

Metalų apdirbimas spaudimo būdu

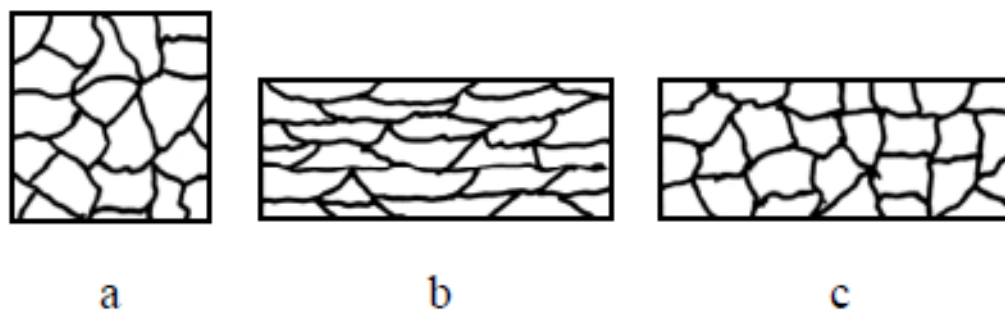
Doc. dr. Žilvinas Kryževičius

Svarbiausias tikslas – pasiekti, kad kaltinio forma ir matmenys būtų kiek galima artimesni būsimos detalės formai ir matmenims.

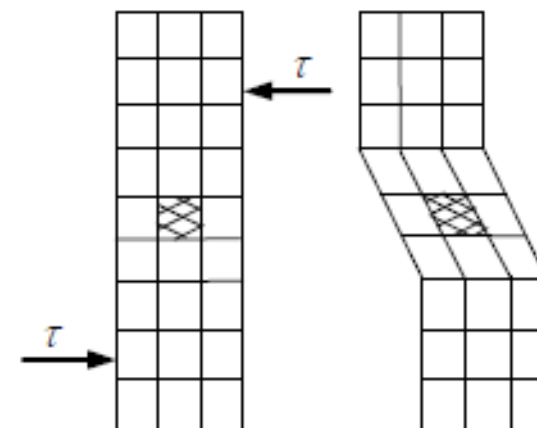
- Apdirbimo spaudimu ypatumai:
 - Dideliu greičiu iš karto apdirbamas visas ruošinio tūris arba tam tikra jo dalis.
 - Spaudimo būdu apdirbtos detalės pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis, todėl smūgine apkrova apkrautų detalių (automobilių, lėktuvų važiuoklių ir kt.) ruošiniai visuomet apdirbami spaudimo būdu.
 - Šaltai apdirbant spaudimu, metalas sukietinamas. Dėl to padidėja jo stipris ir kietis, tačiau sumažėja plastiškumas.
 - Mažai atliekų.

Plastinis deformavimas

Plastinis deformavimas

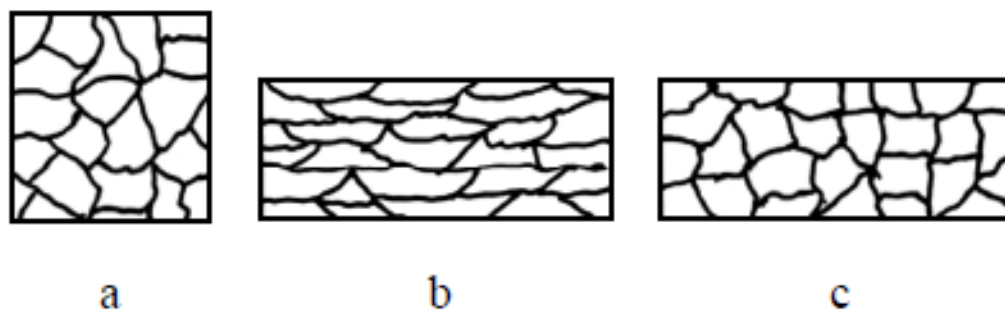


1 pav. Metalo mikrostruktūra: *a* – iki deformavimo; *b* – po deformavimo; *c* – atkaitinus

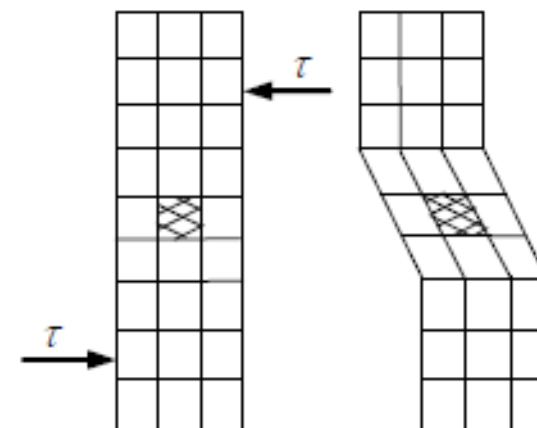


2 pav. Dvilinkio deformacijos schema

Plastinis deformavimas



1 pav. Metalo mikrostruktūra: *a* – iki deformavimo; *b* – po deformavimo; *c* – atkaitinus



2 pav. Dvilinkio deformacijos schema

Šaltasis deformavimas

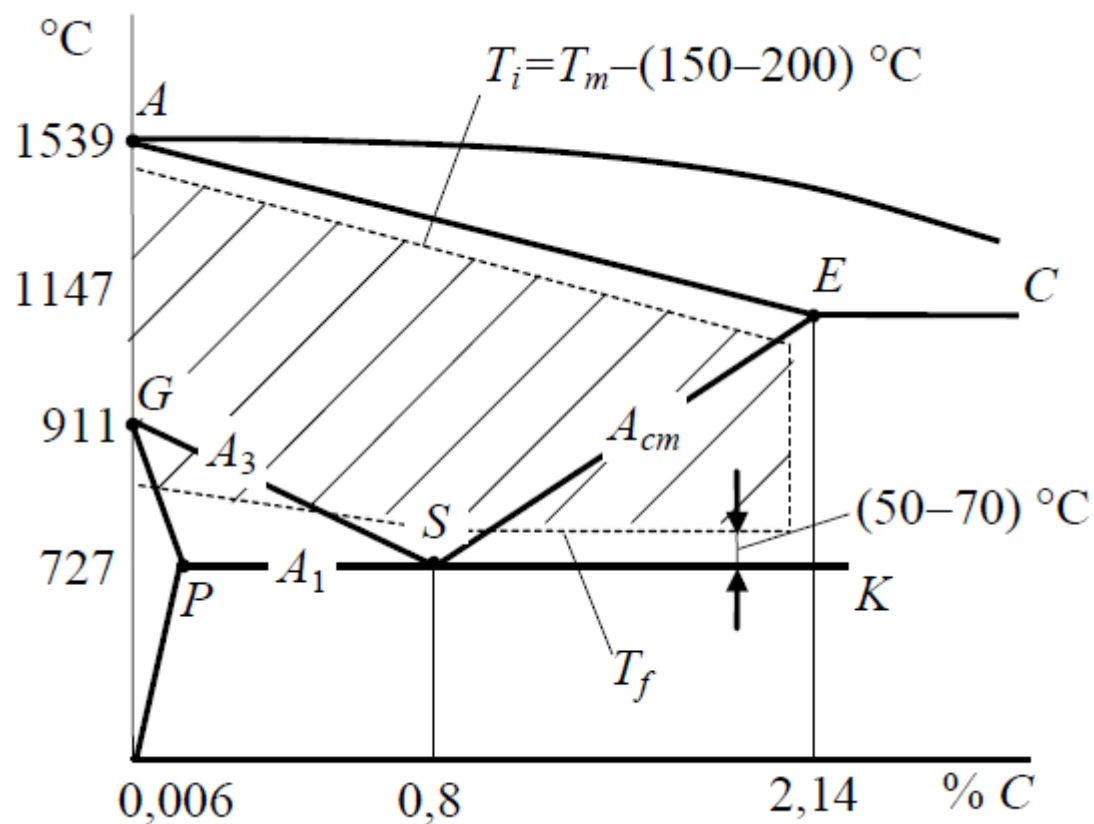
- Šaltai deformuojant metalus, keičiasi jų fizinės, cheminės ir mechaninės savybės. Didėjant deformacijai, *didėja* kietis, stipris, trapumas (vyksta deformacinis sukietinimas), tačiau *mažėja* plastiškumas, laidumas elektrai, atsparumas korozijai (suardoma oksidų plėvelė).
- Šaltai deformuoto metalo plastiškumui atstatyti (kiečiui bei stipriui sumažinti) taikomas rekristalizacinis atkaitinimas.
- Šaltai deformuojant gaunami tikslūs matmenys ir kokybiškas paviršius.

Karštasis deformavimas

- Karštai deformuojamas metalas yra plastiškesnis, todėl šiuo būdu apdirbami sunkiai deformuojami, mažai plastiški metalai ir jų lydiniai bei ruošiniai iš luitų.
- *Trūkumai*: ruošinio paviršiuje susidaro nuodegų sluoksnis, kuris deformuojant įspaudžiamas į metalo paviršių. Dėl to pablogėja paviršiaus kokybė ir matmenų tikslumas, padidėja užlaidos apdirbimui.

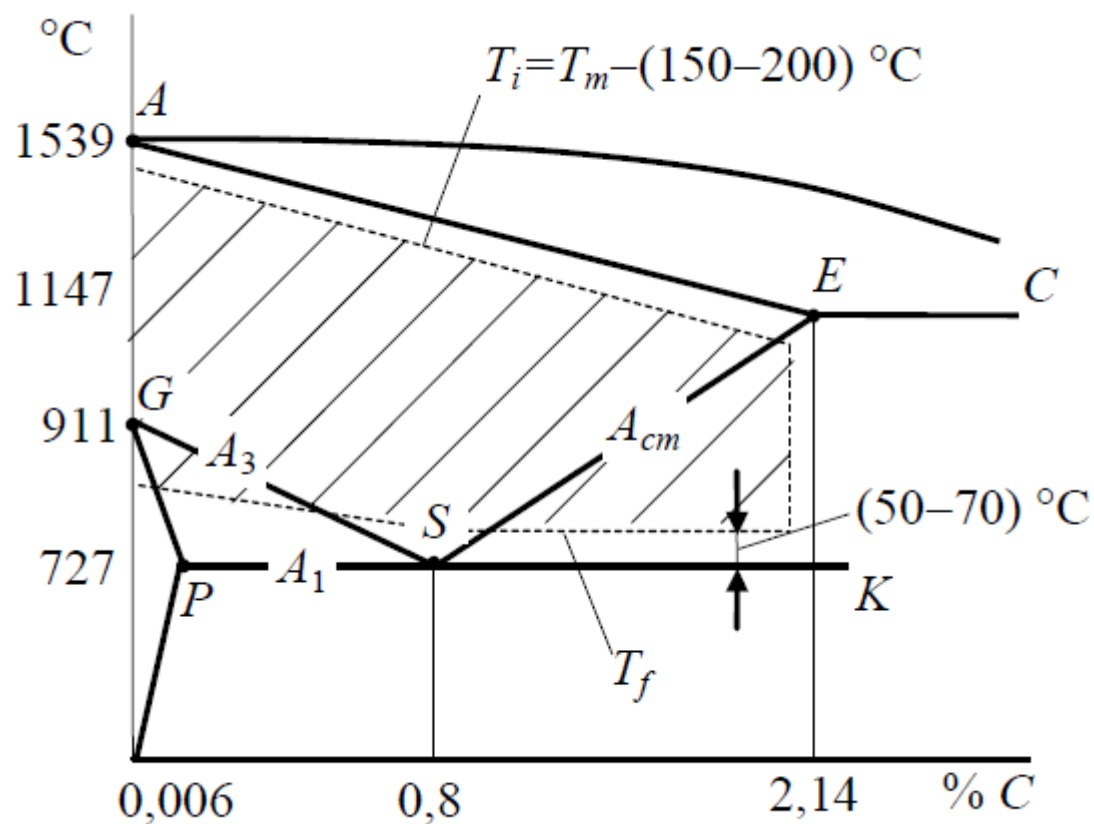
Metalų įkaitinimas prieš
apdirbant spaudimo būdu

Metalu įkaitinimas prieš apdirbant spaudimo būdu



3 pav. Apdirbimo spaudimu temperatūrinis intervalas; T_i – pradžios, T_m – lydymosi, T_f – pabaigos temperatūra

Metalu ģkaitinimas prieš apdirbant spaudimo būdu



3 pav. Apdirbimo spaudimu temperatūrinis intervalas; T_i – pradžios, T_m – lydymosi, T_f – pabaigos temperatūra

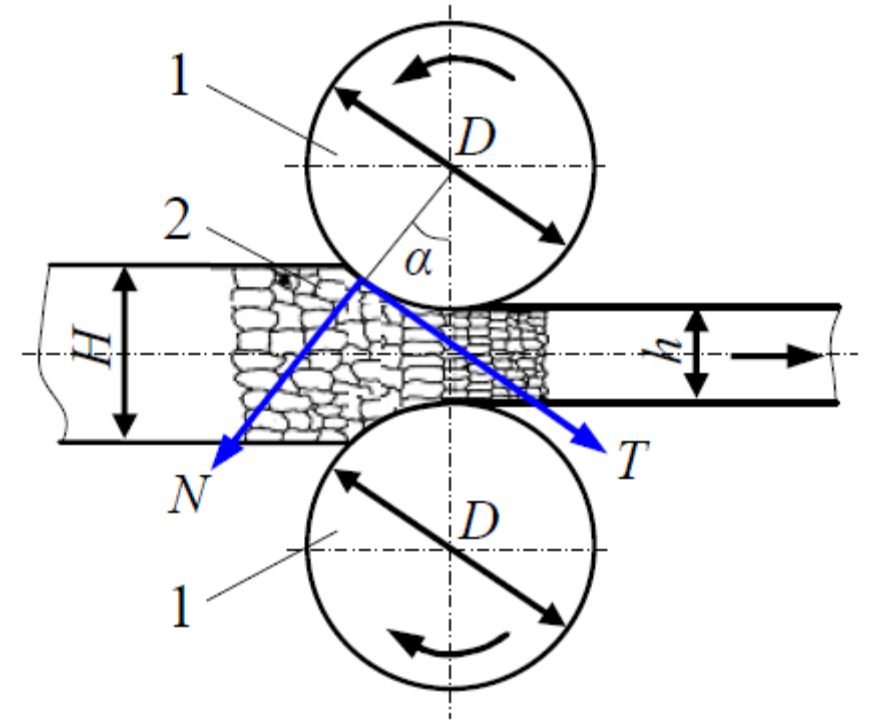
Valcavimas

Yra trys valcavimo būdai:

- Išilginis valcavimas
- Skersinis valcavimas
- Skersinis sraigtinis valcavimas

Išilginis valcavimas

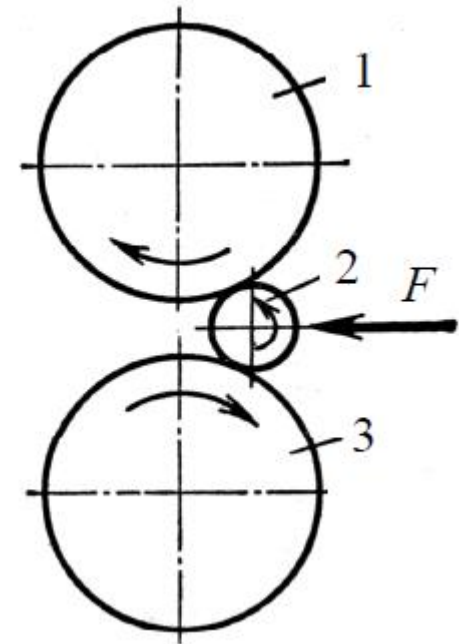
- Valcai 1 sukasi skirtingomis kryptimis ir deformuoja judantį ruošinį 2. Valcuojant veikia dvi jėgos: trinties jėga T (įtraukia ruošinį tarp valcų) ir normalinė reakcija N (deformuoja skersinius matmenis). Šių jėgų projekcija judesio kryptimi yra *metalo griebimo valcais sąlyga*.



4 pav. Išilginis valcavimas

Skersinis valcavimas

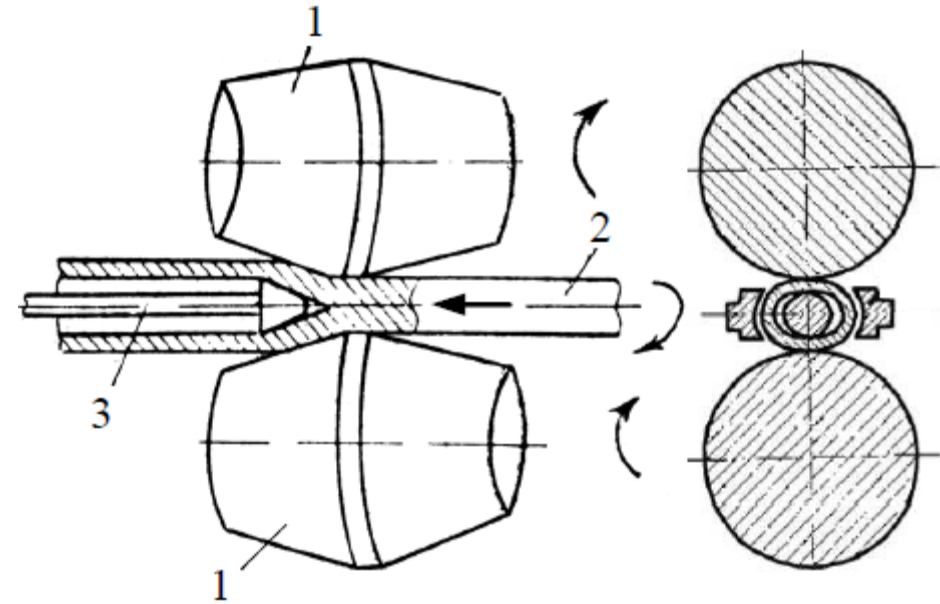
- Sukdamiesi viena kryptimi lygiagretūs valcai 1 ir 3 deformuoja apie savo ašį priešinga kryptimi besisukantį ruošinį 2, kuris prilaikomas specialiu įtaisu. Norimas gaminio skersmuo gaunamas keičiant atstumą tarp valcų, o skerspjuvio profilis priklauso nuo valcų profilio.



5 pav. Skersinis valcavimas

Skersinis sraigtinis valcavimas

- Tam tikru kampu pasukti ir viena kryptimi besisukantys su dvigubais kūgiais valcai 1 deformuoja įkaitintą ruošinį 2, suteikdami jam sukamąjį ir slenkamąjį judesį. Ruošinį veikia dideli tempimo ir tangentiniai įtempiai, todėl yra lengviau pradurti skylę spraudikliu 3, kuris yra prieš ruošinį. Pradūrimo staklyne atsiradęs plyšys išplečiamas automatiniuose valcavimo staklynuose.



6 pav. Skersinis sraigtinis valcavimas

Valcuoti gaminiai

Rūšiniai gaminiai (karštai valcuoti, kalibruoti):

- paprastos geometrinės formos (kvadratas, stačiakampis, šešiakampis, skritulys);
- sudėtingos fasoninės formos (lovinės, dvitėjinės sijos, loviai, bėgiai ir kt.).

Lakštai (karštai ir šaltai valcuoti):

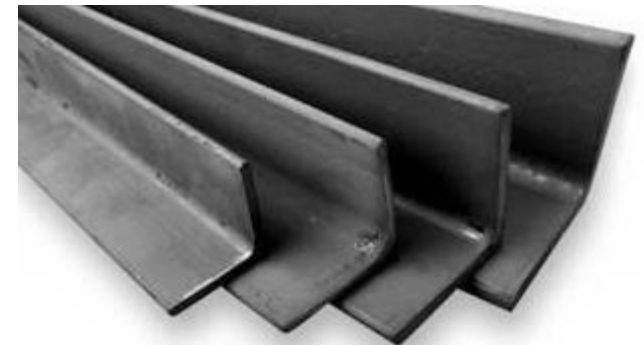
- folija (iki 0,2 mm lakštai);
- ploni lakštai (0,2–4 mm storio);
- stori lakštai (4–160 mm storio).

Vamzdžiai:

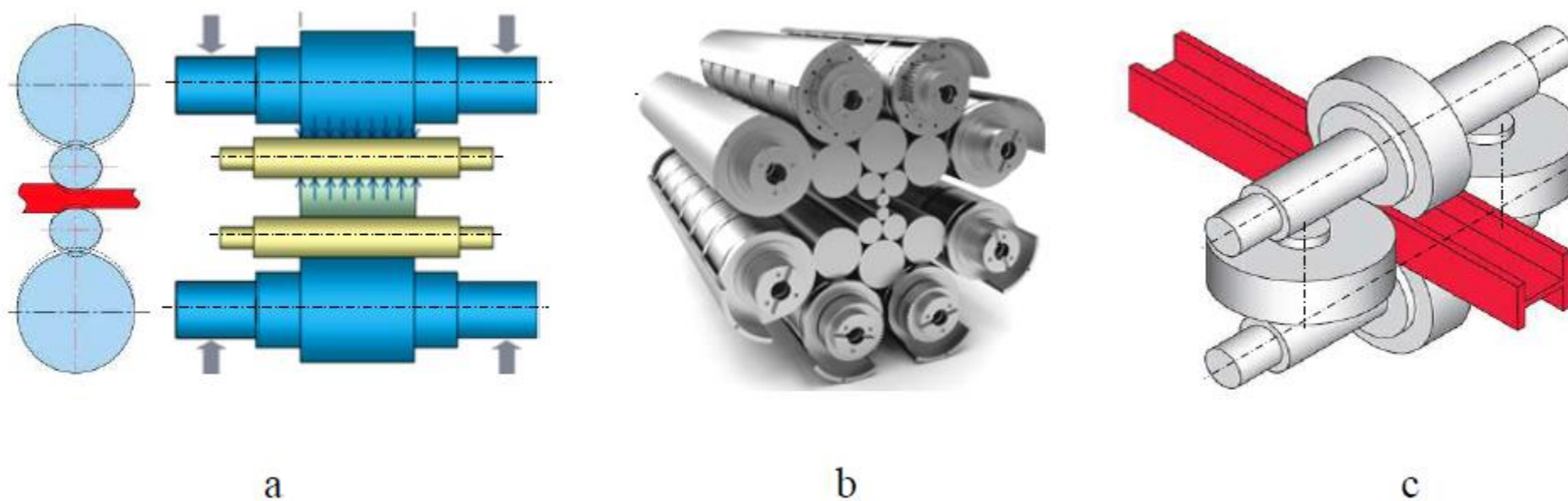
- besiūliai (karštai valcuoti vamzdžiai $\varnothing 25$ –820 mm; šaltai deformuoti vamzdžiai – $\varnothing 5$ –250 mm);
- suvirinti (tiesiasiūliai $\varnothing 8$ –1420 mm; suvirinti pagal sraigtinę liniją).

Specialieji:

- periodinio profilio (laiptuoti velenai ir kiti mašinų detalių ruošiniai);
- vienetiniai ruošiniai (vagonų ratai, ratlankiai, įvairūs žiediniai ir kt. ruošiniai).



Valcavimo įrankiai ir staklynai



7 pav. Valcų išdėstymas darbinėse sekcijose

Technologinis valcavimo procesas 1

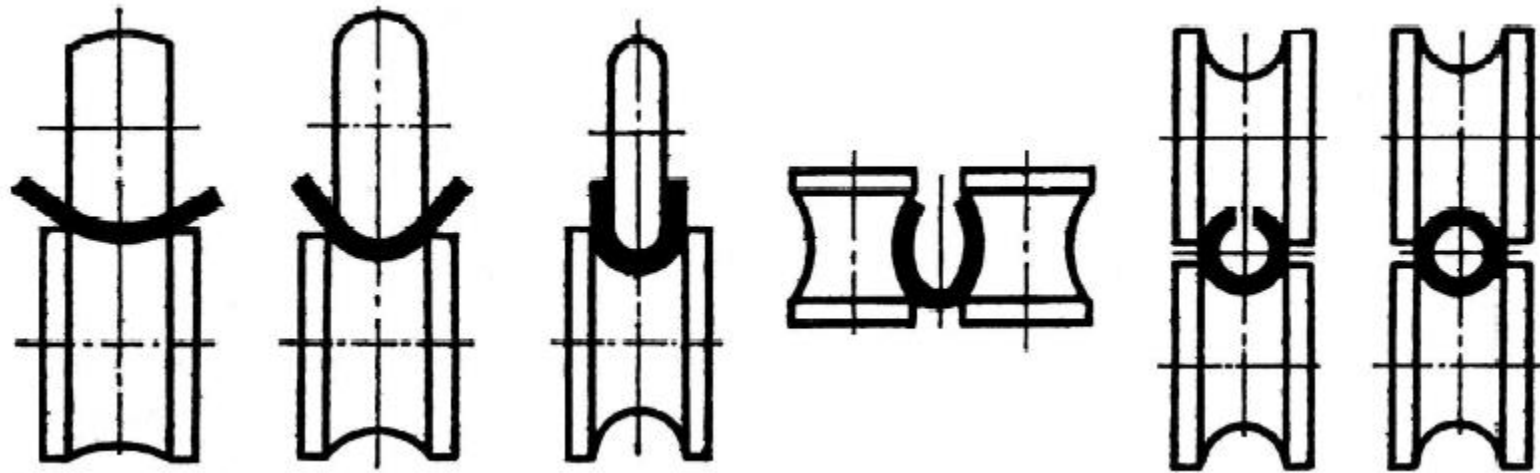
- **Valcuojant rūšinius profilius**, karšti plieniniai luitai apspaudžiami stambiais dviveleniais staklynais – bliumingais. Gaunami kvadratinio skerspjūvio (nuo 400x400 iki 150x150 mm) ruošiniai – bliumai. Toliau bliumai valcuojami rūšiniuose staklynuose, prieš tai sumažinus jų skerspjūvį paruošimo staklynuose.
- **Valcuojant lakštus**, karšti plieniniai luitai apspaudžiami stambiame universaliame staklyne – sliabinge arba bliuminge. Gaunami 50–300 mm storio ir 500–1800 mm pločio ruošiniai – sliabai. Jie įkaitinami ir valcuojami į storus, po to į plonus lakštus.

Technologinis valcavimo procesas 2

- **Valcuojant besiūlius vamzdžius**, pirmiausiai įkaitintame ruošinyje pradūrimo staklyne praduriama skylė. Toliau valcuojama iki reikiamo skersmens ir sienelės storio automatinuose, periodiniuose ir kt. staklynuose. Po to atliekamas vamzdžių išbaigimas (šaltasis valcavimas, pratraukimas ir kt.) ir apdaila (lyginimas, pjaustymas ir kt.).

Technologinis valcavimo procesas 3

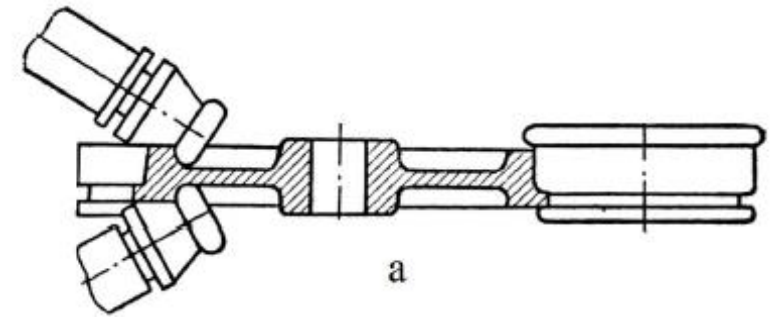
- **Suvirinti vamzdžiai.** Tiesiasiūliai vamzdžiai formuojami iš lakštų arba kaspino (jų plotis lygus vamzdžio perimetrai) ir išilgai suvirinami 5–12 sekcijų formavimo suvirinimo staklynuose. Gaminant didelio skersmens vamzdžius, naudojami du lakštai ir virinamos dvi išilginės siūlės.



8 pav. Juostos susukimas į vamzdį nenutrūkstamo veikimo staklyne 6-iose darbinėse sekcijose

Technologinis valcavimo procesas 4

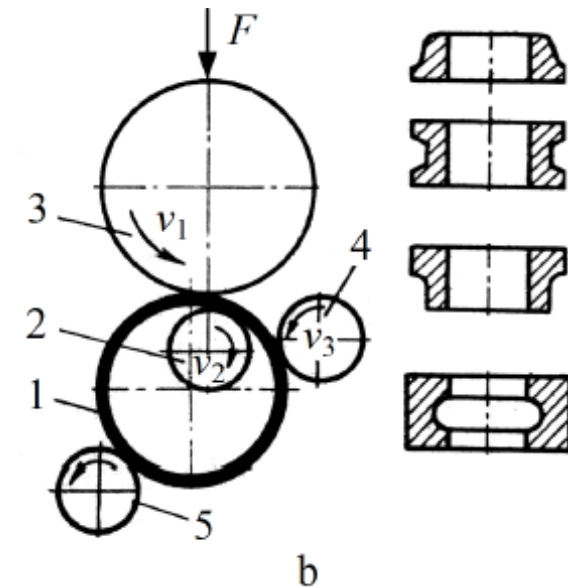
- **Specialieji valcuoti gaminiai:**
 - *Periodinio profilio ruošiniai valcuojami skersiniu ir skersiniu sraigtniu būdu. Gauti ruošiniai šampuojami, apdirbami pjovimu ir kt. būdais.*
 - *Ivairios formos ir matmenų ratų ir ratlankių gamyba. Susodinamas įkaitintas ruošinys, jame padaroma skylė, presu suformuojama stebulė ir ratlankio kontūras. Jis galutinai išvalcuojamas ratų valcavimo staklyne.*



9 pav. Specialiųjų gaminių valcavimas: *a*
– vagono rato

Technologinis valcavimo procesas 5

- **Specialieji valcuoti gaminiai:**
 - *Periodinio profilio ruošiniai valcuojami*
Žiedinių ruošinių valcavimas. Ruošinys 1 maunamas ant valco 2. Artėjant valcams 3 ir 2 radialine kryptimi, didėja išorinis skersmuo ir mažėja sienelės storis. Kreipiantysis ritinėlis 4 suteikia ruošiniui taisyklingą žiedo formą. Valcuojama iki susilietimo su ritinėliu 5.

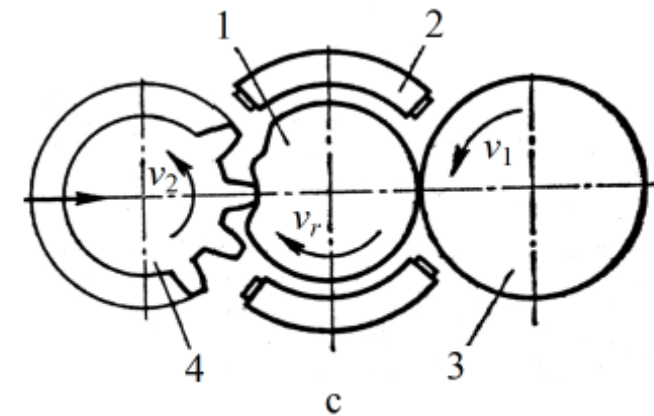


10 pav. Specialiųjų gaminių valcavimas:
 b – žiedo

Technologinis valcavimo procesas 5

- **Specialieji valcuoti gaminiai:**

- *Krumpliaračio krumplių įvalcavimas.*
Krumpliai strypiniame ruošinyje įvalcuojami skersinio valcavimo būdu, krumpliuotam valcui 4 sukantis ir judant radialine kryptimi. Ruošinio 1 paviršius įkaitinamas induktoriuje 2. Ritinėliu 3 apridenamas krumplių išorinis paviršius. Įvalcavus krumplius, strypas supjaustomas į krumpliaračius.

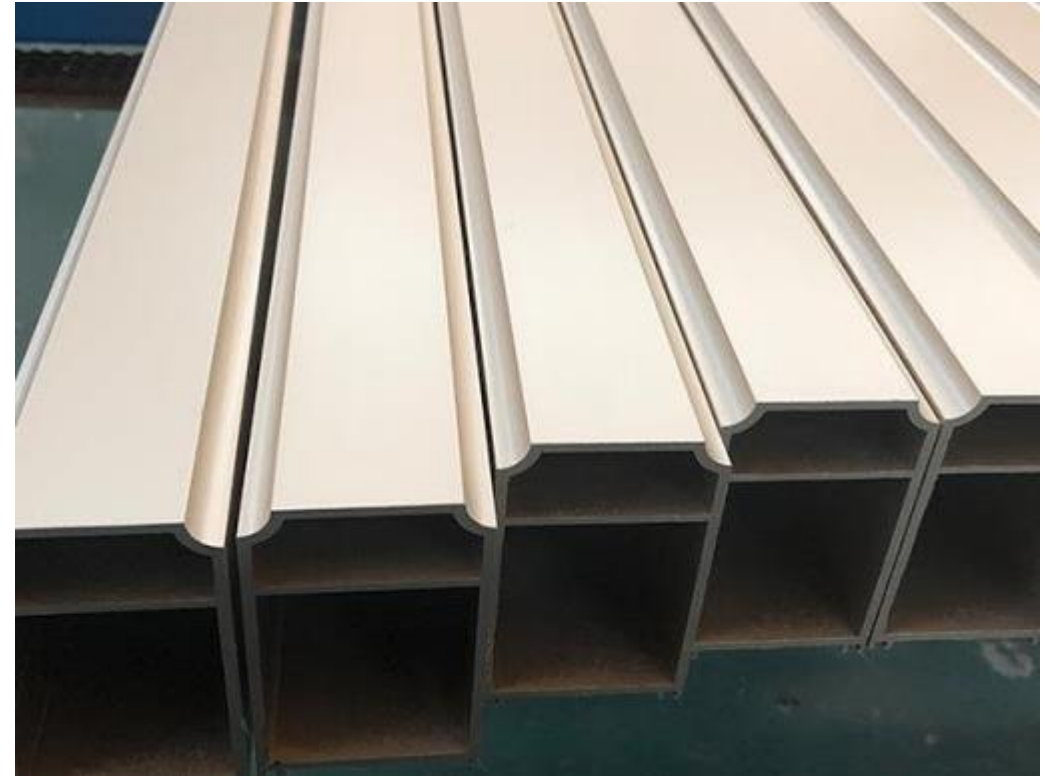


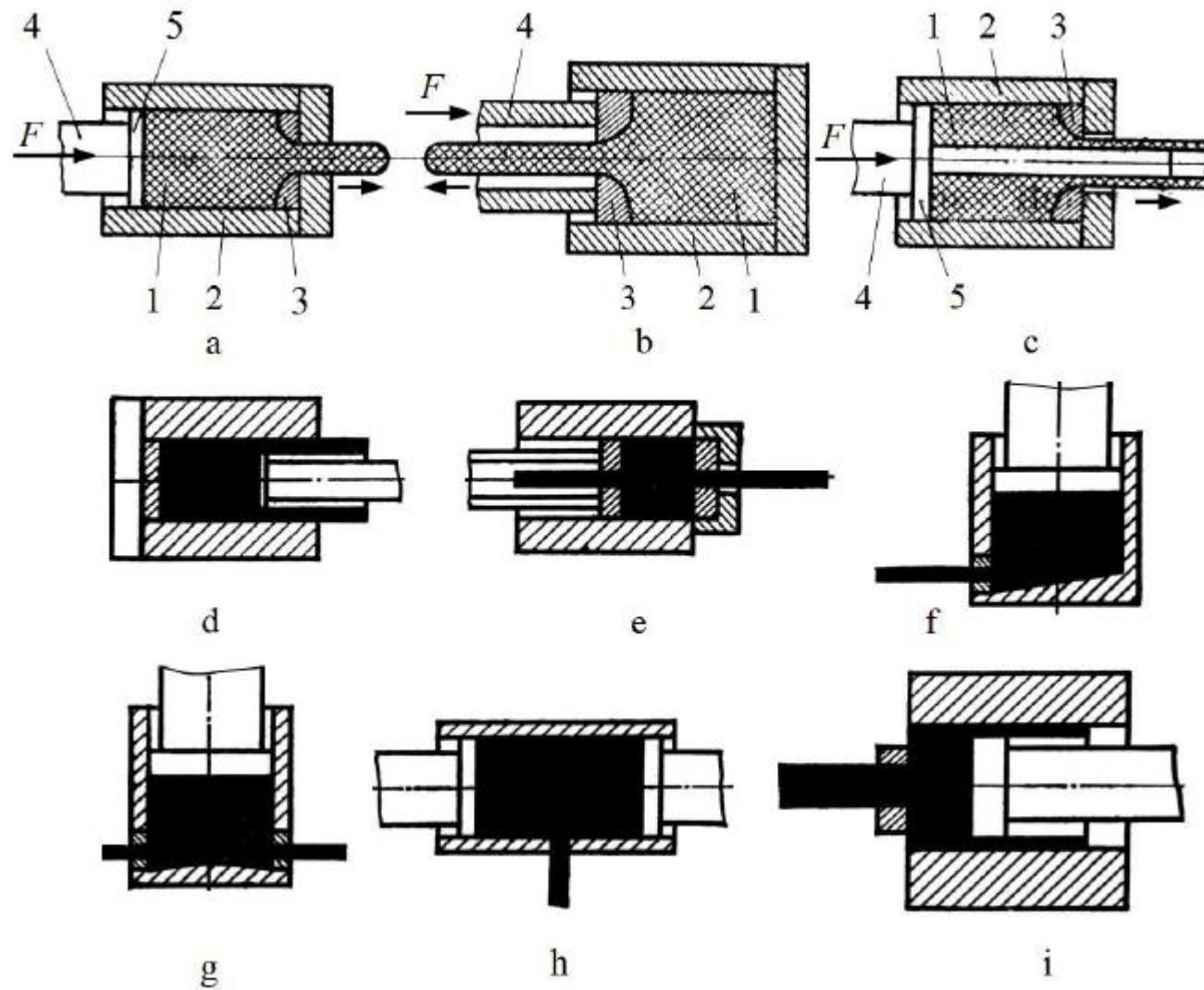
11 pav. Specialiųjų gaminių valcavimas:
c – krumplių

Video

- <https://www.youtube.com/watch?v=LWM6b8P0r3E>

Presavimas





12 pav. Presavimo schemas: *a* – tiesioginis presavimas; *b* – atvirkštinis presavimas; *c* – tiesioginis vamzdžių presavimas; *d* – atvirkštinis vamzdžių presavimas; *e*, *i* – mišrus išspaudimas; *f* – šoninis išspaudimas pro vieną matricą; *g* – šoninis išspaudimas pro dvi matricas; *h* – dvigubas šoninis išspaudimas

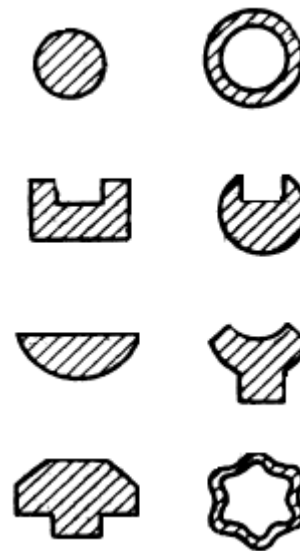
Presavimas

- **Privalumai:** 1) presuojant susidaro netolygus triašis gniuždymo įtempių būvis, todėl šiuo būdu apdirbamos ir trapios medžiagos; 2) gaunami sudėtingo skerspjuvio gaminiai, kurie neapdirbami kitais būdais; 3) įvairūs gaminiai gaminami pastovia presavimo įranga, keičiant tik matricas; 4) aukšta gaminių paviršiaus kokybė ir didelis matmenų tikslumas.
- **Trūkumai:** 1) matricą veikia didelės jėgos ir aukšta temperatūra; 2) galimas gaminių mechaninis nevienalytiškumas; 3) brangus presavimo įrankis; 4) daug medžiagos atliekų.

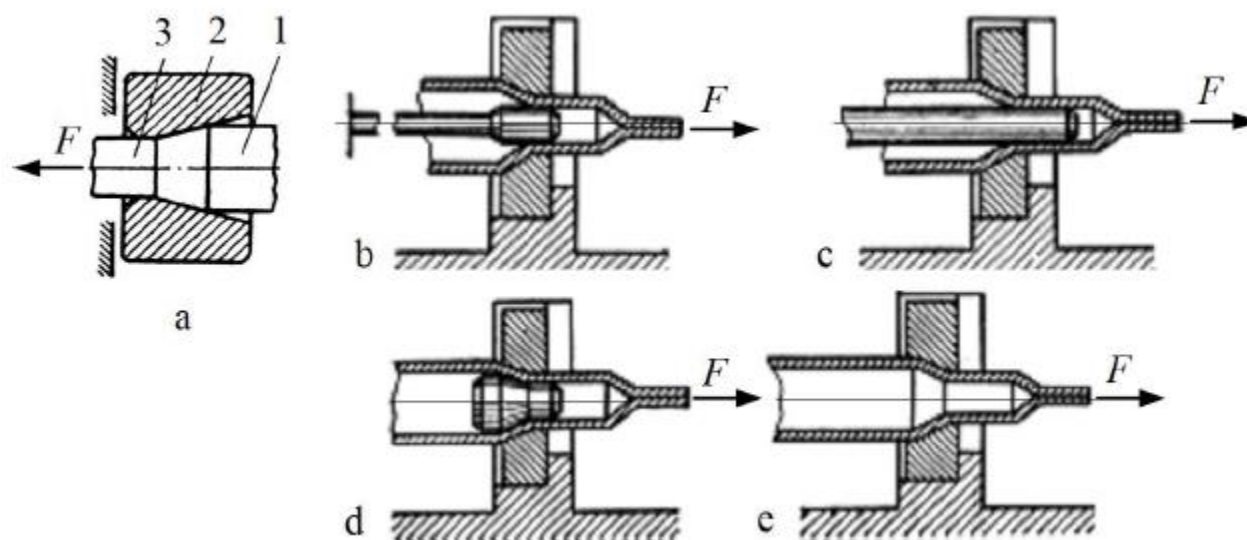
Video

- https://www.youtube.com/watch?v=Bc7o_sEdX8U

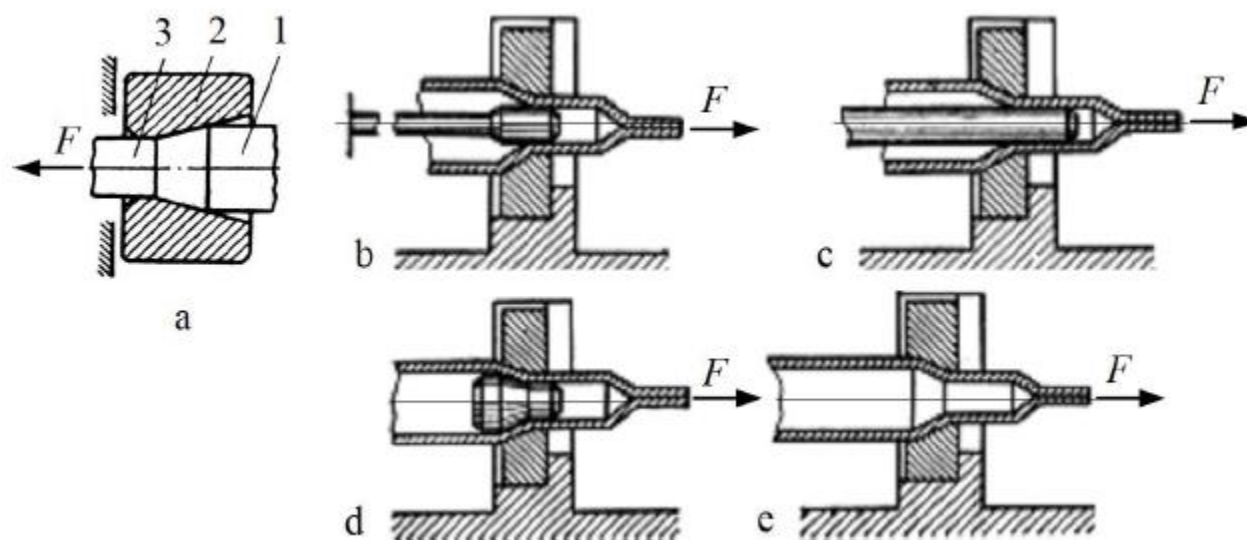
Traukimas



13 pav. Traukti profiliai



14 pav. Traukimo schemas: *a* – vielos traukimas; *b, c, d, e* – vamzdžių traukimas; 1 – ruošinys; 2 – filjerė; 3 – gaminys;



14 pav. Traukimo schemas: *a* – vielos traukimas; *b, c, d, e* – vamzdžių traukimas; 1 – ruošinys; 2 – filjerė; 3 – gaminys;

Kalimas



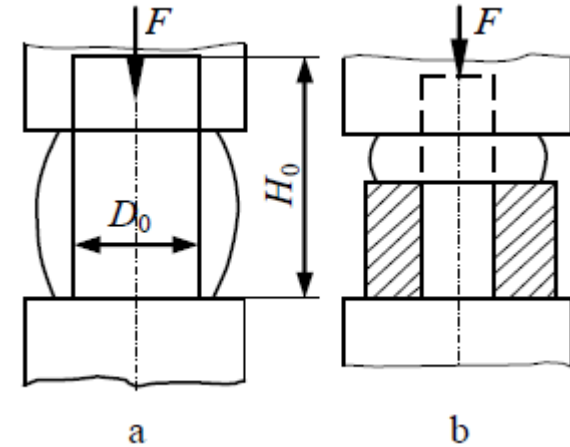
Kalimo procesą sudaro 1:

- **Pagalbinės operacijos:**

- prieškalimą (ruošinio supjaustymas, paviršiaus defektų pašalinimas, įkaitinimas ir kt.);
- pokalimo (terminis kaltinio apdorojimas, tiesinimas, valymas, galvaninis padengimas, paviršiaus kokybės kontrolė ir kt.).

Kalimo procesą sudaro 2:

- **Pagrindinės kalimo operacijos:**
 - Susodinimas – ruošinio skerspjūvio didinimas, mažinant aukštį arba jo dalį. Naudojamas krumpliaračių mechaninėms savybėms gerinti (susodinant pluoštas išsidėsto beveik radialine kryptimi, todėl tempimo ir lenkimo įtempiai veikia išilgai pluošto, o kirpimo – skersai pluošto) ir kaip paruošiamoji operacija prieš pramušimą.



15 pav. Susodinimas (a) ir dalinis susodinimas (b)

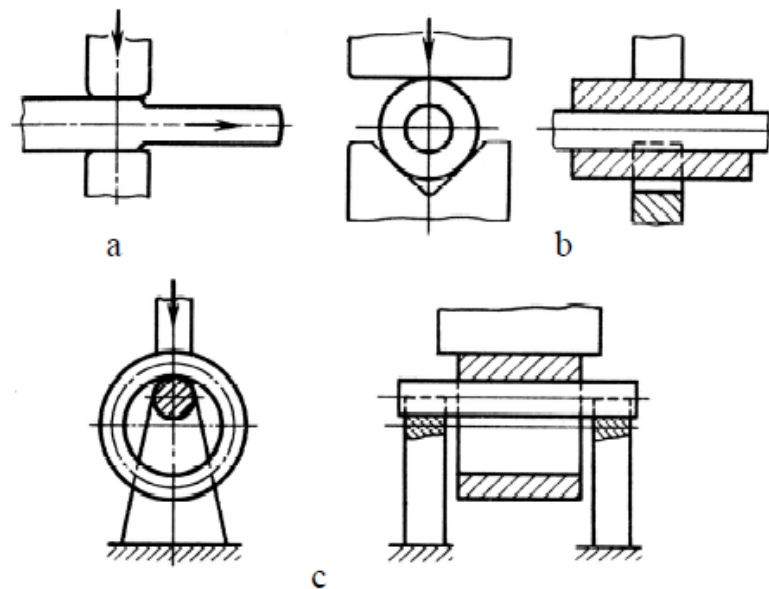
Kalimo procesą sudaro 3:

- **Pagrindinės kalimo operacijos:**

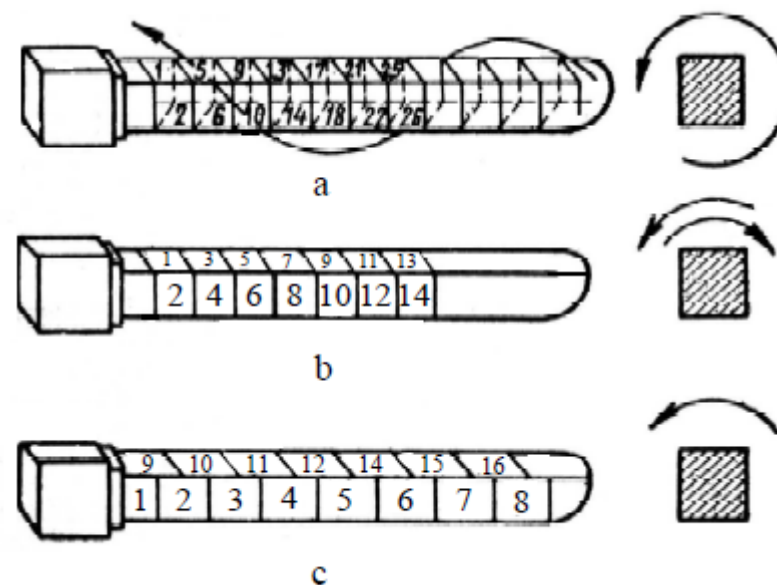
- Ištęsimas:

- *ištęsimas plokščiomis pentimis* (ruošinio ar jo dalies ilginimas mažinant skerspjūvį);
- *ištęsimas ant spraudiklio* (tuščiavidurio ruošinio ilginimas ploninant jo sienele);
- *valcavimas ant spraudiklio* (didinami išoriniai ir vidiniai žiedo skersmenys ploninant sienele).

17 pav. Ištęsimo būdai: *a* – pasukimas pagal sraigtinę liniją; *b* – pasukimas į dvi puses; *c* – pasukimas po kraštinės ištęsimo

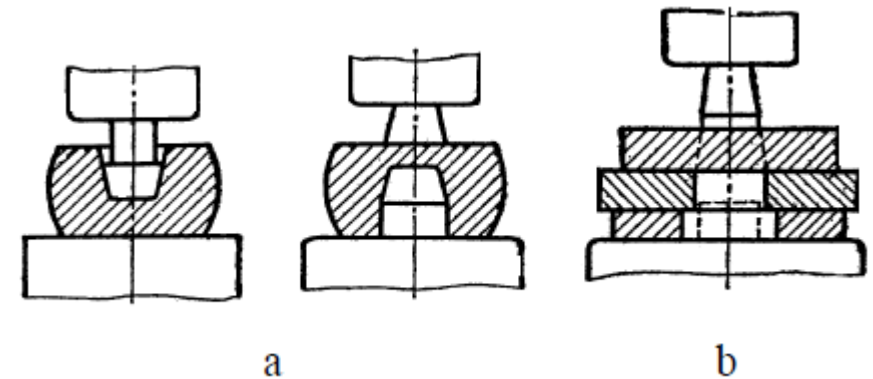


16 pav. Ištęsimas: *a* – plokščiomis pentimis; *b* – ant spraudiklio; *c* – valcavimas ant spraudiklio)



Kalimo procesą sudaro 4:

- **Pagrindinės kalimo operacijos:**
 - Skylių pramušimas atliekamas po susodinimo. Gaunamos ištisinės arba aklinos skylės (įdubos). Storuose kaltiniuose skylės pramušamos iš abiejų pusių, plonuose – iš vienos pusės, naudojant padėklinius žiedus. Skylės pramušamos pilnaviduriais arba tuščiaviduriais ($>\varnothing 400$ mm) pramuštuvais.



18 pav. Skylių pramušimas: *a* – iš abiejų pusių; *b* – iš vienos pusės

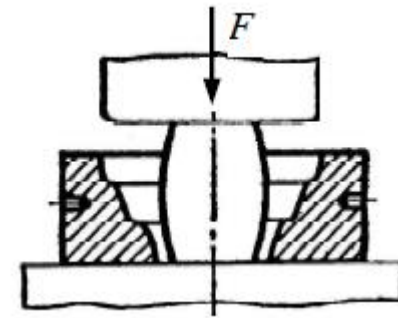
Kalimo procesą sudaro 5:

- **Pagrindinės kalimo operacijos:**

- Lenkimas – tai ruošinio kampų arba naujo kontūro sudarymas. Siekiant išvengti vidinio kontūro susiraukšlėjimo ir įtrūkio išoriniame kontūre, lenkimo spindulys $r \geq 0,5H$.
- Susukimas. Vienas ruošinio arba kaltinio galas įtvirtinamas tarp penčių, o kitas sukamas apie išilginę ašį.
- Kirtimas – tai ruošinio dalių atskyrimas įvairiais kirstukais.

Kalimo procesą sudaro 5:

- **Pagrindinės kalimo operacijos:**
 - Štampavimas padėkliniais štampais. Didesniais kiekiais gaminamos varžtų galvutės, briaunotos įvorės ir kt. kaltiniai. Štampų forma atitinka kaltinio arba jo dalies formą.
 - Kitos kalimo operacijos: išplojimas (pločio didinimas, mažinant storį), kalviškasis suvirinimas (vamzdžiams sujungti), įkirtimas, lyginimas, tiesinimas ir kt.



19 pav. Štampavimas padėkliniais štampais

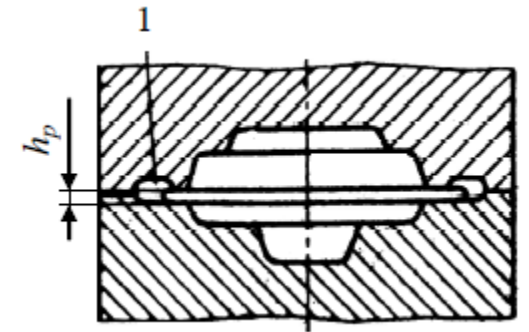
Video

- <https://www.youtube.com/watch?v=XTU0Z-FkhtU>

Karštasis tūrinis šlampavimas

Karštojo tūrinio štapavimo būdai 1:

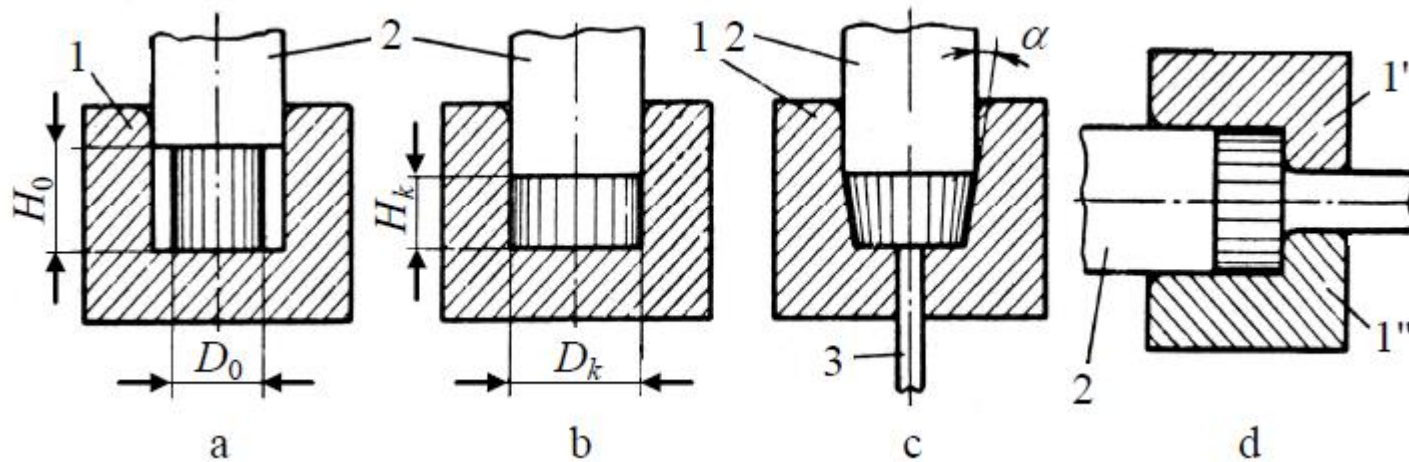
1. Štapavimas atviraisiais štapais. Ruošinio tūris yra didesnis už kaltinio tūrį, todėl nereikia tikslių ruošinių. Štampų skiriamosioje plokštumoje apie išorinį ertmės kontūrą yra specialus išlajos griovelis 1, skirtas metalo pertekliui (išlajai). Išlaja stabdo metalo tekėjimą iš štampo ertmės, todėl ji geriau užpildoma.



20 pav. Štapavimas atviraisiais štapais

Karštojo tūrinio štapavimo būdai 2:

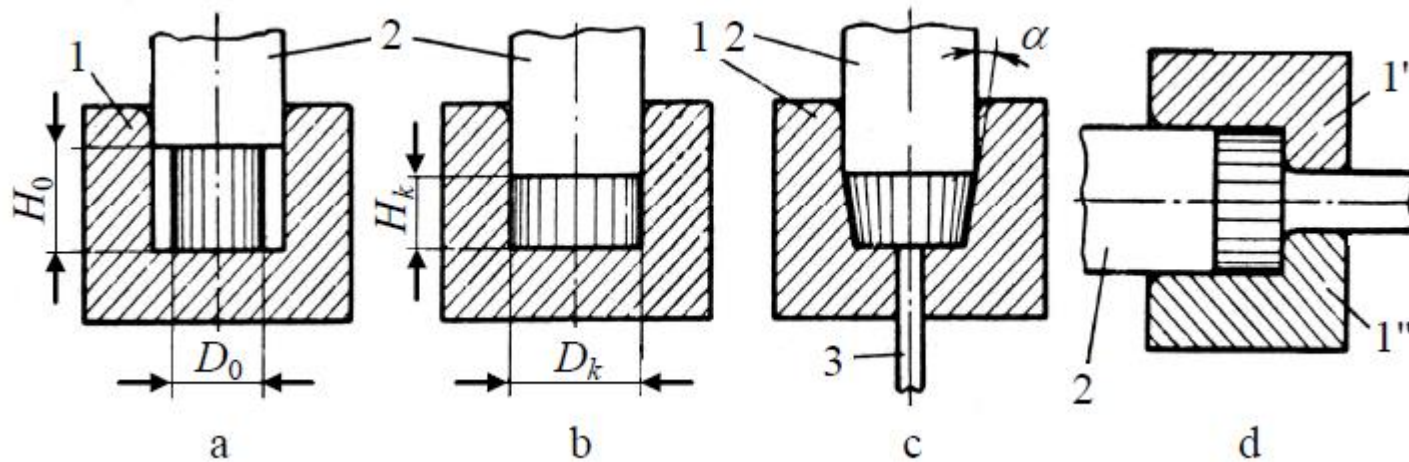
2. Štapavimas uždaraisiais štapais. Štapuojama naudojant horizontaliąsias kalimo mašinas, presus ir kūjus. Ruošinys deformuojamas matricoje, į kurią su pastoviu tarpeliu įeina puansonas. Taip gaunama uždara šlapo ertmė.



21 pav. Štapavimas uždaraisiais štapais

Karštojo tūrinio štapavimo būdai 2:

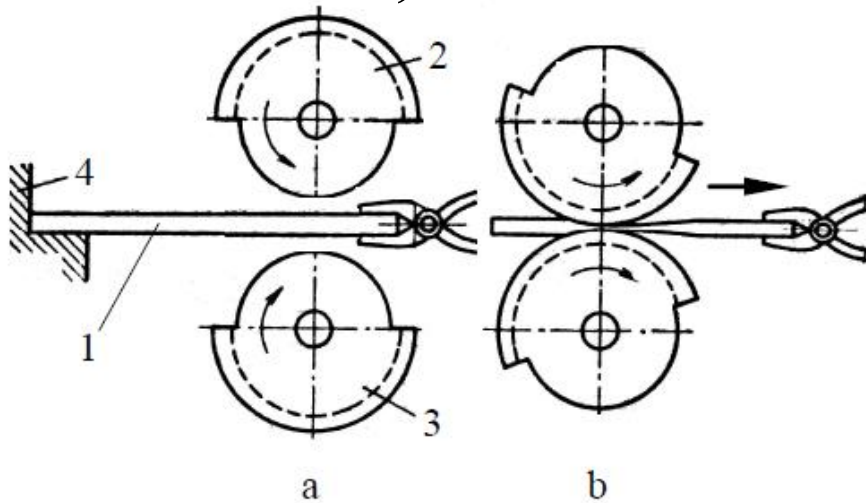
2. Štapavimas uždaraisiais štapais. Štapuojama naudojant horizontaliąsias kalimo mašinas, presus ir kūjus. Ruošinys deformuojamas matricoje, į kurią su pastoviu tarpeliu įeina puansonas. Taip gaunama uždara štapo ertmė.



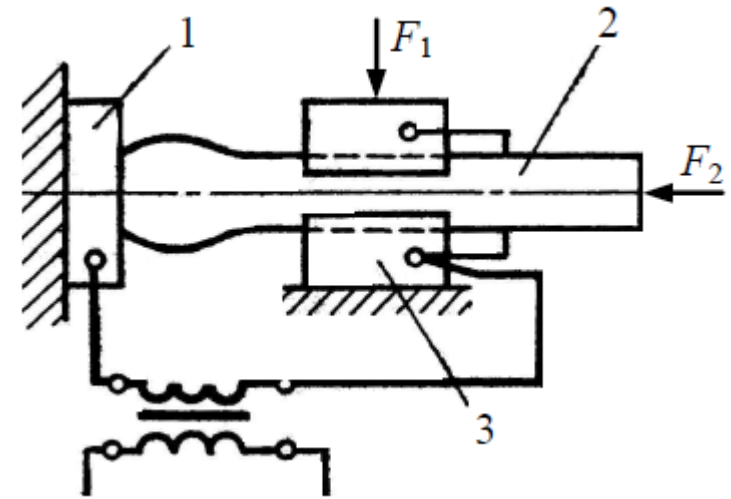
21 pav. Štapavimas uždaraisiais štapais

Štampavimui naudojami įrengimai:

- kūjai (garo, frikciniai, hidrauliniai), presai (mechaniniai, hidrauliniai, sraigtiniai), horizontalios kalimo mašinos, specialios štampavimo mašinos: kalimo valcai, rotacinės kalimo mašinos, horizontalios lenkimo mašinos, elektrinės susodinimo mašinos.



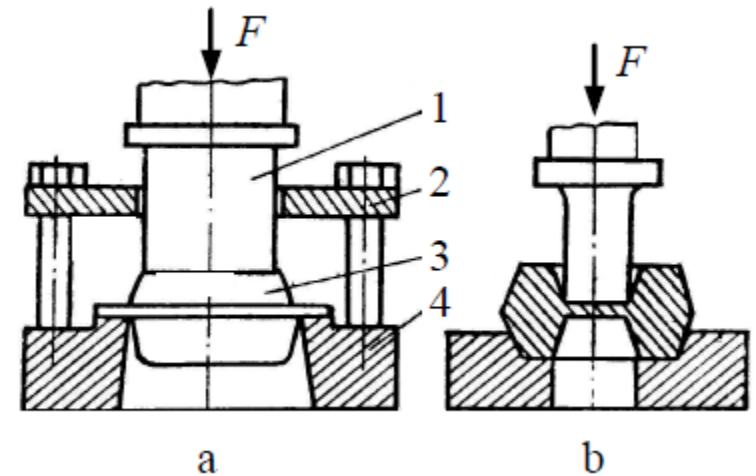
22 pav. Kalimo valcų veikimo schema: *a* – paduodamas ruošinys; *b* – valcavimo eiga; 1 – ruošinys; 2 – velenas; 3 – sektorinis štampos; 4 – atrama



23 pav. Susodinimo schema: 1 – atraminis kontaktas; 2 – ruošinys; 3 – gaubiantysis kontaktas

Pagalbinės karštojo štapavimo operacijos:

- išlajų apkirtimas ir pertvarų pramušimas, esant karšties arba šalties ruošiniams;
- kaltinių lyginimas;
- nuodegų valymas;
- kaltinių kalibravimas;
- kokybės tikrinimas visuose gamybos etapuose nuo ruošinio iki kaltinio.



24 pav. Išlajos apkirtimo (a) ir pertvaros pramušimo (b) schema: 1 – puansonas; 2 – išlajos nuėmiklis; 3 – kaltinys; 4 –matrica

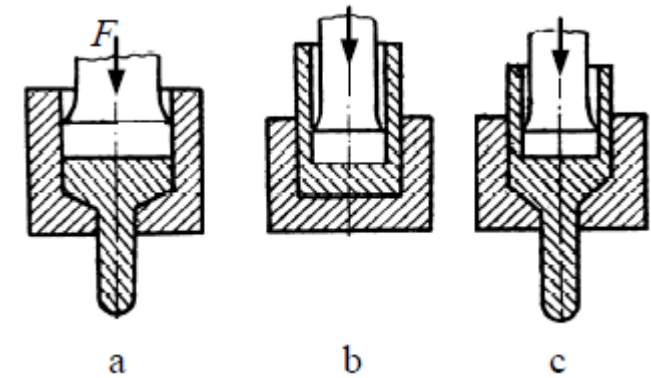
Video

- <https://www.youtube.com/watch?v=2TvDTZHuPWk>

Šaltasis šampavimas

Šaltasis tūrinis štapavimas 1

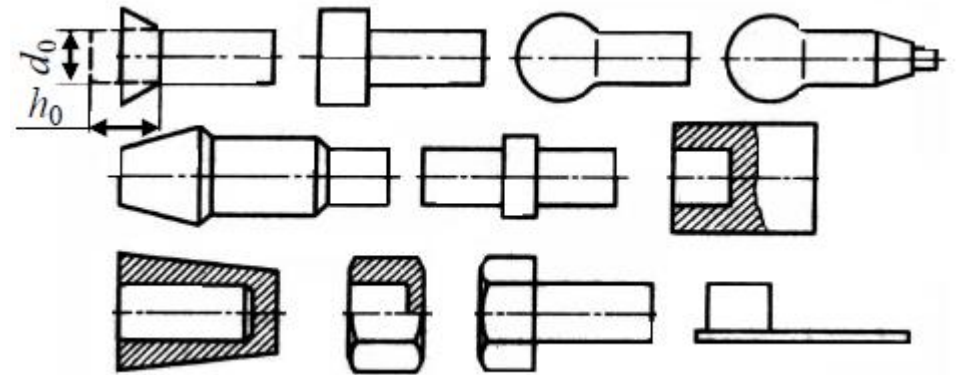
- **Šaltasis išspaudimas.** Gaminamos detalės ir ruošiniai iš plieno, *Al*, *Cu*, *Ni* ir jų lydinių. Deformavimo metu metalas (strypai, viela, lakštai, juostos, vamzdžiai, periodiniai valcuoti ruošiniai ir kt.) išspaudžiamas pro matricos skylę (tiesioginis išspaudimas) arba pro tarpelį tarp matricos ir puansono (atvirkštinis išspaudimas). Kombinuotu išspaudimo būdu metalas išspaudžiamas keliomis kryptimis.



25 pav. Šaltasis išspaudimas:
a – tiesioginis; *b* – atvirkštinis;
c – kombinuotas

Šaltasis tūrinis štapavimas 2

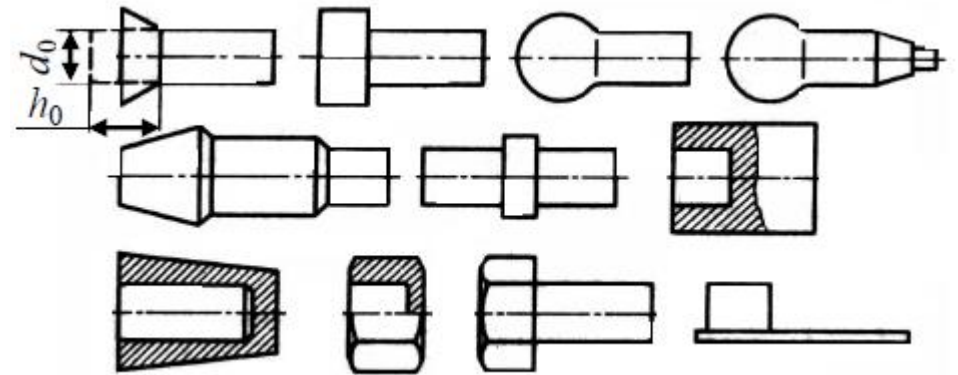
- **Šaltasis susodinimas.** Štampuojamos vientisos ir tuščiavidurės sukimosi kūnų tipo detalės su vietiniais sustorėjimais iš mažoanglio plieno, spalvotųjų metalų ir jų lydinių. Šios detalės gaminamos našiais šaltojo susodinimo automatais, deformuojant iki 52 mm skersmens kalibruotus strypus arba vielą. Paprastos formos detalės (varžtai, sraigčiai, kniedės) susodinamos 1–2 perėjimais, o didelio skersmens ir mažo ilgio arba ilgos tuščiavidurės detalės – 3–6 perėjimais.



26 pav. Ruošiniai, gauti šaltojo susodinimo būdu

Šaltasis tūrinis štapavimas 2

- **Šaltasis susodinimas.** Štampuojamos vientisos ir tuščiavidurės sukimosi kūnų tipo detalės su vietiniais sustorėjimais iš mažoanglio plieno, spalvotųjų metalų ir jų lydinių. Šios detalės gaminamos našiais šaltojo susodinimo automatais, deformuojant iki 52 mm skersmens kalibruotus strypus arba vielą. Paprastos formos detalės (varžtai, sraigčiai, kniedės) susodinamos 1–2 perėjimais, o didelio skersmens ir mažo ilgio arba ilgos tuščiavidurės detalės – 3–6 perėjimais.



26 pav. Ruošiniai, gauti šaltojo susodinimo būdu

Video

- <https://www.youtube.com/watch?v=IX0V0i2MJsA>

Šaltasis lakštinis štapavimas

- Tai metalų ir jų lydinių lakštų, juostų, taip pat plastikų, odos, kartono ir kt. nemetalinių medžiagų deformavimas kambario temperatūroje, keičiant tam tikro elemento formą. Ruošinio storis iš esmės nesikeičia. Storesni nei 10 mm lakštai ir mažo plastiškumo lydiniai štapuojami karšti arba įkaitinti.
- *Privalumai*: didelis našumas, operacijų automatizavimas, tikslūs matmenys ir glotnūs paviršiai, taikomas smulkiaserijinėje gamyboje.

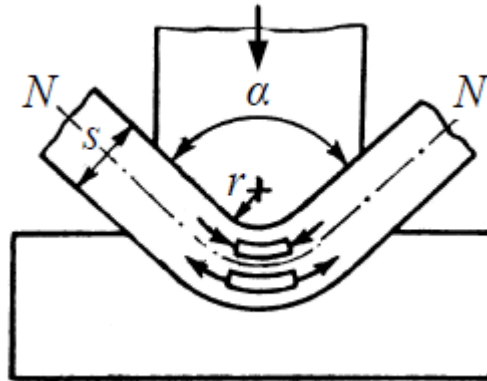
Lakštinio štapavimo operacijos skirstomos 1:

1. **Atskyrimo operacijos** (atliekamos pagal uždara arba atvira kontūra): atkirpimas (ruošinio dalies atskyrimas); iškirtimas (gaminio atskyrimas nuo ruošinio pagal išorinį kontūrą); pramušimas (medžiagos dalies pašalinimas į atliekas štapuojant skylę); įkirtimas (dalinis ruošinio atskyrimas neprarandant sukibimo); apkirpimas (nedidelės metalo dalies atskyrimas pagal ruošinio ar gaminio kraštą).

Lakštinio šampavimo operacijos skirstomos 2:

2. Formos keitimo operacijos (detalės formos ir matmenų pakeitimas erdvėje):

- Lenkimas. Lenkimo šampu keičiama ruošinio ašies kryptis. Lenkiamos medžiagos išoriniai sluoksniai yra tempiami, o vidiniai – gniuždomi. Kad lenkiamas ruošinys nesuirtų, lenkimo spindulys $r = (0,25 - 2,5)s$. Šaltojo lenkimo metu plastiškai deformuojama tik su puansonu ir matrica susiliečianti ruošinio dalis.

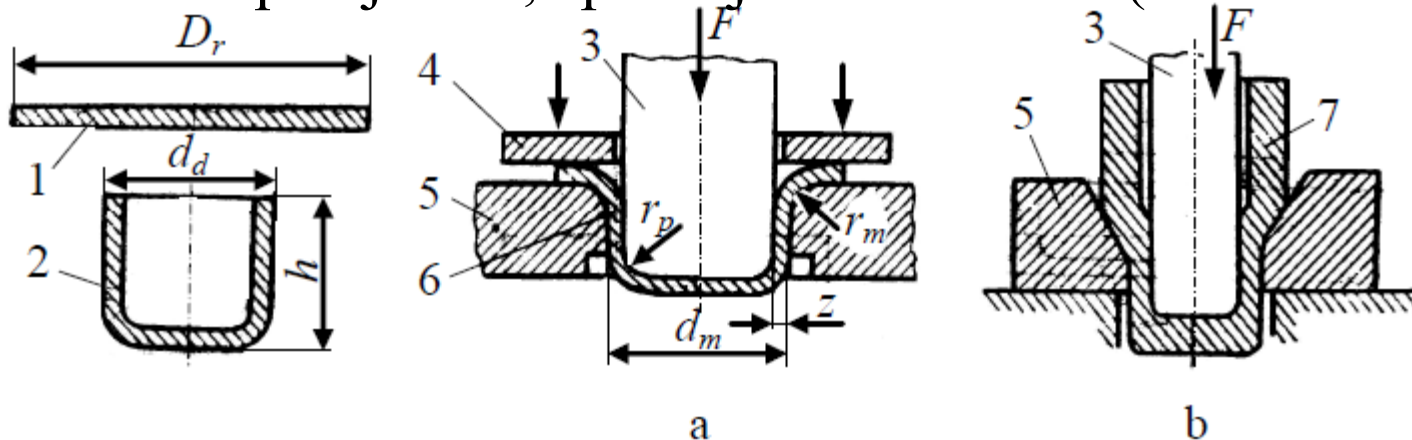


27 pav. Lenkimo schema

Lakštinio štapavimo operacijos skirstomos 3:

2. Formos keitimo operacijos (detalės formos ir matmenų pakeitimas erdvėje):

- Tempimas. Tuščiavidurė detalė gaunama puansonui ištūmus plokščią ruošinį į matricos skylę. Dėl radialine kryptimi veikiančių gniuždymo įtempių susidaro raukšlės. Jų išvengiama naudojant žiedo tipo prispaudiklį, kuris prispaudžia ruošinį prie matricos. Matricos ir prispaudiklio kontaktiniai paviršiai yra tepami. Operacijos metu metalas sukietinamas, todėl, ištempiant keliais perėjimais, apdorojama termiškai (atkaitinama).

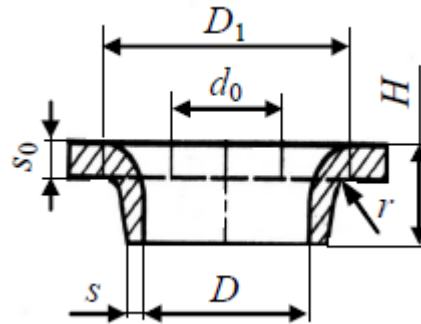


28 pav. Ištempimo schemas: *a* – neploninant sienelės; *b* – ploninant sienelę; 1,7 – ruošinys; 2 – detalė; 3 – puansonas; 4 – prispaudiklis; 5 – matrica

Lakštinio šampavimo operacijos skirstomos 4:

2. Formos keitimo operacijos (detalės formos ir matmenų pakeitimas erdvėje):

- Atrietimas. Borteliai gaunami stumiant puansoną į ruošinio dalį su skyle. Kad skylės kraštai neįtrūktų, $D/d_0 = 12 - 1,8$.

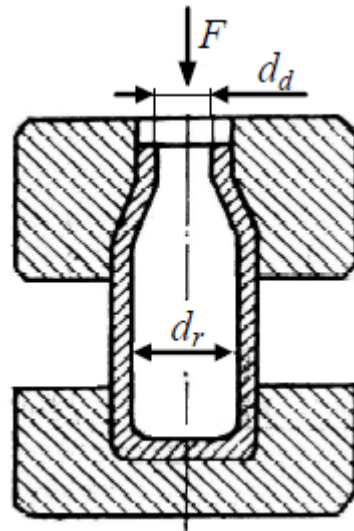


29 pav. Atrietimas

Lakštinio štapavimo operacijos skirstomos 5:

2. Formos keitimo operacijos (detalės formos ir matmenų pakeitimas erdvėje):

- Apspaudimas. Tai tuščiavidurio ruošinio galo skersmens sumažinimas matricoje. Vengiant išilginių ir skersinių raukšlių deformuojamoje ir nedeformuojamoje dalyje, leistinas skersmens sumažėjimas $d_d = 0,7 - 0,8 d_r$.

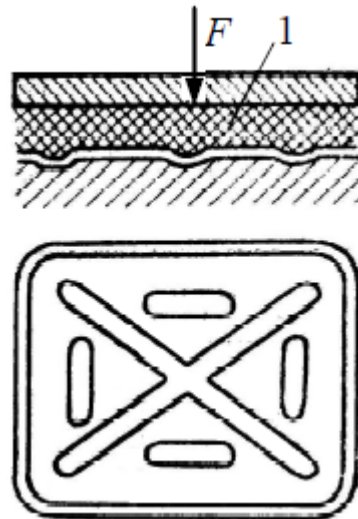


30 pav. Apspaudimas

Lakštinio šampavimo operacijos skirstomos 6:

2. Formos keitimo operacijos (detalės formos ir matmenų pakeitimas erdvėje):

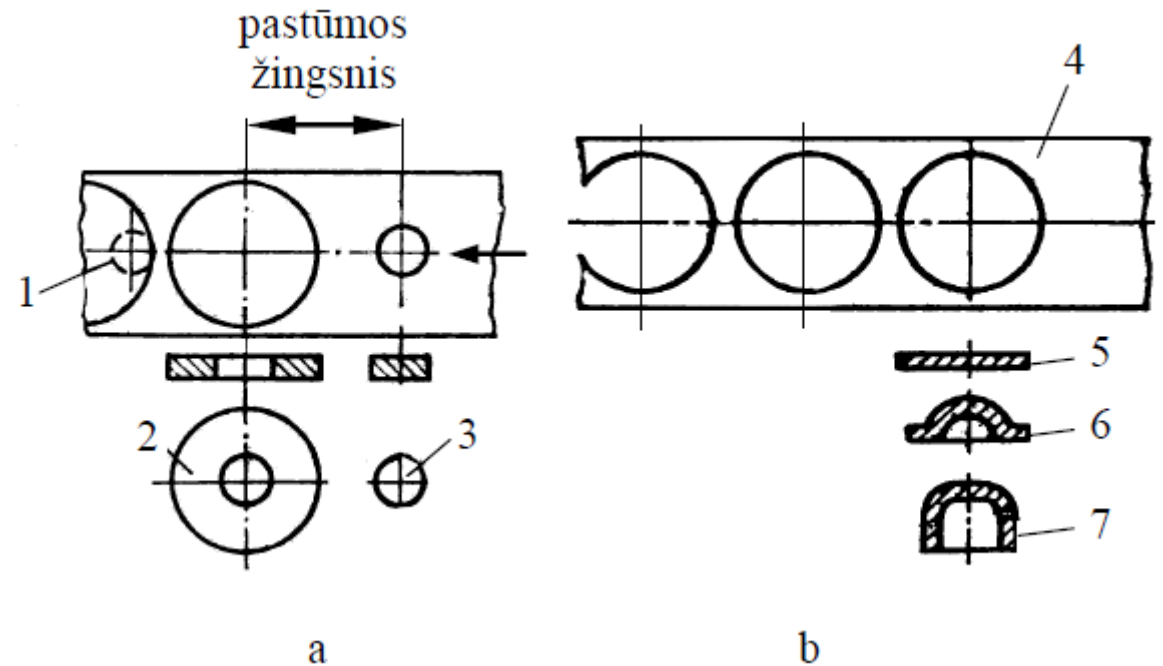
- Formavimas. Ruošinyje daromos standumo briaunos, įdubos, iškylos ir kt. Deformuojama metaliniais šampais. Puansonas arba matrica gali būti ir iš gumos.



31 pav. Reljefinis formavimas: 1 – guminis puansonas

Lakštinio štapavimo šampai

- Vienu metu kelioms operacijoms tuo pačiu štapu atlikti naudojami:
 - nuoseklaus veikimo šampai (pramušimas ir iškirtimas skirtingose pozicijose, išdėstytose pastūmos kryptimi),
 - sutapdinto veikimo šampai (pramušimas ir iškirtimas, iškirtimas ir lenkimas, iškirtimas ir ištempimas ir kt. vienoje pozicijoje vienu metu).



32 pav. Nuoseklaus veikimo (a) ir sutapdinto veikimo (b) schema: 1 – atrama; 2, 7 – detalė; 3 – atlieka; 4 – juosta; 5 – iškirstas ruošinys; 6 – ištempimo pradžia