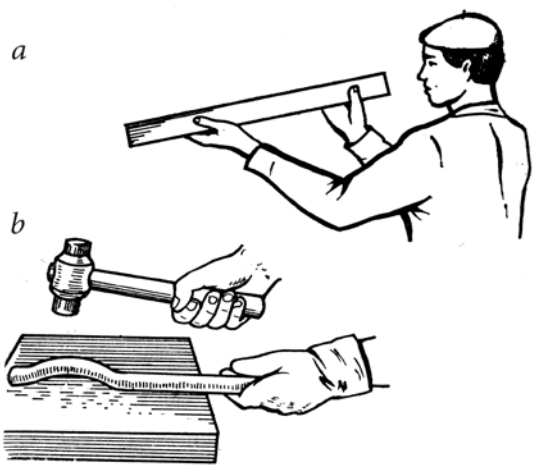
5.2 pav. Lyginimo plaktukai: a – su išgaubta pentimi; b – su apskrita, lygia, poliruota pentimi

Grūdintoms detalėms lyginti (tiesinti) naudojami 400–500 g masės plaktukai su išgaubta pentimi.

Lyginimo plaktukai yra su kietlydinio pentimis. Jų korpusai gaminami iš įrankinio plieno, o į darbinius galus įstatomos plokštelės iš kietlydinio. Penties darbinė dalis pagalandama ir užbaigiama 0,05–0,1 mm spinduliu.

Plaktukais su įstatomomis pentimis iš minkštųjų metalų lyginamos detalės su galutinai apdorotais paviršiais ir detalės arba ruošiniai iš spalvotųjų metalų bei lydinių. Įstatomos pentys gali būti varinės, švininės arba medinės.

Lygintùvais (mediniais arba metaliniais tašeliais) lyginami ploni metalo lakštai ir juostos. Detalių kreivumas tikrinamas iš akies (5.3 pav.) arba pagal tarpelį tarp plokštės ir ant jos padėtos detalės. Išlenktų vietų ribos pažymimos kreida.



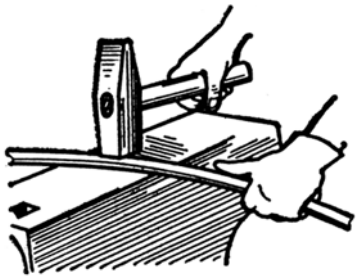
5.3 pav. Metalo lyginimas:
a – išlinkimo tikrinimas iš akies; b – lyginimo momentas

5.2. Metalo lyginimo (tiesinimo) procesas

Lyginant svarbu tinkamai parinkti vietas, per kurias reikia smūgiuoti plaktuku. Smūgių jėga turi atitikti kreivumo didumą ir palaipsniui mažėti nuo didžiausio išlinkimo mažiausio išlinkimo link. Lyginimas laikomas baigtu, kai nelieka nelygumų ir detalė pasidaro lygi. Lyginimas tikrinamas pridėjus liniuotę. Lyginama ant priekalo, lyginimo plokštės arba patikimų padėklų, nuo kurių detalės nenuslysta smūgiuojant.

Metalo juostos lyginamos taip: išgaubimo pusėje kreida pažymimos išlenkimo ribos. Po to ant kairės rankos užsimaunama pirštinė ir imama juosta, o dešine ranka imamas plaktukas ir atsistojama į darbinę padėtį.

Juosta ant lyginimo plokštės dedama taip, kad gulėtų išgaubtuoju paviršiumi į viršų ir liestųsi su ja dviem taškais. Smūgiuojama per išgaubtas dalis reguliuojant smūgio jėgą pagal juostos storį ir kreivumą: kuo kreivesnė ir storesnė juosta, tuo stipresni turi būti smūgiai. Juostai tiesinantis, smūgių jėga vis mažėja, ir juosta pavartoma nuo vienos pusės ant kitos, kol visiškai išsilygina. Kai yra keli išgaubimai, pirmiausia išlyginami arčiau juostos galų esantys



5.4 pav. Apskrito skerspjūvio metalo lyginimas

nelygumai, tada – ties viduriu. Lyginimo rezultatai (ruošinio tiesumas) tikrinami iš akies arba ant lyginimo plokštės pagal prošvaisą tarp lyginamos detalės ir plokštės.

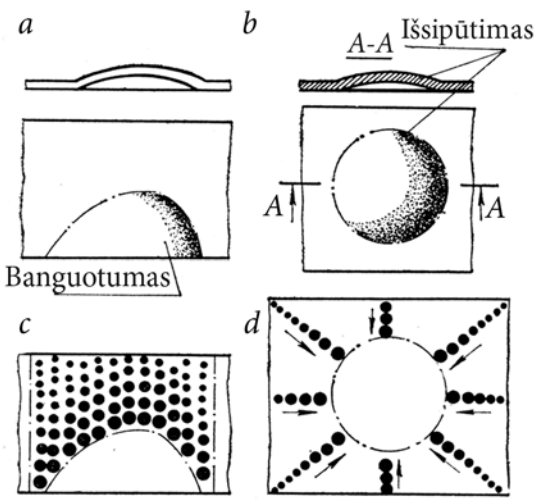
Apskrito skerspjūvio metalo lyginimas. Iš akies patikrinus, iš išgaubimo pusės kreida pažymimos išlenkimų ribos. Tada strypas dedamas ant plokštės arba priekalo taip, kad išlenktos dalies išgaubimas būtų į viršų. Plaktuku smūgiuojama per išgaubtą dalį nuo išlinkimo krašto vidurio link, reguliuojant smūgio jėgą pagal strypo skerspjūvį ir išlenkimo didumą. Strypui tiesinantis smūgio jėga mažėja (5.4 pav.).

Lakštinio metalo lyginimas – sudėtingesnė operacija nei anksčiau nagrinėtos. Lakštinės medžiagos ir iš jos išpjautų ruošinių paviršius gali būti banguotas arba su išsipūtimais.

Ruošinių su banguotais pakraščiais (5.5 pav.) banguotos vietos pirmiausia apibrėžiamos kreida arba minkštu grafitiniu pieštuku. Tada ruošinys dedamas ant plokštės taip, kad kraštai nebūtų išsikišę, o gulėtų ant atraminio paviršiaus, prispaudžiamas ranka ir pradedama lyginti. Norint ištempti ruošinio vidurį, plaktuku reikia smūgiuoti nuo vidurio kraštų link.

Ypač kruopščiai, atidžiai ir atsargiai reikia lyginti ruošinius iš plonų lakštų. Smūgiuojama nestipriai, nes netinkamai smūgiuojant šoninėmis plaktuko briaunomis galima kiaurai prakirsti ruošinį arba ištempti metalą.

Lyginant ruošinį su **išsipūtimais** randamos iškreiptos vietos, nustatoma, kur labiausiai išpūstas metalas (5.5 pav.). Išgaubtos vietos apibrėžiamos kreida arba minkštu grafitiniu



5.5. pav. Lakštinio metalo lyginimas:
a, b – sulankstyti ruošiniai; c, d – smūgių išdėstymas

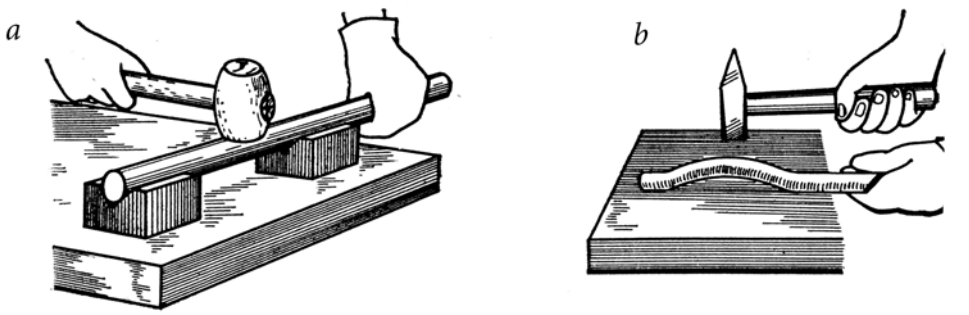
pieštuku. Tada ruošinys dedamas ant plokštės taip, kad jo kraštai nebūtų išsikišę, o gulėtų ant plokštės atraminio paviršiaus. Lyginti pradedama nuo arčiausiai išpūtimo esančio krašto, per kurį suduodama viena eilė smūgių (5.5 pav.), tada smūgiuojama per kitą kraštą. Vėliau per pirmąjį kraštą suduodama antra eilė smūgių ir vėl pereinama prie kito krašto. Taip daroma, kol priartėjama prie išpūtimo. Plaktuku smūgiuojama dažnai, bet nestipriai, ypač baigiant lyginti. Po kiekvieno smūgio patikrinama, kaip jis paveikė ruošinį smūgio vietoje ir aplink ją. Nereikia keletą kartų smūgiuoti į tą pačią vietą, nes galima padaryti naują išpūtimą.

Plaktuko smūgiais medžiaga apie išgaubtą vietą ištempiama ir palaipsniui išlyginama. Jeigu ruošinio paviršiuje netoli viena kitos yra kelios išpūstos vietos, plaktuko smūgiais jos lyginamos kiekviena atskirai, suliejama į vieną, o ši po to lyginama smūgiais palei išpūstos vietos pakraščius, kaip buvo nurodyta anksčiau.

Ploni lakštai lyginami lengvais plonais plaktukais (tvoklėmis), variniais, žalvariniais arba švininiais plaktukais, o labai ploni lakštai dedami ant lygios plokštės ir lyginami mediniais arba metaliniais tašeliais (5.6 pav.).

5.6 pav. Plonų lakštų lyginimas:
a – mediniu plaktuku (tvoklele); b – mediniu arba metaliniu tašeliu

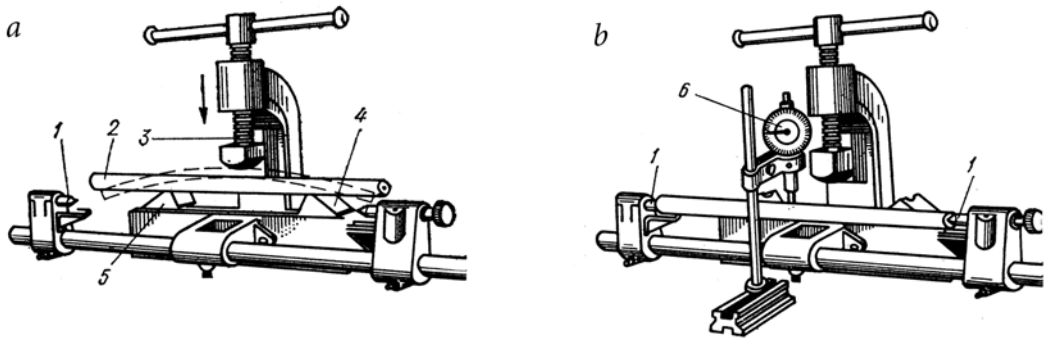
Spyruokliuojantys, taip pat labai stori ruošiniai tiesinami tarp dviejų prizmių (5.7 pav.) smūgiuojant per minkštą antdėklą, kad ruošinio paviršiuje neliktų įmušimo žymių.



5.7 pav. Trumpų velenų ir strypų tiesinimas:
a – prizmėse; b – ant plokštės

Jeigu plaktuko jėgos tiesinimui nepakanka, tiesinama rankiniais, hidrauliniais arba mechaniniais presais. Jais tiesinami ir velenai (iki 30 mm skersmens). Velenas dedamas ant prizmių ir spaudžiamas sraigtu. Išlinkimo didumas nustatomas čia pat, tarp centrų, indikatoriumi (5.8 pav.).

Kad būtų pašalinti liekamieji įtempiai, velenai per 30–60 min. lėtai įkaitinami iki 400–500 °C temperatūros, tada lėtai ataušinami.



5.8 pav. Veleno tiesinimas rankiniu presu:
a – tiesinimo momentas; b – išlinkimo tikrinimas indikatoriumi;
1 – centrai; 2 – velenas; 3 – sraigtas; 4, 5 – prizmės; 6 – indikatorius

Tiesinant ir lyginant metalą reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– plaktuko smūgių stiprumą;
– plaktuko penties formą;
– lyginant plokštes teisingai parinkti smūgiavimo vietas;
– trumpų velenų ir strypų tiesinimo ypatumus.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip nustatyti juostos kreivumą?
2. Kaip ištiesinti metalo juostą rankiniu būdu?
3. Kokie yra skardos iš plonų metalų lyginimo būdai?
4. Kodėl lyginimo plaktukas negali turėti aštrių kampų ir briaunų?

6. METALO LENKIMAS

6.1. Bendrosios žinios apie lenkimą

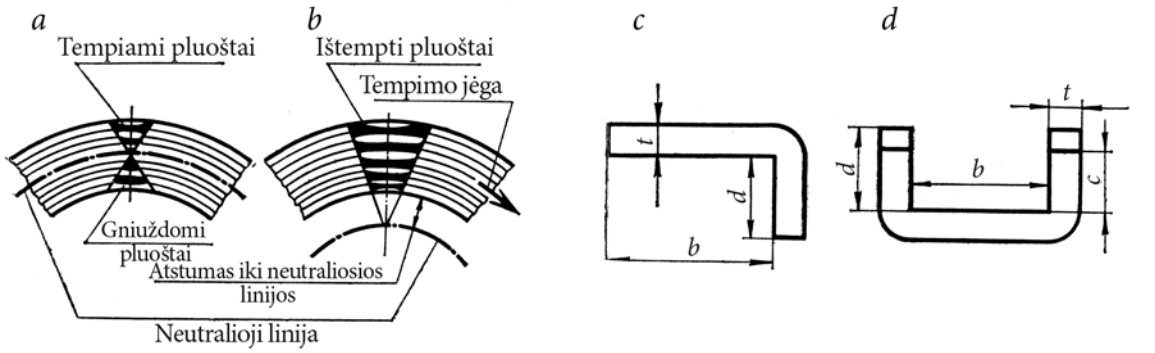
Lenkìmas – metalo apdorojimas spaudimu, kai ruošinys arba jo dalis išlenkiama. Šaltkalviškai lenkiama plaktukais (geriau su minkštomis pentimis) spaustuvuose, ant plokštės arba ant specialaus įtaiso. Storas metalas lenkiamas naudojant mechanines arba hidraulines lenkimo stakles. Lenkiamos tik plastiškos medžiagos. Detalių lenkimas – viena dažniausiai naudojamų šaltkalvystės operacijų. Detales galima lenkti tiek rankomis (ant atraminių įrankių ir spraudiklių), tiek lenkimo mašinomis (presais).

Lenkimas – tai procesas, kai viena ruošinio dalis tam tikru kampu išlenkiama kitos atžvilgiu. Tai vyksta taip: ruošinį, laisvai gulintį ant dviejų atramų, veikia lenkimo jėga, sukelianti ruošinyje lenkimo įtempius. Jeigu šie įtempiai neviršija medžiagos tamprumo ribos, ruošinio deformacija būna tampri ir nuėmus apkrovą ruošinys atgauna pradinį pavidalą (išsitiesina).

Lenkiant reikia siekti, kad nuėmus apkrovą ruošinys išlaikytų jam suteiktą formą, todėl lenkimo įtempiai turi viršyti tamprumo ribą. Ruošinio deformacija tokiu būdu bus plastinė. Vidiniai ruošinio sluoksniai gniuždomi tamprėja, išoriniai tempimai mažėja, o vidurinis ruošinio sluoksnis – neutralioji linija – nei gniuždomas, nei tempiamas, ir jo ilgis prieš lenkimą (ir sulenkus) lieka tas pats.

Todėl nustatant lenkiamų detalių ruošinių matmenis reikia apskaičiuoti tiesių atkarpų ilgį ir ruošinio sutrumpėjimo arba neutralios linijos ilgį suapvalinimo zonoje (6.1 pav.).

Lenkiant detales stačiu kampu nesuapvalinus iš vidinės pusės, užlaida lenkimui imama nuo 0,5 iki 0,8 mm medžiagos storio. Sudėjus kampainio arba apkabos vidinių kraštinių ilgius, gaunamas detalės ruošinio ilgis.

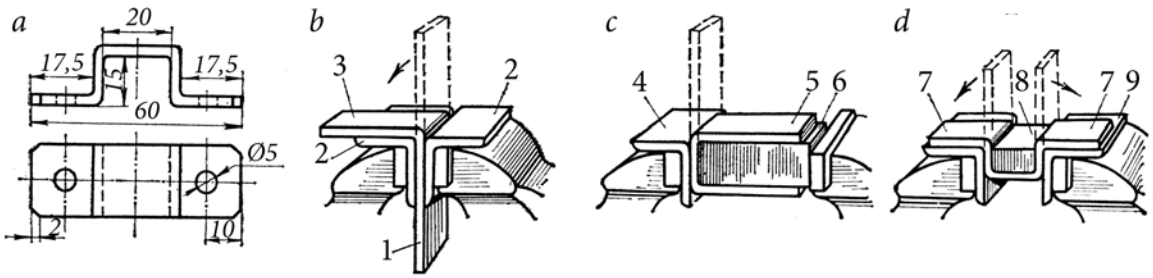


6.1 pav. Įtempiai ruošinyje paprastai lenkiant (a) ir kai lenkiant ištempiama (b); ruošinių ilgio nustatymo schemos (c, d)

6.2. Detalių lankstymas iš metalo lakštų, juostų ir vamzdžių

Stačiakampė apkaba iš plieno juostos lenkiama tokia tvarka: apskaičiuojamas ruošinio išklotinės ilgis (6.2 pav.) sudedant apkabos kraštinių ilgius su 0,5 juostos storio užlaida vienam lenkimui:

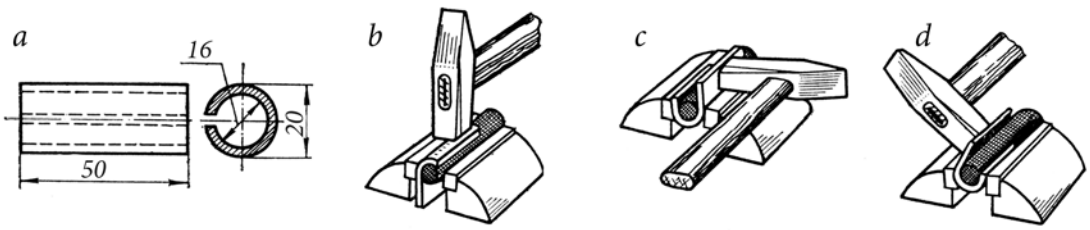
l = 17,5 + 1 + 15 + 1 + 20 + 1 + 15 + 1 + 17,5 = 89 mm.



6.2 pav. Stačiakampės apkabos lenkimas:
a – apkabos ilgio nustatymo schema; b – vieno galo lenkimas; c – kito galo lenkimas;
d – apkabos formavimas; 1 – ruošinys; 2 – antžiauniai; 3, 5 – apkabos galai; 4, 9 –
kampainiai; 6 – didelis tašelis (spraudiklis); 7 – pėdelės; 8 – mažesnis tašelis (spraudiklis)

Pažymimas ilgis su papildoma 1 mm užlaida galams apdoroti ir ruošinys atkertamas kirstuku; iškirstas ruošinys lyginamas ant plokštės; nudildomas pagal brėžinio matmenis; braižomos lenkimo linijos; ruošinys suspaudžiamas spaustuvuose, tarp kampainių, brėžimo lygyje, ir plaktuko smūgiais užlenkiamas apkabos galas (pirmas lenkimas); ruošinys spaustuvuose perstatomas ir suspaudžiamas tarp kampainio ir tašelio spraudiklio, ilgesnio negu apkabos galas; užlenkiamas kitas galas (antras lenkimas); ruošinys nuimamas ir išimamas tašelis (spraudiklis); užlenktuose galuose pažymimas pėdelių ilgis; ant spaustuvų uždedamas antras kampainis, į apkabą įdedamas tas pats, tik kitaip pasuktas tašelis, ir apkaba suspaudžiama spaustuvuose brėžių lygyje; atlenkiama pirmoji ir antroji pėdelės (trečias ir ketvirtas lenkimas); pagal kampainį patikrinamas ir pataisomas trečias ir ketvirtas lenkimas; nuo apkabos briaunelių pašalinamos šerpetos, pėdelių galai nudildomi pagal matmenis.

Įvorės lenkimas. Iš plieno juostos ant apvalių spraudiklių reikia išlenkti ritininę įvorę. Pirmiausia skaičiuojamas ruošinio ilgis. Jeigu įvorės (6.3 pav.) išorinis skersmuo 20



6.3 pav. Įvorės lenkimas ant apvalaus spraudiklio:
a – įvorės eskizas; b, c, d – lenkimo tvarka

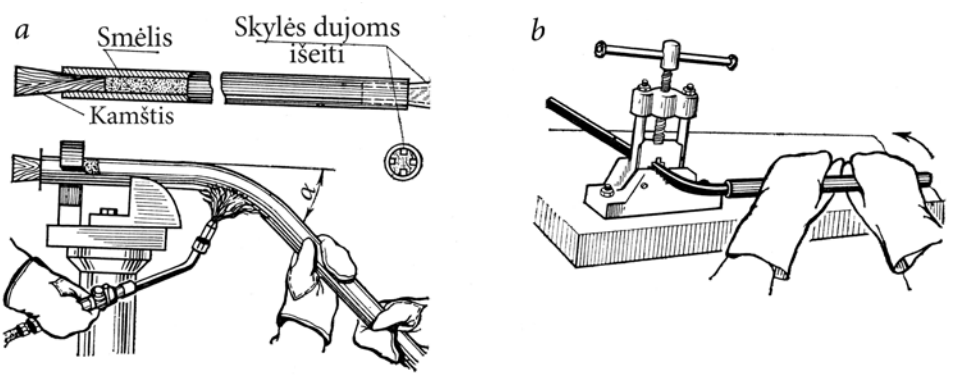
mm, o vidinis – 16 mm, tai vidurinis skersmuo bus lygus 18 mm. Tada visas ruošinio ilgis apskaičiuojamas pagal formulę:

$L = \pi$ x d; (6.1)
kur π = 3,14;
$l = 3,14 \times 18 = 56,5$ mm.

Po to ruošinys su spraudikliu suspaudžiamas spaustuvuose taip, kad lenkiamoji dalis būtų aukščiau spaustuvų žiaunų, ir uždėjus minkštus tarpiklius smūgiuojama plaktuku per išsikišusią dalį, kad juostos galas užlinktų ir glaudžiai prigultų prie spraudiklio paviršiaus. Vėliau ruošinys su spraudikliu perstatomas priešinga puse ir plaktuko smūgiais prilenkiamas kitas galas, kad sandūroje abi ruošinio plokštumos glaudžiai prigultų prie spraudiklio. Išėmus ruošinį lenkimo kokybė tikrinama matavimo liniuote.

Vamzdžiai lenkiami skirtingo spindulio lanku arba kitokia kreive, įvairiais kampais ir įvairiose plokštumose. Lenkti vamzdžiai naudojami gaminant benzino, alyvos, oro vamzdynus automobiliams, traktoriams, lėktuvams, metalo pjovimo staklėms ir kitokioms mašinoms. Vamzdžiai lenkiami rankomis ir mechanizuotai; karštai ir šaltai; su užpildu ir be jo. Lenkimo būdas priklauso nuo vamzdžio skersmens, lenkimo kampo didumo, vamzdžio medžiagos. Karštai lenkiama, kai vamzdžio skersmuo didesnis nei 100 mm. Karštai lenkiant su užpildu vamzdis pakaitinamas, sužymimas ir vienas jo galas užkemšamas mediniu arba metaliniu kamščiu, kad nesiglemžtų, neišsipūstų ir neįtrūktų. Lenkiamas vamzdis pripildomas sauso smulkaus smėlio, persijoto per sietą, kurio skylutės yra apie 2 mm dydžio, nes didesni akmenukai gali įsispausti į vamzdžio sieneles, o pernelyg smulkus smėlis vamzdžius lenkiant netinka, nes esant aukštai temperatūrai sukepa ir pridega prie vamzdžio sienelių. Mechanizuotai vamzdžiai pripildomi smėlio plūkimo arba vibraciniais įrenginiais. Neturint įrenginio, smėlis beriamas pro piltuvą, o sutankinamas stuksenant vamzdį plaktuku. Stuksenama iš apačios į viršų sukiojant vamzdį tol, kol suduodant nebegirdėti duslaus garso. Pripildžius smėlio, antras vamzdžio galas užkemšamas mediniu kamščiu, kuriame yra skylės arba grioveliai kaistant išsiskyrusioms dujoms išeiti (6.4 pav.).

Kamščių skersmuo priklauso nuo vamzdžio vidinio skersmens dydžio. Mažo skersmens vamzdžiams daromi kūginiai kamščiai iš molio, gumos arba kietųjų medžių rūšių. Kamščių



6.4 pav. Karštasis vamzdžio lenkimas:
a – pagal šabloną; b – vamzdžių prispaudiklyje

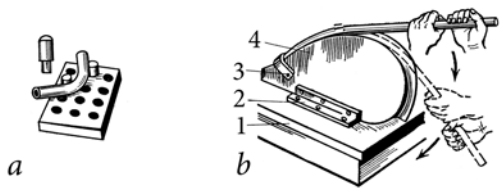
ilgis turi būti 1,5–2,0 vamzdžio skersmenų; kūgiškumas 1/10. Didelio skersmens vamzdžiams kamščiai daromi iš metalo. Pageidautina, jog įkalti į vamzdžių galus kamščiai būtų šiek tiek išsikišę, kad juos būtų lengviau ištraukti.

Atsižvelgiant į skersmenį ir medžiagą, kiekvienam vamzdžiui turi būti nustatytas mažiausias leidžiamasis lenkimo spindulys. Jis turėtų būti ne mažesnis kaip trys vamzdžio skersmenys, o kaitinamosios dalies ilgis priklauso nuo lenkimo kampo ir vamzdžio skersmens. Lenkiant vamzdį 90° kampu, kaitinamoji atkarpa lygi šešiems vamzdžio skersmenims; lenkiant 60° kampu – keturiems vamzdžio skersmenims; lenkiant 45° kampu – trims skersmenims.

Vamzdžio lenkimo atkarpa pažymima kreida pagal iš anksto padarytus šablonus. Lenkiant vamzdis tikrinamas pagal tą vietą, kurioje yra montuojamas, arba pagal iš vielos padarytą šabloną. Vamzdžių šešių skersmenų ilgio atkarpa kaitinama litavimo lempomis, žaizdruose arba dujų degiklių liepsna iki raudonumo.

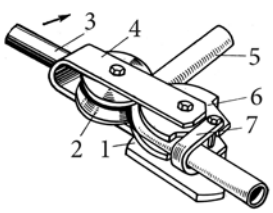
Perkaitintas vamzdis prieš lenkiant ataušinamas iki raudonumo. Vamzdžius rekomenduojama lenkti pakaitinus vieną kartą, nes pakartotinai kaitinant blogėja metalo kokybė. Kaitinant reikia stebėti, kaip įkaista smėlis, – negalima leisti, kad perkaistų kai kurios vietos. Perkaitęs vamzdis ataušinamas. Nuo įkaitusio vamzdžio atšoka priedegos.

Šaltai vamzdžiai lenkiami įvairiais įtaisais. Paprasčiausias įtaisas 10–15 mm skersmens neįtvirtintiems vamzdžiams lenkti – plokštė su skylėmis, į kurias atitinkamose vietose įstatomi įkaišai atramai lenkti. Nedidelio skersmens (iki 40 mm) vamzdžiai dideliais kreivumo spinduliais lenkiami šaltai, naudojant paprastus rankinius įtaisus su nejudamuoju spraudikliu (6.5 pav.). Lenkimo spraudiklis tvirtinamas prie darbastalio iš abiejų pusių apkabomis. Vamzdis įstatomas tarp spraudiklio ir pavalkėlio ir spaudžiant rankomis lenkiamas pagal spraudiklio kontūrą, kuriame padarytas griovelis.



6.5 pav. Šaltasis vamzdžio lenkimas:
a – ant įkaišų; b – ant nejudamojo spraudiklio;
1 – tvirtinimas prie darbastalio; 2 – apkabos; 3 – pavalkėlis; 4 – lenkimo spraudiklis

Iki 20 mm skersmens vamzdžiai lenkiami įtaisuose (6.6 pav.). Įtaisas tvirtinamas prie darbastalio stebule ir plokšte. Ant stebulės ir plokštės vienos ašies yra nejudamasis ritinėlis –



6.6 pav. Šaltasis vamzdžio lenkimas įtaise:
1 – plokštė; 2 – judamasis ritinėlis; 3 – rankena; 4 – apkaba;
5 – vamzdis; 6 – ritinėlis-šablonas; 7 – pavalkėlis

šablonas su pavalkėliu. Judamasis ritinėlis įtvirtintas apkaboje su rankena. Lenkiamas vamzdis tarp ritinėlių įstatomas taip, kad jo galas įeitų į pavalkėlį. Tada apkaba su judamuoju ritinėliu rankena sukama apie nejudamąjį ritinėlį – šabloną, kol vamzdis išsilenks reikiamu kampu.

Varinių ir žalvarinių vamzdžių lenkimas. Numatomi šaltai lenkti variniai arba žalvariniai vamzdžiai pripildomi išlydytos kanifolijos, parafino arba švino. Lenkiama taip, kaip lenkiami vamzdžiai su užpildais. Sulenkus vamzdį kanifolija išlydoma pradedant nuo vamzdžio galų, nes kaitinamas kanifolijos pripildytas vamzdžio vidurys trūks.

Lenkiant metalą reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– užlaidą lenkimui;
– teisingai apskaičiuoti išklotinės ilgį;
– teisingai parinkti vamzdžio užpildą.

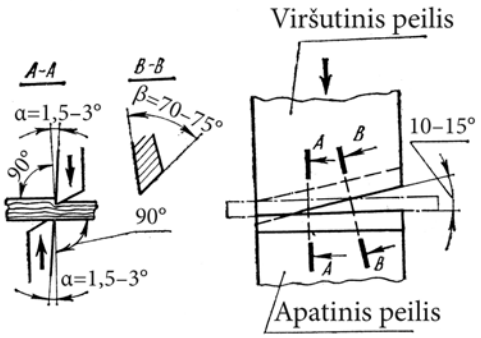
PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip turi būti įrengta darbo vieta metalui lenkti?
2. Kaip lenkiamos spaustuvuose 4 mm metalo juostos?
3. Kodėl lenkiami vamzdžiai pripildomi smėlio?
4. Koks pripildyto smėlio grūdingumas?
5. Kaip lenkiami vamzdžiai iš spalvotųjų metalų?

7. METALO PJOVIMAS

7.1. Metalo pjovimo procesas

Pjovìmas yra drožlės atskyrimo būdas naudojant apskritiminį arba tiesialinijinį pjovimo judesį. Jis naudojamas ruošiniui padalyti arba grioveliams ir išdrožoms įpjauti. Drožlė nuimama pjaunant rankiniais, mechaniniais, diskiniais pjūklais, tekinimo, pjaustymo staklėmis, taip pat dujų liepsna, elektros lanku ir kitais būdais.



7.1 pav. Žirklių elementai

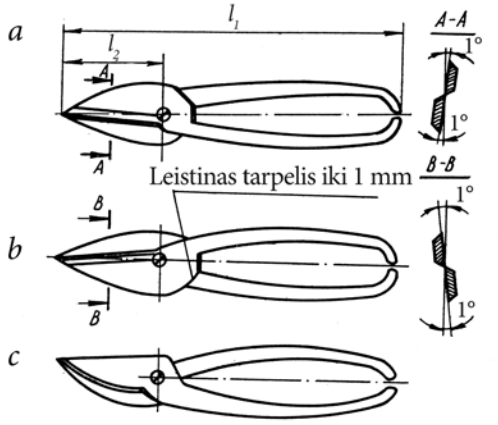
Drožlė nuimama rankinėmis svirtinėmis ir mechaninėmis žirklėmis, žnyplėmis, vamzdžiapjūkliais, peiliais, štampais pjaustant medžiagą. Prie pjovimo priskiriamas ir metalo įpjovimas. Pjaunant ašmenimis metalą veikia didelis spaudimas, todėl turi būti didelis nusmailinimo kampas β (7.1 pav.). Kuo kietesnis kerpamas metalas, tuo didesnis ašmenų nusmailinimo kampas. Minkštiesiems metalams (variui) jis lygus 65°, vidutinio kietumo metalams – 70–75°, kietiesiems – 80–85°.

Metalo pjovimo peiliai gaminami iš įrankinio plieno. Šoniniai ašmenų paviršiai grūdinami iki HRC 52–58, šlifuojami ir aštriai išgalandami. Kad būtų mažesnė peilių ašmenų trintis į kerpamą metalą, ašmenys daromi su nedideliu (1,5–3°) užpakaliniu kampu α (7.1 pav.).

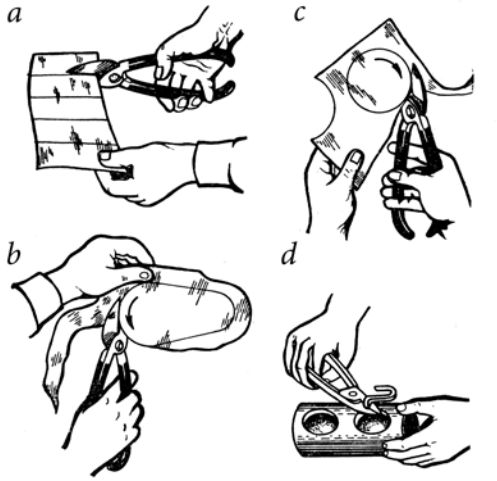
7.2. Rankinis metalo pjovimas, įrankiai ir įranga

Rankinėmis žirklėmis karpomi 0,5–1,0 mm storio plieno ir iki 1,5 mm storio spalvotųjų metalų lakštai. Šios žirklės gaminamos su tiesiais ir kreivais ašmenimis (7.2 pav.). Atsižvelgiant į ašmenų pjovimo briaunos padėtį, rankinės žirklės skirstomos į dešinines ir kairines (7.3 pav.).

Dešinìnėmis vadinamos žirklės, kurių abiejų pusių pjaunamųjų dalių nuožulnumos yra dešinėje pusėje. Dešininėmis žirklėmis kerpama kairioji gaminio briauna pagal laikrodžio rodyklę.



7.2 pav. Rankinės žirklės: a – kairinės tiesios, b – dešininės tiesios, c – kairinės lenktos



7.3 pav. Iki 0,5 mm storio kirpimas žirklėmis: a – rankų padėtis ant rankenų, kerpant žirklėmis, b – dešininėmis; c – kairinėmis; d – vidinio kreivo kontūro iškirpimas

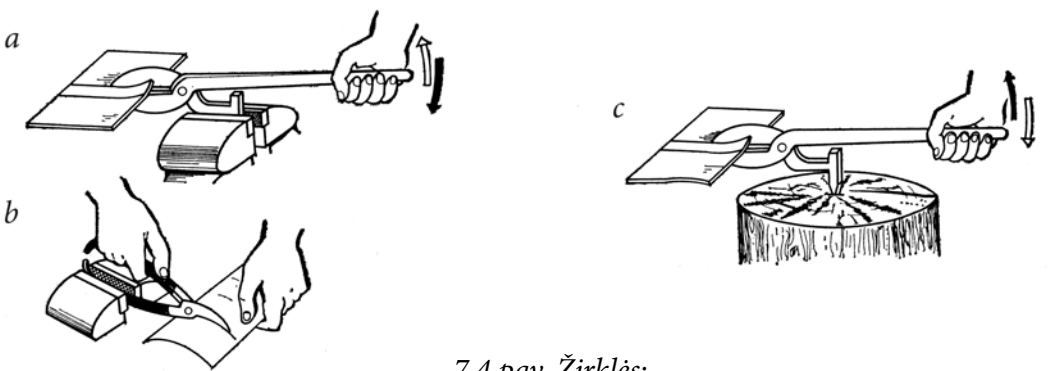
Kairinėmis vadinamos žirklės, kurių abiejų pusių pjaunamųjų dalių nuožulnumos yra kairėje pusėje. Tokiomis žirklėmis kerpama dešinioji gaminio briauna prieš laikrodžio rodyklę (7.3 pav.).

Kerpant lakštą dešininėmis žirklėmis, visą laiką ant metalo matomas žymėjimo brėžis. Dirbant kairinėmis žirklėmis, kad būtų matyti brėžis, tenka kaire ranka atlenkti nukirptą metalą, perkeliant jį per dešinę ranką, o tai labai nepatogu. Todėl lakštai tiesia linija ir pagal kreivę be staigių posūkių kerpami dešininėmis žirklėmis.

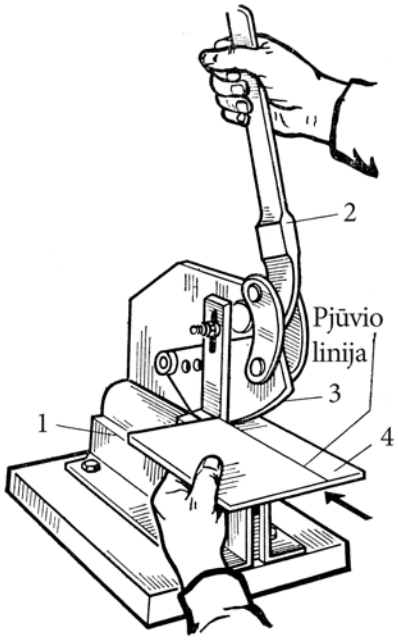
Nestori metalo lakštai tiesiai kerpami rankinėmis žirklėmis, kurių viena rankena tvirtinama spaustuvuose (7.4 pav.).

Kėdinės žirklės skiriasi nuo rankinių didesniais matmenimis ir naudojamos iki 2 mm storio metalo lakštui kirpti. Apatinė rankena tvirtai suspaudžiama šaltkalvio spaustuvuose arba įkalama į medinę trinką.

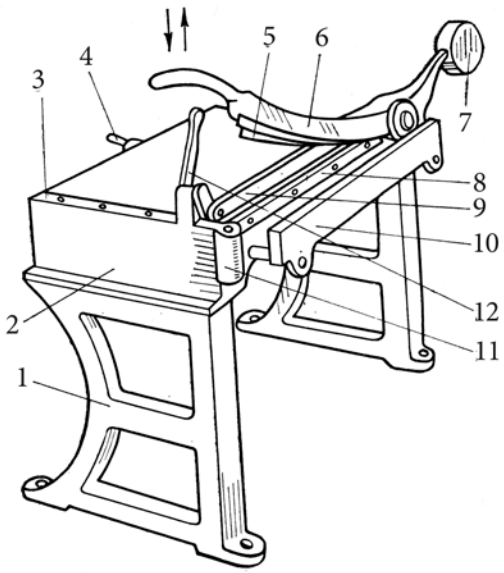
Darbas kėdinėmis žirklėmis nenašus – reikia daug jėgos, todėl dideliam metalo lakštų kiekiui karpyti nenaudojamos.



7.4 pav. Žirklės: a – kėdinės, įtvirtintos spaustuvuose; b – rankinės, įtvirtintos spaustuvuose; c – kėdinės ant medinio pagrindo



7.5 pav. Rankinės svirties žirklės:
1 – apatinis peilis;
2 – svirtis; 3 – viršutinis peilis;
4 – kerpamas lakštas



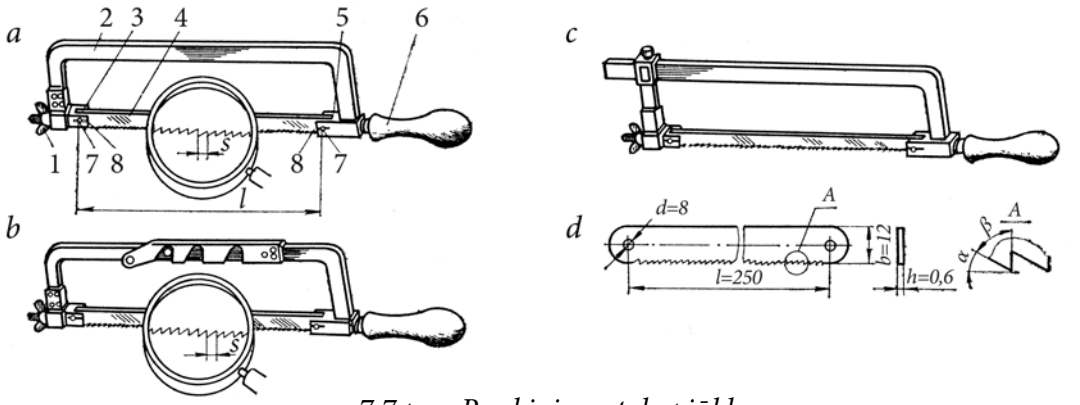
7.6 pav. Svirtinės žirklės:
1 – stovas; 2 – stalas; 3 – lakštas; 4, 12 – rankenos;
5 – judamasis peilis; 6 – peilio laikiklis;
7 – atsvaras; 8 – nejudamasis peilis; 9 – prispaudimo lentjuostė; 10 – atrama; 11 – svyruoklinė atrama

Raňkinėmis sviřtinėmis žiřklėmis galima kirpti iki 4 mm storio plieninį lakštą, iki 6 mm storio aliuminį ir žalvarį. Viršutinį lankstiškai įtvirtintą peilį judina svirtis, apatinis peilis nejuda (7.5 pav.).

Prieš pradedant dirbti tikrinama, ar pateptos besitrinančios dalys, ar sklandžiai juda svirtis, ar nėra tarpelio tarp pjovimo briaunų. Metalas kerpamas dešine ranka paėmus už rankenos ir svirtis sklandžiai pakeliama į viršų; viršutinis peilis pakyla aukštyn. Tada lakštas įstatomas taip, kad pjovimo linija būtų matoma ir sutaptų su viršutinio peilio ašmenimis. Ruošinys prilaikomas kaire ranka horizontalioje padėtyje. Svirtis su peiliu rankos judesiu leidžiama žemyn, kol dalis metalo prakerpama, ir svirtis vėl pakeliama į viršutinę padėtį. Tada lakštas kaire ranka truputį pakeliamas, pastumiamas pagal brėžį išilgai viršutinio peilio briaunos. Šie kirpimo judesiai kartojami, kol lakštas perkerpamas. Taip kerpant gaunamas be įlenkimų, krašto įpjovimų ir gana tiesus pjūvis.

Ilgiems metalo lakštams kirpti naudojamos **svìrtinės žiřklės.** Jų veikimo principas analogiškas rankinių svirtinių žirklių darbui (7.6 pav.).

Raňkinis metãlo pjū̃klas – įrankis storiems lakštams, juostoms, apvaliam ir profiliuotam metalui pjaustyti. Šis įrankis sudarytas iš rėmo ir geležtės. Viename rėmo gale yra nejudamoji galvutė su kotu ir rankena, o kitame – judamoji galvutė su įtempimo sraigtu ir sparnuota veržle geležtei įtempti. Galvutėse yra prapjovos, į kurias įstatoma pjūklo geležtė ir įtvirtinama kaiščiais.



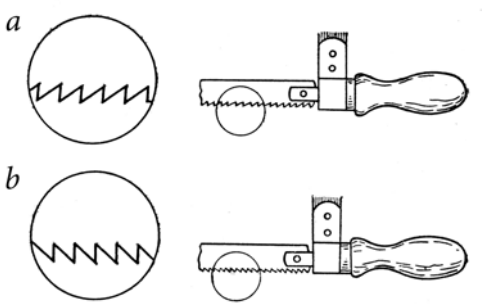
7.7 pav. Rankinis metalo pjūklas:
a – vientisas; b – skečiamasis; c – su stumdomu laikikliu; d – geležtė;
1 – sparnuota veržlė; 2 – rėmelis; 3 – judamoji galvutė; 4 – geležtė;
5 – nejudamoji galvutė; 6 – kotas su rankena; 7 – kaiščiai; 8 – prapjovos

Pjūklų rėmeliai daromi ištisiniai (vienai tam tikro ilgio geležtei) arba skečiamieji, į kuriuos galima įtvirtinti įvairaus ilgio geležtes (7.7 pav.).

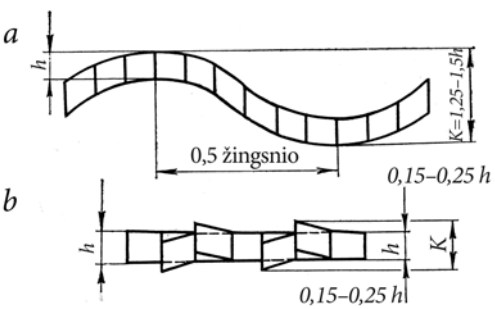
Gelẽžtė – plona ir siaura plieninė plokštelė su dviem skylėmis arba kaiščiais galuose ir dantimis vienoje ar abiejose briaunose. Geležtės gaminamos iš anglinio įrankinio plieno, greitapjovio plieno. Jų kietumas – HRC 61–64 (dildės kietumas). Pagal paskirtį geležtės skirstomos į rankines ir mašinines. Geležtė tvirtinama rėmelyje, dantimis į priekį.

Rankinės geležtės matmuo – atstumas tarp tvirtinimo skylių centrų. Dažniausiai naudojamų geležčių rankiniams pjūklams ilgis *l* – 250–300 mm, aukštis *b* – 12 ir 16 mm, storis *h* – 0,65 ir 0,8 mm.

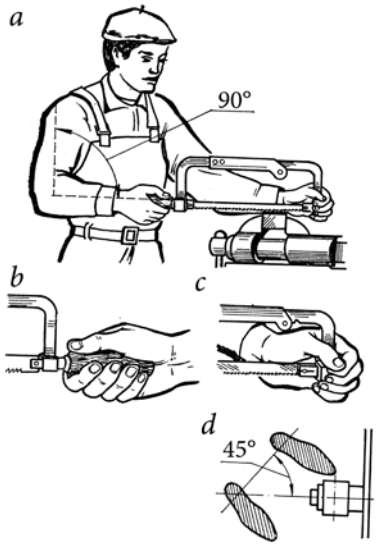
Metalams pjauti dažniausiai naudojamos geležtės, kurių dantų žingsnis 1,3–1,6 mm, t. y. kurių dvidešimt penkių milimetrų ilgyje yra 17–20 dantų. Juo storesnis pjaunamasis ruošinys, tuo didesni turi būti dantys, ir atvirkščiai – kuo plonesnis ruošinys, tuo smulkesni turi būti geležtės dantys. Įvairaus kietumo metalams pjauti naudojamos geležtės, kurių dantų skaičius yra toks: minkštiesiems metalams – 16 dantų; vidutinio kietumo grūdintam plienui – 19 dantų; ketui, įrankiniam plienui, kietajam juostiniam plienui – 22 dantys. Kad geležtė neįstrigtų metale, dantys praskečiami (7.8 pav.). Tai daroma dar ir tam, kad prapjovos plotis būtų šiek tiek didesnis už geležtės storį (7.9 pav.).



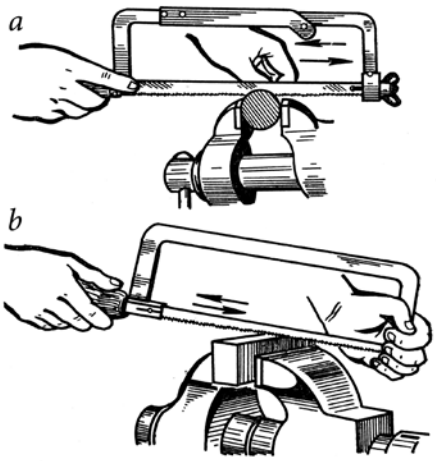
7.8 pav. Geležtė įstatyta:
a – tinkamai; b – netinkamai



7.9 pav. Geležtės praskėtimo schema:
a – geležtės; b – dantų; h – geležtės aukštis; k – prapjovos plotis



7.10 pav. Padėtis dirbant:
a – liemens ir pjūklo; b – dešinės rankos;
c – kairės rankos; d – kojų



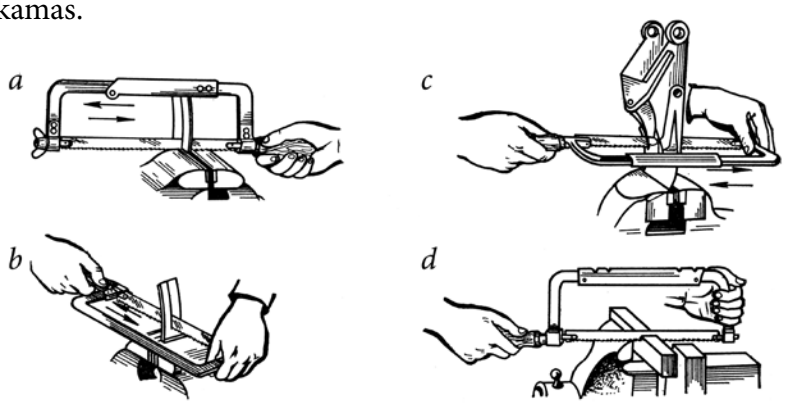
7.11 pav. Metalo pjovimo pradžia
metalo pjūklu:
a – apvalaus; b – kvadratinio

Prieš pradedant dirbti metalo pjūklu, pjaustomoji medžiaga stipriai įtvirtinama spaustuvuose. Metalas turi būti įtvirtintas aukštyje, atitinkančiame dirbančiojo ūgį (7.10 pav.). Geležtė parenkama atsižvelgiant į pjaustomo metalo kietumą, formą ir matmenis.

Nestori metalo strypai pjaustomi rankiniais pjūklais, o didelių skersmenų ruošiniai – pjaustymo staklėmis, mechaniniais, diskiniais pjūklais bei kitomis staklėmis. Ruošinio paviršiuje pirmiausia įbrėžiamas žymėjimo brėžis, tada ruošinys horizontalioje padėtyje įtvirtinamas šaltkalvio spaustuvuose ir trikampe dilde pagal žymėjimo brėžį padaroma negili įpjova, kad geriau nukreiptų pjūklo geležtę (7.11 pav.). Geležtė teptuku patepama alyva. Alyva palengvina pjovimo procesą, pailgina geležtės naudojimo laiką.

Jeigu pjaunama labai giliais pjūviais, kaire ranka rėmelis paimamas už viršaus (7.12 pav.).

Pjūklu su pasukta geležte pjaunami ilgi (aukšti) arba gilūs pjūviai, kai ruošinio negalima perpjauti dėl to, kad pjūklo rėmelis atsiremia į ruošinio galą ir kliudo toliau pjauti. Dėl to rėmelis apsukamas.



7.12 pav. Pjovimas metalo pjūklu:
a – nepasukus geležtės; b – geležtę pasukus 90° kampu; c – uždaromu kontūru; d – kairės rankos pirštų padėtis pjaunant gilias prapjovas

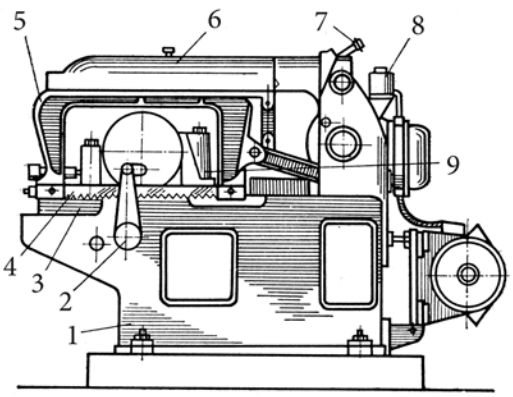
Vamzdžių pjovimas. Vamzdis suspaudžiamas lygiagrečiuose spaustuvuose horizontalioje padėtyje ir pjaunamas pagal brėžį. Plonasieniai vamzdžiai ir vamzdžiai su glotniai apdorotu paviršiumi tvirtinami spaustuvuose tarp specialių antdėklų.

Pjaunant vamzdį, pjūklas laikomas horizontaliai, o geležtei smingant į vamzdį, šiek tiek palenkiamas į save. Geležtei įstrigus, pjūklas ištraukiamas iš prapjovos, vamzdis pasukamas 45–60° kampu nuo savęs ir pjaunama toliau nesmarkiai spaudžiant. Geležtei nukrypus nuo žymėjimo brėžio, vamzdis pasukamas apie ašį ir pjaunama kitoje vietoje.

7.3. Mechanizuotas pjovimas, įrankiai, įranga

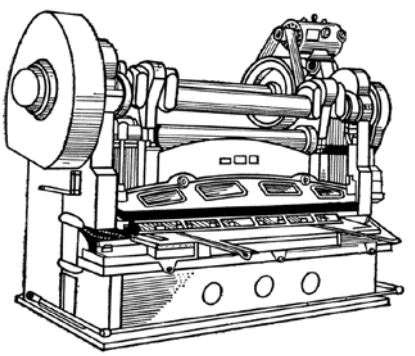
Pjovimui mechanizuoti naudojami įvairūs mechaniniai, elektriniai ir pneumatiniai pjūklai bei žirklės, diskiniai pjūklai ir kitokie universalūs bei specialūs įrankiai. Pjaustymo staklės naudojamos ruošiniams ir profiliniam metalui pjaustyti (7.13 pav.).

Pjaustymo staklėmis su elektrine ir hidrauline pavara pjaustomi įvairūs ruošiniai iš apvalaus ir kvadratinio skerspjūvio metalo. Ant staklių stalo pastatomi spaustuvai su V formos žiaunomis iki 250 mm skersmens apvaliems ruošiniams arba keliems mažesnio skersmens ruošiniams tvirtinti. Spaustuvuose su plokščiomis žiaunomis tvirtinami didelio skersmens ruošiniai – nuo 40 iki 250 mm. Tai pasukamieji spaustuvai, kuriuose pjaunamoji medžiaga tvirtinama 45° kampu. Ruošiniai taip pat karpomi mechaninėmis žirklėmis su pasvirusiais peiliais, vadinamosiomis **giljotininėmis** žirklėmis (7.14 pav.).



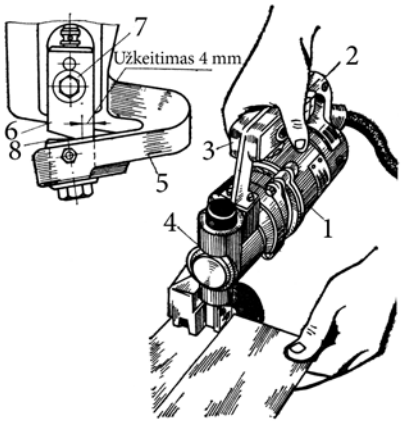
7.13 pav. Pjaustymo staklės 872A: 1 – stovas; 2 – atrama; 3 – stalas; 4 – pjūklo geležtė; 5 – pjūklo rėmas; 6 – gembė; 7 – jungiklis; 8 – mygtukas (paleidimo ir stabdymo); 9 – mašininiai spaustuvai

Tokiomis žirklėmis galima kirpti iki 32 mm storio lakštinį plieną. Jos turi apatinį nejudamąjį ir viršutinį judamąjį peilį. Viršutinis peilis pakreiptas 2–6° kampu, todėl juo lengviau kirpti. Gaunamas geros kokybės pjūvis. Apatinis peilis tvirtinamas prie stalo, esančio ant stovo užpakalinės dalies, o viršutinis – prie šliaužiklio. Elektros variklis per trapecinio diržo pavarą suka alkūninį veleną. Ant jo sumontuoti du ekscentrikai suteikia šliaužikliui grįžtamąjį slenkamąjį judesį statramsčių kreipiamosioms. Kerpamas lakštas dedamas ant stalo gembės ir prispaudžiamas prispaudikliu.

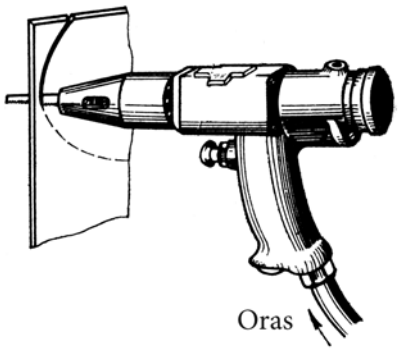


7.14 pav. Žirklės su pasvirais peiliais

Mechanizuotas metalo pjaustymas. Vibracinės elektrinės žirklės (7.15 pav.) susideda iš elektros variklio (1), reduktoriaus (4) su ekscentriku (7) ir rankenos (2). Grįžtamai slenkamas ekscentriko



7.15 pav. Elektrinės žirklės:
1 – elektros variklis; 2 – rankena; 3 – jungiklis; 4 – reduktorius; 5 – apkaba; 6 – viršutinis peilis; 7 – ekscentrikas; 8 – apatinis peilis



7.16 pav. Pneumatinis metalo pjūklas

judesys perduodamas viršutiniam peiliui (6). Apatinis peilis (8) tvirtinamas apkaboje (5). Kerpant žirklės laikomos dešine ranka: rankena apimama visais pirštais, o smilius uždedamas ant jungiklio (3) su svirties mygtuku. Kaire ranka lakštas stumiamas tarp peilių, nukreipiant jį po viršutinio peilio pjovimo briauna tiksliai pagal brėžį taip, kad brėžis matytųsi. Elektrinėmis žirklėmis galima karpyti iki 2,7 mm storio plieno lakštus ir kitas lakštines medžiagas.

Tarpelio tarp peilių (6 ir 8) didumas, atsižvelgiant į karpomo metalo storį, nustatomas iš lentelių ir patikrinamas (0,5–0,8 mm storio metalui tarpelis turi būti 0,03–0,048 mm; 1,0–1,3 mm storio metalui – 0,6–0,08 mm; 1,6–2,0 mm storio metalui – 0,1–0,13 mm).

Pneumatinis metalo pjūklas pjauna iki 5 mm storio metalo lakštus, o didžiausias spindulys – 50 mm, pjovimo greitis 20 m/min. (7.16 pav.).

Pjaunant metalą reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– taisyklingą rankinių žirklių naudojimą;
– teisingai parinkti geležtę;
– tiksliai pažymėti pjovimo vietą;
– taisyklingą metalo pjūklo geležtės įtempimą;
– taisylingai laikyti pjūklą pjaunant.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip surenkamas šaltkalvio metalo pjūklas?
2. Kur turi būti nukreipti pjūklo geležtės dantys?
3. Kokiu įrankiu skarda kerpama tiesiai?
4. Kokie įrankiai naudojami skardos lakštams kirpti rankiniu būdu?
5. Kokie yra mechanizuoti skardos kirpimo įrankiai?

8. METALO DILDYMAS

8.1. Dildymas, dildžių klasifikacija pagal paskirtį

Pats seniausias medžiagų apdorojimo būdas yra dildymas. Jis atsirado pirmykštėje bendruomenėje. Trindami į akmenį įvairius daiktus, tarp jų ir kitus akmenis, pirmykščiai žmonės gaminosi aštrius medžioklės ir darbo įrankius.

Dìldymas – metalo ir kitų medžiagų apdorojimo operacija, kai rankinėmis dildėmis arba dildymo staklėmis nuimamas nedidelis medžiagos sluoksnis. Dilde šaltkalvis suteikia detalėms reikiamą formą ir matmenis, pritaiko detales vieną prie kitos, paruošia detalių briaunas suvirinti ir atlieka kitokius darbus.

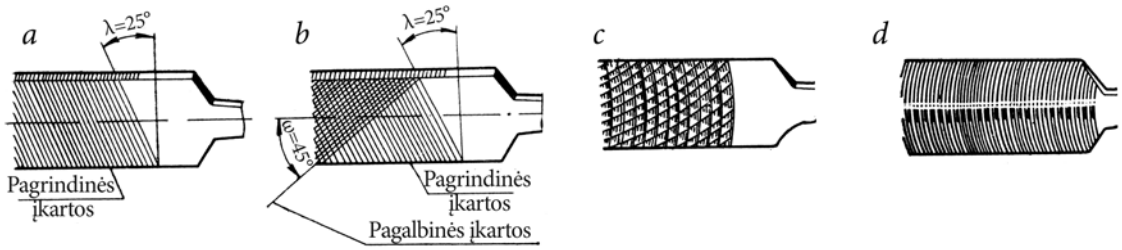
Dildėmis apdorojamos plokštumos, kreiviniai paviršiai, išdrožos, grioveliai, bet kokios formos skylės, įvairiais kampais išdėstyti paviršiai ir pan. Užlaidos dildymui paliekamos nedidelės – nuo 0,5 iki 0,025 mm. Dildant galima pasiekti apdorojimo tikslumą nuo 0,2 iki 0,05 mm, atskirais atvejais – iki 0,001 mm.

Dìldė – tam tikro profilio ir ilgio plieninis strypelis, kurio paviršiuje yra įkartos, sudarančios įdubas ir smailaus pleišto formos dantis. Dildės gaminamos iš anglinio įrankinio plieno (galima gaminti iš legiruotojo chrominio plieno). Padarius įkartas, dildės termiškai apdorojamos (terminis apdorojimas – tai grūdinimas suteikiant įrankiui didesnį atsparumą dilimui) (8.1 pav.).

8.1 pav. Bendrosios paskirties šaltkalvio dildė:
1 – galas; 2 – darbinė dalis; 3 – dalis be įkartų; 4 – užkarpa;
5 – kotas; 6 – plačioji pusė; 7 – siauroji pusė; 8 – briaunos

Įkartų rūšys ir pagrindiniai elementai. Įkartos dildės paviršiuje sudaro dantis, kuriais nuo apdorojamos medžiagos nuimamos drožlės. Dildžių dantys daromi dildžių įkirtimo staklėse specialiais kirstukais, frezavimo staklėse – frezomis, šlifavimo staklėse – specialiais šlifavimo diskais, taip pat valcuojami, daromi pratraukimo staklėse – pratrauktuvais ir krumplių pjovimo staklėmis. Kiekvienu nurodytu būdu įkertami tam tikro profilio dantys. Tačiau nesvarbu, kokiu būdu pagaminti, kiekvienas dantis turi užpakalinį kampą α (8.1 pav.).

Būna įvairių dydžių viengubų ir dvigubų dildžių. Nuo dydžio priklauso įkartos tankumas ir gilumas (8.2 pav.). Kuo didesnė dildė, tuo gilesnės įkartos. Viengubas ir dvigubas įkartas turi įvairaus profilio dildės. Dildės, kurių paviršiuje specialiaisiais trikampiais kirstukais iškertami dantukai, ir turinčios talpias įdubas drožlėms, vadinamos brūžiklinėmis dildėmis. Jomis dildomas medis, labai minkštas metalas, įvairūs plastikai, kai į paviršiaus švarumą didelio dėmesio nekreipiama. Yra dildžių su lankinėmis įkartomis (8.2, d pav.).



8.2 pav. Dildžių įkartų rūšys:
a – viengubos (paprastos); b – dvigubos (kryžminės); c – brūžiklinės; d – lankinės

Lankinės įkartos dildės paviršiuje įpjaunamos specialiomis frezomis. Jos skiriamos minkštiesiems metalams dildyti. Tarpdančiai gana dideli, įkartos – lanko formos. Tokios dildės ypatingos tuo, kad pačios išsivalo metalo drožles, tam padeda lankinė įkartų forma. Jomis patogu dildyti aliuminio ruošinius.

Kiekvienas metalo darbų meistras renkasi įvairių rūšių ir dydžių dildes galvodamas apie darbus, kuriuos rengiasi nudirbti. Tos pačios formos dildės skiriasi įkartų tankumu. Pagal jį dildės yra numeruojamos:

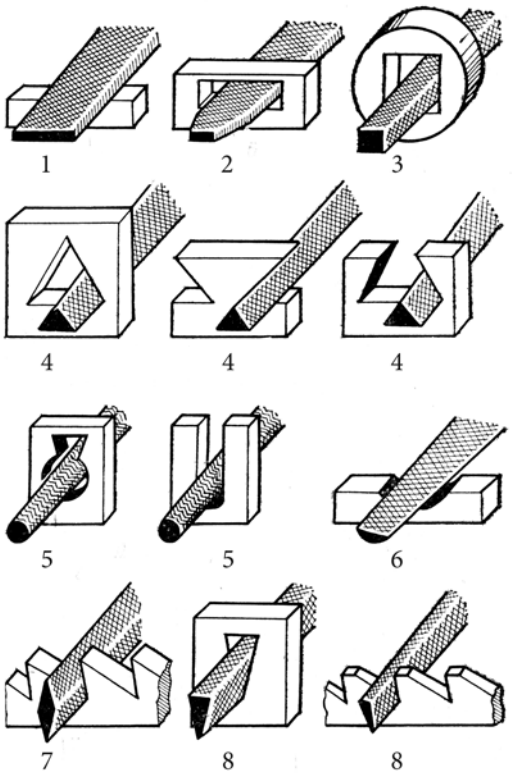
Nr. 1 dildės turi labai stambių pleištų įkartas, dažniausiai viengubas. Jos skirtos rupiai dildyti. Jomis paviršius nudildomas 0,2–0,5 mm tikslumu.

Nr. 2 ir Nr. 3 dildės turi smulkias įkartas. Jos skirtos glotniai dildyti. Paviršius nudildomas 0,02–0,15 mm tikslumu.

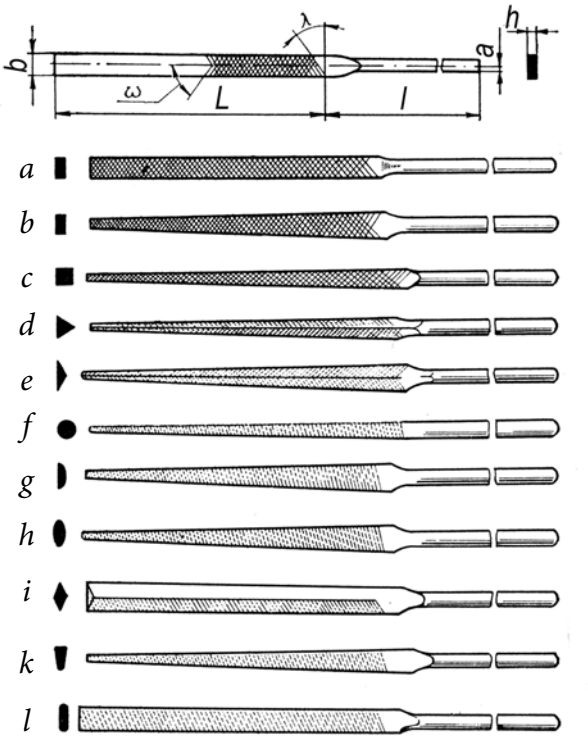
Nr. 4 ir Nr. 5 dildės turi labai smulkias įkartas. Jomis baigiama glotniai dildyti; paviršius nudildomas 0,005–0,01 mm tikslumu, dildant vienu postūmiu nudrožiamas 0,025–0,005 mm storio metalo sluoksnis.

Dildės gaminamos 100 (125), 150, 200, 250, 300, 350 ir 400 mm ilgio. Pagal skerspjūvio formą ir paskirtį jos skirstomos į 8 tipus:

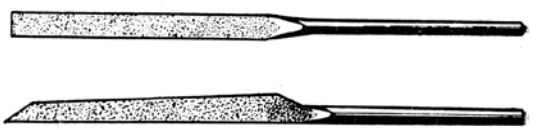
1. Plokščiosios.
2. Plokščiosios smailiagalės (šiomis dildėmis dildomi išoriniai ir vidiniai plokšti paviršiai, taip pat išdrožos ir grioveliai).
3. Kvadratinės (dildomos kvadratinės, stačiakampės ir daugiakampės skylės, taip pat siauros plokštumos).
4. Trikampės (dildomi smailūs – 60° ir didesni – kampai detalės išorėje, išdrožose, skylėse ir grioveliuose, taip pat galandami medžio pjūklai).
5. Apvaliosios dildės (dildomos apskritos bei ovalios skylės ir nedidelio spindulio įgaubti paviršiai).
6. Pusapvalės dildės (dildomi didelio spindulio įgaubti paviršiai ir didelės skylės, plokštumos, išgaubti paviršiai ir didesni kaip 30° kampai).
7. Rombinės dildės (dildomi krumpliaračių ir žvaigždučių krumpliai, pašalinamos šerpetos nuo šių detalių po apdorojimo staklėmis, taip pat dildomi didesni kaip 15° kampai ir išdrožos).
8. Pjūklinės dildės (dildomi vidiniai kampai, pleišto formos grioveliai, siauros išdrožos, trikampių, kvadratinių ir stačiakampių skylių plokštumos, taip pat apdorojami pjovimo įrankiai ir štampai) (8.3 pav.).



8.3 pav. Dildžių skerspjūvių formos



8.4 pav. Dildelės:
a – plokščios bukagalvės; b – plokščios smailiagalės; c – kvadratinės; d – trikampės; e – trikampės vienpusės; f – apskritos; g – pusapskritės; h – ovalios; i – rombinės; k – pjūklinės; l – išdrožinės; L – darbinė dalis; l – rankenėlės ilgis; d – rankenėlės skersmuo; b – dildelės plotis; h – dildelės storis



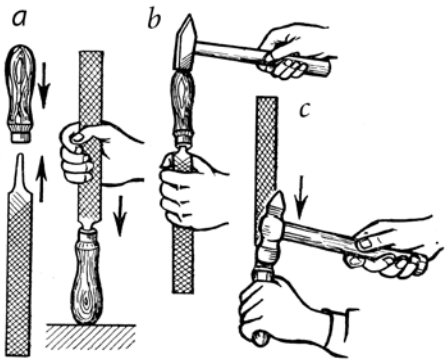
8.5 pav. Deimantinės dildelės

Dildẽlės – nedidelės dildės. Jos naudojamos lekaliniams, graviravimo, juvelyriniams darbams, taip pat sunkiai prieinamoms vietoms (skylėms, kampams, trumpoms profilio atkarpoms ir kt.) valyti. Dildelių forma yra tokia pati kaip ir šaltkalvio dildžių. Jos gaminamos iš plieno. Dildelių ilgis – 80, 120 ir 160 mm. Dildelių, kurių ilgis 50, 60, 80 mm, darbinėje dalyje padaromos dantų įkartos. Dildelių įkartos kryžminės (dvigubos) (8.4 pav.).

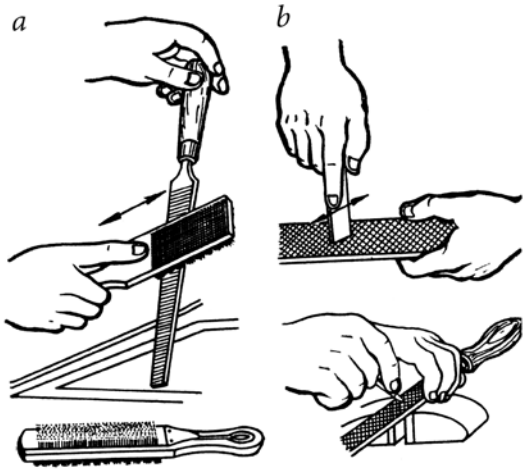
Dar naudojamos deimantinės dildelės. Jomis apdorojamos ir tobulinamos įrankių ir štampų dalys, pagamintos iš kietlydinių. **Deimantinė dildẽlė** – reikiamo profilio metalinis strypelis, kurio darbinė dalis padengta labai plonu deimantų sluoksniu.

Darbinės dalies deimantinė danga gaminama įvairaus grūdėtumo paruošiamajam ir galutiniam apdorojimui (8.5 pav.).

Kad dirbant dildę būtų patogiau laikyti, ant jos galo užmaunama medinė rankena iš klevo, uosio, beržo, liepos arba presuoto popieriaus, plastiko. Rankenos paviršius turi būti lygus, nupoliruotas. Rankenos ilgį reikia pasirinkti pagal dildės didumą. Medinės dildžių rankenos turi daug trūkumų: nors ir yra metalinis žiedas, uždedant jos dažnai skyla ir ne visada



8.6 pav. Dildžių rankenos uždėjimas ir nuėmimas:
a – uždėjimas suduodant į darbastalį;
b – uždėjimas plaktuko smūgiu;
c – nuėmimas plaktuko smūgiu



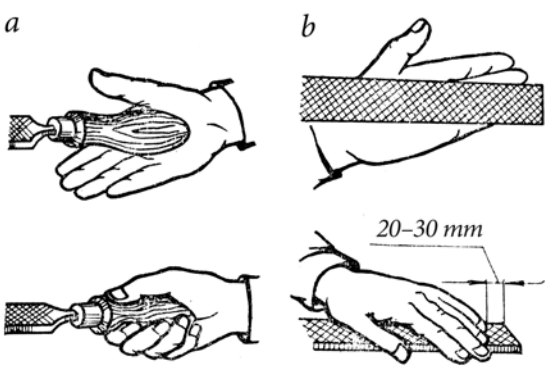
8.7 pav. Dildės valymas:
a – kordiniu šepečiu;
b – grandikliu iš minkšto metalo

standžiai užsimauna, todėl dirbant gali nusmukti, o dirbantysis susižeisti. Todėl dabar naudojamos plastikinės dildžių rankenos (8.6 pav.).

Dildės laikomos ant medinių padėklų taip, kad nesiliestų viena su kita. Kad nepradėtų rūdyti, dildes reikia saugoti nuo drėgmės; jeigu dildė patamsėjusi, vadinasi, ji oksidavosi arba blogai užgrūdinta. Naujos dildės yra šviesiai pilkos spalvos. Po darbo dildės valomos specialiu šepečiu, kurio viena pusė yra vielinė, o kita – šerinė. Vieline puse pašalinamos tarpdančiuose įstrigusios metalo dalelės, o šerine baigiama valyti (8.7 pav.).

8.2. Metalo dildymo būdai, detalių priderinimas

Paviršiaus paruošimas dildymui. Nuo ruošinio metaliniais šepečiais nuvalomas purvas, alyva, formavimo mišinys (po detalės liejimo); kirstuku nukertama, švitru arba sena dilde nuvaloma liejimo plutelė. Apdorojamasis ruošinys įtvirtinamas spaustuvuose taip, kad dildomoji plokštuma būtų horizontali, 8–10 mm aukščiau žiaunų lygio. Ruošinys su apdorotais paviršiais tvirtinamas uždėjus ant žiaunų antžiaunius iš minkšto metalo (vario, žalvario, aliuminio, minkšto plieno). Dildant nuo savęs pagrindinė apkrova tenka kairei kojai, o į save (tuščioji eiga) – dešinei. Todėl kojų raumenys pakaitomis ilsisi. Dildant reikia sukoordinuoti spaudimo jėgas, t. y. dirbant reikia taisyklingai didinti dildės spaudimą dešine ranka, kartu mažinant spaudimą kaire ranka (8.8 pav.).



8.8 pav. Rankų padėtis dildant:
a – dešinės; b – kairės

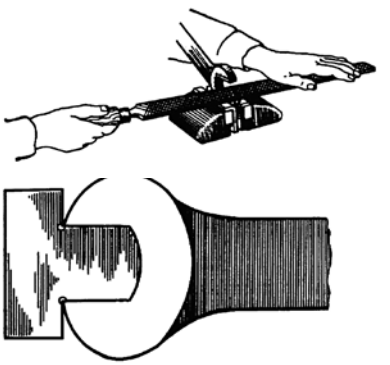
Dildė turi judėti tiesiai horizontaliai, todėl rankenos ir galo spaudimas turi keistis atsižvelgiant į jos atramos tašką ant apdorojamojo paviršiaus. Dildant nuo savęs spaudimas kaire ranka palaipsniui mažinamas. Reguliuojant dildės spaudimą, gaunamas lygus dildomasis paviršius. Spausti dildę prie apdorojamojo paviršiaus reikia nuo savęs. Traukiant atgal nereikia atitraukti dildės nuo detalės paviršiaus, ji turi tik slysti. Juo rupiau apdorojama, tuo smarkiau reikia ją spausti. Glotniai apdorojant dildę reikia spausti daug silpniau.

Išėmų išdildymas atliekamas taip: rupiai išdildyti išėmą pagal žymėjimą, paliekant 0,2–0,3 mm užlaidą glotniam vieno šono apdorojimui. Glotniai išdildyti išėmą, tikrinant matmenis slankmačiu, kampus – kampų šablonais. Išėmos kampus išdildyti dilde. Baigti dildyti ir suapvalinti briaunas. Dviejų detalių dildymas ir pritaikymas parodytas 8.9 ir 8.10 paveiksluose.

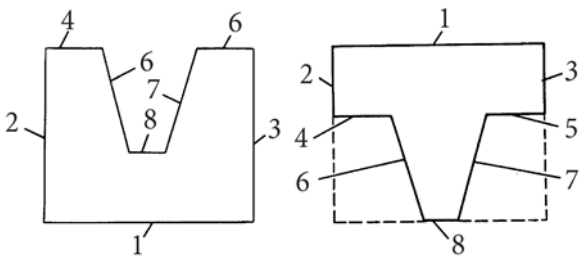
Dviejų detalių pritaikymas pagaminus šabloną (išėmą): tikrinant liniuote išdildyti dvi plačiąsias šablono ruošinio plokštumas iki reikiamų matmenų. Nudildyti tikrinant liniuote šablono sienelę (1) ir ją laikyti baze. Nuo bazės sužymėti šablono kontūrus. Išpjauti metalo pjūklu šablono išėmą. Nudildyti iki reikiamų matmenų tiesiąsias šablono sieneles (2, 3, 4, 5) tikrinant liniuote ir kampainiu. Nudildyti pagal žymėjimą šablono išėmos sieneles (6, 7, 8); jų matmenis tikrinti slankmačiu, o plokštumą – liniuote. Suapvalinti briaunas.

Pagaminti kontršabloną (įdėklą). Nudildyti tikrinant liniuote iki reikiamų matmenų abi plačiąsias kontršablono plokštumas. Nudildyti tikrinant liniuote kontršablono bazinę sienelę (1). Nuo bazės pažymėti kontršablono kontūrus, nudildyti briaunas (2 ir 3) tikrinant kampainiu ir liniuote, metalo pjūklu išpjauti nereikalingą metalą, paliekant 1,5–2,0 mm užlaidą apdorojimui. Nudildyti sieneles (4, 5), kad jos būtų lygiagrečios bazinei plokštumai, ir įdėklo sieneles (6, 7, 8) iki reikiamų matmenų 0,1 mm tikslumu. Pritaikyti šablono ir kontršablono kontūrus, paeiliui dildant jų sieneles (6, 7, 8). Pritaikymo tikslumas laikomas pakankamu, kai įdėklas įeina į išėmą be prošvaisų ir neperkrypęs bet kurioje iš dviejų galimų padėčių, pasukus išėmą ir įdėklą 180° kampu (8.10 pav.).

Lygiagrečių plokštumų dildymas. Nudildyti lygiagrečias plokštumas tikrinant jų lygiagretumą ir matmenis slankmačiu. Nudildyti vieną (bazinę) plokštumą tikrinant jos plokštùmą liniuote; baigti dildyti išilginiais brūkšniais. Dildyti kitą plokštumą, lygiagrečią bazei, išlaikant nurodytą matmenį tarp plokštumų ir tikrinant plokštùmą liniuote. Matuojant slankmačiu laikytis tokių taisyklių: matuoti išimtą iš spaustuvų ruošinį; matuoti ruošinį tik tada, kai jo paviršius gerai nuvalytas ir patikrintas liniuote; matuoti trijose arba keturiose vietose; matuoti labai atidžiai. Antrąją plokštumą galutinai apdoroti išilginiais brūkšniais (matmuo turi būti pagal brėžinyje nurodytos tolerancijos ribas).



8.9 pav. Dviejų detalių dildymas ir pritaikymas

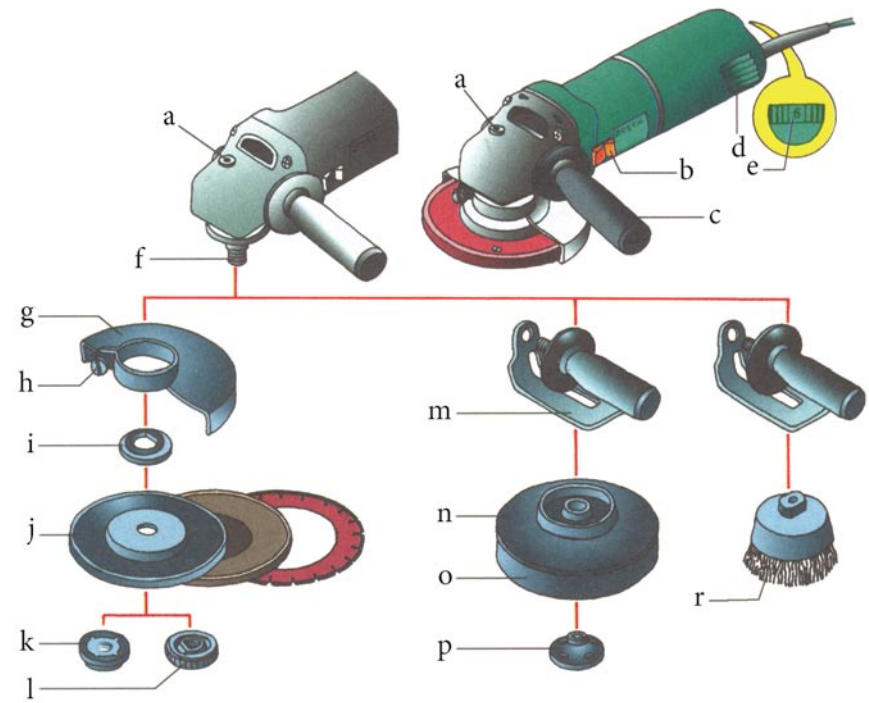


8.10 pav. Dviejų detalių pritaikymas pagaminus šabloną

8.3. Mechanizuoti dildymo ir pjovimo įrankiai

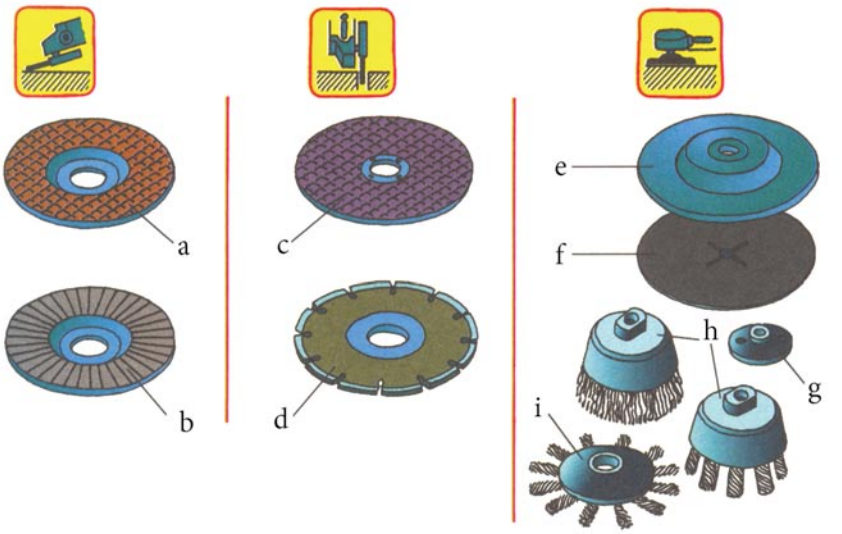
Elektrinis kampinis šlifúoklis – tai pjoviklis, labai patogus ir buityje, ir gamyboje. Juo galima atlikti daug įvairių operacijų: šlifuoti medinių ir metalinių detalių paviršius, pjauti medieną, betoną, plytas, akmenis, metalą, vieliniu šepečiu valyti rūdis nuo aprūdijusių detalių ir t. t. Kampiniai šlifuokliai gaminami įvairaus galingumo, dydžio ir formų. Paveikslėlyje (8.11 pav.) parodytas šlifuoklis GWS6-115E, jo techninės charakteristikos:

- šlifavimo ir atpjovimo diskeliai – 115 mm skersmens;
- ritininiai šepečiai – 70 mm skersmens;
- diskiniai šepečiai – 100 mm skersmens;
- suklio tuščiosios eigos sūkių skaičius per minutę – 2 800–11 000;
- nominalus galingumas – 670 W;
- darbinis galingumas – 400 W;
- šlifavimo suklio sriegis – M14;
- šlifuoklio masė – 1,4 kg.



8.11 pav. Elektrinis kampinis šlifuoklis ir pjoviklis:
a – suklio užraktas, naudojamas keičiant diskelį ar kitą darbo įrankį; b – jungiklis; c – papildoma rankena; d – šlifuoklio korpuse, kuris kartu yra rankena, įtaisytas ventiliatorius; e – sūkių greičio reguliatorius; f – suklys; g – apsauga; h – apsaugos tvirtinimo varžtas; i – įvorė; j – šlifavimo bei pjovimo diskeliai; k – diskelių tvirtinimo veržlė; l – diskelių įtvirtinimo veržlė; m – papildomos rankenos apsauga; n – guminis diskelis; o – smulkaus švitro diskelis; p – apvalioji veržlė; r – cilindrinis vielos šepetys

Ant elektrinio kampinio šlifavimo ir pjovimo įtaiso įrankiams uždėti pakanka vienos rankos pirštu nuspausti suklio fiksatorių, o kita ranka veržlę ir diskelį pasukti priešinga laikrodžio rodyklei kryptimi. Veržiama nestipriai, nes dirbant diskelis gali dar labiau prisiveržti ir jį bus sunku atsukti (8.12 pav.).



8.12 pav. Elektrinio kampinio šlifuoklio ir pjoviklio įrankiai:
a – šlifavimo diskelis metalui; b – šlifavimo diskelis medžiui; c – pjovimo diskelis metalui;
d – deimantinis pjovimo diskelis betonui; e – guminis diskelis;
f – smulkaus švitro diskelis glotniai šlifuoti; g – veržlė; h – cilindriniai
plieninės vielos šepečiai; i – diskinis plieninės vielos šepetys

Dildant reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– teisingai pasirinktą dildę dildomo metalo atžvilgiu;
– taisyklingą dildės laikymą;
– tolygų jėgos paskirstymą;
– tolygią spaudimo jėgą dildant;
– paviršių paruošimą dildymui.

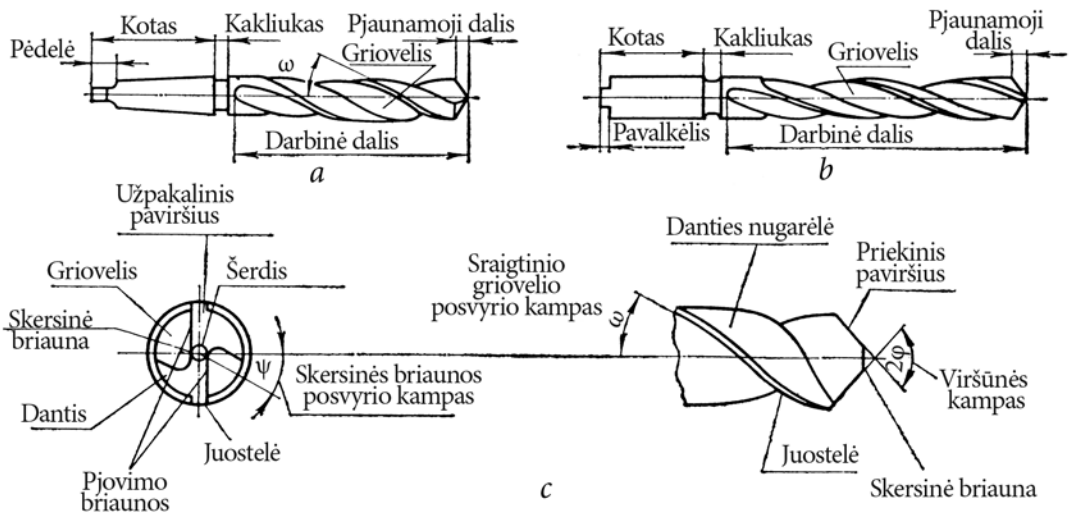
PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kada dirbama su apvalia ar pusapvale dildėmis?
2. Kada naudingos adatinės dildės (dildelės)?
3. Kaip valyti dildę?
4. Kodėl dildes reikia saugoti nuo drėgmės?
5. Kokiomis dildėmis galandami pjūklai?

9. SKYLIŲ APDOROJIMAS

9.1. Metalo gręžimas

Gręžimù vadinamas skylių darymas vientisoje medžiagoje pjovimo įrankiu – grąžtu. Gręžiamos nedidelio tikslumo ir glotnumo skylės tvirtinimo varžtams, kniedėms, smeigėms ir kt. Pagal konstrukciją ir paskirtį grąžtai skirstomi į spiralinius ir specialiuosius (plunksninius arba plokščius, žiediniam gręžimui, kombinuotus su kitais įrankiais, centravimo). Skylės dažniausiai gręžiamos spiraliniais, rečiau – specialiaisiais grąžtais. Spiralinis grąžtas (9.1 pav.) – dviašmenis pjovimo įrankis, sudarytas iš dviejų pagrindinių dalių: darbinės dalies ir koto. Grąžto darbinė dalis susideda iš ritininės (kreipiamosios) ir pjaunamosios dalies. Ritininėje dalyje vienas prieš kitą yra du spiraliniai grioveliai. Jų paskirtis – grąžtui dirbant pašalinti drožles iš gręžiamosios skylės. Grąžtų grioveliai yra specialaus profilio, kad susidarytų reikiamos formos pjovimo briaunos ir pakaktų erdvės drožlėms išeiti. Spiraliniai grąžtai gaminami iš anglinio įrankinio, legiruotojo ir greitapjovio plieno. Taip pat grąžtai gaminami iš metalokeraminių kietlydinių.

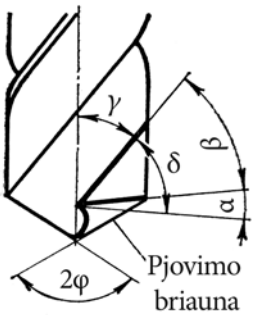


9.1 pav. Spiraliniai grąžtai (a, b), grąžto elementai (c)

Grąžto sraigto griovelio posvyrio kampas būna 18–45°. Plienas gręžiamas grąžtais, kurių griovelio posvyrio kampas 26–30°, trapus metalas (žalvaris, bronza) – 22–25°, lengvi ir tąsūs metalai – 40–45°, aliuminis, duraliuminis – 45°. Atsižvelgiant į sraigtinių griovelių kryptį, spiraliniai grąžtai skirstomi į dešininius (jų griovelio sraigtinė linija kyla iš kairės į dešinę, gręžiant grąžtas sukasi prieš laikrodžio rodyklę) ir kairinius (jų griovelio sraigtinė linija kyla iš dešinės į kairę, grąžtas sukasi pagal laikrodžio rodyklę). Kairiniai grąžtai naudojami retai. Kampas tarp pjovimo briaunų – viršūnės kampas 2φ – turi didelės įtakos pjovimo procesui.

Jį didinant, didėja grąžto stiprumas, tačiau kartu staiga didėja ir pastūmos jėga. Mažinant viršūnės kampą, pjauti tampa lengviau, bet silpnėja grąžto pjaunamoji dalis. Šio kampo didumas (laipsniais) parenkamas atsižvelgiant į apdorojamosios medžiagos kietumą. Spiralinio grąžto kampai parodyti 9.2 paveiksle:

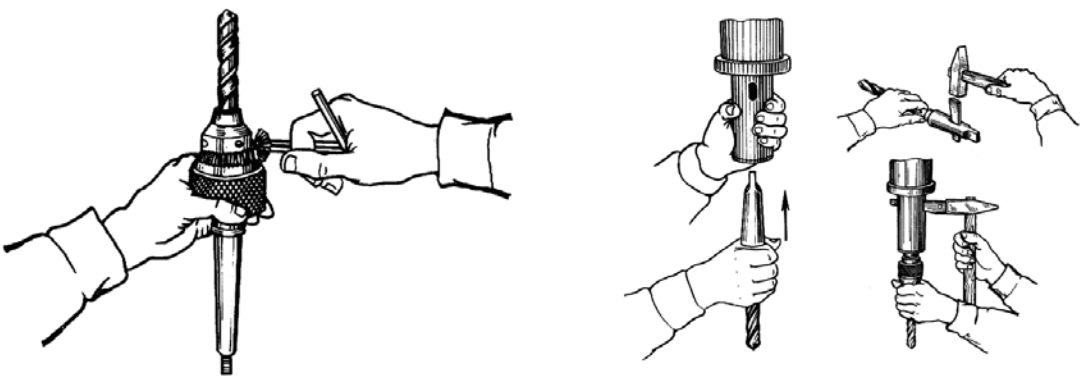
plienui ir ketui:	116–118°;
plieniniams kaltiniams ir grūdintam plienui:	125°;
žalvariui ir minkštai bronzai:	130–140°;
raudonvariui:	125°;
aliuminiui:	130–140°;
siluminui:	90–100°;
marmurui ir kitoms trapioms medžiagoms:	80°;
plastikui:	50–60°.



9.2 pav. Spiralinio grąžto kampai

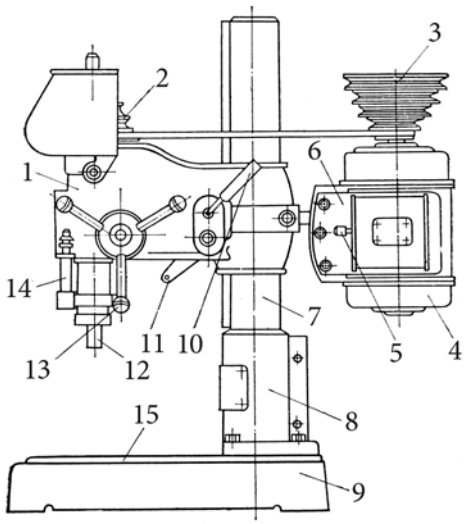
Galandant grąžtus reikia stebėti, kad pjovimo briaunelės būtų vienodo ilgio ir būtų pagaląstos vienodais kampais. Grąžtas su skirtingo ilgio pjovimo briaunelėmis arba su skirtingais posvyrio kampais gali sulūžti arba juo galima išgręžti didesnio skersmens skyles. Pagalandus grąžto užpakalinį paviršių jo pagrindinės pjovimo briaunelės turi būti tiesios.

Spiralinių grąžtų kotai gali būti kūginiai ir ritininiai. Su kūginiais (siaurėjančiais) kotais gaminami nuo 6 iki 80 mm skersmens grąžtai. Su ritininiais kotais gaminami iki 20 mm skersmens grąžtai. Kotas yra grąžto darbinės dalies tąsa. Grąžtai su kūginiu kotu tiesiog arba per pereinamąsias įvores įstatomi į staklių suklio skylę ir laikosi dėl trinties tarp koto ir suklio kūginės skylės sienelių. Grąžtai su ritininiais kotais tvirtinami staklių suklyje specialiais griebtuvais (9.3, a, b pav.).

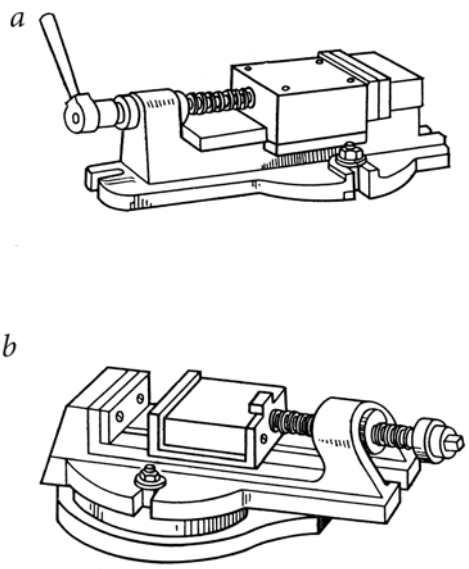


9.3 pav. Grąžtų tvirtinimas:

a – ritininio grąžto tvirtinimas gręžimo griebtuve;
b – kūginio grąžto įdėjimas ir išėmimas



9.4 pav. Stalinės gręžimo staklės HC-12A:
1 – suklio galvutė; 2 – suklio skriemulys;
3 – laiptuotas skriemulys; 4 – elektros variklis;
5 – šakutė; 6 – variklio plokštė; 7 – kolona;
8 – gembė; 9 – plokštė; 10, 11, 13 – rankenos;
12 – suklys; 14 – atrama su kūgiu; 15 – darbo stalas



9.5 pav. Šaltkalvio spaustuvai:
a – nepasukamieji; b – pasukamieji

Stalinėmis gręžimo staklėmis HC-12A (9.4 pav.) nedidelėse detalėse gręžiamos skylės, kurių skersmuo ne didesnis kaip 12 mm. Stakles HC-12A sudaro šios pagrindinės dalys: plokštės (9), kolonos (7), suklio galvutės (1), suklio (12), elektros variklio (4). Ant plokštės (9) gembėje (8) įtvirtinta kolona (7), kuria aukštyn ir žemyn gali slankioti suklio galvutė (1). Suklio galvutės kolona kilnojama rankena (11), o reikiamame aukštyje fiksuojama rankena (10). Elektros variklis (4) su variklio plokšte (6) pritvirtintas prie suklio galvutės. Ant elektros variklio veleno yra laiptuotas skriemulys (3), trapeciniu diržu sujungtas su suklio skriemuliu (2). Greičiai keičiami keičiant diržo padėtį suklio skiemulyje (2) ir laiptuotame skriemulyje (3). Diržas turi būti įtemptas horizontaliai. Atrama (14) su nonijumi nustatomas gręžimo gylis.

Gręžiant detales mašininiuose spaustuvuose dažniausiai tvirtinamos nedidelės detalės. Mašininiai spaustuvai gaminami įvairių tipų ir matmenų. Mašininiai pasukamieji spaustuvai yra paprastos konstrukcijos, jais patogu dirbti. Prieš tvirtinant detalę staklių stalas kruopščiai nušluostomas, tada nušluostomas ir plonai patepamas alyva spaustuvų pagrindas, besiliečiantis su staklėmis. Spaustuvai pastatomi stalo viduryje, žiaunos praskečiamos tiek, kad tilptų tvirtinamoji detalė. Spaustuvai tvirtinami prie staklių pagrindo (9.5 pav.).

Prieš gręžiant detalės centruojamos su žymekliu arba centravimo grąžtu gręžimo vietoje. Centravimas reikalingas, kad pradedant gręžti grąžtas nenukryptų į šoną. Gręžiant spaustuvuose gręžimo staklėmis reikia griežtai laikytis darbo saugos reikalavimų.

9.2. Metalo gilinimas

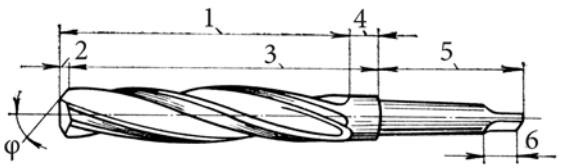
Gìlinimu vadinamas neapdorotų ritininių ir kūginių skylių lietose, kaltose ar štampuotose detalėse arba pragręžtų skylių apdorojimas gilintuvais, norint padidinti skersmenį, pagerinti jų paviršiaus kokybę, padidinti tikslumą. Gilinimas gali būti ir galutinis skylės apdorojimas, ir tarpinė operacija prieš skylės plėtimą. Tada gilinant dar paliekamos nedidelės užlaidos galutiniam skylės apdorojimui, plėtimui.

Gilintuvas susideda iš darbinės dalies, kakliuko, koto ir pėdos. Darbinė dalis susideda iš pjaunamosios ir kreipiamosios dalies. Gilinant pjaunamoji dalis atlieka pagrindinį metalo pjovimo darbą, o kreipiamoji dalis kreipia gilintuvą skylėje, valo paviršių ir suteikia skylei taisyklingą formą bei reikiamą dydį (9.6 pav.).

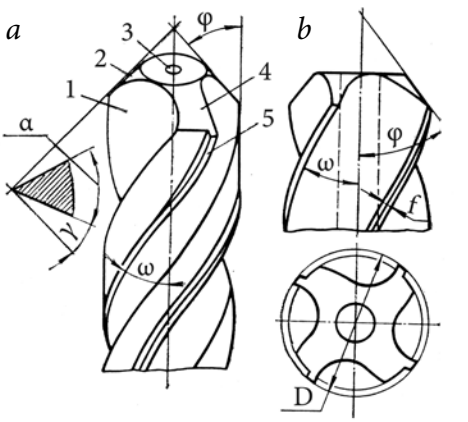
Gilintuvai gaminami iš greitapjovio plieno. Jie būna dviejų tipų: vientisi gilintuvai su kūginiais kotais gaminami nuo 10 iki 40 mm skersmens, jų darbinės dalies ilgis nuo 80 iki 200 mm, dantų skaičius – 3; užmautiniai gilintuvai gaminami nuo 32 iki 80 mm skersmens ir nuo 10 iki 18 mm ilgio su 4 dantimis.

Tridančio ir keturdančio gilintuvo geometrija parodyta 9.7 paveiksle.

Gilinimas – našesnė operacija negu gręžimas, nes, esant vienodiems pjovimo greičiams, pjovimo pastūma gali būti 1,5–3 kartus didesnė už gręžimo pastūmą. Gilinama gręžimo staklėmis. Gilinant skyles ketinėse detalėse pastūma, atsižvelgiant į gilintuvo skersmenį, gali būti nuo 0,20 iki 0,35 mm vienam dančiui, plieninėse detalėse – 0,15–0,30 mm vienam dančiui. Gilinant drožlės pašalinamos spirale, suslėgto oro ar vandens srove arba apverčiant detalę, jeigu ji nesunki. Gilinant detalės iš plieno, vario ar žalvario skyles, aušinama muilo emulsija.



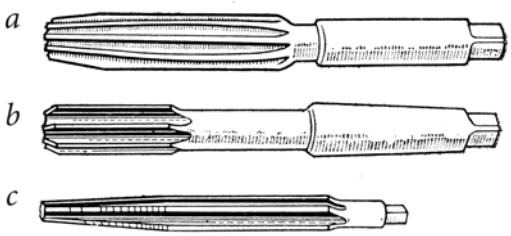
9.6 pav. Gilintuvas:
1 – darbinė dalis; 2 – pjaunamoji dalis; 3 – kreipiamoji dalis;
4 – kakliukas; 5 – kotas; 6 – pėdelė



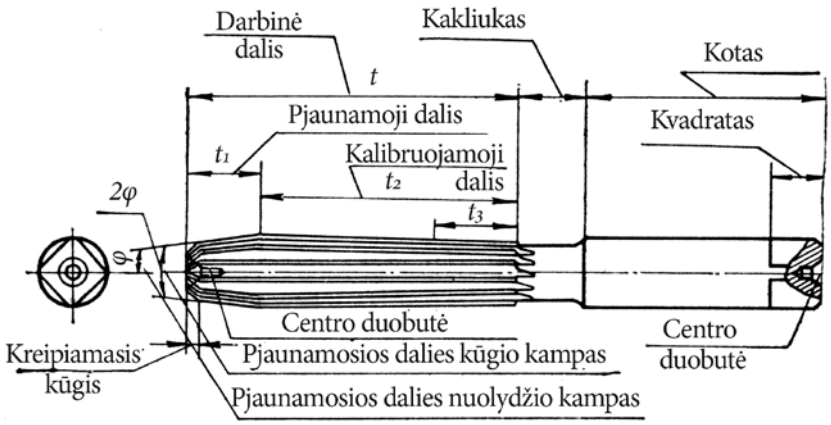
9.7 pav. Gilintuvo danties geometrija:
a – tridančio; b – keturdančio;
1 – priekinis paviršius; 2 – pjovimo briauna;
3 – šerdis; 4 – užpakalinis paviršius; 5 – juostelė;
kampai: α – užpakalinis; γ – priekinis;
φ – plane; ω – sraigtinio griovelio posvyrio

9.3. Metalo plėtimas

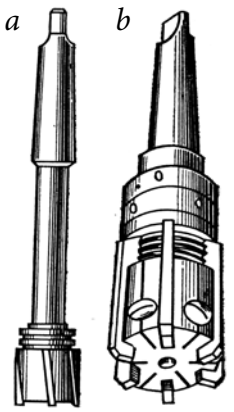
Plėtìmas – skylių glotniojo apdorojimo procesas, kai pasiekiama skylės paviršiaus tikslumo ir šiurkštumo klasė. Skylės plečiamos gręžimo ir plėtimo staklėmis arba rankiniais plėstuvais. Plėstuvai, kuriais plečiama rankomis, vadinami rankiniais, o kuriais plečiama staklėmis – mašininiais. Mašininių plėstuvų trumpesnė darbinė dalis (9.8 pav.).



9.8 pav. Plėstuvai:
a – rankinis; b – mašininis; c – kūginis



9.9 pav. Rankinis plėstuvas



9.10 pav. Mašininiai plėstuvai:
a – skečiamieji;
b – plečiamieji

Rankiniai plėstuvai pagal apdorojamos skylės formą skirstomi į ritininius ir kūginius. Šiuos plėstuvus sudaro trys pagrindinės dalys: darbinė dalis, kakliukas ir kotas. Plėstuvo darbinė dalis su apskritimu išdėstytais dantimis savo ruožtu skirstoma į pjaunamąją dalį, ritininę kalibruojamąją dalį ir atvirkštinį kūgį. Pjaunamosios dalies pjovimo briaunos su plėstuvo ašimi sudaro viršūnės kampą 2φ (rankinių plėstuvų 0,5–1,5°; mašininių 3–5°) (9.9 pav.).

Mašininiai plėstuvai (9.10 pav.) gaminami su tolygiai pagal apskritimą išdėstytais dantimis. Dantų skaičius lygus 6, 8, 10. Kuo daugiau dantų, tuo geresnė apdorojimo kokybė. Mašininiai plėstuvai su ritininiu ir kūginiu kotu gaminami trijų tipų: nuo 3 iki 50 mm skersmens; nuo 10 iki 18 mm skersmens; nuo 25 iki 50 mm skersmens. Skylės prieš plečiant visada gręžiamos arba gilinamos. Grąžto arba gilintuvo, kuriuo skylė apdorojama prieš ją plečiant, matmenys parenkami taip, kad rupiajam plėtimui liktų 0,25–0,50 mm, o glotniajam plėtimui – 0,05–0,015 mm užlaida. Pjovimo gylis lygus nupjaunamo sluoksnio storiui, t. y. pusei užlaidos skersmens.

Pastūmos ir pjovimo greičio didumas plečiant turi lemiamos įtakos skylės paviršiaus šiurkštumui. Kuo griežtesni reikalavimai paviršiaus kokybei, tuo mažesnis turi būti pjovimo greitis ir pastūma.

Plečiama detalė patikimai įtvirtinama spaustuvuose. Didelės detalės netvirtinamos. Didelę reikšmę plečiamų skylių šiurkštumui ir tikslumui turi tepimas ir aušinimas. Kai plečiant netepama ir neaušinama, skylė „išmušama“. Jos paviršius gaunamas nelygus, šiurkštus, be to, plėstuvas gali įstrigti ir lūžti. Todėl plečiant naudojami tepimo ir aušinimo skysčiai.

9.4. Tepimo ir aušinimo skysčiai

Plienui – muilo emulsija arba mineralinės ir riebalinių alyvų mišinys.
Ketui – muilo emulsija (arba apdorojimas sausai).
Variui – muilo emulsija arba svėrių aliejus.
Aliuminiui – muilo emulsija (arba apdorojimas sausai).
Duraliuminiui – muilo emulsija, žibalas su ricinos arba rapsų aliejumi.
Gumai – apdorojimas sausai.
Siluminui – muilo emulsija arba spirito ir terpentino mišinys.

Apdorojant skyles reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– grąžto tvirtinimus;
– grąžto parinkimą plečiant;
– tepimo ir aušinimo skysčių panaudojimą.

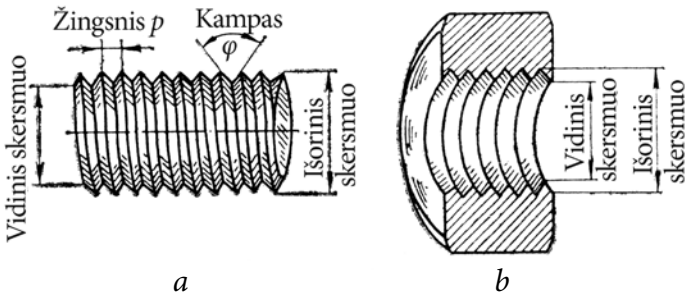
PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokiais grąžtais gręžiamas metalas, jų kampai?
2. Iš kokio plieno gaminami grąžtai?
3. Rankinio gilintuvo konstrukcija.
4. Rankinio plėstuvo dalys ir elementai.
5. Tepimo ir aušinimo skysčiai (plienui, aliuminiui, ketui).

10. SRIEGIŲ SRIEGIMAS

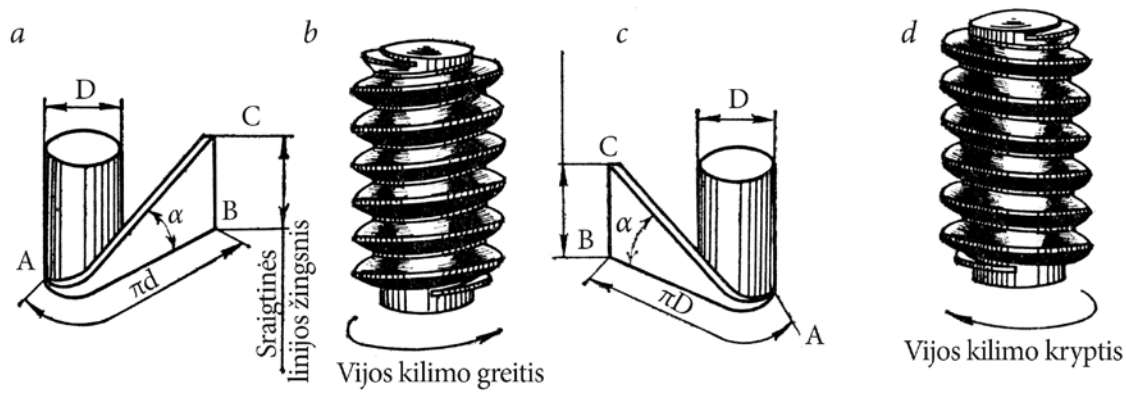
10.1. Sriegių klasifikacija pagal profilį ir paskirtį

Srieginės jungtys plačiai naudojamos mašinose, mechanizmuose, nes yra paprastos ir patikimos, patogu reguliuoti jų įvaržą. Jas galima išardyti ir sujungti nekeičiant detalių. Sriegimu vadinamas sriegių darymas detalių, ruošinių išoriniuose arba vidiniuose paviršiuose nuimant drožlę. Sriegiai būna dviejų rūšių: išoriniai ir vidiniai. Strypas su išoriniais sriegiais vadinamas sraigtu, detalė su vidiniais sriegiais – veržle (10.1 pav.).

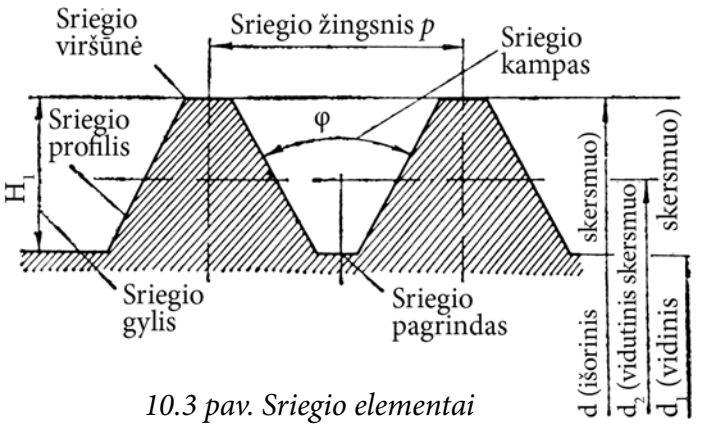


10.1 pav. Detalės su sriegiais:
a – išoriniais (sraigtas), b – vidiniais (veržlė)

Šių rūšių sriegiai sriegiami staklėmis ir rankiniu būdu. Atsižvelgiant į vijų kilimo ritininiu paviršiumi sraigtine linija kryptį, sriegis gali būti dešininis arba kairinis. Jeigu vyniojant trikampį ant ritinio sraigtinė linija, toldama nuo pagrindo, palaipsniui kyla iš kairės į dešinę (prieš laikrodžio rodyklę), tai sriegis vadinamas dešininiu. Jeigu vyniojant trikampį ant ritinio sraigtinė linija, toldama nuo pagrindo, palaipsniui kyla iš dešinės į kairę (pagal laikrodžio rodyklę), tai sriegis vadinamas kairiniu (10.2 pav.).



10.2 pav. Sraigtinės linijos sudarymas (a, c) ir vijos kryptis (b, d)

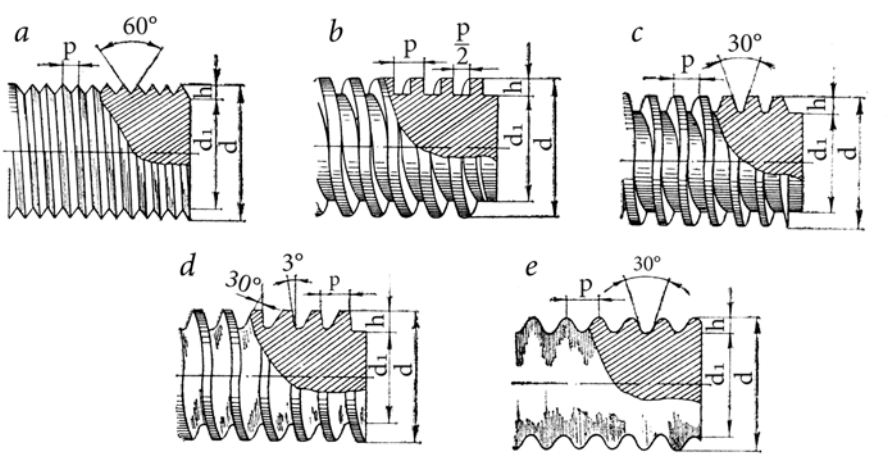


10.3 pav. Sriegio elementai

Pagal profilio kampą φ sriegiai skirstomi į metrinius ir colinius. Metrinių sriegių profilio kampas lygus 60°, colinių – 55° (1 colis = 25,4 mm). Metrinių sriegių žingsnis matuojamas milimetrais (atstumas tarp dviejų gretimų vijų viršūnių), colinių sriegių vietoj žingsnio nurodomas vijų skaičius vieno colio ilgyje. Sriegio elementai nurodyti 10.3 paveiksle.

Sriegio profilis priklauso nuo sriegimo įrankio pjaunamosios dalies formos. Dažniausiai naudojami ritininiai trikampiai sriegiai. Be ritininių, būna kūginiai trikampiai sriegiai sandarioms jungtims gauti. Šie sriegiai įsriegiami kūginiuose kamščiuose sandarumui pagerinti (10.4 pav.).

Stačiakampių sriegių profilis – stačiakampis. Jie nestandartizuoti, sunkiai padaromi, nestiprūs ir retai naudojami. Trapecinių juostinių sriegių pjūvis yra trapecijos formos su 30° profilio kampu. Kadangi šių sriegių trinties koeficientas mažas, jie naudojami judėjimui arba didelėms jėgoms perduoti: metalo pjovimo staklėse (pavaros sraigtams), rankiniuose keltuvuose, autokeltuvuose, presuose ir pan. Šių sriegių vijų skerspjūvis didelis prie pagrindo, todėl jie labai stiprūs ir patogūs sriegti. Pagrindiniai trapecinių sriegių elementai standartizuoti (10.4 pav.).



10.4 pav. Sriegių profiliai ir elementai:
a – ritininis trikampis; b – stačiakampis, trapecinis;
c – trapecinis; d – atraminis; e – apvalusis

Apvaliųjų sriegių profilis yra nelygiašonė trapecija su 30° viršūnės kampu. Vijų pagrindai suapvalinti, todėl profilis pavojingame pjūvyje yra stipresnis. Šie sriegiai naudojami, kai sraigtas turi perduoti didelę vienos krypties jėgą. Apvaliųjų sriegių profilis sudarytas iš dviejų lankų, sujungtų nedidelėmis tiesiomis atkarpomis ir 30° kampu. Mašinų gamyboje šie sriegiai naudojami retai. Jie naudojami jungtyse, kurios labai dyla, yra užterštoje aplinkoje (gaisrinių vamzdžių jungtyse, traukinių vagonų sankabose, kėlimo mašinų kabliuose) (10.4 pav.).

Mėtriniai sriegiai skirstomi į sriegius su stambiais žingsniais (1–68 mm išorinio skersmens) ir sriegius su smulkiais žingsniais (1–600 mm skersmens). Stambių sriegių žingsniai – 0,25–6 mm, smulkių – 0,2–6 mm.

Metriniai sriegiai su stambiais žingsniais žymimi M20 (M – metrinis sriegis; skaičius – išorinis sriegio skersmuo), su smulkiais žingsniais – M20 x 1,5 (pirmas skaičius – išorinis skersmuo, antras – žingsnis).

Cóliniai sriegiai yra trikampio profilio su plokščiai nupjautomis viršūnėmis. Profilio kampas – 55°. Visi šių sriegių matmenys matuojami coliais (1 colis = 25,4 mm). Žingsnis išreiškiamas vijų skaičiumi vieno colio ilgyje.

10.1 lentelė. Grąžtų parinkimas metriniams sriegiams

d	d gr.	d	d gr.	d	d gr.	d	d gr.
1	0,75	3	2,5	10	8,7	27	23,9
1,1	0,85	3,5	2,9	11	9,5	30	26,4
1,2	0,95	4	3,3	12	10,2	33	29,4
1,4	1,1	4,5	3,8	14	12	36	31,9
1,6	1,25	5	4,2	16	14	39	34,9
1,8	1,45	6	5	18	15,4	42	37,4
2	1,6	7	6	20	17,4	45	40,4
2,2	1,75	8	6,7	22	19,4	48	42,8
2,5	2,05	9	7,7	24	20,4	52	46,8

Pastaba: d – metrinio sriegio skersmuo (mm); d gr. – grąžto skersmuo (mm).

10.2 lentelė. Strypo skersmuo (mm) sriegiant metrinius sriegius

Sriegio skersmuo, mm	Žingsnis, mm	Mažiausias strypo skersmuo, mm	Didžiausias strypo skersmuo, mm
6	1,00	5,80	5,92
8	1,25	7,80	7,90
10	1,50	9,75	9,85
12	1,75	11,76	11,88
14	2,00	13,70	13,82
16	2,00	15,70	15,82
18	2,25	17,70	17,82
20	2,50	19,72	19,86
22	2,50	21,72	21,86
24	3,00	23,65	23,79
27	3,00	26,65	26,79
30	3,50	29,60	29,74

10.3 lentelė. Strypo skersmuo sriegiant colinius sriegius

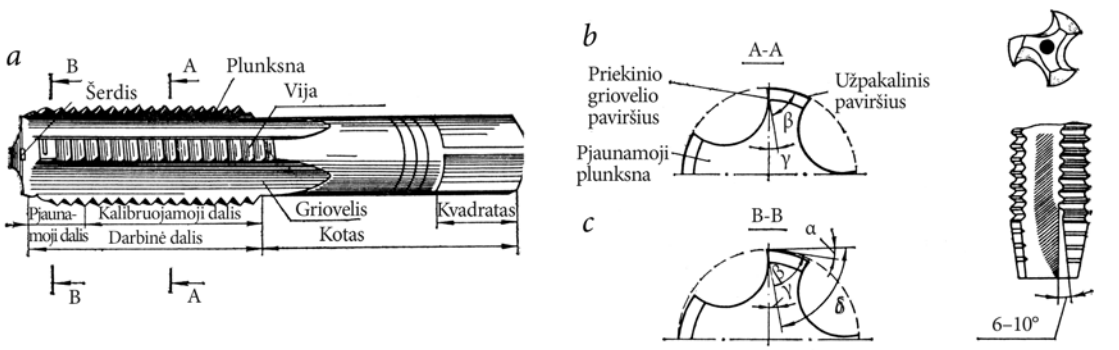
Sriegio skersmuo, mm	Mažiausias skersmuo, mm	Didžiausias skersmuo, mm
¼	5,9	6,0
5/10	7,5	7,6
3/8	9,1	9,2
½	12,1	12,2
5/8	15,3	15,4
¾	18,4	18,5
7/8	21,5	21,6
1	24,6	24,8
1 ¼	30,8	31,0

Vamzdiniai ritininiai sriegiai – tai smulkūs coliniai sriegiai. Skirtingai nuo ritininių sriegių, jie susijungia be tarpelių (jungtys būna hermetiškos). Šių sriegių profilio viršūnės suapvalintos. Vamzdiniais ritininiais sriegiais sujungiami vamzdžiai. Juos įsriegia vamzdžiuose ir kitose plonasienėse detalėse.

10.2. Vidinių sriegių sriegimas, įrankiai ir įranga

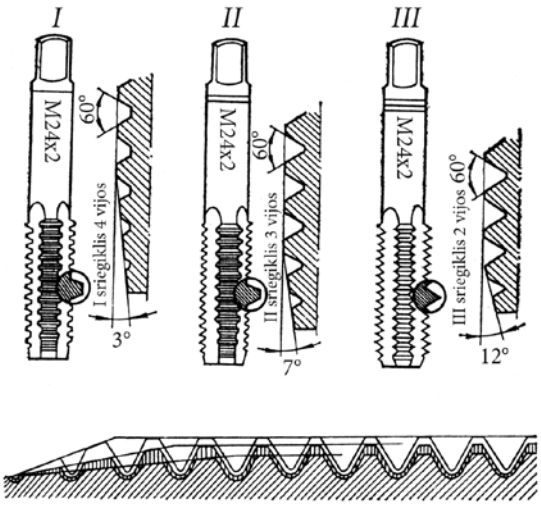
Sriegiai detalėse įpjaunami rankiniu būdu, gręžimo, sriegimo, tekinimo staklėmis ir valcuojami, t. y. padaromi plastinio deformavimo būdu. Sriegikliai pagal paskirtį skirstomi į rankinius, mašininius-rankinius ir mašininius, o pagal konstrukciją – į vientisus, surenkamuosius ir specialiuosius.

Sriegìklis (10.5 pav.) – sraigtas su keliais išilginiais, tiesiais arba sraigtiniais grioveliais. Kad būtų geriau pašalinamos drožlės, tąsiems metalams pjauti sriegiklių pjaunamojoje dalyje daroma 6–10° nuožulnuma, kurios kryptis priešinga sriegio krypčiai; kai sriegis dešininis, nuožulnuma kairėje, kai sriegis kairinis – dešinėje. Darbinė sriegio dalis susideda iš pjaunamosios ir kalibruojamosios dalies. Pjaunamoji dalis dažniausiai daroma kūgiška. Jai tenka pagrindinis sriegimo darbas. Kalibruojamoji sriegio dalis yra už pjaunamosios ir taip pat su sriegiais. Ji kreipia sriegiklį skylėje ir kalibruoja įsriegtą sriegį.



10.5 pav. Rankinis sriegiklis:
a – konstrukcija; b – elementai; c – pagrindiniai kampai

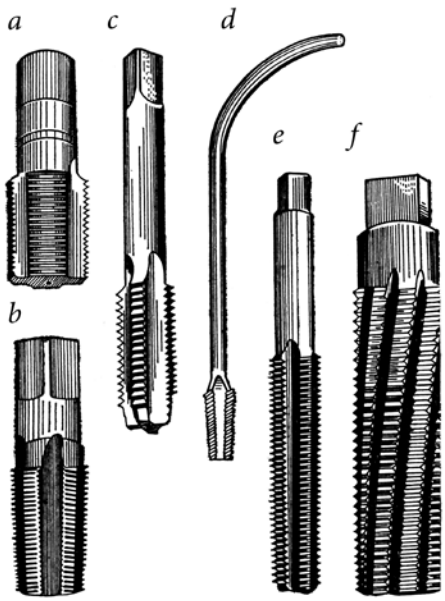
Rankiniai sriegikliai metriniams ir coliniams sriegiams sriegti sudaryti iš trijų sriegiklių komplekto (10.6 pav.): rupiojo, tarpinio ir glotniojo sriegimo (I, II, III). Į komplektą įeinančių sriegiklių skersmenys yra skirtingi. Pirmuoju (rupiuoju) sriegikliu sriegiai įpjaunami rupiai, nuimant iki 60% metalo; antruoju (tarpiniu) įpjaunami jau tikslesni sriegiai ir nuimama iki 30% metalo; trečiuoju (glotniuoju) sriegikliu nuimama dar iki 10% metalo. Šis sriegiklis naudojamas sriegiams galutinai užbaigti. Kad būtų galima atskirti, ar sriegiklis rupusis, tarpinis ar glotnusis, jų korpuse įbrėžiami atitinkamai vienas, du arba trys apskritiminiai brėžiai arba įspaudžiamas atitinkamas numeris. Ant koto užrašoma, kokiam sriegiui skirtas sriegiklis.



10.6 pav. Sriegiklių komplektas:
I – rupusis; II – tarpinis;
III – glotnusis

Mašininiais ir rankiniais sriegikliais sriegiami metriniai, coliniai, vamzdiniai ritininiai bei kūginiai sriegiai. Taip pat jais staklėmis bei rankiniu būdu sriegiamos įvairiausių matmenų kiauros ir aklos skylės. Sriegio žingsnis – iki 3 mm įskaitytinai. Šie sriegikliai gaminami dviejų rūšių: pavieniai – kiaurosioms ir aklosioms skylėms ir komplektai iš dviejų sriegiklių – rupiojo ir glotniojo.

Veržliniais sriegikliais sriegiami metriniai sriegiai veržlėse vienu įsriegimu rankiniu būdu arba gręžimo ir sriegimo staklėmis. Jie gaminami pavieniui su ilga pjaunamąja dalimi (12 vijų). Jų kotas taip pat ilgas. Ant jo galima suverti įsriegtas veržles. Dar gaminami veržliniai sriegikliai su lenktu kotu. Jie tvirtinami specialiuose veržlių sriegimo automatų griebtuvuose. Nuo tokių sriegiklių įsriegtos veržlės numetamos automatiškai (10.7 pav.).

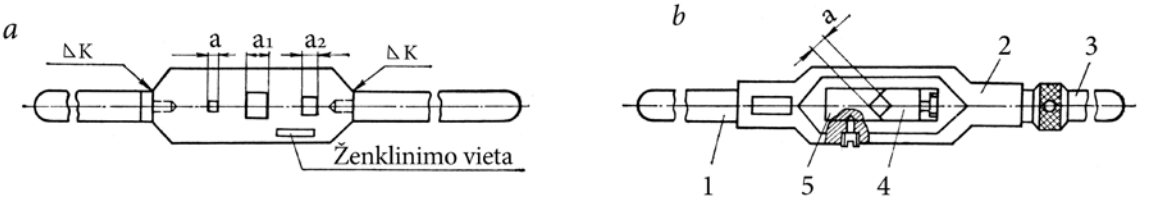


10.7 pav. Sriegikliai:
a – ritininis; b – kūginis; c – veržlinis;
d – su lenktu kotu; e – sriegpjovinis;
f – tikslusis sriegpjovinis

Sriegikliai gaminami iš įrankinio plieno.

Sriegiant rankiniu būdu, sriegikliams įtvirtinti naudojami suktuvėliai (10.8 pav.). Jie gali būti nereguliuojami (su viena arba trimis skylėmis) ir reguliuojami.

Sriegimas sriegikliu atliekamas tokiu būdu: parenkamas grąžtas sriegiamoms skylėms gręžti. Grąžto skerspjūvis parenkamas žinynų lentelėse. Kai lentelėmis pasinaudoti



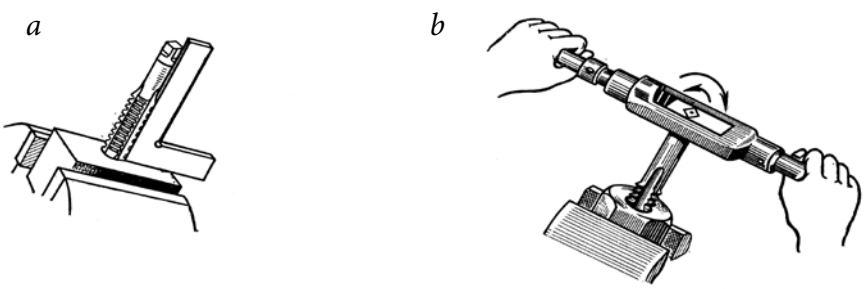
10.8 pav. Suktuvėliai:
a – nereguliuojamas; b – su reguliuojama skyle;
1 – rankena; 2 – rėmelis; 3 – judamoji rankena; 4, 5 – judamieji įkaišai

negalima, skylės skersmuo metriniams sriegiams apytiksliai apskaičiuojamas pagal formulę:

$$D = d - P \qquad (10.1)$$

čia D – skylės skersmuo milimetrais;
d – sriegio skersmuo milimetrais;
P – sriegio žingsnis milimetrais.

Paruošus suktuvėlį ir skylę sriegti, ruošinys įtvirtinamas spaustuvuose ir į jo skylę vertikaliai pagal kampainį įstatomas sriegiklis (10.9 pav.). Suktuvėlis kaire ranka spaudžiamas prie sriegiklio, o dešine ranka sukamas į dešinę, kol sriegiklis per kelias vijas įsirėžia į metalą ir užima stabilią padėtį. Tada suktuvėlis imamas už rankenų abiem rankomis ir sukamas keičiant rankas kas pusę sūkio.



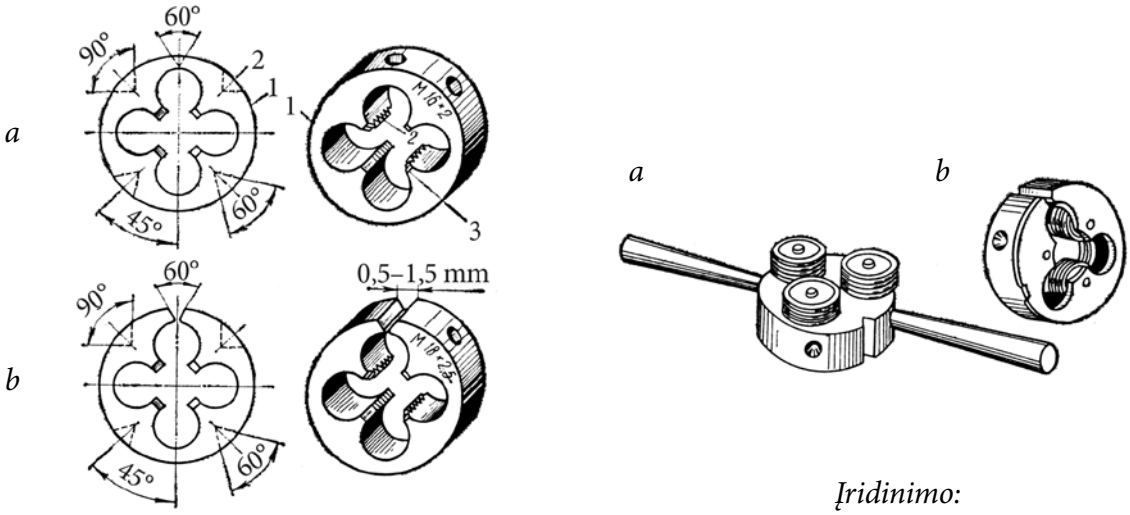
10.9 pav. Vidinių sriegių sriegimas:
a – sriegiklio įstatymas, b – sriegimas

Kad būtų lengviau dirbti, suktuvėlis su sriegikliu ne visą laiką sukamas pagal laikrodžio rodyklę, o vieną ar du sūkius ir pusę sūkio į kairę ir t. t. Taip pirmyn ir atgal sukant sriegiklį, drožlės lūžta į trumpas smulkias drožles. Baigus sriegti, sriegiklis sukamas į priešingą pusę, kol išsukamas iš skylės. Sriegiant būtina laikytis žmogaus saugos reikalavimų. Būtina apžiūrėti, patikrinti sriegio kokybę iš išorės (sriegiai turi būti be šerpetų, jų vijos – nenutrūkusios).

10.3. Išorinių sriegių sriegimas, įrankiai, įranga

Išoriniai sriegiai sriegiami sriegpjovėmis, rankiniu būdu ir staklėmis. Atsižvelgiant į konstrukciją, sriegpjovės skirstomos į apskritąsias, įridinimo ir skečiamąsias (10.10 pav.).

Sriegpjovės gaminamos iš įrankinio plieno.

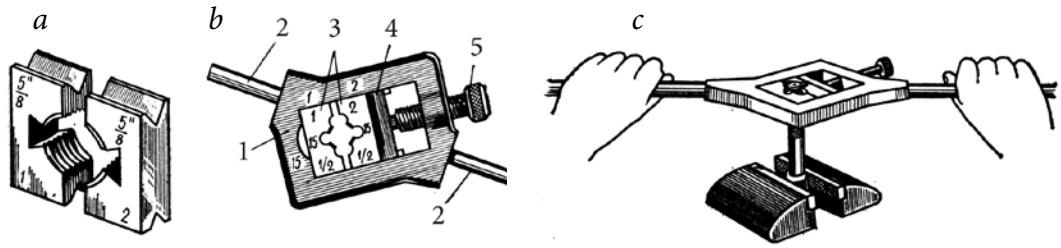


Vientisa (a), įpjauta (b):
1 – sriegpjovė; 2 – sriegis;
3 – pjaunamoji dalis

Įridinimo:
a – MHII tipo mažagabaritė;
b – sriegiams įridinti
plonasieniuose vamzdžiuose

10.10 pav. Sriegpjovės

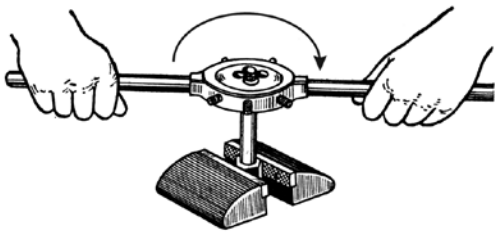
Apskritosios sriegpjovės (10.10 pav.) gaminamos vientisos. Tai grūdinta plieninė veržlė, kurioje išilgai sriegio išgręžtos kelios kiauros skylės taip, kad susidarytų pjovimo briaunos; sriegiant prieš jas išeina drožlė. Sriegpjovės tvirtinamos sriegpjovių laikikliuose. Sriegiama tokiu būdu: reikia šiek tiek atsukti visus suktuvėlio sraigtus; įdėti sriegpjovę į suktuvėlio lizdą taip, kad sriegpjovės ženklas būtų į išorę, o duobutės – ties fiksavimo sraigtais; įpjautinių sriegpjovių įpjova turi būti ties viduriniu sraigtu; reikia įtvirtinti sriegpjovę suktuvėlio galvutėje fiksavimo sraigtais (10.11 pav.).



10.11 pav. Skečiamosios (prizminės) sriegpjovės:
a – sriegpjovės pusės; b – sriegtuvas; c – sriegimas (sukimo kryptis pagal laikrodžio rodyklę);
1 – rėmelis; 2 – rankenos; 3 – sriegpjovės pusės; 4 – įkaišas; 5 – sraigtas

Paruošti ir įtvirtinti strypelį spaustuvuose. Patikrinti strypelio skersmenį (jis turi būti 0,1–0,2 mm mažesnis už išorinį sriegio skerspjūvį). Kad būtų lengviau pradėti sriegti, strypelio viršutiniame gale dilde padaroma nuožulnuma. Patepti strypelio galą alyva. Užmauti sriegpjovę ant strypelio galo ženklu žemyn ir spaudžiant suktuvėlio korpusą dešinės (kairės) rankos delnu, kaire (dešine) ranka paėmus už rankenos sukti pagal laikrodžio rodyklę, kol sriegpjovė įstrigs į strypelio metalą. Tada sukti tolygiai dviem rankom tol, kol bus įsriegtas visas reikiamas sriegis (10.12 pav.).

Įsriegti strypelį iki reikiamo ilgio viena darbine eiga sukant sriegpjovę už suktuvėlio rankenų po 1–2 sūkius pagal laikrodžio rodyklę ir po pusę sūkio atgal (kad lūžinėtų drožlės). Gausiai tepti sriegpjovę alyva. Numauti sriegpjovę nuo strypelio sukant į priešingą pusę. Patikrinti sriegio kokybę apžiūrint iš išorės (sriegiai turi būti be šerpetų, jų vijos nenutrūkusios).



10.12 pav. Sriegimas sriegpjove

10.4. Tepimo ir aušinimo skysčiai

Plienui – angliniam, konstrukciniam, įrankiniam, legiruotajam: emulsija (vanduo, muilas, soda – viskas verdama 8 valandas, tada ataušinama ir naudojama); sieringa alyva; sieringa alyva su žibalu; alyvų mišinys.

Kaliajam ketui – 3–5% emulsija.

Ketaus liejiniams – neaušinama; 3–5% emulsija; žibalas.

Bronzai – neaušinama; alyvų mišinys.

Cinkui – emulsija.

Žalvariui – neaušinama; 3–5% emulsija.

Variui – emulsija, alyvų mišinys.

Nikeliui – emulsija.

Aliuminiui ir jo lydiniams – neaušinama; emulsija; alyvų mišinys; žibalas.

Nerūdijantiems, atspariems karščiui lydiniams – 50% sieringos alyvos, 30% žibalo, 20% oleino rūgšties (arba 80% sulfafrezolio ir 20% oleino rūgšties) mišinys.

Voloknitui, viniplastui, organiniam stiklui – 3–5% emulsija.

Tekstolitui – suslėgtas oras.

Sriegiant sriegius reikia atkreipti dėmesį į:

– žmogaus saugos taisykles mokinys turi žinoti iš kitų pamokų;
– taisyklingai įstatyti sriegiklį;
– tiksliai parinkti strypų skersmenis sriegiams;
– tepimo ir aušinimo skysčių panaudojimą;
– skylių parinkimą sriegiams.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios yra sriegiklio dalys?
2. Kodėl naudojami sriegiklių komplektai?
3. Kuo aušinamas aliuminis ir jo lydiniai?
4. Kokie yra sriegių profiliai ir kur jie naudojami?
5. Žmogaus sauga sriegiant.

11. DETALIŲ KNIEDIJIMAS

11.1. Kniedytosios jungtys, kniedžių tipai

Kniẽdijimu vadinamas dviejų arba kelių detalių sujungimo kniedėmis procesas. Šios rūšies jungtys priskiriamos prie neišardomųjų jungčių grupės, nes sukniedytas detales galima atskirti tik suardant kniedes.

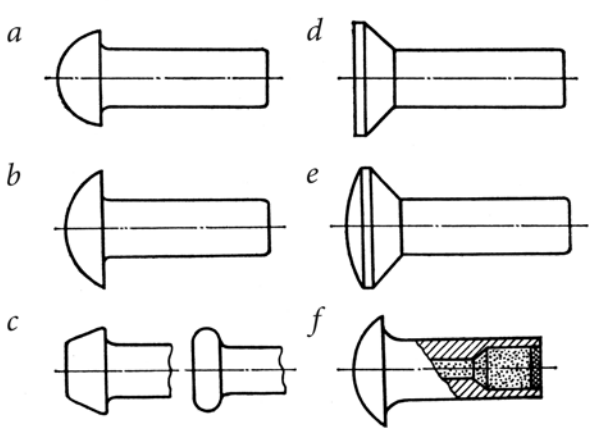
Kniedytosios jungtys daugiausia naudojamos gaminant tiltų, rėmų, sijų metalines konstrukcijas, taip pat gaminant katilus, lėktuvus, laivus, automobilius ir kt. Kniedijimo procesas susideda iš šių pagrindinių operacijų: sujungiamosiose detalėse išgręžiama skylė kniedei; gremžtuvu padaromas lizdas kniedės nuolatinei galvutei (kai kniedė su paslėpta galvute); kniedė įstatoma į skylę; suformuojama sudaromoji kniedės galvutė, t. y. kniedijama.

Kniedijimas skirstomas į šaltąjį, kai kniedės neįkaitinamos, ir karštąjį, kai kniedės prieš statant į vietą įkaitinamos. Kokį kniedijimą – šaltąjį ar karštąjį – naudoti, priklauso nuo kniedžių skersmens. Praktikoje rekomenduojama taip: kai d iki 8 mm (d – kniedės skersmuo), naudoti šaltąjį kniedijimą; kai d 8–12 – tiek šaltąjį, tiek karštąjį; kai $d > 12$ – tik karštąjį.

Šaltkalvystės darbuose dažniausiai naudojamas tik šaltasis kniedijimas. Karštasis kniedijimas dažniausiai atliekamas specialiuose cechuose. Karštojo kniedijimo privalumas tas, kad strypas geriau užpildo skylę kniedijamose detalėse, o ataušdama kniedė geriau jas suveržia. Sudaromoji kniedės galvutė gali būti suformuojama greitai (smūginis kniedijimas) ir lėtai (presinis kniedijimas) veikiant jėgoms.

Kniedẽ – ritininis metalinis strypelis su tam tikros formos iš anksto suformuota galvute. Pagal galvučių formą kniedės skirstomos: su aukšta pusapvale galvute (šių kniedžių strypelio skersmuo nuo 1 iki 36 mm, ilgis nuo 2 iki 180 mm); su žema pusapvale galvute (šių kniedžių strypelio skersmuo nuo 1 iki 10 mm, ilgis nuo 4 iki 80 mm); su plokščia galvute (šių kniedžių strypelio skersmuo nuo 2 iki 36 mm, ilgis nuo 4 iki 180 mm); su paslėpta galvute (šių kniedžių strypelio skersmuo nuo 1 iki 36 mm, ilgis nuo 2 iki 180 mm); su pusiau paslėpta galvute (šių kniedžių strypelio skersmuo nuo 2 iki 36 mm, ilgis nuo 3 iki 210 mm). Kniedės skirstomos pagal galvučių formą (11.1 pav.).

Kniedės gaminamos iš plieninių plastinių medžiagų, vario, žalvario, aliuminio lydinių. Svarbioms jungtims – iš nerūdijančiojo ir legiruotojo plieno.



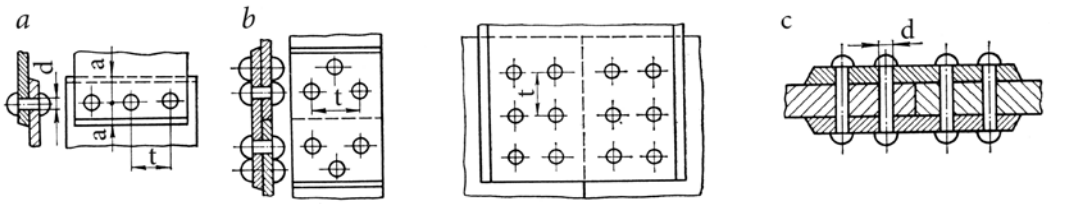
11.1 pav. Kniedžių rūšys: a – su aukšta pusapvale galvute; b – su žema pusapvale galvute; c – su plokščia galvute; d – su paslėpta galvute; e – su pusiau paslėpta galvute; f – sprogstamoji dviejų kamerų

Kniedės turi būti gaminamos iš tokios pat medžiagos kaip ir jungiamosios detalės; antraip gali prasidėti korozija, atsirasti terminių pasikeitimų ir suirti sujungimo vieta.

Taip pat yra kniedijama vamzdinėmis kniedėmis. Į skylę įstatoma tuščiavidurė kniedė, tada specialiu įrankiu kniedė įsodinama, kniedijamos detalės pritraukiamos viena prie kitos ir sukniedijama.

Pagal sujungimo pobūdį ir paskirtį kniedinės siūlės skirstomos į tris rūšis: stipriąsias, sandariąsias, stipriąsias ir sandariąsias. **Stipriosios siūlės** daromos, kai reikia gauti stiprias jungtis. Kad būtų stipri, siūlė daroma iš kelių kniedžių eilių. Tokiomis siūlėmis kniedijamos sijos, kolonos, tiltai ir kitos metalinės konstrukcijos. **Sandariosios siūlės** naudojamos norint gauti sandarias ir hermetiškas, mažai apkrautas konstrukcijas. Jungiant sandariąja siūle, dažniausiai naudojamas kniedijimas šaltuoju būdu. Kad siūlė būtų hermetiška, dedami įvairūs tarpikliai iš sumirkyto popieriaus, audinio arba siūlė akinama (sandarinama). Tokios siūlės daromos gaminant rezervuarus, kurių neveikia didelis slėgis (atvirus rezervuarus skysčiams). **Stipriosios ir sandariosios siūlės** daromos, kai reikia, kad jungtys būtų stiprios ir nepraleistų garų, dujų, vandens ar kitų skysčių, pavyzdžiui, garo katiluose ir įvairiuose induose, kur yra didelis vidinis slėgis. Stipriosios, sandariosios siūlės kniedijamos karštuoju būdu, kniedijimo mašinomis, tada kniedžių galvutės ir lakštų kraštai akinami (sandarinami).

Kniedytosiose jungtyse kniedės išdėstomos viena, dviem ir daugiau eilių. Atsižvelgiant į tai, kaip bus išdėstytos jungiamosios kniedės, jungtys skirstomos į: **užleistines** (kai vieno lakšto kraštas uždedamas ant kito lakšto krašto), **sudurtines** (kai jungiamųjų detalių galai glaudžiai prispaudžiami ir sujungiami uždėjus vieną arba du antdėklus) (11.2 pav.).



11.2 pav. Kniedytosios siūlės:
a – užleistinės; b – sudurtinės; c – su dviem antdėklais

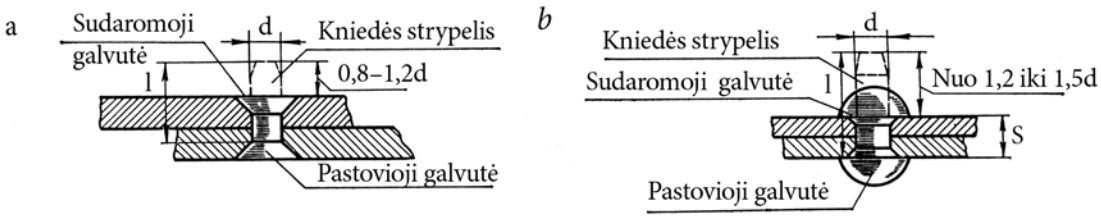
11.2. Rankinis ir mechaninis kniedijimas

Atsižvelgiant į įrankius ir įrenginius bei smūgiavimo ar spaudimo į kniedę pobūdį, skiriami trys kniedijimo būdai: smūginis rankiniais įrankiais, smūginis pneumatiniais kniedijimo plaktukais, presinis kniedijimo presais arba apkabomis.

Apskaičiuojamas reikiamas kniedžių kiekis, skersmuo ir ilgis. Kniedės strypelio ilgis parenkamas pagal kniedijamų lakštų storį ir sudaromosios galvutės formą (11.3 pav.). Kniedės strypelio dalies ilgis, reikalingas paslėptai sudaromajai galvutei suformuoti, imamas toks:

$$l = S + (0{,}8 + 1{,}2)\, d\,; \qquad (11.1)$$

čia l – kniedės strypelio ilgis, milimetrais;
S – kniedijamų lakštų storis, milimetrais;
d – kniedės skersmuo, milimetrais.



11.3 pav. Kniedės elementai:
a – su paslėpta galvute; b – su pusapvale galvute

Atstumas nuo kniedės centro iki kniedijamų lakštų krašto turi būti ne mažesnis kaip 1,5 *d*.

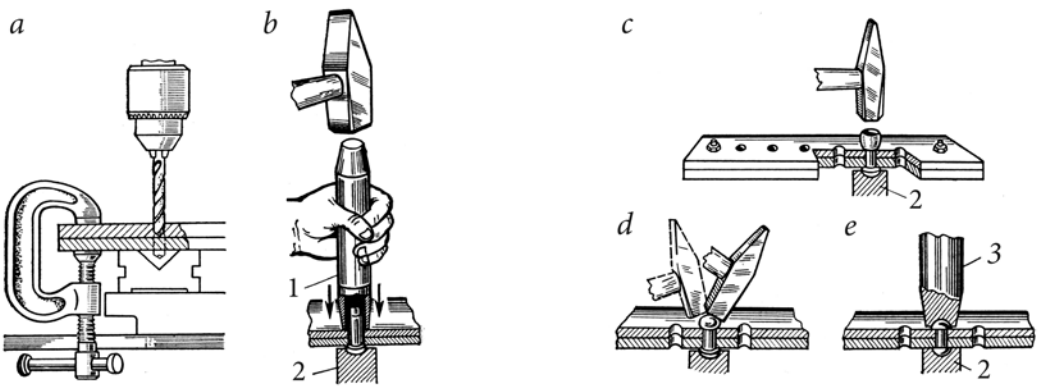
Atsižvelgiant į kniedės skersmenį, kniedijamuose lakštuose pragręžiamos skylės. Skylės skersmuo turi būti didesnis už kniedės skersmenį.

11.1 lentelė. Kniedės ir skylės skersmenų diametrai

Kniedės skersmuo, mm	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Skylės skersmuo, mm	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2

Skiriamos dvi kniedijimo rūšys: su dvipusiu priėjimu, kai galima laisvai prieiti tiek prie sudaromosios, tiek prie pastoviosios galvutės, ir su vienpusiu priėjimu, kai prie sudaromosios galvutės prieiti negalima. Todėl yra du kniedijimo būdai: atvirasis, arba tiesioginis, ir uždarasis, arba atvirkštinis.

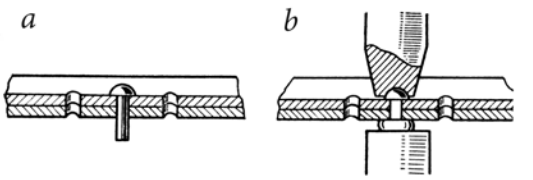
Tiesióginis kniẽdijimo būdas – kai plaktuku per strypelį mušama iš naujai formuojamos sudaromosios galvutės pusės. Tiesioginis kniedijimas pradedamas išgręžiant skylę kniedei (11.4 pav.). Tada į skylę iš apačios įkišamas kniedės strypelis ir po pastoviąja galvute padedamas masyvus padėklas. Kniedijami lakštai susodinami glaudintuvu (1), kuris uždedamas taip, kad išsikišęs strypelio galas įeitų į jo skylę. Plaktuko smūgiu per glaudintuvo viršūnę lakštai suspaudžiami, kad tarp jų nebūtų tarpelio.



11.4 pav. Kniedijimas tiesioginiu būdu:
a – skylės gręžimas; b – kniedijimo lakštų susodinimas glaustuvu; c – kniedės strypelio susodinimas; d – sudaromosios galvutės formavimas plaktuku; e – sudaromosios galvutės galutinis formavimas apspaudikliu; 1 – glaudintuvas; 2 – padėklas; 3 – apspaudiklis

Smūgiuojamas metalas kietėja, todėl reikia stengtis kuo mažiau smūgiuoti. Iš pradžių keliais plaktuko smūgiais strypelis sukalamas, tada šoniniais smūgiais galvutei suteikiama reikiama forma ir pagaliau apspaudikliu galutinai suformuojama sudaromoji galvutė.

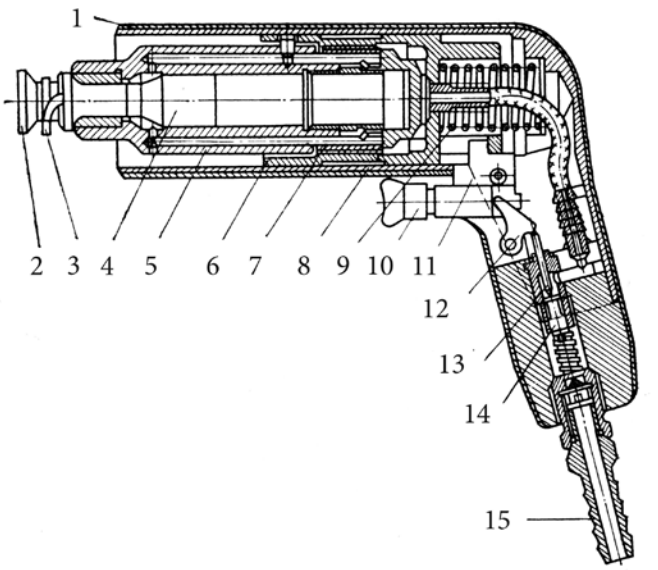
Atvirkštinis kniedijimo būdas – kai plaktuku mušama per pastoviąją galvutę. Šiuo būdu kniedijama, kai sunku prieiti prie sudaromosios galvutės. Dirbant šiuo būdu kniedės strypelis įkišamas iš viršaus ir po juo padedamas padėklas (11.5 pav.).



11.5 pav. Kniedijimas atvirkštiniu būdu:
a – kniedės įkišimas į skylę; b – sudaromosios galvutės formavimas

Plaktuku mušama per spraudiklį (spraudiklis – įtaisas pastoviajai galvutei laikyti), uždėtą ant pastoviosios galvutės, kol ant padėklo suformuojama sudaromoji galvutė. Atvirkštinio kniedijimo kokybė šiek tiek blogesnė negu tiesioginio.

Mašininis kniedijimas. Kai darbų apimtis didelė, kniedijama specialiomis kniedijimo mašinomis, pneumatiniais ir hidrauliniais presais. Mašininio kniedijimo privalumai: didelis darbo našumas, gera kniedijimo kokybė (gerai apspaudžiamas strypelis ir užpildoma skylė, suformuojama nepriekaištingos formos galvutė), nedidelis broko procentas (palyginti su rankiniu), beveik visiškai apsieinama be fizinio darbo, reikia mažiau darbininkų.

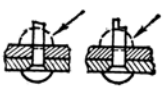
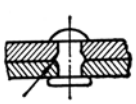
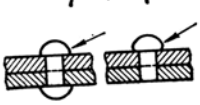
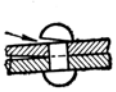
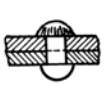


11.6 pav. Pneumatinis kniedijimo plaktukas:
1 – korpusas; 2 – daužiklis; 3, 9 – spyruoklės; 4 – plaktukas; 5 – cilindras;
6 – įvorė; 7 – slankiklis; 8 – dangtelis; 10 – gaidukas; 11 – rankena;
12 – svirtis; 13 – stūmiklis; 14 – vožtuvas; 15 – antvamzdis

Gaminamos stacionariosios ir kilnojamosios kniedijimo mašinos. Pirmosios yra šiek tiek našesnės, tačiau turi ir trūkumų: užkniedijus vieną kniedę, gaminį tenka perstumti; kai gaminiai dideli, įrengiami specialūs ritininiai konvejeriai, o tam reikia papildomo ploto. Kilnojamosios kniedijimo mašinos – pneumatiniai kniedijimo plaktukai, varomi suslėgtu oru. Jie skirstomi į dvi grupes – su sklaidiniais skirstytuvais (daugiausia naudojami) ir su vožtuviniais skirstytuvais.

Pneumãtiniu kniẽdijimo plaktuku (11.6 pav.) dirba du žmonės – kniedytojas ir jo pagalbininkas. Kniedytojas plaktuku formuoja kniedės galvutę, o pagalbinis darbininkas iš kitos kniedijamos detalės pusės kūju prilaiko pastoviąją kniedės galvutę.

11.2 lentelė. Kniedijimo broko rūšys ir priežastys

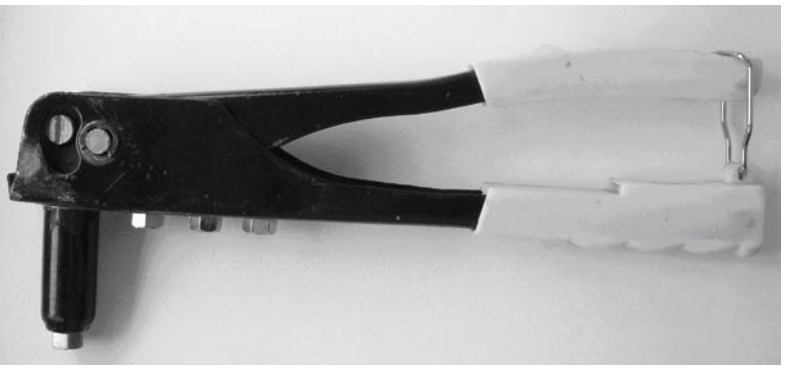
Eskizas	Broko pobūdis	Broko priežastis
	Pasislinkusi sudaromoji galvutė	Nusklembtas arba nelygiai nupjautas kniedės strypelio galas
	Išlinkusi medžiaga	Per mažas skylės skersmuo
	Pasislinkusios abi kniedės galvutės	Įstrižai išgręžta skylė
	Palinkusi sudaromoji galvutė	Per ilgas kniedės strypelis; padėklas nustatytas ne ties kniedės ašimi
	Strypelis išplotas tarp lakštų	Kniedijant nesuspausti lakštai
	Įmušta (įkirsta) galvutė	Išbaigiant galvutę kreivai uždėtas apspaudiklis
	Neprispausta galvutė	Kniedijant neglaudžiai įstatyta pastovioji galvutė.
	Per maža sudaromoji galvutė	Per trumpa kniedės išsikišusioji dalis
	Neglaudžiai prigludusi sudaromoji galvutė	Persikreipęs apspaudiklis
	Sutrūkinėję galvutės kraštai	Blogos kokybės kniedės metalas

Blogos kniedės galvutė nukertama, o strypelis iškalamas išmuštuvu. Galima kniedę išgręžti. Prieš gręžiant sudaromojoje galvutėje žymekliu įmušama duobutė, gręžimo skersmuo turi būti šiek tiek mažesnis už kniedės skersmenį. Išgręžta galvutė pašalinama išmuštuvu, o kniedė iškalama.

Sujungimo kokybės tikrinimo būdai. Sukniedytos jungtys gerai apžiūrimos iš išorės: patikrinama, kokia kniedžių galvučių ir sukniedytų detalių būsena, ar sujungtos detalės glaudžiai prigulusios.

Šiuolaikiniai kniedijimo įrankiai. Šiais kniedijimo įrankiais kniedijamos automobilių detalės (sparnai, posparniai, apdailos detalės). Kniedijimui naudojamos tuščiavidurės kniedės (11.7 pav.). Grąžtai šioms kniedėms parenkami pagal jų skersmenį. Tai labai našus būdas sujungti dvi detales. Jungties trūkumas – pralaidumas vandeniui.

11.7 pav. Tuščiavidurės kniedės



11.8 pav. Kniedijimo replės

Į kniedijimo replių (11.8 pav.) antgalį įstatoma kniedė ilgesniuoju galu, o trumpasis galas įstatomas į kniedijimo vietą, prieš tai parinkus reikiamą grąžtą ir pragręžus kiaurymę. Pirmu replių spaudimu kniedė sutvirtina dvi detales, antru spaudimu nukerpamas ilgesnis kniedės galas.

Kniedijant reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– teisingai parinkti grąžtus kniedėms;
– apskaičiuoti kniedės ilgį;
– teisingai parinkti kniedžių metalą.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios yra kniedžių rūšys?
2. Kaip apskaičiuoti kniedės ilgį kniedijant?
3. Kniedijimo pritaikymas automobilių pramonėje.
4. Žmogaus saugos reikalavimai.
5. Brokas kniedijant ir priemonės jam išvengti.

12. METALO PRITRYNIMAS

12.1. Pritrynimo procesas, įrankiai, medžiagos

Pritrynìmas – tai galutinis tikslus apdorojimo būdas. Pritrynimas atliekamas smulkiais abrazyviniais milteliais ir pastomis, kad metaliniai jungčių paviršiai taptų sandarūs.

Mašinų gamyboje pritrinami armatūros sandarinimo paviršiai, kamščiai ir čiaupų korpusai, variklių vožtuvai ir lizdai. Yra du technologiniai pritrynimo būdai. Pirmojo būdo esmė – sujungiamosios detalės pritrinamos viena prie kitos. Tarp pritrinamų detalių pilama abrazyvinių miltelių arba įvairių pastų. Pavyzdžiui, tokiu būdu pritrinami vožtuvai prie lizdų, kamščiai prie čiaupų korpusų.

Antrojo būdo esmė – kiekviena iš dviejų sujungiamųjų detalių pritrinama prie specialios trečios detalės – trintuvo. Taip pritrinamos kuro aparatūros detalės, sandariųjų jungčių dangteliai, jungės, šablonų, plytelių, kalibrų darbiniai paviršiai.

Viena iš pritrynimo rūšių yra gludinimas, naudojamas ne tik reikiamos formos ir glotnumo paviršiui gauti, bet ir labai didelio tikslumo detalėms pagal pateiktus matmenis gaminti.

Pritrynimo proceso esmę sudaro mechaninis, o tiksliau, cheminis ir mechaninis dalelių pašalinimas nuo apdorojamųjų paviršių ir pritrynimo medžiagos. Pritrinamasis paviršius turi būti kruopščiai apdorotas vienu iš metodų.

Užlaida pritrynimui turi būti ne didesnė kaip 0,01–0,02 mm. Kai užlaidos yra didesnės, daug ilgiau trunka pritrynimo procesas. Pritrynimo procesas nuo 0,001 iki 0,002 mm gludinant pasiekia mikrono dešimtąsias dalis.

Pritrinti galima rankiniu ir mechaniniu būdais. Norint paviršių pritrinti rankiniu būdu, ant pritrynimo plokštės užtepamas plonas vienodo storio su alyva sumaišytų abrazyvinių miltelių sluoksnis; tada detalė pritrinamuoju paviršiumi dedama ant plokštės ir apskritiminiais judesiais stumdoma po visą plokštę tol, kol paviršius pasidaro matinis arba blizgantis. Rankinis pritrynimas, kaip ir skutimas, yra sunki ir nenaši operacija, todėl jis dažniausiai pakeičiamas mechanizuotu pritrynimu.

Trintuvù vadinamas įrankis, kuriuo pritrinamos detalės. Atsižvelgiant į apdorojamųjų paviršių formą ir matmenis, trintuvus galima skirstyti į keletą grupių: plokštieji – diskų, plokščių ir strypelių formos, ritininiai – išoriniams ir vidiniams ritininiams paviršiams pritrinti ir pabaigti, kūginiams paviršiams skirti trintuvai ir specialieji trintuvai. Trintuvai gali būti judamieji ir nejudamieji (12.1 pav.).

12.1 pav. Judamieji ir nejudamieji trintuvai:

Plokštieji:
a – su grioveliais; b – lygūs

Ritininiai: a – nereguliuojami; b – reguliuojami;
1, 4 – veržlės; 2 – spraudiklis; 3 – įvorė

Judamíeji trintùvai detales pritrinant arba gludinant juda, o detalė nejuda arba juda trintuvo atžvilgiu. Prie judamųjų trintuvų priklauso diskai, ritiniai, kūgiai, taip pat besisukantieji trintuvai su horizontalia arba vertikalia ašimis.

Nejudamíeji trintùvai dirbant nejuda, o pritrinamoji detalė juda. Tokie trintuvai yra plokštės ir strypeliai.

Trintuvo medžiaga turi būti minkštesnė už apdorojamosios detalės medžiagą, kad abrazyvinių miltelių grūdeliai įsispraustų į trintuvo paviršių. Trintuvai gaminami iš pilkojo ketaus, minkšto plieno, vario, bronzos, švino, kietos medienos. Paruošiamajam trynimui, kai nuimamas storas metalo sluoksnis, reikia naudoti trintuvus, pagamintus iš minkštųjų medžiagų, pavyzdžiui, iš vario arba stibio, ant kurių abrazyvas laikosi geriau negu ant pilkojo ketaus. Tokiuose trintuvuose 10–15 mm atstumu vienas nuo kito padaromi 1–2 mm gylio grioveliai. Abrazyvinės pritrynimo medžiagos skirstomos į dvi grupes – kietąsias ir minkštąsias. Prie kietųjų medžiagų priklauso švitrinis popierius, korundas, karborundas ir į juos panašūs milteliai, kurie yra kietesni už grūdintą plieną. Prie minkštųjų medžiagų priklauso chromo oksido, geležies, aliuminio, alavo milteliai, kurie yra minkštesni už grūdintą plieną.

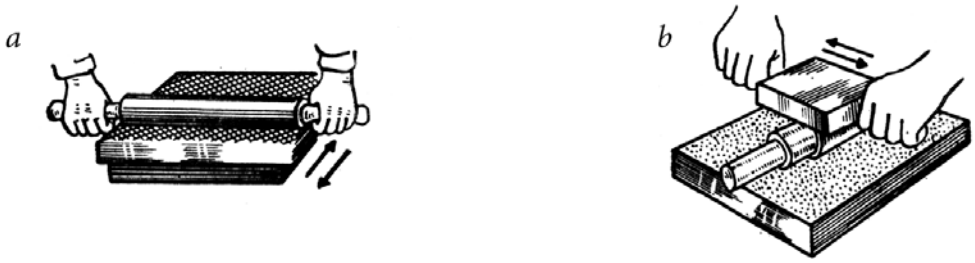
Abrazỹvinės pãstos – tai pusiau skysti ir kieti abrazyvinių medžiagų mišiniai su įvairiais komponentais. Jos naudojamos pritrynimo, gludinimo ir poliravimo operacijose. Atsižvelgiant į abrazyvinę medžiagą, pastos skirstomos į dvi grupes: pastos iš kietųjų medžiagų (gamtinio korundo, normalaus ir baltojo elektrokorundo, silicio karbido, boro karbido, boro silicio ir pan.) ir minkštosios abrazyvinės medžiagos (dažniausiai chromo oksidai ir geležies oksidai), pasižyminčios tuo, kad jos apdorojamąjį paviršių veikia ne tik mechaniškai, bet ir chemiškai.

Abrazỹvinių pãstų tìpai. Rupiąja pasta galima nuimti keletą dešimtųjų milimetro dalių storio metalo sluoksnį, pvz., ja pašalinamos drožimo, šlifavimo, apdorojimo žymės. Vidutine pasta nuimamas metalo sluoksnis, matuojamas šimtosiomis milimetro dalimis. Smulkioji pasta dažniausiai naudojama norint paviršiui suteikti veidrodinį blizgesį. Ji yra geriausia pritrynimo medžiaga baigiamosioms operacijoms.

Tepìmo mẽdžiagų sudėtìs. Nuo jos priklauso baigiamojo proceso našumas. Kai naudojamos tepimo medžiagos, abrazyviniai grūdeliai lėčiau atšimpa, apdorojamasis paviršius pasidaro glotnesnis, detalės mažiau įkaista, dėl to jų neveikia temperatūrinė deformacija. Darbo našumas naudojant tepimo medžiagas padidėja 2–3 kartus. Kaip tepimo medžiagos labiausiai paplito žibalas, mašininė bei medžio alyvos ir aviacinis benzinas. Tepalas parenkamas atsižvelgiant į abrazyvines medžiagas, trintuvo medžiagas ir apdorojimo pobūdį.

Pasiruošìmas pritrynìmui. Šaltkalvis patikrina trintuvo formos tikslumą ir jį patepa abrazyviniais milteliais arba pasta. Prieš darbo pradžią trintuvo darbinis paviršius turi būti tiksliai nušlifuotas ir nugludintas, taip pat nuo jo kruopščiai nuvalytas abrazyvo perteklius.

Trintuvą abrazyviniais milteliais galima padengti tiesiogiai arba netiesiogiai. Kai trintuvas padengiamas abrazyviniais milteliais tiesiogiai, milteliai įsiskverbia į trintuvą prieš darbo pradžią. Tai atliekama taip: trintuvo paviršius padengiamas plonu alyvos sluoksniu, ant jo užbarstomas lygus abrazyvinių miltelių sluoksnis, tada plieniniu grūdintu strypeliu,

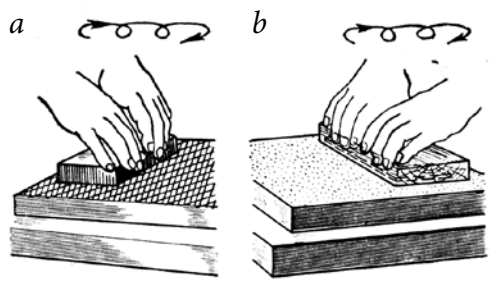


12.2 pav. Abrazyvų įspaudimas į trintuvus:
a – į plokščiąjį; b – į apvalųjį

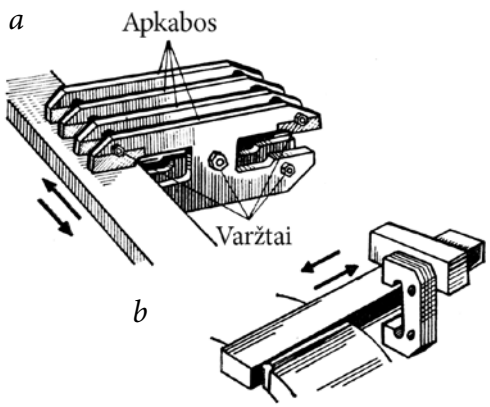
ritinėliu arba ritininiu velenėliu milteliai įspraudžiami į trintuvą. Apvalūs trintuvai ridenami tarp dviejų kietų plieninių plokščių tol, kol abrazyvai įsiskverbs į trintuvo paviršių (12.2 pav.).

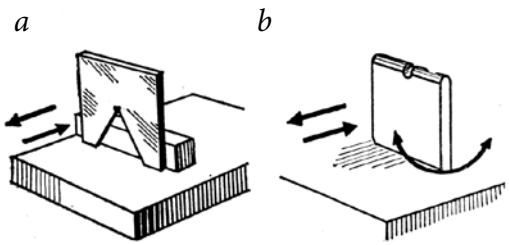
Kai trintuvas padengiamas netiesiogiai, tai abrazyviniais milteliais padengiamas ne trintuvas, o detalės pritrinamasis paviršius, ir tiktai pritrynimo procese abrazyviniai milteliai įsispraudžia į trintuvą.

Plokštieji paviršiai dažniausiai pritrinami dviem būdais: paruošiamasis pritrynimas atliekamas besisukančiais trintuvais su grioveliais, o baigiamasis – nejudančiais trintuvais su lygiu paviršiumi. Ant plokščių pritrinamos detalės, kurios turi būti labai tikslios, pvz., lekalinės liniuotės, šablonai, kalibrai (12.3 pav.).

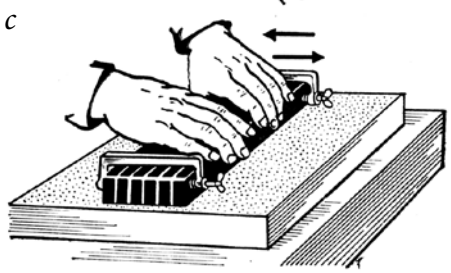


Plokščių paviršių pritrynimas:
a – paruošiamasis; b – galutinis



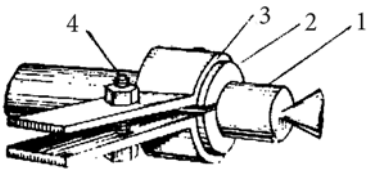


a – priglaudus prie tašelio;
b – briauna su sferiniu paviršiumi



a – varžtais sujungtų apkabų; b – sukniedyto detalių paketo; c – sutvirtintų veržtuvais

12.3 pav. Plonų ir siaurų detalių pritrynimas

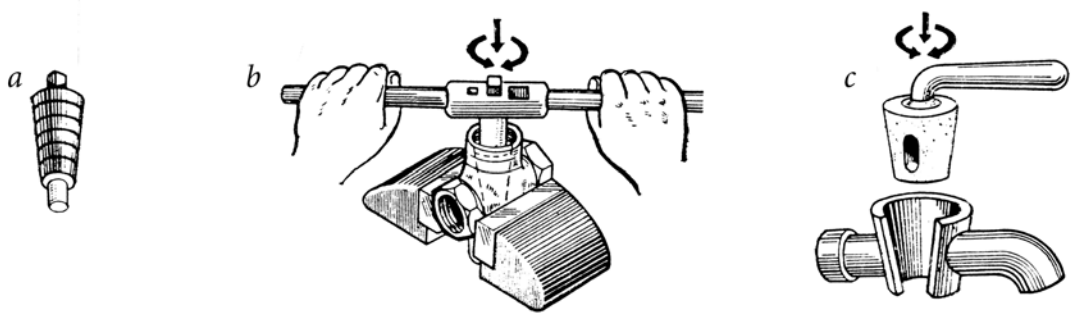


12.4 pav. Detalių pritrynimas griebtuve

Plonoms ir siauroms detalėms, kurias sunku arba neįmanoma išlaikyti rankomis, pritrinti naudojami specialūs įtaisai – laikikliai.

Pritrynimui detalė (1) (12.4 pav.) tvirtinama griebtuve arba tarp staklių centrų. Paskui įvorė (2) iš vidaus padengiama plonu abrazyvinių miltelių sluoksniu ir įstačius ją į metalinį spaustuvėlį (3) uždedama ant detalės. Varžtu (4) arba rankomis šiek tiek įveržus spaustuvėlį, trintuvas stumdomas išilgai besisukančios detalės.

Čiaupų ir vožtuvų detalės pritrinamos sujungiamaisiais paviršiais naudojant specialų trintuvą. Norint pritrinti čiaupo kamštį prie kūginio lizdo, daroma taip: ant čiaupo kamščio užtepamas pastos sluoksnis, kamštis dedamas į lizdą ir sukamas tai į vieną, tai į kitą pusę (12.5 pav.) stebint, kad būtų pritrinamas visas vožtuvo kamščio ir lizdo paviršius.



12.5 pav. Vidinių kūginių paviršių pritrynimas:
a – trintuvas; b – pritrynimas; c – pritrinti paviršiai

Fasoniniai paviršiai pritrinami specialiu fasoniniu ketiniu trintuvu, kuriuo stumdoma pritrinamoji detalė. Trintuvo forma būna įvairaus sudėtingumo. Trintuvai turi atitikti pritrinamosios detalės formą.

12.2. Pritrynimo kokybės kontrolė

Pritrintos plokštumos tikrinamos ir matuojamos lekaline liniuote, prošvaistės metodu, taip pat šviesos interferencijos metodu. Pritrinant ir gludinant 0,001 mm tikslumu, lekalinė liniuotė turi prigulti prie apdorotos plokštumos be jokios prošvaistės. Šviesos interferencijos metodu galima išmatuoti nedideles plokštumas. Lygiagretumas tikrinamas slankmačiu, mikrometru, indikatoriumi, minimetru ir optimetru nuo 0,05 iki 0,00025 mm tikslumu.

Tai priklauso nuo naudojamo įrankio. Kampai matuojami kampamačiu, šablonu, plokšteliniais ir kampiniais etalonais bei sinusine liniuote. Profiliai tikrinami šablonais, lekalais ir tarpmačiais, taip pat projektoriumi iki 0,001 mm tikslumu.

Atliekant pritrynimo darbus reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– taisyklingą abrazyvinių miltelių naudojimą;
– taisyklingą matavimo įrankių naudojimą;
– taisyklingus rankos judesius pritrinant.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip apdorojami kūginiai paviršiai?
2. Kaip apdorojami ritininiai paviršiai?
3. Kaip apdorojamos plokštumos?
4. Kokios yra abrazyvinės pastos?
5. Kaip paviršiai paruošiami pritrynimui?

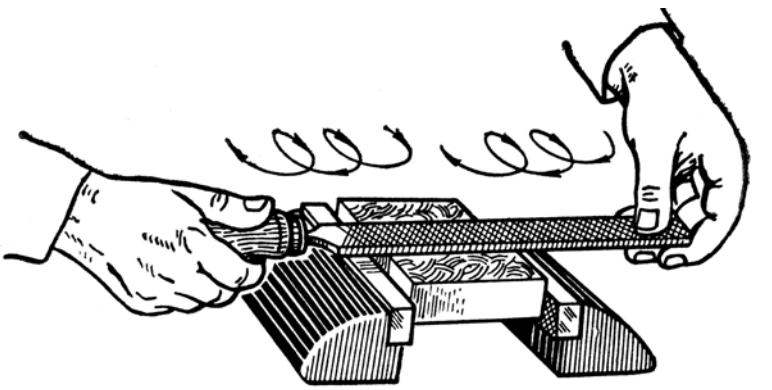
13. METALO SKUTIMAS

13.1. Skutimo procesas, įrankiai, medžiagos

Skutìmas – labai plonų metalo sluoksnių nuėmimas nuo detalių paviršiaus specialiais pjovimo įrankiais – skutikliais. Skutama tam, kad jungiami paviršiai glaudžiai prisiglaustų vienas prie kito, o jungtis būtų hermetiška. Plokštumos ir kreiviniai paviršiai skutami rankiniais įrankiais arba staklėmis. Vienu skutiklio judesiu nuimamas 0,005–0,07 mm storio metalo sluoksnis.

Skutimas plačiai naudojamas įrankių pramonėje negrūdintiems paviršiams galutinai apdoroti. Skutama todėl, kad skustas paviršius pasižymi ypatingomis savybėmis: toks paviršius atsparesnis dilimui nei šlifuotas arba abrazyvais pritrintas paviršius, nes jo porose nelieka įstrigusių abrazyvinių grūdelių liekanų, greitinančių dilimo procesą; skustas paviršius geriau vilgosi ir ilgiau išlaiko tepimo medžiagas dėl pasiskirstymo; taip pat padidėja jo atsparumas dilimui ir sumažėja trinties koeficientas. Skusto paviršiaus kokybę galima įvertinti pačiu paprasčiausiu ir prieinamiausiu būdu – pagal dėmių skaičių ploto vienete.

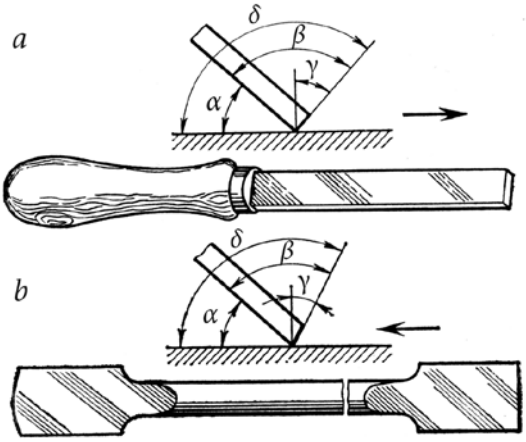
Rankinis skutimas – daug darbo reikalaujantis procesas, todėl jis keičiamas našesniais apdorojimo staklėmis būdais. Prieš skutant detalės glotniai apdorojamos pjovimo įrankiu. Skutamas paviršius glotniai ir tiksliai apdorojamas: dildomas šlifavimo dilde, drožiamas arba frezuojamas. Skutimui paliekama 0,1–0,4 mm užlaida, atsižvelgiant į paviršiaus ilgį ir plotį. Kai užlaidos ir nelygumai dideli, pirmiausia dildoma šlifavimo dilde ir tikrinama dažais. Kad neslystų ir dažais neužsiterštų įkartos, dildė iš anksto įtrinama kreida. Dildė judinama apskritiminiais judesiais nuimant metalą nuo nusidažiusių vietų. Kad giliai nesusibraižytų, dildė valoma plieniniu šepečiu. Dildoma atsargiai, nes per daug nudildžius gali likti gilios įdubos. Nudildžius dažų žymes ruošinys išimamas iš spaustuvų ir plokštumos vėl tikrinamos ant dažais padengtos tikrinimo plokštės. Tada vėl dildomos naujos dažų dėmės. Pakaitomis dildoma ir tikrinama, kol gaunamas lygus paviršius su daug dėmių, tolygiai išsidėsčiusių visoje detalės plokštumoje (13.1 pav.).



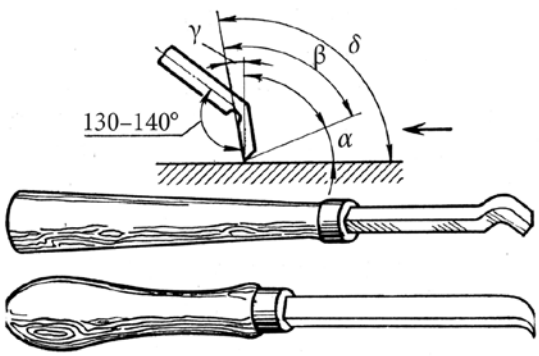
13.1 pav. Paviršiaus dildymas ir tikrinimas

Skutìkliai – įvairios formos metaliniai strypai su pjovimo briaunomis. Jie gaminami iš anglinio įrankinio plieno. Pjaunamasis skutiklio galas grūdinamas be atleidimo iki HRC 64–66 kietumo.

Pagal pjaunamosios dalies formą skutikliai skirstomi į plokščiuosius, tribriaunius, fasoninius, pagal pjaunamųjų galų (briaunų) skaičių – į vienpusius ir dvipusius, pagal konstrukciją – į vientisus ir su įstatomomis plokštelėmis. Plokščiaisiais skutikliais skutami plokšti paviršiai – atviri, išdrožos, grioveliai ir kt. Pagal pjaunamųjų galų skaičių plokštieji skutikliai gali būti vienpusiai ir dvipusiai. Racionaliausios formos yra išgaubti ašmenys, apibrėžti 30–40 mm spindulio lanku pusiau glotniajam skutimui ir 40–55 mm – glotniajam skutimui. Plokštieji skutikliai (13.2 pav.) gaminami su tiesiais ir lenktais galais. Atviros plokštumos skutamos skutikliais su tiesiais galais (13.2 pav.), o išdrožų griovelių ir gretimų plokštumų sienelės, taip pat minkštieji metalai (aliuminis, cinkas, babitas ir kt.) skutami skutikliais su lenktais galais (13.3 pav.).



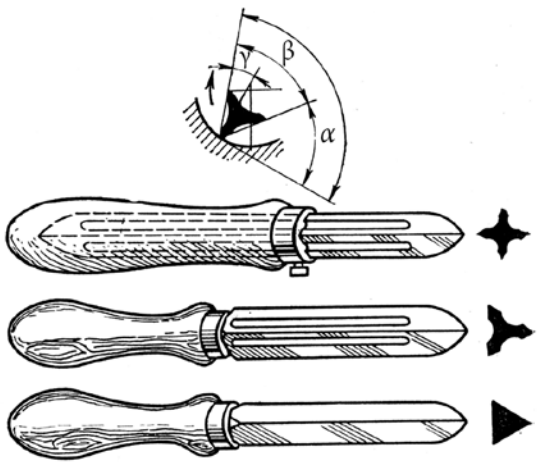
13.2 pav. Plokštieji vienpusiai (a) ir dvipusiai (b) skutikliai ir jų galandimo kampai



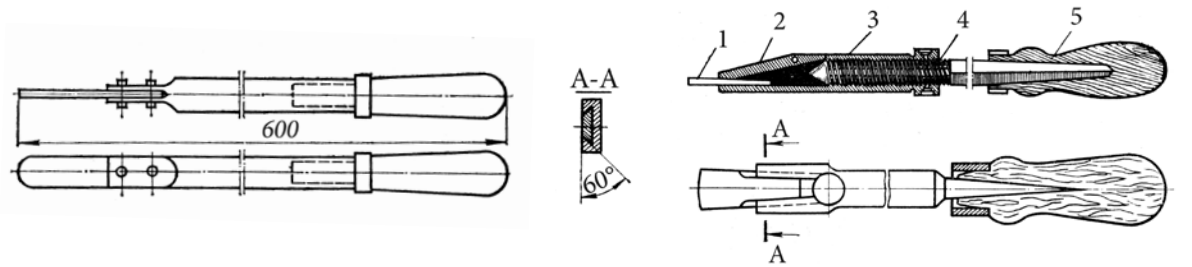
13.3 pav. Skutikliai su lenktu galu ir jų galandimo kampai

Plokštieji dvipusiai skutikliai būna 350–400 mm ilgio. Skutiklis rupiajam skutimui daromas nuo 20 iki 25 mm, tiksliajam – 5–10 mm pločio. Pjaunamosios dalies galo storis – nuo 2 iki 4 mm. Skutiklių nusmailinimo kampas rupiajam skutimui – 70–75°, glotniajam – 90°. Dvipusis plokščiasis skutiklis turi du pjaunamuosius galus, todėl juo galima ilgiau dirbti.

Tribriauniais skutikliais skutami išgaubti ir ritininiai paviršiai. Šie skutikliai kartais gaminami iš senų tribriaunių dildžių. Dažniausiai jie gaminami tik vienpusiai. Tribriauniai skutikliai būna 190, 280, 380 ir 510 mm ilgio. Kad būtų lengviau galąsti plokštumas, skutiklyje daromi grioveliai, kurie sudaro pjovimo briaunas su 60–70° nusmailinimo kampu (13.4 pav.).



13.4 pav. Tribriauniai ir keturbriauniai skutikliai ir jų galandimo kampai



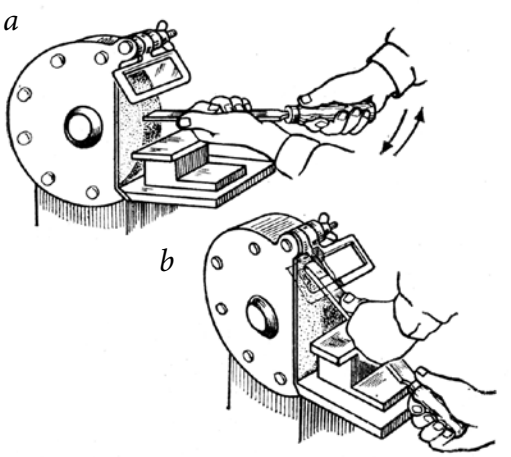
13.5 pav. Skutiklis su keičiamomis pjaunamosiomis plokštelėmis

Spinduliu pagaląstas skutiklis (13.5 pav.) lengvai sminga į metalą, todėl juo lengviau skusti, nes reikia daug mažesnės jėgos negu skutant plokščiuoju skutikliu.

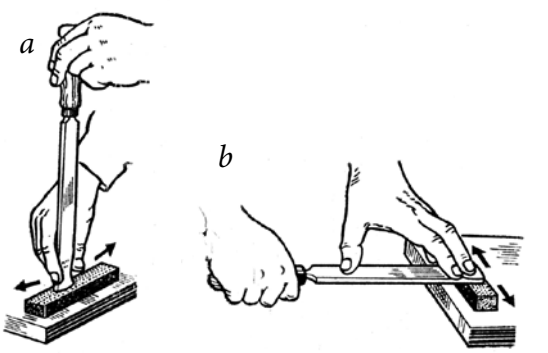
Universalusis skutiklis su keičiamomis pjaunamosiomis plokštelėmis (13.5 pav.) sudarytas iš korpuso (3), laikiklio (2), rankenos (5), priveržimo sraigto (4) ir keičiamosios pjaunamosios plokštelės (1) iš greitapjovio plieno arba kietlydinių. Į laikiklį įstatoma plokštelė pritvirtinama sraigtu sukant skutiklio rankeną pagal laikrodžio rodyklę.

Atšipę skutikliai galandami galandimo staklėmis su korundo disku tokiu būdu: skutiklis dešine ranka imamas už rankenos, o kaire – kuo arčiau darbinio galo. Skutiklio plokštuma atsiremia į atramą, o galas priglaudžiamas prie disko. Skutiklis turi būti horizontalus, o jo ašis sutapti su disko centru. Neatitraukiant skutiklio galo nuo disko, dešinė ranka judinama horizontalioje plokštumoje, kad skutiklio gale susidarytų kreiva pjovimo briauna (13.6 pav.).

Pagaląsto skutiklio ašmenys būna šerpetuoti ir nelygūs, todėl po galandimo jie lyginami (galutinai apdorojami) taip, kad pro didinamąjį stiklą (didinantį 2,5 karto) nebūtų galima pastebėti nelygumų. Skutikliai gludinami 90 ir didesnio grūdėtumo abrazyviniais galąstuvais. Galąstuvų paviršius patepamas plonu mašinų alyvos sluoksniu. Vietoj galąstuvo skutiklius galima lyginti lygia ketine plokšte, padengta skysta pasta (grūdėtumo Nr. 60) ir mašinų alyva. Gludinamo skutiklio galas atremiamas į galąstuvą, dviem kairės rankos pirštais skutiklis imamas už rankenos ir lengvai spaudžiamas prie galąstuvo, o dešine ranka daromi švytuokliniai judesiai (13.7 pav.).



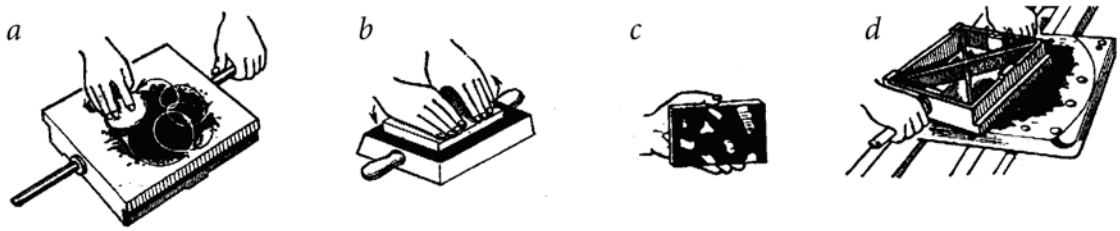
13.6 pav. Plokščio skutiklio galandimas: a – galo; b – šoninio paviršiaus



13.7 pav. Skutiklio lyginimas galąstuvu: a – galo; b – šono

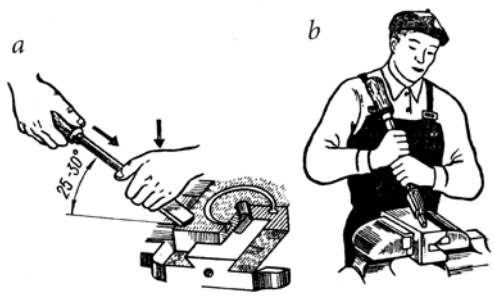
13.2. Skutimo būdai

Prieš pradedant skusti, paviršiai nuvalomi, nuplaunami, nušluostomi ir ištepami dažais. Nuvalyti ruošiniai prieš juos skutant dažomi, kad išryškėtų nelygumai. Skutimo dažai – mėlis, sumaišytas su mašinų alyva. Rečiau naudojami surikas ir ultramarinas, nes jie, skirtingai nuo mėlio, blogai maišosi su alyva ir neaiškiai matomi ant detalės. Vietoj mėlio galima naudoti suodžius, sumaišytus su autolo ir žibalo mišiniu (13.8 pav.).



13.8 pav. Skutimo plokštumų dažymas:
a – plokštės dažymas tamponu; b – detalės stumdymas ant plokštės (dažymas);
c – nudažyta detalė; d – plokštės stumdymas ant detalės

Skutìmas – laipsniškas metalo nuėmimas nuo dažytų plotų. Skutiklis dešine ranka laikomas už rankenos, o kaire spaudžiamas jo galas. Skutiklis palenkiamas taip, kad su apdorojamuoju paviršiumi sudarytų 25–30° kampą, o pjovimo briauna būtų ant dažytos vietos. Metalas nugramdomas. Skutimas vyksta stumiant skutiklį pirmyn (nuo savęs), o dirbant plokščiu skutikliu su žemyn lenktu galu – traukiant atgal (į save) (13.9 pav.).



13.9 pav. Plokščių skutimo būdai:
a – nuo savęs; b – į save

Skutant reikia atkreipti dėmesį į:
– žmogaus saugos reikalavimus;
– taisyklingą įrankio laikymą;
– dažų parinkimą skutant.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Iš kokių medžiagų gaminami skutikliai?
2. Kaip galąsti skutiklį?
3. Kam naudojamas skutimas?
4. Dažų paskirtis skutant.
5. Plokščių detalių skutimo būdai.

14. DETALIŲ IŠ NEMETALINIŲ MEDŽIAGŲ APDOROJIMAS

14.1. Plastikinių detalių apdorojimas

Plãstikais vadinamos polimerinės medžiagos. Paprasti plastikai – tai polimerai be priedų. Sudėtingi plastikai – polimerai su įvairiais priedais: užpildais, plastifikatoriais, stabilizatoriais, kietumo medžiagomis, dažais ir kt. Nuo užpildų daugiausia ir priklauso plastikų savybės – stiprumas, trinties koeficientas ir kt.

Palyginti su metaliniais ruošiniais, plastikai pasižymi tokiomis savybėmis: mažesniu tankumu, didesniu atsparumu cheminiam poveikiui, mažu elektriniu ir šilumos laidumu, šviesos laidumu, virpesių slopinimu.

Mašinų detalės, kurioms būtinos šios savybės, gaminamos iš plastikų. Plastikai plačiai naudojami ir apdailos detalėms. Jų gamyba paprastesnė negu metalinių detalių, nereikia baigiamųjų operacijų. Norimas plastikų savybes galima gauti keičiant komponentus ir jų kiekį.

Plastikai dažniausiai apdorojami plastiškai juos deformuojant (presuojant, išspaudžiant) arba liejant. Šie būdai yra našūs, o medžiagos panaudojimo koeficientas siekia 0,95–0,97, todėl plastikinės detalės 5–10 kartų pigesnės už spalvotųjų metalų detales ir 2–5 kartus pigesnės už detales iš juodųjų metalų.

Plastikai skirstomi į termoplastikus ir reaktoplastikus. Reaktoplastikai: polietilenas, polisterenas, polivinchloridas, kapronas, organinis stiklas ir kt. Iš jų gaminamos plėvelės, lakštai, juostos, indai. Didžiausias jų trūkumas – nedidelis šiluminis atsparumas (50–150 °C) ir senėjimas.

Tekstolitas turi mažą trinties su plienu koeficientą, todėl jis naudojamas slydimo guoliams, tyliai dirbantiems krumpliaračiams, skydams, tarpikliams gaminti.

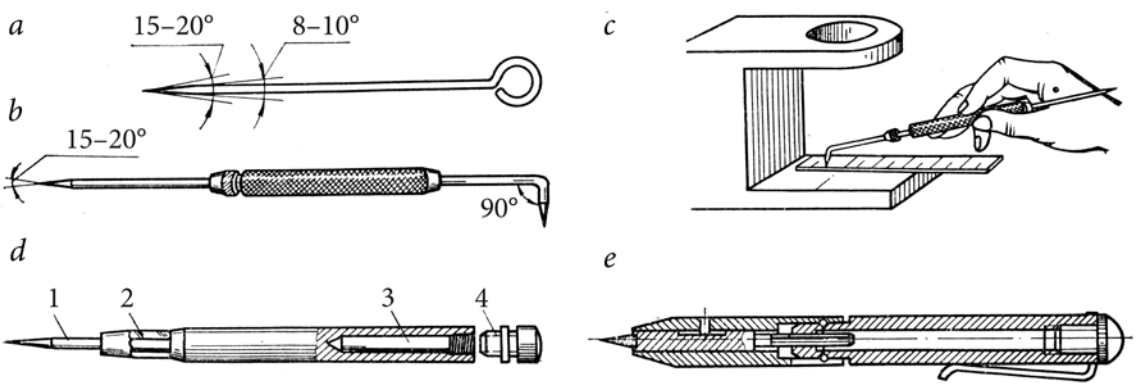
Getinaksas – radijo ir elektrinių prietaisų konstrukcinė medžiaga. Plastikinių detalių, gaminamų karštai presuojant arba liejant, dažniausiai mechaniškai apdoroti nereikia. Įvairios rankenėlės, gaubteliai, korpusai būna gana tikslūs ir leidžiamo paviršiaus šiurkštumo. Jų sienelių storis, nuolydžiai turi atitikti gamybos sąlygas. Sriegio žingsnis daromas ne mažesnis kaip 1 mm. Jeigu reikalingas mažesnio žingsnio sriegis arba didesnis detalės stiprumas, į vidų dedama metalinė armatūra.

Iš lakštinių plastikų (pvz., tekstolito) gaminami mechaniškai apdorojami ruošiniai. Lakštai pjaustomi smulkiadantėmis frezomis, metalo pjūklais. Pjaunama dideliu greičiu, kad pjūvio paviršius būtų glotnus, neišdraskytas.

Tekstolito, stiklo tekstolito ir kai kurių plastikų gręžimo procesas panašus į trapiojo ketaus pjovimą. Jų drožlės smulkios, pjaunant susidaro daug dulkių, kurias iš darbo vietos būtina pašalinti. Plastikus pjaunant pjovimo jėga būna 13–20 kartų mažesnė negu apdorojant metalus.

14.2. Detalių iš kitų nemetalinių medžiagų apdorojimas

Nemetaliniai ruošiniai, taip pat kaip ir metaliniai, yra žymimi. Žymėjimo įrankiai – šaltkalvio brėžtukai. Žymimajame paviršiuje brėžtukais įbrėžiamos linijos pagal liniuotę, kampainį arba šabloną (14.1 pav.).

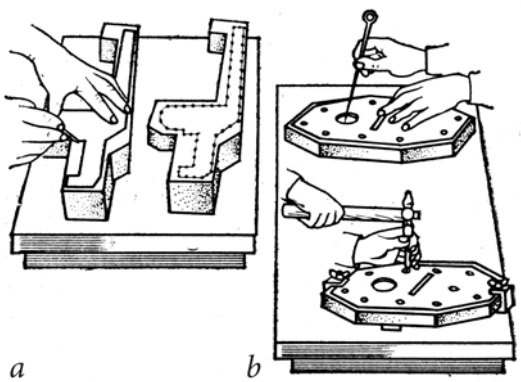


14.1 pav. Brėžikliai:
a – apvalusis; b – su lenktu galu; c – brėžiklio su lenktu galu naudojimas;
d – su įstatomomis adatomis; e – kišeninis;
1 – adata; 2 – korpusas; 3 – atsarginės adatos; 4 – kamštis

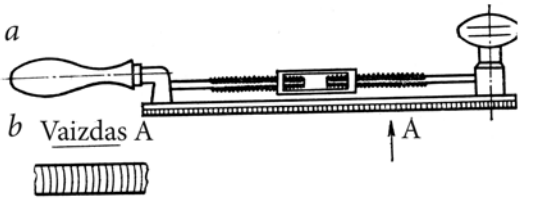
Pagal šabloną dažniausiai žymima gaminant detales didelėmis partijomis. Šablonai gaminami iš 0,5–1,0 mm storio lakštų, o sudėtingos formos detalėms arba detalėms su skylėmis – 3–5 mm storio.

Šablonas uždedamas ant plastikinio arba guminio ruošinio ir brėžikliu apvedamas kontūras, reikiamos kiaurymės. Po to atliekamos pjovimo, dildymo ir gręžimo operacijos (14.2 pav.).

Specialios paskirties dildės gaminamos spalvotiesiems lydiniams, gaminiams iš lengvųjų lydinių ir nemetalinių medžiagų apdoroti. Bendrosios paskirties dildžių, kurias šaltkalviai naudoja gaminiams iš nemetalinių medžiagų (plastikų, getinakso, tekstolito, organinio stiklo, medžio, gumos ir t. t.) apdoroti, įkartos smulkios, todėl dirbant greitai prisikemša drožlių ir nebetinka naudoti. Dildės naudojamos su specialiu laikikliu (14.3 pav.).



14.2 pav. Žymėjimas pagal šabloną:
a – darbas brėžikliu ir sužymėtas ruošinys; b – darbas brėžikliu ir ženklinimas



14.3 pav. Dildės gaminiams iš lengvųjų lydinių ir nemetalinių medžiagų apdoroti: a – bendras vaizdas; b – įkartų vaizdas

Gręžiant nemetalines medžiagas kokybė priklauso nuo pjovimo briaunų viršūnės kampo 2φ. Gręžiant nemetalines medžiagas (plastikus) kampas 2φ lygus 50–60°.

Atliekant šaltkalvystės operacijas su nemetalinėmis medžiagomis reikia laikytis žmogaus saugos reikalavimų.

Apdorojant nemetalines medžiagas reikia atkreipti dėmesį į:

– žmogaus saugos reikalavimus;
– taisyklingą brėžiklio galandimą;
– tvirtai laikyti šabloną žymint.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip spaustuvuose tvirtinamos nemetalinės detalės?
2. Grąžtų kampų parinkimas nemetalinėms detalėms gręžti.
3. Nemetalinių detalių ir ruošinių gręžimas.
4. Žmogaus saugos reikalavimai.
5. Kokios būna nemetalinėms medžiagoms apdoroti skirtos dildės?

15. LITERATŪRA

1. BRAŽIŪNAS A. J. *Mašinų gamybos technologijos pagrindai.* Kaunas, 2004.

2. FISCHER U. *Fachkunde Metall.* Haan-Gruiten, 1992.

3. GALKAUSKAS J. K. *Metalo technologijos.* Kaunas, 2002.

4. MAKIJENKA N. *Bendroji šaltkalvystė.* Vilnius, 1983.

Tadas Klevas

SUVIRINIMAS IR LITAVIMAS

TURINYS

SUVIRINIMAS IR LITAVIMAS

1. Suvirinimas 191
1.1. Metalų savybės ir suvirinamumas 191
1.2. Suvirinimo procesai 194
1.3. Virintinės jungtys ir siūlės 195
1.3.1. Jungčių ir siūlių klasifikacija 195
1.3.2. Gaminio briaunų paruošimas 197
1.4. Suvirinimo deformacijos ir įtempiai 199
1.5. Kontaktinis suvirinimas 202
1.5.1. Kontaktinio suvirinimo taikymas 202
1.5.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos 202
1.5.3. Kontaktinio suvirinimo technologija 204
1.6. Elektrolankinis rankinis suvirinimas apsauginėse dujose 205
1.6.1. Suvirinimo taikymas 205
1.6.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos 207
1.6.3. Lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu aktyviosiose dujose (MAG) 209
1.6.4. Lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu inertinėse dujose (MIG) 212
1.6.5. Lankinis suvirinimas volframo elektrodu inertinėse dujose (TIG) 213
1.6.6. Lankinis plazminis suvirinimas volframo elektrodu (WP) 214
1.7. Elektrolankinis rankinis suvirinimas glaistytaisiais elektrodais 215
1.7.1. Suvirinimo taikymas 215
1.7.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos 215
1.7.3. Suvirinimo technologija 218
1.8. Dujinis metalo suvirinimas 222
1.8.1. Dujinio suvirinimo taikymas 222
1.8.2. Suvirinimo įranga ir medžiagos 223
1.8.3. Dujinio suvirinimo technologija 225
1.9. Dujinis metalo pjovimas 229
1.10. Suvirinimo defektai 233
1.11. Plastikų suvirinimas 235

2. Litavimas 238
2.1. Litavimo savybės 238
2.2. Litavimo būdai 239
2.3. Litavimo įrankiai 239

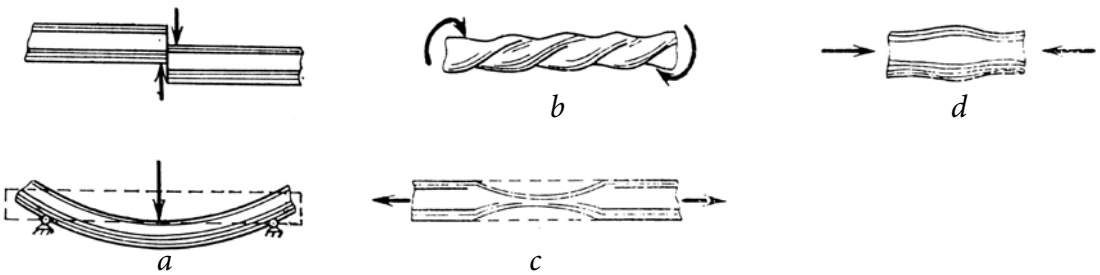
2.4. Lydmetaliai 241
2.5. Litavimo fliusai 243
2.6. Litavimas minkštaisiais lydmetaliais 243
2.7. Litavimas kietaisiais lydmetaliais 245
2.8. Litavimo defektai ir jų atsiradimo priežastys 247

3. Literatūra 249

1. SUVIRINIMAS

1.1. Metalų savybės ir suvirinamumas

Norint pasirinkti tinkamą suvirinimo būdą ir suvirinimo medžiagas, gauti kokybišką, tvirtą virintinę jungtį, būtina žinoti metalų ir jų lydinių fizikines bei mechanines savybes, cheminę sudėtį, įvairių cheminių elementų poveikį metalų suvirinamumui. Metalų ir lydinių mechaninės savybės rodo jų gebėjimą priešintis deformuojančioms ir ardančioms išorinėms jėgoms (1.1 pav.).



1.1 pav. Apkrovų rūšys, keičiančios metalų ir jų lydinių formą:
a – kirtimas ir lenkimas; b – sukimas; c – tempimas; d – gniuždymas

Metãlo stiprùmu vadinamas jo gebėjimas priešintis išorinėms jėgoms ir nuo jų nesuirti.

Metãlo kietùmu vadinamas jo gebėjimas priešintis kietesnių kūnų įsiskverbimui į jį.

Metãlo stangrùmu vadinamas jo gebėjimas įgyti pradinę būseną nustojus veikti išorinėms jėgoms.

Metãlo tąsùmu vadinamas jo gebėjimas priešintis smūginėms apkrovoms.

Metãlo plastiškùmu vadinamas jo gebėjimas keisti savo formą veikiant apkrovoms, bet nesuirti ir išlaikyti įgytą formą nuėmus apkrovas.

Takùmo ribà – mažiausias įtempis, dėl kurio metalas pailgėja truputį padidinus tempimo apkrovą.

Virinant ir apdorojant metalus atliekami įvairūs metalografiniai tyrimai. Remiantis jais daromos išvados ir nustatomi trūkumai, teisingiau parenkamos suvirinimo medžiagos ir režimai.

Makroanãlizė – tai metalo ar lydinio struktūros tyrimas plika akimi arba su lupa, didinančia 2,5–30 kartų. Metalas nušlifuojamas ir paveikiamas reagentais. Iš makrošlifo galima spręsti apie grūdelių matmenis, formą ir išdėstymą, metalo įtrūkimus ir nemetalinius intarpus.

Mikroanãlize tiriama metalo mikrošlifų mikrostruktūra specialiais labai didinančiais mikroskopais. Tiriamasis paviršius yra papildomai poliruojamas ir ėsdinamas. Iš mikrostruktūros nustatoma metalo ar lydinio struktūrinių dedamųjų forma ir kiekis.

Kaĩtinant plienas įkaitinamas iki nustatytos temperatūros, tam tikrą laiką palaikomas tos būsenos ir lėtai aušinamas. Taip sumažinamas metalo kietumas, padidinamas tąsumas, pašalinami vidiniai liekamieji įtempiai.

Normalizãcijos tikslas – suteikti plienui smulkiagrūdę vienalytę struktūrą. Plienas įkaitinamas iki tam tikros temperatūros, joje tam tikrą laiką palaikomas ir ataušinamas normalioje aplinkos temperatūroje.

Grűdinimas – labiausiai paplitęs terminio apdorojimo būdas. Plienas įkaitinamas iki nustatytos temperatūros ir staigiai ataušinamas vandenyje, alyvoje arba išlydytose druskose. Grūdinimo tikslas – padidinti plieno kietumą ir atsparumą dilimui.

Atléidžiant užgrūdintas plienas įkaitinamas iki tam tikros temperatūros ir ataušinamas vandenyje, alyvoje, ore ar kitoje aušinančioje aplinkoje. Taip pašalinami plieno vidiniai įtempiai, padidėja jo tąsumas, jį galima kokybiškiau pjauti.

Suvirinamumù vadinama vienarūšių ir skirtingų metalų bei jų lydinių savybė sudaryti virintinę jungtį. Ši jungtis esant tam tikrai aplinkai ir temperatūrai turi laikyti nustatytas apkrovas. Lydomuoju suvirinimu suvirinami tik tie metalai, kurie vienas kitame gerai tirpsta. Geriausiai suvirinami vienarūšiai metalai, pavyzdžiui, plienas su plienu, aliuminis su aliuminiu. Skirtingi metalai skirtingai tirpsta vienas kitame ir būdami skystos būsenos sudaro nesusimaišančius sluoksnius, todėl juos suvirinti sunku arba neįmanoma. Norint juos suvirinti naudojamas trečias metalas, kuris gerai tirpsta juose. Suvirinamumas priklauso nuo suvirinimo būdo, režimo, pridėtinio metalo, fliusų ir apsauginių dujų.

Visai nesuvirinamų plienų nėra, tačiau skirtingi metalai suvirinami skirtingai, tai galima pamatyti 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Medžiagų suvirinamumas

Medžiaga	**Ypatybės**	**Virinimo būdas**
Nelegiruotasis plienas	Turi mažiau kaip 0,22 proc. C, 0,05 proc. S ir gerai virinamas	Visais būdais
Legiruotasis plienas	Nerūdijančiajam arba ugniai atspariam plienui virinti turi būti naudojama atitinkama pridėtinė medžiaga	TIG/MIG, RP, RR
Plieno liejiniai	Prieš suvirinimą pakaitinus galima mažinti perėjimo zonų tarp siūlės ir detalės medžiagos grūdinimą	Visais būdais
Ketus	Netąsus ir atlaiko tik mažus įtempius; suvirinant reikia gerai žinoti šiluminių įtempių atsiradimo sąlygas	G, TIG, E
Varis	Gerai virinamos vario rūšys su aktyviuoju deguonimi; dėl didelio šilumos laidumo storos sienos prieš suvirinant turi būti pakaitinamos	TIG, MIG/E
Lengvųjų metalų lydiniai	Švarios, jei įmanoma, paėsdintos vietos suvirinamos gerai; lydiniai, kuriuose daugiau kaip 1,5 proc. vario, nuo šilumos lengvai įtrūksta ir suvirinti netinka	TIG/MIG , RP, RR

Patenkinamai suvirinami plienai yra tie, kuriems suvirinti reikia sudėtingesnės technologijos, griežto režimo, specialaus pridėtinio metalo, specialaus briaunų paruošimo.

Ribotai suvirinami plienai yra tie, kurie virinami įprastomis sąlygomis gali trūkinėti. Jie prieš suvirinimą termiškai apdorojami ir pakaitinami iki 250–400 °C, po to atleidžiami.

Blogai suvirinami plienai gali sutrūkinėti, nors bus naudojama sudėtinga suvirinimo technologija, apdorojami termiškai prieš suvirinimą ir po jo. Siūlės gaunamos žemos kokybės.

Didelę įtaką plienams ir jų suvirinamumui turi cheminiai elementai, įeinantys į jų sudėtį.

Siera yra kenksminga plienų priemaiša – dėl jos esant aukštai temperatūrai jie darosi trapūs.

Volframas dedamas į įrankinius plienus, kad jie būtų kietesni ir atsparesni dilimui esant aukštai temperatūrai. Tačiau šie plienai virinant labai oksiduojasi, todėl juos sunku suvirinti.

Titanas dedamas į legiruotąjį plieną, kad pagerėtų jo antikorozinės savybės. Virinant tokį plieną gali atsirasti karštųjų įtrūkimų.

Varis dedamas į mažai legiruotuosius statybinius plienus. Jis pagerina antikorozines savybes, nepablogindamas suvirinamumo.

Nikelis dedamas į neanglinguosius ir konstrukcinius plienus. Pagerina jų plastiškumą ir stiprumą, suvirinamumui įtakos neturi.

Chromas dedamas į neanglinguosius ir konstrukcinius plienus. Jis didina plieno stiprumą, kietumą, atsparumą kaitrai. Susidarantys chromo karbidai sunkina tokio plieno suvirinamumą.

Visų metale esančių cheminių elementų įtaka suvirinamumui įvertinama vadinamuoju anglies ekvivalentu. Plieno suvirinamumas vertinamas pagal šiuos rodiklius:

a) siūlės metalo polinkį, esant karštai ir šaltai būsenai, įtrūkti ir susidaryti plyšiams;

b) polinkį keisti struktūrą aplink siūlę esančioje zonoje ir susidaryti grūdintai struktūrai;

c) fizikines ir mechanines virintinės jungties savybes;

d) pagal tai, ar specialios virintinės jungties savybės atitinka technines sąlygas (atsparumas kaitrai, dilimui ir kt.).

Suvirinamumas įvertinamas bendra (visų cheminių elementų, įeinančių į suvirinamojo metalo cheminę sudėtį) koeficientų suma ir sutartinai žymimas C.

Kuo didesnis bendrasis anglies ekvivalentas C, tuo suvirinamoms detalių briaunoms prieš virinant reikalinga aukštesnė išankstinio pakaitinimo temperatūra.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokius metalo požymius nurodo jo mechaninės savybės?
2. Ką reiškia šie terminai: metalo stiprumas, metalo kietumas, metalo stangrumas, metalo tąsumas, metalo plastiškumas, metalo takumo riba?
3. Kokius procesus vadiname makroanalize ir kokius – mikroanalize?
4. Aprašykite, kokias savybes įgauna metalas jį kaitinant, normalizuojant, grūdinant, atleidžiant.
5. Ką vadiname metalų suvirinamumu?
6. Koks plienas yra: gerai suvirinamas, patenkinamai suvirinamas, ribotai suvirinamas, blogai suvirinamas?
7. Trumpai aprašykite, kokią įtaką plieno suvirinamumui turi cheminės medžiagos, įeinančios į jo sudėtį: siera, varis, nikelis, chromas, anglis.

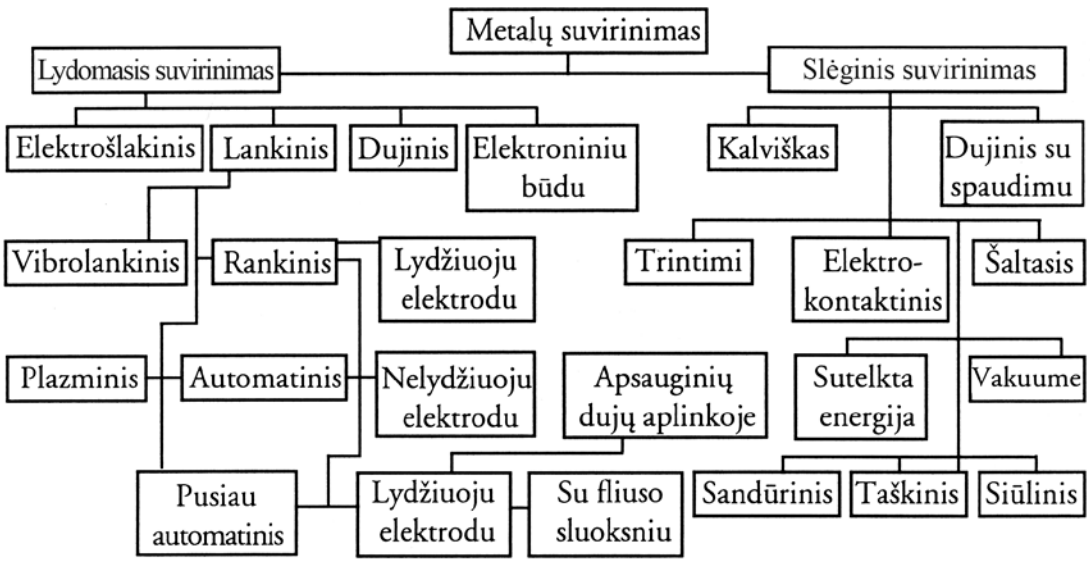
1.2. Suvirinimo procesai

Jie apibūdinami ISO 857, o skaitmeniniai simboliai yra pateikti ISO 4063. Šis standartas apima tokius suvirinimo procesus:

111 – lankinis suvirinimas glaistytaisiais elektrodais (E suvirinimas);
114 – lankinis suvirinimas milteline savisauge viela;
121 – lankinis suvirinimas su fliusu elektrodine viela;
131 – lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu inertinėse dujose (MIG suvirinimas);
135 – lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu aktyviosiose dujose (MAG suvirinimas);
136 – lankinis suvirinimas milteline viela aktyviosiose dujose;
137 – lankinis suvirinimas milteline viela inertinėse dujose;
141 – lankinis suvirinimas volframo elektrodu inertinėse dujose (TIG (WIG) suvirinimas);
15 – plazminis suvirinimas (WP suvirinimas);
311 – acetileninis deguoninis suvirinimas (G suvirinimas);
21/23 – kontaktinis taškinis/ritininis suvirinimas (RP/RR suvirinimas).

Kiti lydomojo suvirinimo procesai atliekami pagal susitarimą (1.2 pav.).

Platesnę suvirinimo procesų klasifikaciją pagal Lietuvõs standartus LST EN 24063:1997 galite rasti pačiuose standartuose arba papildomoje literatūroje.



1.2 pav. Pagrindiniai suvirinimo būdai

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip iššifruoti šiuos skaitmeninius simbolius: 311, 137 ir 15?
2. Kokiu skaitmeniniu simboliu žymime lankinį suvirinimą lydžiuoju elektrodu aktyviosiose dujose?
3. Kaip dar vadinamas lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu aktyviosiose dujose – MIG ar MAG?

1.3. Virintinės jungtys ir siūlės

1.3.1. Jungčių ir siūlių klasifikacija

Skiriami šie virintinių jungčių būdai: sudurtinis, kampinis, užleistinis, tėjinis (1.3 pav.). Virintinės siūlės skirstomos į:

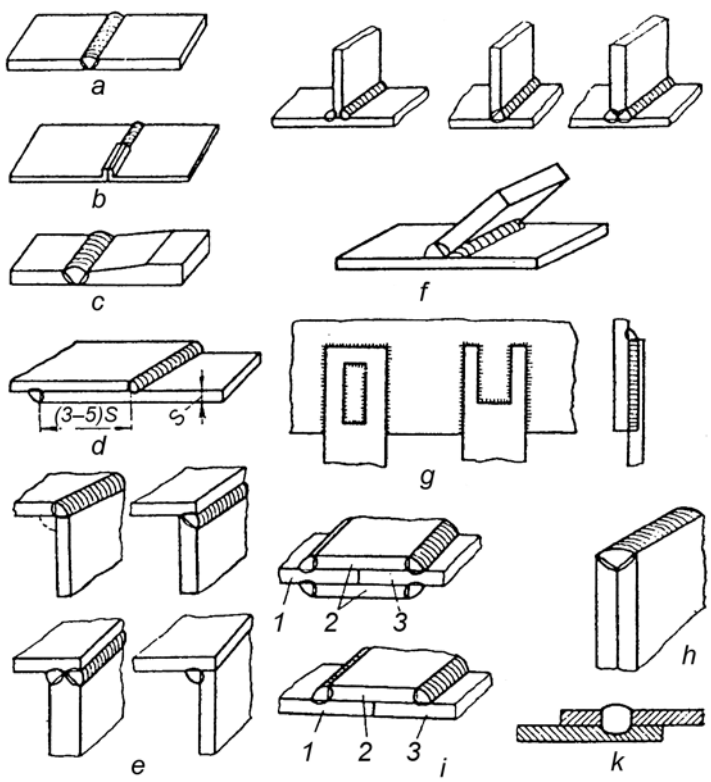
- kampines ir sudurtines;
- pagal ilgį:

a) trumpas – iki 250 mm, b) vidutinio ilgio – iki 1000 mm, c) ilgas – ilgesnes nei 1000 mm;

- pagal sluoksnių skaičių:

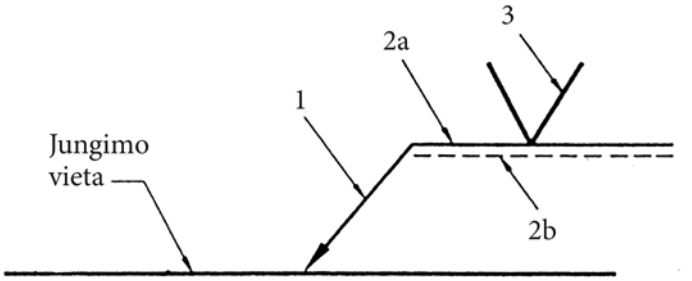
a) vienasluoksnes, b) daugiasluoksnes;

- vienpuses ir dvipuses;
- sustiprintas;
- susilpnintas;
- pagal padėtį erdvėje – žemutines, horizontalias vertikalioje plokštumoje, vertikalias, lubines;
- pagal siūlės skerspjūvio formas – X, V, U, K ir kt. formos.

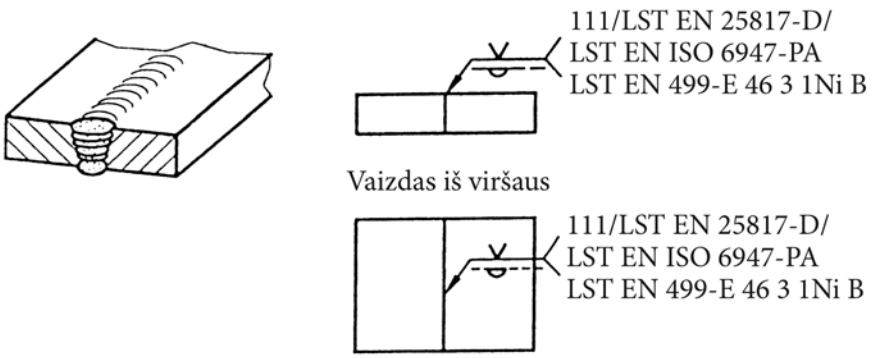


1.3 pav. Pagrindiniai virintinių jungčių tipai:
a – sudurtinės; b – sudurtinės atriestais kraštais; c – sudurtinės nevienodo storio lakštų; d – užleistinės; e – kampinės; f – tėjinės; g – išpjautinės; h – galinės; i – su antdėklais; k – taškinės; 1, 3 – suvirinamosios detalės; 2 – antdėklai

Suvirinant metalus būtina žinoti siūlės tipą, jos simbolinį žymėjimą (1.4 pav.), vaizdavimą brėžinyje (1.5 pav.) ir siūlės padėties žymėjimą raidėmis (1.7 pav.). Tik visa tai gerai žinant galima be vargo naudotis suvirinimo režimų, medžiagų parinkties lentelėmis.



1.4 pav. Žymėjimo būdas:
1 – rodyklės linija; 2a – ištisinė nuorodų linija;
2b – brūkšninė nuorodų linija; 3 – siūlės simbolis



1.5 pav. Sudurtinė siūlė V su šaknies pavirinimu (vaizdai iš priekio ir viršaus)

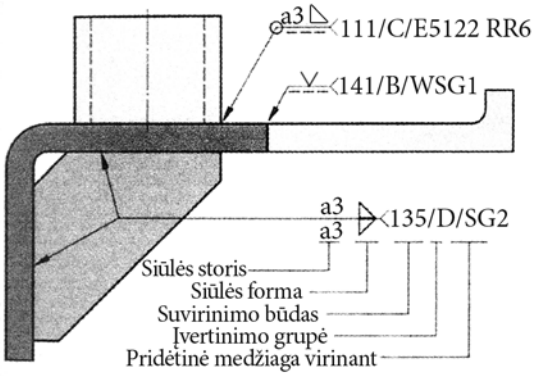
Suvirinimo jungčių terminai pateikiami Lietuvõs standarte LST EN 12345.

Virintinių ir lituotinių jungčių žymėjimas brėžiniuose pateikiamas Lietuvõs standarte LST EN 22553 „Suvirintosios ir lituotosios jungtys. Žymėjimas simboliais brėžiniuose (ISO 2553:1992)“.

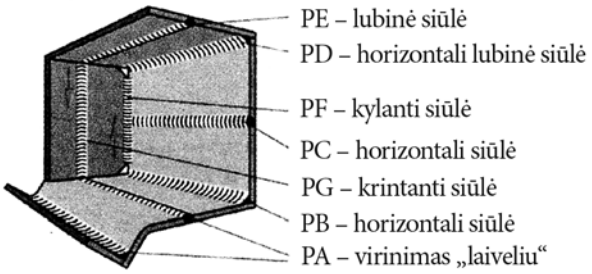
Brūkšninė linija brėžiama po ištisine linija arba virš jos, simetriškoms siūlėms brūkšninė linija nereikalinga. Brėžinio simbolių storiai ir linijos braižomos pagal ISO 128 ir ISO 3098-1.

Pagal 1.5 paveiksle pateiktą pavyzdį galima spręsti, kad V sudurtinė siūlė su šaknies pavirinimu virinta rankiniu lankiniu suvirinimo būdu, kurio proceso numeris 111 pagal ISO 4063, reikalingas priimtinumo lygmuo pagal ISO 5817, žemutinėje padėtyje PA pagal ISO 6947, glaistytaisiais elektrodais ISO 2560–E 51 2 RR22.

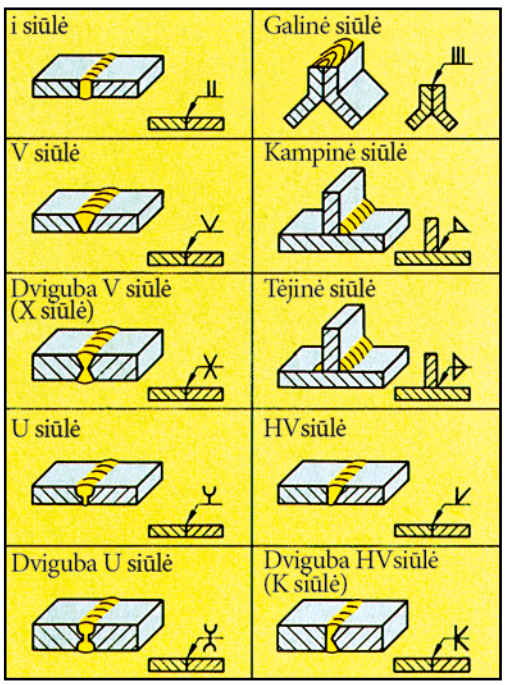
Standartų yra įvairių (ISO, LST, EN, DIN, GOST) ir norint jais naudotis būtina žinoti, kuris kokiai valstybei priklauso (LST – Lietuvõs standartai). 1.6, 1.7 ir 1.8 paveiksluose pateiktos siūlių žymėjimo, vaizdavimo brėžiniuose ištraukos pagal kitus standartus.



1.6 pav. Siūlių vaizdavimas brėžinyje



1.7 pav. Suvirinimo siūlių padėtys



1.8 pav. Suvirinimo siūlių tipai ir jų simbolinis žymėjimas (pagal DIN 1912)

1.3.2. Gaminio briaunų paruošimas

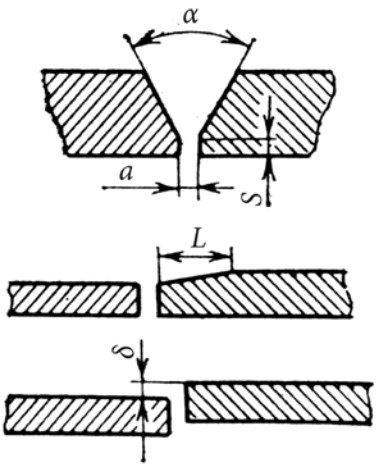
Prieš suvirinant, gaminio briaunos turi būti paruošiamos.

Virinant metalus ir glaistytaisiais elektrodais, ir apsauginėse dujose, taip pat naudojant dujinį suvirinimą **plieninės jungtys** paruošiamos pagal Lietuvõs standartus (LST EN 29692:1997). Standartų lentelėse yra nurodomi siūlės parametrai, jungties paruošimas ir rekomenduojamas suvirinimo procesas.

Pagrindiniai plieno sujungimo būdai:

- sudurtiniai, virinami iš vienos pusės;
- sudurtiniai, virinami iš abiejų pusių;
- kampinės siūlės, virinamos iš vienos pusės;
- kampinės siūlės, virinamos iš abiejų pusių.

Gaminio briaunų geometrinės formos elementai yra: briaunų nuožulnumos kampas (α), tarpelis tarp suvirinamų briaunų (a), briaunų bukumas (S), įvairaus storio detalių lakšto nuožulnumos ilgis (L), briaunų nesutapimas (δ) (1.9 pav.).



1.9 pav. Gaminio briaunų paruošimas virinti

Tam tikro kampo nuožulnuma daroma tada, kai gaminys storesnis nei 3 mm, nes siūlės gali nepavykti suvirinti.

Kai tarpelis tarp briaunų parinktas teisingai, siūlė gerai įvirinama per visą jos skerspjūvį, tinkamu režimu suvirinant pašakninį sluoksnį.

Kai briaunos yra tam tikro bukumo, normaliai suvirinamas pašakninis siūlės sluoksnis. Jei bukumo nėra, galima pradeginti metalą.

Parenkant teisingą lakšto nuožulnumos ilgį, sudaromas tolygus perėjimas ir pašalinami detalėse esantys įtempių koncentratoriai.

Kuo didesnis briaunų nesutapimas, tuo silpnesnė virintinė jungtis, dažniau pasitaiko neįvirintų vietų, susidaro įtempių koncentracijos.

Nuo briaunų ir 25–30 mm ruože palei siūlę nuvalomos rūdys, tepalai, dažai, drėgmė, purvas ir kiti nešvarumai, kurie suvirinant gali būti korytumo, šlako intarpų ir kitų defektų priežastis. Valoma mechaniniu arba dujinio apdorojimo būdais, procesą užbaigiant prapūtimu suspausto oro srove.

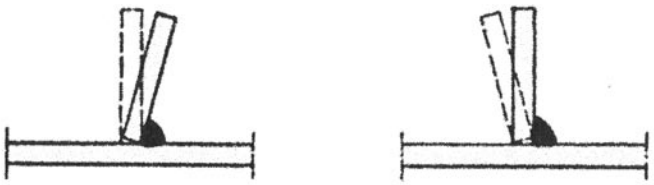
PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokias žinote virintines jungtis?
2. Kokias žinote virintines siūles?
3. Kaip klasifikuojamos siūlės pagal padėtį erdvėje?
4. Kodėl prieš suvirinimą ruošinio briaunos padaromos nuožulnios?
5. Kuriam tikslui valomos nuožulnumos ir kaip tai atliekama?
6. Ką vadiname ruošinio briaunų bukinimu ir kam reikalinga ši operacija?
7. Kokie yra gaminio briaunų geometrinės formos elementai?

1.4. Suvirinimo deformacijos ir įtempiai

Bet koks konstrukcijos geometrinės formos ir matmenų pasikeitimas, atsirandantis dėl šiluminio liepsnos veikimo, vadinamas **suvìrinimo deformãcija**.

Suvirinant detalėse atsiranda ir jas deformuoja vidiniai įtempiai. Jie atsiranda dėl įvairių priežasčių: nevienodai įkaista suvirinamas metalas, įvyksta siūlių kristalizacinis suslūgimas, pakinta siūlės metalo ir zonos prie siūlės struktūra. Šios visos priežastys yra neišvengiamos. Virinant metalas įkaista ir plečiasi, tolesni nuo suvirinimo vietos šalti metalo sluoksniai neleidžia įkaitusiems sluoksniams plėstis. Susidaro vidiniai įtempiai, kurie ir deformuoja konstrukciją (1.10 pav. ir 1.11 pav.).



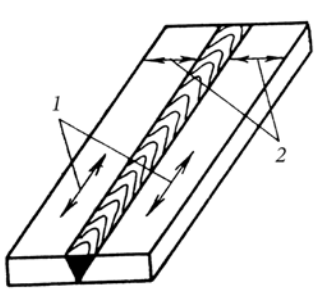
a *b*

1.10 pav. Kampinės jungties deformacija:
a – tėjinio jungimo atveju susitraukimo jėga traukia pritvirtintą plokščią vertikalią detalę;
b – norint pasipriešinti susitraukimo jėgai, pritvirtintą detalę galima atitinkamai palenkti į priešingą suvirinimo siūlei pusę

a *b*

1.11 pav. Sudurtinės jungties deformacija:
a – esant laisvai padėtų plokščių sudurtinei jungčiai ir tada, kai suvirinant pakaitinta sritis viršutinėje dalyje yra platesnė nei apatinėje, lakšto briaunos užlinksta į viršų;
b – norint pasipriešinti susitraukimo jėgai, lakštus galima padėti atitinkamu kampu, priešingu galimo išlinkio kampui

Liekamieji įtempiai suvirinant susidaro dėl termoplastinių deformacijų, kai gaminyje nevienodai pasiskirsto temperatūra. Suvirintose konstrukcijose virintinę jungtį gali veikti išilginiai ir skersiniai įtempiai, kurie gali pakeisti netgi suvirintų konstrukcijų atsparumą (1.12 pav.).

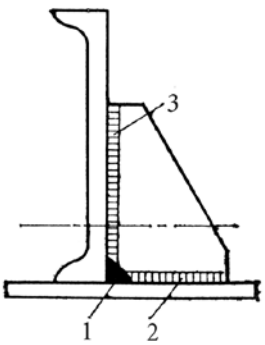


1.12 pav. Virintinės jungties išilginiai (1) ir skersiniai (2) svyravimai

Deformacijos būna laikinosios, liekamosios ir vietinės. Laikinosios deformacijos atsiranda suvirinant ir išnyksta baigus suvirinti. Deformacijos, kurios neišnyksta ataušinus metalą iki aplinkos temperatūros, vadinamos **liekamósiomis**. **Viẽtinės deformãcijos** būna atskiruose gaminio elementuose. Deformacijos, kurios pakeičia viso gaminio matmenis, iškreipia geometrines ašis, vadinamos **bendrósiomis deformãcijomis**. Jos gali susidaryti ir suvirinamo gaminio plokštumoje, ir ne plokštumoje.

Suvirintų konstrukcijų įtempius bei deformacijas stengiamasi sumažinti, nors neįmanoma jų visiškai išvengti. Deformacijos suvirinant sumažinamos technologiniais ir konstrukciniais būdais. Technologiškai jos sumažėja, kai:

• parinkta tinkama gaminių surinkimo ir suvirinimo technologija, kitaip tariant, pagal taisykles parinktas suvirinimo būdas ir režimas, nustatytu nuoseklumu virinamos siūlės, gaminys tinkamai paruošiamas suvirinti (1.13 pav.);



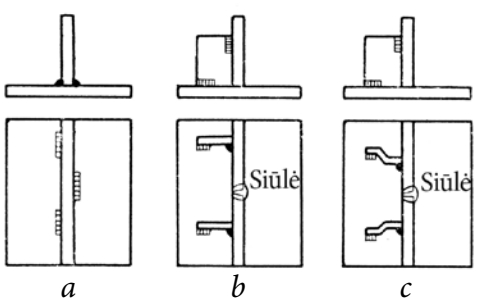
1.13 pav. Teisingas mazgo suvirinimo nuoseklumas:
1 – išilginė siūlė; 2, 3 – skersinės siūlės

• kartais detalės sutvirtinamos elastingai, šalia siūlės laikinai privirinamos specialios plokštelės, tada suvirinant jos gali šiek tiek pasislinkti;

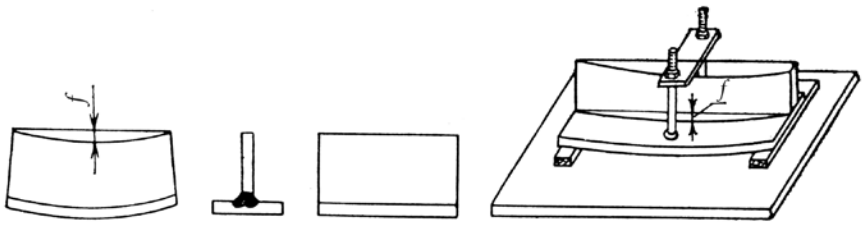
• detalės standžiai sutvirtinamos ant stalų, metalinių plokščių ir kitokių įtaisų, kurių standumas keliskart didesnis už suvirinamo gaminio standumą (1.14 pav.);

• detalės išlenkiamos priešinga kryptimi negu ta, kuri gaunama suvirinus gaminį. Šitaip galima visiškai pašalinti liekamąsias deformacijas (1.15 pav.);

• kai norima sumažinti nelabai plastiškų metalų (ketaus, grūdintų plienų) deformacijas, prieš suvirinant pakaitinama iki 400–500 °C temperatūros. Taip sumažinamas temperatūros perkrytis tarp suvirinamos vietos ir pagrindinio metalo;



1.14 pav. Suvirinimas sukabinant:
a – standieji sukabinimai; b, c – elastingieji sukabinimai

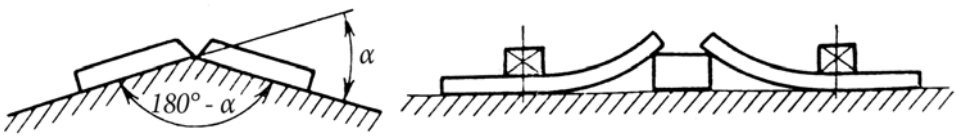


1.15 pav. Atvirkštinis tėjinio elemento išlenkimas:
a – tėjinė jungtis išlenkiant priešinga kryptimi dydžiu f;
b – tėjinės jungties forma ją suvirinus; c – atvirkštinis sijos išlenkimas

• lygiau kaista suvirinamas gaminys ir būna mažesni įtempiai bei deformacijos, kai siūlės daromos daugiasluoksnės, nes kiekvienam sluoksniui reikia mažiau šilumos, negu ją visą suvirinant iš karto;

• labai sumažėja liekamosios deformacijos, kai suvirinant įkaitinimo zona priverstinai aušinama;

• įtvirtinamos detalės, kad jos negalėtų judėti (1.16 pav.).



1.16 pav. Detalių įtvirtinimas prieš suvirinant

Suvirintų gaminių baigtinės deformacijos pašalinamos mechaniškai arba termiškai. Lyginamasis gaminys įgyja naujų deformacijų, kurios naikina pirmines, atsiradusias jį suvirinant. Lyginama rankiniu būdu arba staklėmis ir presais. Lyginama ir termiškai – atitinkamą gaminio vietą įkaitinant dujų liepsna. Įkaitęs metalas plečiasi, o greta esantis šaltas metalas priešinasi jo plėtimuisi. Todėl ataušinta įkaitusi dalis susitraukia ir sumažina arba visai panaikina deformacijas. Kad greičiau vyktų terminis lyginimas, viena gaminio dalis kaitinama, kita – aušinama vandeniu.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kodėl virinant detalėje atsiranda deformacijos?
2. Dėl kokių priežasčių virinant detalėje susidaro liekamieji įtempiai?
3. Kaip skirstomos suvirinant atsirandančios deformacijos?
4. Kokius žinote suvirinimo deformacijų ir įtempių sumažinimo būdus?
5. Kaip šalinamos suvirintų gaminių liekamosios deformacijos?
6. Išvardykite metalo ruošimo suvirinti operacijas.
7. Išvardykite faktorius, nuo kurių priklauso elektrolankinio suvirinimo siūlės kokybė.

1.5. Kontaktinis suvirinimas

1.5.1. Kontaktinio suvirinimo taikymas

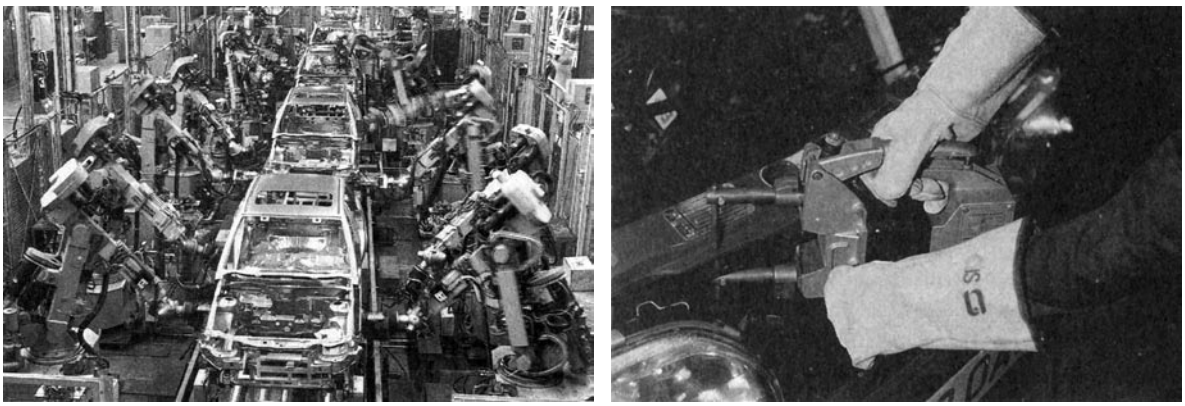
Automobilių gamyboje ir ypač remontuojant kėbulus plačiausiai naudojamas kontaktinis suvirinimas (1.17 pav.). Šis suvirinimas yra vienas iš slėginio suvirinimo panaudojant išorinę jėgą būdų, dar vadinamas varžiniu suvirinimu. Slėginis suvirinimas atliekamas penkiais skirtingais būdais:

- lankinis suvirinimas, suvirinimas sprogimu, spindulinis suvirinimas, suvirinimas trintimi, **varžìnis slĕginis suvìrinimas**.

Pastarasis skirstomas dar į keturias kategorijas:

- taškinį suvirinimą, reljefinį suvirinimą, ritininį suvirinimą, sudurtinį suvirinimą.

Būtent taškinis ir reljefinis suvirinimai dažniausiai naudojami plonoms skardoms suvirinti. Šis būdas labai našus, paprastas, greitas ir pigus.



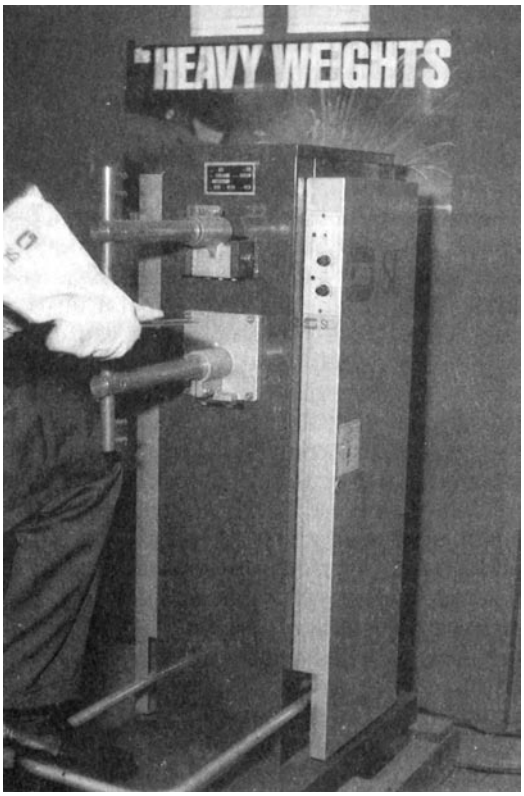
1.17 pav. Automobilių gamyboje naudojami kontaktinio suvirinimo robotai, o remontuojant – mobiliosios suvirinimo replės

1.5.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos

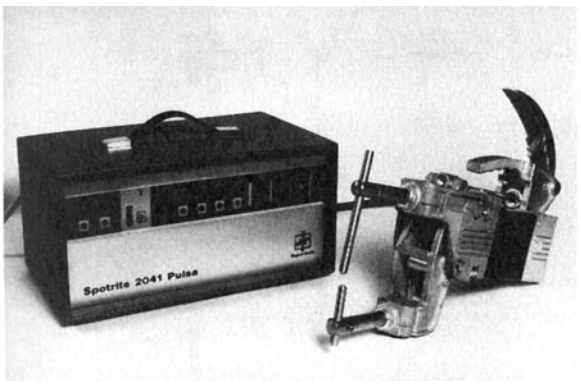
Suvirinant kontaktiniu būdu reikia turėti apsauginius akinius, apsaugančius akis nuo elektros išlydžių, specialius suvirintojo drabužius ir pirštines. Be suvirinimo aparatų, reikia pagalbinių įrankių: plieninio šepečio, nedidelio plaktuko, kirstuko, šablono, matavimo prietaisų. Jokios papildomos medžiagos nenaudojamos. Dažniausiai, ką reikia eksploatuojant įrangą pakeisti, – tai sudilusius varinius kontaktus. Todėl šis suvirinimas toks paklausus ir paprastas.

Suvirinimo aparatai dažniausiai skirstomi į programuojamuosius (robotus), stacionariuosius (1.18 pav.) ir mobiliuosius (kilnojamuosius) (1.19 pav.). Pirmieji naudojami gamyboje, o kiti – remontuojant automobilius ir kitus agregatus. Mobili įranga dažniausiai išsiskiria savo matmenimis, galia ir kontaktinių antgalių įvairove.

Suvirinant kontaktiniu būdu dažnai naudojami universalūs įrenginiai, pagreitinantys darbo tempą nesumažinant kokybės (1.20 pav., 1.21 pav.).

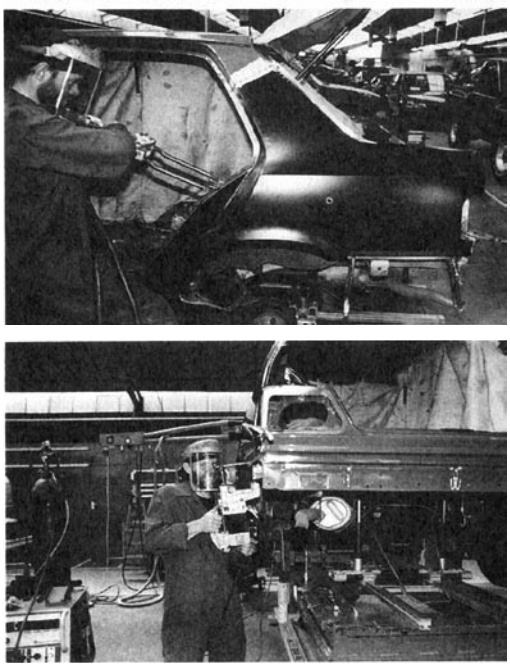


1.18 pav. Stacionarusis įrenginys SIP



1.19 pav. Mobilusis įrenginys ARO Machinery Co

1.20 pav. Universalusis suvirinimo įrenginys ARO



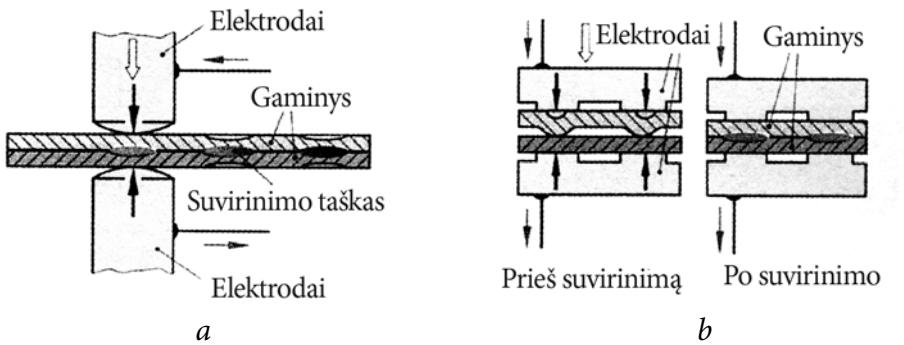
1.21 pav. Automobilio kėbulo remontas

1.5.3. Kontaktinio suvirinimo technologija

Kontãktinį suvìrinimą dėl jo technologinių procesų dažnai vadiname **varžiniu slẽginiu vìrinimu**. Suvirinamos medžiagos (dažniausiai plonos skardos) suspaudžiamos elektrodais. Srovei tekant tarp elektrodų, ties jais medžiaga įkaista, suminkštėja ir galima suvirinti nepanaudojus jokios pridėtinės medžiagos.

Naudojant taškinį suvirinimą (RP), skardos sujungiamos atskirais suvirinimo taškais pro juos praleidžiant aukštą srovę. Tai atliekama dviem vandeniu aušinamais variniais elektrodais. Tarp jų esanti skarda, turėdama didelę elektrinę varžą, įkaista iki lydymosi temperatūros ir tuo momentu stipriai suspaudžiama elektrodais. Gaunama patvari, mažo aplinkinės medžiagos terminio poveikio jungtis (1.22 pav.).

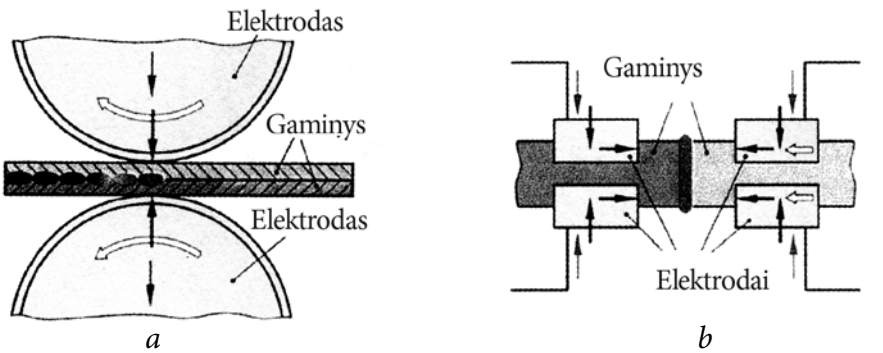
Naudojant reljefinį suvirinimą (RB), viena gaminio detalės plokštuma turi daug iškilimų, kuriais liečiantis prie kitos detalės prateka didelė srovė. Šie iškilimai tampa suvirinimo vietomis (1.22 pav.).



1.22 pav. Taškinis (a) ir reljefinis (b) suvirinimai

Naudojant ritininį (RR) suvirinimą, vietoj strypo formos varinių elektrodų skardos suvirinamos dviem variniais besisukančiais ritinėliais. Skardoms judant tarp ritinėlių suvirinimo impulsai praleidžiami norimu dažniu. Gaunamos nuo taškinės iki ištisinės sandarios suvirinimo siūlės (1.23 pav.).

Naudojant sudurtinį suvirinimą aplydant (RA) dažniausiai suvirinamos to paties skerspjūvio detalės (skerspjūvis iki 100 mm). Lietimosi paviršiai tam tikru dažniu yra suliečiami ir



1.23 pav. Ritininis (a) ir sudurtinis lydomasis (b) suvirinimai

atskiriami. Kartu pro juos praleidžiama aukšta srovė. Per visą skerspjūvį atsiradus daug elektros išlydžių, suvirinamos vietos išsilydo ir tuo momentu stipriai suspaudžiamos. Po suvirinimo atsiradusios išvartos mechaniškai apdorojamos (1.23 pav.).

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip skirstomas slėginis suvirinimas?
2. Kaip skirstomas varžinis slėginis suvirinimas?
3. Kur naudojamas kontaktinis suvirinimas?
4. Kokius žinote kontaktinio suvirinimo įrenginius?
5. Kuriuos suvirinimo būdus žymi šie simboliai: RP, RB, RR, RA?
6. Kuris vienas iš keturių varžinių suvirinimų automobiliuose naudojamas plačiausiai?

1.6. Elektrolankinis rankinis suvirinimas apsauginėse dujose

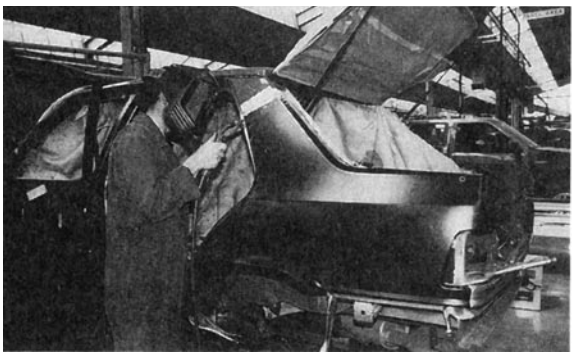
1.6.1. Suvirinimo taikymas

Suvìrinimas apsaugìnių dùjų aplinkojè – tai procesas, kai virinama elektros lanku, apsauginėmis dujomis saugant suvirinimo vietą nuo aplinkos poveikio. Apsauginės dujos būna inertinės ir aktyviosios.

Jei elektros lankas dega tarp detalės paviršiaus ir lydžiojo elektrodo, kuris kartu yra ir pridėtinė medžiaga, toks suvirinimas vadinamas **suvìrinimu lydžiúoju elektròdu apsaugìnėse dùjose**.

Jei elektros lankas dega tarp detalės paviršiaus ir nelydžiojo volframinio elektrodo, toks suvirinimas vadinamas **suvìrinimu volfrãminiu elektròdu apsaugìnėse dùjose**.

Šie suvirinimo būdai taip pat plačiai naudojami remontuojant automobilių kėbulus ar atskirus jų agregatus (1.24 pav.).



1.24 pav. Kėbulo remontas MAG ir MIG būdais

Apsauginės dujos apsaugo išlydytą metalą nuo kenksmingo aplinkos oro (pvz., deguonies, azoto) poveikio.

Apsauginei aplinkai sudaryti naudojamos **inertinės** arba **aktyviosios** dujos. Lydant inertinės dujos (brangios dujos, pvz., helis, neonas, argonas) nedalyvauja jokiose cheminėse reakcijose. **Argonas** nedega ir nesprogsta, yra sunkesnis už orą. Šios dujos plačiai naudojamos aliuminiui ir jo lydiniams suvirinti. **Helis** lengvesnis už orą, sunkiau apsaugo vonelę nuo oro. Jis yra brangesnis už argoną, todėl naudojamas rečiau, tik specialiems suvirinimo darbams. Nebrangios aktyviosios dujos (pvz., anglies dioksidas, dujų mišiniai) dalyvauja suvirinimo metu vykstančiose cheminėse reakcijose. Jos turi įtakos elektros lanko formai, ilgiui, taip pat siūlės formai ir įvirinimo gyliui. Aktyviosios dujos ne tik saugo vonelę nuo oro, bet ir chemiškai reaguoja su virinamu metalu arba jame ištirpsta. Dažniausiai naudojamas **anglies dioksidas**. Jis aktyvus, todėl naudojamas virinant lydžiuoju elektrodu. Anglies dioksidas – bespalvės ir bekvapės nenuodingos dujos, 1,5 karto sunkesnės už orą. Virinant taip pat naudojamas ir **vandenilis**. Tai labai pavojingos ir sprogios dujos. Dirbant su jomis reikia griežtai laikytis darbo saugos reikalavimų. Naudojamas ir **azotas**. Jis netirpsta varyje ir su juo nereaguoja, todėl naudojamas variui ir jo lydiniams suvirinti. Apsauginių dujų pasirinkimas priklauso nuo suvirinamų medžiagų. Atsižvelgiant į tai, kokios naudojamos apsauginės dujos, skiriami du suvirinimo lydžiaisiais metaliniais elektrodais apsauginėse dujose būdai:

• **MIG būdas** (suvirinimas inertinių dujų aplinkoje) – aliuminiui, magniui ir gausiai legiruotiesiems plienams suvirinti.

• **MAG būdas** (suvirinimas aktyviųjų dujų aplinkoje) – visų rūšių plienams, ypač tinka plonoms skardoms suvirinti.

• **TIG (WIG) būdas** – tai suvirinimas nelydžiuoju volframiniu elektrodu inertinėse dujose. Jis dažniausiai naudojamas gausiai legiruotiesiems plienams, aliuminio lydiniams ir titanui suvirinti. Apsauginėse dujose dažniausiai virinama nuolatine srove. Elektrodas jungiamas prie šiltesnio teigiamojo poliaus. Kintamoji srovė naudojama WIG būdu virinant medžiagas, turinčias labai tvirtą oksidų plėvelę. Nuolat keičiantis srovės tekėjimo krypčiai suardoma susidaranti oksidų plėvelė.

• **WP būdas** – plazminis suvirinimas nelydžiuoju volframo elektrodu elektrai laidžiu dujų srautu nuo storų iki ploniausių (0,01 mm) skardų lakštų.

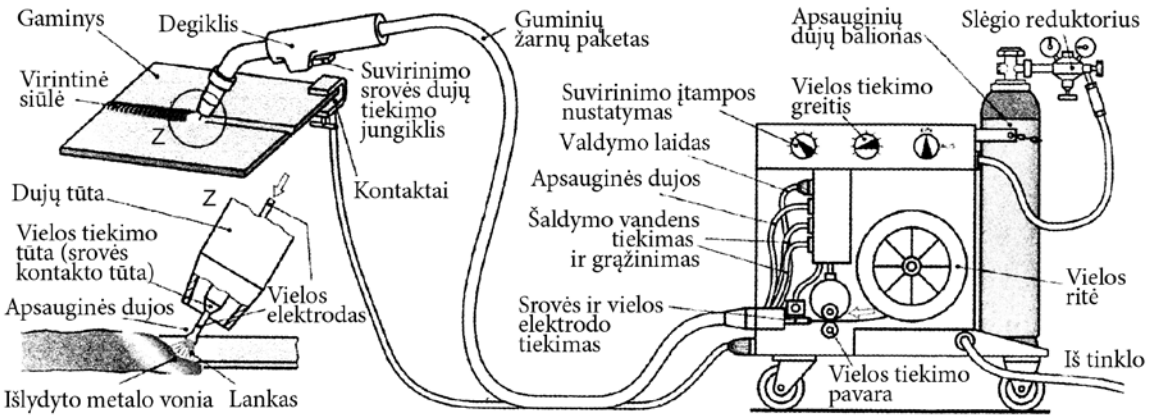
Suvirinimo apsauginių dujų aplinkoje būdo **privalumai** yra šie:

1) gerai apsaugoma suvirinimo zona nuo oro deguonies ir azoto;
2) virintinės siūlės pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis;
3) didelis suvirinimo našumas, rankiniu būdu suvirinama iki 50–60 m/h greičiu, o automatiniu – iki 200 m/h ir greičiau;
4) nebereikia naudoti fliusų ir po to nuo siūlės valyti šlakų;
5) galima stebėti siūlės formavimąsi;
6) maža terminė zona;
7) suvirinimo procesą galima visiškai mechanizuoti;
8) didelis manevringumas;
9) galima suvirinti įvairiose erdvės padėtyse.

Suvirinant inertinių dujų aplinkoje arba anglies dioksido ir argono aplinkoje, lankas dega stabiliau, jo šiluma efektyvesnė, t. y. šiluma patenka į suvirinamus kraštus. Naudojant argono ir anglies dioksido mišinį, minimaliai išdega legiruojantieji elementai.

1.6.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos

Elektrolankinio rankinio suvirinimo apsauginėse dujose įrangą sudaro:
1. Suvirinimo pusautomatis.
2. Apsauginių dujų balionas su reduktoriumi (LST EN 439:1998) (1.25 pav.).



1.25 pav. Suvirinimo apsauginių dujų aplinkoje įranga

Suvirinimo viela (LST EN 440:1998) gaminama įvairaus skersmens (nuo 0,3 iki 12 mm) ir įvairios cheminės sudėties, padengta ir nepadengta variu. Automobiliams remontuoti dažniausiai naudojama 0,8 mm viela. Padengtam paviršiui būdingas geresnis elektrinis kontaktas, be to, nerūdija.

Kaip ir suvirinant fliusu, suvirinimo vielos naudojamos suvirinti anglies dioksido aplinkoje. Cheminė vielos sudėtis turi būti tokia pati arba artima suvirinamojo metalo cheminei sudėčiai.

Suvirinimo viela iš gamyklos gaunama suvyniota į rites po 20–40 kg. Prie kiekvienos iš jų būna pritvirtinta metalinė plokštelė, kurioje nurodytas gamyklos pavadinimas, liejimo numeris ir vielos markė. Vielos partijai išduodamas sertifikatas su nurodoma jos chemine sudėtimi. Vielos paviršius turi būti švarus ir lygus. Nuokrypis nuo 1,0–6,0 mm vielos skersmens leidžiamas ne didesnis kaip 0,12–0,16 mm.

Apsauginių dujų aplinkoje galima suvirinti **rankiniu, pusiau automatiniu ir automatiniu būdais**:

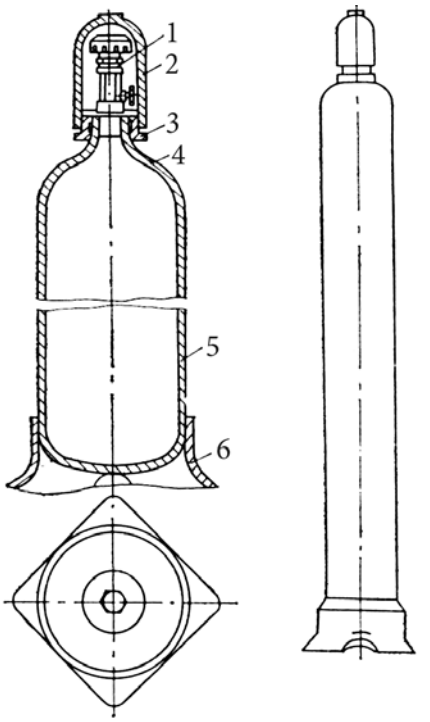
- rankiniu būdu suvirinama, kai reikia sujungti iki 25–30 mm storio metalo briaunas;
- pusiau automatiniu ir automatiniu būdais suvirinamos ilgos siūlės.

Nelydieji elektrodai reikalingi tik elektros lankui sužadinti ir jo degimui palaikyti. Naudojami šie nelydieji elektrodai: angliniai, grafitiniai ir volframiniai.

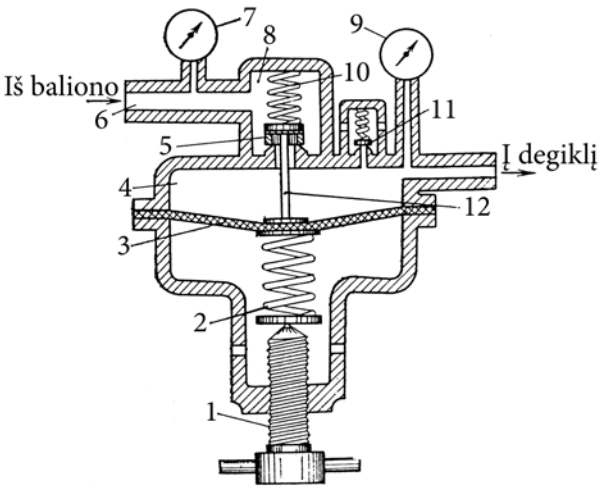
Dujų aparatūra suvirinant elektrolankiniu būdu

Dujų aparatūra, naudojama automatiniam ir pusiau automatiniam suvirinimui apsauginėse dujose, yra: balionai, dujų reduktoriai, šildytuvai ir džiovintuvai, rotametrai ir elektromagnetiniai dujų vožtuvai.

Baliõne (1.26 pav.) dujos transportuojamos ir laikomos. Tai plieninis ritininis indas (5) su įgaubtu dugnu. Indo kakle (4) yra sriegiai uždarymo vožtuvui (1) įsukti. Ant baliono kaklo užmaunamas žiedas (3) su sriegiais apsauginiam gaubtui (2) užsukti, kad transportuojant nenukentėtų vožtuvas. Prie dugno pripresuotas padėklas (6), kad balionas galėtų stovėti vertikaliai. Dažniausiai naudojami 40 dm^3 talpos balionai. Juose telpa 6 m^3 dujų, suslėgtų 150 kg/cm^2 slėgiu (esant atmosferos slėgiui). Balionai nudažomi dujų rūšį žyminčia spalva, atitinkama spalva užrašomas jų pavadinimas ir paskirtis. Viršutinėje, nenudažytoje, balionų dalyje įspausti paso duomenys. Greta žymimi kas penkeri metai (acetileno balionams – kas treji metai) atliekamų balionų bandymo ir apžiūrų duomenys.



1.26 pav. Plieninis dujų balionas



1.27 pav. Dujų reduktoriaus schema

Redùktorius (1.27 pav.) reguliuoja dujų slėgį, kad jis būtų pastovus kintant jų kiekiui balione. Dujos iš baliono pro kanalą patenka į aukšto slėgio kamerą (8); spyruoklės (10) ir dujų slėgio veikiamas redukcinis vožtuvas (5) sandariai prisispaudžia prie pagrindo ir uždaro angą į dujų žemo slėgio kamerą (4). Įsukant reguliavimo varžtą (1), pagrindinė (membranos) spyruoklė (2) susispaudžia ir perduoda slėgį per membraną (3) strypeliui (12), kuris pakelia vožtuvą, ir dujos iš aukšto slėgio kameros teka į žemo slėgio kamerą. Joje dujos išsiplečia, ir jų slėgis nukrinta iki nustatyto darbinio slėgio. Dujų slėgis, jas naudojant, žemo slėgio kameroje mažėja, membrana, spyruoklės (2) veikiama, kyla ir atidaro vožtuvą (5). Kai dujų imama naudoti mažiau, slėgis žemo slėgio kameroje padidėja, membrana (3) nusileidžia ir uždaro vožtuvą. Jei kartais slėgis žemo slėgio kameroje pasidaro didesnis už leidžiamąjį, atsidaro apsauginis vožtuvas (11) ir suslėgtos dujos išeina į atmosferą. Reduktoriuje įtaisomi aukšto (7) ir žemo (5) slėgio manometrai.

1.6.3. Lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu aktyviosiose dujose (MAG)

Suvirinimo CO_2 aplinkoje technologija

Anglies dioksido aplinkoje galima suvirinti visose erdvinėse padėtyse: vertikalioje, lubinėje, horizontalioje, žemutinėje ir kt. Suvirinimo režimo anglies dioksido aplinkoje parametrai yra šie: srovės rūšis (nuolatinė arba kintamoji), poliškumas, elektrodo (vielos) skersmuo, srovės stiprumas, lanko įtampa, vielos tiekimo greitis, elektrodo iškyša, anglies dioksido sąnaudos, elektrodo posvyrio į siūlės ašį kampas ir suvirinimo greitis.

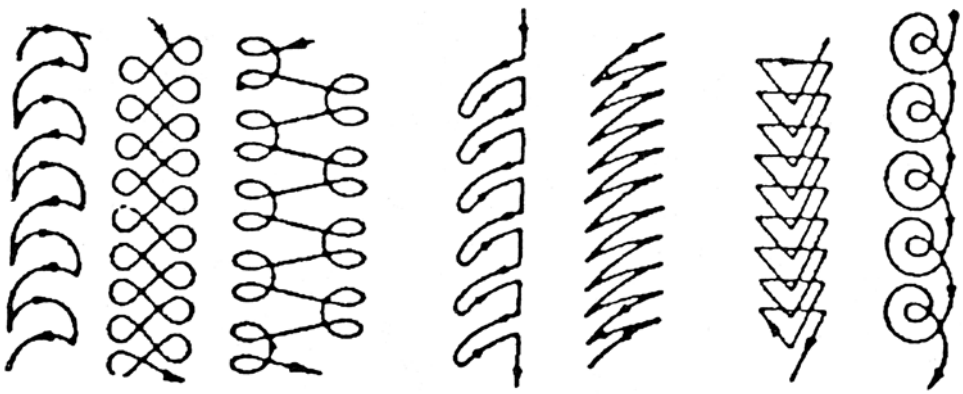
Suvirinant anglies dioksido aplinkoje dažniausiai naudojama apgręžtojo poliškumo srovė, t. y. neigiamojo šaltinio gnybtas jungiamas prie suvirinamo gaminio, o teigiamasis – prie elektrodo, nes, esant tiesioginiam poliškumui, lankas yra nestabilus. Kintamąją srovę galima naudoti tik prijungus osciliatorių, antraip lankas nedega.

Elektrodo antgalio iškyšos ilgis turi didelę reikšmę suvirinimo stabilumui ir siūlės kokybei. Pailginus iškyšą, lankas būna mažiau stabilus, blogiau suformuojama siūlė ir daugiau išsitaško metalo. Esant labai mažai elektrodo iškyšai, sunku stebėti suvirinimo procesą. Elektrodo iškyša parenkama atsižvelgiant į vielos skersmenį:

1.2 lentelė. Vielos skersmens ir iškyšos priklausomybė

Vielos skersmuo, mm	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
Vielos iškyša, mm	6–12	7–13	8–15	13–20	15–25	15–30

Degiklio tūtos atstumas nuo suvirinamo gaminio taip pat turi nemažą reikšmę. Jam padidėjus, pablogėja dujų apsauga, į suvirinimo zoną patenka aplinkos deguonies bei azoto, siūlė pasidaro koryta.



1.28 pav. Ypatingi elektrodo galo vedžiojimo judesiai:
a – kai labai smarkiai įkaitintos abi suvirinamosios briaunos;
b – kai labiau įkaitinta viena suvirinamoji briauna;
c – kai įkaitintas siūlės vidurys

Suvirinimo kokybė suvirinant pusautomačiu priklauso nuo:

1) degiklių padėties suvirinant;

2) suvirinimo vielos galo ilgio suvirinant (atstumo nuo srovės privedimo antgalio iki suvirinamojo metalo);

3) CO_2 dujų apsaugos;

4) degiklio judesių (1.28 pav.);

5) teisingai parinkto suvirinimo režimo;

6) suvirintojo kvalifikacijos.

Pusautomačiais galima suvirinti visose erdvinėse padėtyse, tačiau lengviausiai ir našiausiai suvirinamos siūlės žemutinėje padėtyje.

Efektyviausia yra išlydyto metalo dujinė apsauga, mažiau taškomas metalas tada, kai elektrodo galo ilgis suvirinant (atstumas nuo degiklio tūtos iki suvirinamojo metalo) ne didesnis kaip 25 mm. Optimalus atstumas turi būti 15–25 mm, nes kai elektrodas trumpesnis nei 15 mm, greitai užsiteršia dujų tiekimo tūta.

Apsauginių dujų (CO_2) slėgis suvirinimo zonoje turi būti 0,1–0,3 kg/cm^2.

Pusiau automatinio suvirinimo apsauginių dujų aplinkoje režimai yra:

1) suvirinimo vielos skersmuo 0 (mm);

2) suvirinimo srovės stiprumas I (A);

3) lanko įtampa U (V);

4) suvirinimo vielos tiekimo greitis v (m/s);

5) suvirinimo vielos galo ilgis suvirinant, t. y. atstumas nuo srovės privedimo antgalio iki suvirinamojo metalo – 1 (mm);

6) apsauginių dujų išeiga L/min.;

7) suvirinimo greitis m/h;

8) degiklio judesių trajektorija ir matmenys.

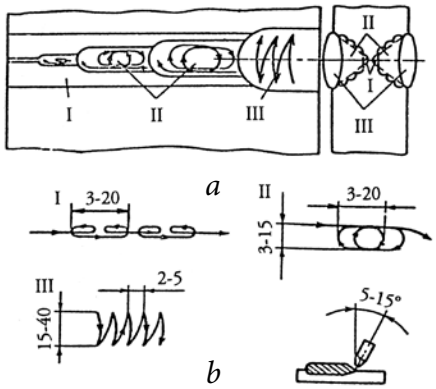
1.3 lentelė. Elektrodo skersmuo parenkamas atsižvelgiant į suvirinamojo metalo storį

Metalo storis, mm	0,6–1	1–2	2–4	5–8
Elektrodo skersmuo, mm	0,5–0,8	0,8–1,0	1–1,2	1,2

Didesnio storio metalus galima suvirinti ir mažesnio skersmens elektrodu. Suvirinant plonu elektrodu stabiliau dega suvirinimo lankas, mažiau taškosi metalas, tačiau sumažėja darbo našumas.

Degiklio tūtos atstumo nuo gaminio ir elektrodo skersmens tarpusavio priklausomybė

Elektrodo posvyrio į siūlės ašį kampas turi didelės įtakos įvirinimo gyliui ir siūlės kokybei. Kai elektrodas pasviręs 0,085–0,17 rad (5–10°) kampu, pagerėja suvirinimo zonos matomumas, padidėja įvirinimo gylis, privirintas metalas tankesnis. Kai elektrodas pasviręs į priekį, sunkiau įžiūrima suvirinimo zona, bet geriau matomos suvirinamosios briaunos ir lengviau elektrodą nukreipti į plyšį tarp jų. Suvirinimo greitis nustatomas atsižvelgiant į gaminio storį ir siūlės skerspjūvio plotą. Esant per dideliam suvirinimo greičiui, elektrodo galas gali išlįsti iš dujomis apsaugotos zonos ir oksiduotis.



1.29 pav. Degiklio judesių trajektorija suvirinant plonus lakštus arba pirmą siūlę (I), antrą sluoksnį (II), viršutinį sluoksnį (III) (a); orientaciniai degiklio judesių matmenys suvirinant pirmą sluoksnį (I), antrą sluoksnį (II), viršutinį sluoksnį (III) (b)

Degiklio judesių trajektorija suvirinant sudurtinėmis siūlėmis plonus lakštinius plienus vienu sluoksniu, taip pat pirmą daugiasluoksnių jungčių siūlę pateikta 1.29 paveiksle, o antras ir tolesni sluoksniai suvirinami degikliu suteikiant skersinius judesius (1.29 pav., *II)*. Viršutinis sluoksnis užvirinamas vedžiojant degiklį (1.29 pav., *III)*.

Suvirinant lakštinį plieną su tarpeliais, degiklis vedžiojamas skersiniais judesiais, kurių amplitudė b = (3–15) mm priklauso nuo tarpelio arba metalo briaunų paruošimo pločio.

Suvirinimo degiklį rekomenduojama laikyti pasvirusį nuo vertikalios ašies 5–15° kampu į siūlės formavimo pusę. Virintinė siūlė būna lygi, kai degiklis vedžiojamas išilgai ir skersai siūlės pastoviu greičiu.

Ploną lakštinį plieną su elektrodu d (0,8–1,2) mm iki 2 mm sudurtinėmis siūlėmis rekomenduojama suvirinti vienu sluoksniu, 2–5 mm storio plienus – vienu dviem sluoksniais, o 8–12 mm plienus – trimis sluoksniais.

Suvirinant vertikalias siūles, lanko įtampą būtina sumažinti iki 17–19 V.

Plonus metalus vertikalioje padėtyje ir vertikalias kampines siūles rekomenduojama suvirinti iš viršaus į apačią.

Suvirinant lubinėje padėtyje srovę ir įtampą būtina sumažinti 10–20 proc. ir truputėlį padidinti apsauginių dujų išeigą.

Metalinių konstrukcijų kampinių jungčių siūlių aukštis dažniausiai būna 2–6 mm.

Šio storio metalą galima suvirinti mažesnio skersmens elektrodu daugiasluoksnėmis siūlėmis.

Dujų kiekis nustatomas atsižvelgiant į suvirinimo srovės stiprumą, suvirinimo greitį, jungties tipą ir elektrodo iškyšą. Vidutiniškai anglies dioksido sunaudojama nuo 0,083 iki 0,33 dm^3/s (nuo 5 iki 20 dm^3/min.).

1.4 lentelė. Elektrodo skersmens ir tūtos atstumo iki gaminio priklausomybė

Elektrodo skersmuo, mm	0,5; 0,8	1,0; 1,2	1,6; 2,0	2,5; 3,0
Tūtos atstumas nuo gaminio, mm	5–15	8–18	15–25	20–40

Suvirinimo režimai nurodomi žinynuose. Suvirinant lubinėje padėtyje reikia stengtis sumažinti išsilydžiusio metalo vonelės apimtį, mažinant lanko galią. Stabiliam procesui gauti srovės tankis elektrode padidinamas naudojant 0,8–1,2 mm skersmens elektrodą.

Suvirinant elektrodas vedžiojamas taip, kad siūlės griovelis kuo geriau prisipildytų metalo ir gerai susiformuotų privirinta rumbelė. Elektrodas vedžiojamas panašiai kaip suvirinant rankiniu būdu kokybiškais elektrodais.

Suvirinant anglies dioksido aplinkoje išsiskiria nuodingo anglies monoksido, todėl rezervuarus ir uždaras patalpas, kur suvirinama, reikia gerai vėdinti.

1.6.4. Lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu inertinėse dujose (MIG)

Nerūdijančiojo plieno suvirinimas

Kad suvirindami nerūdijantįjį plieną gautume geros kokybės siūlę, reikia taikyti specialias technologines priemones. Šis plienas priskiriamas vidutiniškai ir labai legiruotojo plieno grupei. Jį **sunku suvirinti** dėl šių priežasčių:

- Vykstant suvirinimo procesui iš išsilydžiusios siūlės metalo vonioje išsiskiria legiruojančiųjų priemaišų ir anglies.
- Suvirinamasis metalas dėl mažo šilumos laidumo perkaista.
- Metalas linkęs grūdintis.
- Dėl didelės šiluminio lanko įtakos ir didelio šiluminio plėtimosi koeficiento atsiranda didelių deformacijų ir įtempių.

Kad šios priežastys neturėtų įtakos virintinės jungties kokybei, būtina:

- Labai rūpestingai paruošti suvirinamąsias briaunas.
- Esant mažai išilginei energijai suvirinti labai greitai, kad neperkaistų metalas.
- Apdoroti termiškai, kad nesusidarytų grūdintų struktūrų ir būtų mažesni vidiniai įtempiai.
- Legiruoti siūlės metalą elektrodine viela, prisotinant jį glaisto ir suvirinant išdegusiomis priemaišomis.

Suvirinama apgręžtojo poliarumo nuolatine srove. Suvirinimo srovės stiprumas apskaičiuojamas taip, kad 1 mm elektrodo skersmens tektų 25–40 A. Lankas turi būti kuo trumpesnis. Rekomenduotina daryti mažo skersmens daugiasluoksnę siūlę esant mažai išilginei energijai.

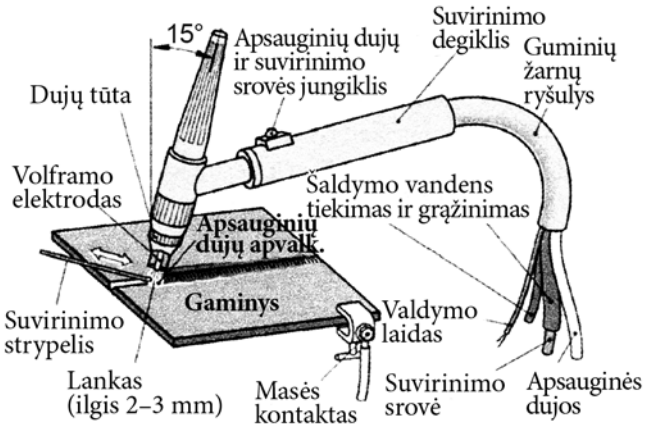
Pramonėje gaminami įvairūs gaminiai ir konstrukcijos iš vidutiniškai ir labai legiruoto plieno: chromo, chromo ir nikelio, mangano, molibdeno ir kt.

Labai legiruotas chromo ir nikelio austenitinis plienas plačiai naudojamas technikoje, nes pasižymi daugeliu svarbių fizikinių ir cheminių bei mechaninių savybių: atsparus korozijai, kaitrai, tąsus, atsparus nuodegų susidarymui.

Svarbi šio plieno savybė yra geras suvirinamumas. Suvirinant svarbu naudoti greitai šilumą nutekinančius varinius padėklus ar kitą aušinimo būdą. Įkaitinti prieš suvirinimą iki 850–1100 °C ir grūdinti vandenyje (arba ore, kai plonas metalas).

1.6.5. Lankinis suvirinimas volframo elektrodu inertinėse dujose (TIG)

Jei elektros lankas dega tarp detalės paviršiaus ir nelydžiojo volframinio elektrodo, toks suvirinimas vadinamas suvirinimu volframiniu elektrodu apsauginėse dujose (1.30 pav.).

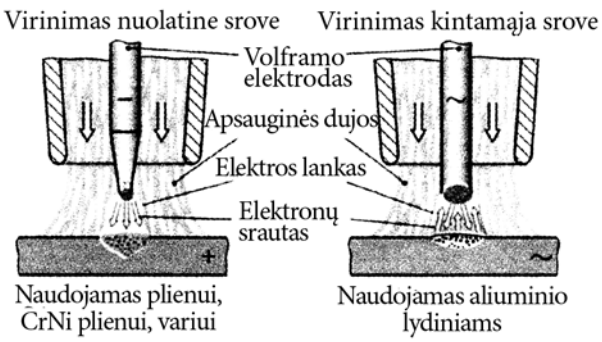


1.30 pav. Virinimo volframu inertinėse dujose degiklis

Aukšto dažnio uždegimo įrenginiu lanką galima uždegti neliečiant metalo.

Nuolatine srove volframo elektrodą prijungus prie neigiamojo poliaus dažniausiai virinamas legiruotasis plienas, jo lydiniai ir nemetalinės medžiagos. Dėl elektronų srauto nuo elektrodo į ruošinį prie pastarojo susidaro aukštesnė temperatūra, o žemesnė – prie elektrodo galo, kur prasideda lankas. Volframo elektrodas gali būti nusmailintas, todėl lankas dega stabiliai ir jį lengviau valdyti. Išlydyto metalo zona yra siaura ir gili (1.31 pav.).

Kintamąja srove dažniausiai virinami lengvieji metalai. Sklindant kintamosios srovės teigiamajai pusbangei elektronai teka nuo ruošinio į volframo elektrodą ir taip suardo lengvai lydomų lengvųjų metalų oksidų dangą. Neigiamosios pusbangės atveju elektronai teka į ruošinį ir, keldami temperatūrą, išlydo metalą. Dėl didelės šiluminės įtampos volframo elektrodo gale susidaro pusrutulio formos volframo lašas. Virinant šiuo būdu lankas dega nestabiliai, todėl siūlės būna negražios – plačios ir plokščios (1.31 pav.).



1.31 pav. Lankas virinant nuolatine ir kintamąja srovėmis

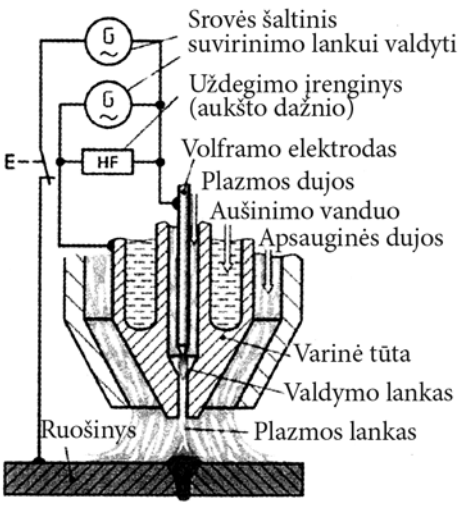
Kaip apsauginės naudojamos inertinės argono ir helio dujos arba jų mišiniai. Jos ir esant aukštai lanko temperatūrai su išlydytu metalu nesudaro cheminių junginių.

Virinant volframu inertinėse dujose degiklis suvirinimo link kreipiamas apie 15° ir laikomas 2–3 mm atstumu nuo ruošinio (lanko ilgis). Pridėtinė medžiaga (suvirinimo strypelis) taškiniais rankų judesiais dedama iš šono. Silpninant suvirinimo srovę, suvirinimo siūlės gale mažinami galiniai krateriai ir galimi įtrūkimai. Nutraukus suvirinimo srovę, degiklį reikia laikyti prie virinimo vietos tol, kol ištekančios apsauginės dujos atšaldo siūlę.

1.6.6. Lankinis plazminis suvirinimas volframo elektrodu (WP)

Plazminio suvirinimo šilumos šaltinis yra plazmos spindulys (1.32 pav.). Elektros lanką, einantį per vandeniu aušinamą varinę tūtą, suspaudžia plazmos dujos. Elektros lanko labai įkaitintas elektrai laidus dujų srautas (plazma) su didele energija kaip plazmos spindulys kreipiamas į suvirinimo vietą. Apsauginių dujų gaubtas stabilizuoja plazmos lanką ir saugo išlydytą metalą nuo aplinkos oro. Plazmos lanke sukoncentruota didelė energija, todėl juo galima suvirinti storas skardas nenuėmus nuožulnumų ir nepridėjus metalo.

Plazmos lankas stabiliai dega esant labai nestipriai srovei ir yra nejautrus lanko ilgio pokyčiams, todėl šis būdas gali būti taikomas mažoms detalėms suvirinti. Juo galima virinti net 0,01 mm storio skardas.



1.32 pav. Plazminio suvirinimo schema

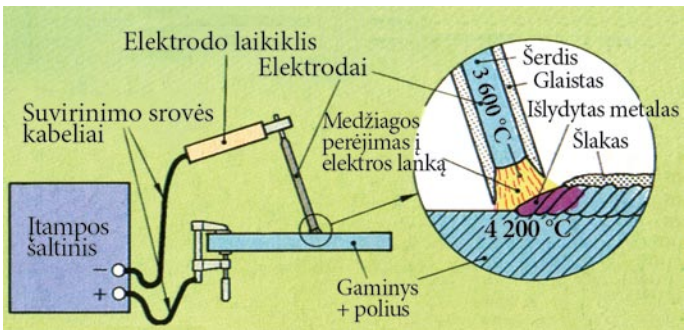
PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kuo plazminis suvirinimas skiriasi nuo TIG suvirinimo?
2. Koks elektrodas naudojamas WP suvirinimui?
3. Kokie plazminio suvirinimo privalumai?
4. Kokia įranga naudojama plazminiam suvirinimui?

1.7. Elektrolankinis rankinis suvirinimas glaistytaisiais elektrodais

1.7.1. Suvirinimo taikymas

Rankinis lankinis suvirinimas **glaĩstytaisiais elektròdais** yra **suvirinimo apsauginėse dujose būdas.**



1.33 pav. Rankinis lankinis suvirinimas

Kaip pridėtinė medžiaga išsilydantis elektrodas yra apglaistytas mineralinėmis ir organinėmis medžiagomis. Lydantis elektrodui, šios medžiagos išgaruoja ir:

- apsaugo išlydytą metalą (dujų gaubtas);
- stabilizuoja elektros lanką;
- į išlydytą metalą įterpia norimas medžiagas;
- suvirinimo siūlę uždengia šlaku, kad ne per greitai atauštų.

Šis suvirinimo būdas labai plačiai taikomas ten, kur sunku naudoti apsaugines dujas, kur nereikalaujama labai aukštos suvirinimo kokybės arba reikalingas kompaktiškas suvirinimo įrangos naudojimas.

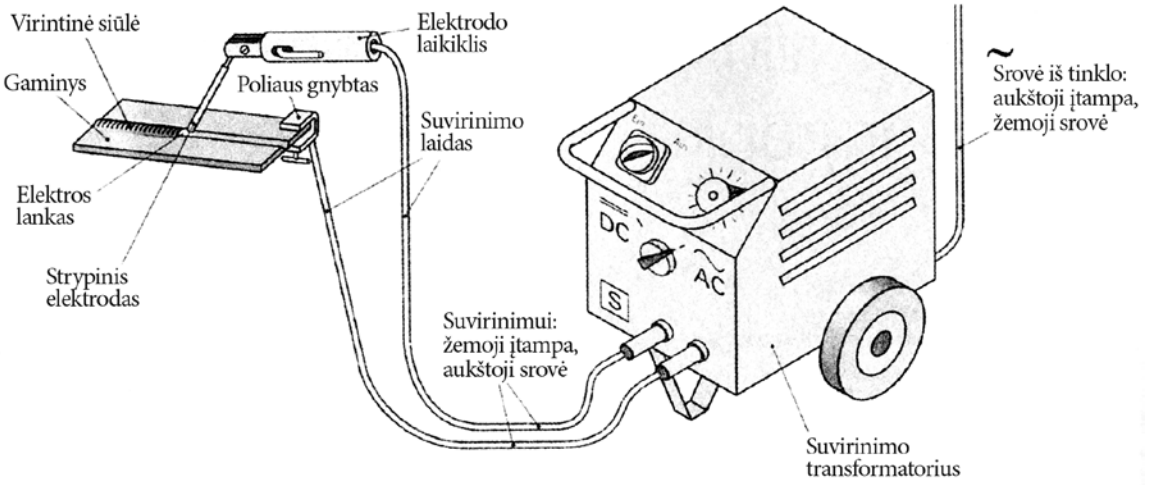
1.7.2. Suvirinimo įrenginiai ir medžiagos

Suvìrinimo transformãtoriai žemina tinklo įtampą iki laisvosios eigos įtampos (60–80 V), o didelės induktyvios varžos droselis sudaro krintančią išorinę charakteristiką. Droseliu taip pat tolygiai reguliuojama suvirinimo srovė (1.34 pav.).

Suvìrinimo generãtoriai. Tai nuolatinės srovės elektros mašinos, kurios pagal konstrukcijų ypatybes gali būti įvairios. Generatorių krintančiai charakteristikai gauti žadinimo apvijos sujungiamos pagal specialią schemą arba daromi specialios konstrukcijos generatoriaus statoriaus ir inkaro poliai.

Suvìrinimo lygintùvai sudaryti iš žeminančio transformatoriaus, seleninių arba silicinių lygintuvų bloko ir droselio. Lygintuvai sujungti trifazės tiltinės lyginimo schemos būdu. Tokia schema esti nuolatinės išlygintos įtampos.

Palyginti su nuolatinės srovės generatoriais, lygintuvai turi geras dinamines charakteristikas. Todėl lankas dega stabiliai, ypač kai silpna srovė. Čia nėra besisukančių dalių, tad konstrukcija paprastesnė, patikimiau eksploatuojama.



1.34 pav. Rankinio suvirinimo glaistytaisiais elektrodais elektros lanku įranga

Suvirintojo reikmenys

Suvirintojo akims ir veidui nuo stiprios lanko šviesos ir metalo bei šlako purslų apsaugoti naudojami **apsaugìniai skydẽliai ir šalmaĩ**. Jie gaminami iš juodos fibros arba plastiko. Jų paviršius matinis. Šviesos filtrai įstatomi į skydelį ar šalmo langelį ir iš lauko pusės pridengiami paprastu stiklu, saugančiu filtrą nuo metalo purslų. Užsiteršusį stiklą galima dažnai keisti.

Atsižvelgiant į suvirinimo liepsnos intensyvumą, filtrai būna kelių tamsumo lygių: nuo mažiausio (virinant dujomis), didesnio (virinant pusautomačiu) ir didžiausio (virinant lydžiaisiais elektrodais didele srove).

Šiuolaikiškų apsauginių šalmų filtro intensyvumas kinta tiesiogiai proporcingai suvirinimo liepsnos intensyvumui (reakcijos laikas 0,5 ms). Nevykstant suvirinimo procesui filtras būna visiškai skaidrus, todėl nebūtina kiekvieną kartą nusiimti šalmą.

Elektròdų laikìkliai naudojami elektrodui įtvirtinti ir srovei prie jo prijungti.

Suvìrinimo laĩdais prie šaltinio prijungiamas elektrodo laikiklis ir gaminys.

1.35 pav. Suvirintojo reikmenys

1.36 pav. Oro ištraukimo įrenginys

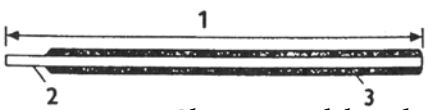
Suvìrintojo į́rankiai. Tai plieninis šepetys nešvarumams nuo metalo valyti, plaktukas smailiu galu šlakui nudaužyti, kirstukas defektinėms vietoms siūlėje iškirsti, paprastas plaktukas (1.35 pav.). Siūlės geometriniams dydžiams matuoti naudojami šablonai, liniuotės, kampamačiai ir kiti matavimo įrankiai.

Suvìrintojo drabùžiai siuvami iš brezento, kartais iš asbestinio audinio. Ant rankų suvirintojas užsimauna brezentines pirštines, apsiauna specialius batus.

Pati svarbiausia žmogaus sveikatai įranga – **óro ištraukìmo rankóvės ir filtrãvimo įrenginiaĩ** (1.36 pav.).

Pagrindinė medžiaga, naudojama elektrolankiniam suvirinimui, yra **glaistýtieji lydíeji elektròdai** (1.37 ir 1.38 pav.). Tai yra elektrodinės vielos plieniniai strypeliai, padengti glaistu presavimo arba panardinimo būdu. Glaistas saugo metalo vonelę nuo deguonies ir azoto, stabilizuoja lanką, iš vonelės valo kenksmingąsias priemaišas, legiruoja siūlės metalą. Į glaistus dedama organinių medžiagų, kurios degdamos suformuoja vonelės dujinę apsaugą. Išsilydęs glaistas sudaro šlakus, kurie plaukia virš siūlės. Siūlė lėčiau ašta, mažėja traukimosi įtempiai.

Elektrodai pagal Lietuvõs Respùblikos standartus (LSTEN499:1997) žymimi: EN 499-E46 3 INi B54 H5. Glaistytųjų elektrodų ilgis būna 300, 350 ir 450 mm, skersmuo – 1,6; 2,0; 2,5; 3,0 (3,25); 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0 mm. Matuojamas elektrodo strypo, be glaisto, skersmuo.



1.37 pav. Glaistytieji elektrodai:
1 – elektrodo ilgis, 2 – plieninis strypelis, 3 – glaistas

1.38 pav. Elektrodo skersmuo

Privalomoji dalis: EN 499-E46 3 INi B B54 H5;

čia: EN 499 – standarto numeris;

E – glaistytasis elektrodas (rankiniam lankiniam suvirinimui naudojamų glaistytųjų elektrodų simbolis yra raidė E, parašyta žymenų pradžioje);

46 – stiprumas ir santykinis pailgėjimas;

3 – smūginis tąsumas;

1N – siūlės metalo cheminė sudėtis;

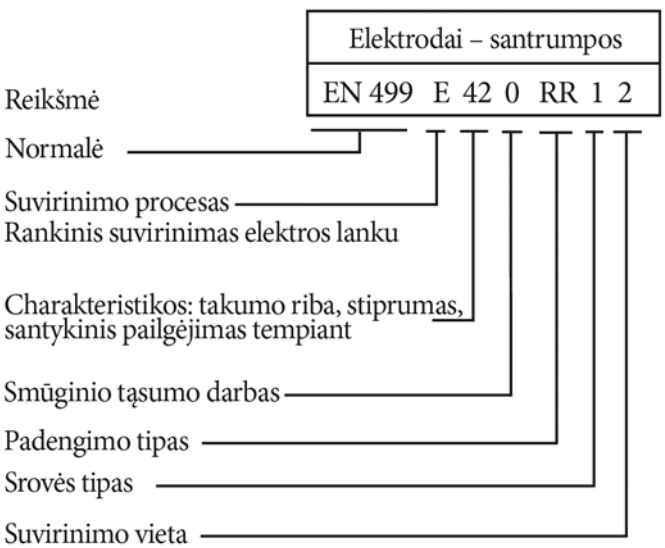
B – elektrodo glaisto tipas;

5 – prilydymo koeficientas ir srovės rūšis;

4 – suvirinimo padėtis;

H5 – vandenilio kiekis.

Glaistytųjų elektrodų glaisto tipas priklauso nuo šlakus sudarančių komponentų. Simboliai, nurodantys glaisto tipą, turi būti sudaryti iš tokių raidžių ar raidžių grupių (1.39 pav.): A – rūgštusis glaistas; C – celiuliozinis glaistas; R – rutilo glaistas; RR – storasis rutilo glaistas; RC – rutkonteineriuose. Prieš suvirinant elektrodus nors vieną valandą būtina pakaitinti iki 80–100 °C.

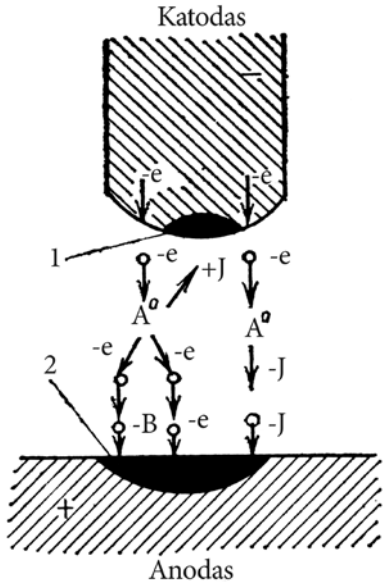


1.39 pav. Strypinių elektrodų žymėjimas

1.7.3. Suvirinimo technologija

Elektrolankinio suvirinimo proceso stabilumas priklauso nuo lankinio išlydžio sąlygų ir maitinimo šaltinio parametrų ir savybių. Todėl pradedant mokytis elektrolankinio suvirinimo būtina gerai žinoti suvirinimo lanko savybes ir jame vykstančius procesus (1.40 pav.).

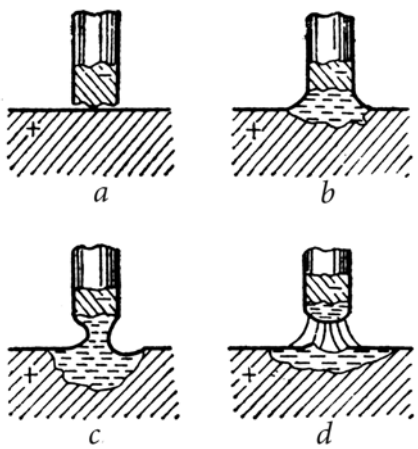
Suvirinimo lankas yra ilgai trunkąs galingas elektros išlydis įvairių medžiagų jonizuotose dujose bei garuose tarp elektrodų, prie kurių prijungta įtampa. Elektrodai jungiami prie nuolatinės arba kintamosios srovės šaltinio. Pirmuoju atveju elektrodas, prijungtas prie teigiamojo poliaus, vadinamas anodu, o prijungtas prie neigiamojo poliaus – katodu. Kai elektrodais teka kintamoji srovė, jie pakaitomis būna tai anodas, tai katodas.



1.40 pav. Suvirinimo lanko schema:
e – elektronas; A⁰ – neutralus atomas; +J – teigiamasis jonas;
–J – neigiamasis jonas; 1 – katodinė dėmė; 2 – anodinė dėmė

Tarpelis tarp elektrodų vadinamas lankiniu tarpeliu, arba **lañko ìšlydžio sritimì**. Lankinis tarpelis skirstomas į tris sritis: ta, kuri liečiasi su anodu, vadinama anodine sritimi, kuri liečiasi su katodu, – katodine sritimi, o ta, kuri yra tarp abiejų šių sričių, – lanko stulpu.

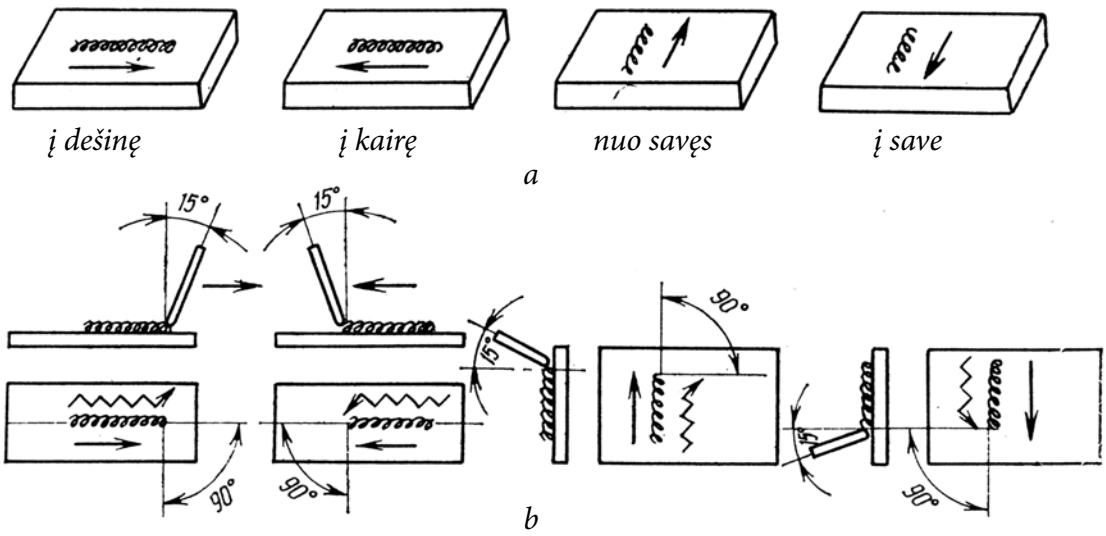
Degant lankui, prie katodo susidaro vadinamoji katodinė dėmė, o prie anodo – anodinė dėmė. Kai lankas yra stabilus, tarp elektrodų labai įkaitusios dujos (6000–8000 °C) tampa jonizuotos, t. y. virsta plazma. Jos elektrinis laidumas yra didelis, kartais artimas metalo laidumui. Suvirinant glaistytaisiais elektrodais, lankas uždegamas dviem būdais: tiesiog atitraukiant elektrodą nuo gaminio arba kreiva linija darant judesį, lyg uždegtume degtuką. Užsidegus lankui, iš karto pradeda lydytis elektrodas ir pagrindinis metalas, susidaro skysto



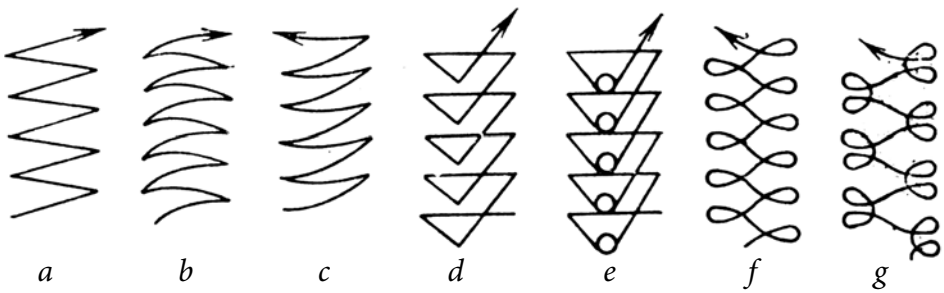
1.41 pav. Lanko uždegimo lydžiuoju elektrodu etapai:
a – trumpojo jungimo momentas; b – skysto metalo jungties susidarymas;
c – kaklelio susidarymas atitraukiant elektrodą; d – lanko užsidegimas

metalo vonelė (1.41 pav.). Reikia stengtis lanką išlaikyti vienodo ilgio. Nuo teisingai parinkto lanko ilgio priklauso darbo našumas ir siūlės kokybė. Elektrodas tiekiamas į vonelę greičiu, lygiu jo lydymosi greičiui. Normalus lanko ilgis lygus 0,5–1,1 elektrodo skersmens. Kai lanką pailginame, sumažėja jo stabilumas ir pagrindinio metalo įvirinimo gylis, padidėja elektrodo nuostoliai, siūlės paviršius gaunamas nelygus, aplinkos oras labiau veikia išlydytą metalą. Elektrodo posvyrio į gaminio plokštumą kampas priklauso nuo suvirinimo padėties, metalo storio ir cheminės sudėties, elektrodo skersmens ir jo storio.

Suvirinimo kryptys būna iš kairės į dešinę, iš dešinės į kairę, nuo savęs ir į save (1.42 pav.). Elektrodas turi būti pakreiptas į siūlės ašį taip, kad gaminio metalas įsivirintų kuo giliau.

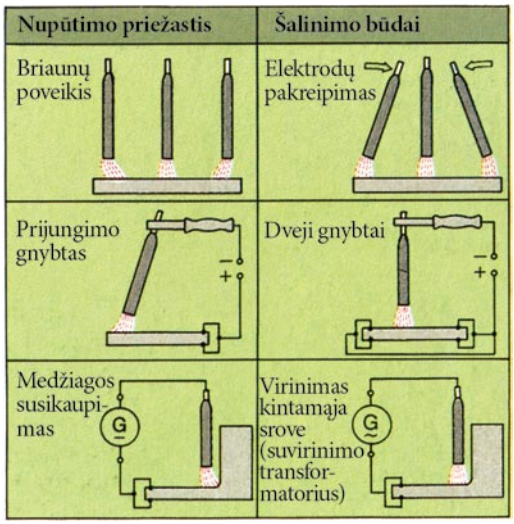


1.42 pav. Suvirinimo kryptys (a) ir elektrodo posvyris (b)



1.43 pav. Pagrindiniai elektrodo galo judesiai:
a, b, c, d – suvirinant paprastas siūles; e, f, g – suvirinant siūles, kai briaunos papildomai įkaitinamos

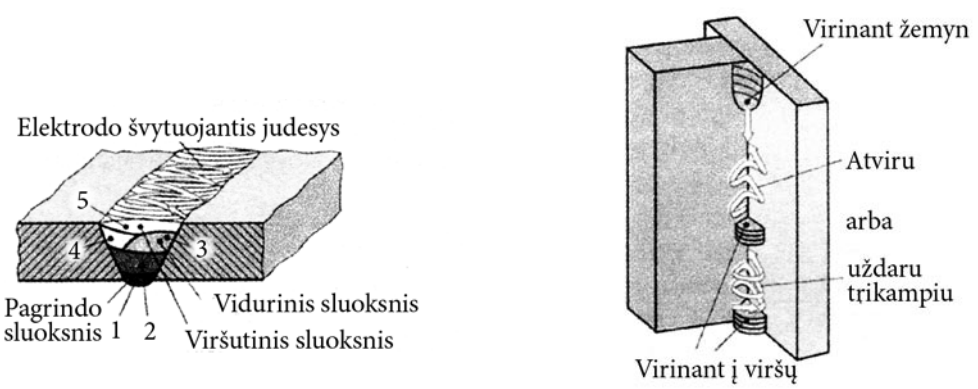
Nuo elektrodo galo judesių priklauso (1.43 pav.) siūlės kokybė, įvirinimo gylis ir ruošinio deformacija (1.43 pav.). Elektrodo galo judesiai priklauso nuo: ruošinio storio, siūlės rūšies, briaunų paruošimo suvirinimui. Siūlės kokybė priklauso ir nuo suvirinimo režimo rodiklių parinkimo – srovės stiprumo, elektrodo storio, elektrodo tiekimo į vonelę greičio.



1.44 pav. Nupūtimo priežastys ir šalinimo būdai

Užlenkiamasis magnetinių laukų poveikis suvirinimo lankui vadinamas **magnėtiniu pūtimù**. Jis susidaro dėl žiedo formos elektromagnetinių laukų, kurie atsiranda srovei tekant kiekvienu laidininku statmenai srovės krypčiai. Jei elektrodas, pvz., stovi statmenai su ruošiniu, tai alkūnėje susidūrusios magnetinių laukų linijos viena kitą ardo. Šioje išretintoje srityje lankas užlinksta (pūtimas) ir būna matomas per ryškiai šviečiančias degančias glaisto dujas. Magnetinis pūtimas dažniausiai pasitaiko virinant nuolatine srove. Jis gali būti toks stiprus, kad neįmanoma virinti. Pūtimo poveikį galima mažinti 1.44 paveiksle pateiktais pavyzdžiais.

Sudurtinė siūlė su didelėm nuožulnumom virinama keliais sluoksniais (1.45 pav.). Nuo anksčiau suvirintų sluoksnių reikia nuvalyti šlaką. Kuo platesnė virinimo siūlė, tuo didesni elektrodo švytavimo judesiai. Vertikalios siūlės virinamos specialiais elektrodo judesiais (1.45 pav.).



a *b*

1.45 pav. Daugiasluoksnių (a) ir vertikalių (b) siūlių virinimas; 1–5 – suvirinimo siūlių eilės tvarka

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Ką vadiname elektros lanku?
2. Ką vadiname lanko išlydžio sritimi?
3. Ką vadiname: a) anodine lanko tarpelio sritimi; b) katodine lanko tarpelio sritimi; c) lanko stulpu?
4. Nuo ko priklauso elektros lanko stiprumas?
5. Išvardykite elektros lanko uždegimo elektrodu etapus.
6. Kokie yra pagrindiniai suvirinimo režimo rodikliai?
7. Kodėl elektrodai dengiami glaistu, kokias funkcijas jis atlieka virinant?
8. Kaip skirstomi elektrodų glaistai?
9. Kodėl virinant detalėje atsiranda deformacijų?
10. Dėl kokių priežasčių virinant detalėje susidaro liekamieji įtempiai?
11. Kaip skirstomos suvirinant atsirandančios deformacijos?
12. Kokius žinote suvirinimo deformacijų ir įtempių sumažinimo būdus?
13. Kaip šalinamos suvirintų gaminių baigtinės deformacijos?
14. Išvardykite metalo ruošimo suvirinti operacijas.
15. Išvardykite faktorius, nuo kurių priklauso elektrolankinio suvirinimo siūlės kokybė.
16. Kas įvyksta suvirinant pailginus elektros lanką?

1.8. Dujinis metalo suvirinimas

1.8.1. Dujinio suvirinimo taikymas

Dùjinis suvìrinimas – tai procesas, kai dvi ar kelios detalės sujungiamos jas suvirinant tam tikrų dujų mišinio liepsna.

Lietuvojè gaminius suvirinti dujomis pradėta XX amžiaus pradžioje. Tai buvo vienintelis metalų sujungimo lydymu būdas. Pokario metais dujinį suvirinimą ėmė išstumti elektrinis suvirinimas, nes yra paprastesnis, pigesnis, patogesnis. Lietuvojè šiuo metu dujinis suvirinimas tesudaro apie 10 proc. visų suvirinimo darbų. Plačiai taikomas ir dujinis metalų pjaustymas.

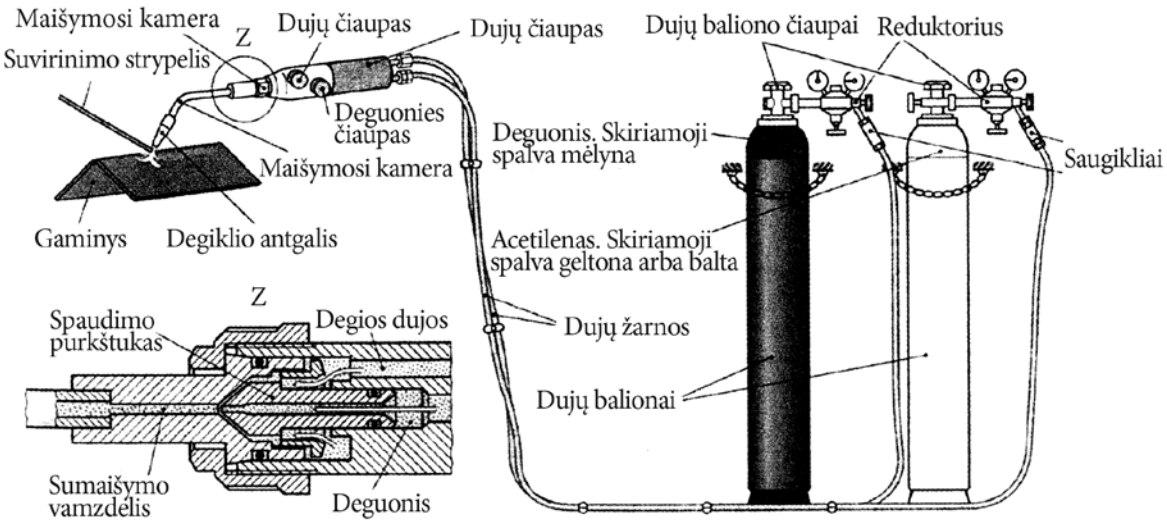
Dujiniu būdu dažniausiai suvirinami vamzdžiai, kurių sienelių storis ne didesnis kaip 5 mm, ir lituojami metalai. Ateityje dujinio suvirinimo taikymas mažės. Viena iš mažėjimo priežasčių – dujinis suvirinimas turi trūkumų:

- naudojamos brangios acetileno dujos;
- didelės deformacijos;
- storesnį kaip 2 mm metalą dujomis suvirinti brangiau negu elektra;
- darbo našumas mažesnis negu suvirinant elektra;
- žema dujų liepsnos temperatūra ir maža šilumos koncentracija, palyginti su elektros

lanku, todėl suvirinant dujomis metalo kaitimo ir aušimo temperatūra yra žema, metalas siūlės zonoje pasidaro stambiagrūdis, o virintinė jungtis – nestipri;
• pavojingumas.

1.8.2. Suvirinimo įranga ir medžiagos

Dujiniam suvirinimui ir pjovimui naudojamos šios dujos: deguonis, acetilenas, vandenilis, propanas ir butanas, gamtinės, miesto dujos, žibalo ir benzino garai. Plačiausiai šiuolaikiniam dujiniam suvirinimui naudojamos dujos yra deguonis ir acetilenas (1.46 pav.).



1.46 pav. Dujinio suvirinimo įranga

Deguõnis yra beskonės, bekvapės, bespalvės dujos, truputį sunkesnės už orą. Jis gaunamas elektrolizės būdu iš vandens arba smarkiai atšaldžius orą. Suslėgtas deguonis, susilietęs su alyvomis ir riebalais, sparčiai juos oksiduoja, užsidega ir sprogsta. Dėl šios jo savybės dirbant reikia labai atidžiai stebėti, kad balionai su suslėgtu deguonimi neužsiterštų jokiais tepalais ar alyvomis.

Acetilènas – bespalvės, aštraus kvapo dujos. Specifinį kvapą skleidžia sieros ir fosforo vandenilis, amoniakas ir kitos priemaišos, esančios jame. Reaguodamas su variu ir sidabru, acetilenas sudaro sprogųjį mišinį. Tam tikros proporcijos acetileno ir oro, acetileno ir deguonies mišinys taip pat gali sprogti. Acetileno ir deguonies mišinio liepsnos temperatūra yra aukščiausia. Acetilenas gaunamas iš kalcio karbido, veikiant vandeniu.

Propãno ir butãno mišinį sudaro propanas ir butanas. Šis mišinys dažnai vadinamas techniniu propanu. Dujos yra apie 1,7 karto sunkesnės už orą, todėl kaupiasi žemose vietose ir gali sudaryti sprogiuosius mišinius.

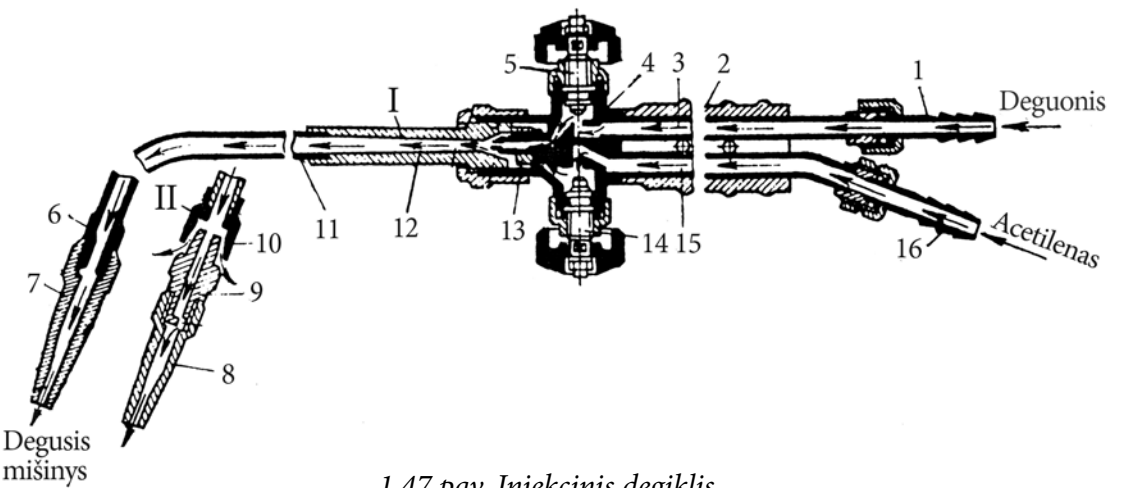
Suvìrinimo víelos, naudojamos dujiniam suvirinimui, turi būti tokios pat arba panašios cheminės sudėties kaip ir pagrindinis metalas. Vielos skersmuo milimetrais parenkamas pagal suvirinamo plieno storį. Kai metalas storesnis nei 16 mm, imama 8 mm skersmens viela. Variui, aliuminiui ir jų lydiniams suvirinti naudojama viela, kurios cheminė sudėtis irgi tokia pati arba labai panaši kaip ir pagrindinio metalo.

Fliùsai naudojami nemetaliniams intarpams iš siūlės metalo pašalinti, suvirinamo metalo briaunoms ir vielai nuo oksidacijos apsaugoti. Jie ištirpina nemetalinius intarpus ir sudaro lengvai besilydančius, lengvus mechaninius mišinius. Šie išplaukia į vonelės paviršių ir virsta šlaku. Į suvirinimo vonelę dedama fliuso miltelių arba pastos. Neanglingajam plienui suvirinti fliusai nenaudojami, nes lengvai besilydantys geležies oksidai iškyla į vonelės paviršių. Fliusai naudojami spalvotiesiems metalams, ketui ir kai kuriam labai legiruotam plienui suvirinti.

Pagrindinis įrankis, naudojamas virinant dujomis, yra degiklis. Jame susimaišo degiosios dujos arba skystis su deguonimi ar oru ir gaunama reikiamos galios bei formos stabili liepsna. Degikliai yra skirstomi:

- Pagal dujų tiekimo į maišymo kamerą būdą – injekcinius ir neinjekcinius.
- Pagal liepsnos galią – labai mažos galios, mažos galios, vidutinės galios ir didelės galios.
- Pagal paskirtį – į universaliuosius ir specialiuosius.

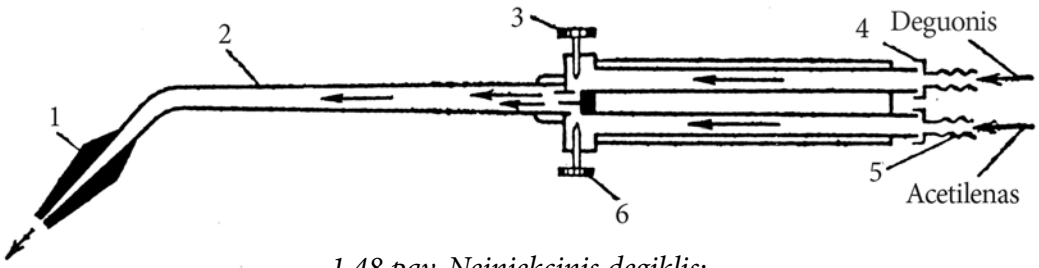
Plačiausiai naudojami injekciniai degikliai (1.47 pav.).



1.47 pav. Injekcinis degiklis

Injekcinį degiklį sudaro dvi pagrindinės dalys – stiebas (I) ir antgalis (II). Stiebas sudarytas iš vamzdelių (15) ir (3) su acetileno (16) ir deguonies (1) įmovomis, rankenėlės (2), korpuso (4) su deguonies (5) ir acetileno (14) ventiliais. Iš dešinės degiklio pusės, dujų tekėjimo kryptimi, yra deguonies ventilis (5), o iš kairės – acetileno ventilis (14). Degiklis sudarytas iš injektoriaus (13), maišymo kameros (12) ir antgalio (7). Injektorius (13) – tai ritininė detalė su mažu centriniu kanalu deguoniui ir periferiniais kanalais acetilenui. Deguonies srovė acetileno kanaluose išretina dujas, acetilenas injekuojamas į maišymo kamerą ir iš jos pro vamzdelį (11) tiekiamas į antgalius (7 – acetileno ir deguonies mišiniui arba 8 – propano, butano bei deguonies mišiniui). Tiekiamas iš antgalio mišinys dega. Antgalis (8) užsukamas ant antvamzdžio (9). Propano ir butano degikliuose prieš antgalį (8) yra įtaisas (10), šildantis propano, butano ir deguonies mišinį, kad liepsnos temperatūra būtų aukštesnė.

Neinjekciniai degikliai dirba, kai acetileno ir deguonies slėgis yra vienodas (1.48 pav.). Jie tiekia vienodą dujų mišinį. Degiosios dujos arba skystųjų degalų garai, susimaišę su deguonimi ar oru, degdami sudaro suvirinimo liepsną. Acetileno ir deguonies liepsna yra karščiausia, palyginti su kitų dujų liepsna. Pagal mišinį sudarančių dujų santykį, acetileno ir deguonies liepsna būna normali (atstatanti), įanglinanti (su acetileno pertekliumi) ir oksiduojanti (su deguonies pertekliumi).



1.48 pav. Neinjekcinis degiklis:
1 – antgalis; 2 – antgalio vamzdelis; 3 – deguonies ventilis;
4 – deguonies įmova; 5 – acetileno įmova; 6 – acetileno ventilis

Dujų balionai – tai plieniniai indai, skirti dujoms laikyti ir transportuoti. Labiausiai paplitę 40 l talpos balionai, tačiau naudojami ir 20 1 talpos. **Deguonies balionai dažomi mėlyna spalva.** Slėgis jame – 150 bar. Dujų kiekį balione galima nustatyti dujų baliono tūrį litrais padauginus iš slėgio barais. 40 1 balione telpa 6000 1 deguonies.

Acetileno balionai dažomi baltai. Balionas pripildomas akytos masės, o mažos ertmės – acetono, kuriame tirpsta acetilenas.

Techninio propano balionai yra 50 1 talpos. Jie **dažomi raudonai.** Į balioną įpilama 21 kg skysto propano. Virš skystų dujų susidaro dujų pagalvė, kurios slėgis – 1,6 bar.

Lietuvoje naudojamos Švėdijos firmos *AGA* dujos. Šios firmos tiekiamų dujų balionai nudažyti: deguonies – pilka spalva su balta juosta baliono viršuje, acetileno – plytinės spalvos.

Suslėgtų dujų reduktoriai ir žarnos

Reduktoriaus paskirtis – mažinti balione esančių dujų slėgį iki darbinio ir palaikyti pastovų slėgį, neatsižvelgiant į dujų slėgį balione. Visų reduktorių veikimo principas yra vienodas. Kai kurie iš jų būna su vienu manometru, rodančiu išeinančių iš reduktoriaus dujų slėgį. Reduktorių korpusai dažomi tokiomis pat spalvomis, kaip ir atitinkamų dujų balionai. Prie baliono reduktorius jungiamas gaubiamąja veržle. Deguonies reduktoriaus tvirtinimo veržlės sriegis – dešininis, o acetileno ir degiųjų dujų – kairinis. Kad būtų galima atskirti, ant kairinio sriegio veržlių yra įkirtimai. Prieš prijungiant reduktorių prie baliono, reguliavimo sraigtas turi būti atleistas. Iš reduktoriaus į degiklį dujos tiekiamos žarnomis. Jos gaminamos iš gumos su vienu arba dviem audinio tarpsluoksniais. Pagal paskirtį žarnos gaminamos atitinkamų spalvų: **deguoniui – mėlynos, acetilenui ir degiosioms dujoms – raudonos.** Žarnos gaminamos skirtingo vidinio skersmens. Jos turi būti ne ilgesnės kaip 30 m, bet ne trumpesnės kaip 4,5 m. Suduriamų žarnų gabalai turi būti ne trumpesni nei 3 m.

1.8.3. Dujinio suvirinimo technologija

Dujomis galima suvirinti žemutines, horizontalias, vertikalias ir lubines siūles. Siūlės gali būti vienasluoksnės ir daugiasluoksnės. Kai plieno storis 8–10 mm, siūlė daroma dviejų sluoksnių. Storesnės nei 10 mm detalės suvirinamos trimis ir daugiau sluoksnių. Prieš klojant kiekvieną sluoksnį nuo ankstesnio sluoksnio reikia vieliniu šepečiu nuvalyti šlakus ir storas apdegas. Horizontalios ir lubinės siūlės suvirinamos dešininiu būdu. Vertikalios siūlės suvirinamos iš apačios į viršų kairiniu būdu.

Suvirinant dešininiu būdu, suvirinimo vielos skersmuo turi būti lygus pusei suvirinamo metalo storio, bet ne didesnis kaip 6 mm. **Suvirinant kairiniu būdu**, vielos skersmuo turi būti 1 mm didesnis negu suvirinant dešininiu būdu. Iki 3 mm storio lakštai dažniausiai suvirinami vidutine liepsna. Storesni lakštai suvirinami silpnai oksiduojančia liepsna. Tokia liepsna giliau įvirina metalą, o suvirinimo greitis padidėja. Tačiau reikia naudoti pridėtinę vielą, legiruotą siliciu ir manganu, kad būtų geriau pašalinamas suvirinimo vonelėje susidarantis geležies oksidas.

Uždegant liepsną reikia:

- pripildyti žarnas deguonies ir degiųjų dujų;
- atsukti degiklio deguonies čiaupą ir leisti kelias sekundes deguoniui tekėti;
- deguonies čiaupą užsukti, paliekant tik mažą dujų srautą;
- ketvirtadaliu sūkio atsukti degiklio acetileno čiaupą, kelias sekundes leisti dujų mišiniui tekėti;
- žiebtuvėliu arba degtuku uždegti liepsną;
- degiklio čiaupais sureguliuoti liepsną.

Gesinant degiklį pirmiausia užsukamas degiklio degiųjų dujų čiaupas. Kad liepsna būtų normalios formos ir matmenų, reikia degiklį laikyti tvarkingą – valyti kanalus, tikrinti sandarumą.

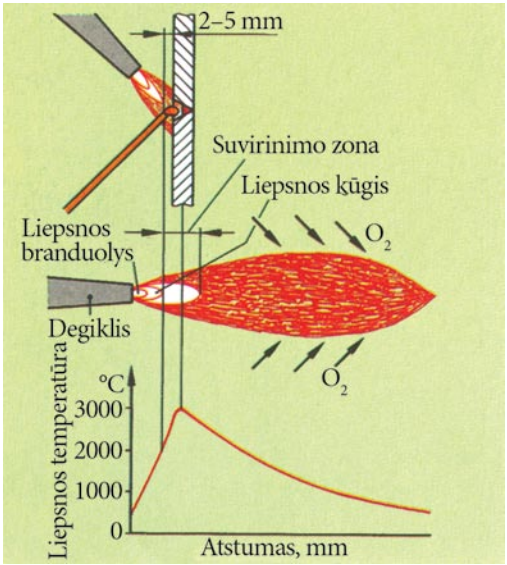
Virintinės **jungties stiprumas priklauso nuo suvirinimo liepsnos** sudėties. Todėl dirbant reikia labai atidžiai stebėti suvirinimo liepsną ir teisingai ją reguliuoti. Kadangi liepsna pagal ašį ir skerspjūvį yra nevienalytė, atskirose jos zonose susidaro temperatūros skirtumai. Aukščiausia temperatūra yra prie pat liepsnos branduolio, vidurinėje liepsnos zonoje, todėl degiklis laikomas taip, kad liepsnos branduolys būtų 2–3 mm atstumu nuo metalo paviršiaus.

Yra trys acetileno ir deguonies liepsnos zonos: branduolỹs, atstatánčioji zonà (liepsnos kūgis) ir fãkelas (1.49 pav.). Branduolys švyti ryškiausiai. Liepsnos šiluminė galia priklauso nuo į degiklį tiekiamo acetileno kiekio. Šilumos kiekis, perduodamas metalui, priklauso nuo į degiklį tiekiamo dujų kiekio, degiklio liepsnos posvyrio į metalo paviršių kampo, degiklio vedimo greičio, degiųjų dujų ir deguonies santykio. Kuo daugiau deguonies, tuo aukštesnė liepsnos temperatūra. Ji turi būti aukštesnė už metalo lydymosi temperatūrą ne mažiau kaip 250–300 °C.

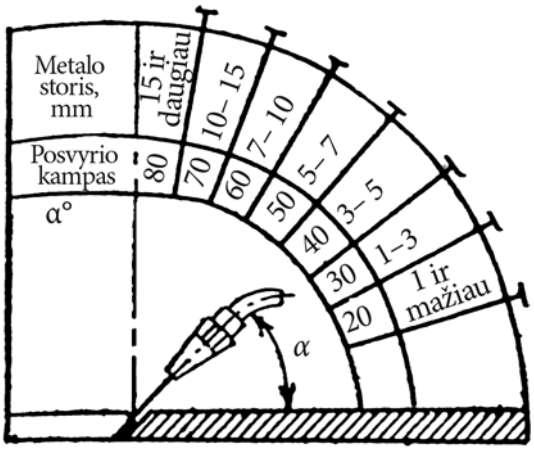
Atsižvelgiant į dujų tūrių santykį, liepsna gali būti **įanglinanti** (acetileno perteklius), **neutrali** (mažinamas acetileno perteklius ir kartu didinamas deguonies srautas, kol išnyksta geltona sritis redukcinėje liepsnos dalyje) ir **oksiduojanti** (didinamas deguonies srautas, kol išnyksta redukcinė sritis). Naudojimas nurodytas 1.5 lentelėje.

1.5 lentelė. Liepsnos naudojimas pagal rūšį

Suvirinimo liepsna	**Naudojimo sritis**
Įanglinanti	Ketaus, aliuminio ir švino suvirinimas bei litavimas
Neutrali	Plieno ir vario suvirinimas
Silpnai oksiduojanti	Žalvario ir bronzos suvirinimas bei suvirinamasis litavimas



1.49 pav. Liepsnos zonų temperatūra



1.50 pav. Antgalio posvyrio kampas įvairaus storio metalui suvirinti

Dujomis dažniausiai suvirinamos sudurtinės jungtys. Iki 2 mm storio metalas virinamas be pridėtinio metalo, briaunų apdoroti nereikia. Nuo 2 iki 5 mm storio metalui briaunos neapdorojamos, bet tarp jų paliekamas tarpelis. Didesnio nei 5 mm storio metalo briaunos nusklembiamos iš vienos arba abiejų pusių. Prieš virinant nuo metalo nuvalomi riebalai, rūdys, dažai ir kiti nešvarumai.

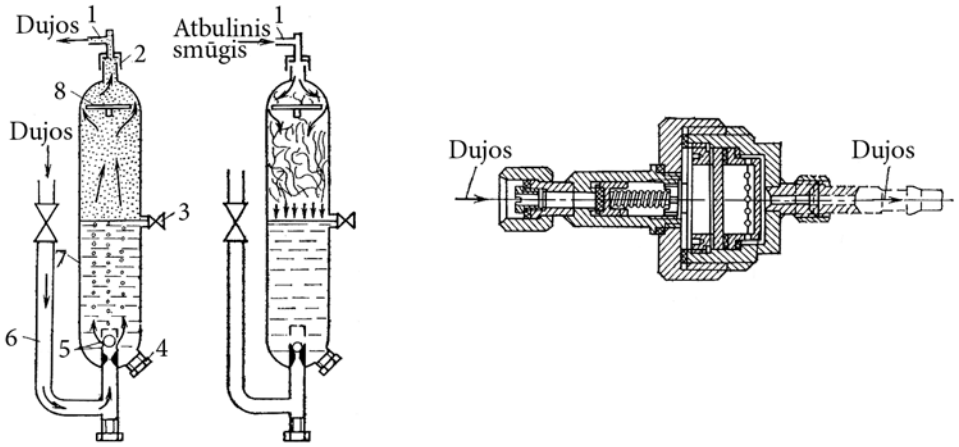
Kaip jau buvo minėta, **didelės įtakos virintinės siūlės kokybei turi kampas tarp antgalio ir virinamo metalo ir degiklio erdvinė padėtis** (1.50 pav.).

Kadangi suvirinimas dujomis yra labai pavojinga operacija, dirbant su jomis naudojamos techninės apsaugos priemonės. Pagrindinė iš jų – apsauginis uždoris. Jis saugo acetileno balionus ir dujų vamzdynus, kad į juos nepatektų atgal šokusi liepsna.

Atbuliniù smūgiù vadinamas liepsnos įsiveržimas į degiklį ir jos sklidimas prieš degiųjų dujų srovę. Kartais jis vyksta labai sparčiai, todėl liepsna gali patekti į acetileno balioną ir jį susprogdinti. Atbulinis smūgis įvyksta dėl to, kad perkaista degiklis arba užsiteršia antgalis. Jis gali įvykti ir tada, kai degiojo mišinio tekėjimo greitis staigiai sumažėja tiek, kad pasidaro mažesnis už jo užsiliepsnojimo greitį. Apsauginiai uždoriai montuojami tarp degiklio ir dujų baliono. Jie būna vandeniniai ir sausieji.

Sausieji apsauginiai uždoriai montuojami balionuose ir dujų tiekimo tinkle. Sausąjį uždorį sudaro: gaubiamoji veržlė (1), atvamzdis (2), atbulinis vožtuvas (3), lizdas (4), dangtelis (5), žiedinė veržlė (6), metalokeraminės medžiagos įdėklas (7), skirstytuvas (8), korpusas (9) ir purkštukas (10) (1.51 pav., c).

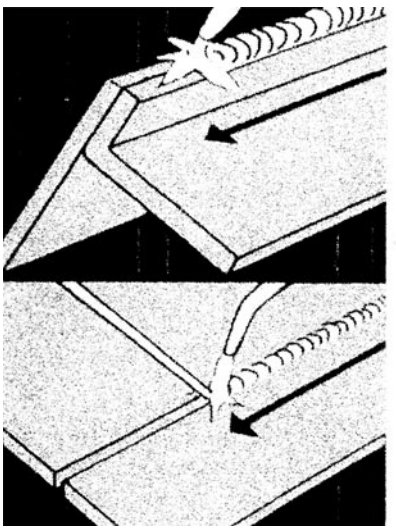
Suvirinant dujomis, detalės sulydomos panaudojant pridėtinį metalą arba be jo. Galima suvirinti vamzdžius, lakštus, konstrukcijas iš plonų ir vidutinio storio plieno profilių. Žinomi du suvirinimo būdai – kairinis ir dešininis. Suvirinant kairiniu būdu, pridėtinė viela yra prieš degiklio liepsną, o liepsna nukreipiama į nesuvirintą metalą. Suvirinimas vyksta iš dešinės į kairę.



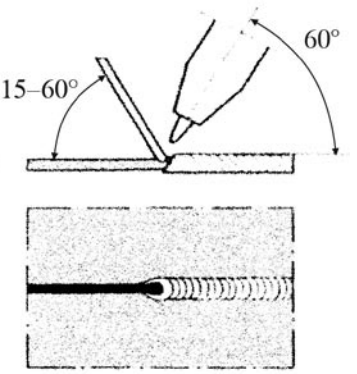
1.51 pav. Vidutinio slėgio uždarasis vandeninis uždoris:
a – normalus darbas; b – atbulinis smūgis; c – sausasis apsauginis uždoris;
1 – įmova; 2, 4 – pripylimo ir išleidimo antvamzdžiai; 3 – kontrolinis čiaupas;
5 – atbulinis vožtuvas; 6 – dujų nukreipimo vamzdelis; 7 – korpusas; 8 – droselinis diskas

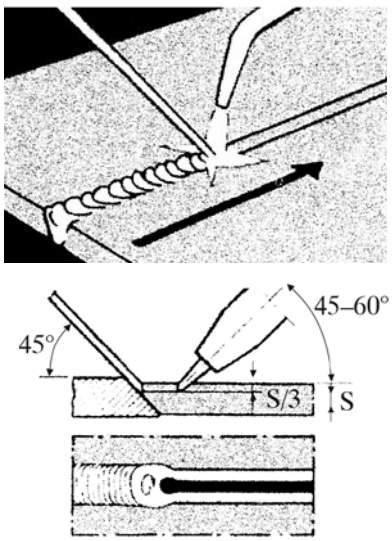
Kairinis suvirinimo būdas (1.52 pav.) naudojamas iki 3 mm storio metalui suvirinti. Suvirinant dešininiu būdu pridėtinė viela yra už degiklio liepsnos, o liepsna nukreipta į suvirinamą metalą. Dešininis suvirinimas (1.53 pav.) naudojamas storesniam nei 3 mm metalui suvirinti. Suvirinimo liepsna laikoma tol, kol suvirinimo viela padaromas ovalus judesys skysto metalo vonelėje.

Suvirinant storesnį metalą reikia didesnės liepsnos galios.



1.52 pav. Kairinis suvirinimo būdas





1.53 pav. Dešininis suvirinimo būdas

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Koks procesas vadinamas suvirinimu dujomis?
2. Kokie yra dujinio suvirinimo trūkumai?
3. Kokios dujos naudojamos metalams suvirinti?
4. Kokia yra deguonies reakcija su alyvomis ir riebalais?
5. Kaip yra gaunamas acetilenas?
6. Kokia turi būti suvirinimui skirta viela?
7. Kokiu įrenginiu gaunama suvirinimo liepsna?
8. Kokių dujų mišinio liepsna yra karščiausia?
9. Kurioje liepsnos dalyje temperatūra yra aukščiausia?
10. Išvardykite pagrindines degiklių saugaus eksploatavimo taisykles.
11. Kokius žinote dujinio suvirinimo būdus?
12. Ar turi keistis antgalio posvyrio kampas atsižvelgiant į virinamų ruošinių storį?
13. Kaip klasifikuojamos suvirinimo siūlės pagal jų padėtį erdvėje?
14. Kokį procesą vadiname atbuliniu liepsnos smūgiu?
15. Dėl kokių priežasčių įvyksta atbulinis liepsnos smūgis?
16. Kokia yra apsauginio uždorio paskirtis?
17. Kokius uždorius žinote?
18. Kokia dujų reduktoriaus paskirtis?
19. Kokia dujinio degiklio paskirtis?

1.9. Dujinis metalo pjovimas

Dujiniam pjovimui visada naudojamas deguonis, todėl šis pjovimo būdas dar vadinamas deguoniniu arba oksidaciniu pjovimu.

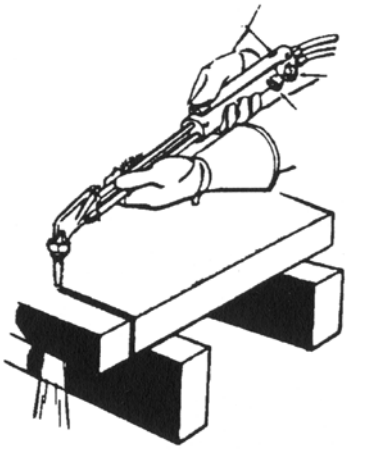
Deguoninis pjovimas vyksta taip: pakaitinančia liepsna metalas įkaitinamas iki temperatūros, artimos lydymosi temperatūrai. Tada paleidžiamas pjovimo deguonis, kuris sudegina metalą ir išpučia iš pjūvio vietos susidariusius metalo oksidus. Pjovimui naudojamas deguonis ir degiosios acetileno arba propano dujos. Kad būtų galima deguonimi pjauti metalą, turi būti šios sąlygos:

- metalo degimo temperatūra turi būti žemesnė negu lydymosi temperatūra;
- metalo oksido lydymosi temperatūra turi būti žemesnė už metalo degimo temperatūrą;
- metalo šilumos laidumas neturi būti didelis, nes tada metalas neįkaitinamas iki degimo temperatūros;
- degant metalui turi išsiskirti tiek šilumos, kad būtų palaikoma metalo degimo temperatūra.

Geriausiai šias sąlygas atitinka neanglingieji, vidutinio anglingumo ir mažai legiruotieji **plienai**, kuriuose yra iki 0,3 proc. anglies. **Ketus** neatitinka antrosios sąlygos. **Spalvotieji metalai** neatitinka antrosios ir trečiosios sąlygų. **Legiruotieji plienai** neatitinka antrosios sąlygos.

Lietuvoje šiuo metu, be deguoninio pjovimo, vis plačiau taikomas plazminis pjovimas.

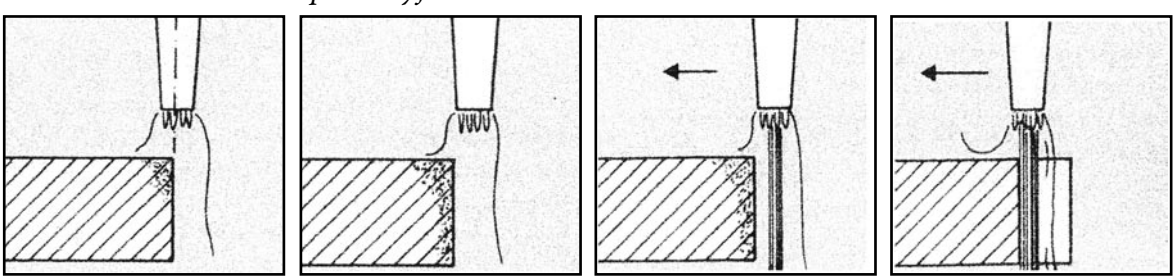
Pjaunamas lakštas padedamas ant padėklų, kad būtų tarpas oksidams išpūsti (1.54 pav.). Dažniausiai pradedama pjauti nuo lakšto krašto. Jeigu reikia pradėti pjauti nuo lakšto vidurio, pirmiausia pradeginama skylė ir nuo jos pradedama pjauti. Jeigu metalo storis didesnis kaip 10 mm, skylė pragręžiama grąžtu. Pagal žymėjimo linijas visuomet pradedama pjauti nuo tiesiosios dalies, kad ties suapvalinimais pjūvis būtų glotnus.



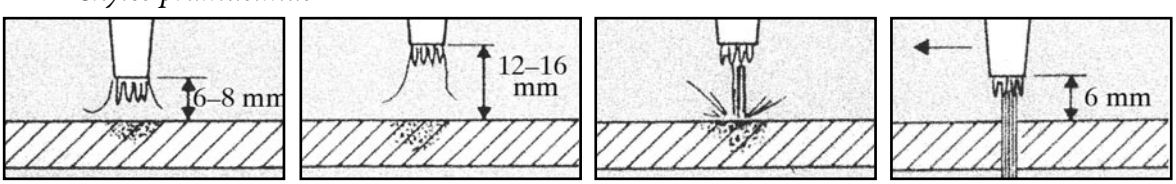
1.54 pav. Ruošinio paruošimas

Pagrindinis pjovimo režimo parametras yra pjaunamojo deguonies slėgis ir pjovimo greitis. Jis priklauso nuo pjaunamo plieno storio, deguonies grynumo. Kai deguonies slėgis nepakankamas, neišpučiamas šlakas iš pjūvio vietos ir metalas neperpjaunamas. Kai slėgis per didelis, daugiau sunaudojama deguonies, pjūvis nešvarus. Pjovimo greičiui didelės įtakos turi deguonies grynumas. Sumažinus deguonies grynumą 1 proc., greitis sumažėja apie 20 proc., o deguonies sunaudojimas padidėja apie 25 proc. Didelės įtakos pjovimo greičiui turi degiklio ir pjaunamo gaminio paviršiaus kampas. Rekomenduojama pjauti „kampu į priekį“ – 50–70° kampu. 1.55 paveiksle parodyta, kaip pjaunamas plienas ir kaip lakšte pramušamos skylės.

Pradedama lakšto pakraštyje



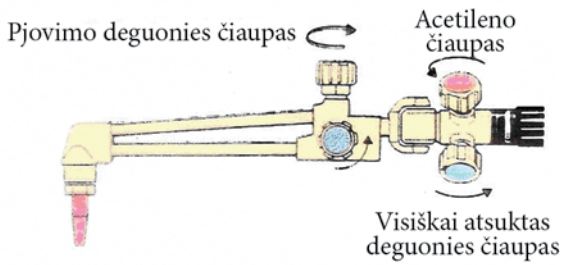
Skylės pramušimas



1.55 pav. Pjovimo technika

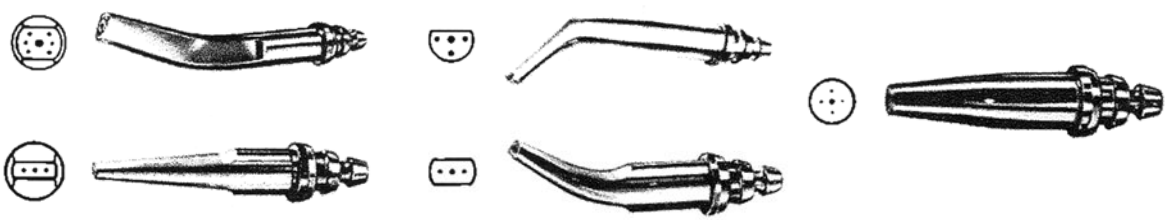
Pjoviklis

Pagrindinis metalo pjovimo dujomis įrankis yra **dùjinis pjovìklis** (1.56 pav.). Jis reikalingas degiosioms dujoms arba skysčiams sumaišyti su deguonimi, pakaitinančiai liepsnai formuoti ir grynam deguoniui į pjūvio zoną tiekti.



1.56 pav. Dujinio pjoviklio degiklis

Pjovikliai skirstomi: pagal pjovimo būdą – į naudojamus skiriamajam ir paviršiniam pjovimui, pagal paskirtį – rankiniam, mehanizuotam ir specialiajam pjovimui, pagal degalus – acetilenui, jo pakaitalams ir skystiesiems degalams, pagal veikimo principą – injekciniai ir neinjekciniai, pagal deguonies slėgį – žemojo ir aukštojo slėgio, pagal antgalių konstrukciją – plyšiniai ir daugiatūčiai (1.57 pav.). Dažniausiai naudojami universalieji injekciniai su plyšiniu antgaliu pjovikliai, kuriais atliekamas skiriamasis pjovimas. Dujinio pjoviklio, kaip ir dujinio degiklio, konstrukcija yra panaši. **Dujinis pjoviklis skiriasi nuo degiklio tuo, kad turi dar vieną vamzdelį ir papildomą ventilį pjovimo deguoniui tiekti.**



1.57 pav. Daugiatūčių antgalių konstrukcijos

Prieš pradedant darbą, būtina susipažinti su pjoviklių eksploatavimo taisyklėmis. Deguonies ir acetileno darbinis slėgis nustatomas pagal pjoviklio eksploatacines charakteristikas. Pjaunama šia tvarka: ketvirtadalį sūkio atidaromas pašildymo deguonies ventilis, kad dujų kanaluose susidarytų dalinis vakuumas. Tada atidaromas dujų ventilis ir padegamas degusis mišinys. Pašildančioji liepsna reguliuojama deguonies ir dujų ventiliais. Ja metalas įkaitinamas iki šiaudų spalvos, atidaromas pjovimo deguonies ventilis ir pradedamas pjovimo procesas. Baigus darbą, pjoviklis užgesinamas: pirmiausia uždaromas degiųjų dujų, po to – deguonies ventilis.

Kokybiškai deguonimi perpjautų detalių nereikia prieš suvirinant papildomai mechaniškai apdoroti, jų briaunos būna gana glotnios. Perpjauto paviršiaus **kokybė** (LST EN 12584:2001) **priklauso nuo:**

- statmenumo, t. y. kiek briauna nukrypusi nuo lakšto paviršiaus statmens;
- nelygumų, t. y. vagelių ant briaunos gylio;
- viršutinės briaunos aplydymo laipsnio.

Kai pjaunama deguonimi, arti pjūvio susidaro terminio poveikio zona, briaunos aušdamos gali trūkinėti, todėl prieš darbą jos mechaniškai apdorojamos.

Deguonimi pjaunamos detalės visada deformuojasi, pakinta jų formos ir matmenys. Šios deformacijos yra analogiškos suvirinimo deformacijoms, bet turi savų ypatumų. Kai pjaunamas lakšto kraštas, laikinosios deformacijos lenkia lakštą. Kadangi labiausiai įkaitusi briauna negali laisvai plėstis nuo šilumos, ataušusiame lakšte lieka įtempiai ir jis deformuojasi. Pjaunamos didelės detalės dažniausiai išlinksta įgaubtai, o mažo pločio – išgaubtai. Norint sumažinti detalių deformacijas, reikia laikytis šių taisyklių:

- detalė pradedama pjauti nuo ilgiausios briaunos, o baigiama ties trumpąja briauna;
- skylės detalėse išpjaunamos anksčiau negu išorinis kontūras;
- tikslios mažos detalės pjaunamos iš lakšto, kuris pirmiausia supjaustomas ruošinukais.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Koks procesas vadinamas dujiniu metalo pjovimu?
2. Kokios dujos naudojamos metalui pjauti?
3. Aprašykite pjovimo deguonimi procesą.
4. Išvardykite reikalavimus, kuriuos turi tenkinti deguonimi pjaunamas metalas.
5. Kuo skiriasi dujinis pjoviklis nuo degiklio?
6. Kokių tipų antgalius žinote?
7. Kodėl negalima liepsnos branduoliu liesti pjaunamo ruošinio paviršiaus?
8. Kodėl pjaunant deguonimi ruošiniai deformuojasi?
9. Kokių reikalavimų reikia laikytis, kad atliekant dujinį pjovimą sumažėtų ruošinių deformacijos?
10. Kokie yra pasirengimo pjauti dujomis darbai?
11. Kas įvyksta pjaunant dujomis, kai:
    a) nepakanka deguonies slėgio;
    b) per didelis deguonies slėgis?
12. Kokią įtaką pjovimo procesui turi pjoviklio ir pjaunamojo gaminio paviršiaus sudaromas kampas?

1.10. Suvirinimo defektai

Defektù vadinami bet kokie nukrypimai nuo valstybinių standartų, normatyvinių dokumentų, techninių sąlygų, brėžinių. Defektai sumažina virintinės jungties stiprumą, eksploatacijos patikimumą.

Pagrindinės defektų atsiradimo priežastys:

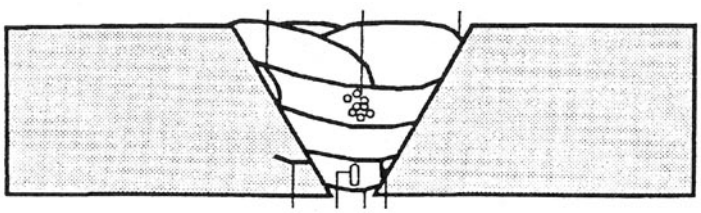
- Netinkamai parinktas suvirinimo režimas.
- Netvarkinga suvirinimo aparatūra.
- Nepakankama suvirintojo kvalifikacija.

Norint išvengti defektų, reikia:

- pasirinkti tinkamo skersmens vielą;
- naudoti tinkamą suvirinimo būdą – kairinį arba dešininį;
- kiek reikia išlydyti detalių briaunas;
- parinkti degiklio antgalį pagal metalo storį;
- kruopščiai paruošti detales suvirinimui.

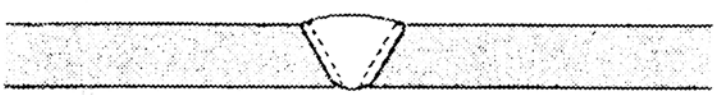
Suvirinimo defektų išvengiama tinkamai pasirinkus suvirinimo vielą ir liepsną bei nustačius tinkamą jų judėjimo kryptį suvirinant (iš kairės ar iš dešinės).

Kiti reikalavimai – visiškas jungiamų briaunų išsilydymas ir suvirinimas per visą jungties plotį bei tinkamas siūlės iškilumo laipsnis. Jei nepaisoma nors vieno iš šių reikalavimų, gali atsirasti suvirinimo defektų (1.58 pav.).



1.58 pav. Tipiški suvirinimo defektai

Patenkinamiems rezultatams gauti labai svarbu suvirinamų detalių sujungimo vietoje išlaikyti kriaušės pavidalo siūlę (1.59 pav.). Tai padeda visiškai išsilydyti abiejų suvirinamų detalių briaunoms.

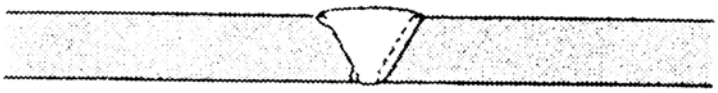


1.59 pav. Gerai suvirinta

Defektas ant jungiamųjų paviršių, atsirandantis dėl nepakankamo susiliejimo. Todėl reikia stebėti, kad detalių briaunos priešais suvirinimo vielą išsilydytų (1.60 pav.).

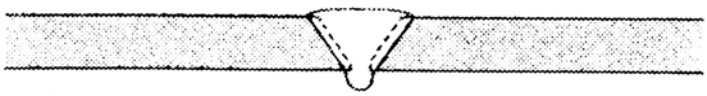
1.60 pav. Blogai suvirinta

Netinkama suvirinimo siūlė, nevisiškas įvirinimas. Todėl reikia stengtis suvirinant išlaikyti kriaušės formos siūlę (1.61 pav.).



1.61 pav. Blogai suvirinta

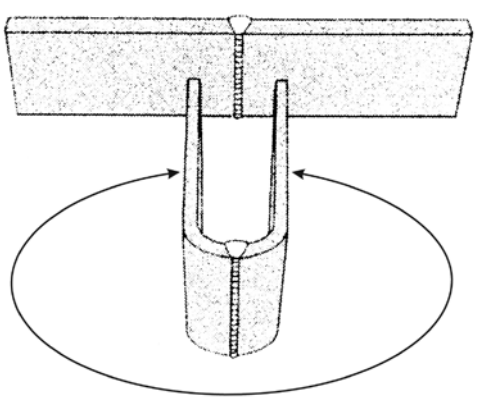
Lašelių susidarymas dėl nekontroliuojamos suvirinimo siūlės kitoje detalių jungties pusėje. Reikia naudoti mažesnį suvirinimo antgalį (1.62 pav.).



1.62 pav. Blogai suvirinta

Defektas suvirinimo siūlės apačioje dėl detalių briaunų judėjimo. Todėl prieš pradedant suvirinimo darbus reikia geriau paruošti ir sutvirtinti detales (1.63 pav.).

1.63 pav. Blogai suvirinta



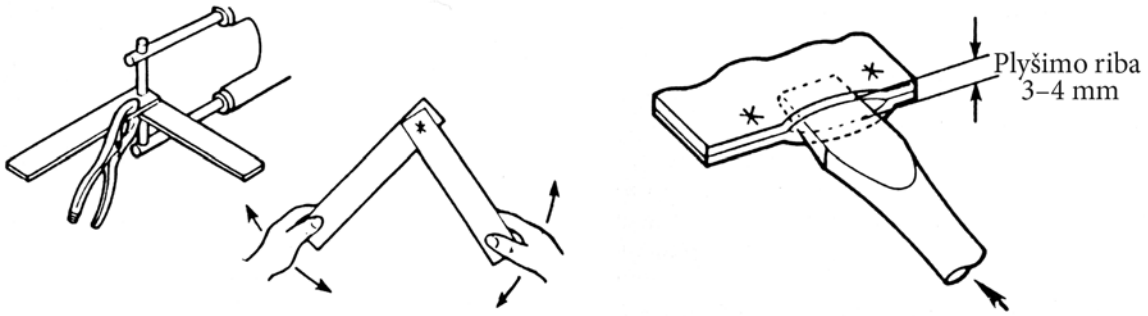
1.64 pav. Gerai suvirinta detalė, lenkiama 180° kampu, neturi sulūžti

Remontuojant automobilius ir naudojant kontaktinį kėbulo metalinių detalių suvirinimą reikia laikytis kokybės reikalavimų pagal LST EN ISO 14554-1:2000 ir LST EN ISO 14554-1:2000 (1.64, 1.65 pav.).

Suvirinimo kokybę lemia ne tik suvirinimo ir pridėtinės medžiagos, bet ir suvirintojo kvalifikacija bei stropumas. Mašinų gamyboje, branduolinėje, aviacijos ir kosminėje technikoje suvirinimo jungtims keliami ypač dideli kokybės reikalavimai. Be to, jos turi būti išbandomos (LST EN 1435:1998/A2:2004, LST EN 1712:2000/A2:2004).

Suvirinimo jungtys išbandomos dviem pagrindiniais būdais:

• **Išardant suvirinimo siūlę** tikrinama gręžiant, mechaniškai tempiant, lenkiant, pjau-



1.65 pav. Kontaktinio suvirinimo defektavimas (plėšimas ir sukimas – išplyšusi vieta parodo įvirinimo gylį ir kartu kokybę)

nant, smūgiuojant, gniuždant pneumatiniais arba hidrauliniais būdais (technologiniai, metalografiniai bandymai).

• **Neardant suvirinimo siūlės** tikrinami vizualiai, spalvotąja defektoskopija, radiografija, magnetiniais milteliais, ultragarsu, rentgeno arba gama spinduliais.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Ką vadiname suvirinimo defektu?
2. Kokios yra pagrindinės defektų atsiradimo priežastys?
3. Ką reikia daryti norint išvengti defektų?
4. Kokios formos yra taisyklinga suvirinimo siūlė?
5. Kaip atliekamas siūlės ardymo bandymas?
6. Kas lemia suvirinimo kokybę?

1.11. Plastikų suvirinimas

Plastikai plačiai naudojami ne tik automobilių pramonėje, bet ir kitose šakose. Iš jų gaminamos įvairios automobilių, elektrinių prietaisų detalės, dažnai pakeičiančios net metalines konstrukcijas ar kėbulo dalis. Jie turi daug privalumų: stiprūs, plastiški, lengvi, patvarūs, pigūs ir, svarbiausia, nerūdija.

Yra du plastikų suvirinimo būdai:

1. Naudojami pašaliniai šilumos šaltiniai – įkaitintos dujos, įkaitinti įrankiai ir įkaitinta pridėtinė medžiaga; šiluma į suvirinimo vietą perduodama konvekcijos, šilumos laidumo ir dalinio spinduliavimo (radiacijos) būdais.

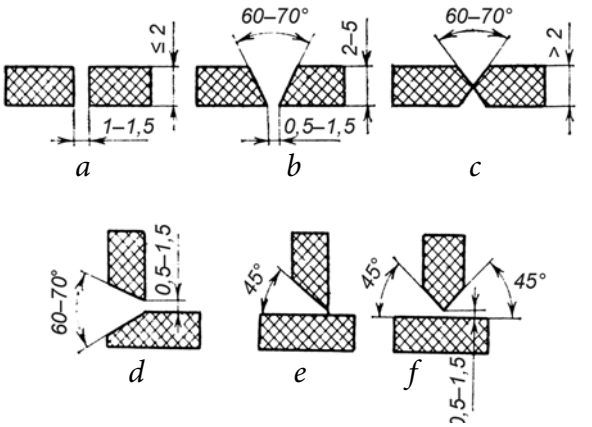
2. Šiluma generuojama plastiko viduje pakeičiant įvairių rūšių energiją – trinties, aukštadažnių srovių, ultragarsinių virpesių arba infraraudonųjų spindulių.

Pagal suvirinamumą plastikus galima suskirstyti į dvi grupes:

Pirmąją grupę sudaro **reaktoplãstikai**, kurie labiau įkaitinti nepereina į labai elastingą būseną ir nekeičia savo savybių, o neperėję į elastingą būseną, suyra. Jų įprastiniais metodais negalima suvirinti, dažniausiai yra klijuojami.

Antrąją grupę sudaro **termoplãstikai**, kuriuos įkaitinus ir suslėgus galima gerai arba patenkinamai suvirinti.

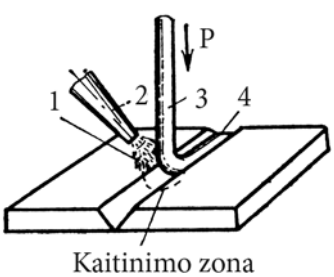
Remontuojant automobilius dažniausiai naudojamas plastikų suvirinimas kaitinant karštų dujų srove. Suvirinama su pridėtine medžiaga ir be jos. Kai suvirinami lakštai, pridėtinė medžiaga būna 2–6 mm skersmens apvalios arba kitokios formos strypeliai; kai suvirinamos plėvelės – 10–15 mm pločio juostos. Pridėtinėje medžiagoje dažniausiai yra 3–10 proc. plastifikatorių. Iki 2 mm storio kietuosius plastikus galima suvirinti nepalikus tarp jų tarpelio ir nenusklembus briaunų, o storesniems briaunas būtina nusklembti (1.66 pav.).



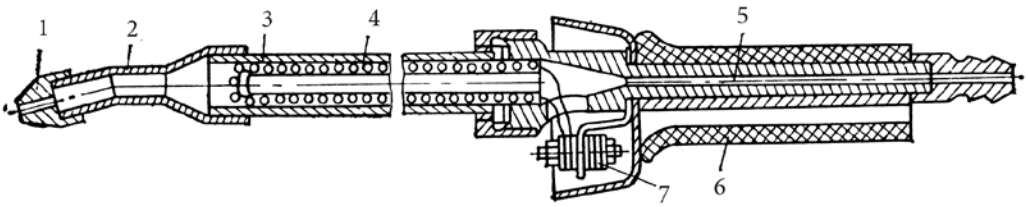
1.66 pav. Detalių briaunos, paruoštos suvirinti:
a – briaunos nenusklembtos; b, c – V ir X forma nusklembtos briaunos;
d – kampinės jungties briaunos; e, f – tėjinės jungties briaunos

Pagrindiniai suvirinimo režimo parametrai yra šie: iš tūtos išeinančių dujų temperatūra, sąnaudos, suvirinimo greitis, slėgis į pridėtinį strypelį. Auštančioje suvirintų plastikų siūlėje ir siūlės zonoje susidaro vietiniai įtempiai, gali susidaryti įtrūkimų, todėl nepatartina vos suvirintą konstrukciją apkrauti. Po 10–20 valandų vietiniai įtempiai savaime relaksuoja. Relaksacijai pagreitinti suvirinimo vietos apdorojamos termiškai.

Suvirinant plastikus karštomis dujomis su pridėtine medžiaga (1.67 pav.), karštos dujos (1), eidamos iš degiklio antgalio (2), įkaitina gaminio briaunas ir strypelį (3) iki klampiai takios būsenos. Ranka arba specialiu ritinėliu paspaustas strypelis prisivirina prie suminkštėjusių briaunų ir suformuoja suvirinimo siūlę (4).



1.67 pav. Plastikų suvirinimas įkaitintomis dujomis su pridėtine medžiaga

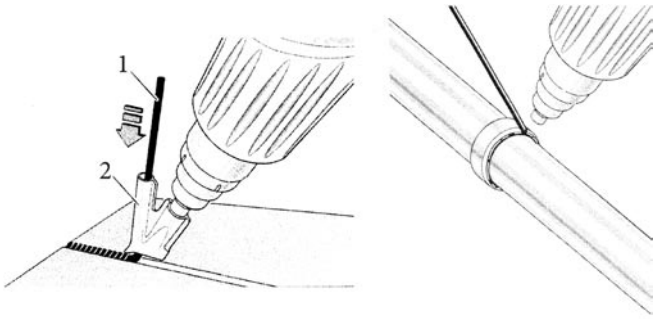


1.68 pav. Plastikų suvirinimo elektrinis degiklis:
1 – keičiamoji tūta; 2 – antgalis; 3 – plieninė gilzė; 4 – daugiakanalis keraminis vamzdelis;
5 – suslėgto oro tiekimo vamzdelis; 6 – tekstolitinė rankenėlė; 7 – gnybtai elektrai prijungti

Dujų degikliai gaminami su elektriniu arba dujiniu 0,05–1 kgf/cm^2 slėgio acetileno arba vandenilio šildymu. Degikliai su elektriniu šildymu (1.68 pav.) daug patogesni ir saugesni negu su dujiniu šildymu, todėl dažniausiai naudojami. Dujos apteka įkaitintą elektrinį elementą, įmontuotą į degiklio korpusą, ir išeina iš tūtos, įkaitusios iki tam tikros temperatūros, tam tikru greičiu. Temperatūra reguliuojama keičiant kaitintuvo elektrinius parametrus arba einančių pro jį dujų kiekį.

Remontuojant automobilius naudojamos ir kitokios naujos kartos orapūtės. Jomis apdorojamą paviršių galima įkaitinti iki 900 °C. Karšto oro srauto orapūtės yra apsaugotos nuo perkaitimo; naudojant šiuolaikinį elektroninį valdymą yra galimybė greitai ataušinti ruošinius. Naudojant įvairius orapūtės antgalius smarkiai išplečiamos panaudojimo galimybės: susitraukimui (automobilio laidų sujungimo vietų aptraukimui izoliacija 1.69 pav.), deformavimui, suvirinimui (tarp jų ir su pridėtine medžiaga (1) ir specialiu antgaliu (2) 1.70 pav.), litavimui, dažų dangų šalinimui, džiovinimui, sutvirtinimui klijuojant, atšildymui, dezinfekavimui.

1.69 pav. Sujungimo vietų aptraukimas



1.70 pav. Suvirinimas specialiais antgaliais su pridėtine medžiaga

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokios detalės automobiliuose gaminamos iš plastikų?
2. Kokie plastikų privalumai?
3. Kokius žinote plastikų suvirinimo būdus?
4. Kuo skiriasi reaktoplastikai nuo termoplastikų?
5. Kokie pagrindiniai plastikų suvirinimo režimo parametrai?
6. Kokius remonto darbus galima atlikti su reguliuojamos temperatūros oro srauto orapūte?

2. LITAVIMAS

Litavimas yra vienas iš seniausių detalių sujungimo būdų. Lituotų gaminių randama kelių tūkstančių metų senumo. XII amžiuje jau gerai mokėta lituoti auksą, sidabrą, šviną, alavą, geležį. Buvo naudojami įvairūs fliusai ir lydmetaliai. Tais laikais litavimas dažniausiai buvo naudojamas papuošalams, ginklams, namų apyvokos reikmenims gaminti. Šiais laikais litavimas – vienas iš svarbiausių elektronikos, mašinų gamybos, elektrotechnikos ir kitų pramonės šakų procesų. Viena iš svarbiausių litavimo teigiamų savybių yra ta, kad gaminius galime sujungti temperatūroje, žemesnėje už jų lydimosi temperatūrą.

2.1. Litavimo savybės

Litãvimas – kietų įkaitintų detalių sujungimas išlydyta pridėtine medžiaga, lydmetaliu. Litavimas labai plačiai taikomas įvairiose pramonės šakose. Lituojami vamzdynai, radiatoriai, variklių detalės, lituojant surenkama daugybė elektrinių prietaisų ir elektronikos pramonės gaminių. Daugelyje elektronikos ir elektros pramonės gaminių litavimas yra vienintelis įmanomas detalių sujungimo būdas.

Virintinių ir lituotinių jungčių žymėjimas brėžiniuose pateikiamas Lietuvõs standarte LST EN 22553 „Suvirintosios ir lituotosios jungtys. Žymėjimas simboliais brėžiniuose (ISO 2553:1992)“.

Lituotinės jungtys turi daug privalumų:

- sujungiamos detalės nesmarkiai įkaista, todėl nepakinta metalo struktūra ir mechaninės savybės;
- gaunama švari jungtis, kurios dažniausiai nereikia papildomai apdoroti;
- nekinta detalės matmenys ir forma;
- gaunama pakankamai stipri jungtis;
- vienu metu galima lituoti ne vieną, o daug jungčių;
- jungtys gali būti sunkiai prieinamose gaminio vietose;
- tame pačiame gaminyje jungtys gali būti taškinės, linijinės, plokštuminės, lituojami gaminiai suspaudžiami nedidele, nedeformuojančia gaminio jėga;
- sujungiami įvairiarūšiai metaliniai ir nemetaliniai gaminiai;
- lituotines jungtis galima išardyti (išlituoti) ir vėl sulituoti, nepakenkiant gaminiui.

Lituotinės jungties kokybė, stiprumas ir eksploatacijos patikimumas priklauso nuo to, ar tinkamai parinktas lydmetalis. Lydmetalių savybės turi būti tokios:

- jų lydymosi temperatūra turi būti žemesnė negu lituojamų medžiagų;
- išlydyti jie turi gerai vilgyti lituojamą medžiagą ir lengvai sklisti jos paviršiuje;
- lituotinė jungtis turi būti stipri, plastiška ir hermetiška;
- lydmetalių šiluminio plėtimosi koeficientas turi būti artimas lituojamos medžiagos koeficientui.

Lituotinių jungčių stiprumas yra mažesnis negu lituojamo metalo mechaninis stiprumas. Taigi kol kas patvaresniu sujungimo būdu daugeliu atvejų laikomas suvirinimas.

2.2. Litavimo būdai

Atsižvelgiant į lydymosi temperatūrą, lydmetalius sutarta skirstyti į dvi grupes: lengvalydžius (minkštuosius), kurie lydosi iki 500 °C temperatūroje, ir sunkialydžius (kietuosius), kurie lydosi aukštesnėje nei 500 °C temperatūroje.

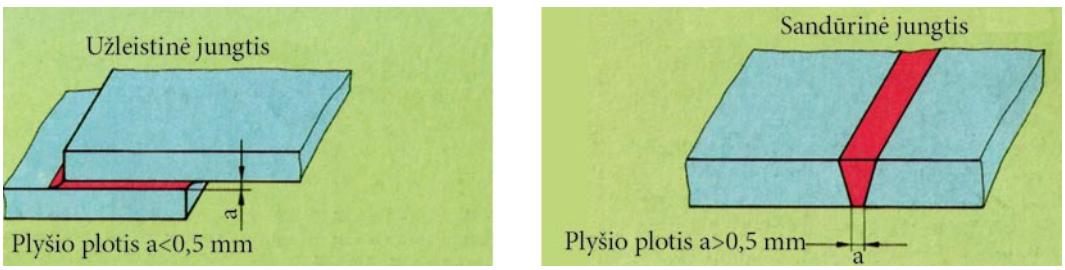
Lituojamų detalių briaunos neišlydomos.

Pagal lydmetalio lydymosi temperatūrą litavimas gali būti:

- **minkštàsis litãvimas** (iki 450 °C);
- **kietàsis litãvimas** (450–1000 °C);
- **suvirinàmasis litãvimas** (apie 900 °C).

Pagal litavimo vietą gali būti:

- dengiamasis litavimas – alavavimas, plėvelės sudarymas;
- jungiamasis litavimas – siūlių, plyšių litavimas (2.1 pav.).



2.1 pav. Jungiamasis litavimas

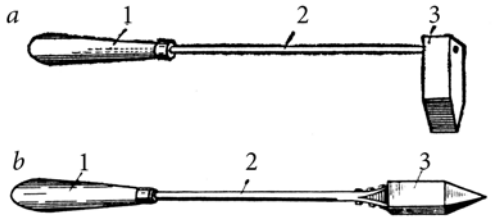
2.3. Litavimo įrankiai

Pagrindinis litavimo įrankis – **lituõklis**. Pagal kaitinimo būdą lituokliai skirstomi į tris grupes: periodiškai kaitinamus, elektrinius ir nuolat kaitinamus dujomis arba skystaisiais degalais. Nesvarbu, koks kaitinimo būdas ir konstrukcija, pagrindinė lituoklio paskirtis – įkaitinti lydmetalį iki lydymosi ir uždėti jį ant jungties, įkaitinti metalą litavimo vietoje ir pašalinti išlydyto lydmetalio perteklių.

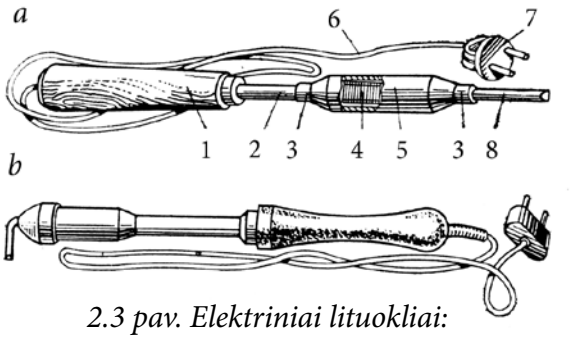
Periodiškai kaitinami lituokliai skirstomi į kampinius ir tiesius. Tiesiaisiais lituokliais lituojamos sunkiai prieinamos vietos. Tai yra tam tikros formos raudonvario gabalas, pritvirtintas prie geležinio strypo su medine rankena gale (2.2 pav.). Plačiausiai naudojami elektriniai lituokliai, nes jie yra paprastos konstrukcijos ir patogūs dirbti. Jais dirbant susidaro mažiau dujų, lituojamos vietos įkaitinamos tolygiai iki pastovios temperatūros, todėl labai pagerėja litavimo kokybė. Šie lituokliai taip pat skirstomi į tiesius ir kampinius (2.3 pav.).

Prie nuolat kaitinamų lituoklių priskiriami benzininiai ir dujiniai (2.4 ir 2.5 pav.).

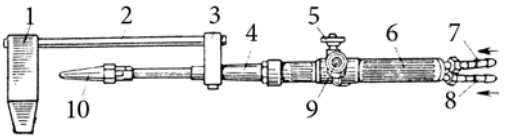
Vienas iš litavimo periodiškai kaitinamais lituokliais įrankių yra litavimo lempa. Ja įkaitinamos lituojamos detalės, lituoklis ir išlydomas lydmetalis. Tokiomis lempomis dažniausiai naudojamasi lituojant lengvalydžiais lydmetaliais. Litavimo lempų privalumas – galima atlikti litavimo darbus ten, kur nėra elektros srovės (2.6 pav.).



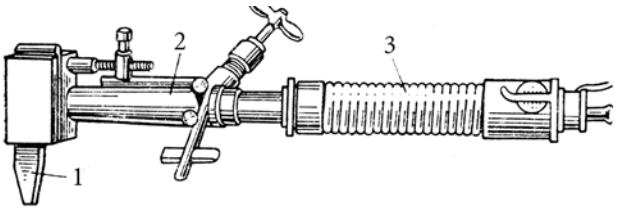
2.2 pav. Periodiškai kaitinami lituokliai:
a – kampinis; b – tiesus;
1 – rankena; 2 – geležinis strypas;
3 – raudonvario lituoklis



2.3 pav. Elektriniai lituokliai:
a – tiesus, b – kampinis;
1 – rankena; 2 – plieninis kamštis;
3 – pavalkėliai; 4 – kaitinimo elementas;
5 – uždedamieji gaubteliai; 6 – laidas;
7 – šakutė; 8 – varinis strypas



2.4 pav. Dujinis lituoklis:
1 – lituoklis; 2 – strypas; 3 – pavalkėlis; 4 – acetileno ir deguonies degiklis; 5, 9 – ventiliai;
6 – rankena; 7, 8 – atvamzdžiai deguonies ir acetileno žarnoms prijungti; 10 – tūta

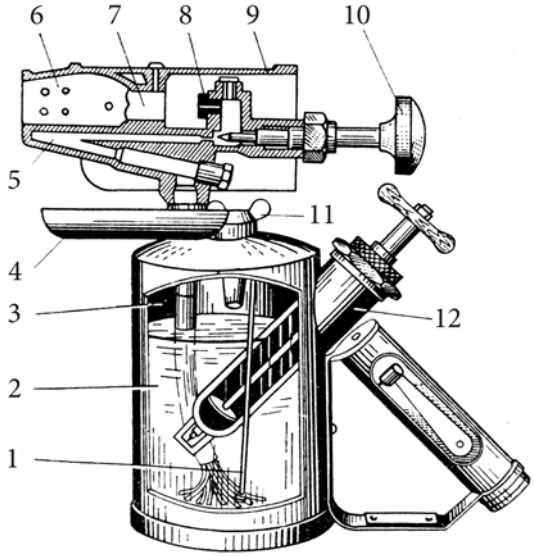


2.5 pav. Benzininis lituoklis:
1 – lituoklis; 2 – benzininis degiklis; 3 – rankena

Netinkamai naudojant litavimo lempą gali įvykti nelaimingas atsitikimas, todėl reikia laikytis visų darbo saugos taisyklių:

- litavimo lempos kurą laikyti atskirame inde;
- degalų pilti ne daugiau kaip 3/4 tūrio;
- į lempą pilti tik jai tinkamus degalus;
- degalai pilami tik į ataušusią lempą;
- darbo vietoje būtina turėti visas gaisro gesinimo priemones.

Šiuolaikinės autonominės litavimo lempos maitinamos dujomis (dažniausiai su keičiamu dujų rezervuaru). Esant paprastai konstrukcijai ir lengvam naudojimui dujinės lempos yra saugesnės, patogesnės ir funkcionalesnės. Jos būna įvairių dydžių ir konstrukcijų.



2.6 pav. Benzinu, spiritu arba žibalu kūrenama lempa:
1 – apsauginis strypas; 2 – degalų rezervuaras; 3 – oro ertmė; 4 – kaitinimo vonelė (lėkštelė);
5 – maišytuvo kanalai; 6 – vamzdis; 7 – maišytuvo vamzdis; 8 – tūta;
9 – apsauginis įtaisas nuo vėjo; 10 – ventilis; 11 – įpylimo žiočių dangtelis; 12 – siurblys

2.4. Lydmetaliai

Minkštojo ir kietojo **litavimo medžiagas** numato Lietuvõs standartas LST EN ISO 10564:2000.

Minkštajam litavimui naudojami alavo ir švino lydmetaliai. Pagrindinis jų trūkumas – mažas mechaninis temperatūros stiprumas. Šie lydmetaliai naudojami elektrotechnikoje, cinkuotai ir alavuotai skardai lituoti (2.1 lentelė.).

Kietajam litavimui naudojamuose lydmetaliuose yra žalvario, sidabro, todėl gaunamos stiprios jungtys. Šiuo būdu galima lituoti plienus, varį, bronzą, žalvarį. Užlaidos ilgis turi būti 3–5 kartus didesnis už detalės storį.

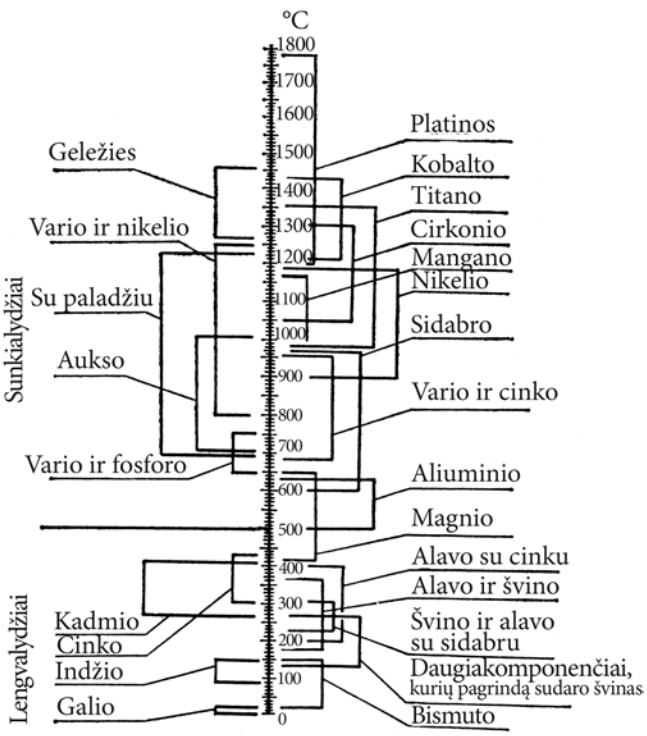
Lengvalydžiai lydmetaliai plačiai naudojami pramonėje ir buityje. Tai alavo ir švino lydiniai. Jų savybės priklauso nuo alavo ir švino kiekio lydinyje. Šiais lydmetaliais lituojamas plienas, varis, cinkas, švinas, alavas, pilkasis ketus ir jų lydiniai. Jais sulituotos jungtys yra hermetiškos. Lengvalydžiai lydmetaliai gaminami luitų, vielos, strypelių, grūdelių ir folijos juostų pavidalo.

Sunkialydžiai lydmetaliai – sunkiai lydūs metalai ir lydiniai. Iš jų daugiausia naudojami vario ir cinko bei sidabro lydmetaliai. Norint gauti tam tikras savybes ir lydymosi temperatūrą, į šiuos lydinius pridedama alavo, mangano, aliuminio, geležies ir kitų metalų.

Variu ir vario lydmetaliais sulituotos jungtys labai atsparios korozijai. Daugelis iš jų išlaiko dideles mechanines apkrovas. Vario lydmetaliais lituojama esant 850–1150 °C temperatūrai.

2.1 lentelė. Lydmetaliai

Žymėjimas		Sudėtis	Naudojimas
Lengvalydžiai lydmetaliai	L-PbSn25Sb	25% Sn; 1,5% Sb likęs Pb	Kėbulams ir radiatoriams gaminti
	L-n60PbAg	60% Sn; 3,5% Ag likęs Pb	Elektros pramonėje (spausdintos plokštės)
	L-PbAg5	5% Ag; likęs Pb	Aviacijoje
Sunkialydžiai lydmetaliai	L-SFCu	99,9% Cu	Kietlydinių plokštelėms prilituoti
	L-CuZn63	63% Cu; likęs Zn	Dviračių rėmams
	L-Ag55Sn	55% Ag; 22% Cu; 4% Sn; likęs Zn	Detalėms iš aukštos kokybės plienų



2.7 pav. Lydmetalių klasifikavimas pagal lydimosi temperatūrą

Šiais lydmetaliais lituojamos jungtys, kurios turi būti stiprios esant aukštai temperatūrai, tąsios, atsparios nuovargiui ir korozijai. Jais galima lituoti plieną, ketų, varį, nikelį ir jų lydinius, taip pat kitus metalus ir jų lydinius, kurių lydymosi temperatūra aukšta. Sunkialydžiai lydmetaliai skirstomi į: vario ir cinko bei sidabro. Vario ir cinko lydmetaliai lydosi esant 700–950 °C temperatūrai.

2.5. Litavimo fliusai

Kylant temperatūrai, sparčiai didėja lituojamų detalių paviršių oksidavimosi cheminės medžiagos greitis, todėl lydmetaliai nelimpa prie detalės. Oksidams pašalinti naudojamos medžiagos vadinamos **fliùsais**. Fliusais padengtas lituojamo metalo paviršius geriau suvilgomas išlydytu lydmetaliu, lituojamo metalo ir išlydyto lydmetalio paviršius apsaugomas nuo oksidavimosi kaitinant ir lituojant, ištirpdomos lituojamo metalo ir lydmetalio paviršiuje esančios oksidų plėvelės. Fliusai skirti lengvalydžiams ir sunkialydžiams lydmetaliams, nerūdijantiems plienams ir ketui lituoti. Pavyzdžiui, fliusai lengvalydžiams lydmetaliams yra: cinko chloridas, amonio chloridas, kanifolija.

Cinko chloridas yra labai geras fliusas lituojant juoduosius ir spalvotuosius metalus. Jis gaunamas druskos rūgšties penkiose dalyse ištirpinus vieną dalį susmulkinto cinko.

Amonio chloridas – balta miltelių ir kristalų pavidalo druska. Lituojant su šiuo fliusu išsiskiria kenksmingos sveikatai dujos, todėl patartina naudoti ne gryną fliusą, o jo tirpalą.

Kanifolija – gelsvai ruda dervinga miltelių arba lazdelių pavidalo medžiaga, gaunama distiliuojant pušų sakus. Kanifolijos, kaip fliuso, savybės daug silpnesnės už kitų medžiagų, bet ji nesukelia lituotinės siūlės korozijos, todėl dažniausiai naudojama lituojant elektros ir elektronikos pramonės gaminius.

Pagrindiniai sunkialydžių lydmetalių fliusai – boraksas, boro rūgštis. Dažniausiai šios medžiagos naudojamos miltelių pavidalo. Boraksas lengvai sugeria drėgmę iš aplinkos, todėl yra laikomas hermetiškuose induose. Šio fliuso trūkumas – aušdamas ant lituotinės siūlės sudaro stiprią plėvelę. Boro rūgštis yra daug geresnis ir aktyvesnis fliusas už boraksą, bet naudojama rečiau, nes brangesnė. Kaip fliusas nerūdijančiam plienui lituoti naudojamas fliusų mišinys. Jis gaunamas lygias borakso ir boro rūgšties dalis sumaišius su sočiuoju cinko chlorido tirpalu. Lituojant ketų naudojamas fliusas, sudarytas iš 60 proc. borakso, 38 proc. cinko chlorido ir 2 proc. kalio permanganato. Lituojant švino lydinius kaip fliusą galima naudoti stearinę.

Fliuso arba apsauginių dujų pasirinkimas priklauso nuo:

- temperatūros;
- litavimo būdo;
- lydmetalio sudėties;
- lituojamų detalių medžiagos.

2.6. Litavimas lengvalydžiais lydmetaliais

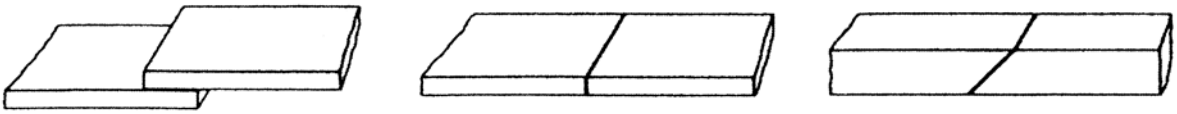
Litavimas lengvalydžiais lydmetaliais būna **berūgštis ir rūgštinis**. Pastarasis būdas rečiau naudojamas, nes atsiranda greitos korozijos galimybė ir siūlė gaunama ne tokia švari.

Pagal gaminiams keliamus reikalavimus lituotines siūles galima suskirstyti į tris grupes:

- stipriąsias, pasižyminčias tam tikru mechaniniu stiprumu, bet nebūtinai hermetiškas;
- sandariąsias, t. y. ištisines hermetiškas, nepraleidžiančias jokios medžiagos;
- sandariąsias ir stipriąsias, pasižyminčias ir hermetiškumu, ir stiprumu.

Pagrindinės siūlių rūšys pavaizduotos 2.8 paveiksle.

Lituojant išsiskiria nemažas kiekis lakiųjų ir sveikatai kenksmingų medžiagų, todėl lituo-



Užleistinė jungtis | *Sudurtinė jungtis (I formos jungtis)* | *Įžambioji jungtis*

2.8 pav. Jungčių tipai

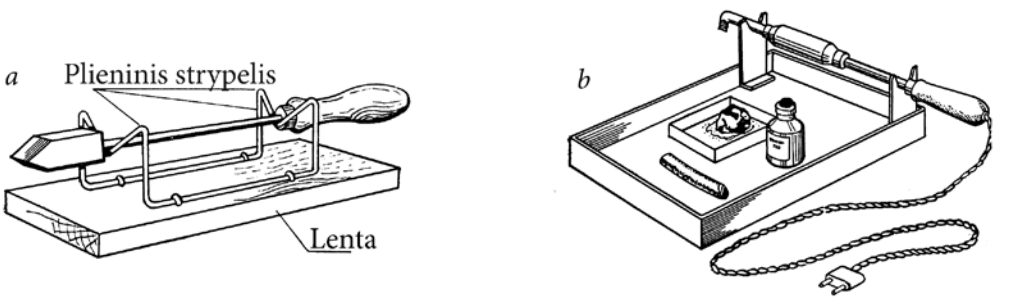
tojo darbo vietai yra keliami tam tikri reikalavimai. Visos cheminės medžiagos turi būti laikomos sandariuose induose ir tam tikruose lizduose arba dėžėse. Darbo vietoje turi būti įrengta ištraukiamoji ventiliacija.

Stipriai ir kokybiškai sulituoti galima tik tinkamai paruošus gaminį:

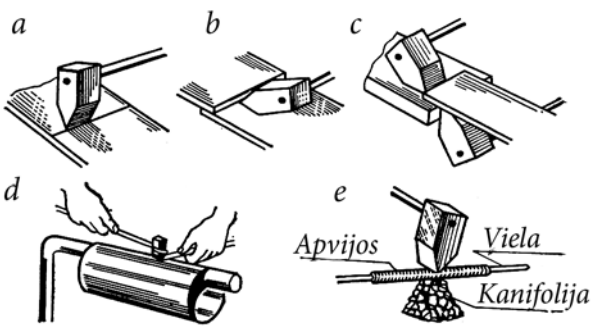
- nuvalius purvą ir rūdis;
- ėsdinant pašalinus riebalų ir oksidų plėveles;
- įkaitinus lituojamą jungtį iki darbinės temperatūros.

Tinkamai turi būti paruošiamas ir lituoklis (2.9 pav.):

- pagalandamas 30–40° kampu;
- nuo jo nuvalomos priedegos;
- įkaitinamas iki darbinės temperatūros ir panardinamas į cinko chloridą;
- su amonio chloridu padengiamas plonu ir tolygiu lydmetalio sluoksniu.



2.9 pav. Lituoklis ant padėklo (a); lituotojo darbo vieta (b)



2.10 pav. Lituotinės jungtys:
a – sudurtinės siūlės; b – užleistinės siūlės;
c – plonos ir storos plokštelės užleistinės siūlės; d – vamzdžio; e – storų laidų

Įkaitęs lituoklis uždedamas ant litavimo vietos ir truputį palaikomas, kad įkaistų detalė, tada lėtai ir tolygiai stumdomas lituojama vieta. Išsilydęs lydmetalis teka nuo lituoklio ir užpildo siūlės tarpelius. Kad neįkaistų netoli siūlės esančios vietos, detalės nardinamos į vandenį arba apdedamos šlapiais skudurais. Ataušusi lituotinė siūlė nuvaloma, nuplaunama ir sausai nušluostoma.

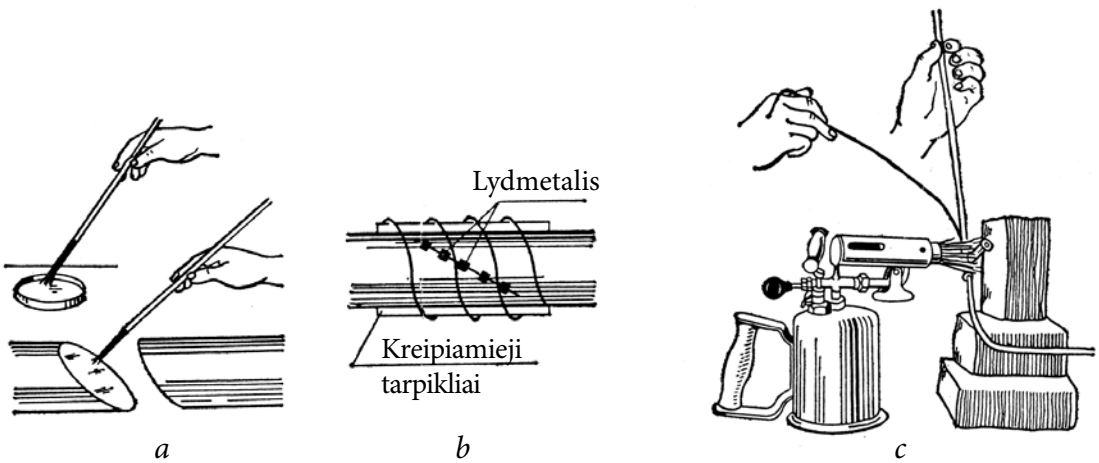
Kaip lituojamos atskirų rūšių siūlės, pavaizduota 2.10 paveiksle.

Neanglingąjį plieną gerai lituoja tiek sunkialydžiai, tiek lengvalydžiai lydmetaliai. Naudojami lengvalydžiai alavo ir švino lydmetaliai, o kaip fliusas – cinko chloridas arba kanifolija. **Anglinguosius ir įrankinius plienus** gerai lituoja vario ir cinko bei sidabro lydmetaliai. Ketus lituojamas žalvario ir sidabro lydmetaliais**. Nerūdijančiuosius plienus** lituoti yra sunkiau, nes kaitinant oro deguonis chemiškai veikia legiruojančius elementus ir plieno paviršius oksiduojasi. Oksidams pašalinti ir nuo tolesnio jų susidarymo apsaugoti naudojamas fliusas boraksas. **Varį ir jo lydinius** galima gerai sulituoti visais būdais.

2.7. Litavimas sunkialydžiais lydmetaliais

Kai reikia gauti stiprias ir aukštesnei temperatūrai atsparias siūles, lituojama sunkialydžiais lydmetaliais. Jais lituojama laikantis panašių taisyklių kaip ir dirbant su lengvalydžiais lydmetaliais.

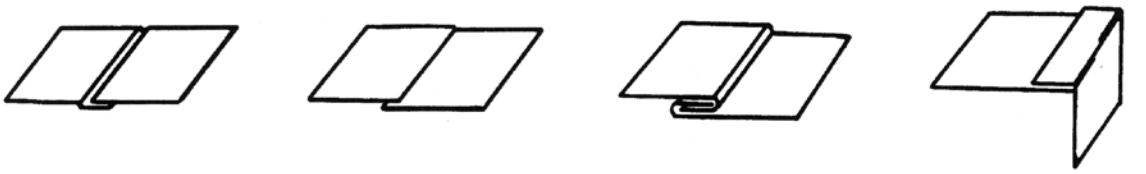
Pirmiausia paviršiai dildomi ir pritaikomi vienas prie kito, nuo jų mechaniniu arba cheminiu būdu gerai nuvalomas purvas, oksidai ir riebalai. Pritaikytų detalių litavimo vieta padengiama fliusu ir apdedama lydmetalio gabalėliais, kurie pririšami minkšta viela. Parengti ruošiniai įkaitinami iki reikiamos temperatūros, lydmetaliui išsilydžius ruošinys nuimamas nuo ugnies ir laikomas taip, kad lydmetalis neištekėtų iš siūlės. Tada ruošinys lėtai aušinamas. Jo negalima aušinti vandenyje, nes sumažės jungties stiprumas (2.11 pav.).



2.11 pav. Litavimas sunkialydžiais lydmetaliais:
a – tepimas fliusu; b – lydmetalio tvirtinimas; c – kaitinimas

Yra ir kitų litavimo būdų. Paruošta detalė įkaitinama ir apibarstoma boraksu, tada įkaitinamas ir prie sujungimo vietos priglaudžiamas galas varinės arba žalvarinės vielos, kuri išsilydžiusi užpildo lituojamą vietą. Lydmetaliui išlydyti ir detalei įkaitinti galima naudoti ir dujinį degiklį. Ataušusios lituotinės jungtys nuplaunamos ir išdžiovinamos. Siūlės nulyginamos dilde ir švitriniu popieriumi.

Suvirinamasis litavimas atliekamas panašiai kaip kairinis suvirinimas. Šių procesų skirtumas: virinant suvirinamuoju litavimu jungiamieji paviršiai neišlydomi, o pridėtinis metalas savo sudėtimi skiriasi nuo pagrindinio metalo (2.12 pav.).



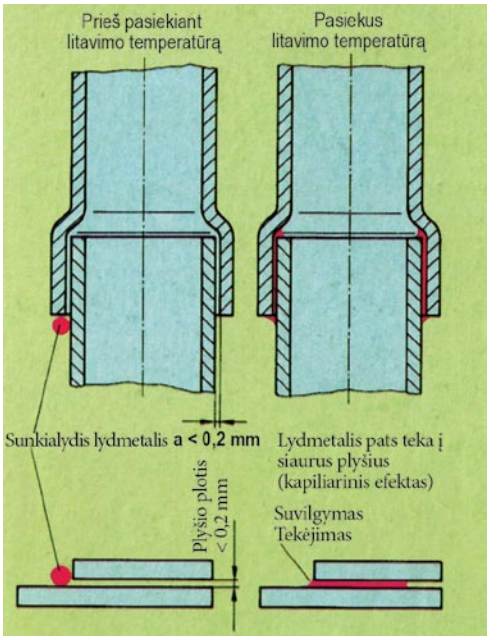
2.12 pav. Litavimo bei suvirinimo ir litavimo užleistinių jungčių būdai

Suvirinamuoju litavimu jungiamos ketinės, plieninės detalės. Ypač dažnai šis būdas taikomas lengvų vamzdinių konstrukcijų, pavyzdžiui, dviračių rėmų, bagažo vežimėlių, įvairių stovų gamyboje. Suvirinamojo litavimo būdu jungiamų detalių briaunos turi būti neaštrios.

Lituotinių jungčių stiprumas priklauso nuo:

- lydmetalio medžiagos rūšies;
- lituojamų paviršių dydžio;
- plyšio pločio.

Esant siauroms siūlėms (0,06–0,3 mm plyšiui) lituotinė jungtis išlieka labai tvirta. Dėl kapiliarinio efekto lydmetalis gerai įtraukiamas į siūlę. Tokia jungtis (2.13 pav.) turi būti atlikta preciziškai (tiksliai).



2.13 pav. Kapiliarinis efektas

2.8. Litavimo defektai ir jų atsiradimo priežastys

Defektų žymėjimas ir apibrėžimas pateikiamas LST EN ISO 6520-1 standartuose. Dažniausiai pasitaikantys litavimo defektai yra šie:

• lydmetalis nevilgo lituojamo metalo, nes neaktyvus fliusas, nepašalinta oksidų plėvelė, riebalai ir kiti nešvarumai; kad lydmetalis vilgytų, į fliusą reikia pridėti fluoridų arba padidinti jo kiekį, geriau paruošti detales pašalinant korozijos ir riebalų pėdsakus;

• lydmetalis nesklinda, nes detalė neįkaitinta, lydmetalis neišsilydęs; šiuo atveju būtina padidinti litavimo temperatūrą;

• lydmetalis, nors ir gerai vilgo, neįteka į tarpelį, nes jis per mažas arba per didelis; reikia parinkti optimalų tarpelį;

• lituotinės siūlės paviršius būna šiurkštus, kai per aukšta įkaitinimo temperatūra arba per ilgai kaitinama; reikia sumažinti litavimo temperatūrą arba sutrumpinti kaitinimo laiką;

• lituotinė siūlė su įtrūkimais gaunama, kai labai skiriasi lydmetalio ir lituojamo metalo šiluminio plėtimosi koeficientai; reikia parinkti atitinkamą lydmetalį;

• sulituotos detalės persislinkusios ir perkrypusios, nes prieš lituojant buvo blogai sutvirtintos ir judėjo lituojant; reikia sutvirtinti taip, kad lydmetaliui kietėjant detalės nepersislinktų.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokia operacija vadinama litavimu?
2. Kokiose pramonės šakose plačiausiai taikomos litavimo operacijos?
3. Kokiomis teigiamomis savybėmis pasižymi lituotinės jungtys?
4. Nuo ko priklauso lituotinės jungties kokybė?
5. Kokiomis savybėmis pasižymi lydmetalis?
6. Kaip klasifikuojami lydmetaliai?
7. Kokios medžiagos lituojamos lengvalydžiais lydmetaliais?
8. Kokius žinote lengvalydžius ir sunkialydžius lydmetalius?
9. Kokiomis savybėmis pasižymi vario lydmetaliu sujungtos jungtys?
10. Į kokias grupes skirstomi sunkialydžiai lydmetaliai?
11. Kokios medžiagos vadinamos fliusais?
12. Kodėl įkaitęs lydmetalis nenoriai limpa prie lituojamos detalės?
13. Kokias funkcijas lituojant atlieka fliusas?
14. Kokius žinote fliusus lengvalydžiams lydmetaliams?
15. Kokiomis savybėmis pasižymi lituotinės jungtys naudojant fliusą kanifoliją?
16. Kokie fliusai naudojami lituojant nerūdijantįjį plieną ir ketų?
17. Kokie fliusai naudojami lituojant sunkialydžiais lydmetaliais?
18. Kokia yra litavimo lempų paskirtis?
19. Kokie pagrindiniai darbo saugos reikalavimai dirbant su litavimo lempomis?
20. Kaip skirstomi lituokliai pagal jų įkaitinimo būdą?

21. Kokia yra lituoklio paskirtis lituojant?
22. Kaip gaminys ruošiamas litavimui?
23. Kaip ruošiamas litavimui lituoklis?
24. Kokiais atvejais taikomas litavimas sunkialydžiais lydmetaliais?
25. Kokiomis savybėmis pasižymi jungtys, sulituotos sunkialydžiais lydmetaliais?
26. Kuo skiriasi litavimo procesas ir medžiagos dirbant su sunkialydžiais lydmetaliais nuo darbo su lengvalydžiais lydmetaliais?
27. Kodėl sunkialydžiais lydmetaliais sulituotos jungtys vadinamos termiškai nedeformuotomis?
28. Kokiais lydmetaliais lituojami neanglingieji plienai?
29. Kokiais lydmetaliais lituojamas ketus?
30. Kokie dažniausiai pasitaikantys lituotinių jungčių defektai?
31. Litavimo defektai ir jų atsiradimo priežastys.
32. Kokios kenksmingosios medžiagos išsiskiria ruošiant detales litavimui ir lituojant?
33. Koks šių kenksmingųjų medžiagų poveikis žmogaus organizmui?

3. LITERATŪRA

1. AUDANT G., *Automobile Mechanics – 5692 Module 5 „Weding and Cutting“*. Quebec, 2002.

2. *Automobiliai.* Vertė A. Kirka, S. Slavinskas. Kaunas, 2001.

3. ČĖSNA A. ir kiti. *Suvirinimo darbų technologija*, Vilnius, 2001.

4. FISCHER U., *Fachkunde Metall.* Nourney, 1992.

5. MAKIJENKA N. *Bendroji šaltkalvystė*. Vilnius, 1983.

6. NARUŠKEVIČIUS J. *Suvirintojo vadovas*, Vilnius, 2003.

7. ROBINSON A., *Repair of Vehicle Bodies*, 1993.

8. SAROČKA A. *Konstrukcinės medžiagos ir jų apdirbimas*. 2006.

Arvydas Tilindė

ŽMOGAUS SAUGA IR EKOLOGIJA

TURINYS

ŽMOGAUS SAUGA IR EKOLOGIJA

1. Įvadas į žmogaus saugą ir ekologiją 255

2. Darbų vykdymo saugumo organizacinės priemonės 256
2.1. Pagrindinės sąvokos 256
2.2. Darbuotojų mokymas, instruktavimas ir atestavimas 257
2.3. Nelaimingų atsitikimų tyrimas, apskaita ir analizė 261

3. Darbo higiena ir sanitarija 262
3.1. Rizikos veiksniai darbovietėse 262

4. Saugumo technika 265
4.1. Darbuotojų sauga atliekant šaltkalvio darbus 265
4.2. Darbuotojų sauga dirbant galandimo staklėmis 268
4.3. Svarbiausi apsaugos nuo elektros būdai 268
4.4. Darbuotojų sauga atliekant suvirinimo ir litavimo darbus 271
4.5. Darbuotojų sauga atliekant automobilių techninę priežiūrą ir remontą 275

5. Priešgaisrinė apsauga 280

6. Individualiosios apsaugos priemonės 287

7. Aplinkos apsauga 289

8. Literatūra 293

1. ĮVADAS Į ŽMOGAUS SAUGĄ IR EKOLOGIJĄ

Dárbo saugà – tai kompleksinė socialinė techninė mokslo šaka, nagrinėjanti teisines saugaus darbo organizavimo normas, būdus darbo sąlygoms gerinti, gamybinių traumų, apsinuodijimų ir profesinių ligų profilaktikos klausimus, saugius technologinius procesus, apsaugos nuo elektros būdus, darbo higienos, gamybinės sanitarijos klausimus, statybos ir remonto saugaus darbo būdus, apsaugos nuo gaisrų, sprogimų ir kitų avarijų būdus bei technikos priemones, įmonių projektavimui, planavimui ir atidavimui eksploatuoti keliamus reikalavimus.

Darbo saugos tikslas – užtikrinti saugų darbą, apsaugoti žmogaus sveikatą ir jo darbingumą gamybos procese.

Darbo saugos disciplinos uždavinys – suteikti darbuotojams teorinių ir praktinių žinių, kad jie mokėtų organizuoti darbų saugą gamyboje, diegti racionalias saugaus darbo priemones, valdyti sudėtingus technologinius procesus ir techniką.

Lietuvà vykdo esmines ekonomines, socialines ir teisines reformas. Todėl kyla daug spręstinų klausimų, tarp jų ir tokioje socialinėje sferoje kaip žmogaus darbo sauga. Suprantama, darbo saugos reformų turinį ir kryptis lemia ekonominė reforma, jos vykdymo tempai ir efektyvumas.

Kartu reikia didinti sistemos „žmogus–mašina“ patikimumą, techniką pritaikyti žmogui, o ne atvirkščiai, todėl svarbus vaidmuo tenka projektuotojams, inžinieriams, darbo psichologijos, fiziologijos žinovams, darbo medicinos specialistams, darbo saugos organizatoriams.

Norint išvengti traumatizmo, reikia išsiaiškinti aplinkybes, skatinančias žmogų pažeisti taisykles. Be specialaus tyrimo galima konstatuoti, kad egzistuoja bendrosios priežastys, susijusios su žmogaus ir visuomenės raida. Jos yra trejopos: besivystant technikai žmogaus psichika nespėja prie jos prisitaikyti, didėja klaidos kaina, traumos tampa vis pavojingesnės, žmogus adaptuojasi prie pavojaus, nes technika darosi vis įprastesnė.

Svarbiausia, žmogus neturi priprasti prie pavojaus ir pradėti nuolat nesilaikyti saugaus darbo taisyklių ir sąmoningai jų nepažeidinėti. Be bendrųjų priežasčių, yra ir psichologinio pobūdžio faktorių, lemiančių nelaimingų atsitikimų daugėjimą (nepateisinama drąsa, drausmės stoka, polinkis rizikuoti). Todėl siekiant sumažinti traumatizmą darbe, būtina išsiaiškinti visus veiksnius, nulemiančius darbo saugą.

2. DARBŲ VYKDYMO SAUGUMO ORGANIZACINĖS PRIEMONĖS

Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymo taikymas praktinėje veikloje

2.1. Pagrindinės sąvokos

• **Dařbdaviui atstováujantis asmuõ** – įmonės vadovas.

• **Dařbdavio įgaliótas asmuõ darbúotojų saũgai ir sveikãtai** – padalinio vadovas ar kitas administracijos pareigūnas, kuriam darbdavys pavedė įgyvendinti darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus įmonėje, struktūriniame padalinyje.

• **Darbúotojų saugà ir sveikatà** – visos prevencinės priemonės, skirtos darbuotojų darbingumui, sveikatai ir gyvybei darbe išsaugoti, kurios naudojamos ar planuojamos visuose įmonės veiklos etapuose, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo profesinės rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta.

• **Darbúotojų saugõs ir sveikátos nòrminiai téisės áktai** – norminiai teisės aktai, kuriuose nustatomos, keičiamos arba pripažįstamos netekusiomis galios teisės normos (įstatymai, Seimo, Vyriausybės nutarimai, socialinės apsaugos ir darbo ministro arba šio ministro su kitais ministrais, sveikatos apsaugos ministro, Lietuvõs Respùblikos vyriausiojo valstybinio darbo inspektoriaus (toliau Vyriausiasis valstybinis darbo inspektorius) patvirtinti darbuotojų saugos ir sveikatos norminiai teisės aktai).

• **Dárbo aplinkà** – darbo vietą supanti erdvė, kurioje gali būti darbuotojo sveikatai kenksmingų, pavojingų rizikos veiksnių (fizinių, fizikinių, cheminių, biologinių ir kitų).

• **Dárbo príemonės** – darbo procese naudojamos mašinos, įrenginiai, aparatai, prietaisai, įrankiai, įtaisai ir kiti reikmenys.

• **Dárbo sąlygos** – darbo aplinka, darbo pobūdis, darbo ir poilsio laikas ir kitos aplinkybės, turinčios tiesioginę įtaką darbuotojo savijautai, darbingumui, saugai ir sveikatai.

• **Dárbo vietà** – vieta, kurioje asmuo dirba darbo sutartyje sulygtą darbą arba atlieka viešojo administravimo funkcijas.

• **Nelaimìngas atsitikìmas darbė** – įvykis darbe, tarp jų ir eismo įvykis darbo laiku, nustatyta tvarka ištirtas ir pripažintas nelaimingu atsitikimu darbe, kurio padarinys – darbuotojo trauma (lengva, sunki, mirtina). Įvykis darbe, kai darbuotojas mirė dėl ligos, nesusijusios su darbu, nepriskiriamas prie nelaimingo atsitikimo darbe.

• **Nelaimìngas atsitìkimas pakeliuĩ į dárbą/iš dárbo** – įvykis, tarp jų eismo įvykis, darbuotojui vykstant į darbą ar iš darbo, įvykęs darbuotojo darbo dienomis kelyje tarp darbovietės ir gyvenamosios vietos arba vietos ne įmonės teritorijoje, kur darbuotojas gali būti per pailsėti ir pavalgyti skirtą pertrauką.

• **Profèsinė rìzika** – traumos ar kitokio darbuotojo sveikatos pakenkimo galimybė dėl kenksmingo ar pavojingo darbo aplinkos veiksnių poveikio.

• **Profèsinė ligà** – ūmus ar lėtinis darbuotojo sveikatos sutrikimas, kurį sukėlė vienas ar daugiau kenksmingų ar pavojingų darbo aplinkos veiksnių, nustatyta tvarka pripažintas profesine liga.

2.2. Darbuotojų mokymas, instruktavimas ir atestavimas

Sąvokos

• **Instruktãvimas** – darbuotojo supažindinimas su įmonėje galiojančių darbuotojų saugos ir sveikatos norminių dokumentų, instrukcijų reikalavimais ir išaiškinimas saugių veikimo būdų, kuriuos jis privalo vykdyti dirbdamas jam pavestus darbus, nustatyta tvarka įforminant instruktavimų registracijos žurnaluose.

• **Atestãvimas** – tikrinimas, ar darbdavių ir darbuotojų žinios, sugebėjimai atitinka nustatytus reikalavimus (atestavimą patvirtina atestacijos pažymėjimas) – darbdavys, jo įgaliotas asmuo, darbo saugos tarnybos specialistas, potencialiai pavojingų įrenginių priežiūros meistras, pavojingų darbų vadovai darbo saugos klausimais mokomi darbų saugos mokymo institucijose.

• **Stažuõtė** – darbuotojų žinių saugos ir sveikatos klausimais praktinio taikymo mokymas darbo vietoje per tam tikrą laikotarpį po mokymo ir pirminio instruktavimo prižiūrint kvalifikuotam darbuotojui, paskirtam darbdavio ar atskiro padalinio vadovo įsakymu.

• **Daŕbdavio įgaliótas asmuõ darbúotojų saũgai ir sveikãtai** – padalinio vadovas (asmuo, turintis teisę duoti privalomus vykdyti nurodymus bent vienam darbuotojui) ar kitas administracijos pareigūnas, kuriam asmuo, atstovaujantis darbdaviui, pavedė įgyvendinti darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus įmonėje ir (ar) įmonės struktūriniame padalinyje.

• **Daŕbdaviui atstováujantis asmuõ** – įmonės, įstaigos, organizacijos ar kitos organizacinės struktūros vadovas.

• **Dárbo saugõs tarnýbos specialìstas** – darbdavio paskirtas kompetentingas darbo saugos klausimais asmuo, koordinuojantis ir kontroliuojantis organizacinių, teisinių, ekonominių, techninių ir higienos priemonių įgyvendinimą siekiant mažinti darbuotojų traumatizmą, profesines ligas, sudaryti darbo vietose sąlygas jų sveikatai ir darbingumui išsaugoti.

• **Mókymas** – darbdaviai, siekiantys suteikti darbuotojui kompetenciją darbuotojų saugos ir sveikatos srityse, reikalingą jam atliekant pavestus darbus, gali mokyti savo įmonėje, mokymo įstaigoje ar kitoje įmonėje, vykdančioje neformalųjį profesinį mokymą, pagal su darbdaviu suderintą mokymo programą.

Instruktavimas

Darbdavys užtikrina, kad atvykęs darbuotojas prieš pradėdamas darbą būtų instruktuotas ir apmokytas saugiai dirbti. Darbdavys arba padalinio vadovas darbuotoją darbo vietoje supažindina su esamais ir galimais rizikos veiksniais ir instruktuoja; tai įformina instrukta-

vimų registracijos žurnale arba darbuotojų saugos ir sveikatos instruktavimų registracijos kortelėje. Tokių darbuotojų informavimo apie profesinę riziką ir jų instruktavimo apie saugius darbo metodus tvarką darbdaviai nustato rašytinėje sutartyje.

Darbuotojai turi būti instruktuojami pasirašytinai pagal atskirų profesijų saugos ir sveikatos instrukcijas (jas privalo parengti įmonės padalinio vadovas, suderinti su darbo saugos specialistu).

Visi įmonės darbuotojai, neatsižvelgiant į darbo stažą, kvalifikaciją, gamybos pobūdį, turi būti instruktuojami darbo saugos klausimais. Instruktuojama pagal nustatyta tvarka įmonėje patvirtintas instrukcijas. Darbuotojų instruktavimas įforminamas instruktavimų registracijos žurnaluose.

Privalomi darbo saugos instruktavimai:
1. Įvadinis instruktavimas.
2. Pirminis instruktavimas darbo vietoje.
3. Periodinis instruktavimas darbo vietoje.
4. Papildomas instruktavimas darbo vietoje.
5. Specialusis instruktavimas darbo vietoje.

Įvadìnis instruktávimas. Visi darbuotojai, sudarydami darbo sutartį, privalo pasirašytinai išklausyti įvadinius saugos ir sveikatos, priešgaisrinės apsaugos, civilinės saugos, elektrosaugos instruktavimus, be to, pasirašytinai susipažinti su Vidaus darbo tvarkos taisyklėmis ir pareigine instrukcija. Instruktuoja darbuotojų saugos ir sveikatos tarnybos specialistas ar asmuo, atliekantis šios tarnybos funkcijas. Įvadinis instruktavimas vedamas turint Darbuotojų įvadinę saugos ir sveikatos instrukciją (parengtą įmonės specialistų, suderintą su darbo saugos specialistu, patvirtintą darbdavio įsakymu). Instruktavimas įforminamas Įvadinių darbų saugos instruktavimų registracijos žurnale pasirašant instruktuojančiajam ir instruktuojamajam. Įvadinio instruktavimo registracijos žurnalas saugomas įmonėje 75 metus po paskutinio įrašo. Įmonės darbuotojų, kuriems nereikia instruktavimo darbo vietoje ir nerengiamos darbuotojų saugos ir sveikatos instrukcijos, sąrašą sudaro darbdavys ir suderina su Valstybine darbo inspekcija. Jei tokio sąrašo nėra, tai darbo saugos instrukcijos rengiamos visiems darbuotojams.

Pirminį instruktavimą darbo vietoje veda padalinio vadovas darbuotojams, kurie gamina produkciją, teikia paslaugas, dirba su medžiagomis, žaliavomis, įrankiais, įrenginiais arba kurių darbas susijęs su kenksmingais ir pavojingais veiksniais, potencialiai pavojingais įrenginiais. Tai, kad darbuotojas išklausė (pasirašytinai) instruktavimą darbo vietoje (turint atskiros profesijos saugos ir sveikatos instrukciją, patvirtintą įmonės darbdavio įsakymu) įforminama Darbuotojų saugos ir sveikatos instruktavimų darbo vietoje registracijos žurnale, pasirašo instruktuojantysis ir instruktuojamasis. Instruktavimų darbo vietoje registracijos žurnalas saugomas įmonėje 10 metų po paskutinio įrašo. Profesijų ir darbų, kuriuos leidžiama dirbti savarankiškai tik po stažuotės, sąrašą tvirtina ir stažuotės trukmę įsakymu nustato darbdavys, vadovaudamasis norminių aktų reikalavimais. Stažuotė įforminama Darbuotojų saugos ir sveikatos instruktavimų darbo vietoje registracijos žurnale, pasirašo instruktuojantysis ir instruktuojamasis; būtina užpildyti 10 grafą, jei leidžiama pradėti darbą savarankiškai.

Periòdinį instruktávimą dárbo viẽtoje veda padalinio vadovas ne rečiau kaip kartą per 12 mėnesių. Instruktavimas įforminamas Darbuotojų saugos ir sveikatos instruktavimų darbo vietoje registracijos žurnale pasirašant instruktuojančiajam ir instruktuojamajam.

Papil̃domą instruktávimą dárbo viẽtoje padalinio vadovas veda šiais atvejais:

- pasikeitus gamybos technologiniams procesams;
- patvirtinus naują darbo saugos instrukciją arba ką nors pakeitus esančioje;
- pakeitus darbo vietą (atliekamą darbą) tame pačiame padalinyje;
- darbdaviui, jo įgaliotajam asmeniui, darbo saugos specialistui, padalinio vadovui įsitikinus, kad darbuotojo žinios yra nepakankamos;
- pasikeitus darbo sąlygoms, turinčioms įtakos darbo saugai, papildomai instruktuojama esminiais pasikeitimų klausimais;
- įvykus nelaimingam atsitikimui, avarijai arba susirgus profesine liga, jei tai įpareigoja tyrimo komisija;
- darbuotojui nebuvus darbe ilgiau nei 60 kalendorinių dienų.

Papildomas instruktavimas įforminamas tame pačiame Darbuotojų saugos ir sveikatos instruktavimų darbo vietoje registracijos žurnale pasirašant instruktuojančiajam ir instruktuojamajam.

Specialùsis instruktávimas dárbo viẽtoje įforminamas atliekantiesiems pavojingus, kenksmingus darbus Paskyroje-leidime ar Rašytiniame nurodyme pasirašant instruktuojančiajam ir instruktuojamajam**.** Darbuotojai, kuriems pavedama vienkartinė užduotis, nesusijusi su jų nuolatiniu darbu ar profesija (krovimo darbai, teritorijos tvarkymas, avarijų ar stichinės nelaimės padarinių likvidavimas), papildomas instruktavimas gali būti vedamas be instrukcijos – darbuotojas supažindinamas su saugiais veikimo būdais, nurodomais darbų vykdymo aprašuose, technologinėse kortelėse ir kt., ir įregistruojamas į Darbuotojų saugos ir sveikatos instruktavimų registracijos kortelę, kuri saugoma 30 kalendorinių dienų nuo atitinkamų darbų užbaigimo, jei atliekant tuos darbus neįvyko nelaimingas atsitikimas.

Atskiros profesijos darbo vietoje darbų saugos ir sveikatos instrukcijos turinys

Bendroji dalis

1. Leidimo savarankiškai dirbti sąlygos (būtina kvalifikacija, kompetencija darbuotojų saugos ir sveikatos srityje, privalomi specialūs kvalifikaciniai pažymėjimai, elektrosaugos kvalifikacija, asmens medicininės knygelės ir pan.).
2. Darbo ir poilsio režimas.
3. Pranešimų apie nelaimingus atsitikimus, darbo ir darbų saugos priemonių gedimus, apie darbo metu pastebėtus trūkumus darbdaviui (padalinio vadovui), įmonės darbuotojų saugos ir sveikatos tarnybai, darbuotojų atstovui tvarka; darbuotojo atsisakymo dirbti esant nesaugiai darbo vietai tvarka.
4. Nuorodos, kad būtina laikytis vidaus darbo tvarkos taisyklių, draudimų rūkyti darbo vietoje, gerti alkoholinius gėrimus, vartoti narkotines medžiagas, būti apsvaigusiam.
5. Asmens higienos reikalavimai.
6. Atsakomybė už šios instrukcijos nevykdymą.

Profesinės rizikos veiksniai, saugos priemonės nuo jų poveikio

1. Darbuotojui pavojingi, kenksmingi ir kiti rizikos veiksniai darbo aplinkoje, jų galimas poveikis sveikatai.

2. Privalomos šiai profesijai ar darbui kolektyvinės ir asmeninės saugos priemonės (techninės, organizacinės, kolektyvinės, asmeninės), jų taikymo ir naudojimo tvarka, netinkamumo požymiai.

Darbuotojo veiksmai prieš darbo pradžią

1. Pamainos priėmimo tvarka (pasirašant, dalyvaujant padalinio vadovui ar darbų vadovui).

2. Darbo vietos ir asmeninių apsaugos priemonių paruošimo tvarka.

3. Naudojamų darbo ir darbo saugos priemonių, aptvarų, signalizacijos blokuočių, įžeminimų, vėdinimo sistemos, apšvietos patikrinimo, ar tinkami darbui, tvarka.

4. Užduočių įforminimo atsižvelgiant į darbų pavojingumą ir kenksmingumą (paskyros ir leidimai, potvarkiai, nurodymai) tvarka.

Darbuotojo veiksmai darbo metu

1. Saugūs darbo metodai, darbo ir darbų saugos priemonių naudojimo tvarka.

2. Saugaus medžiagų, pagalbinių gamybos priemonių naudojimo tvarka.

3. Darbo vietos priežiūra (švara, tvarka, praėjimų ir pravažiavimų saugos užtikrinimas, medžiagų, žaliavų, gaminių saugus sukrovimas, inventoriaus saugojimas, atliekų tvarkymas).

4. Saugos įtaisų būklė.

5. Reikalavimai dirbant šalia veikiančių elektrinių prietaisų, kėlimo ir transportavimo priemonių, potencialiai pavojingų įrenginių, sprogių, degių medžiagų ir pan.

6. Draudimas be padalinio vadovo žinios patikėti ar užleisti savo darbo vietą, darbo priemones, pareigų vykdymą kitam asmeniui arba imtis darbų, nesusijusių su darbo užduoties vykdymu. Laikino pasitraukimo iš darbo vietos tvarka.

Darbuotojo veiksmai susidarius avarinei ar kitai ypatingai situacijai, įvykus incidentui, avarijai (atskiroms pareigybėms rengiami specialiai).

Darbuotojo veiksmai baigus darbą

1. Darbo priemonių išjungimo, sustabdymo, palikimo, valymo, tepimo ir pan. tvarka.

2. Darbo vietos sutvarkymo, jos perdavimo kitam darbuotojui tvarka (pasirašant, dalyvaujant vadovui).

3. Atliekų pašalinimas.

4. Asmens higienos reikalavimai.

5. Patalpų uždarymo tvarka.

2.3. Nelaimingų atsitikimų tyrimas, apskaita ir analizė

Nesilaikant gamyboje nustatyto darbo režimo, pažeidus saugumo technikos ar vidaus tvarkos taisykles, sutrikus technologiniams procesams, mechanizmams, gali įvykti įvairių nelaimingų atsitikimų: dirbantieji gali būti sužalojami arba patys susižaloti, susirgti profesinėmis ligomis, o materialinės vertybės gali būti sugadintos arba sunaikintos.

Nelaimingi atsitikimai klasifikuojami:

- **pagal jų pasekmes – lengvi, sunkūs, mirtini;**
- **pagal nukentėjusiųjų nuo nelaimingo atsitikimo skaičių – pavieniai, grupiniai;**
- **pagal ryšį su darbu – susiję su darbu (taip pat pakeliui į darbą arba grįžtant iš darbo), nesusiję su darbu.**

Visoms įmonėms privaloma vienoda nelaimingų atsitikimų tyrimo tvarka.

Visi nelaimingi atsitikimai privalo būti ištirti, tyrimo rezultatai užprotokoluoti nustatytos formos aktais, užregistruoti nustatytos formos žurnale.

Lengvus nelaimingus atsitikimus tiria darbdavio sudaryta dvišalė komisija iš darbuotojų įgaliotinių ir darbdavių skirtų atstovų.

Sunkius nelaimingus atsitikimus, nelaimingus atsitikimus, dėl kurių pasekmių nukentėjęs asmuo mirė, tiria trišalė komisija, sudaryta iš Vyriausiojo valstybinio darbo inspektoriaus (komisijos pirmininkas), profesinės sąjungos atstovo arba darbuotojų įgaliotinio (nesant įmonėje profesinės sąjungos arba kai nukentėjusysis nėra profesinės sąjungos narys) ir darbdavių skirto atstovo.

Tiriant nelaimingus atsitikimus gali dalyvauti darbuotojų, darbdavių interesams atstovaujančios organizacijos, o prireikus – pakviesti ekspertai.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokie yra darbo saugos instruktavimai?
2. Kada atliekamas pirminis instruktavimas?
3. Kada atliekamas pirminis instruktavimas darbo vietoje?
4. Kada atliekamas periodinis instruktavimas darbo vietoje?
5. Kada atliekamas papildomas instruktavimas darbo vietoje?
6. Kada atliekamas specialusis instruktavimas darbo vietoje?
7. Kaip klasifikuojami nelaimingi atsitikimai?

3. DARBO HIGIENA IR SANITARIJA

3.1. Rizikos veiksniai darbovietėse

Fizikiniai veiksniai

• Netinkamas patalpų mikroklimatas (darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktų reikalavimų neatitinkanti darbo aplinkos temperatūra, drėgmė, oro judėjimo greitis).
• Netinkamas apšvietimas.
• Kontaktas su šaltomis medžiagomis ir (ar) paviršiais.
• Kontaktas su karštomis medžiagomis ir (ar) paviršiais.
• Veiksniai, keliantys gaisro, sprogimų pavojus.
• Triukšmas.
• Vibracija.
• Elektros laukas.
• Žemo dažnio ir radijo dažnio spinduliuotės.
• Jonizuojančioji spinduliuotė (alfa ir beta spinduliai, elektronų ar jonų pluoštai, neutronai, rentgeno ir gama spinduliai).
• Infragarsas.
• Ultragarsas.
• Elektrostatinis laukas.
• Elektromagnetinis laukas.
• Infraraudonoji spinduliuotė.
• Ultravioletinė spinduliuotė.

Fiziniai veiksniai

• Pavojingi veiksniai, kuriuos gali sukelti judančios įrenginių dalys dėl savo formos, santykinės padėties, masės ir stabilumo, elementų potencinės ir kinetinės energijos, mechaninio stiprumo nepakankamumo, energijos įrenginio viduje susikaupimo: tampriųjų elementų, suslėgtų dujų ir skysčių, vakuumo poveikio.

• Pavojingi veiksniai, kuriuos gali sukelti dideliu greičiu besisukančių įrenginio dalių suirimas.

• Pavojingi veiksniai, kurie gali kilti įrenginiui praradus stabilumą ir (arba) apvirtus.

• Pavojingi veiksniai, susiję su važiavimu ir judančiomis darbo priemonėmis: netikėtas pajudėjimas iš vietos, pajudėjimas, kai nėra vairuotojo (operatoriaus) darbo vietoje, ne visos įrenginio dalys yra saugioje padėtyje, per didelis pėsčiųjų valdomų mašinų greitis, per dideli svyravimai judant, nepakanka mašinos (įrenginio) gebos lėtėti, sustoti.

• Pavojingi veiksniai, kuriuos gali sukelti transportavimo ar krovinių kėlimo įranga, kranai, liftai ir kt.

• Pavojingi veiksniai, kurie gali kilti dėl saugos reikalavimų neužtikrinimo darbovie-

čių bei statinių projektuose ar dėl darboviečių, jų statinių įrengimo, priežiūros ir naudojimo pažeidimų (veiksniai, atsirandantys dėl saugos reikalavimų statinių stabilumui, statinių ir jų konstrukcijų naudojimui pažeidimų).

- Pavojingi veiksniai, kuriuos gali sukelti rankiniai ir mechaniniai pjovimo įrankiai.
- Pavojingi veiksniai, susiję su žmonių ir daiktų kritimu iš aukščio.
- Pavojingi veiksniai, susiję su laisvu darbo įrangos dalių ar medžiagos judėjimu (krentančios, besisukančios, slystančios, riedančios, pasvyrančios, atsilaisvinančios, išlekiančios į visas puses, sugriūvančios).
- Pavojingi veiksniai, susiję su klupimu ir slydimu.
- Pavojingi veiksniai, susiję su apribota erdve.
- Pavojingi veiksniai, kuriuos gali sukelti pavojingi paviršiai (aštrūs galai, kampai, smaigaliai, šiurkštūs, nelygūs paviršiai, išsikišusios įrenginių dalys).
- Pavojingi veiksniai, susiję su transporto ir priėjimo keliais, pastoliais, kopėčiomis ir kt.
- Pavojingi veiksniai, kuriuos gali sukelti medžiagų išmetimas (pvz., liejant plastines medžiagas), ruošinių išmetimas.
- Pavojingi veiksniai, kuriuos gali sukelti didelio slėgio skysčio išmetimas.

Cheminiai veiksniai

- Naudojamos ir procese išskiriamos pavojingos (labai toksiškos, toksiškos, kenksmingos, ardančios, dirginančios, jautrinančios) medžiagos ir preparatai, kurių trumpalaikis poveikis labai kenksmingas ir sukelia profesines ligas.
- Naudojamos ir procese išskiriamos pavojingos (kenksmingos, ardančios, dirginančios, jaudrinančios, kancerogeninės, mutageninės, toksiškos reprodukcijai, pavojingos aplinkai) medžiagos ir preparatai, kurių ilgalaikis poveikis kenksmingas ir sukelia profesines ligas.
- Pavojingos (sprogstamosios, oksiduojančios, ypač degios, labai degios, degios) cheminės medžiagos ir preparatai, sukeliantys sprogimo, gaisro pavojų.
- Dulkės.
- Vienodą poveikį turinčių cheminių medžiagų bendras poveikis.

Biologiniai veiksniai

- Mikroorganizmai (bakterijos, virusai, parazitai, grybai ir kt.).
- Baltyminiai preparatai.
- Natūralūs organizmo komponentai (amino rūgštys, vitaminai ir kt.).

Psichofiziologiniai veiksniai

- Darbo sunkumas (dinaminis darbas).
- Darbo sunkumas (statinis darbas).
- Netinkamas valdymo įrangos išdėstymas darbo vietoje.
- Pastangos judinant valdymo įrangą.
- Netinkama darbo poza.

- Judėjimo atstumas darbo aplinkoje.
- Darbo įtampa (dėmesys).
- Darbo įtampa (regos ir klausos analizatoriai).
- Darbo emocinė įtampa.
- Darbo monotonija.
- Darbas izoliuotoje vietoje (kai darbuotojas dirba vienas arba izoliuotoje patalpoje).
- Jaunų darbuotojų, nėščiųjų, neįgaliųjų darbas.
- Netinkamas darbo patalpų dydis, dizainas.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokie yra fizikiniai rizikos veiksniai darbovietėse?
2. Kokie yra fiziniai rizikos veiksniai darbovietėse?
3. Kokie yra cheminiai rizikos veiksniai darbovietėse?
4. Kokie yra biologiniai rizikos veiksniai darbovietėse?
5. Kokie yra psichofizioginiai rizikos veiksniai darbovietėse?

4. SAUGUMO TECHNIKA

4.1. Darbuotojų sauga atliekant šaltkalvio darbus

Darbuotojų sauga žymint

Žymėdamas šaltkalvis neturi užmiršti ant plokštės esančių brėžiklių ir ruošinių smailių galų. Jie gali sužaloti darbuotoją. Saugumo sumetimais ir dirbant, ir per pertraukas ant laisvų brėžiklių ir brėžtuvų galų rekomenduojama uždėti apsauginius gaubtelius. Žymėjimo brūkšnelius galima įkirsti ir paprastu, ir elektriniu žymekliu. Pastaruoju atveju reikia laikytis elektrosaugos taisyklių. Reikia atsižvelgti į tai, kad įtampa, kai žymeklio korpusas liečia žymimą ruošinį, žymės įmušimo momentu yra labai aukšta, todėl tuo atveju, kai žymeklio srovinių dalių izoliacija yra sugedusi, ir žymeklio korpuse, ir žymimame ruošinyje bus įtampa. Bet kuris darbininkas, palietęs žymeklį, gali būti jos veikiamas. Todėl žymimas ruošinys arba detalė, dirbant su elektriniu žymekliu, turi būti įžeminti. Nustatant ruošinius ant žymėjimo plokščių, prizmių ir kitų įtaisų, reikia imtis priemonių, kad jie nenukristų.

Žymimų lakštinių ruošinių medžiagos briaunomis galima susipjaustyti rankas, todėl juos dedant ant plokštės ir nuimant sužymėtus reikia mūvėti pirštines.

Darbuotojų sauga atliekant kirtimo darbus

Atliekant šaltkalvio darbą pasitaiko, kad kirtimo būdu apdorotos detalės yra netinkamos, nes jų matmenys neatitinka nurodytų brėžinyje arba jos yra sugadinamos kertant, negerai apdoroti jų paviršiai, pavyzdžiui, per giliai įkirsta plokščiuoju ar kryžminiu kirstukais, nuskeltos iš trapių metalų pagamintų detalių briaunos ir t. t. Kertant rankiniu būdu galima dirbti tiktai su tvarkingu įrankiu: plaktuku, plokščiuoju, kryžminiu ir grioveliniu kirstukais. Neleistina dirbti su plokščiaisiais kirstukais, kurių galvutės deformuotos. Plaktuko kote neturi būti įtrūkimų, jis turi būti gerai pritvirtintas. Atlikdamas kirtimo operaciją šaltkalvis turi užsidėti apsauginius akinius; jeigu kertama spaustuvuose, turi būti tinklų ir skydų aptvarai. Kad atliekant darbus nebūtų sužalotos rankos, ant plokščiojo kirstuko reikia uždėti guminę apsaugą, o ant rankos plaštakos – apsauginį gaubtelį.

Mechanizuotam kirtimui pneumatiniais įrankiais naudojamas suslėgtas oras. Suslėgto oro slėgis siekia 5–7 atmosferas. Tokio oro srovė pavojinga žmogui. Sujungiant žarną su pneumatiniu įrankiu arba išjungiant įrankį, suslėgtas oras turi būti išjungtas pasinaudojant čiaupu. Pneumatinį įrankį galima įjungti tiktai įstačius plokščiąjį arba kryžminį kirstuką. Pneumatinio įrankio negalima remontuoti esant įjungtam suslėgtam orui, darbinį įrankį įstatyti arba išimti galima tiktai tada, kai kirtimo plaktukas yra visiškai sustabdytas. Kertant mechanizuotu būdu, metalo dalelės išsilaksto didele jėga, todėl šaltkalvis turi būti užsidėjęs apsauginius akinius. Kirtimo vietą būtina aptverti metalinio tinklo aptvaru.

Darbuotojų sauga lyginant ir lenkiant metalus

Kad darbas būtų saugus, lyginant ruošinius su lakštų lyginimo įrenginiais pirmiausia reikia patikrinti įžeminimą ir sutvarkyti aptvarus. Paleidimo ir stabdymo įtaisai patikrinami kelis kartus tuščiąja eiga įjungus įrenginį ir po to išjungus. Lyginamus ruošinius su išpjovomis reikia paimti už krašto, o ne už išpjovų, nes kartu su detale gali būti įtrauktos ir rankos. Kad lyginant nebūtų sužalotos rankos, reikia mūvėti brezentines pirštines. Dirbant su lenkimo staklėmis, turinčiomis rankinę pavarą, reikia patikrinti lenkimo liniuočių, sijų būklę ir prispaudimą sraigtu. Draudžiama lenkti storesnį metalą, negu nurodyta staklių pase. Dirbant lenkimo presais ir profilinio lenkimo staklėmis, pirmiausia reikia patikrinti įžeminimo aptvarų, paleidimo ir stabdymo įtaisų būklę, ar tinkamai nustatyti štampai ir ritinėliai. Lyginant ir lenkiant plaktukas turi būti gerai užmautas ant koto. Jo pentyse neturi būti įtrūkimų, įmušimų, šerpetų. Reikia sistemingai tikrinti, ar plaktukas gerai užmautas ant koto.

Darbuotojų sauga pjaunant ir kerpant metalą

Dirbant su rankiniu pjūklu pjaunamą metalą reikia stipriai suspausti spaustuvais. Pjūklas turi būti įveržtas ne per daug stipriai, bet ir ne per silpnai. Ir vienu, ir kitu atveju jis gali lūžti ir sužaloti darbuotoją. Ypač atidžiai reikia pjauti vamzdžius, nes atliekant šį darbą pjūklas dažniau lūžta.

Kerpant plonus metalo lakštus rankinėmis žirklėmis, lengva susižaloti ranką tiek į aštrias pjaunamo metalo briaunas, tiek į pačių žirklių ašmenis. Todėl kerpant metalą reikia mūvėti brezentines pirštines. Dirbant rankinėmis žirklėmis, reikia būti labai atsargiam. Negalima dirbti su atšipusiomis žirklėmis, kurios metalą ne tiek kerpa, kiek gremžia. Nevalia dirbti išklibusiomis žirklėmis, tuomet taip pat gremžiamas metalas ir dažnai sužeidžiama ranka. Svirtinės žirklės turi turėti atsvarą arba kitą įtaisą, kad judantis peilis pats negalėtų nusileisti. Dirbant su giljotininėmis žirklėmis, reikia stebėti, kad būtų teisingai tiekiamas metalas ir kad jis neįstrigtų. Reikia įtaisyti specialią liniuotę arba apsauginį prispaudiklį, ypač kerpant siauras juostas. Giljotininių žirklių kojinis paleidimo pedalas turi būti patikimai aptvertas. Dirbant su diskinėmis žirklėmis, peilius-diskus reikia aptverti specialiais skydais, kad darbininko pirštai nepakliūtų į peilius. Žirklių krumplinės pavaros uždengiamos specialiais gaubtais. Juostiniuose pjūkluose turi būti aptverta juosta, išskyrus tą jos dalį, kuria pjaunama. Skriemulius, kuriais slenka pjūklo juosta, reikia aptverti ir pagal apskritimą, ir iš šonų. Greitaeigiai juostiniai pjūklai turi turėti gaudytuvus, pagaunančius nutrūkusią juostą. Rankiniuose diskiniuose pjūkluose turi būti disko apsauga, išskyrus tą disko dalį, kuria pjaunama.

Pjaunant metalus anodiniais mechaniniais ir elektrokibirkštiniais įrenginiais vienu metu negalima prisiliesti prie dviejų elektrodų, turinčių įtampą. Visos įrenginio išsikišusios dalys turi būti aptvertos tinklu. Kad rankos ir veidas neapdegtų, reikia dirbti su apsauginiais akiniais ir guminėmis pirštinėmis.

Darbuotojų sauga dildant

Dildant metalą dildės galu galima susižeisti ranką, jeigu ji neturi rankenėlės ar rankenėlė netinkama. Stengdamasis išvengti traumų šaltkalvis turi stebėti, kad dildydamas ruošinius su aštriomis briaunomis nepakištų pirštų po dilde, kai ji slenka atbuline eiga. Dildant susidaro daug drožlių, kurias nuo apdorojamo ruošinio, spaustuvų ir darbastalio galima valyti tiktai šepečiu arba, išimtiniu atveju, – skuduru. Neleistina drožlių šalinti plikomis rankomis, nupūsti arba valyti suspaustu oru, tuomet galima susižeisti rankas arba akis. Dildant rekomenduojama užsidėti galvos apdangalą, nes į plaukus patekusią drožlę sunku išimti. Šukuojantis likusi plaukuose drožlė gali sužeisti galvą.

Bendrosios darbų saugos taisyklės dildant:

– dildžių rankenėlės turi būti standžiai užmautos: negalima naudoti dildžių be rankenėlių arba su suskilusiomis rankenėlėmis;

– darbastaliai turi būti patikimai (be mažiausio svyravimo) įtvirtinti;

– spaustuvai ant darbastalių turi būti pastatyti taip, kad darbuotojo darbo padėtis visada būtų taisyklinga.

Darbuotojų sauga atliekant gręžimo ir sriegimo darbus

Dirbant gręžimo staklėmis nelaimingų atsitikimų dažniausiai įvyksta dėl to, kad detalės yra blogai įtvirtintos, staklės sugedusios, nėra apsauginių aptvarų, darbuotojai nesilaiko taisyklingų darbo būdų, darbo vietą užverčia ruošiniais, detalėmis ir įvairiais nereikalingais daiktais. Dažnai nelaimingo atsitikimo priežastis – užteršta darbo vieta, šlapios ir slidžios grindys. Prieš pradedant dirbti reikia sutvarkyti rūbus ir galvos apdangalą, patikrinti darbo vietą, įsitikinti, kad staklių aptvarai yra savo vietose ir gerai įtvirtinti. Reikia atsiminti, kad kabančias rūbų arba galvos apdangalų dalis, ilgus plaukus gali įtraukti besisukančios staklių dalys – suklys arba grąžtas – be to, jos gali užsikabinti už iškyšų. Todėl prieš pradedant dirbti reikia užsisegti rankogalius ir galvos apdangalus, ilgus plaukus sukišti po apdangalu. Iš skylių pirštais negalima šalinti drožlių arba jų nupūsti. Tai galima daryti kabliuku arba šepečiu ir tiktai sustabdžius stakles. Gręžiant negalima aušinti šlapiu skuduru, nes jis gali apsisukti ant grąžto ir sugriebti darbininko pirštus. Dirbant gręžimo staklėmis, apdorojamos detalės negalima laikyti rankomis: ją reikia suspausti staklių spaustuvais arba patikimai pritvirtinti prie staklių stalo. Staklėms dirbant negalima ranka tikrinti grąžto aštrumo. Tokios pastangos visada baigiasi trauma. Nuo drožlių apsisaugoma akiniais, veido skydeliais, ilgos drožlės sulaužomos drožlaužiais.

Dirbant elektrinė gręžimo mašinėlė turi būti patikrinta su žyma, taip pat ar nepažeista elektros instaliacija. Pneumatinę gręžimo mašinėlę reikia įjungti tiktai tada, kai ji parengta dirbti. Įjungus mašinėlę atsitiktinai, galima susižaloti rankas ir sužaloti kitus. Sriegiant sriegikliu staklėmis reikia laikytis saugumo technikos taisyklių, numatytų dirbant gręžimo staklėmis. Sriegiant sriegikliais ir sriegpjovėmis rankiniu būdu detalėse, kuriose yra išsikišusių aštrių dalių, reikia žiūrėti, kad, pasukant suktuvėlį, jos nesužeistų rankų. Naudojantis elektrifikuotais ir pneumatiniais įrankiais laikomasi atitinkamų šiems įrankiams numatytų saugumo technikos taisyklių.

Darbų sauga kniedijant

Kniedijant gali įvykti nelaimingų atsitikimų. Norint jų išvengti reikia žinoti ir laikytis šių darbų saugos taisyklių: plaktukas turi būti gerai užmautas ant rankenėlės; plaktukų pentys, apspaudai turi būti be įmušimų ir įtrūkimų. Įtrūkusi pentis arba apspaudas dirbant gali suskilti, o skeveldros sužaloti dirbantįjį ir arti jo esančius darbuotojus; dirbant pneumatinį plaktuką reikia reguliuoti. Reguliuojant jokiu būdu negalima plaktuko bandyti apspaudą palaikant rankomis, nes smūgio jėga yra labai didelė, apspaudo išlaikyti nepavyksta ir galima susižaloti rankas; atramėlės nereikia spausti rankose, ji tiktai nukreipiama į kniedę. Kniedės galvutės suformavimas priklauso tiktai nuo atramėlės svorio, o ne nuo spaudimo jėgos.

4.2. Darbuotojų sauga dirbant galandimo staklėmis

Dirbant galandimo staklėmis didžiausias pavojus kyla, kai trūksta abrazyvinis diskas, atšoka drožlė arba prisiliečiama prie besisukančio disko. Visi abrazyviniai ir deimantiniai diskai, veikiami smūgių ir išcentrinių jėgų, gali suirti, todėl jų sukimosi greitis parenkamas toks, kad būtų ne didesnis už leidžiamąjį apskritiminį greitį. Prieš įtvirtinant staklėse diską reikia apžiūrėti, keraminės jungties diską pastuksenti 150–200 g masės plaktuku. Draudžiama eksploatuoti įtrūkusius diskus. Juos reikia išbandyti mechaniškai. Bandoma specialiame stende (gaubte). Kai sūkių skaičius būna 1,1–1,5 karto didesnis už darbinį, diską reikia sukti 3–5 minutes. Įstatytą staklėse jį reikia gerai pritvirtinti ir subalansuoti. Tarp abrazyvinio disko ir prispaudžiamųjų jungių turi būti elastingos medžiagos (odos, gumos, kartono) 0,5x1,0 mm storio tarpikliai. Prispaudžiamųjų jungių skersmuo turi būti 1/3–2/3 disko skersmens. Abrazyviniai diskai turi būti iš visų pusių uždengti plieniniais arba kaliojo ketaus gaubtais. Išpjova gaubte detalei prisiliesti turi būti padaryta laikantis reikalavimų.

Darbas pavojingas dviem aspektais: pirma, galandimo kibirkštys gali sužaloti akis, antra, skilus diskui skeveldros kaip kulkos gali lėkti į šalis ir sužaloti aplinkinius žmones. Todėl negalima nuimti apsauginio gaubto, o akis nuo kibirkščių reikia apsaugoti apsauginiais akiniais (arba apsauginiu stiklu). Be to, apsauginį gaubtą ir ruošinio atramas reikia sureguliuoti pagal galandimo disko susidėvėjimą.

Sausai galandant turi būti įrengtas ventiliacinis kanalas dulkėms išsiurbti. Oro greitis kanale turi būti ne mažesnis nei 15 m/s.

4.3. Svarbiausi apsaugos nuo elektros būdai

Nelaimingų atsitikimų dėl elektros srovės priežastys

Dažniausiai atsitiktinai paliečiamos įtampą turinčios dalys, nes darbuotojas atlieka klaidingus veiksmus arba dirba įvairius darbus arti veikiančių elektros įrenginių. Kartais įtampa atsiranda metalinėse įrenginių dalyse, kur paprastai jos nebūna. Pavyzdžiui, sugedus izoliacijai, įtampa gali atsirasti įrenginių korpusuose, įvairiuose apsauginiuose gaubtuose,

aptvaruose ir kt. Juos palietęs dirbantysis gali žūti nuo elektros srovės arba būti mechaniškai sužalotas. Įtampa gali atsirasti ir išjungtuose elektros įrenginiuose. Pavyzdžiui, kai klaidingai įjungiamas ar išjungiamas įrenginys, kai įtampą turinti dalis susijungia su išjungtais elementais, taip pat kai žaibas įvykus išlydžiui tiesiogiai pataiko į įrenginį arba iškrova vyksta netoli jo. Kartais atsiranda žingsnio įtampa. Dažniausiai ji būna tada, kai įžemėja viena fazė arba susidaro potencialas už įrenginio ribų (vamzdžiuose, geležinkelio bėgiuose, kai sugenda darbinis arba apsauginis įžeminimai), kai pakartotinai įžemėja nulinis laidas. Be to, žingsnio įtampa gali susidaryti ir tada, kai arti vyksta atmosferos išlydžiai.

Izoliacijos kontrolė

Įtampą turinčios dalys turi būti įrengtos taip, kad nebūtų įmanoma prie jų atsitiktinai prisiliesti. Kad neatsirastų didelių talpuminių srovių, turi būti nuolat tikrinama izoliacija, taikomas apsauginis tinklų padalijimas. Kur tik galima, įrenginiai turi būti įnulinti, panaudotas apsauginis įžeminimas, apsauginis išjungimas, potencialų išlyginimas, aptvarai.

Pažeminta įtampa

Kad būtų mažesnis pavojus, turi būti naudojami kilnojamieji elektriniai įrankiai arba lempos, kurių įtampa 42 V. Labai pavojingose patalpose, kur nepalankios darbo sąlygos (pavyzdžiui, dirbant dideliame metaliniame rezervuare arba sėdint ar gulint ant laidžių grindų), apšvietimo lempoms reikia naudoti 12 V įtampą.

Apsauginis įžeminimas

Tai numatytas įtampos neturinčių elektros įrenginio dalių, kuriose sugedus izoliacijai arba įvykus avarijai gali atsirasti įtampa, sujungimas su žeme. Apsauginio įžeminimo paskirtis – apsaugoti dirbančiuosius, kad jų nesužalotų elektros srovė atsiradus įtampai įrenginio konstrukcinėse dalyse. Įrengus apsauginį įžeminimą iki nepavojingos sumažėja prisilietimo ar žingsnio įtampa tada, kai, sugedus izoliacijai, ji atsiranda įžeminto įrenginio dalyse. Dažniausiai įžeminami įrenginių ir staklių korpusai, metaliniai karkasai ir gaubtai, apsauginiai kabelių apvalkalai ir kt. Įžeminimo kontūrą sudaro požeminiai ir antžeminiai konstrukciniai elementai. Požeminę dalį sudaro atskiri įžemikliai ir juos jungiančios dalys, kurios yra apie 0,6 m nuo žemės paviršiaus. Įžemintuvai yra dviejų tipų: sutelkti arba ištęsti ir kontūriniai arba paskirstantieji. Įrengiant kontūrinius įžemintuvus įžemikliai tolygiai išdėstomi plokštumoje pagal kontūrą. Taigi geriau išlyginamas potencialas apsaugomoje teritorijoje ir lengviau pasiekiama, kad prisilietimo ir žingsnio įtampos nebūtų pavojingos. Įžemintuvų yra dirbtinių, kurie specialiai įrengiami įžeminimo tikslams, ir natūralių – tai žemėje esantys kitos paskirties metaliniai įrenginiai (vamzdžiai, metalinės konstrukcijos). Dirbtiniams įžemintuvams įrengti naudojami vertikalūs ir horizontalūs įžemikliai. Vertikalūs įžemikliai gaminami iš 3–5 cm skersmens plieninių vamzdžių arba 40x40, 60x60 mm kampuočių. Įžemiklių ilgis – 2,5–3 m. Pastaruoju metu pradėti naudoti 10–12 mm skersmens ir iki 10 m ilgio plieniniai strypai. Vertikalūs įžemikliai su horizontaliais dažniausiai sujungiami 4x12 mm plieninėmis juostomis arba ne mažesnio nei 6 mm skersmens plieniniais strypais. Sujungiama

suvirinimo būdu. Vertikaliems įžemikliams iškasamos 0,7–0,8 m gylio tranšėjos, tada mechanizmais sukalami įžemikliai.

Natūralūs įžemikliai gali būti vandentiekio ir kiti vamzdžiai. Įžeminimui draudžiama naudoti tokius vamzdžius, kuriais teka karšti skysčiai, karštos arba sprogiosios dujos, taip pat vamzdžius su antikorozine apsaugine danga.

Įnulinimas

Elektros įrenginių metalinės dalys, kuriose normaliai veikiant nėra įtampos, turi būti prijungtos prie pakartotinai įžeminto elektros tinklų nulinio laido. Apsauginio įnulinimo paskirtis – pramušimą į korpusą paversti faziniu trumpuoju jungimu. Tada pradeda veikti apsauginiai automatai arba perdega saugikliai, ir sugadinta fazė išjungiama iš tinklo. Trifazės srovės keturlaidė sistema įnulinama iki 1000 V įtampos. Šis apsaugos būdas ypač plačiai taikomas 380/220 V ir 220/127 V tinkluose. Reikia įnulinti visas metalines konstrukcijų dalis (aparatų ir įrenginių korpusus, transformatorių bakus, šviestuvų armatūrą ir kt.), kuriose normaliai dirbant nėra įtampos.

Apsauginis išjungimas

Kai yra įrengtas apsauginis išjungimas, galima greitai (per 0,2 s) iš elektros tinklo išjungti sugadintą imtuvą (pavyzdžiui, korpuse atsiradus fazinei įtampai, t. y. pramušus izoliaciją). Yra daug įvairių automatinio išjungimo schemų. Automatinio išjungimo įtaisas pradeda veikti, kai įrenginio korpuse atsiranda įtampa. Tai pagalbinė priemonė, be įžeminimo ir įnulinimo.

Apsaugos priemonės eksploatuojant elektros įrenginius

Eksploatuojamų elektros įrenginių apsauginės priemonės skirstomos į izoliuojamąsias, aptvarines ir pagalbines. Izoliuojamosios priemonės savo ruožtu skirstomos į pagalbines ir papildomas. Pagrindinės izoliuojamosios priemonės yra neribotai ilgą laiką atsparios darbo įtampai ir jas naudojant galima liesti įtampą turinčias dalis. Dirbant iki 1000 V įrenginiams, naudojamos dielektrinės guminės pirštinės, darbo įrankiai su izoliuotomis rankenomis. Dirbant aukštesnės nei 1000 V įtampos įrenginiams, naudojamos izoliacinės lazdos, izoliuojamosios ir matavimo replės, aukštosios įtampos indikatoriai. Papildomos apsauginės priemonės yra elektriškai neatsparios ir atskirai naudojamos neapsaugo įrenginio nuo sugadinimo elektros srove. Jos tik papildo pagrindines izoliuojamąsias priemones, naudojamas kartu su jomis. Tai dielektriniai batai, dielektriniai kilimėliai (iki 1000 V) įrenginiams, dielektrinės pirštinės, botai, kilimėliai, tilteliai (aukštesnės kaip 1000 V įtampos įrenginiams). Izoliacinėmis lazdomis įjungiami ir išjungiami vienpoliai skyrikliai, uždedami kilnojamieji įžemintuvai. Izoliuojamosiomis replėmis išimami ir įdedami saugikliai, kai neišjungta įtampa. Matavimo replėmis matuojamos vartotojo imamos srovės. Aukštosios įtampos indikatoriais tikrinamos įrenginių įtampos. Guminės dielektrinės pirštinės, kaliošai, botai, kilimėliai naudojami kartu su pagrindinėmis priemonėmis.

Aptvarinės apsauginės priemonės skirtos įtampą turinčioms dalims laikinai atitverti.

Tai įvairūs skydai, tvorelės, izoliaciniai tarpikliai ir gaubtai. Jie tik iš dalies apsaugo nuo klaidingų operacijų arba įspėja apie pavojų (įvairūs plakatai).

Pagalbinės apsauginės priemonės yra skirtos dirbančiojo individualiai apsaugai nuo šviesos, šilumos ir mechaninio poveikio (akiniai, dujokaukės, specialios rankovės ir kt.). Visos minėtos apsauginės priemonės turi būti periodiškai tikrinamos remiantis specialiomis normomis ir taisyklėmis.

Elektros įrenginių saugios eksploatacijos organizavimas

Saugiam darbui užtikrinti yra išleistos atitinkamos instrukcijos. Vienos iš jų skirtos operatyviniam personalui, kitos – remontininkams. Elektros įrenginius prižiūrintys asmenys turi būti fiziškai ir psichiškai sveiki, periodiškai tikrinami gydytojų (vieną kartą per dvejus metus). Skiriamus elektros įrenginiams prižiūrėti žmones būtinai reikia išmokyti saugių darbo metodų ir organizuoti instruktavimą. Kiekvienas darbuotojas, prižiūrintis elektros įrenginius, turi išlaikyti saugumo technikos egzaminą. Kvalifikuota komisija suteikia atitinkamos kvalifikacijos grupės specialybę. Yra penkios kvalifikacijos grupės (I–V).

Atliekant visus darbus turi būti griežtai laikomasi šių taisyklių: a – darbams atlikti turi būti išduota atsakingo asmens paskyra (kartais gali būti žodinis arba telefoninis paliepimas); b – darbus turi atlikti ne mažiau kaip du žmonės; c – saugiam darbui turi būti numatytos reikalingos organizacinės ir techninės priemonės.

Įmonėje už elektros įrenginių saugumo technikos būklę atsakingi direktorius, vyriausiasis inžinierius ir vyriausiasis energetikas, taip pat cechų energetikai. Kiekvienam atskiram įrenginiui (ar jų grupei) turi būti paskirtas atsakingas asmuo, kuris turi stebėti, kaip veikia prižiūrimas įrenginys.

4.4. Darbuotojų sauga atliekant suvirinimo ir litavimo darbus

Dirbtuvėse galima rasti dujinių arba elektrinių suvirinimo įrenginių. Virinant dujomis būtina naudoti apsauginius akinius, virinant elektra – apsauginį skydelį, odinę prijuostę ir ant abiejų rankų – odines ant rankovių užmaunamas pirštines. Suvirintojas turi avėti odinius batus.

Darbų sauga suvirinant elektra

Suvirinant elektra yra pavojingi: elektros srovė, ultravioletinė spinduliuotė, dulkės, dujos. Pavojingiausias – elektrolankinis suvirinimas. Kiti suvirimo būdai, tokie kaip kontaktinis, suvirinimas su fliusu, inertinių dujų aplinkoje, darbo saugos požiūriu yra mažiau pavojingi.

Suvirinant elektra dažniausiai pasitaikančios traumos yra sužeidimai elektros srove, nudegimai, apsinuodijimas azoto oksidais, akių ir plaučių ligos. Akims kenkia elektros lanko sukeliama ultravioletinė spinduliuotė, veikianti akies tinklainę ir rageną. Per kelias minutes jie stipriai nudegina odą ir sukelia akių uždegimus. Didelio skaisčio (~16 000 steradianų) elektros lanko šviesa akina. Veido ir kaklo apsaugai nuo ultravioletinės spinduliuotės povei-

kio naudojami skydai ir šalmai su keičiamais apsauginių akinių stiklais. Parenkant šviesos filtrus apsauginių akinių stiklams atsižvelgiama į suvirinant naudojamos elektros srovės stiprumą. Elektrolankiniam suvirinimui dažniausiai naudojama kintamoji elektros srovė (100 A ir didesnė), tinklo įtampa ne aukštesnė nei 70 V. Keičiant elektrodą ir esant transformatoriaus tuščiajai eigai, suvirintojas gali atsirasti įtampos zonoje. Kad ši rizika sumažėtų, reikia įžeminti korpusą ir transformatoriaus antrinės apvijos gnybtus, prie kurių prijungiamas laidas nuo suvirinimo stalo detalės. Apsauginis įžeminimas atliekamas prisijungiant prie natūralių ir dirbtinių įžemiklių. Kaip dirbtiniai įžemikliai gali būti naudojami plieniniai vamzdžiai ar kampuočiai, sujungti varžtais plienine juosta ir įkalti į žemę. Įžeminimo kontūro varža turi būti ne didesnė nei 10 Ω. Kaip natūralūs įžemikliai gali būti naudojami vandentiekio vamzdžiai ir pastatų metalinės konstrukcijos, turinčios gerą sąlytį su gruntu. Pervežami suvirinimo agregatai su vidaus degimo varikliais įžeminami metaliniais strypais, įkaltais į gruntą. Laidus reikia prijungti prie agregato korpuso. Strypų skaičius, jų skersmuo ir ilgis nustatomi pagal sąlygą, kad varža nebūtų didesnė nei 10 Ω. Pervežamą suvirinimo agregatą prižiūrintis mašinistas turi turėti kvalifikacijos pažymėjimą.

Dirbančio suvirintojo stalas, suvirinimo aparato korpusas ir visi kiti metaliniai įrenginiai privalo būti įžeminti – sujungti su įžeminimo laidu. Suvirinimo kabeliai ir elektrodų laikikliai turi būti izoliuoti, gerai priveržtais kontaktais. Elektros suvirinimo aparatams draudžiama naudoti neizoliuotus laidus. Laidų, esančių tarp elektros tinklo gnybtų ir pernešamo suvirinimo aparato, ilgis turi būti ne didesnis nei 10 m, o suvirinimo kabelio, esančio tarp transformatoriaus ir elektrodų laikiklio, – ne didesnis nei 30 m, nes esant ilgesniam kabeliui labai sumažėja įtampa. Suvirinimo kabelio skerspjūvis parenkamas pagal elektros srovės stiprumą. Nuolatinės srovės generatorių įtampa generatoriaus ar transformatoriaus gnybtuose įjungiant elektros lanką neturi viršyti 100 V ir 70 V – kintamosios srovės suvirinimo transformatorių. Prieš pradedant suvirinti patikrinama elektrodo laikiklio rankenos izoliacija ir kabelio kokybė. Elektrodų laikiklio rankena dažniausiai gaminama iš dielektrinės ir šilumą izoliuojančios plastikinės medžiagos. Elektrodų laikiklis privalo atitikti tokius reikalavimus: turi būti gerai izoliuotas, užtikrinti greitą ir patogų elektrodų pakeitimą, turi būti patogus ir turėti gerą jungtį su suvirinimo kabeliu. Be to, elektrodų laikiklio kontaktai tekant elektros srovei neturi įkaisti. Eksploatuojami elektros suvirinimo aparatai reguliariai tikrinami – ne rečiau kaip kartą per mėnesį, ypač tikrinama kabelių izoliacija (izoliacijos varža turi būti ne mažesnė nei 0,5 Ω), neturi būti neizoliuotų laidų galų. Neleistina aukštosios ir žemosios įtampos apvijų bei korpuso jungtis. Izoliacijos varža tikrinama megommetru ne rečiau kaip kartą per mėnesį. Tikrinimo data ir tikrinimo rezultatai įrašomi į specialų žurnalą, po jais pasirašo asmuo, atlikęs tikrinimą.

Suvirinant elektra, lydantis elektrodų fliusams ir kai kuriems metalams, išsiskiria daug garų, dujų ir dulkių, kurios užteršia suvirintojo darbo aplinką, todėl jis gali apsinuodyti. Atsiradusiose dulkėse yra mangano, silicio, chromo anhidrido, geležies, nikelio; dujose – azoto oksido ir anglies monoksido. Jeigu patalpa nevėdinama, dulkių koncentracija greitai gali pasiekti net 300 mg/m^3 (leistinoji dujų koncentracija yra ne daugiau kaip 4 mg/m^3). Labai daug sveikatai kenksmingų aerozolių susidaro suvirinant spalvotuosius metalus. Kadangi aerozolių dulkės smulkios (didesnės jų dalies skersmuo nesiekia net 1 μ), jos greitai prasiskverbia į plaučius. Siekiant sumažinti jų žalingą poveikį žmogaus organizmui,

turi būti įrengta vietinė traukiamoji ventiliacija. Suvirinimo elektra patalpoje reikalinga bendroji vėdinimo sistema, kai 1 m^3 patalpos tūrio sunaudojama daugiau nei 0,2 g elektrodų masės per valandą. Suvirinant didelių matmenų detales rekomenduojama įrengti pasukamuosius-pakeliamuosius vietinius siurbtuvus. Neleidžiama atlikti suvirinimo darbų induose ir rezervuaruose, kuriuose yra slėgis, ir induose, kuriuose yra degiųjų ir toksinių medžiagų, taip pat naujai nudažytų konstrukcijų. Suvirintoją, dirbantį uždaroje patalpoje, turi stebėti darbuotojas, kuris prireikus galėtų suteikti pagalbą. Suvirinant indus, kuriuose buvo benzinas, žibalas, dyzelinas ir kiti lengvai užsiliepsnojantys skysčiai, indai turi būti kruopščiai praplauti vandens ir sodos tirpalu arba natrio fosfatu (80–120 gramų 1 litrui vandens). Taip pat indus galima išgarinti. Išgarinimo laikas priklauso nuo taros dydžio (iki 200 litrų – ne mažiau nei 2 valandas). Suvirinant indas gali būti užpildytas vandeniu (80–90%). Dirbantiems uždaruose rezervuaruose, didelio skersmens vamzdynuose suvirintojams turi būti išduoti guminiai kilimėliai, dielektriniai botai ir pirštinės, jie privalo naudoti gerai izoliuotus elektros laidus. Apšvietimui būtina naudoti prožektorius, pastatytus išorėje, arba pernešamus šviestuvus, kurių įtampa neviršytų 12 V. Įtampos pažeminimo transformatoriai turi būti palikti lauke. Esant nepalankioms meteorologinėms sąlygomis (audrai siaučiant, lyjant lietui ar sningant) suvirinimo darbai lauke nutraukiami.

Suvirinimo dujomis darbų sauga

Suvirinant dujomis pagrindinės traumų priežastys yra: pavojinga šviesos ir infraraudonoji spinduliuotė; deguonies reduktorių, kai į juos patenka įvairių kietųjų dalelių, sprogimas, deguonies balionų užsidegimas ir sprogimas, kai didelio slėgio deguonis, ištekėjęs iš baliono, susiliečia su tepalu arba riebalais; balionų šildymas, metimai, smūgiai, balionų eksploatavimo ir laikymo taisyklių pažeidimai. Suvirinimo darbus dujomis gali atlikti tik asmenys, ne jaunesni nei 18 metų, pasitikrinę sveikatą, techniškai specialiai apmokyti, išlaikę egzaminą ir turintys atitinkamą pažymėjimą bei darbo su kilnojamaisiais dujų generatoriais įgūdžių. Suvirinimui naudojamos acetileno dujos (C_2H_2) turi specifinį kvapą, lengvai užsidega ir greitai sprogsta. Oro ir acetileno dujų mišinys sprogsta, kai jo koncentracija (pagal tūrį) sudaro 25–82 proc., o acetileno ir deguonies mišinys sprogsta, kai jo koncentracija yra 28–93 proc. Acetileno dujų generatoriai turi turėti pasą, eksploatavimo taisykles ir inventoriaus numerį, kuris įrašomas į apskaitos ir techninių apžiūrų žurnalą. Suvirinimo procese naudojami deguonies ir acetileno balionai neturi būti veikiami tiesioginių saulės spindulių, nes įkaitusios dujos plečiasi, todėl gali pakilti slėgis ir įvykti sprogimas.

Pastaruoju metu vietoj acetileno generatorių plačiai naudojami acetileno dujų balionai, kurie suvirinimo procese yra mažiau pavojingi. Juos reikia saugoti nuo įkaitinimo, nes įkaitus sumažėja acetileno tirpumas acetone (juo įmirksta anglis, esanti balione). Slėgis acetileno balione būna 0,15–0,20 MPa. Patalpoje, kurioje suvirinama dujomis, turi būti įrengtos traukiamoji ar tiekiamoji vėdinimo sistemos, kurių našumas – 2500–3000 m^3 oro 1 m^3 sudeginto acetileno. Suvirintojo darbo vietoje turi veikti vietiniai 170–2500 m^3/h našumo dulkių ir oro siurbtuvai. Deguonies balionus reikia laikyti ne arčiau kaip per 5 m nuo šilumos šaltinių. Kiekvienas balionas turi lentelę, kurioje yra nurodytas gamyklos pavadinimas, pagaminimo data, bandymo laikas, masė (kg), talpa (l), slėgis (kg/cm^2). Deguonies balionai kas penkeri

metai išbandomi 22,5 MPa, o aciteleno – 3,5 MPa. Kad į balioną nepakliūtų drėgmės ir dulkių, naudotuose deguonies balionuose turi išlikti tam tikras deguonies tūris ir slėgis, ne mažesnis nei 0,05 MPa (0,5 kg/cm^2). Deguonies baliono ventilis atsukamas ir užsukamas rankomis, o acetileno balionai – specialiu raktu. Abiejų balionų darbinė padėtis vertikali, nes horizontalioje padėtyje esanti drėgmė deguonyje pereis į kaklelį ir neleis jam tekėti. Yra skirtingi reduktoriai dujų slėgiui sumažinti joms išeinant iš baliono ir nuolatiniam darbo slėgiui palaikyti balione mažėjant slėgiui. Prieš prisijungiant reduktorių prie baliono ventiliais būtina prapūsti vožtuvo atvamzdį 1–2 s atidarius jį ne daugiau kaip ketvirtį sūkio ir patikrinti tarpinės tinkamumą. Viskas turi būti švaru, neturi būti jokio tepalo žymių. Prijungiant reduktorių prie uždaromojo vožtuvo reikia visiškai atsukti reduktoriaus reguliavimo varžtą ir tik tada atidaryti baliono vožtuvą ir kartu stebėti didelio slėgio manometro rodmenis. Reduktoriaus manometrai turi būti išbandyti ir tvarkingi.

Suvirinant dažytas metalines konstrukcijas prieš tai būtina nuo suvirinimo vietos (20 cm ruožu) nuvalyti dažus. Kai suvirinant lydosi metalas ir dega dažai, susidaro nuodingųjų dujų ir dulkių, nuo kurių mišinių galima apsinuodyti. Apdorojant metalus naudojami benzino ar žibalo plovikliai, jais gali dirbti tik asmenys, turintys atitinkamus pažymėjimus. Žibalo statinės turi turėti manometrus, jų stiprumas turi būti išbandytas. Ventilio riebokšlis ir atgalinės eigos siurblio vožtuvas neturi praleisti kuro esant 0,5 MPa slėgiui. Pilti žibalą į bakelį reikia tiksliai ir pripilti tik 75 proc. jo tūrio. Reikia naudoti žibalui atsparias žarnas, 5 mm vidinio skersmens ir ne ilgesnes nei 5 m. Dirbant slėgis žibalo bakelyje neturi būti mažesnis nei 0,15 MPa. Deguonies slėgis turi būti didesnis tiek, kad slėgių skirtumas tarp deguonies ir žibalo būtų ne mažesnis kaip 0,05 MPa. Bakelis laikomas nuo balionų ne arčiau kaip per 5 m ir per 3 m – nuo ugnies židinio. Uždegant ir užgesinant liepsną reikia laikytis tam tikro eiliškumo naudojant uždarymo vožtuvą: uždegant iš pradžių atidaromas deguonies vožtuvas, o vėliau – žibalo, užgesinant vožtuvai uždaromi atvirkštine tvarka. Esant atgalinės liepsnos smūgiui būtina tuojau užgesinti liepsną, užsukti deguonies tiekimo vožtuvą degiklyje, užsukti deguonies balioną, tuomet užsukti degiklio ir bakelio kuro tiekimo vožtuvus. Iš bakelio išleisti orą galima tik užgesus degiklio liepsnai. Užsidegusį skystąjį kurą reikia gesinti putų gesintuvais, smėliu arba uždengti liepsną tankiu audeklu. Deguonies žarnų apsaugai nuo liepsnos atgalinio smūgio statomas apsauginis vožtuvas.

Įvairioms metalinėms konstrukcijoms paruošti pjaustant metalą naudojami propano ir butano dujų mišiniai. Suskystintąsias dujas galima naudoti tik laikantis darbo su suskystintosiomis dujomis reikalavimų. Jos būna supiltos į raudonos spalvos plonasienius balionus. Ant kiekvieno iš jų yra lentelė, kurioje nurodytas baliono tipas ir numeris, gamybos data, paskutinio bandymo data, darbinis slėgis, slėgis atliekant bandymą.

Balionai bandomi kas penkeri metai slėgiu, 1,5 karto didesniu nei darbinis. Eksploatuoti pateikiami 1,6 MPa slėgio balionai. Darbo vietoje turi būti ne daugiau kaip du balionai: vienas dirbti, kitas – atsarginis.

Balionai gabenami vežimėliais, jie turi būti apsaugoti nuo tiesioginių saulės spindulių. Sujungimų vietas reikia patikrinti muilo tirpalu, vietas, pro kurias išteka dujos, reikia užtaisyti. Kategoriškai draudžiama naudoti atvirą liepsną. Būtina patikrinti degiklį, žarnų kokybę, teisingai sureguliuoti liepsną. Suvirinimo vietų negalima įrengti uždarose nevėdinamose patalpose. Darbinė balionų padėtis – vertikali, jie turi būti nejudamai pritvirtinti

prie konstrukcijų, tačiau ne arčiau kaip per 1 m nuo elektros kabelių ir įrenginių ir ne arčiau kaip per 10 m nuo suvirinimo vietos.

Dujų slėgiui sumažinti iki darbinio slėgio naudojami suskystintųjų dujų reguliatoriai ir paprasti acetileno bei deguonies dujų reduktoriai. Visi reduktoriai, reguliatoriai ir jungiamosios detalės turi būti nudažyti raudona spalva. Jungiamosios žarnos apskaičiuotos 1 MPa slėgiui, jos turi būti atsparios dujoms ir benzinui. Žarnų ilgis – nuo 9 m iki 20 m.

Virinant suskystintosiomis propano ir butano dujomis būtina vėdinimo sistema, siurbianti orą iš apatinės patalpos dalies.

Litavimo darbų sauga

Lituojant naudojami šarmai ir rūgštys (druskos ir sieros), nuodingos cheminės medžiagos. Patekusios ant rankų jos sukelia įvairaus laipsnio cheminius nudegimus. Antrojo ir trečiojo laipsnio nudegimai ilgai negyja ir yra labai skausmingi. Patekus rūgštims į akis, galima apakti. Taip pat yra nuodingi ir kenksmingi sveikatai rūgščių ir šarmų garai.

Indus su rūgštimis ir šarmais reikia laikyti medinėse dėžėse arba apipintus su minkštu tarpikliu iš drožlių ar popieriaus. Lituojant dažniausiai naudojamos tiktai atskiestos rūgštys. Atskiedžiamos rūgštys į vandenį pilamos plona srovele, tirpalą nuolat maišant – draudžiama pilti vandenį į rūgštį. Reikia gerai suprasti šio reikalavimo esmę: vandeniui jungiantis su rūgštimi, vyksta stipri cheminė reakcija ir išsiskiria daug šilumos. Jeigu į rūgštį pateks nedaug vandens, jis akimirksniu įkais iki aukštos temperatūros ir pavirs garais. Įvyks sprogimas, ir rūgštis išsitaškys iš indo. Tirpalus reikia gaminti traukos spintose, kur ištraukiami kenksmingi rūgšties garai.

Lituojant visada naudojamas labai įkaitintas įrankis – lituoklis. Valant jį amonio chloridu išsiskiria nuodingos dujos, kurių labai pavojinga įkvėpti. Lituojant taip pat išsiskiria kenksmingi rūgščių, šarmų ir amonio chlorido garai, todėl patalpose, kuriose atliekami šie darbai, turi būti tiekiamoji ištraukiamoji ventiliacija.

4.5. Darbuotojų sauga atliekant automobilių techninę priežiūrą ir remontą

Bendrieji reikalavimai

Atliekant automobilių techninės priežiūros ir remonto darbus padidėja pavojus dėl neapsaugotų gamybinio inventoriaus judančių elementų, oro užterštumo išmetamosiomis dujomis, didelės drėgmės automobilių plovykloje, padididėjusio triukšmo, sukeliamo dirbant varikliui, ir t. t.

Dėl šių priežasčių techninės priežiūros ir remonto darbus reikia atlikti tik tam skirtose vietose (postuose). Vietose, kur juda automobiliai, turi būti reikiami ženklai, šviesos ir garso signalizacija.

Jei įmanoma, reikia vengti važiavimo atbuline eiga, nes tai sukelia didelių pavojų. Atbulomis galima važiuoti tik tada, kai įsitikinama, jog nebus pavojaus nė vienam asmeniui.

Kartais vairuotojui turi talkinti asmuo, galintis įvertinti eismo situaciją ir padėti parodydamas nustatytus ženklus.

Stovint automobiliui turi būti įjungta žemiausia pavara ir naudojamas rankinis stabdys.

Benzininių variklių degimas turi būti išjungtas, o dyzelinių – uždarytas kuro tiekimas. Po ratais turi būti padėtos ne mažiau kaip dvi atramos, ant vairo uždėtas užrašas: „Nepaleisti variklio, dirba žmonės".

Saugus darbas po automobiliu galimas tik tada, kai automobilis atitinkamais pastatomaisiais padėklais (ožiais, gembėmis) apsaugotas, kad nenukristų, nenuslystų ar neapvirstų. Kai automobilis tik pastatomas ant pakylos (stovo), jis privalo pastatomaisiais pleištais būti apsaugotas, kad nenuriedėtų. Kai šie saugos įtaisai nenaudojami, gali kilti pavojus gyvybei.

Nuimant ratą naudojamas keltuvas. Po nepakeltais automobilio ratais turi būti padėtos atramos, o po pakeltu – pastatomasis padėklas.

Remontuojant automobilį ant keltuvo ant jo valdymo mechanizmo turi būti uždėtas užrašas: „Neliesti, po automobiliu dirba žmonės". Siekiant apsaugoti dirbančiuosius nuo elektros srovės keltuvai turi būti įžeminti.

Priežiūros darbai po pakeltu automobiliu, kaip ir po paversta vairuotojo kabina arba krovinio platforma, turi būti atliekami tik naudojant apsaugą nuo nenumatyto jų nukritimo. Atskiri stoveliai arba vamzdžiai tam netinka.

Atliekant kėbulo dugno darbus pavertus automobilį reikia imtis atskirų saugos priemonių. Automobilis turi būti gerai pritvirtintas, akumuliatorių baterija išimta, išpiltas kuras ir aušinamasis skystis, variklio tepalo dangtelis patikimai uždarytas. Siekiant aplinkos oro neužteršti išmetamosiomis dujomis, automobilių techninės priežiūros ir remonto postuose variklis turi būti išjungtas.

Atliekant degimo, karbiuratoriaus ar įpurškimo sistemų priežiūros darbus, taip pat atliekant išmetamųjų dujų matavimus variklis turi dirbti. Susidariusios išmetamosios dujos yra pavojingos sveikatai, todėl turi būti išsiurbiamos, šie postai turi būti gerai vėdinami. Tai taikoma tiek benzininiams, tiek dyzeliniams varikliams.

Agregatai ar detalės, kuriems nuimti reikia naudoti didelę fizinę jėgą, nuimami specialiais nuimtuvais. Detalės, kurios yra užpildytos skysčiais, nuimamos tik išleidus skystį.

Lengvos detalės (iki 20 kg) pernešamos rankomis, sunkios (daugiau nei 20 kg) nuimamos ir transportuojamos specialiais kėlimo ir transportavimo įrenginiais, užtikrinančiais papildomą darbų saugumą.

Svarbiausia taisyklė: nevaikščioti po kroviniu, nestatyti po juo kojos arba nečiupinėti. Naudoti tik nepriekaištingus lynus ir patikrintas grandines! Šie nelaimingi atsitikimai dažnai priskiriami sunkiausiems.

Automobilio lingės ir spyruoklės nuimamos tik atlaisvintos nuo automobilio svorio.

Duslintuvą, išmetimo sistemos vamzdžius, kolektorių, siurblius galima nuimti tik ataušusius.

Darbų sauga automobilius plaunant ir valant

Visi automobiliai prieš pradedant techninę apžiūrą ir remontą turi būti švarūs. Švarūs turi būti ir automobilių agregatai, kuriuos reikia remontuoti (varikliai, tiltai, greičių dėžės ir kt.).

Automobiliai plaunami specialiose izoliuotose patalpose (plovyklose), kuriose turi būti šalto ir karšto vandens, suspausto oro įvadas nuplautam automobiliui apipūsti, geras apšvietimas, bendraapytakinė ventiliacija ir vietinė ištraukiamoji ventiliacija.

Automobiliai ir jų agregatai plaunami mechanizuotai ir rankomis.

Plaunant automobilį mechanizuotai darbuotojo darbo vieta turi būti hermetiškoje kabinoje. Elektrinį plovimo įrenginį pageidaujama valdyti 12 V įtampa. Galima valdyti ir 220 V įtampa, tačiau reikia imtis papildomų atsargos priemonių. Turi būti įžeminta kabina, atskiri korpusai ir aparatūra, paleidimo jungikliai, padidinta laidų hidroizoliacija. Ploviklių (preparatų) koncentracija ore negali viršyti 5 proc.

Plaunant labai užterštus agregatus ar detales turi būti naudojami specialūs plovikliai. Panaudojus ploviklius agregatai ar detalės turi būti perplaunamos karštu vandeniu. Draudžiama plauti lengvai užsiliepsnojančiomis medžiagomis.

Plovėjo individualios apsaugos priemonės – tai medvilninis kostiumas su gobtuvu, padengtas vandeniui atspariu audiniu (sluoksniu), guminės pirštinės, vandeniui atsparūs prijuostė, guminiai batai (nepraleidžiantys vandens), akiniai.

Plaunant automobilius rankomis naudojama žarna su specialiu purkštuvu. Vandens slėgis jame negali būti didesnis nei 1,5 MPa, nes esant didesniam slėgiui purkštuvą su žarna sunku išlaikyti rankose.

Teptukas, kuris bus naudojamas valant variklį, negali turėti jokių metalinių dalių. Dėl elektrostatinės iškrovos ir trumpo sujungimo gali atsirasti kibirkštis, kuri galėtų sukelti gaisrą. Vidaus degimo variklių kuras, kadangi lengvai užsiliepsnoja ir yra nuodingas (nes jame yra benzolo), negali būti naudojamas. Siūlomos nedegios plovimo priemonės, pvz., šarminės valymo priemonės, vandens garai, mažai gaisrui pavojingos šalto valymo priemonės, dyzelinis kuras, žibalas. Šalto valymo priemonės dažniausiai būna angliavandenilių chloro junginių mišiniai su kitais taip pat degiais skiedikliais.

Plovimui naudojant garinius valytuvus reikėtų imtis papildomų atsargumo priemonių, nes karštu vandeniu ir garais (temperatūra 90–100 °C) galima apsideginti.

Darbų sauga tikrinant automobilių techninę būklę. Automobilio techninės būklės ir atskirų agregatų tikrinimas gali būti atliekamas tik neveikiant varikliui, įjungtai žemiausiai pavarai ir rankiniam stabdžiui. Išimtis – variklio ir stabdžių reguliavimo ir tikrinimo darbai.

Apžiūrint sunkiai pasiekiams automobilio vietas turi būti naudojami ne didesnės nei 42 V įtampos šviestuvai. Gali būti naudojami 24 V ir 12 V šviestuvai. Rankiniai šviestuvai gali būti naudojami tik su stiklo apsauga.

Rankiniai žibintai be stiklo apsaugos yra pavojingi gyvybei. Jeigu benzino ar vandens užlašėtų ant kaitinamosios lempos, ji gali sprogti, skeveldros gali sužaloti darbuotoją. Taip pat prie kaitinimo siūlo gali užsidegti benzino garai. Lygiai tas pat taikoma lempoms su maža įtampa. Tik liuminescencinės lempos šiuo atžvilgiu mažiau pavojingos, nes jų šaltas paviršius. Dirbtuvių elektros instaliavimo darbus turi atlikti tik elektromontuotojai, bet ne autoelektrikai!

Akumuliatoriaus įtampa gali būti tikrinama tik voltmetru arba apkrovimo šakute. Draudžiama tikrinti akumuliatorių jį užtrumpinant. Elektrolito tankis matuojamas areometru.

Tikrinti automobilio elektros grandinę galima tik specialiais prietaisais – voltmetru, multimetru, ampermetru.

Automobilių diagnostikos postuose visi įrenginiai ir prietaisai turi būti išdėstyti taip, kad darbuotojas galėtų matyti visus automobilius, esančius skyriuje. Taip pat visi stacionarieji tikrinimo įrenginiai turi turėti vietinį apšvietimą, nukreiptą į rodmenų skalę, ir nesudaryti akinančio efekto.

Išmetamosios dujos iš diagnostikos ir kitų postų, kur automobilis būna veikiančiu varikliu, turi būti šalinamos vietiniu išsiurbimu.

Darbuotojų sauga atliekant automobilių su dujine įranga techninę priežiūrą ir remontą. Atliekant šiuos darbus reikia imtis papildomų atsargumo priemonių.

Visus darbus, susijusius su dujų įranga, gali atlikti tik darbuotojai, baigę specialius kursus ir išlaikę egzaminą. Darbai turi būti atliekami specialioje patalpoje esant įjungtai tiekiamajai ištraukiamajai ventiliacijai.

Atliekant automobilių su dujine įranga techninę priežiūrą ir remontą reikia saugoti dujų įrangą nuo užteršimo ir mechaninio pažeidimo. Reikia vengti smūgių, siekiant neleisti šokti kibirkščiai. Dujinės aparatūros detalių paviršiaus temperatūra negali viršyti 60° C. Patalpose, kur atliekama automobilių su dujine įranga techninė priežiūra ir remontas, draudžiama naudotis atvira ugnimi.

Atsukant ir užsukant dujų ventilius negalima naudotis papildomomis svirtimis. Visos dujinės įrangos žarnelės ir jungtys turi būti užveržtos sąvaržomis. Draudžiama užveržti viela ar kitokia medžiaga, nes jungtis tampa nepatikima ir galima pažeisti žarnelę. Draudžiama naudoti tepaluotas žarneles, taip pat jas susukti ar perlenkti.

Visus darbus nuimant, pastatant ir remontuojant dujinę aparatūrą galima atlikti tik naudojantis specialiais įrankiais ir įranga. Atliekant automobilių su dujine aparatūra techninę priežiūrą ir remontą visas dujinės aparatūros veržles ir varžtus galima veržti tik neveikiant varikliui. Nuimti dujinės aparatūros detales galima tik joms ataušus. Jei reikia išimti dujinę aparatūrą, ji turi būti tuščia. Jei reikia atlikti suvirinimo arba dažymo darbus, dujos iš balionų turi būti išleistos, o balionai prapūsti suspaustu oru. Automobilių su dujine įranga techninė priežiūra ir remontas galimas kartu su automobiliais, naudojančiais kitų rūšių kurą. Tačiau tai galima atlikti tik patikrinus dujinės įrangos būklę ar ją suremontavus.

Įvažiuoti į bendrus postus automobiliai gali tik naudodami benziną arba juos galima įtraukti. Jei šiuose postuose būtų pastebėtas dujų nutekėjimas, automobiliai turi būti ištraukti iš šių patalpų. Užvesti variklį nepašalinus dujų nuotėkio draudžiama. Atliekant automobilių su dujine įranga techninę priežiūrą ir remontą turi būti išjungtas degimas ir pakeltas variklio dangtis, siekiant išvengti galimo dujų susikaupimo.

Darbo sauga atliekant ratų remonto darbus

Padangų montavimas ir demontavimas turi būti atliekami atskirame skyriuje specialiais įrenginiais. Padangas montuoti ir demontuoti leidžiama tik darbo saugos klausimais instruktuotiems asmenims.

Ratų nuėmimo tvarka: automobilį reikia pakelti specialiu keltuvu arba kitu kėlimo

mechanizmu. Po nepakeltais ratais padėti trinkeles, o po pakeltąja automobilio dalimi – vertikaliąsias atramas (ožiukus). Visos operacijos, susijusios su ratų transportavimu, kurių svoris didesnis nei 20 kg, turi būti atliekamos naudojantis specialiais įrenginiais. Padangos turi būti demontuojamos specialiame stende arba nuėmimo įrenginiu. Prieš išmontuojant ratas turi būti apžiūrėtas, iš protektoriaus pašalinti akmenukai ir kiti daiktai.

Draudžiama išimti diską daužant. Nuimtos padangos turi būti pripučiamos specialiame stende, kuris apsaugo fiksavimo žiedus nuo išmetimo, taip pat padangos sprogimo bangos smūgio. Prie padangų pripūtimo stendo turi būti sumontuotas manometras arba dozatorius. Prieš montuojant padangą, reikia patikrinti disko, kraštinio ir fiksavimo žiedų, taip pat padangos būklę. Montuojant padangą ant disko visa fiksavimo žiedo vidinė dalis turi būti patikimai įstatyta į disko išpjovas. **Draudžiama** montuoti padangą: jeigu diskas pažeistas korozijos, yra sulenktas arba turi atplaišų; jeigu apsauginiai žiedai netvarkingi; jei padanga neatitinka rato disko matmenų; padangai montuoti naudoti skirtingų modifikacijų fiksavimo ir kraštinius žiedus; pučiant orą taisyti padangos ar žiedo padėtį; padangą pripučiant naudoti aukštesnį slėgį, negu nurodyta jos techninėje charakteristikoje.

Dėl vulkanizavimo darbų pavojingumo dirbti gali tik asmenys, sulaukę 18 metų, mediciniškai patikrinti, specialiai apmokyti ir išlaikę egzaminą.

Visi elektriniai prietaisai turi būti įžeminti. Apšvietimo ir jėgos laidai turi būti vamzdžiuose. Atliekant vulkanizavimo darbus darbo vietoje turi būti įrengta vietinė ventiliacija.

Valant kameras ar padangas reikia naudotis apsauginiais akiniais, taip pat darbuotojai turi būti aprūpinti ir kitomis individualiomis apsaugos priemonėmis (kombinezonais, batais, rankogaliais).

Ratlankių lyginimo darbų sauga

Nustatytus ratų diskus lyginimo staklėse reikia įtvirtinti taip, kad diskas gerai laikytųsi ant suklio. Tvirtinant diske neturi būti sukeliama vidinių įtempių, todėl tarp jungių ir disko iš abiejų pusių dedami elastingos medžiagos (kieto popieriaus, kartono, gumos ir t. t.) tarpikliai, kurių storis – 0,5–3 mm, atsižvelgiant į disko skersmenį. Tarpikliai turi uždengti visą jungių suspaudimo paviršių ir išsikišti už jų į išorę per visą perimetrą. Jungių, tarpiklių ir disko susilietimo paviršiai turi būti visiškai švarūs, o jungės prispaudimo paviršius – ne siauresnis nei 1/16 disko skersmens. Disko skylė turi būti didesnė už suklio skersmenį 0,2–0,4 mm. Ratų balansavimo įrenginiai turi turėti apsaugas, kurių nenuleidus balansavimo įrenginys neįsijungia.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kokie yra svarbiausi apsisaugojimo nuo elektros būdai?
2. Kokie yra darbų saugos reikalavimai atliekant suvirinimo ir litavimo darbus?
3. Kokie yra bendrieji reikalavimai atliekant automobilių techninę priežiūrą ir remontą?
4. Kaip reikia saugiai tikrinti akumuliatoriaus įtampą?

5. PRIEŠGAISRINĖ APSAUGA

Degimas

Degimui reikalingos trys sąlygos: degi medžiaga, įsiliepsnojimo šaltinis ir deguonis. Dažniausiai ore deguonies yra apie 21 proc. Daugelis medžiagų nustoja degti, kai deguonies ore sumažėja iki 14 proc., todėl pagrindiniai gaisro gesinimo metodai pagrįsti šiuo principu. Yra medžiagų, kurios degdamos išskiria deguonį (pvz., parakas); fosforas bromo garuose dega ir be deguonies; varis dega sieros garuose ir pan. Tačiau tokių atvejų nedaug, ir specialistai privalo juos žinoti.

Pagal degimo greitį degimas būna **lėtas,** arba **difuzinis,** (pvz., degant kietosioms ir skystosioms medžiagoms) ir **greitas,** arba **kinetinis**, (degant oro ir dujų, oro ir garų mišiniams ir pan.). Jis dar vadinamas degimu su sprogimu.

Pagal degiųjų medžiagų rūšis, gaisrai skirstomi į šias klases:

A (kai dega kietosios medžiagos);

B (kai dega lengvai įsiliepsnojantys degieji skysčiai);

C (kai dega dujos – vandenilis, propanas ir kt.);

D (kai dega metalai).

Šios klasės skirstomos į dar smulkesnes (A1, A2, B1, B2 ir t. t.).

Pagal mastą gaisrai gali būti pavieniai ir masiniai, o pagal poveikį sienoms, pastatams – lokaliniai ir tūriniai. Lokaliniai gaisrai dar vadinami uždaraisiais, o tūriniai – atviraisiais gaisrais.

Visa erdvė, kurioje vyksta gaisras, skirstoma į tris zonas: degimo, šiluminio poveikio ir uždūmijimo.

Degìmo zonà – tai erdvė, kurioje vyksta terminio skilimo procesai ir išsiskiria šiluma bei šviesa, kitaip sakant, tai vieta, kurioje vyksta degimas.

Šilumìnio póveikio zonà ribojasi su degimo zona. Ji pavojinga tuo, kad joje dėl aukštos temperatūros negali būti žmonių, be to, nuo jos gali užsidegti gretimi objektai.

Uždū̃mijimo zònoje žmonės, jeigu nenaudoja specialių kvėpavimo organų apsaugos priemonių, taip pat negali būti. Šiluminio poveikio ir uždūmijimo zonos labai trukdo aktyviai gesinti gaisrą, ypač kai gesina ne gaisrininkai. Labai pavojinga uždūmijimo zona viršutiniuose patalpų aukštuose, kur susitelkia itin daug dūmų. Be to, juose yra itin daug įvairių nuodingų medžiagų, susidarančių per gaisrą, ir jeigu jų sankaupa didelė, galima mirtinai apsinuodyti. Dažnai iš dūmų tirštumo sprendžiama apie jų pavojingumą. Jeigu dūmų tankis yra nuo $1x10^4$–$6x10^4$ kg/m^3, tai matomumas siekia nuo 6 iki 12 metrų. Tokie dūmai gyvybei dar nepavojingi, nes juose yra apie 16 proc. deguonies. Jeigu matomumas mažesnis, jau būtina naudotis apsauginėmis priemonėmis.

Ypač pavojingi degančių plastikų dūmai, nes juose yra ciano vandenilio, sieros dioksido, smalkių, fosgeno ir kitų stipriai veikiančių nuodingųjų medžiagų. Pavojingiausios – smalkės (CO). Patalpose dūmų visada susikaupia daugiau, todėl tokiose vietose reikia būti ypač atsargiems. Pavyzdžiui, atidarant uždūmytos patalpos duris gali sprogti dujos, susimaišiusios su papildomu oro – deguonies kiekiu. Todėl tokiais atvejais stovėti tarpduryje negalima.

Gaisro procesas skirstomas į tris pakopas: pirminę, pagrindinę ir galutinę – nesvarbu, koks gaisras ir kur vyksta.

Pirminė pakopa trunka nuo užsidegimo iki tol, kol visa patalpa apsiaučiama liepsnos. Tuo metu kyla temperatūra, mažėja dujų tankis, susidaro perteklinis slėgis, iš patalpos pro visus plyšius ir nesandarumus veržiasi dūmai. Kai patalpa sandari, degimas dėl deguonies stokos vystosi lėčiau. Ši pakopa, atsižvelgiant į konkrečias aplinkybes, trunka nuo 5 iki 40 minučių, kartais net iki kelių valandų. Pavojus žmonėms kyla per pirmąsias 1–6 minutes.

Temperatūrai pakilus iki didžiausios, prasideda pagrindinė gaisro pakopa, kada dažniausiai sudega iki 80–90 proc. visų degių medžiagų, o dujų išsiveržimas iš degančios patalpos esti maždaug lygus šviežio oro patekimui į ją. Vyksta pagrindinis degimas.

Galutinėje pakopoje degimas po truputį slopsta, krinta temperatūra ir sumažėja dujų kiekis. Tad gaisrus geriausia gesinti jiems tik prasidėjus.

Pagrindiniai vos prasidėjusio gaisro gesinimo būdai yra keturi:

1. Šaldyti degančias arba sąveikaujančias medžiagas gesinimo medžiagomis (vandeniu, putomis, dujomis ir kt.).
2. Skiesti sąveikaujančias medžiagas (azotu, angliarūgšte, vandeniu), kad sumažėtų deguonies kiekis.
3. Specialiomis cheminėmis medžiagomis – slopintuvais (inhibitoriais) – stabdyti degimo reakciją.
4. Sąveikaujančias medžiagas atskirti nuo degimo zonos gesinimo medžiagomis sudarant izoliuojamuosius sluoksnius arba tarpus tarp jų.

Veiksmingiausi, todėl ir labiausiai paplitę, gesinimo būdai – degios zonos atšaldymas ir jos atskyrimas, juo labiau kad daugeliu gesinimo atvejų abu būdai taikomi kartu.

Pagrindinių gaisrų gesinimo medžiagų apibūdinimas

Geriausia aušinti vandeniu, tačiau jis laidus elektros srovei, reaguoja su daugeliu medžiagų, greitai užšąla, juo negalima gesinti degančių naftos produktų. Vandens skvarbumą gerokai padidina specialūs purkštuvai. Gesinimo poveikis išauga 30–50 proc., mažiau reikia vandens.

Anglies dioksidas nelaidus elektros srovei, nesąveikauja su degančiomis medžiagomis, tačiau netinka degančiam magniui, natriui ir kaliui gesinti, nes skildamas išskiria atominį deguonį. Naudojamas gaisrams elektros įrenginiuose ir patalpose, kur yra daug materialinių vertybių, gesinti.

Cheminės putos, gaunamos purškiant putų generatoriais, kaip ir vanduo, yra laidžios elektrai. Veiksmingesnės mechaniniu būdu gaunamos putos, todėl jos naudojamos plačiau.

Pastaruoju metu vis dažniau naudojami milteliai, tinkantys bet kokioms medžiagoms gesinti. Juos patogu naudoti esant neigiamai temperatūrai. Milteliai gesina trejopai: atšaldo, izoliuoja ir atskiedžia. Milteliai susideda iš natrio bikarbonato ir talko. Didžiausias jų trūkumas – susigulėjimas. Be to, gesininant jie sukelia daug dulkių, todėl reikia dirbti apsirengus specialia apranga.

Azotas nepalaiko daugelio organinių medžiagų degimo, todėl dažniausiai naudojamas stacionariuosiuose įrenginiuose natriui, beriliui, kalciui ir kitoms medžiagoms, kurios

dega CO_2 aplinkoje, gesinti. Juo negalima gesinti magnio, aliuminio, ličio, cirkonio (šios medžiagos gesinamos argonu).

Be minėtų medžiagų, naudojami vandens garai (gesinant nedidelius gaisrus, vandens užtvaroms sudaryti), vandens dulkės (gerai aušina degimo zonas, sudrėkina aplinką) ir kt.

Būtiniausios gaisro gesinimo priemonės. Jos skirtos pirminės pakopos gaisrui gesinti. Būtiniausioms gaisro gesinimo priemonėms priklauso gamtiniai ir dirbtiniai vandens telkiniai, vandens rezervuarai, gaisriniai čiaupai su prijungtomis prie jų rankovėmis, priešgaisriniai skydai, įvairūs gesintuvai, dėžės su smėliu, storo audinio gabalai ir kt. Prie jų galima priskirti ir gaisrinius hidrantus.

Gamtojè ẽsantys vandeñs telkiniaĩ – tai upės, ežerai, tvenkiniai, balos. Gaisrinės saugos taisyklės reikalauja, kad tie telkiniai būtų pažymėti specialiomis lentelėmis su tokiais užrašais: „Gaisrinis vandens telkinys (GVT)“ ir skaičiais, pavyzdžiui, 300 ir 4. Vadinasi, kad vandens atsarga telkinyje yra apie 300 m^3, o vienu metu vandenį gali siurbti 4 gaisrinės mašinos. Tokie telkiniai turi būti privažiuojami bet kuriuo metų ir paros laiku. Patartina lenteles naktį apšviesti.

Dirbtìniai vandeñs telkiniaĩ – tai rezervuarai, dažniausiai įrengiami pačiose aukščiausiose pastato vietose, kad susidarytų reikalingas vandens slėgis ir čiurkšlės ilgis. Vandens juose turi būti tiek, kad būtų galima gesinti ne trumpiau nei 5 minutes. Po to įsijungia siurbliai, ir jie pradeda tiekti vandenį. Rezervuarai gali būti įrengti ir pastato apačioje arba lauke. Tokiu atveju jie turi būti sandarūs, juose automatiškai palaikomas reikalingas vandens slėgis, kad čiurkšlė galėtų pasiekti aukščiausius gesinimo objektus.

Gaisrìniai čiáupai įtaisomi administraciniuose, visuomeniniuose pastatuose, gamyklose, įmonėse, mokymo įstaigose ir t. t. Jie laikomi specialiose dėžėse, pritvirtintose prie sienų matomose, lengvai prieinamose vietose. Dėžės turi būti su durelėmis – jos užplombuotos, bet nerakintos. Ant durelių užrašoma „G Č Nr...“ ir nurodomas telefonas, kuriuo reikia skambinti kilus gaisrui. Dėžėje yra vandens kolonėlė (vamzdis), prie kurios nuolat prijungta gaisrinė rankovė. Kitas rankovės galas baigiasi specialiu purkštuvu. Kilus gaisrui, reikia išvynioti rankovę ir, paleidus vandenį, nukreipti čiurkšlę į gaisro židinį. Čiurkšlė turi pasiekti tolimiausią pastato dalį, bent jau turi būti ne trumpesnė nei 6 metrai. Vieną kartą per 6 mėnesius rankovę reikia išvynioti, patikrinti, ar ji pralaidi, nesuplyšusi, tada perlenkti kitoje vietoje ir tvarkingai suvynioti prieš tai išdžiovinus (šio reikalavimo dažnai nesilaikoma).

Gaisrìniai skỹdai įrengiami specialiose vietose: pastatų vestibiuliuose, lauke prie pavojingų gaisro atžvilgiu objektų. Skydai turi būti lengvai prieinami. Jį sudaro: du gesintuvai, du laužtuvai, du kobinai, du kirviai, du smėlio kibirai. Skydai gali skirtis nuo rekomenduoto atsižvelgiant į gaisro pobūdį. Šalia skydo turi būti dėžė su smėliu ir kastuvas. Kad smėlį būtų galima lengvai ir greitai pasemti, dėžę patariama laikyti be dugno, tada pakanka greitai ją nukelti ir smėlį galima kasti. Šalia skydo turėtų būti statinė su vandeniu, kurią reikia nuolat papildyti ir keisti vandenį. Gali būti padėtas ir gabalas storo audinio (jis gerai atskiria degimo šaltinį nuo aplinkos deguonies).

Gaisrìnis hidrántas su vandens kolonėle – tai prie vandentiekio tinklo prijungtas vandens ėmimo įrenginys, tiekiantis vandenį į gaisrines rankoves arba maitinantis gaisrinio automobilio vandens ėmimo siurblį. Hidrantai būna antžeminiai ir požeminiai, jie įrengiami

specialiuose šuliniuose. Hidrantai įtaisomi išilgai gatvių ant vandentiekio vamzdžių. Nuotolis tarp jų – 50–120 metrų. Prie jų turi būti patogu privažiuoti bet kuriuo metų laiku. Kad juos būtų lengviau surasti, ant namo sienos tvirtinamos specialios lentelės, kuriose nurodoma hidranto vieta (rodyklė ir nuotolis metrais) ir jo skersmuo milimetrais. Kiekviena gaisrinė tarnyba turi žinyną, kuriame nurodyti visi siurbliai jų prižiūrimame rajone. Hidrantų kolonėlės vieną kartą per metus išbandomos 10 kg/cm^2 bandomuoju slėgiu.

Gesintùvai – tai techniniai įrenginiai pirminės pakopos gaisrui gesinti. Jie skirstomi pagal gesinančios medžiagos rūšį, baliono dydį, gesinančios medžiagos tiekimo būdą ir paleidimo įtaiso konstrukciją. Pagal gesinančios medžiagos rūšį skiriami skysčio, putų, angliarūgštės, aerozolių, miltelių ir kombinuotieji gesintuvai.

Gesintuvų rūšys, veikimo principai ir naudojimas

Skysčio gesintuvai (OŽ) naudojami gesinant kietas organines medžiagas: medieną, audinius, popierius ir kt. Gesinama vandeniu arba veiksmingesne medžiaga – mineralinių druskų vandens tirpalais. Gesinančią medžiagą iš gesintuvo išstumia oras, azotas arba angliarūgštė, esantys balione arba gesintuvo korpuse įtaisytame specialiame balionėlyje. Gesintuvai OŽ–5 ir OŽ–10 skiriasi tik baliono talpa (atitinkamai 4,5 ir 9 l). Gesinančios medžiagos čiurkšlės ilgis – 6–8 metrai, veikimo laikas – 20–45 sekundės.

Nors ir paprasti, šie gesintuvai naudojami retai dėl šių trūkumų: veikia tiktai esant teigiamai temperatūrai (2–50 °C), netinka naftos produktams gesinti, juose esantis gesinimo skystis sukelia labai didelę koroziją, todėl korpusas tarnauja neilgai.

Norint įjungti gesintuvą, jį reikia paimti už rankenos, viršuje nuspausti svirtį ir nukreipti čiurkšlę į gaisro židinį.

Putų gesintuvai naudojami daug plačiau, išskyrus tuos atvejus, kai putos skatina degimą arba kai gesinami neišjungti elektros įrenginiai. Putos būna cheminės ir mechaninės.

Cheminių putų gesintuvų (OCHP) gesinimo skystis susideda iš dviejų dalių: šarminės ($NaHCO_3$ su putas gaminančia priemaiša) ir rūgštinės (sieros rūgšties H_2SO_4 mišinys su $F_2(SO_4)_3$). Šarminė dalis supilama į gesintuvo korpusą, o rūgštis – į specialų plastikinį balionėlį. Paleidus gesintuvą, prasideda aktyvi cheminė reakcija, susidaro daug putų. Pastarosiose yra daug angliarūgštės burbuliukų, kurie smarkiai maišydamiesi išpurškia putas iš gesintuvo.

Su gesintuvu dirbama taip. Jį reikia paimti už rankenos, nukreipti į gaisro židinį laikrodžio rodyklės sukimosi kryptimi, pasukti viršuje specialią svirtį (pakelti ją į viršų), tada apversti gesintuvą dugnu aukštyn, suplakti, kad geriau susimaišytų šarmas su rūgštimis, ir paleisti čiurkšlę į ugnį. Kadangi jo putose yra sieros rūgšties, dirbti su gesintuvu reikia atsargiai (saugotis, kad čiurkšlės neužtikštų ant veido).

Cheminiai putų gesintuvai turi daug trūkumų: mažos temperatūros ribos, veikimas priklauso nuo aplinkos temperatūros, galima apgadinti gesinimo objektą, nedidelis gesinimo veiksmingumas; be to, būtina vieną kartą per metus juos iš naujo pripildyti, greitai susidėvi. Jais negalima gesinti neišjungtų elektros įrenginių.

Daug plačiau naudojami oro ir putų gesintuvai (OVP). Oro ir putų gesintuvai būna rankiniai, kilnojamieji ir vežiojamieji. Gesintuvai pripildomi specialaus tamsiai rudos spal-

vos putas gaminančio skysčio (OP–1) (jo pridedama į vandenį 6 proc.). Tokių gesintuvų veiksmingumas 2,5 karto didesnis negu cheminių putų gesintuvų.

Rankiniai gesintuvai OVP–5 ir OVP–10 sandara panašūs, beveik nesiskiria nuo skysčio gesintuvų. Kaip ir visi gesintuvai, jie turi paleidimo įtaisus ir putų tiekimo vamzdį. Paleidus gesintuvą, speciali adata praduria dujų balionėlį, tada dujos išsiveržia į gesintuvo korpusą ir varo skystį į oro ir putų vamzdį. Eidamas pro putų generatorių (tankus vielos tinklelis) skystis virsta putomis. Dirbant gesintuvą reikia laikyti statmeną.

Tokių gesintuvų trūkumai – mažos darbo temperatūros ribos, terpės korozinis aktyvumas. Jais taip pat negalima gesinti įjungtų elektros įrenginių, nors jų purškiamų putų laidumas elektrai truputį mažesnis negu cheminių putų.

Gaminami ir stacionarieji oro ir putų gesintuvai, kurių talpa – 250 kg. Jie veikia truputį ilgiau – 125 sekundes. Kad nesusidarytų per didelis dujų slėgis, jie turi apsauginį vožtuvą. Dirbant tokiu gesintuvu reikia išvynioti rankoves ir nukreipti putų generatorių į gaisro židinį, tada atidaryti dujų baliono (5 l) paleidimo vožtuvą. Putų srautas siekia 9 metrus.

Angliarūgštės gesintuvai (OU) yra pripildyti anglies dioksido (dujų arba sniego pavidalo). Gesinti galima beveik visas degias medžiagas, taip pat ir įjungtus elektros įrenginius. Sniego pavidalo masė susidaro greitai garuojant skystam anglies dioksidui specialiame atvamzdyje. Sniego masės tankis – 1,5 G/cm^3, o temperatūra – apie –80° C, todėl toks sniegas greitai sumažina deguonies kiekį ugnies židinyje ir puikiai jį atšaldo. Kadangi aukštesnėje temperatūroje padidėja balione esančios skystos angliarūgštės slėgis, jis pripildomas tik iki 75 proc. viso tūrio (kad nesprogtų). Be to, įtaisomos tamprios apsauginės plokštelės, kurios, padidėjus slėgiui daugiau negu leistina, sutrūksta ir šitaip apsaugo balioną nuo sprogimo.

Angliarūgštės gesintuvai būna rankiniai, stacionarieji ir kilnojamieji. Rankiniai gesintuvai dažniausiai naudojami transporto priemonėms gesinti. Tai plieniniai balionai su specialia spyna (pistoletu) ir sifoniniu vamzdeliu.

Norint dirbti tokiu gesintuvu, pakanka nuspausti spynos paleidiklį. Gesintuvą reikia laikyti statmeną, jo negalima apversti dugnu aukštyn. Kad nenušaltų rankos, negalima liesti vamzdžio plikomis rankomis. Gesintuvai, pažymėti raidėmis MM, beveik neturi magnetinės traukos ir vienas nuo kito skiriasi tik baliono korpusu (šie pagaminti iš skirtingų medžiagų). Kiti gesintuvai skiriasi tik paleidimo spynos sandara.

Yra specialių stacionariųjų gesintuvų, kurie įrengiami lėktuvuose. Jais galima gesinti ir degančius įjungtus elektros įrenginius (naudojančius iki 1000 V įtampą).

Kilnojamieji gesintuvai turi po du balionus, pritvirtintus ant ratelių. Jų sandara tokia pat. Paleidimo spynos apsaugotos specialiais gaubtais. Tokiais gesintuvais gesina du žmonės: vienas dirba su rankovėmis, kitas atidaro vožtuvus. Didžiausią gesintuvą (OU-400) sudaro aštuonių tokio pat dydžio balionai, sumontuoti ant automobilio priekabos. Jie visi sujungti bendru vamzdžiu.

Lėktuvuose esantys stacionarieji gesintuvai gerokai sudėtingesni. Jie paleidžiami automatiškai, dažniausiai sprogdinant į paleidimo įtaisą įmontuotą piropatroną. Numatytas ir rankinis paleidimas.

Jeigu ištuštinus keletą gesintuvų nedidelėje patalpoje ima svaigti galva, tai ženklas, jog joje liko labai mažai deguonies, tuomet būtina kuo greičiau išeiti į gryną orą, antraip galima nualpti ir užtrokšti.

Angliarūgštės gesintuvai tikrinami sveriant ir lyginant gautą svorį su gamyklos ženkle nurodytu svoriu (jeigu tie svoriai skiriasi daugiau negu leistina, gesintuvas netinkamas). Korpusų stiprumas bandomas kas penkeri metai 22,5 MPa bandomuoju slėgiu.

Aerozolio gesintuvai naudojami lengvai įsiliepsnojantiems degiesiems skysčiams, kietosioms medžiagoms, elektros įrenginiams ir kitokioms medžiagoms gesinti (išskyrus šarminius metalus ir deguonies turinčias medžiagas). Jie pripildomi įvairių medžiagų (pvz., bromo etilo, bromo metileno, chladono, anglies dioksido). Skirstomi į rankinius, kilnojamuosius ir stacionariuosius.

Chladono aerozolio gesintuvą (OACH) sudaro metalinis korpusas (jo anga uždaryta tampria plokštele), virš jos įtaisytas specialus pramušiklis su spyruokle. Norint įjungti, gesintuvą reikia pastatyti ant kieto pagrindo, staigiu smūgiu, nukreiptu į pramušiklio mygtuką, pramušti plokštelę ir tuomet į ugnį paleisti dujų srautą. Tokie gesintuvai dažniausiai naudojami automobiliams gesinti ir buityje (pvz., gesinant elektros įrenginius).

Brometilo gesintuvai (OUB–3A, OUB–7A) naudojami benzino kolonėlėms, krovininiams automobiliams, naftos produktų sandėliams ir iki 380 V elektros įrenginiams gesinti. Galima gesinti ir kitas medžiagas. Jų veikimas ir naudojimas toks pat.

Aerozolio gesintuvai pripildomi taip, kad dirbant su jais būtų visiškai išpurkšta visa medžiaga, kurios yra pripildyti.

Miltelių gesintuvai pastaruoju metu ypač paplitę. Jie naudojami gesinti visų klasių gaisrams. Gesinanti medžiaga – specialūs milteliai, iš jų vieni skirti skysčiams, dujoms, medienai, kiti – šarminiams metalams gesinti (specialios paskirties milteliai).

Miltelių gesintuvas (OP–10) sudarytas iš plieninio korpuso su dangčiu, uždarymo ir paleidimo įtaiso, sifoninių vamzdelių, darbinio balionėlio, oro dugnelio ir paleidimo vožtuvo. Jis veikia taip: nuspaudus gesintuvo paleidimo svirtį, nutrūksta plomba ir speciali adata praduria balioną. Išsiveržiamos iš baliono dujos pro sifoninį vamzdelį patenka po oro dugneliu (vamzdyje yra skylučių, pro kurias dalis dujų išpurena miltelius, o likusi dalis, patekusi į apačią po oro dugneliu, pro jo skylutes išpučia juos lauk). Gesintuvą reikia laikyti tik statmeną, prieš naudojant būtina pakratyti, kad geriau išsipurentų susigulėję milteliai – tada jis veiks patikimiau.

Prie kombinuotųjų priskiriami šie gesintuvai: OCHVP–10 ir OK–100. Pirmasis – oro ir putų gesintuvas – nei paskirtimi, nei sandara nesiskiria nuo gesintuvo OCHP–10 (skiriasi tik gesinančia medžiaga). Gesintuvas OK–100 sudarytas iš dviejų gesintuvų: cheminio putų (OVP) ir miltelių (OP). Šie du balionai pritaisyti ant specialių ratelių. Ir putas, ir miltelius išpučia dujos, besiveržiančios iš baliono, esančio ant tų pačių ratelių. Dujų slėgį galima reguliuoti.

Gesintuvuose OVP ir OP yra atitinkamai 10 ir 2x50 l gesinančios medžiagos. Jų veikimo laikas – 55 ir 30±40 sekundžių, čiurkšlės ilgis – 4 ir 8 metrai. Tokiais gesintuvais gesina du žmonės.

Visų rūšių gesintuvų paleidimo įtaisai turi būti užplombuoti, ant jų korpusų užrašyta pripildymo data (mėnuo ir metai). Tai atlieka gesintuvų pripildymo stočių darbuoto-

jai. Pripildymo stotys būna kilnojamosios ir stacionariosios. Jose pripildomi visų rūšių gesintuvai.

Gesintuvus reikia laikyti sausose, gerai matomose ir visuomet lengvai prieinamose vietose, juos būtina nuolat apžiūrėti. Ant jų neturi kristi tiesioginiai saulės spinduliai; būtina saugoti nuo durų trankymo; jie turi būti įrengti atokiau nuo krosnių ir šildymo baterijų.

Visuose gesintuvuose yra didesnis ar mažesnis slėgis, todėl jie priklauso slėginių indų grupei ir turi atitikti slėginių indų įrengimo ir saugaus naudojimo taisykles. Jais privalo dirbti tik specialiai parengti žmonės. Gesintuvų tinkamumas naudoti tikrinamas pripildymo stotyse.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Ko negalima gesinti putų gesintuvais?
2. Ką galima gesinti angliarūgštės gesintuvais?
3. Kokių tipų yra angliarūgštės gesintuvai?
4. Kam skirti chladono aerozolio gesintuvai?
5. Ką galima gesinti miltelių gesintuvais?
6. Kokie reikalavimai gesintuvų paleidimo įtaisams?

6. INDIVIDUALIOS APSAUGOS PRIEMONĖS

Gamyboje kartais neįmanoma technologinėmis ir sanitarinėmis priemonėmis patikimai apsaugoti dirbančiųjų (pvz., avarijos, remonto atvejais) nuo kenksmingųjų medžiagų ir kitų antisanitarinių veiksnių. Todėl plačiai naudojamos įvairios individualiosios apsaugos priemonės: darbo drabužiai, avalynė, įvairių tipų dujokaukės, respiratoriai ir kt.

Darbo drabužiai skirti dirbančiajam apsaugoti nuo kenksmingųjų dujų, garų, rūgščių, šarmų ir kitų cheminių medžiagų tirpalų, įvairių dulkių, drėgmės, šalčio, spinduliavimo energijos, kibirkščių, išlydyto metalo purslų ir kt. Siuvant darbo drabužius, laikomasi atitinkamuose standartuose ir techninėse sąlygose nurodytų reikalavimų. Drabužiai turi būti patogūs, saugūs ir higieniški. Kai kurie iš jų turi būti atsparūs ugniai, nepraleisti dulkių, vandens, rūgščių, šarmų, alyvų ir kitų medžiagų.

Individualioji apsauga nuo triukšmo. Individualiųjų apsaugos priemonių nuo triukšmo imamasi tada, kai bendrais techniniais būdais neįmanoma sumažinti triukšmo iki normos arba kai tai labai neekonomiška. Iš individualiųjų apsaugos priemonių paminėtini antifonai arba ausų įdėklai, ausinės ir šalmai. Antifonai – tai ausų įdėklai, pagaminti iš minkšto švelnaus pluošto (vatos) tamponų, kurie kartais mirkomi vaško ir parafino mišinyje. Tokie tamponai įstatomi į ausų kanalus. Kietesni įdėklai esti guminiai arba plastikiniai. Antifonai sumažina triukšmo lygį 5–20 dB.

Pramonėje plačiai naudojamos ir ausinės. Jos susideda iš pusrutulio ar kitokios formos ausų gaubtuvų, sujungtų spyruokle. Ausų gaubtuvuose yra labirintai, kurie pripildomi garsą absorbuojančios medžiagos.

Apsaugai nuo triukšmo naudojami ir specialūs šalmai, nes antifonai ir ausinės kartais neapsaugo nuo didelio garso slėgio triukšmų (pvz., kai jų lygis 120 dB ir daugiau). Prasiskverbęs pro kaukolės kaulus, triukšmas tiesiogiai veikia smegenis.

Darbo avalynė, kaip ir darbo drabužiai, turi atitikti darbininko profesijos ypatybes. Ji turi ne tik apsaugoti dirbantįjį, bet ir kartu turi būti higieniška, patvari, nepraleisti vandens. Kojoms nuo rūgščių ir šarmų apsaugoti turi būti avimi guminiai ar plastikiniai batai. Karštųjų cechų darbininkai turi avėti odinius batus. Dirbdami su elektros įrenginiais, darbininkai turi avėti guminius dielektrinius kaliošus arba batus.

Kvėpavimo organų apsauga. Žmogaus iškvepiamame ore vidutiniškai yra 16,3 proc. deguonies, 79,7 proc. azoto ir apie 4 proc. anglies dioksido. Oras, kuriame yra mažiau kaip 16 proc. deguonies, kvėpuoti netinka. Dirbančiųjų kvėpavimo organų apsaugai nuo nuodingųjų ir kenksmingųjų medžiagų – dujų, garų ir dulkių – poveikio, taip pat nuo deguonies stokos turi būti naudojamos filtruojančios ir žarninės dujokaukės, izoliuojamieji kvėpavimo aparatai ir respiratoriai.

Respiratoriais vadinami nedideli oro filtrai, sujungti su puskauke (be akinių), kuri izoliuoja nuo užterštos atmosferos tik kvėpavimo organus. Atsižvelgiant į paskirtį, respiratoriai skirstomi į priešdulkinius, priešdujinius ir universaliuosius. Plačiausiai naudojami priešdulkiniai respiratoriai.

Izoliuojamosios dujokaukės (deguonies kvėpavimo aparatai) – tai apsauginės priemonės,

kurios visiškai izoliuoja žmogaus kvėpavimo organus nuo aplinkos oro. Todėl jos naudojamos, kai ore yra per mažai deguonies (mažiau kaip 16 proc.), kai didelė kenksmingųjų medžiagų koncentracija arba kai nežinoma jų sudėtis, taip pat kai visai nėra oro (pavyzdžiui, narų dujokaukės). Šiai grupei priklauso izoliuojamosios dujokaukės ir izoliuojamieji gelbėjimosi aparatai.

Odos apsaugai nuo agresyvių ir nuodingųjų medžiagų žalingo poveikio bei profilaktikai nuo ligų kartu su asmens higienos priemonėmis naudojamos įvairios pastos, tepalai, įvairios plovimo priemonės: muilas, muilo milteliai ir kt. Baigus darbą su kenksmingosiomis medžiagomis, pirmiausia reikia nuvalyti atviras kūno dalis: veidą, kaklą ir net rankas, nes darbo drabužiai ir pirštinės ne visada patikimai apsaugo šias kūno dalis. Apsauginiai tepalai padeda geriau nuvalyti odą, apsaugo ją nuo erzinančio ir sausinančio poveikio. Apsauginės pastos, tepalai ir kremai skirstomi į dvi grupes. Pirmajai grupei priklauso hidrofiliniai tepalai, kuriuos lengvai suvilgo vanduo. Jie naudojami odos apsaugai nuo organinių tirpiklių, mineralinių alyvų, lakų, dažų, naftos produktų.

Kitai apsauginių pastų, tepalų ir kremų grupei priklauso hidrofobiniai preparatai (nesuvilgomi vandeniu). Tai riebaliniai tepalai ir emulsijos, gerai apsaugantys odą nuo rūgščių, šarmų, druskų vandeninių tirpalų.

Akių apsaugai nuo mechaninių, šiluminių, optinių ir cheminių pažeidimų naudojami apsauginiai akiniai, skydeliai ir kaukės. Apsauginiai akiniai pagal standartą yra dvejopi: 030 – atvirieji apsauginiai akiniai ir 033 – uždarieji apsauginiai akiniai. Kad neaprasotų, akiniai (arba skydeliai) patepami specialiu pieštuku, sausu tualetiniu muilu arba naudojami specialūs nerasojantieji įdėklai.

Galvos apsaugai nuo sužeidimų naudojami įvairių tipų šalmai. Pramonė gamina tekstolitinius, polietileninius, viniplastinius ir stiklaplasčio šalmus.

Atliekant automobilio kėbulo remonto darbus gali būti būtina klausos apsauga.

7. APLINKOS APSAUGA

Transporto priemonės yra vienos iš didžiausių aplinkos teršėjų. Jos yra specifinis taršos šaltinis, nes yra labai dinamiškos, įsiskverbia į visas miestų teritorijas – gyvenamuosius ir pramonės rajonus, miesto centro, ligoninių ir sanatorijų poilsio zonas.

Automobiliai beveik visiškai išstūmė tokias ilgai naudotas ir ekologiškai visiškai švarias susisiekimo priemones kaip arklys, dviratis. Automobilius naudoja žmonės, ieškantys poilsio ir ramybės atokiuose ir švariuose gamtos kampeliuose, į kuriuos anksčiau tik retsykiais įžengdavo žmogaus koja. Dabar ten trikdoma faunos ramybė, niokojama augalija, šiukšlinama gamta. Tačiau pati didžiausia ekologinė autotransporto keliama problema – į atmosferą išmetamų teršalų kiekis. Jo daliai tenka beveik pusė bendro į atmosferą išleidžiamo teršalų kiekio.

Miestuose, kuriuose labai gausu mašinų, svarbiausias oro teršėjas yra automobilių vidaus degimo varikliai. Žalingų jų išskiriamų medžiagų kiekis ir toksiškumas priklauso nuo variklio techninės būklės, darbo režimo, kuro rūšies, kelio važiuojamosios dalies dangos. Nesureguliuota degimo sistema ne tik mažina variklio darbingumą, bet ir neleidžia visiškai sudegti kurui, gali net iki 10–15 kartų padidėti toksinių medžiagų išmetimas. Daugiausia oras teršiamas pradedant važiuoti, stabdant ir lėtai važiuojant. Nustatyta, kad pradėjus automobiliui judėti iš vietos oro teršimas yra 50 kartų didesnis už bendrąjį vidutinį. Taigi pavojingiausi taršos židiniai yra gatvių sankryžos. Atkarpose tarp sankryžų oras labiausiai teršiamas tada, kai automobilis juda ne didesniu nei 30 km/h greičiu, padidėjus greičiui iki 90 km/h sunaudojama mažiau kuro ir išskiriama dvigubai mažiau aplinką teršiančių medžiagų.

Judėdamos transporto priemonės sukelia sūkurius, pakelia dulkes kartu su pavojingais sveikatai mikroorganizmais. Kuo greičiau važiuoja automobilis, tuo daugiau smulkių dalelių nuo kelio patenka į orą, kuo patvaresnė ir švaresnė kelio danga, tuo mažesnis dulkių šleifas už judančio automobilio.

Žalingų medžiagų koncentracija prie greitkelių priklauso nuo automobilių srauto, jo sudėties (lengvieji automobiliai, sunkvežimiai), kelio pločio, kelio dangos būklės, aplinkinio apstatymo ir meteorologinių sąlygų (vėjo). Kuo daugiau pravažiuoja automobilių, ypač sunkvežimių, kuo blogesnė kelio danga, tuo labiau teršiama aplinka.

Reikia neužmiršti dar vieno aplinkos teršimo šaltinio – iš automobilių garuojančių arba lašančių techninių skysčių. Skysčių prasisunkimas – sunkiai išsprendžiama problema. Kuo daugiau senesnių automobilių, tuo didesnis procentas tų, kuriuose prasisunkia techniniai skysčiai.

Žinant, kaip autotransportas neigiamai veikia aplinką, galima parinkti tinkamas priemones jo žalai sumažinti. Jas galima skirstyti į tris grupes: **technologines, urbanistines ir organizacines.**

Technològinės príemonės. Radikaliausia technologinė oro taršos mažinimo priemonė – pakeisti vidaus degimo variklius elektriniais ir hibridiniais. Yra nemažai bandymų, tačiau rezultatai dar nėra tokie sėkmingi, kad būtų galima pradėti masinę elektrinių variklių gamybą.

Kaip kurą naudojant dujas, į aplinką taip pat išmetama mažiau sveikatai žalingų medžiagų. Tačiau jei blogai sureguliuota dujinio kuro maitinimo sistema, automobilis orą teršia taip pat, kaip ir benzininiai automobiliai.

Benziną pakeitus dyzeliniu kuru, išmetamų priemaišų sumažėja dvigubai.

Dabar gaminami automobiliai su įmontuotais katalitiniais katalizatoriais, kurie pašalina 90 proc. anglies dioksido, išmetamose dujose sumažina azoto oksidų, angliavandenilių. Paprasčiausias būdas taršai mažinti – gerai sureguliuoti vidaus degimo variklius, o tai jau – kiekvieno ūkio ir individualaus savininko pareiga.

Urbanìstinės príemonės taikomos projektuoti transporto magistralėms, gatvėms, aikštėms, skirstyti miestą į teritorijas. Kadangi tarša sumažėja greičiau važiuojant, tikslinga įrengti daugiau greitkelių, sumažinti sankryžų skaičių, didinti jų pralaidumą. Nuo užteršto oro kenčia tie žmonės, kurie vaikšto ar gyvena greta magistralinių gatvių. Todėl intensyvaus autotransporto juostos nuo pėstiesiems skirtų šaligatvių, takų ir aikščių izoliuojamos želdinių juostomis, pėsčiųjų zonos įrengiamos atokiau nuo intensyvaus eismo magistralių. Gyvenamuosiuose rajonuose tarp pastatų ir magistralinių gatvių važiuojamųjų dalių paliekami ruožai, kurie apželdinami medžiais ir krūmais. Visuomeniniai pastatai, kurių lankytojai ilgiau būna atvirame ore, ypač mokyklos, vaikų darželiai, neturėtų būti statomi prie intensyvaus eismo gatvių. Miesto oro užterštumas sumažėja įrengus apvažiuojamuosius kelius, o miestų gyvenamieji rajonai bus mažiau užteršti, kai magistralės bus tiesiamos per rajonus, kuriuose mažai nuolatinių gyventojų (pramonės, sandėlių teritorijos). Magistralinių gatvių tinklui ekologiškai saugoti taikomos urbanistinės priemonės ne tik padeda palaikyti oro švarą, bet ir apsaugo nuo transporto keliamo triukšmo.

Kartais būna ir priešingų situacijų, pavyzdžiui, iškasomis ir slėniais nutiesus gatves, nuo triukšmo apsaugomi gretimi gyvenamieji rajonai, tačiau tokiose gatvėse žalingų sveikatai dalelių koncentracija žymiai didesnė ir jos ilgiau neišsisklaido negu lygiu reljefu nutiestose gatvėse. Tik kompleksiškai įvertinus laukiamas oro taršos ir triukšmo sklidimo pasekmes, bus galima ekologiškai pagrįsti transporto magistralių tinklo sprendimą.

Organizãcinės príemonės yra eismo reguliavimas ir transporto priemonių parinkimas. Visuomeninis transportas ekologiniu požiūriu turi daugiau privalumų už individualųjų, nes suvartoja gerokai mažiau kuro ir išskiria mažiau žalingų medžiagų vienam keleiviui pervežti. Troleibusams, tramvajams, metro ir kitoms elektra varomoms susisiekimo priemonėms visai nereikalingas orą teršiantis kuras, tuo jos pranašesnės už vidaus degimo varikliais aprūpintą transportą. Švytuoklinio judėjimo mieste mažinimas, atitinkamas darbo pradžios ir pabaigos valandų darbovietėse derinimas padeda sureguliuoti transporto srautą piko valandomis, racionaliau panaudoti transporto priemones, sumažinti jų skaičių ir į orą išmetamų žalingų medžiagų kiekį. Oro taršai mažinti naudojami šie eismo reguliavimo būdai: koordinuotas eismas „žalioji banga“ (šviesoforai sureguliuoti taip, kad pervažiavus sankryžą ir judant magistrale leistinu greičiu, visose likusiose sankryžose degtų žalia šviesa); automatizuotas transporto srautų praleidimas sankryžose panaudojant elektroninius įtaisus (šviesoforų ženklai keičiasi pagal susikaupusių sankryžoje transporto priemonių skaičių ir laukiamą jų važiavimo krypčių tikimybę). Naudojant šias priemones, sankryžose susikaupia mažiau automobilių, jie trumpiau stovi, padidėja vidutinis greitis magistralėje, sunaudojama mažiau degalų ir, žinoma, į orą išmetama mažiau teršalų.

Atmosferos teršimo mažinimo priemonės

Degalų neutralizatoriai

Šie prietaisai tiesiogiai nedalyvauja, bet pagreitina degalų neutralizaciją ir padeda iki galo suskilti vienoms ar kitoms juose esančioms medžiagoms. Degalų neutralizatorius įrengiamas degalų tiekimo trakte. Miniatiūriniais magnetais sudaromas teigiamas elektros krūvis, kuris pakeičia degalų molekulinę struktūrą, kitaip sakant, surikiuoja degalų molekules prieš joms patenkant į degimo kamerą. Todėl padidėja variklio galia ir išmetamosiose dujose lieka mažiau kenksmingųjų medžiagų. Lietuvoje geriausiai yra žinomi „Magnetizer“, „Povver Maker“, „Fuel Cat“ degalų neutralizatoriai. „Fuel Cat“, be to, dar įterpia į degalus alavo atomų. Alavas žinomas kaip geras tepalas aukštoje temperatūroje. Degalų neutralizatorių galima naudoti ir dyzeliniame, ir benzininiame variklyje. Tuomet sumažėja išmetamųjų dujų toksiškumas, variklis dirba stabiliau.

Vidaus degimo variklių galios mažinimas

Mažesnės galios variklis dažniausiai naudoja mažiau oro ir degalų, kartu į aplinką paskleidžia mažiau teršalų. Siekiant padidinti tokio automobilio greitį siūloma mažinti masę ir gerinti aerodinamiką. Taip pat nereikia užmiršti ir sistemų, automatiškai užgesinančių variklį riedant su išjungta pavara ir stovint bei paleidžiančių variklį pradedant važiuoti. Ši priemonė efektyvi esant intensyviam miesto eismui, kai automobilis daugiau stovi paleistu varikliu nei važiuoja. Ji mažintų ne tik atmosferos teršimą, bet ir taupytų degalus. Pagaliau reikia prisiminti ir pasipriešinimą riedėjimui. Automobilis, kurio padangose per mažas oro slėgis, kuro sunaudoja 10 proc. daugiau, vadinasi, panašiai tiek pat padidėja ir teršalų kiekis. Tad galima teigti, kad kuo didesnis bus automobilio bendras naudingumo koeficientas, tuo mažiau be reikalo bus deginamas kuras ir tuo mažiau kuro degimo produktų pateks į aplinką.

Triukšmas ir vibracijos

Judančių variklio detalių, oro, degiojo mišinio, iš cilindro besiveržiančių deginių greitis būna toks didelis (kartais net didesnis už garso greitį ore), kad variklio detalės ima virpėti, susidaro garso bangos, atsiranda rezonansas. Mechaninės kilmės triukšmas slopinamas mažinant tarpelius tarp judančių detalių, panaudojant tinkamesnes medžiagas bei alyvą. Norint nuslopinti pneumatinį triukšmą, dujų kanalai konstruojami taip, kad juose nesusidarytų girdimo dažnio virpesių, stovinčių garso bangų rezonanso. Variklio triukšmo priežastis – iš cilindro besiveržiantys deginiai, todėl jie praleidžiami per garso slopintuvą. Silpnesnis garsas kyla oro filtre, siurbimo kolektoriuje. Oro filtras konstruojamas taip, kad slopintų siurbimo sistemos garsą. Garso slopintuvams skaičiuoti naudojama speciali metodika. Garsas, stipresnis nei 90 decibelų, kenkia žmogaus sveikatai. Oro filtrai ir garso slopintuvai sudaro varžą dujoms judėti, todėl variklio galingumas sumažėja. Oro filtras galingumą sumažina 2–5 proc., o išmetamų deginių garso slopintuvas galingumą sumažina 4–5 proc.

PASITIKRINKITE, KĄ IŠMOKOTE

1. Kaip technologinėmis priemonėmis apsaugoma gamta?
2. Kaip urbanistinėmis priemonėmis apsaugoma gamta?
3. Kokios yra gamtos apsaugos organizacinės priemonės?
4. Kokios yra atmosferos teršimo mažinimo priemonės?

8. LITERATŪRA

1. BALTRĖNAS P., VASEREVIČIUS S., MASILEVIČIUS R., PETRAITIS E. *Atmosferos apsauga.* Vilnius, 2003.

2. *Civilinės saugos pagrindai.* K. BAIKŠTYS ir kt. Vilnius, 1996.

3. ČYRAS P., GIRNIUS, V. KAMINSKAS K. A., NAINYS V., ŠUKYS R., TARTILAS J. *Profesinė sauga ir sveikata. Ergonomikos principai.* Vilnius, 2003.

4. DAUKŠAS J. *Aplinkos apsaugos technologijos.* Šiauliai, 2004.

5. GRAŽULEVIČIENĖ R. *Žmogaus ekologija.* Kaunas, 2002.

6. KITINAS V. *Darbuotojų sauga ir sveikata statyboje.* Vilnius, 2003.

7. KLIBAVIČIUS A. *Transporto neigiamo poveikio aplinkai vertinimas.* Vilnius, 2003.

8. RAMONAS Z., ČIKOTIENĖ D. *Žmonių sauga.* Šiauliai, 2003.

9. RIMOVSKIS S., RAMONAS Z. *Apsauga nuo triukšmo.* Šiauliai, 2005.

10. *Sauga, sveikata ir darbo sąlygos.* Platina Švedijos jungtinė saugos pramonėje taryba bendradarbiaudama su Ženevoje įsikūrusia Tarptautine darbo organizacija (ILO), remiant Švedijos tarptautinei plėtros agentūrai (SIDA). 1998: vertimas iš anglų kalbos. Vilnius, 2001.

11. STRAVINSKIENĖ V. *Bendroji ekologija.* Kaunas, 2003.

12. *Žmonių sauga darbe.* Norminių aktų rinkinys. Sudarytoja R. Zdanevičienė. Vilnius, 1997.

13. *Žmonių sauga darbe.* Norminių aktų rinkinys. I dalis. Valstybinė darbo inspekcija, 1998.

14. www.LRS.lt

15. www.litlex.lt

Viktoras Kasulaitis, Tadas Klevas ir kt.

Au 76 Konstrukcinės ir eksploatacinės medžiagos. Techniniai matavimai. Šaltkalvystė. Suvirinimas ir litavimas. Žmogaus sauga ir ekologija. / Viktoras Kasulaitis, Tadas Klevas ir kt. – Kaunas: UAB „Judex“, 2008. – 296 p.

ISBN 978-9955-748-18-2
ISBN 978-9955-748-19-9

Vadovėlis „Automobilių remontininko rengimas“ parengtas įgyvendinant Europos socialinio fondo projektą „Mokymo-mokymosi priemonių profesiniam mokymui atnaujinimo modelio kūrimas“. Jis paremtas naujomis technologijomis ir atitinka profesinio rengimo standarte numatytas kompetencijas. Vadovėlį papildo užduočių rinkinys, mokytojo knyga ir plakatai.

Vadovėlis (ir jo komplekto dalys) skirtas profesinės mokyklos mokiniui, siekiančiam įgyti automobilių remontininko ar automobilių elektros įrenginių remontininko kvalifikaciją, tačiau gali būti naudingas ir kitiems automobilių transporto eksploatacijos, techninės priežiūros ir remonto specialistams.

UDK 629.113(474.5)

Viktoras Kasulaitis, Tadas Klevas ir kt.

**KONSTRUKCINĖS IR EKSPLOATACINĖS MEDŽIAGOS.
TECHNINIAI MATAVIMAI.
ŠALTKALVYSTĖ.
SUVIRINIMAS IR LITAVIMAS.
ŽMOGAUS SAUGA IR EKOLOGIJA**

Spausdino UAB „Judex“, Europos pr. 122, LT-46351 Kaunas
Tel./faks. (8 ~ 37) 34 12 46; www.judex.lt; el. paštas judex@judex.lt
Tiražas 3000 vnt. Užsakymo Nr. 7774.