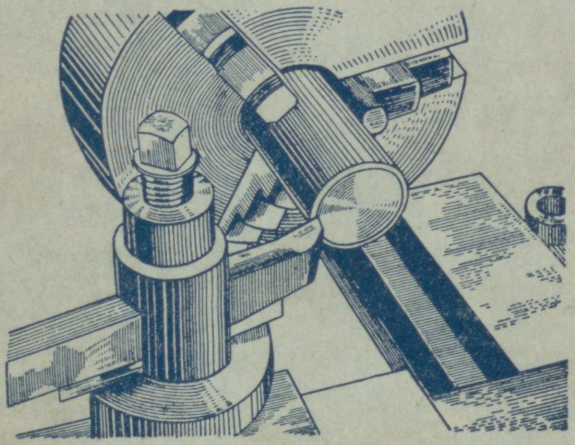
B. BRUŠTEIN ja V. DEMENTJEV

# TREIALITÖÖD



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS · 1949

NSV LIIDU TÖÖJÕURESERVIDE MINISTEERIUM

Dots. B. BRUŠTEIN ja dots. V. DEMENTJEV

# TREIALITÖÖD

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN 1949

Heaks kiidetud NSV Liidu Tööjõureservide Ministeeriumi kutsetehnilise hariduse teadusliku nõukogu poolt õpikuna tööstuskoolidele.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
7533
A- 18237

ARHIIVKOGU

# EESSÕNA.

Sõjajärgse viie aasta plaani põhiülesanne on selles, et „taastada maa kannatada saanud rajoonid, taastada tööstuse ja põllumajanduse sõjaeelne tase ja siis ületada see tase tunduvas ulatuses".

Kõrget tootmisvõimet omavate tööpinkidega varustatud masinaehitusele kuulub juhtiv osa meie rahvamajanduse edasises tõusus ja töö edasisel mehhaniseerimisel. Viie aasta plaan näeb masinaehituse osas ette seadmestiku väljalaske suurendamist kahekordseks, võrreldes sõjaeelsega. Selle hulgas on ette nähtud igal aastal 74 000 metalli lõiketöötlemise pingi väljalaskmine. Võetakse kasutamisele uusi tehniliselt täiuslikke, kõrge tootmisvõimega masinaid ning rakendatakse laialdaselt eesrindlikke tootmismeetodeid.

Nende hiiglaslike ülesannete lahendamine nõuab tööstusse uute täiendavate tööliskaadrite rakendamist. Vastavalt viie aasta plaanile, tuleb ainuüksi Tööjõureservide Ministeeriumi süsteemil (tööstuskoolidel, tehasekoolidel ja raudteekoolidel) ette valmistada 4½ miljonit kvalifitseeritud töölist, sealhulgas palju metallitreialeid.

Treimine on üheks levinumaks detailide töötlemise viisiks tööpinkidel. Selle tööala kaasaegne tase on selline, et treialilt nõutakse mitte ainult vilumuse omandamist teatud töövõtteis: meie nõukogude tingimustes peab kvalifitseeritud treialiks olema tööline, kes on ühelt poolt omandanud oma tööalal laialdase tootmispraktika, teiselt poolt aga põhjalikult tundma õppinud ka selle ala teoreetilisi aluseid.

Selleks, et saada kvalifitseeritud treialiks, on tarvis tunda:

1) treipinkide konstruktsiooni ja nende ekspluateerimise eeskirju;

2) treialitöödel kasutatavate rakiste, lõike- ja mõõteriistade otstarvet, ehitust ja kasutusviise;

3) treialitööde põhioperatsioone ja ratsionaalseid võtteid nende teostamiseks;

4) tähtsamaid treipingi korrastamise arvutusi ja võtteid;

5) metallide lõikamise protsessi põhialuseid;

6) treialitöödel esineva praagi liike, nende põhjuseid ning abinõusid praagi vältimiseks ja parandamiseks;

7) stahaanovlikke töömeetodeid, kaasa arvatud mitmel pingil töötamine;

8) töökoha ja tööprotsessi organiseerimist.

Käesolev raamat valgustab kõiki neid küsimusi ulatuses, mis on ette nähtud tööstuskoolide metallitreialite ettevalmistamise õppeprogrammis. Raamatu materjal on jaotatud selliselt, et põhialused antakse algul lihtsamas käsitluses, siis aga — sedamööda, kuidas õpilaste teadmised laienevad — korratakse neid suuremas ulatuses ühes vajalike teoreetiliste põhjendustega.

Raamatu koostamisel on autorid kasutanud rea tööstuskoolide kogemusi, samuti olemasolevat kirjandust treialitööde alalt, kust on võetud ka mõned näitlikumad joonised. Suurem osa graafilist materjali on aga uus, kusjuures joonised on valmistatud tööstuskooli õpilastele kõige arusaadavamal kujul.

Autorid on pidanud vajalikuks lisada raamatule väikese tabeli tekstis kasutatud kreekakeelsete tähtede seletamiseks. See kergendab kahtlemata õpilastele ülesannete lahendamiseks ja arvutamiseks vajalike tähiste omandamist.

Lõpuks pöörduvad autorid tööstuskoolide õppejõudude poole palvega saata oma arvamused raamatu kohta aadressil: Москва, Третьяковский проезд, д. 1, Машгиз.

**Autorid.**

ESIMENE OSA

# PÕHITEADMISI TREIALITÖÖDEST.

## I peatükk.

## METALLIDE LÕIKAMISE PROTSESSI PÕHIALUSED.

### § 1. Metallide lõiketöötlemise ülesanne.

Masinaehituses kasutatavaist materjalidest on metallid kõige tähtsamad. Tunduvalt harvemini kasutatakse puitu, plastmasse, kummi ja teisi mittemetallilisi materjale.

Metallist masinadetailidel, nagu kõigil teistelgi detailidel, peab olema kindel kuju ja mõõted. Neid saab detailidele anda järgmiste abinõudega:

1) metallide sepistamisega, stantsimisega ja valtsimisega;
2) sulametalli valamisega vormidesse;
3) metallide lõiketöötlemisega.

Kahel esimesel viisil saadakse sepistatud, stantsitud, valtsitud ja valatud eeltooteid, mis on rõhuvas enamikus ebatasaste pindadega, kujult ja mõõdetelt ebatäpsed.

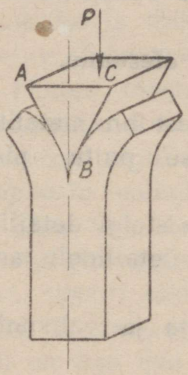
Seesugusel toorel kujul saab neid kasutada üsna harva masinate detailidena.

Suuremale osale masinadetailidele antakse nende lõplik kuju ning mõõted alles metallide lõiketöötlemise pinkidel. Neil pinkidel töödeldakse eeltooteid mitmesuguste lõikeriistade — treiterade, puuride, keermepuuride jms. abil. Lõikeriistad kõrvaldavad eeltoodetelt laastu näol liigse metalli; nad annavad eeltoodetele vajaliku kuju ja mõõted ning siledad pinnad, s. o. teevad neist valmis masinadetailid.

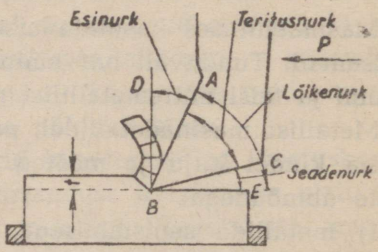
## § 2. Lõiketera ja selle töö.

Igal lõikeriistal on kiilutaoline töötavosa. Kiilu kuju (joon. 1) määrajaks on nurk ABC, mille moodustavad külgtahud AB ja BC. Kiilule rakendatud jõu P mõjul lõikub kiilu tera materjalisse; kiilu külgtahud ületavad seejuures materjali osakesi kooshoidvaid jõude ja lükkavad materjali kahele poole laiali.

Lõiketera töö on kiilu tööga mitmeti sarnane. Jõu P mõjul (joon. 2) lõikub lõiketera esitahk AB metallisse. Otse tera ees olevas metalli kihis tekib kasvav survepinge. Kui see pinge ületab metalliosakesi kooshoidvad jõud, hakkavad metalliosakesed laastu näol muust massist eralduma.




Joon. 1. Kiil ja tema töö.




Joon. 2. Lõiketera töö.

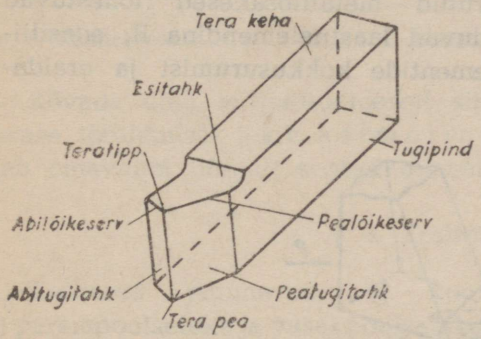
Iga tera koosneb kahest põhiosast (joon. 3): a) tera peast ja b) tera kehast. Tera pea on tera töötavosaks (lõikavaks osaks), tera keha aga on vajalik tera supordisse või terahoidjasse kinnitamiseks.

Tera pea koosneb järgmistest elementidest: esitahust, mida mööda libiseb laast, ja tugitahkudest, s. o. töödeldava detaili pool asuvaist pindadest. Ühte tugitahku nimetatakse peatugitahuks, teist — abitugitahuks.

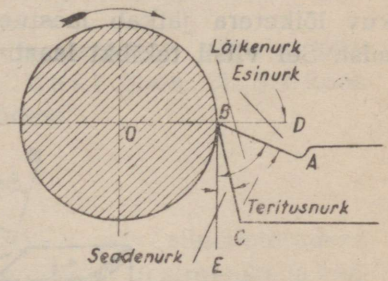
Lõikeservad tekivad esitahu ja tugitahkude lõikumisel. Treiteral on pealõikeserv ja abilõikeserv. Pealõikeserva ja abilõikeserva ristumiskohta nimetatakse tera tipuks.

Pealõikeserv teeb lõikamisel peamise töö. Esitahu AB (joon. 2) ja peatugitahu BC vahelist nurka ABC nimetatakse lõiketera *teritusnurgaks*. Mida teravam see nurk on, seda kergemini tungib lõiketera töödeldavasse metalli. Väikese teritusnurgaga lõiketerad pole aga kõvemate metallide töötlemiseks küllalt tugevad: sellise tera õhuke lõikeserv murdub kergesti. Seepärast peab teritusnurk olema seda suurem, mida kõvem on metall.

Jooniselt 2 on näha, et lõiketera tugitahk BC ei puuduta töödeldava detaili pinda BE. See aga on väga oluline, sest vastasel korral tekiks lõiketera tööd kahjustav hõõrumine.




Joon. 3. Treitera põhielemendid.




Joon. 4. Treitera tähtsamad nurgad.

Lõiketera *seadenurgaks* nimetatakse nurka CBE, mille moodustavad lõiketera peatugitahk BC ja detaili pind BE.

*Lõikenurgaks* nimetatakse nurka ABE, mille moodustavad lõiketera esitahk AB ja töödeldava detaili pind BE. See nurk võrdub seadenurga ja teritusnurga summaga (joon. 2).

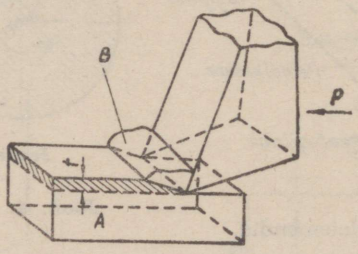
Selleks, et kergendada laastu libisemist mööda lõiketera esitahku AB ning vähendada hõõrumist laastu ja treitera vahel, tehakse esitahk enamikul treiteradel mitte vertikaalne, vaid kallak, nii et ta moodustab vertikaaljoonega BD nurga DBA. Seda nurka nimetatakse tera *esinurgaks*.

Joonisel 4 on kujutatud treitera, selle esitahk AB, peatugitahk BC, esinurk DBA, seadenurk CBE, teritusnurk ABC ja lõikenurk ABE.

Treitera seadenurk võetakse 6° — 10°; esinurga suurus võetakse, vastavalt töödeldava metalli omadustele, 0° kuni 40° (vt. tabel 6).

## Laastu kuju.

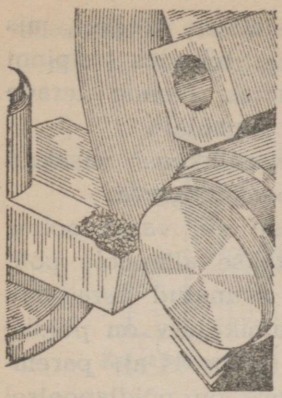
Oletame, et on vaja maha võtta pealmine kiht eeltootelt A (joon. 5). Seadnud tera lõikesügavusele t, rakendame temale jõu P, mille suund on näidatud noolega. Tera esitahk hakkab tema ees olevaid metalliosakesi kokku suruma. Kokkusurumine jätkub seni, kuni tera surve ületab metalliosakesi kooshoidvad jõud. Selle momendi saabumisel kokkusurutud metalliosakesed lõhestuvad või murduvad lahti ning eralduvad laastuelemendina B; edasiliikuv lõiketera jätkab laastuelementide kokkusurumist ja eraldamist. Sel viisil tekibki laast.



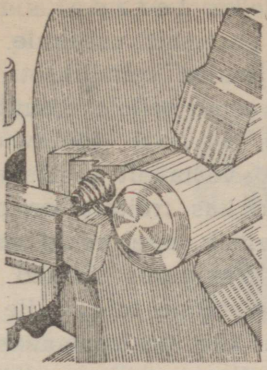

Joon. 5. Laastu tekkimine.

Laastu kuju oleneb töödeldava metalli kvaliteedist, eraldatava kihi paksusest ja lõikenurgast.

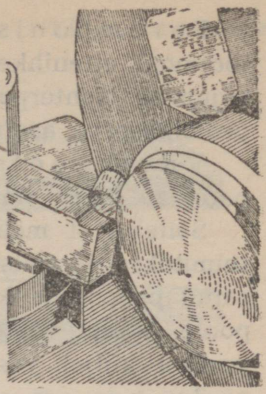
Kui töödeldav metall on rabe — näiteks malm või pronks —, siis eraldatavad laastuelemendid saadakse üksteisest lahutatud väikeste tükikestena (joon. 6). Säärast laastu nimetatakse elementaarlaastuks. Kui töödeldav metall on sitke ning pehme (näiteks pehme teras) ja kui mahavõetud laast pole väga paks, siis üksikute laastuelementide omavaheline side ei katke ja laast eraldub pidevalt, keerdutõmbuva lindina (joon. 7). Seesugust laastu nimetatakse voolavaks laastuks. Voolava laastu sisekülg, mis libiseb mööda treitera esitahku, on täiesti sile, väliskülg aga veidi krobeline.



Joon. 6. Elementaarlaast.



Joon. 7. Voolav laast.

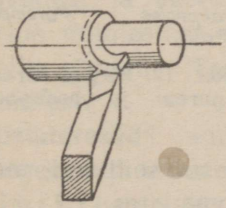


Joon. 8. Astmeline laast.

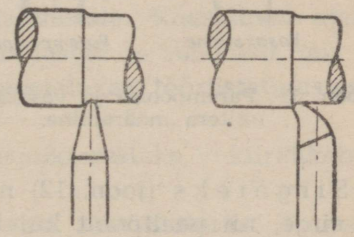
Kõvade ning mitteküllaldaselt sitkete metallide, näiteks kõva terase töötlemisel tekib a s t m e l i n e l a a s t (joon. 8). See koosneb omavahel nõrgalt seotud elementidest.

## § 3. Treiterad.

Treiterad jagunevad: 1) koorimis- ja silumisteradeks, 2) parempoolseteks ja vasakpoolseteks teradeks, 3) sirgeteks ja käänatud peaga teradeks, 4) ühest tükist koosnevaiks ja liit-teradeks.



Joon. 9. Koorimistera kuju.



Joon. 10. Silumisterad.

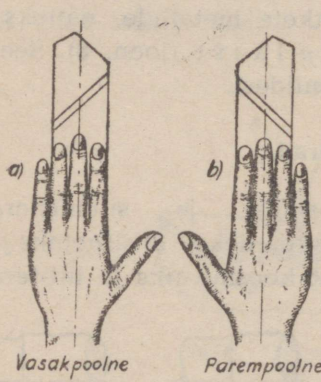
K o o r i m i s t e r i kasutatakse eeltoodete eeltöötlemiseks (koorimiseks). Koorimistera kuju on näha jooniselt 9 (vt. ka joon. 3).

S i l u m i s t e r i (joon. 10) kasutatakse detailide lõpptöötlemiseks (silumiseks). Need terad võtavad õhukest laastu.

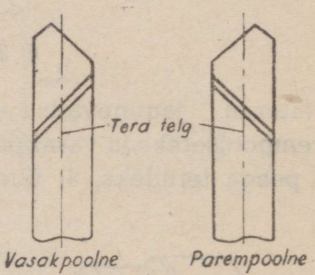
Parempoolseteks teradeks nimetatakse treiteri, mis töötavad ettenihkega paremalt vasakule, s. o. liikudes treipingi tagumise tsenterpuki juurest spindlikasti suunas. Nende terade pealõikeserva asetus vastab sellele ettenihke suunale.

Vasakpoolsed terad töötavad ettenihkega vasakult paremale ning omavad vastavalt asetsevat pealõikeserva.

Selleks, et määrata, kas treitera on parem- või vasakpoolne, toimitakse järgmisel viisil: tera peale asetatakse allapoole pööratud peopesaga käsi, kusjuures sõrmed on suunatud tera tipu poole. Vasakpoolne on selline tera, mille pealõikeserv on pöidlapoolsel küljel vasaku käe pealeasetamisel (joon. 11-a); parempoolne tera aga on selline, mille pealõikeserv on pöidlapoolsel küljel parema käe pealeasetamisel (joon. 11-b).




Joon. 11. Parempoolse ja vasakpoolse treitera määramine.




Joon. 12. Sirged terad — parem- ja vasakpoolne.

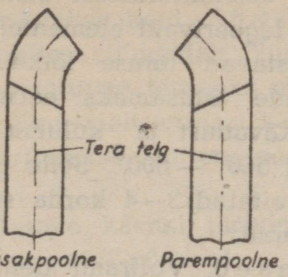
Sirgeteks (joon. 12) nimetatakse selliseid teri, millede telg on sirge, nii pealtpoolt kui ka küljelt vaadates.

Käänatud peaga teradel (joon. 13) on telgjoon pealtvaates kõverdatud kas paremale või vasakule.

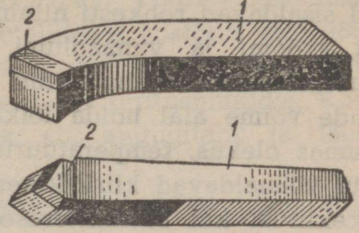
Oma valmistusviisilt võivad terad olla kas ühest tükist valmistatud või liit-terad.

Ühest tükist terad on tehtud ühestainsast metallitükist. Liit-terade lõikav osa on valmistatud kiirlõiketerasest või kõvasulamist, nende keha aga süsinikterasest. Joonis 14 kujutab

seesuguseid treiteri; nende süsinikterasest keha 1 külge on vasega joodetud kõvasulamist plaadike 2.




Joon. 13. Käänatud peaga terad — parem- ja vasakpoolne.




Joon. 14. Kõvasulamist plaadikesega terad.

## § 4. Treiterade valmistamiseks kasutatavad materjalid.

Õige materjali valik treitera valmistamiseks on tema töötootlikkuse tähtsamaid tingimusi.

Treiterade materjalile esitatakse kaks põhitingimust: kõvadus ja lõikevõime püsivus kõrgel temperatuuril. Tera peab olema töödeldavast detailist kõvem; vastasel korral ta ei lõika, s. o. ei eralda laastu. Lõikamisprotsessis lõiketera lõikav osa kuumeneb: järelikult peab tera materjal ka kõrgetel temperatuuridel säilitama kõvadust ja vastupidavust kulumisele. Käesoleval ajal on olemas rida mitmesuguseid tööriistateraseid ja sulameid, mis vastavad neile nõudeile. Treiterad valmistatakse tööriistaterastest ja kõvasulamitest.

**Tööriistaterased** jagunevad süsinikterasteks, kiirlõiketerasteks ja legeeritud terasteks.

S ü s i n i k t e r a s on kõige odavam tööriistateras. Treiterade valmistamiseks kasutatav süsinikteras sisaldab 0,6 kuni 1,4% süsinikku. Sellest terasest valmistatud treiterad omandavad pärast termilist töötlemist (karastamist ja noolutamist) üsna suure kõvaduse; see kõvadus aga kaob kergesti lõikamise ajal, kui tera temperatuur tõuseb üle 200° — 240°. Seepärast ei saa kasutada süsinikterasest treiteri suure lõikekiirusega töötamisel. Käesoleval ajal kasutataksegi süsinikterasest teri üsna vähe. Nende peami-

seks kasutusalaks on värviliste metallide töötlemine ja terase silumistööd.

Kiirlõiketerased erinevad süsinikterastest sellega, et nad sisaldavad rohkesti niinimetatud legeerivaid elemente: volframit, kroomi ja vanaadiumi, mis tõstavad terase lõikeomadusi. Kiirlõiketerasest valmistatud treiterade tähtsamaks eeliseks on nende võime alal hoida lõikamisel kõvadust ja kulumiskindlust kuumas olekus, temperatuuridel kuni 560° — 600°. Seile omaduse tõttu võimaldavad kiirlõiketerasest treiterad 3—4 korda suuremat lõikekiirust kui süsinikterasest treiterad.

Legeeritud tööriistaterased. Volframi defitsiitsuse (vähesuse) tõttu on hakatud treiteri valmistama ka sellistest legeeritud tööriistaterastest, mis üldse ei sisalda volframit või sisaldavad seda ainult vähesel hulgal. See-eest sisaldavad need terased teisi, vähem defitsiitseid legeerivaid elemente suuremais kogustes kui kiirlõiketerased. Sellistest legeeritud terastest valmistatud terad on hea püsivusega kuumas olekus töötamisel; nad ei ole sageli halvemad kui kiirlõiketerasest terad.

**Kõvasulamid.** Viimasel ajal tuleb tööpinkides töödelda detaile nii kõvadest metallidest, et parimastki kiirlõiketerasest valmistatud terad nürinevad kiiresti, isegi väikestel lõikekiirustel. Niisugustest metallidest detailide töötlemiseks kasutatakse teri, mille lõikav osa ei koosne terasest, vaid niinimetatud kõvasulamitest; viimased säilitavad kõvadust ja kulumiskindlust ka kõrgetel temperatuuridel. Kõvasulameid valmistatakse pulbristatud volframi ja titaani süsinikuühendeist[1]. Sideainena lisatakse koobaltit. See pulbriline segu pressitakse tugeva surve all väikesteks plaadikesteks, mida seejärel kuumutatakse kuni paakumiseni temperatuuril umbes 1400°. Pärast lõplikku valmissaamist ei vaja need plaadikesed enam mingit termilist töötlemist. Neid joodetakse vasega süsinikterasest terakehade külge. Kuna kõvasulamist plaadikeste kõvadus säilib kuumenemisel üle 1000°, võimaldavad nad 3 — 4 korda suuremat lõikekiirust kui kiirlõiketerasest terad.

[1] Volframi ja süsiniku ühendit nimetatakse volframkarbiidiks, titaani ja süsiniku ühendit — titaankarbiidiks.

## § 5. Treiterade teritamine.

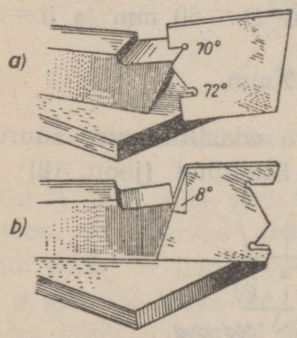
Selleks, et anda treiteradele vajalik kuju ning nõutavad nurgad, teritatakse neid lihvimiskäiadel. Pöörlev lihvimiskäi võtab treitera pindadelt õhukese metallikihi, mistõttu tera lõikeservad muutuvad teravaks ning siledaks. Teritamine võib toimuda kas harilikul mehaanilisel käial või erilistel terituspinkidel. Kõigepealt teritatakse treitera peatugitahk, siis abitugitahk ja lõpuks esitahk.

Treiterade käsitsi teritamisel mehaanilisel käial tuleb silmas pidada järgmisi nõudeid:

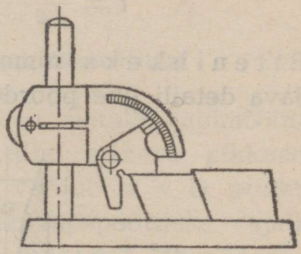
1. treitera mitte vabalt käes hoida, vaid kasutada teritustugesid;
2. suruda treiterale ainult kergelt, et vältida lõikeserva ülekuumenemist, mis rikuks tera;
3. mitte hoida treitera ühes kohas, vaid nihutada teda ristisuunas mööda ketta töötavpinda;
4. kasutada kaitseprille.

Teritamine peab toimuma rohke ning pideva jahutamisega. Tilkhaaval jahutamine on lubamatu, sest see põhjustaks lõiketeras pragusid.

Nurkade õigsust kontrollitakse pärast teritamist šablooniga (joon. 15) või erilise nurgamõõtjaga[1] (joon. 16).




Joon. 15. Treitera nurkade kontrollimine šabloonide abil: a — teritusnurga kontrollimine; b — seadenurga kontrollimine.

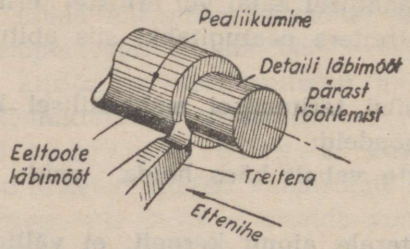


Joon. 16. Eriline nurgamõõtja treitera esinurga ja seadenurga mõõtmiseks.

[1] Vt. § 111.

## § 6. Lõikesügavus ja ettenihe.

Treipingil töötlemise ajal töödeldav detail pöörleb, kuna treitera nihutatakse edasi piki- või ristisuunas (joon. 17). Töödeldava detaili pöörlemist nimetatakse pealiikumiseks, treitera liikumist detaili suhtes — ettenihkeliikumiseks.




Joon. 17. Treipingil töötlemise skeem.

Lõikesügavuseks nimetatakse metallikihi paksust, mida võetakse detaililt ühe terakäiguga (joon. 18). Lõikesügavust mõõdetakse millimeetrites ja tähistatakse tähega $t$.

Kui silindrikujulise detaili läbimõõt väheneb ühe terakäigu ajal suuruselt $D$ suuruseni $d$, siis on lõikesügavuseks mõlema läbimõõdu vahe, jagatult kahega, s. o.

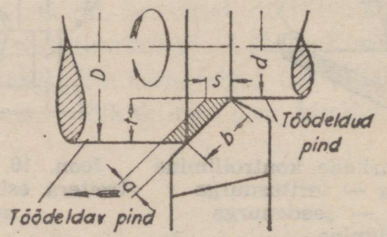
$$t = \frac{D - d}{2} \text{ mm.} \qquad (1)$$

Näide. Leida lõikesügavus, kui $D = 50$ mm ja $d = 46$ mm.

Lahendus:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{50 - 46}{2} = 2 \text{ mm.}$$

Ettenihkeks nimetatakse tera edasiliikumise suurust töödeldava detaili ühe pöörde jooksul. Ettenihet (joon. 18) tähista-




Joon. 18. Töödeldav detail ja laastu põhimõõted.

takse tähega $s$; teda mõõdetakse millimeetrites toote pöörde kohta (mm/pöördele). Olenevalt suunast, milles treitera liigub tööpingi tsentrite telje suhtes, on olemas järgmised ettenihked:

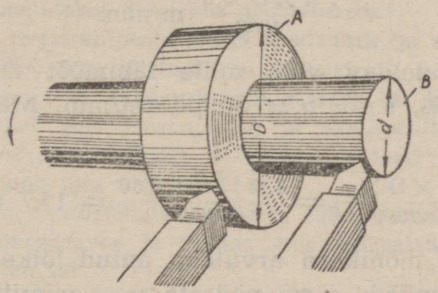
a) piki-ettenihe — liikumine piki tsentrite telge;

b) risti-ettenihe — liikumine risti tsentrite teljega.

## § 7. Lõikekiiruse mõiste.

Me teame juba, et treipingi töötamise ajal töödeldav detail pöörleb. Punkt A, mis asetseb diameetril $D$ (joon. 19), läbib detaili ühe pöörde vältel ringjoone pikkusega võrdse teekonna, s. o. $\pi \times D$ ($\pi = 3{,}14$; $D$ — läbimõõt mm).

Kui detail teeb minutis teatava arvu pöördeid ja kui me tähistame seda arvu tähega n, siis punkti A poolt läbitud teekond võrdub ringjoone pikkuse ja pöörete arvu korrutisega, s. o. $\pi \times D \times n$ mm. Seda teekonda, mida punkt A läbib ühes minutis, nimetatakse r i n g k i i r u s e k s.




Joon. 19. Ringkiiruse sõltuvus detaili läbimõõdust.

Punktid A ja B, mis asetsevad vastavalt detaili läbimõõtudel $D$ ja $d$ (joon. 19), läbivad ühe pöörde vältel erineva pikkusega teekonnad: punkt A läbib teekonna, mis võrdub $\pi \times D$, punkt B aga $\pi \times d$ pikkuse teekonna. Detaili üheks täispöördeks vajaliku aja jooksul läbib punkt A, mis asetseb suuremal läbimõõdul D, pikema teekonna kui punkt B väiksemal läbimõõdul. See tähendab, et punkt A peab liikuma kiiremini, et tal on suurem ringkiirus.

Kui näiteks $D = 100$ mm ja $d = 50$ mm, siis punkt A läbib igal täispöördel teekonna, mis võrdub $3{,}14 \times 100 = 314$ mm, punkt B

aga $3{,}14 \times 50 = 157$ mm. Järelikult, kui $n = 20$ pööret minutis, siis punkti A kiirus on $3{,}14 \times 100 \times 20 = 6280$ mm/min., punkti B kiirus aga $3{,}14 \times 50 \times 20 = 3140$ mm/min.

Kiirust tähistatakse tähega v ja mõõdetakse meetrites minuti kohta (m/min.).

Kuna detaili läbimõõtu mõõdetakse tavaliselt millimeetrites, siis kiiruse kindlaksmääramiseks tuleb korrutis $\pi \times D \times n$ jagada 1000-ga. Seda võib väljendada valemiga:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ m/min.}, \qquad (2)$$

kus $\pi = 3{,}14$;

$D$ — detaili läbimõõt, mm;

$n$ — detaili pöörete arv minutis.

L õ i k e k i i r u s e k s nimetatakse lõikeserva edasiliikumise teekonda töödeldava detaili pinnal ühes ajaühikus. Järelikult ei ole lõikekiirus midagi muud, kui detaili ringkiirus; tema arvutamiseks jääb kehtivaks valem (2), s. o.

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ m/min.}$$

N ä i d e. Töödeldav võll, mille läbimõõt $D = 100$ mm, teeb 50 pööret minutis, s. o. $n = 50$ pööret/min. Määrata lõikekiirus.

L a h e n d u s :

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3{,}14 \times 100 \times 50}{1000} = 15{,}7 \text{ m/min.}$$

Treialil tuleb mõnikord arvutada antud lõikekiiruse ja töödeldava detaili läbimõõdu järgi pöörete arvu minutis, mis tuleb anda töödeldavale detailile. Vajalik pöörete arv arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} \text{ pööret/min.}, \qquad (3)$$

kus $D$ — töödeldava detaili läbimõõt mm;

$v$ — lõikekiirus m/min.

N ä i d e. Mitu pööret minutis peab tegema võll läbimõõduga $D = 50$ mm, kui lõikekiirus $v$ 25 m/min.?

L a h e n d u s :

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 25}{3{,}14 \times 50} \approx 160 \text{ pööret/min.}$$

## § 8. Treitera jahutamine.

Lõikamisel eraldub palju soojust, mille mõjul lõikeriist kuumeneb, kaotab kõvaduse ja nürineb. Tera kuumenemise vähendamiseks kasutatakse kunstlikku jahutamist. Jahutusvedeliku juga peab olema suunatud mitte terale, vaid laastule — sinna kohta, kus laast eraldub töödeldavast materjalist. Jahutus peab olema rohke — keskmiselt umbes 12 liitrit (üks pangetäis) minutis, keskmise suurusega tera puhul.

Eriti kasulik on terade jahutamine sitkete metallide, näiteks terase töötlemisel. Rabedaid metalle, nagu malm või pronks, töödeldakse harilikult kuivalt või jahutades neid suruõhu joaga.

Jahutusvedelikena kasutatakse seebi- ja soodavett, mõnikord ka mineraal- ja taimeõlisid.

### Kontrollküsimusi.

1. Mis on treitera tähtsamad osad?
2. Kuidas nimetatakse tera pea üksikuid osi?
3. Mispärast treiteral peab olema seadenurk ja esinurk?
4. Millest oleneb tera teritusnurga suurus?
5. Kui suur on tera lõikenurk, kui esinurk on 15°, 25°, 0°?
6. Kuidas vahet teha parempoolse ja vasakpoolse tera vahel?
7. Missugustest materjalidest valmistatakse teri?
8. Kuidas toimub tera teritamine?
9. Missuguseid ohutustehnika eeskirju tuleb silmas pidada teritamisel?
10. Mis on lõikesügavus ja kuidas seda määratakse?
11. Mis on ettenihe?
12. Detaili 100 täispöörde ajal treitera on nihkunud edasi 50 mm. Kui suur on ettenihe?
13. Mis on lõikekiirus?
14. Milles on vahe detaili pöörete arvu vahel minutis ja lõikekiiruse vahel?
15. Kuidas arvutada lõikekiirust, kui on teada töödeldava detaili läbimõõt ja tema pöörete arv minutis?
16. Kuidas arvutada detaili pöörete arvu minutis, kui on antud lõikekiirus ja detaili läbimõõt?
17. Milleks kasutatakse metallide lõikamisel jahutusvedelikke? Kuidas tuleb juhtida vedeliku juga ja kui suur peab olema vedeliku kulu?

## II peatükk.

## PÕHIMÕISTEID UNIVERSAALTREIPINGI EHITUSEST. TÄHTSAMAD OHUTUSTEHNIKA NÕUDED TREIPINKIDEL TÖÖTAMISEL.

### § 9. Lihtsa universaaltreipingi ehitus.

Joonis 20 kujutab astmelise rihmarattaga universaaltreipinki. Töödeldav detail 1 (võll) on kinnitatud tsentrite vahele, millede koonusekujulised tipud asetsevad detaili otspindade tsentriaukudes [1]. Vasakpoolne tsenter on kinnitatud spindlikasti 2 pöörlevasse spindlisse ning pöörleb ühes sellega; parempoolne tsenter on kinnitatud tagumise tsenterpuki 3 liikumatusse spindlisse. Spindlikasti spindli otsale on peale keeratud kaasaveopadrun 4, mis pöörab detaili 1 selle külge kinnitatud kaasavedaja 5 abil.

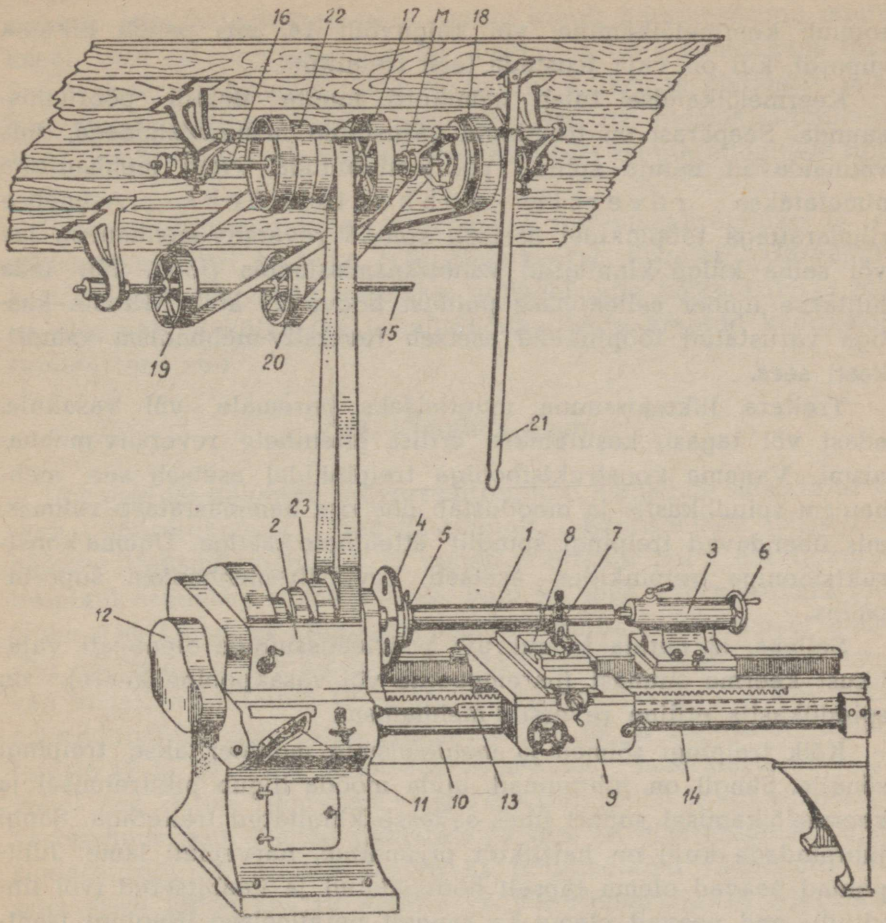
Kõrgekvaliteedilise detaili saamiseks on vajalik, et treipingi tsentrid oleksid heas seisukorras (kriimustusteta ja mõlkideta) ja et tsentriaugud detaili otspindades oleksid tehtud õigesti. Tuleb jälgida ka seda, et tsentriaukudesse ei satuks mustust ega prügi.

Eespool nägime, et olenevalt nõutavast lõikekiirusest ja töödeldava detaili läbimõõdust, tuleb detail (ja järelikult ka treipingi spindel) pöörlema panna ühe või teise pöörete arvuga minutis. Selleks on spindlikasti 2 keres eriline mehhanism. Vanema konstruktsiooniga treipinkidel selliseks mehhanismiks on astmeline rihmaratas, kusjuures pöörete arvu minutis muudetakse rihma ümberpaigutamisega rihmaratta erinevaile astmeile. Uuematel treipinkidel muudetakse pöörete arvu erilise mehhanismi abil, mis asetseb spindlikastis ja mida nimetatakse kiiruste kastiks.

Olenevalt töödeldava detaili pikkusest, saab tagumist tsenterpukki nihutada piki treipingi sängi ja kinnitada vajalikku kohta. Käsiratta 6 abil saab välja lükata tagumise tsenterpuki spindlit ühes sellesse kinnitatud tsentriga.

Treitera kinnitatakse terahoidjasse 7, mis asetseb supordil 8. Supordit ja järelikult, ka lõiketera saab nihutada piki sängi (piki-ettenihe) ja sängile risti (risti-ettenihe). Ettenihe toimub kas käsitsi

[1] Tsentriaugud puuritakse detaili otspindadesse enne töötlemist. Tsentriaukude kuju on üksikasjaliselt kirjeldatud § 35.




Joon. 20. Astmelise rihmarattaga universaaltreipink.

või automaatselt. Mõlemal juhul astuvad tegevusse mehhanismid supordi alumise kelgu külge kinnitatud supordipõlles 9. Supordi liikumiskiiruse (s. o. ettenihke suuruse) muutmiseks kasutatakse mehhanismi, mis asetseb ettenihete kastis 11 spindlikasti kõrval, tööpingi kere 10 alumises osas.

See mehhanism saab liikumise pöörlevalt spindlilt mitme hammasratta kaudu, mida varjab kaitsekilp 12. Ettenihete kasti mehhanism paneb omakorda pöörlema kas käigukruvi 13, mille abil

toimub keermelõikamine, või käiguvõlli 14, mis paneb liikuma supordi, kui on vaja teostada teisi treialitöid.

Keermelõikamisel tuleb mõnikord muuta detaili pöörlemissuunda. Seepärast on treipingid varustatud mehhanismidega, mis võimaldavad muuta spindli pöörlemissuunda. Neid mehhanisme nimetatakse reversiiv-mehhanismideks. Astmelise rihmarattaga tööpinkidel asetseb spindli reversiiv-mehhanism lae või seina külge kinnitatud vahetransmissioonis (joon. 20); teda lülitakse ümber sellekohase puidust hoova 21 abil. Kiiruste kastiga varustatud tööpinkidel asetseb reversiiv-mehhanism spindlikasti sees.

Treitera liikumissuuna muutmiseks paremale või vasakule, edasi või tagasi, kasutatakse erilist ettenihete reversiiv-mehhanismi. Vanema konstruktsiooniga treipinkidel asetseb see mehhanism spindlikastis ja moodustab ühe osa hammasrataste rühmas, mis ühendavad treipingi spindlit ettenihete kastiga. Uuema konstruktsiooniga treipinkides asetseb reversiiv-mehhanism supordipõlles.

Selleks, et muuta käigukruvi pöörlemissuunda olenevalt vajalikust keerme suunast (parempoolne või vasakpoolne keere), on spindlikastis eriline reversiiv-mehhanism.

Kõik treipingi sõlmed ja mehhanismid monteeritakse treipingi sängile. Sängil on juhtpinnad, mida mööda liigub pikitreimisel ja keermelõikamisel suport ühes sellesse kinnitatud treiteraga. Sängi juhtpindade kuju on harilikult prismaline, harvemini lame. Juhtpinnad peavad olema täpselt hööveldatud ja kaabitsetud (või lihvitud); nad peavad olema ka rangelt paralleelsed treipingi tsentrite teljega, sest sellest oleneb detailide töötlemise täpsus. Sängi pikkus määrab kindlaks antud treipingil töödeldavate detailide maksimaalse pikkuse.

Joonisel 20 kujutatud treipinki nimetatakse universaaltreipingiks. Me nägime juba, et temal saab, peale tavaliste treialitööde, lõigata tera abil keeret. Mitmesuguse sammuga keermete lõikamiseks on olemas peale ettenihete kasti veel üks mehhanism, mida nimetatakse vahetushammasrataste kitarriks. Joonisel 20 need hammasrattad on kaetud kaitsekestaga 12. Vanematüübilistel treipinkidel, kus polnud ettenihete kasti, toimus

supordi ettenihete muutmine — mitte ainult keermesammu muutmisel, vaid ka treimisel — kitarri hammasrataste vahetamise teel. See toiming oli treialile teataval määral tülikas ja põhjustas pealegi ebaproduktiivset ajakaotust. Kui aga on olemas ettenihete kasti mehhanism, saab kiiresti ning hõlpsasti muuta ettenihete suurust.

Tehastes kohtame kõige sagedamini universaaltreipinke (s. o. selliseid, milledel saab ka tera abil keeret lõigata). Harvemini kasutatakse niisuguseid treipinke, milledel pole käigukruvi ja mis on ette nähtud kõikideks treialitöödeks, välja arvatud keermelõikamine tera abil [1].

## § 10. Treipingi ajam.

Joonisel 20 näidatud universaaltreipingi astmeline rihmaratas 23 saab pöördliikumise transmissioonilt. Kronsteinide laagrites pöörlev transmissioonivõll 15 paneb pöörlema mitte ainult antud treipingi astmelise rihmaratta 23, vaid ka teisi kõrvalasuvaid tööpinke. Lae külge on kinnitatud peale transmissioonivõlli veel lühike võll 16, mida nimetatakse vahetransmissiooni-võlliks. Sellel istuvad vabalt rihmarattad 17 ja 18, mis saavad pöördliikumise transmissioonivõllile kinnitatud rihmaratastelt 19 ja 20. Kuna rihmarataste 17 ja 19 vahel on otsene rihm-ajam, rihmarataste 18 ja 20 vahel aga ristuv rihm-ajam, siis rihmarattad 17 ja 18 pöörlevad vastassuunaliselt. Nende rihmarataste sees on hõõrdesidurid (friktsioonsidurid) M. Puidust hoova 21 (niinimetatud rihmapuu) abil saab sisse lülida kas rihmaratta 17 või rihmaratta 18 friktsioonsidurit, ühendades seega kas üht või teist rihmaratast vahetransmissiooni-võlliga 16. Rihmaratta 17 siduri sisselülimine annab astmelisele rihmarattale ja järelikult ka treipingi spindlile otsesuunalise pöördliikumise, kuna rihmaratta 18 siduri ühendamine paneb spindli pöörlema tagasisuunas.

Vahetransmissiooni rihmarattad ühes sidurite ja rihmadega moodustavadki treipingi pealiikumise reversiiv-mehhanismi.

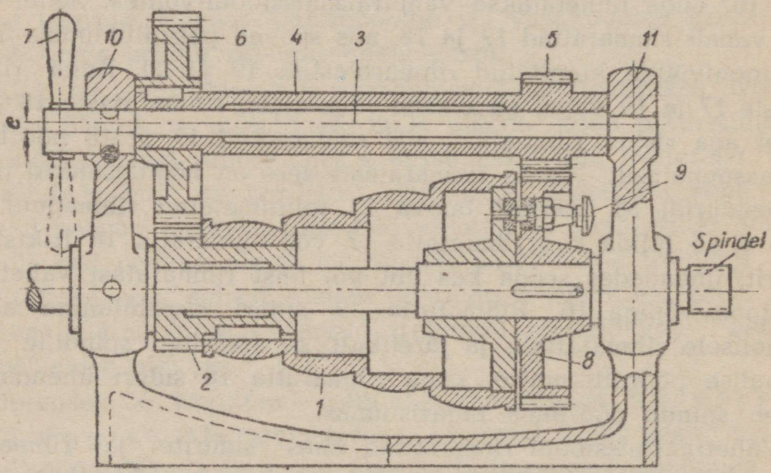
Vahetransmissiooni-võllile 16 on kinnitatud neljaastmeline

[1] Treipinkidel, milledel käigukruvi ei ole, saab väliskeeret lõigata keermelõikuri, sisekeeret aga keermepuuri abil.

rihmaratas 22; sellelt kandub liikumine rihma kaudu neljaastmelisele rihmarattale 23[1], mis istub vabalt treipingi spindlil. Kuni hoob 21 on keskmises (neutraalses) asendis ja rihmarataste siidurid on sisse lülimata, vahetransmissiooni-võll 16 ei pöörle ja astmeline rihmaratas on liikumatu. Niisiis ei ole hoob 21 mitte ainult spindli pöörlemissuuna muutmiseks, vaid eriti treipingi mehhanismide sisselülimiseks (käivitamiseks) ja peatamiseks.

## § 11. Spindlikast astmelise rihmaratta ja vaheülekandega.

Spindlikasti ülesanne on ülal hoida töödeldavat detaili ja anda talle pöördliikumist (tööliikumist). Spindlikast on näidatud joonisel 21. Tema malmkeres, mis on jäigalt kinnitatud treipingi sängile, asetseb spindel ja selle ajami mehhanism. Astmeline rihmaratas 1 istub spindlil vabalt; järelikult ta saab pöörelda spindlit käivitamata. Astmelisele rihmarattale on sisse pressitud hammasratas 2, mis pöörleb ühes temaga. Spindli taga, spindlikasti kere erilistes käppades, asetseb vaheülekande võll 3; sellel on ekstsentriliselt treitud otstapid, mis istuvad laagrites 10 ja 11. Vahe-



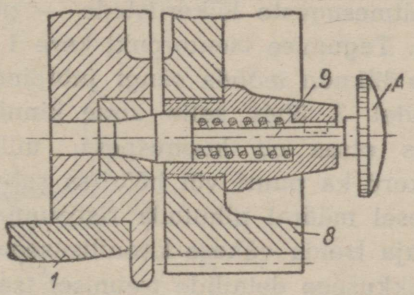

Joon. 21. Spindlikast astmelise rihmaratta ja vaheülekandega.

[1] Astmeliste rihmaratastega treipinkidel kõigub rihmaratta astmete arv 3-st 5-ni.

ülekande-võllil istub vabalt puks 4, mis moodustab ühe terviku hammasrattaga 5. Puksil 4 istub kiiluga kinnitatult hammasratas 6.

Kui me pöörame võlli 3 käepideme 7 abil, siis selle võlli otstappide ekstsentrilisuse tõttu hammasratas 6 kas hambub hammasrattaga 2 või lahutub temast; samal ajal hammasratas 5 kas hambub hammasrattaga 8 või lahutub sellest. Hammasratas 8 on jäigalt ühendatud treipingi spindliga. Hammasrattad 2 ja 6, 8 ja 5 ning võll 3 moodustavad mehhanismi, mida nimetatakse **vaheülekandeks**.

Hammasratas 8 ühendatakse astmelise rihmarattaga 1 või lahutatakse sellest vedrutihvti 9[1] abil. Joonis 22 kujutab vedrutihvti suurendatud mastaabis. Selleks, et lahutada hammasratast 8 astmelisest rihmarattast 1, tuleb välja tõmmata tihvtiga 9 ühendatud nupp A ning pöörata seda.




Joon. 22. Vaheülekande vedrutihvti ehitus.

Kui me lülime vaheülekande sisse, s. o. ühendame hammasrattad 2 ja 6, 5 ja 8 (joon. 21) ja lahutame hammasratta 8 astmelisest rihmarattast 1 (välja tõmmates tihvti 9), siis see rihmaratas hakkab hammasrataste 2 ja 6 kaudu pöörama vaheülekande puksi 4, hammasrattaid 5 ja 8 ning järelikult ka treipingi spindlit.

Vaheülekande hammasrataste hammaste arv on valitud selliselt, et spindel pöörleks tunduvalt aeglasemalt kui astmeline rihmaratas 1.

Ajami rihma saab vahetransmissiooni astmelisel rihmarattal ümber asetada ühelt astmelt teisele (vt. joon. 20) ning muuta

[1] Vanema konstruktsiooniga treipinkides kasutatakse tihvti asemel sageli polti.

seega spindlil istuva astmelise rihmaratta ja järelikult ka spindli enda pöörlemiskiirust. Spindli kiiruste arv oleneb astmete arvust. Kui näiteks rihmarattad on neljaastmelised, siis saab anda spindlile neli erinevat pöörlemiskiirust rihma ümberasetamise teel ühelt astmelt teisele. Peale selle võib tööpingi spindel saada vaheülekande hammasrataste kaudu veel neli aeglustatud kiirust.

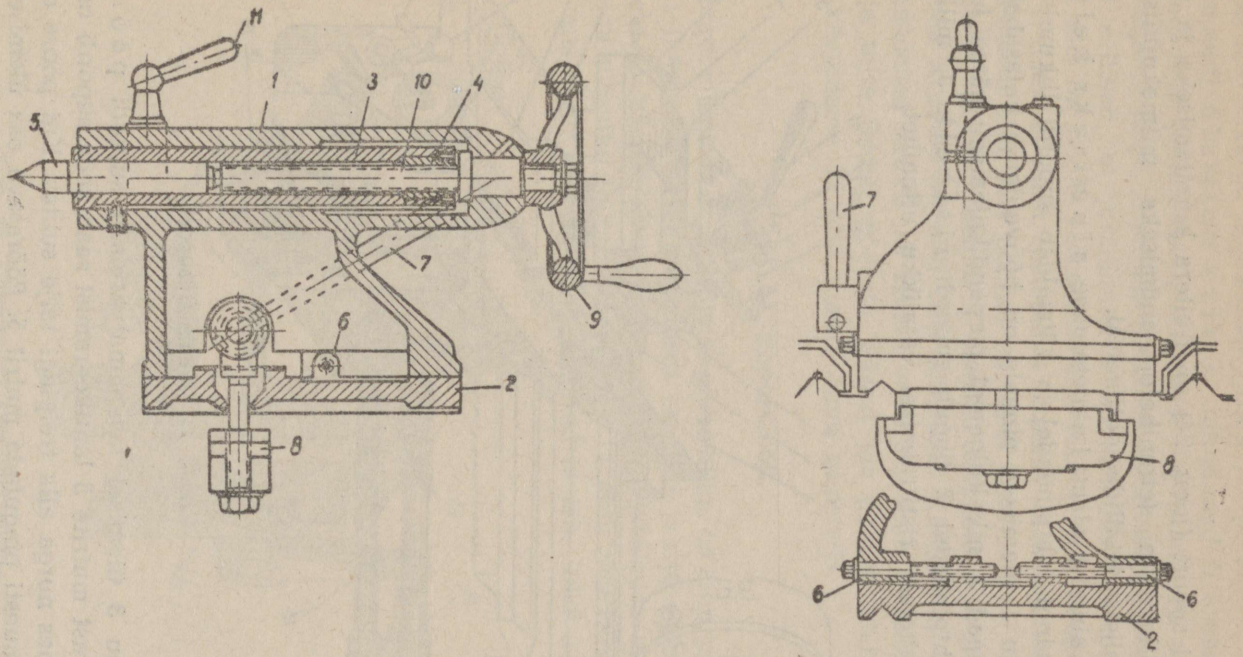
Sel moel saab kõnesoleva treipingi spindlile anda kaheksa erinevat pöörete arvu minutis.

## § 12. Tagumine tsenterpukk.

Tagumine tsenterpukk on tsentrite vahel töödeldavale detailile teiseks toetuspunktiks. Mõnel juhul kasutatakse tagumist tsenterpukki ka mitmesuguste lõikeriistade — puuride, hõõritsate jms. kinnitamiseks. Tagumise tsenterpuki kere 1 (joon. 23) seisab alusel 2, mis saab liikuda mööda sängi juhtpindu. Kere avauses asetseb kiilul spindel 3 ühes selle sisse kinnitatud mutriga 4. Spindli eespoolses otsas on koonuspesa, millesse asetatakse tsenter 5 ja mõnikord ka puuri või hõõritsa saba. Kruvide 6 abil saab keret 1 vähesel määral nihutada ristisuunas alusel 2. Seda tehakse, kui on vaja treida vähese koonilisusega koonuseid.

Mitmesuguse pikkusega detailide treimisel tsentrite vahel nihutatakse alust 2 ühes tagumise tsenterpuki kerega piki sängi ja kinnitatakse vajalikku kohta. Tsenterpuki kinnitamine sängile toimub kas harilike kinnituspoltide või erilise seadeldise abil, mis koosneb ekstsenter-kinnitajast ja klambrist 8. Käepideme 7 abil lõdvendatakse klamber 8; siis nihutatakse tsenterpukki ja tõmmatakse klamber uuesti pinguli. Tsenterpuki spindli 3 nihutamine toimub käsiratta 9 abil. Käsiratas pöörab kruvi 10 mutris 4, mis on sisse pressitud spindli parempoolsesse otsa. Käepide 11 on selleks, et kinnitada spindlit soovitud asendisse tsenterpuki keres ning tõkestada spindli paigaltnihkumist pikisuunas.

Tagumise tsentri eemaldamiseks spindli koonuspesast keeratakse käsiratast 9; seejuures kruvi 10 tõmbab spindlit tsenterpuki sisse tagasi. Äärmises tagumises asendis kruvi 10 ots tõukab tsentri 5 välja; tsenter lõdveneb ja teda saab välja võtta.

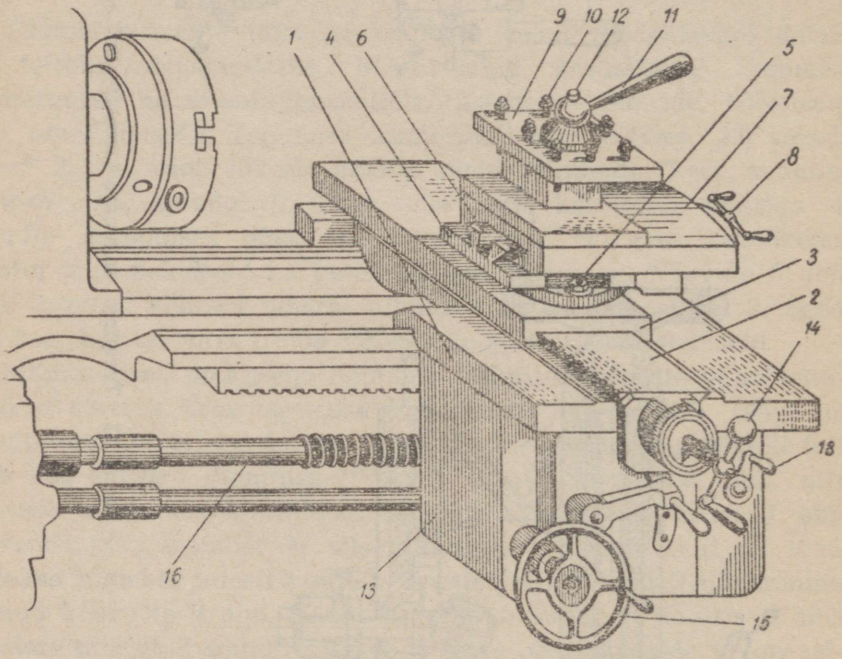



**Joon. 23.** Treipingi tagumise tsenterpuki ehitus.

## § 13. Suport.

Treipingi suport (joon. 24) on treitera kinnitamiseks ja temale vajalike liikumiste (ettenihete) andmiseks mitmekujuliste ja mitmemõõteliste detailide töötlemisel.

Supordi alumist plaati 1 nimetatakse alumiseks kelguks; ta libiseb sängi juhtpindadel ja võimaldab supordi liikumist piki sängi. Kelgu 1 ülemisele pinnale on hööveldatud kalasabakujulised juhtpinnad 2, mis kulgevad perpendikulaarselt sängi juhtpindadega. Juhtpindadel 2 liugub supordi ristkelk 3, mille abil antakse treiterale ristitreimisel vajalikku ettenihet.




Joon. 24. Treipingi suport.

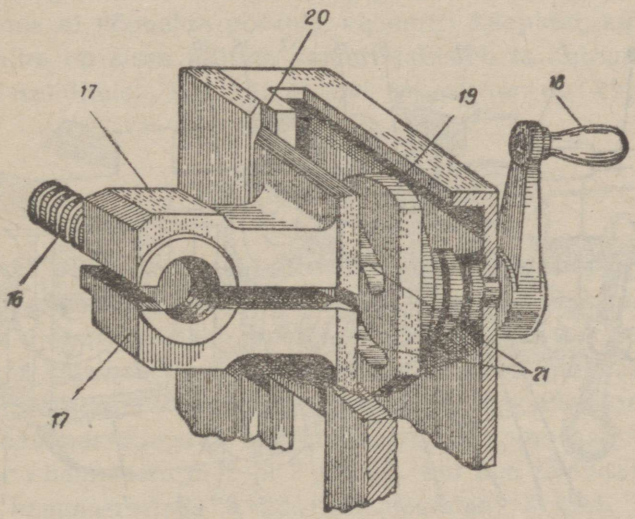
Ristkelgu 3 ülemisel tasapinnal asetseb supordi pööratav osa 4. Pärast mutrite 5 lahtikeeramist saab seda supordi osa pööra mistahes nurga alla treipingi telje suhtes. Kui pööre on tehtud, tuleb uuesti pingutada mutrit 5. Pööratava osa ülemisele pin-

nale on hööveldatud kalasabakujulised juhtpinnad 6, milledel liugub supordi ülemine kelk 7. Juhtpinnad 6 asetsevad sängi juhtpindadega paralleelselt; seepärast liigub supordi ülemine kelk piki treipingi telge. Koonuse treimisel asetatakse supordi pööratav osa 4 selliselt, et juhtpinnad 6 moodustaksid treipingi teljega nurga, mis on poole väiksem töödeldava detaili koonuse tipunurgast. Treides koonust, pannakse supordi ülemine osa 7 liikuma käepideme 8 abil, mis pöörab vastavat kruvi.

Supordi ülemisel kelgul 7 asetseb terahoidja 9, millesse saab kinnitada kruvide 10 abil neli lõiketera. Käepideme 11 abil, mis on ühendatud kruvil 12 istuva mutriga, saab terahoidjat vabastada ja telje ümber pöörata. Pärast iga pööret tuleb terahoidja sama käepideme 11 abil uuesti kinni pigistada.

## § 14. Supordipõll.

Supordi alumise kelgu alumise pinna külge on kinnitatud supordipõll 13 (joon. 24), mille sisemuses on piki- ja risti-ettenihete (automaatsete ja käsitsi-ettenihete), samuti ka juhtimise mehhanismid. Ristkelgu ettenihe toimub käepideme 14 abil. See käepide pöörab kruvi, mis läbib ristkelguga ühendatud mutrit. Käsiratta 15 keera-

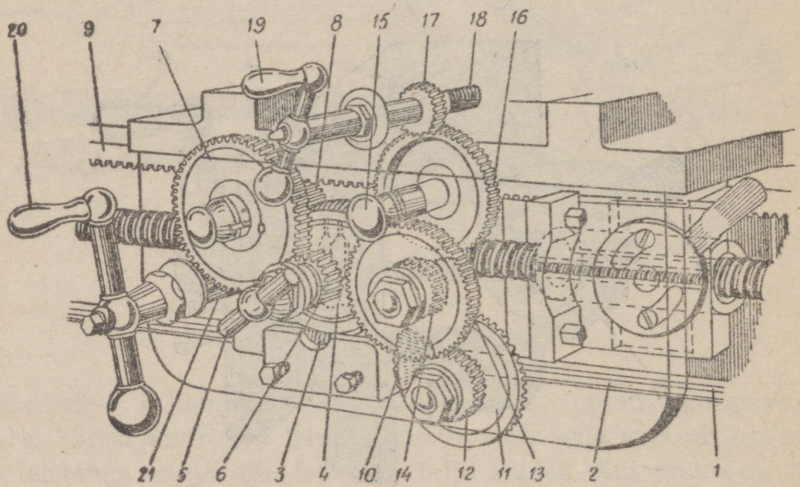



Joon. 25. Käigukruvi veomutri ehitus.

mise teel saab anda kogu supordile käsitsi piki-ettenihke-liikumist sängi juhtpindadel. Käigukruvi 16 kasutatakse ainult keermetamisel. Käigukruvi mutter, mida nimetatakse veomutriks, asetseb supordipõlles ning koosneb kahest poolest (joon. 25). Keermetamiseks tuleb ligistada veomutri 17 mõlemad pooled teineteisele käepideme 18 abil; nad haaravad kruvi 16 nii, et selle pööramisel supordipõll ja ühes sellega ka suport ise hakkab liikuma pikisuunas.

Veomutri poolte kokkusurumise ja laialilükkamise mehhanism on järgmise ehitusega. Käepideme 18 võllile on kinnitatud ketas 19 kahe spiraalse sisselõikega 21, milledesse käivad veomutri alumise ja ülemise poole tapid. Ketta 19 keeramisel need sisselõiked suruvad tappe kokku või lükkavad neid laiali. Mutri pooled liuguvad põlle kalasabakujulistel juhtpindadel 20.

Piki-ettenihe teostub kõigil treipinkidel hammaslati abil, mis on jäigalt kinnitatud treipingi kerele. Sel hammaslatil veereb supordipõlles istuv hammasratas. Joonisel 26 kujutatud latt-ajami hammasratas 8 saab pöörlemise käiguvõllilt 1. Käiguvõllil istub tigu 3, mille liugekiil võib liikuda käiguvõlli pikas kiilunuudis 2. Tigu 3 paneb pöörlema tiguratta 4. Kui me ühendame tiguratta 4




Joon. 26. Treipingi supordipõll.

käepideme 5 abil hõõrdesiduri kaudu hammasrattaga 6, siis viimane annab pöörlemise edasi temaga ühendatud hammasrattale 7; ühes sellega hakkab pöörlema samal võllil istuv latt-ajami hammasratas 8. See hammasratas veereb mööda liikumatut hammaslatti 9, liikudes seega ühes supordipõlle ja kogu supordiga piki treipingi sängi.

Käiguvõllil istub tigu 3 kõrval (joon. 26) koonushammasratas 10, mille kiil liugub samuti käiguvõlli 1 pikas kiilunuudis 2. Koonushammasratas 10 annab pöörlemise edasi koonushammasrattale 11 ja silinderhammasratastele 12, 13 ja 14. Ühendades nupu 15 abil hammasratta 17 hammasrattaga 16, mis on hambumises hammasrattaga 14, paneme pöörlema risti-ettenihkekruvi 18.

Risti-ettenihke väljalülimiseks katkestatakse ühendus hammasrataste 16 ja 17 vahel, kasutades selleks jällegi nuppu 15.

Käsitsi risti-ettenihe teostub käepideme 19 abil, käsitsi piki-ettenihe aga käepideme 20 abil hammasrataste 21, 7 ja 8 kaudu.

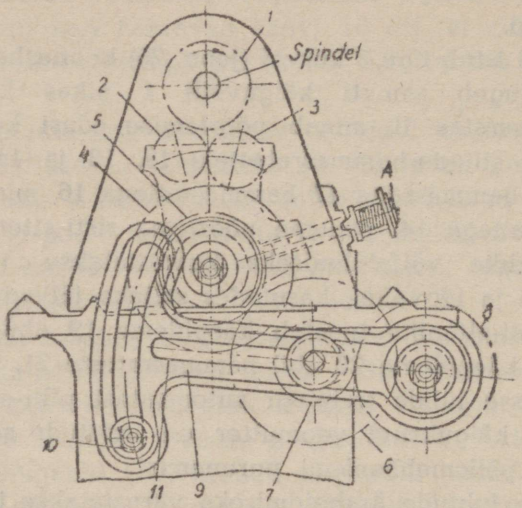
Ei tohi sisse lülida treipingi automaatset piki-ettenihke mehhanismi, kui käigukruvi veomutter on suletud: see põhjustaks paratamatult põllemehhanismi purunemist.

Seesuguste juhtude ärahoidmiseks varustatakse treipink erilise mehhanismiga, mida nimetatakse plokeerimismehhanismiks, mis ei võimalda pöörata veomutri käepidet, kui automaat-pikiettenihe on sisse lülitud; samuti takistab ta automaat-pikiettenihke sisselülimist, kui käigukruvi veomutter on kinni.

## § 15. Ettenihkemehhanism.

Suport saab automaat-ettenihke-liikumise tööpingi spindlilt (joon. 27). Spindli vasakpoolsel otsal istub jäigalt kinnitatud hammasratas 1, millega saab hoova A abil ühendada kas hammasratast 2 või hammasratast 3. Hammasratas 3 on pidevas hambumises hammasrattaga 2 ja hammasrattaga 4. Kui ühendada hammasratas 1 hammasrattaga 2, siis antakse pöörlemine hammasrattale 4 kahe vahe-hammasratta 2 ja 3 kaudu; kui aga ühendada hammasratas 1 hammasrattaga 3, siis hammasratas 4 saab pöörlemise ainult ühe vahehammasratta kaudu; järelikult hakkab ta pöörlema

esimesele juhule vastupidises suunas[1]. Kui hoob A on keskmises asendis, nagu seda näitab joon. 27, siis hammasrattad 2 ja 3 ei ole ühendatud hammasrattaga 4 ning ettenihkemehhanism on välja lülitud.




Joon. 27. Ettenihkemehhanism.

Hammasratas 4 istub ühisel võllil hammasrattaga 5, mis kuulub vahetushammasrataste kitarri mehhanismi. Hammasratas 5 annab pöörlemise edasi hammasratastele 6, 7 ja 8; viimased on vahetushammasrattad, sest neid saab maha võtta ja teisi asemele panna. Et võimaldada erineva hammaste arvuga hammasrataste hambumist omavahel, tuleb pöörata kitarri keha 9 hammasratta 8 telje ümber ning kinnitada ta vajalikku asendisse poldi 10 abil. Peale selle saab nihutada hammasrataste 6 ja 7 ühist võlli kitarri keha sirges väljalõikes 11 ning kinnitada ta vajalikus kohas poldi abil.

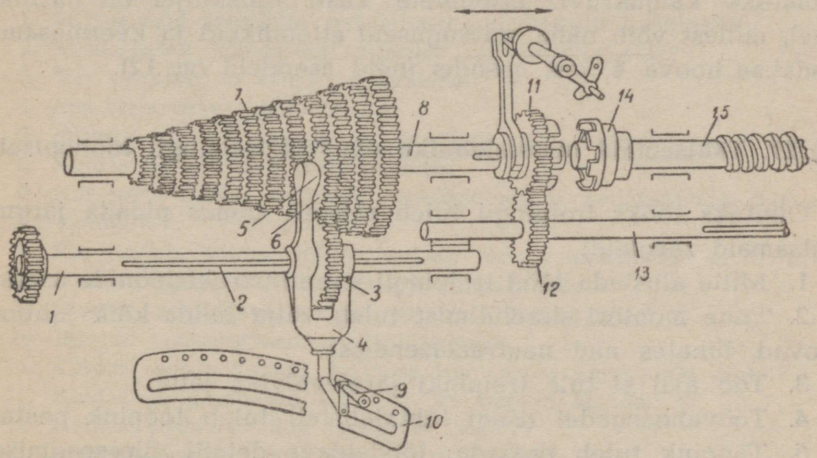
Lihtsama konstruktsiooniga treipinkidel istub hammasratas 8 tavaliselt käigukruvi otsas, mis annab supordile ettenihkeliiku-

[1] Siin kirjeldatud mehhanism on niinimetatud „trensel". Ta on lihtsamais treipinkides laialdaselt kasutatav; tema ülesandeks on muuta ettenihke suunda.

mise. Täiuslikumail treipinkidel on see hammasratas kinnitatud ettenihete kasti esimese võlli otsa (ettenihete kasti ülesandeks on muuta käigukruvi ja käiguvõlli pöörlemiskiirust, s. o. ettenihke suurust). Kui pingil ei ole ettenihete kasti, siis muudetakse ettenihke suurust ainuüksi kitarri hammasrataste vahetamise teel. See on tülikam, põhjustades suurt ajakulu.

## § 16. Ettenihete kast.

Ettenihete kasti esimene võll 1 (joon. 28) saab pöörlemise kitarri vahetushammasratastelt. Sel võllil on pikk kiilunuut 2, milles liugub hammasratta 3 liugekiil. Hammasratas 3 asetseb hoova 4




Joon. 28. Nortoni ettenihete kasti skeem.

harude vahel, milledest võll 1 läheb vabalt läbi. Hoova 4 ülemises otsas on võll 5; sellel pöörleb vabalt hammasratas 6, mis on pidevalt hambumises hammasrattaga 3. Hoova 4 abil saab nihutada hammasratast 3 ühes hammasrattaga 6 piki võlli 1; kallutades hooba 4 saab ühendada hammasratast 6 mistahes hammasrattaga neist kaheteistkümnest hammasrattast, milledest koosneb võllile 8 kinnitatud Nortoni koonus 7.

Hoovale 4 saab anda 12 erisugust asendit, vastavalt hammasrataste 7 arvule. Hoova kinnitamine igaühes neist asendeist toi-

mub tihvti 9 abil, mis pistetakse vastavasse auku ettenihete kasti esiseinas 10.

Hoova 4 ümberasetamisel muutub võlli 8 pöörlemiskiirus, sest hammasratas 6 hambub mitmesuguste hammasratastega 7. Võlli parempoolsel otsal istub liugekiilul hammasratas 11, mille parempoolne lauppind on varustatud nukkidega. Hammasratas 11 võib hambuda hammasrattaga 12, mis on liikumatult kinnitatud käiguvõllile 13. Nihutades aga hammasratast 11 võllil 8 paremale, katkestame tema ühenduse hammasrattaga 12 ja ühendame ta nukksiduriga 14, mis istub jäigalt käigukruvi 15 otsal. Seega ühendame võlli 8 otse käigukruviga 15. Käigukruvi sisselülimisel jääb käiguvõll 13 liikumatuks; vastupidi, käiguvõlli sisselülimisel jääb liikumatuks käigukruvi. Ettenihete kasti välisküljel on harilikult tabel, millest võib näha, missuguseid ettenihkeid ja keermesamme saadakse hoova 4 igas asendis (neid asendeid on 12).

### § 17. Tähtsamaid ohutustehnika nõudeid treipingil töötamisel.

Ohutuks tööks treipingil tuleb rangelt silmas pidada järgmisi tähtsamaid reegleid:

1. Mitte alustada tööd treipingil enne instruktsioonide saamist.
2. Enne mootori sisselülimist tuleb välja lülida kõik juhtimishoovad, lükates nad neutraalasendisse.
3. Töö ajal ei tule treipinki järelevalveta jätta.
4. Töövaheaegadel (isegi lühiajalistel) tuleb tööpink peatada.
5. Tööpink tuleb peatada: töödeldava detaili ülesseadmiseks ja mahavõtmiseks, lõikeriistade vahetamiseks, pingi puhastamiseks ja määrimiseks, samuti ka laastude kõrvaldamiseks.
6. Metallide töötlemisel, mis annavad elementaarlaastu, tuleb kasutada kaitseprille.
7. Laastude eemaldamine tööpingilt võib toimuda ainult eriliste konksude või harjade abil.
8. Tööpingi juures ei tohi töötamise ajal kanda avaraid ega lipendavaid riideid; naistöölised peavad oma juuksed tingimata kinni siduma ja pearäti otsad sissepoole keerama.
9. Töötamise ajal tuleb kanda erilist, tihedalt keha külge liibuvat tööriietust.

10. Tööpingi töötamise ajal ei tohi maha võtta rihmade ja hammasrataste kaitsekatteid.

11. Rihmade ümberasetamist rihmaratastel kiiruse vahetamise otstarbel tohib teostada ainult rihmapuu abil.

12. Töökohal tuleb hoida puhtust ja korda.

Kategooriliselt on keelatud:

a) teostada töödeldava detaili mõõtmist tööpingi töötamise ajal,

b) kätega pidurdada pöörlevat padrunit.

**Kontrollküsimusi.**

1. Missuguseid treipinke nimetatakse universaaltreipinkideks?
2. Missugustest põhiosadest koosneb universaaltreipink?
3. Mis otstarve on sängi juhtpindadel?
4. Mis otstarve on spindlikastil?
5. Milleks on tarvis, et spindel saaks pöörelda mitmesuguse kiirusega?
6. Kuidas on ehitatud vaheülekanne?
7. Kui palju kiirusi on lihtsa vaheülekande ja neljaastmelise rihmarattaga treipingil?
8. Mis juhtub, kui me lülime korraga sisse vaheülekande ja tihvti, mis ühendab suurt hammasratast astmelise rihmarattaga?
9. Kuidas saab panna spindlit pöörlema tagasisuunas?
10. Mis on tagumise tsenterpuki ülesanne?
11. Kuidas saab nihutada tagumise tsenterpuki keret selle alusel?
12. Kuidas on kinnitatud tagumise tsenterpuki spindel?
13. Kuidas võetakse välja tagumine tsenter?
14. Kuidas võetakse välja spindlikasti tsenter?
15. Missugustest põhiosadest koosneb suport?
16. Mis on supordi pööratava osa ülesanne?
17. Mis on supordipõlle ülesanne?
18. Mis on käiguvõlli ülesanne?
19. Milleks kasutatakse käigukruvi?
20. Kuidas on ehitatud käigukruvi veomutter?
21. Kuidas antakse pöörlemine edasi spindlilt käiguvõllile ja käigukruvile?
22. Mis on trensli ülesanne ja kuidas trensel on ehitatud?
23. Kuidas on ehitatud Nortoni tüüpi ettenihete kast?

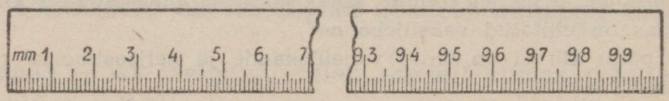
## III peatükk.

## MÕISTEID MÕÕTERIISTADEST.

Mõõtmiseks ja töödeldud detailide mõõdete kontrollimiseks kasutab treial mitmesuguseid mõõteriistu. Jämedalt töödeldud detailide mõõtmiseks kasutatakse mõõte-joonlaudu, välistastreid ja sisetastreid, kõrge täpsusega töödeldud detailide mõõtmiseks aga — nihkkaliibreid, mikromeetreid jms.

### § 18. Mõõte-joonlaud. Välistaster. Sisetaster.

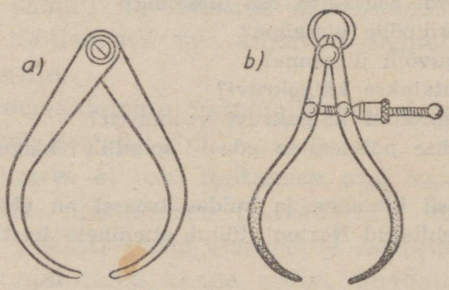
Mõõte-joonlauda (joon. 29) kasutatakse detailide pikkusmõõdete ja välisläbimõõtude mõõtmiseks. Enamlevinud on millimeeterjaotustega terasest joonlauad, pikkusega 150 kuni 300 mm.




Joon. 29. Mõõte-joonlaud.

Pikkust mõõdetakse, asetades joonlaua otse vastu töödeldavat detaili. Jaotuste algus ehk nullpunkt asetatakse mõõdetava detaili ühe otsa kohale; siis loetakse jaotust, mis on detaili teise otsa kohal.

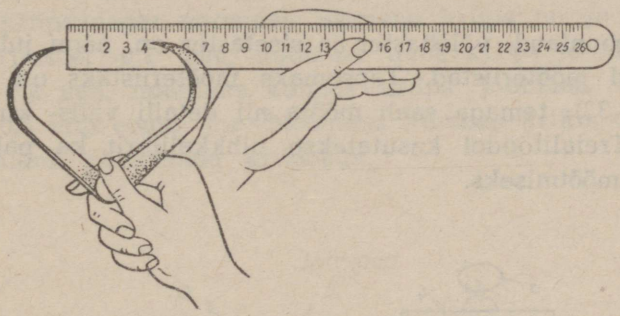
Mõõte-joonlauaga saavutatav mõõtmise täpsus on 0,5 mm.




Joon. 30. Välistastrid: a — harilik; b — vedruga.

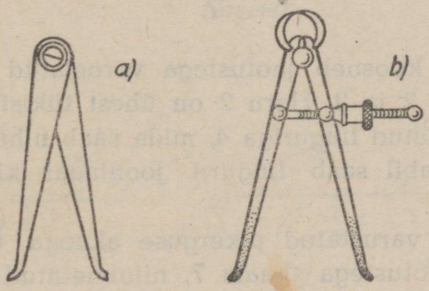
Välistaster (joon. 30-a) on lihtsaim mõõteriist töödeldavate detailide välismõõdete jämedaks mõõtmiseks. Välistaster koosneb kahest painutatud harust; mõlemad harud on ühendatud ühise teljega, mille ümber nad võivad pöörelda. Kergete löökidega detaili või mõne muu kõva eseme vastu lükatakse harud selliselt koomale, et nende otsad puudutaksid detaili välispindu.

Mõõdete ülekandmise viis mõõdetavalt detaililt mõõte-joonlauale on näidatud joonisel 31.




Joon. 31. Välistastriga mõõdetud pikkuse määramine mõõte-joonlaual.

Joonisel 30-b on toodud vedruga ja seadekruviga välistaster. Sellise välistastri eelised võrreldes joon. 30-a kujutatud tastriga on selles, et tema harud püüavad vedru mõjul teineteisest eemalduda; harude vahekaugust ei reguleerita löökidega, vaid kruvi abil. Teatud kindlale mõõdule seatud harud ei nihku paigast mõne ettevaatamatu löögi või muu juhusliku põhjuse tõttu. Välistastri



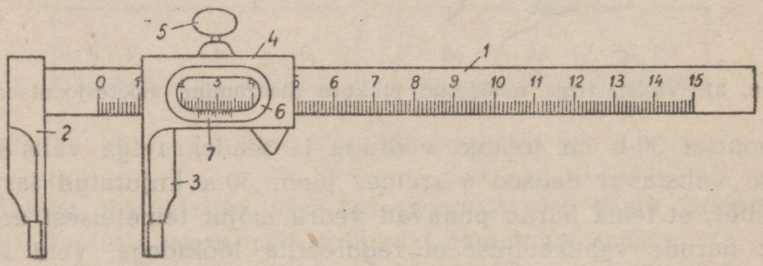

Joon. 32. Sisetastrid: a — harilik; b — vedruga.

mõõtmise täpsus kõigub 0,25 kuni 0,5 mm, olenevalt töölise tähelepanust ja tema nägemise teravusest.

S i s e t a s t e r. Sisemõõdete jämedaks mõõtmiseks kasutatakse joonisel 32-a kujutatud harilikku sisetastrit, samuti ka vedruga sisetastrit (joon. 32-b). Sisetastrite ehitus on sarnane välistastrite omaga.

## § 19. Nihkkaliiber.

Mõõte-joonlaud, välistaster ja sisetaster on, nagu juba öeldud, jämedamad mõõteriistad. Täpsemaks mõõteriistaks on nihkkaliiber (joon. 33); temaga saab mõõta nii detaili välis- kui ka sisemõõteid. Treialitöödel kasutatakse nihkkaliibrit ka paksuse ja sügavuse mõõtmiseks.




Joon. 33. Nihkkaliiber.

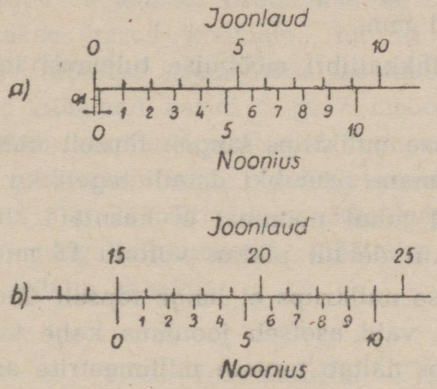
Nihkkaliiber koosneb jaotustega varustatud terasjoonlauast 1 ja kahest harust 2 ja 3. Haru 2 on ühest tükist joonlauaga, kuna haru 3 on ühendatud liuguriga 4, mida saab nihutada mööda joonlauda. Kruvi 5 abil saab liugurit joonlaual kinnitada mistahes asendisse.

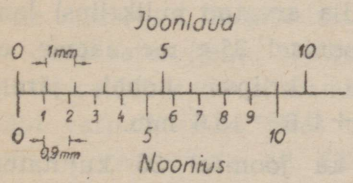
Liugur 4 on varustatud pikerguse aknaga 6, mille alumisel kaldserval on jaotustega skaala 7, niinimetatud n o o n i u s. Noonius võimaldab mõõtmise täpsust kuni 0,1 mm, täpsemail nihkkaliibreil isegi kuni 0,02 mm. Kui nihkkaliibri liuguril ei ole noo-

niusejaotusi, siis sellise nihkkaliibri mõõtmise täpsus on kuni 0,5—1 mm.

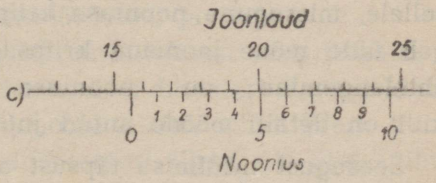
N o o n i u s e p õ h i m õ t e. Nooniuse skaala (joon. 34) on jagatud kümneks võrdseks osaks, skaala pikkus aga on 9 mm, s. o. üheksa joonlauajaotust. Järelikult iga nooniusejaotus võrdub 0,9 mm; ta on ühest joonlauajaotusest 0,1 mm võrra lühem.

Kui me lükkame nihkkaliibri harud tihedalt kokku, siis nooniuse nullkriips liuguril langeb täpselt ühte joonlaua nullkriipsuga. Teised nooniuse kriipsud, välja arvatud viimane, ei ühtu joonlaua kriipsudega: nooniuse esimene kriips on joonlaua esimesest kriipsust 0,1 mm, nooniuse teine kriips joonlaua teisest kriipsust 0,2 mm, nooniuse kolmas kriips joonlaua kolmandast kriipsust 0,3 mm eemal jne. Nooniuse kümnes kriips aga langeb ühte joonlaua üheksanda kriipsuga.




Joon. 34. Nihkkaliibri nooniuse skaala.




Joon. 35. Nihkkaliibri nooniuse lugemine.

Seepärast, kui me lükkame nooniust paremale, nii et nooniuse esimene kriips (mitte nullkriips) langeks ühte joonlaua esimese kriipsuga (joon. 35-a), siis tekib nihkkaliibri harude vahele 0,1 mm laiune pilu. Nooniuse teise kriipsu ühtelangemisel joonlaua teise kriipsuga on harude vahekaugus juba 0,2 mm, nooniuse kolmanda kriipsu ühtelangemisel joonlaua kolmanda kriipsuga — 0,3 mm jne. Järelikult näitab joonlaua kriipsuga ühtelangev nooniuse kriips millimeetri kümnendikkude arvu.

Oletame, et meil on vaja seada nihkkaliiber pikkusele 15,1 mm. Selleks lükkame nooniuse nullkriipsu joonlaua 15-nda kriipsu kohale (joon. 35-b), mis vastab harude vahekaugusele 15 mm. Nooniuse esimene kriips on muidugi joonlaua 16-ndast jaotusest 0,1 mm eemal. Kui me nüüd nihutame nooniust edasi, kuni tema esimene kriips langeb ühte joonlaua 16-nda kriipsuga, siis suureneb harude vahekaugus 0,1 mm võrra; järelikult saame soovitava pikkuse, s. o. 15,1 mm.

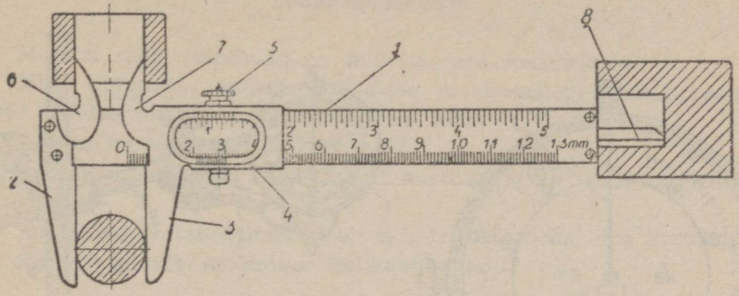
Nooniusega nihkkaliibri mõõtmise tulemusi loetakse järgmisel viisil:

1. Kui nooniuse nullkriips langeb täpselt ühte mõne joonlaua kriipsuga, siis viimane osutabki detaili tegelikku pikkust tervetes millimeetrites; sel juhul nooniust ei kasutata. Joon. 35-b näitab nooniuse seisu, kui detaili pikkus võrdub 15 mm.

2. Kui nooniuse nullkriips ei lange täpselt ühte joonlaua kriipsuga (joon. 35-c), vaid asetseb joonlaua kahe kriipsu vahel, siis vasakpoolne kriips näitab tervete millimeetrite arvu (antud juhul 15 mm), kuna millimeetri kümnendikud loetakse nooniuse abil. Kümnendikud lisatakse tervete millimeetrite arvule, vastavalt sellele, missugune nooniuse kriips (välja arvatud nullkriips) langeb ühte mõne joonlaua kriipsuga. Joonisel 35-c me näeme, et ühtelangemine on nooniuse 6-nda kriipsu kohal; järelikult on detaili mõõde antud juhul $15 + 0{,}6 = 15{,}6$ mm.

Seesugust mõõtmise täpsust annab ka joonisel 36 kujutatud „Kolumbus"-tüüpi nihkkaliiber. See on kombineeritud nihkkaliiber, mis ühendab endas nihkkaliibrit, sisetastrit ja sügavusmõõt-

jat. Pikemate harude 2 ja 3 abil saab mõõta välisläbimõõte, lühemate harude 6 ja 7 abil — siseläbimõõte. Sügavuse mõõtmiseks on peenike varb 8, mis on ühendatud liuguriga 4. Liugur võib nihkuda piki joonlauda 1; teda kinnitatakse kruviga 5.



Joon. 36. „Kolumbus"-tüüpi nihkkaliiber.

Välisläbimõõtude mõõtmisel asetatakse detail harude 2 ja 3 vahele ja lükatakse harud koomale, nii et nad puudutaksid detaili (joon. 36). Detailide sisemõõtude mõõtmisel asetatakse nihkkaliibri ülemised lühemad harud 6 ja 7 mõõdetavasse auku ja lükatakse nad laiali, kuni nad puutuvad augu seinte vastu. Sügavuse mõõtmisel pistetakse varb 8 mõõdetavasse auku, nii et varva peenike ots ulatuks põhja (joon. 36). Augu sügavus vastab seejuures liuguri paigaltnihkumisele; mõõtmise näidud loetakse nooniuse abil joonlaua skaalalt.

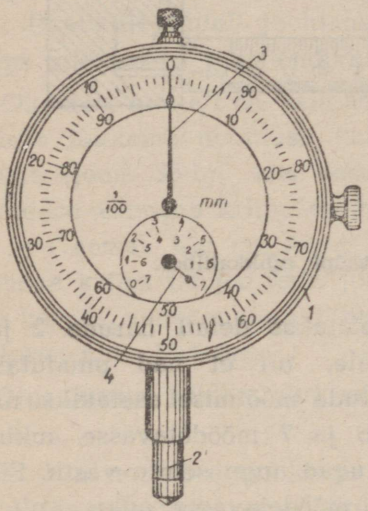
## § 20. Indikaatorid.

Indikaatorite abil mõõdetakse väikesi kõrvalekaldumisi detailide nõutavast läbimõõdust, pikkusmõõdetest ja kujust.

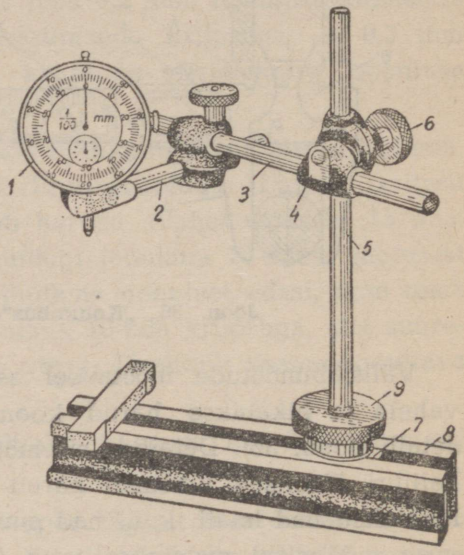
Indikaator (joon. 37) koosneb silindrikujulisest metallkarbist 1, mis sisaldab selle aparaadi mehhanismi. Indikaatori karbist läheb läbi varb 2, mille otsas on väljapoole ulatuv tihvt. Varb 2 on püsiva vedrusurve all. Lükates indikaatori tihvti alt üles, nihutame varba telje suunas; seejuures liigub osuti 3 mööda numbrilauda.

Indikaatori numbrilaual on 100 võrdset jaotust.

Kui osuti 3 liigub edasi ühe jaotuse, siis tihvt ja varb nihkuvad $^1/_{100}$ mm. Järelikult teeb osuti numbrilaual täispöörde, kui varva liikumise ulatus on 1 mm. Osuti 4 näitab terveid pöördeid.




Joon. 37. Indikaator.




Joon. 38. Indikaator statiivil.

Käsitsemise hõlbustamiseks kinnitatakse indikaator 1 (joon. 38) varvale 2 ning varva 3 ja muhvi 4 abil püst-statiivi 5 külge. Varva 3 ja indikaatori kinnitamine vajalikule kõrgusele toimub kruvi 6 abil. Statiiv 5 kinnitatakse alusplaadi 8 nuudisse 7 mutriga 9, millel on karestatud välisserv.

Selleks, et kindlaks teha detaili mõõdete kõrvalekaldumist antud põhimõõtest, viiakse indikaatori tihvt kokkupuutesse mõõdetava pinnaga ja vaadatakse osuti 3 algseisu numbrilaual. Siis nihutatakse indikaatorit aeglaselt mööda mõõdetavat pinda või vastupidi — nihutatakse detaili indikaatori tihvti suhtes. Kui mõõdetaval pinnal on kühmusid või lohke, siis indikaatori varb liigub vertikaalsuunas üles või alla ja paneb liikuma osuti 3;

ühes sellega liigub ka osuti 4. Osuti 3 algseisust kõrvalekaldumine näitab kühmu (või nõgususe) suurust sajandikmillimeetrites, osuti 4 kõrvalekaldumine aga — tervetes millimeetrites.

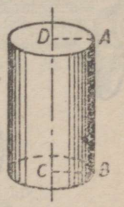
**Kontrollküsimusi.**

1. Mis on mõõtejoonlauad ja milleks neid kasutatakse?
2. Mida kujutavad endast välistaster ja sisetaster? Milleks neid kasutatakse? Kuidas toimub mõõtmine nende abil?
3. Kuidas on ehitatud nihkkaliiber?
4. Kuidas on ehitatud nihkkaliibri noonius ja kui suur on tema mõõtmise täpsus?
5. Kuidas on ehitatud indikaator ja mis otstarbeks teda kasutatakse?
6. Kuidas toimub mõõtmine indikaatori abil?

## IV peatükk.

## SILINDERPINDADE VÄLISTREIMINE.

Silinderpind (joon. 39) tekib püstküliku ABCD külje AB tiirlemisel külje CD ümber, mida nimetatakse silindri teljeks. Enamik masinaehituses kasutatavaid detaile on silinderpindadega, mida töödeldakse treipinkidel. Seesugusteks detailideks on näiteks spindel, võllid, poldid, puksid jms.



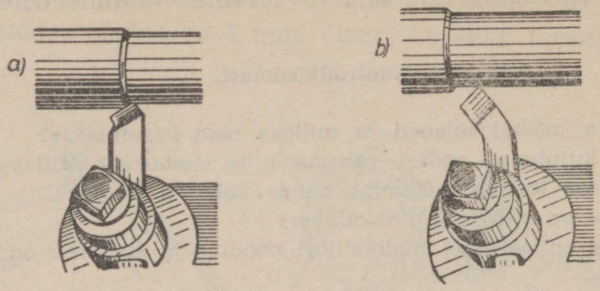

Joon. 39.
Silinderpind.

### § 21. Välistreimisel kasutatavad treiterad.

Välistreimisel kasutatavad treiterad jagunevad koorimisteradeks ja silumisteradeks.

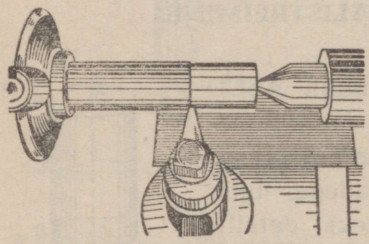
K o o r i m i s t e r a d (joon. 40) on määratud jämedamaks eeltöötlemiseks ehk koorimiseks. Nende ristlõige on tavaliselt püstkülikukujuline. Koorimisterad tehakse massiivsed; neil on pikk lõikeserv, mis asetseb detaili suhtes enamasti 45° nurga all.

Joonisel 40-a on näha sirge koorimistera, joonisel 40-b — käänatud peaga tera.

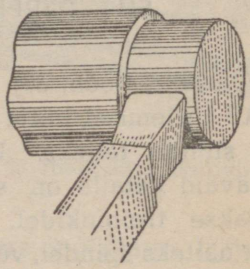



Joon. 40. Koorimisterad: a — sirge; b — käänatud peaga.

Silumisterad on määratud detailide lõplikuks treimiseks, s. o. mitte ainult täpsete mõõdete, vaid ka puhta sileda töödeldud pinna saamiseks. On olemas mitu silumisterade liiki.



Joon. 41. Silumistera.

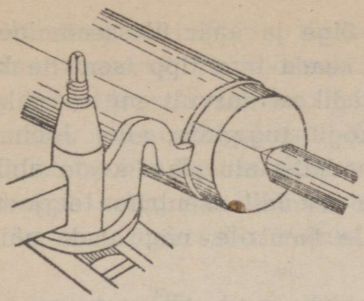


Joon. 42. Laia lõikeservaga silumistera.

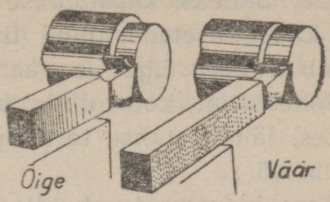
Joon. 41 näitab tavaliselt silumistera, mis erineb koorimisterast peamiselt sellega, et tema tipu ümarus on suurema raadiusega; see võrdub 2—5 mm.

Seesuguseid teri kasutatakse väikese ettenihkega silumistöödel.

Joon. 42 kujutab silumistera, mil on töödeldava detaili teljega paralleelne lai lõikeserv. Selline tera lubab võtta õhukest laastu suure ettenihke korral; ta annab puhta sileda töödeldud pinna.



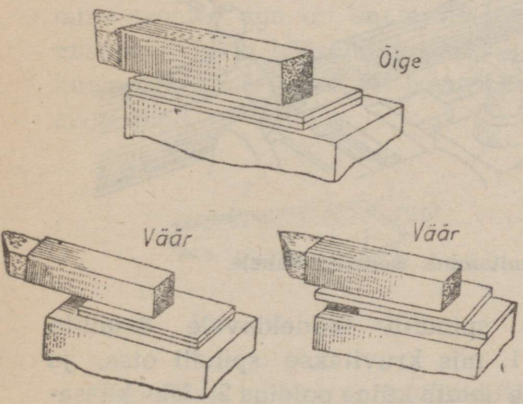
Joon. 43. Vetruv silumistera.



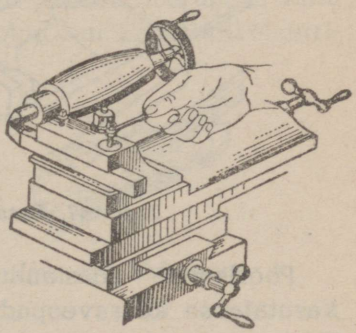

Joon. 44. Tera ülesseadmine.

Joonisel 43 on näidatud vetruv silumistera, mida kasutatakse juhtudel, kus on tarvis saavutada väga puhast pinda. Selle tera etteulatuv ots on painutatud kaarekujuliseks, mis annabki talle vetruvuse. Kohates metallis kõvemaid osakesi, tera lõikeserv paindub töödeldavalt pinnalt pisut eemale ning võtab õhema kihi; seetõttu pind tuleb puhtam ning siledam.

**Treitera ülesseadmine ja kinnitamine.** Enne treimist tuleb treitera terahoidjasse või supordisse õigesti üles seada. Seejuures tuleb silmas pidada, et tera väljaulatuv osa peab olema võimalikult lühike. Kui väljaulatuv osa on liiga pikk, siis tera hakkab värisema ning töödeldud pind tuleb krobeline ja ebaühtlane.




Joon. 45. Treitera ülesseadmine alusplaadikeste abil.



Joon. 46. Treitera ülesseadmise kontrollimine tsentrite kõrguse järgi.

Joonisel 44 on näidatud treitera õige ja väär ülesseadmine.

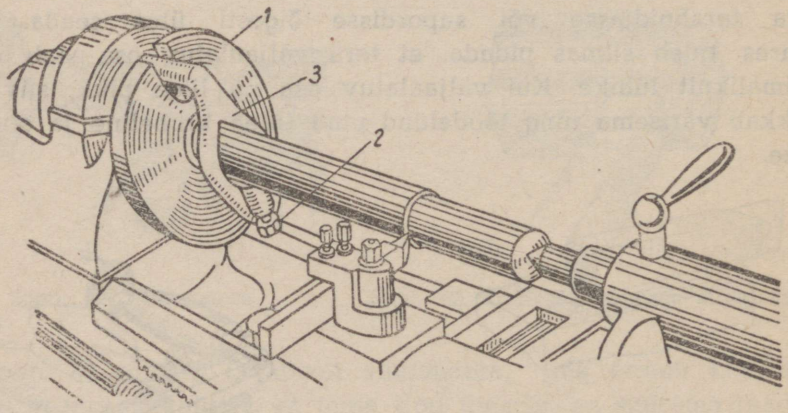
Enamikul juhtudel on soovitatav seada tera tipp tsentrite kõrgusele. Selleks kasutatakse alusplaadikesi (arvult mitte rohkem kui kaks), asetades neid treitera kogu tugipinna alla. Joon. 45 näitab treitera õiget ja väära ülesseadmist alusplaadikeste abil.

Selleks, et kontrollida tera tipu asendit tsentrite telgjoonte suhtes, lähendatakse tera tippu ühele tsentrile, nagu seda näitab joonis 46.

Tera kinnitus terahoidjas või supordis peab olema tugev ning kindel. Tera kinnituspoldid peavad olema ühtlaselt pingutatud.

## § 22. Detailide ülesseadmine tsentrite vahele.

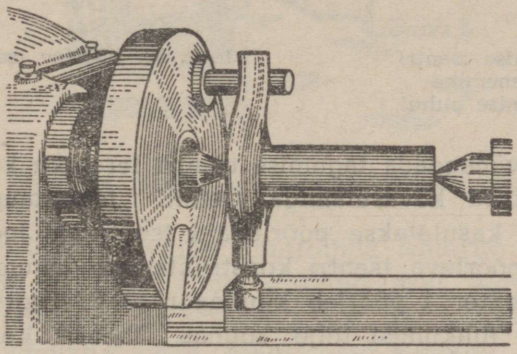
Kõige levinumaks treipinkidel töötlemise viisiks on töötlemine tsentrite vahel (joon. 47). Selle töötlemisviisi puhul puuritakse detaili otspindadesse tsentriaugud, milledesse käivad spindlikasti ja tagumise tsenterpuki tsentrite teravikud.




Joon. 47. Detaili kinnitamine tsentrite vahele.

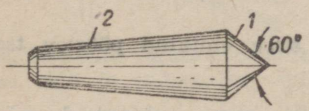
Pöörlemise edasiandmiseks spindlilt töödeldavale detailile kasutatakse kaasaveopadrunit 1, mis kruvitakse spindli otsa, ja kaasavedajat 3, mis kinnitatakse detaili külge poldiga 2. Üks kaasavedaja ots, mis võib olla kas sirge (joon. 48) või käänatud (joon. 47), toetub vastu kaasaveopadrunit.

Tsentrid on treipingi tähtsamad osad. Joonis 49 kujutab enamlevinud tsentrit. Ta koosneb koonusest 1 ja koonilisest sabast 2, mis peab täpselt sobima spindlikasti ja tagumise tsenterpuki spindlite koonuspesadesse. Kui spindli koonuspesa on tsentrile liiga suur, siis kasutatakse vahepuksi (joon. 50), mille väliskoonus peab sobima spindli pesasse, sisekoonus aga vastama täpselt tsentri koonilise saba kujule.

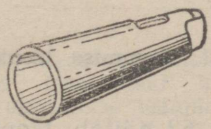


Joon. 48. Sirge otsaga kaasavedaja kasutamine.

Esimese ja tagumise tsentri töötingimused on erinevad. Esimene tsenter pöörleb ühes spindli ja töödeldava detailiga, tagumine tsenter aga on enamasti liikumatu, mistõttu detaili pöörlemise ajal tekib hõõrumine detaili ja tsentri vahel. Hõõrumise tõttu kuumeneb ning kulub nii tsentri koonuspind kui ka detaili tsentriaugu pind.

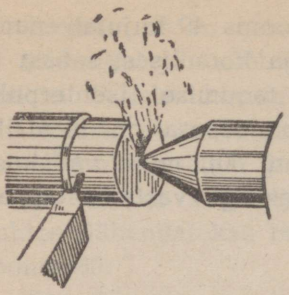



Joon. 49. Tsenter.

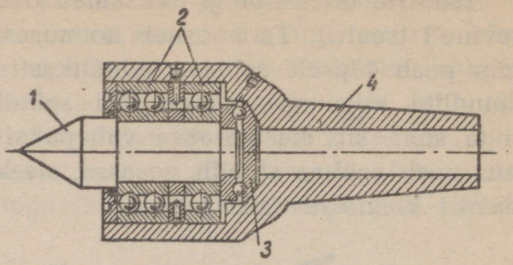


Joon. 50. Vahepuks.

Tagumise tsentri normaalsed töötingimused saavutatakse määrimisega. Puudulik määrimine põhjustab tsentri teraviku ja tsentriaugu sisepinna kuumenemisdefekte (joon. 51).

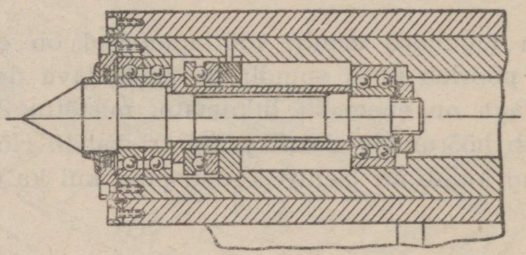


Joon. 51. Tagumise tsentri teraviku kuumenemine puuduliku määrimise puhul.




Joon. 52. Pöörlev tsenter.

Selleks, et vähendada tagumise tsentri teraviku kulumist, kaetakse ta mõnikord kõvasulamiga. Detaili tsentriaugu kulumise vähendamiseks kasutatakse pöörlevaid tsentreid. Joonisel 52 on näidatud üks pöörleva tsentri konstruktsioon tagumise tsenterpuki jaoks. Tsenter 1 pöörleb kuullaagrites 2. Tugi-kuullaager 3 takistab tsentri nihkumist telje suunas. Tsentri kere kooniline saba 4 sobib tsenterpuki koonuspesasse.

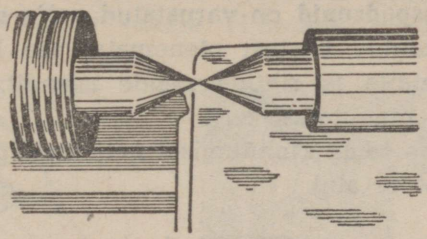


Joon. 53. Tagumise tsenterpuki spindli sisse ehitatud pöörlev tsenter.

Joon. 53 näitab tsenterpuki spindli sisse ehitatud pöörleva tsentri konstruktsiooni.

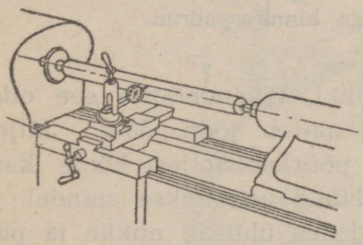
Silinderpindade välistreimiseks on vajalik, et tsentrite telgjoon langeks ühte spindli teljega. Silinderpind võib tekkida ainult siis, kui esimesel tsentril on tagumise tsentriga ühine telg ja kui treitera liigub paralleelselt selle teljega. Selleks, et kontrollida

tsentrite asetuse õigsust, tuleb lükata tagumine tsenter esimese tsentri vastu (joon. 54). Kui tsentrite teravikud ei ühtu, siis tuleb reguleerida tagumise tsenterpuki kere asendit tema aluse suhtes. Kui seda ei tehta, siis treitud pind tuleb mitte silindriline, vaid kooniline.

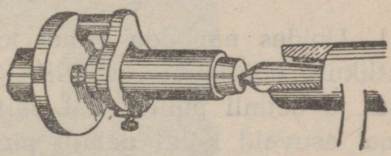


Joon. 54. Tsentrite ühtumise kontrollimine.

Selleks, et veel täpsemalt kontrollida tsentrite ühtumist, asetatakse nende vahele täpne lihvitud võll, supordi terahoidjasse aga kinnitatakse indikaator (joon. 55). Lükanud indikaatori tihvti võlli külgpinna vastu, nihutatakse supordit ühes iidikaatoriga piki võlli. Indikaatori osuti näitude vahe võlli mõlemas otsas näitab, kui palju tuleb tagumise tsenterpuki keret ristisuunas nihutada.



Joon. 55. Tsentrite ühtumise kontrollimine võlli ja indikaatori abil.



Joon. 56. Tsentrite mitteühtumine tagumise tsenterpuki koonuspesa prügistumise tagajärjel.

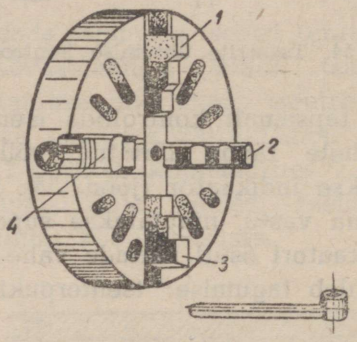
Tsentrite mitteühtumise põhjuseks võib olla ka mustuse või laastupuru sattumine esimese või tagumise spindli koonuspesasse (joon. 56). Selle vältimiseks tuleb enne tsentrite kohaleasetamist hoolega üle pühkida spindlipesad ja tsentrite sabad puhaste narmastega.

## § 23. Detailide ülesseadmine ja padrunitesse kinnitamine.

Lühikesi detaile pinki üles seades kinnitatakse need tavaliselt padrunitesse. Padrunid jagunevad lihtsaiks ja isetsentreerivaiks.

**Lihtsad kinnituspadrunid** on varustatud nelja nukiga (joon. 57). Iga nukk on nihutatav teistest olenemata; see lubab üles seada mitmesuguseid detaile ja rihtida nende asendit, kruvides lahti ühtesid nukke ja pingutades teisi.

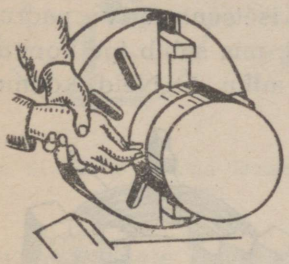
Detaili rihtimine tema kinnitamisel nelja nukiga padrunisse toimub järgmiste võtete abil.



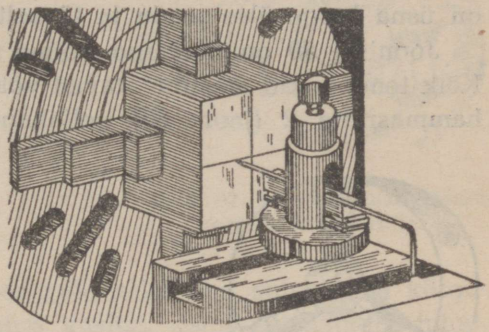

Joon. 57. Lihtne nelja nukiga kinnituspadrun.

1. Hoides näppude vahel kriiditükki, lähendatakse see ettevaatlikult pöörlevale detailile, nagu näitab joon. 58-a. Jäljed kriidi ja detaili puutekohal näitavad pöörlemisteljest kõige kaugemal asuvaid kohti detaili pinnal. Nüüd peatatakse spindel ja reguleeritakse detaili asendit, lõdvendades ühtesid nukke ja pingutades teisi, nii et kriit jätaks detaili pöörlemisel jälgi kogu detaili ümber. Kui kriidi jäljed on nuki 2 lähedal (joon. 57), siis tuleb veidi lõdvendada nukke 1 ja 3, pisut rohkem lõdvendada nukki 4, pingutada nukki 2 ja kinnitada siis kõik nukid uuesti. Kui kriidijoon on nukkide 1 ja 2 vahel, siis tuleb lõdvendada nukke 3 ja 4, pingutada nukke 1 ja 2 ning kinnitada kõik uuesti. Neid võtteid korratakse seni, kuni kriidi jäljed on kogu detaili ümber ühesugused.

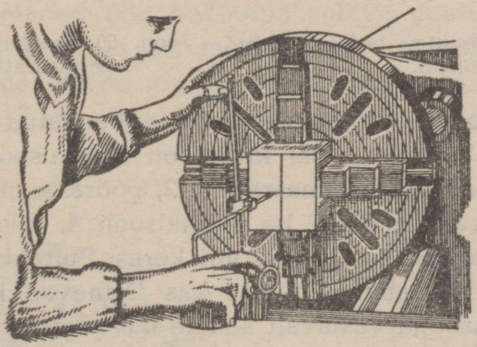
2. Neil juhtudel, kus töödeldav detail on eelnevalt märgitud, toimub tema asendi rihtimine nelja nukiga kinnituspadrunis rismuse[1] märknõela abil, nagu seda näitab joon. 58-b. Märknõel kinnitatakse terahoidjasse tsentrite kõrgusele; siis lähendatakse märknõel detaili märkjoontele, kusjuures detail on kergelt kinnitatud padruni nukkide vahele. Nihutades märknõela teljega risti,



Joon. 58-a. Detaili ülesseadmise kontrollimine kriidi abil.



Joon. 58-b. Detaili ülesseadmise kontrollimine märknõela abil.



Joon. 58-c. Detaili ülesseadmise kontrollimine rismuse abil.

tehakse kindlaks, mis suunas on vaja nihutada padrunisse kinnitatud detaili. Detaili nihutamine toimub ühtede nukkide lõdvendamise ja teiste pingutamise teel, kuni mõlemad detaili märkjoo-

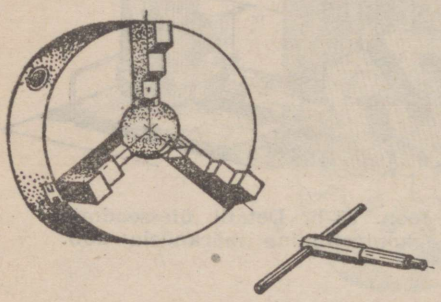
[1] Rismuse kirjeldust vt. § 36.

ned langevad ühte märknõela teravikuga selle nihutamisel ristisuunas. Pärast seda kinnitatakse detail lõplikult nukkide vahele.

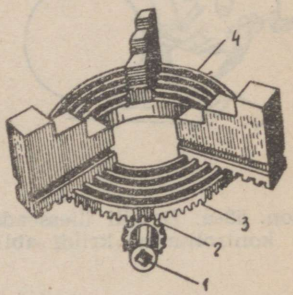
Detaili saab rihtida hõlpsamalt ning väiksema ajakuluga rismuse abil, mis on üles seatud erilisele alusplaadile; see asetatakse ettevaatlikult sängi juhtpindadele (joon. 58-c).

**Isetsentreerivad kinnituspadrunid** võivad olla kahe, kolme või nelja nukiga. Kõik nukid on korraga nihutatavad, mistõttu detaili on üsna kerge üles seada ja täpselt kinnitada spindli telgjoonele.

Joonisel 59 on näidatud kolme nukiga isetsentreeriv padrun. Kõik tema nukid on nihutatavad võtme abil, mis sobib iga koonushammasratta 2 (joon. 60) neljakandilisse auku 1. Neid koonus-



Joon. 59. Kolme nukiga isetsentreeriv padrun.



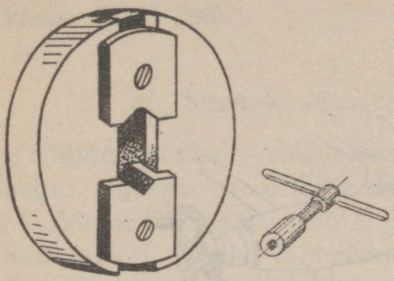

Joon. 60. Isetsentreeriva padruni hammasrattad ja nukid.

hammasrattaid on arvult kolm; nad on ühendatud suure koonushammasrattaga 3, mille teisel küljel on spiraalsoon 4. Pöörates võtmega ühte kolmest hammasrattast 2, pöörame ühtlasi hammasratast 3. Järelikult pöördub ka spiraalsoon 4, mis nihutab kõiki nukke korraga mööda nuute padruni keres. Spiraalsoone pööramisel ühes või teises suunas nukid kas liginevad keskkohale või eemalduvad temast ja vastavalt sellele kas pigistavad detaili kinni või vabastavad ta.

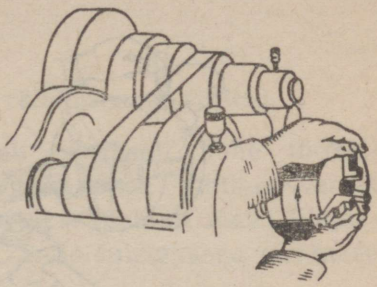
Kahe nukiga (joon. 61), samuti ka nelja nukiga isetsentreerivaid padruneid kasutatakse harvemini.

N u k k p a d r u n i t e p e a l e k e e r a m i n e j a m a h a v õ t m i n e. Enne padruni spindlile pealekeeramist tuleb hoolikalt puhastada spindli otsas ja padruni sees leiduv keere petrooleumisse kastetud lapiga. Siis määritakse padruni keeret. Kergemad

padrunid tõstetakse mõlema käega otse spindliotsa kohale ja keeratakse peale (joon. 62). Raskemad padrunid on soovitatav

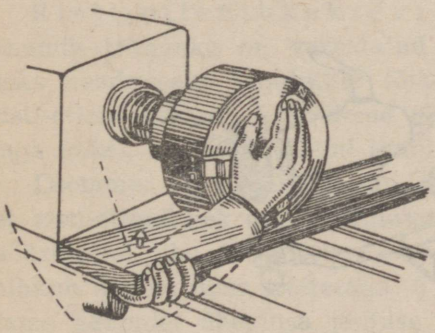


Joon. 61. Kahe nukiga isetsentreeriv padrun.

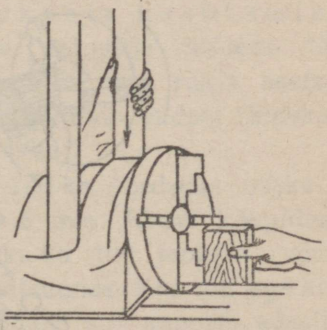


Joon. 62. Kerge padruni pealekeeramine spindlile.

asetada lauale (joon. 63), tõstes neid selle abil spindliotsa kõrgusele; siis toimub pealekeeramine käsitsi, nagu eelmiselgi juhul. Padruni mahavõtmiseks võib kasutada raudlatti või väikest kangi, mis pannakse nukkide vahele ja mida käsitatakse nagu hooba; seejuures ei tohi aga liiga tugevasti kangutada. Joon. 64 näitab teist võtet. Asetanud ühe nuki alla sobiva puutüki, tõmmatakse käega rihmast, keerates sel moel spindlit padruni seest välja. Igasugused mahavõtmise viisid, mis on seotud järskude löökidega padruni või nukkide pihta, on keelatud, sest sellega võib rikkuda



Joon. 63. Raske padruni pealekeeramine spindlile.

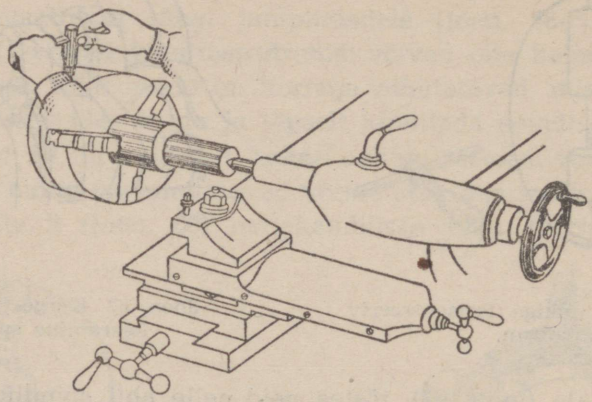


Joon. 64. Padruni mahavõtmine.



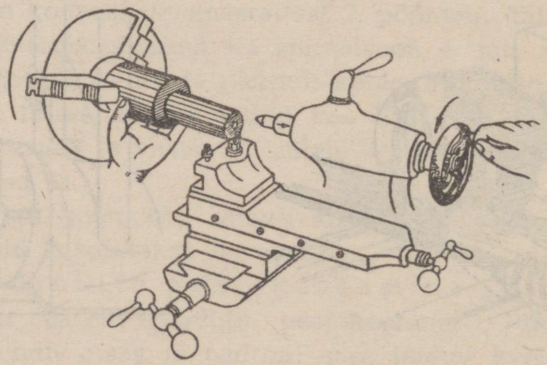
TRÜ Raamatukogu

padrunit ja põhjustada nukkide logisemist padruni keres. Ei tule ka maha võtta ega peale keerata padruneid, kui spindel pöörleb mootori jõul, sest see võiks tekitada õnnetusjuhtumeid.



Joon. 65. Detaili ülesseadmine ja padrunisse ning tagumisele tsentrile kinnitamine.

Detailide ülesseadmine ja padrunisse kinnitamine lahtise otsa toetamisel tagumise tsentriga. Seda viisi kasutatakse pikkade detailide (joon. 65) töötlemisel, kus ei piisa ainuüksi padrunisse kinnitamisest, sest et sel juhul detail painduks ja tema kinnitus lõdveneks väljaulatuva osa raskuse ja treitera lõikesurve mõjul.



Joon. 66. Padrunisse ja tagumisele tsentrile kinnitatud detaili mahavõtmine.

Detaili mahavõtmine toimub järgmisel viisil: keeratakse lõdvemaks padruni nukid ja toetades detaili vasaku käega, tõmmatakse tagumine tsenter tagasi; selleks keeratakse käsiratast parema käega (joon. 66).

### § 24. Siledate silinderpindade välistreimise võtteid.

Silinderpindade välistreimine toimub tavaliselt kahe töökäiguga: alguses kooritakse maha suurem osa töötlemisvarust (3—5 mm läbimõõdu kohta) ja siis võetakse puhtalt maha ülejäänud osa (1—2 mm läbimõõdu kohta). Selle tulemusena saadakse nõutavad mõõted.

Detaili nõutava läbimõõdu saamiseks seatakse treitera vajalikule lõikesügavusele. Selleks nihutatakse treitera toortüki parempoolse otsa juurde ja keerates supordi risti-ettenihkekruvi käepidet, lastakse treiteral tungida silma järgi vajaliku sügavuseni. Siis treitakse detaili 3—5 mm pikkuselt, peatatakse tööpink ja mõõdetakse välistastriga (joon. 67) või nihkkaliibriga treitud koha läbimõõtu. Kui läbimõõt on nõutavast suurem, siis seatakse treitera suuremale lõikesügavusele, treitakse uuesti üle ja mõõdetakse teist korda. Seda korratakse seni, kuni nõutav läbimõõt on käes. Siis lülitakse sisse automaat-ettenihe ja treitakse detail kogu pikkuses üle. Kui treimine on lõpetatud, lülitakse automaat-ettenihe välja ja peatatakse treipink.

Samal viisil teostatakse ka silumist.

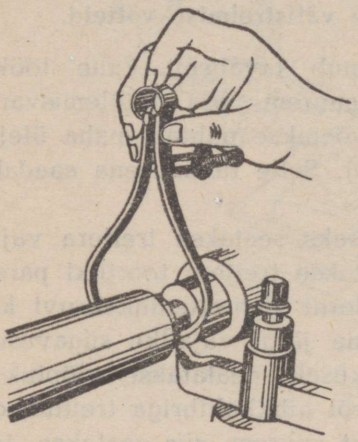
Risti-ettenihkekruvi ringskaala kasutamine. Enamik treipinke on varustatud erilise rakisega treitera täpseks seadmiseks vajalikule lõikesügavusele. See rakis asetseb risti-ettenihkekruvi käepideme juures; ta kujutab endast ringskaalaga puksi, nõndanimetatud limbi (joon. 68-a).

Oletame, et ringskaala on jagatud 100-ks võrdseks osaks ja et risti-ettenihkekruvi keermesamm on 5 mm. Kruvi käepideme pööramisel ühe täispöörde, s. o. ringskaala 100 jaotuse võrra, nihkub suport ühes treiteraga 5 mm ristisuunas. Kui me aga keerame käepidet üheainsa jaotuse võrra edasi, siis supordi edasiliikumine on $5 : 100 = 0{,}05$ mm.

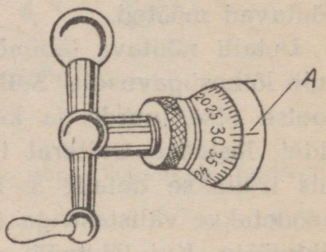
Jaotused loetakse kriipsult A kruvi liikumatul mutril; joonisel

68-a see kriips langeb ühte ringskaala 30-nda jaotusega. Tuleb meeles pidada, et treitera ettenihutamisel ristisuunas detaili läbimõõt väheneb ettenihke kahekordse suuruse võrra.

Treitera ettenihke suurus, mis vastab ringskaala ühele jaotusele, ei ole kõikidel treipinkidel ühesugune. Seepärast tuleb enne töö alustamist kindlaks määrata ettenihke suurus, mis vastab antud tööpingi ringskaala ühele jaotusele. Seda võib teha järg-



Joon. 67. Detaili läbimõõdu mõõtmine välistastriga.



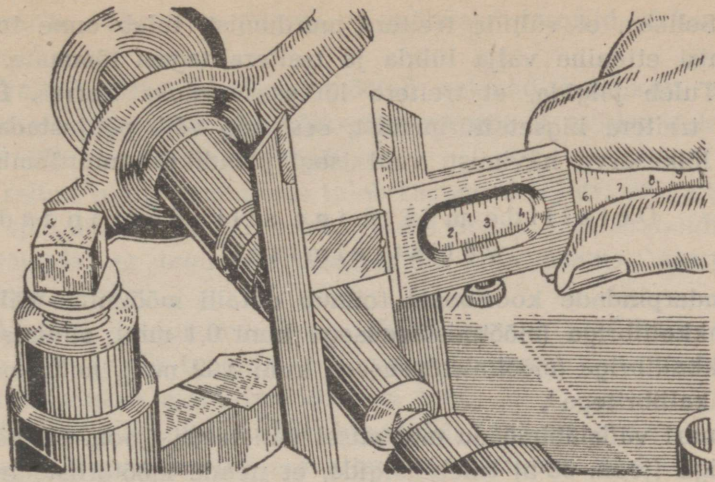

Joon. 68-a. Risti-ettenihkekruvi ringskaala.

misel viisil: mõõdetakse supordi edasiliikumist kümne kruvipöörde puhul ja jagatakse 10-ga; saadud arv, mis vastab kruvisammule, jagatakse ringskaala jaotuste arvuga. Tulemus näitab lõiketera edasinihkumise suurust, mis vastab ringskaala ühele jaotusele.

Lõikerežiim. Tabel 9, § 104 annab ettenihke keskmisi suurusi, lõikesügavusi ja lõikekiirusi silinderpindade välistreimisel kiirlõiketerasest teradega.

**Tööreeglid töötamisel treiteradega, milledel on pealejoodetud kõvasulameist plaadikesed.** Pealejoodetud kõvasulameist plaadikestega treiterad on haprad; seepärast tuleb neid hoida värisemise eest, mis võib põhjustada plaadikeste murdumist. Seesuguste treiteradega töötamisel tuleb silmas pidada järgmisi põhireegleid:

1. Tera keha peab olema küllalt tugeva ristlõikega; see valitakse vastavalt mahavõetava laastu ristlõikele. Tera nurgad valitakse vastavalt töödeldavale materjalile (tabel 6, § 98).



Joon. 68-b. Detaili läbimõõdu mõõtmine nihkkaliibriga.

2. Terase ja alumiiniumi välistreimiseks asetatakse treitera tsentrite telgjoone kõrgusele või sellest veidi kõrgemale (suuruse võrra, mis on 0,02 töödeldava detaili läbimõõdust). Malmi, messingi ja pronksi töötlemisel asetatakse treitera täpselt tsentrite telgjoone kõrgusele.

3. Treitera terahoidjasse kohaleasetamisel tuleb kasutada ühte või kahte alusplaadikest, millede paksus on täpselt teada. Suurem arv õhukesi alusplaadikesi ei taga tera tihedat liibumist ja järelikult ei takista ka värisemist.

4. Tera kinnitus terahoidjasse peab olema jäik, kusjuures tera peab terahoidjast võimalikult vähe välja ulatuma.

5. Detaili kinnitus treipingil peab olema kindel.

6. Kuna värisemine tugevneb laastu ristlõike suurenemisega, siis on soovitatav töötamisel treiteradega, milledel on pealejoodetud kõvasulameist plaadikesed, piirduda laastu väiksemate ristlõigetega ja kasutada 2—4 korda suuremat lõikekiirust kui töötamisel kiirlõiketerasest teradega. Sitkeid metalle suure lõikekiirusega treides tuleb treitera varustada laastujuhtijaga [1].

[1] Laastujuhtija (vt. joon. 310) kujutab endast karastatud terasest plaadikest, mis asetatakse tera esitahule ja mis paneb laastu keerdu tõmbuma.

7. Selleks, et vältida treitera murdumist, tuleb enne treipingi peatamist ettenihe välja lülida ja treitera tagasi tõmmata.

8. Tuleb jälgida, et treitera lõikeserv oleks korras. Ei tohi lubada treitera liigset nürinemist, sest see võib põhjustada mitte ainult lõikeserva hävimist, vaid isegi plaadikese murdumist.

### Detailide mõõtmine silinderpindade välistreimisel.

Silinderpindade koorimisel toimub detaili mõõtmine välistastri või nihkkaliibriga (mõõtmistäpsusega kuni 0,1 mm), silumisel aga — nihkkaliibriga (mõõtmistäpsusega kuni 0,02 mm), mikromeetriga ja piirikaliibritega [1].

Silindri välisläbimõõdu mõõtmisel välistastri (joon. 67) või nihkkaliibriga (joon. 68-b) tuleb jälgida, et nende mõõteriistade harud asetseksid risti mõõdetava detaili teljega. Vastasel korral mõõtmine on ebatäpne.

## § 25. Praak silinderpindade välistreimisel ja abinõud selle vältimiseks.

Välistreimisel võib esineda järgmisi praagi liike:

1) osa detaili välispinda jääb treiterast puutumata;
2) treitud välispinna mõõted ei ole täpsed;
3) treitud välispind on koonusekujuline;
4) treitud detaili ristlõige on ovaalne;
5) treitud välispind on ebapuhas.

1. Esimese praagi liigi põhjuseks on liiga väike töötlemisvaru, samuti ka detaili ebaõige ülesseadmine padrunisse või tsentrite vahele. Kui töötlemine toimub tsentrite vahel, siis pinna puuduliku ületreimise põhjuseks võib olla tsentriaukude ebatäpne asetus või tagumise tsentri kõrvalenihkumine telgjoonest. Seesugust praaki ei saa enam parandada.

Esimese praagi liigi vältimiseks tuleb: a) jätta suurem töötlemisvaru; b) õigesti rihtida detail tema kinnitamisel padrunisse

[1] Silinderpindade mõõtmisest nihkkaliibriga (täpsusega kuni 0,02 mm), mikromeetriga ja piirikaliibritega vt. § 119, 120 ja 122.

või tsentrite vahele; c) jälgida, et mõlemad tsentrid oleksid ühel telgjoonel.

2. Treitud pinna ebaõiged mõõted tulevad harilikult sellest, et treiterale on antud väär lõikesügavus või et töötlemisele eelnenud mõõtmine on olnud ebaõige.

3. Treitud pinna koonilisus tuleb tagumise tsentri paigaltnihkumisest spindlikasti tsentri suhtes. Selle praagi liigi ärahoidmiseks tuleb jälgida, et tagumise tsenterpuki kere asetus alusplaadil oleks õige.

4. Treitud detaili ovaalsuse põhjuseks on harilikult spindli laagrite või spindli tappide ebaühtlane kulumine. See praagi põhjus kõrvaldatakse pingi remontimise teel.

5. Treitud välispinna ebapuhtus võib oleneda mitmest põhjusest, nagu: liiga suur treitera ettenihe, ebaõigete nurkadega treitera kasutamine, treitera halb teritus, detaili materjali suur sitkus, treitera või detaili värisemine jne. Need põhjused on enamasti kõrvaldatavad. Praagi enda parandamiseks võib lihvida detaili pinda smirgelpaberi või viili abil[1]; kuid detaili läbimõõt ei tohi sealjuures väheneda üle lubatud piiri.

**Kontrollküsimusi.**

1. Missuguseid pindu nimetatakse silindrilisteks?
2. Kuidas toimub detailide ülesseadmine silinderpindade välistreimiseks?
3. Missuguseid kaasavedajaid kasutatakse treipinkidel?
4. Missuguseid treiteri kasutatakse välistreimiseks?
5. Kuidas toimub sileda võlli treimine?
6. Kuidas saab kontrollida tsentrite ühtelangemist silinderpinna välistreimisel?
7. Kuidas seatakse treitera detaili nõutavale mõõtele?
8. Milles on risti-ettenihkekruvi ringskaala otstarve?
9. Millal kasutatakse kolme nukiga ja millal nelja nukiga padruneid?
10. Kuidas toimub nukkpadruni pealekeeramine ja mahavõtmine?
11. Missuguseid mõõteriistu kasutatakse silinderpindade mõõtmiseks?
12. Mis laadi praaki võib esineda silinderpindade välistreimisel?

[1] Vt. § 50 ja 51.

## V peatükk.

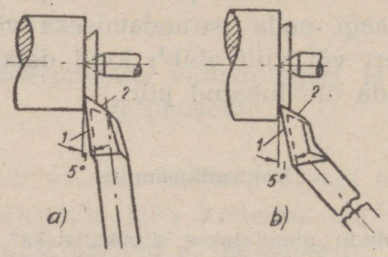
## OTSPINDADE JA ASTMETE TREIMINE.

Detailide otspinnad võivad olla kas tugipinnad, mis puutuvad kokku teiste detailidega, või vabalt väljaulatuvad välispinnad. Detailide astmed on enamasti tugipindadeks teistele detailidele.

### § 26. Otsaterad ja nende ülesseadmine.

Nii otspindade kui ka astmete treimine toimub tavaliselt otsaterade abil.

Joonisel 69 on näidatud otsaterad. Neil on pikk lõikeserv 1, mis asetseb 5° nurga all detaili treitava pinnaga, ja lühike serv 2. Viimane on tugeva kallakuga, mis võimaldab lähendada tera tippu detaili keskkohale, kui otsatreimine toimub tsentrite vahel.




Joon. 69. Otsaterad: a — sirge; b — käänatud peaga.

Otsaterad jagunevad parempoolseiks ja vasakpoolseiks, sirgeteks ja käänatud peaga teradeks. Joonisel 69-a on näidatud parempoolne sirge otsatera ja joonisel 69-b — parempoolne käänatud peaga otsatera. Käänatud peaga otsateri kasutatakse otspindade ja astmete treimiseks raskesti ligipääsetavais kohtades, näiteks tera nihutamisel padruni otsesse lähedusse.

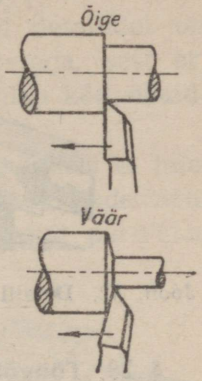
Otspindade ja astmete treimisel tera tipp peab asetsema täpselt tsentrite kõrgusel. Kui tera tipp on tsentritest madalamal, siis otspinna keskele jääb mahatreimata väljaulatis. Seevastu tsentritest kõrgemale kinnitatud treitera võib murduda[1].

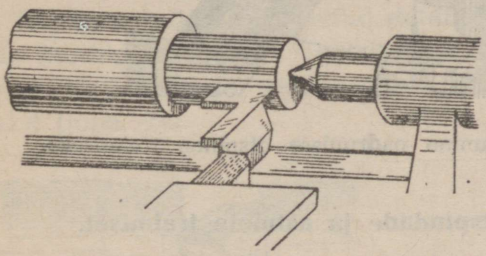
[1] Treitera ülesseadmisest tsentritest kõrgemale ja madalamale vt. üksikasjalisemalt § 99.

Astmete otsade piki-ettenihkega treimisel oleneb nende õigsus samuti tera õigest ülesseadmisest: tera lõikeserv peab olema rangelt risti detaili teljega.

Tera ülesseadmine toimub nurgiku abil või varemtöödeldud detaili järgi.

Joonisel 71 on näha otsatera õige ja väär asend.



Joon. 70. Otsatera asendi kontrollimine nurgiku abil.

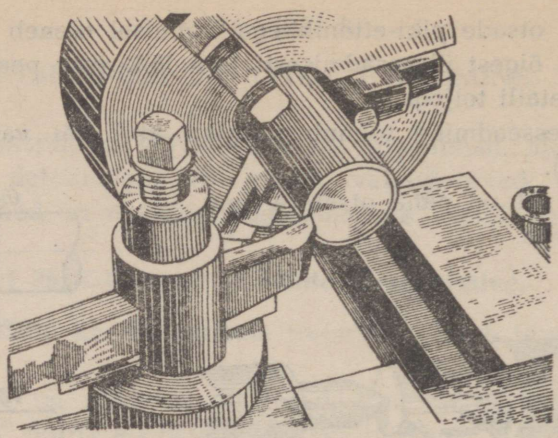
Joon. 71. Otsatera ülesseadmine.

## § 27. Töödeldavate detailide ülesseadmine ja kinnitamine otspindade ja astmete treimisel.

Otspindade ja astmete treimisel võib detaile üles seada ja kinnitada mitmel viisil. Lühikesed detailid kinnitatakse padrunitesse (joon. 72), kuna pikemad detailid (varvad, võllid, teljed jms.) asetatakse tavaliselt tsentrite vahele. Suuri ning pikki detaile kinnitatakse ühte otsa pidi padrunisse, kuna teine, väljaulatuv ots toetub tagumisele tsentrile.

Otspindade treimisel pistetakse varvad ja peenemad toortükid sageli spindlist läbiulatuvast august läbi, lükates neid vajaliku pikkuse võrra välja ja kinnitades siis padrunisse.

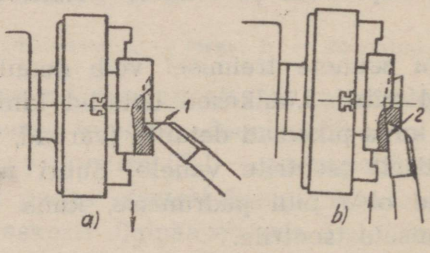
Detaili kinnitamisel padrunisse tuleb kontrollida treitava otspinna asetuse õigsust spindli telgjoone suhtes. Seda tehakse silma järgi või kriidi abil. Kui otspind „viskab", tuleb rihtida detaili ülesseadmist.



Joon. 72. Detaili kinnitamine padrunisse otspinna treimiseks.

## § 28. Töövõtteid otspindade ja astmete treimisel.

Otspindade ja astmete treimisel on parem, kui ettenihke suund on detaili keskkoha juurest detaili välispinna poole (joon. 73-a). Ettenihke sellise suuna puhul otsatera lõikab pikema lõikeservaga; töödeldava materjali vastusurve on siis noole 1 suunas, lõikamine toimub sujuvalt ja treitud pind tuleb puhas ning sile.




Joon. 73. Otsatreimine: a — ettenihke suund on keskkohast väljapoole; b — ettenihke suund on keskkoha poole.

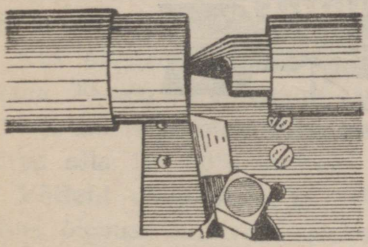
Kui otsatreimine toimub treitera ettenihkega detaili välispinnalt keskkoha poole, siis lõikavaks servaks on lühem lõikeserv (joon. 73-b). Mahavõetav metalli kiht avaldab vastusurvet noole 2 suunas ning sunnib tera tippu lõikuma sügavamale metalli

sisse. Seejuures tekkiva sööbimise tagajärjel tuleb treitav pind ebapuhas, sageli isegi pisut nõgus.

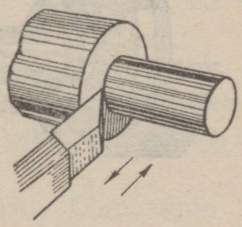
Otspindade ja astmete silumisel, kui laastu paksus ei ületa 1 mm, ei ole enam oluliselt tähtis, kas treitera ettenihe on keskkohast väljapoole või vastassuunas.

Otspindade treimist padrunisse kinnitatud detailidel on otstarbekohane teostada mitte otsa-, vaid pikiteraga, sest et pikiterade lõikav osa on massiivsem ning võimaldab kõrgemaid lõikerežiime.

Tsentrite vahele ülesseatud detailide otsatreimisel ei tule kasutada harilikku tagumist tsentrit, sest see võiks rikkuda tera lõikeserva. Neil juhtudel tuleb kasutada niinimetatud pooltsentreid (joon. 74).



Joon. 74. Pooltsentri kasutamine otspinna treimisel.

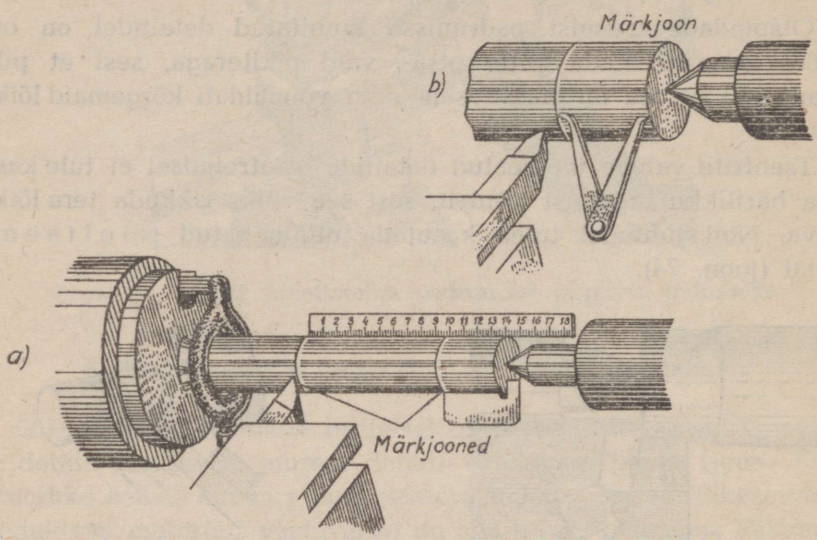


Joon. 75. Astme treimine risti-ettenihkega.

Astmete treimine võib toimuda kas piki- või risti-ettenihkega. Kui astme suurus ei ületa 5—6 mm, siis kasutatakse harilikult piki-ettenihet. Kui aga aste on suurem, siis laastu suur ristlõige piki-ettenihke puhul põhjustab treitera värisemist ja läbipaindumist. Seesuguseid astmeid tuleb treida risti-ettenihkega (joon. 75). Kui astme asetus telje suhtes peab olema väga täpne, siis töötatakse risti-ettenihkega ka väiksemate astmete treimisel, mis on alla 5—6 mm.

Kui detail peab olema mitme astmega, siis on soovitatav nende asukohad ette märkida, lõigates treiteraga sisse kerged märkjooned. Märkjoonte asukohad määratakse mõõte-joonlaua, šablooni (joon. 76-a) või sisetastri abil (joon. 76-b).

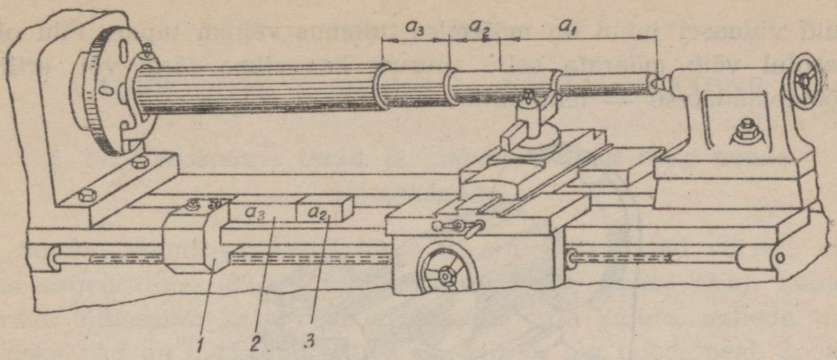
Kui on vaja lõigata astmeid suuremale arvule ühesugustele detailidele, tuleb kasutada peatajat, mis piirab supordi edasiliikumist. Joonisel 77 on näidatud treipingi sängile kinnitatav piki-ettenihke peataja 1. Kui tööpink on varustatud sellise peatajaga,




Joon. 76. Märkjoonte asukoha märkimine: a — mõõte-joonlaua ja šablooni abil; b — sisetastri abil.

siis võib astmete treimine toimuda ilma eelneva märkimiseta; seejuures saab näiteks treida astmelisi võlle üheainsa ülesseadmisega tunduvalt kiiremini, kui ilma peatajata. Selleks asetatakse supordi ja peataja vahele mõõtetahukaid, millede pikkus vastab võlli astmete pikkusele.

Joonisel 77 on näidatud peataja ja kaks mõõtetahukat 2 ja 3. Astme $a_1$ treimine kestab seni, kui suport puutub vastu mõõtetahukat 3. Nüüd võetakse see tahukas ära ja treitakse järgmist astet $a_2$, kuni suport puutub vastu tahukat 2; lõpuks võetakse ära ka tahukas 2 ja asutakse treima astet $a_3$. Piki-ettenihke peataja kasutamisel tuleb hoolitseda automaat-ettenihke õigeaegse väljalülimise eest, selleks et vältida murdumist tööpingi mehhanismides.

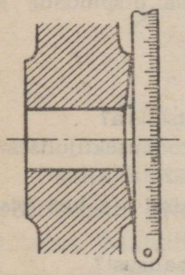



Joon. 77. Võlli astmete treimine peataja ja mõõtetahukate abil.

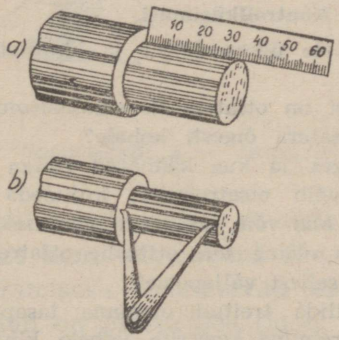
L õ i k e r e ž i i m  o t s a t r e i m i s e l. Otspindade ja astmete treimisel kasutatakse järgmisi ettenihkeid: koorimisel 0,2 kuni 0,6 ja silumisel 0,1—0,2 mm/pöördele.

Kui otsatreimiseks kasutatakse otsateri, siis lõikekiirus peab olema 20—30% väiksem kui välistreimise puhul (vt. tabel 9, § 104); kui aga otsatreimiseks kasutatakse pikiteri, siis võib lõikekiirus olla 10—20% suurem.

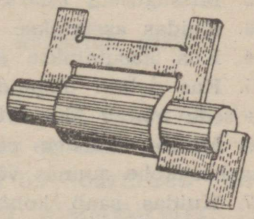
**Võtteid otspindade ja astmete mõõtmiseks.** Otspindade tasapinna õigsuse kontrollimiseks võib kasutada terahoidjasse kinnitatud indikaatorit, mida nihutatakse ristisuunas. Selliseks kontrollimiseks kõlbab ka otspinna vastu asetatud joonlaud (joon. 78).



Joon. 78. Otspinna tasapinnalisuse kontrollimine joonlauaga.

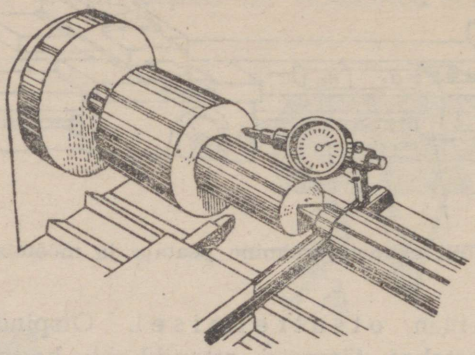



Joon. 79. Võlli astmete pikkuse kontrollimine:
a — joonlauaga;
b — sisetastriga.



Joon. 80. Võlli astmete pikkuse kontrollimine šabloonidega.

Kuid viimasel juhul on mõõtmise tulemus vähem täpne. Pilu olemasolul võib määrata sellè suurust kas silma järgi või erilise mõõteplaadikese — lehtkaliibri abil.



Joon. 81. Võlli astme „viskamise" kontrollimine indikaatoriga.

Võlli üksikute astmete pikkust kontrollitakse joonlaua (joon. 79-a) või sisetastri abil (joon. 79-b). Kui kontrollitavaid detaile on palju, siis on soovitatav kasutada šabloone (joon. 80).

Astme otspinna „viskamist" kontrollitakse indikaatoriga, nagu seda näitab joon. 81. Statiivisse kinnitatud indikaatori tihvt asetatakse vastu kontrollitavat pinda ja pööratakse aeglaselt tsentrite vahele kinnitatud detaili. Indikaatori osuti kõrvalekaldumine näitab „viskamise" suurust.

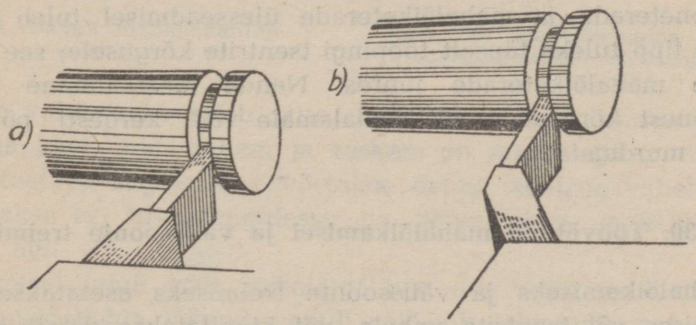
**Kontrollküsimusi.**

1. Kuidas toimub detailide ülesseadmine ja kinnitamine otspindade ja astmete treimisel?
2. Missuguseid iseärasusi on otsatera konstruktsioonis?
3. Kuidas asetatakse otsatera õigesti kohale?
4. Kus kasutatakse sirget ja kus käänatud peaga otsatera?
5. Kas detaili otspind võib otsatreimisel kujuneda koonusekujuliseks, nagu seda näitab joon. 78? Mis võib olla selle põhjuseks?
6. Millise suunaga peab olema tera ettenihe otsatreimisel — kas otspinna keskkoha suunas või sellest väljapoole?
7. Kuidas saab kontrollida treitud otspinna tasapinnalisust?
8. Kuidas toimub otsatreimine tsentrite vahele kinnitatud detailil?
9. Missuguseid tera ülesseadmise viise kasutatakse astmete treimisel?
10. Nimetage otspindade ja astmete treimisel esinevaid tähtsamaid praagi liike.

# VÄLISSOONTE TREIMINE JA MAHALÕIKAMINE.

## § 29. Välissoonte terad ja mahalõiketerad ning nende ülesseadmine.

Soonte treimiseks kasutatakse s o o n e t e r i; nad võivad olla kas sirged (joon. 82-a) või käänatud peaga (joon. 82-b). Sooneterade lõikeserva kuju peab vastama soonte kujule, millede treimiseks nad on määratud. Kuna sooned ei ole laiad, peab sooneteral olema kitsas lõikeserv; see suurendab aga tera murdumise ohtu. Murdumise võimalus on seda suurem, et soonetera pea kitseneb tera keha suunas 1—2° võrra; see kitsenemine on vajalik selleks, et lõikeserv ei hõõrduks töötamisel vastu soone külgseinu ega selle tõttu ei kuumeneks. Tugevuse tõstmiseks soonetera pea kõrgus on mitu korda suurem kui tema lõikeserva laius. Selsamal põhjusel tehakse soonetera pea väikese esinurgaga.



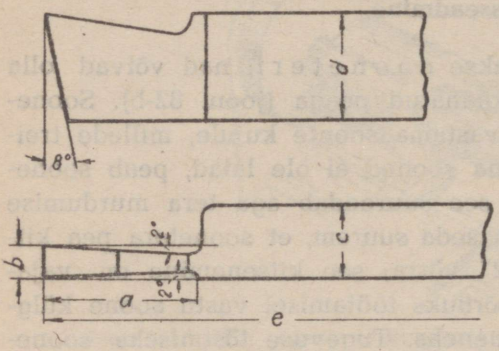

Joon. 82. Sooneterad: a — sirge; b — käänatud peaga.

Mahalõikamine seisab selles, et varb või eeltoode lõigatakse välispinna juurest kuni telgjooneni läbi, nii et üks tükk eraldub teisest. Mahalõikamiseks kasutatavad terad on sarnased sooneteradega, kuid neil on pikem pea (joon. 83). Mahalõiketera lõikeserv tehakse kitsas, et vähendada materjali kadu mahalõikamisel. Tera pea pikkus peab olema veidi suurem kui mahalõigatava varva või eeltoote pool läbimõõtu.

Tabelis 1 on toodud mahalõiketerade tähtsamad mõõted.

Tabel 1.

**Mahalõiketerade tähtsamad mõõted, olenevalt varva või eeltoote läbimõõdust.**




Joon. 83. Mahalõiketera.

| Varva või eeltoote läbimõõt, mm | Tera mõõted, mm (joon. 83) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | d | e |
| 40 | 25 | 4 | 10 | 16 | 200 |
| 50 | 30 | 5 | 12 | 20 | 225 |
| 70 | 40 | 6 | 16 | 25 | 250 |
| 90 | 50 | 8 | 20 | 30 | 300 |
| 120 | 65 | 10 | 25 | 40 | 350 |
| 150 | 80 | 12 | 30 | 45 | 400 |
| 180 | 100 | 15 | 40 | 60 | 500 |

Mahalõiketerade teritamine toimub esitahu lihvimise teel.

Sooneterade ja mahalõiketerade ülesseadmisel tuleb jälgida, et tera tipp tuleks täpselt tööpingi tsentrite kõrgusele; see on eriti oluline mahalõiketerade juures. Nende ülesseadmine tsentrite telgjoonest kõrgemale või madalamale võib kergesti põhjustada terade murdumist.

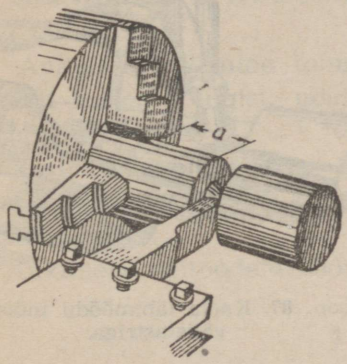
## § 30. Töövõtteid mahalõikamisel ja välissoonte treimisel.

Mahalõikamiseks ja välissoonte treimiseks asetatakse detail padrunisse või tsentrite vahele, või kinnitatakse detaili üks ots padrunisse ja teine tagumisele tsentrile.

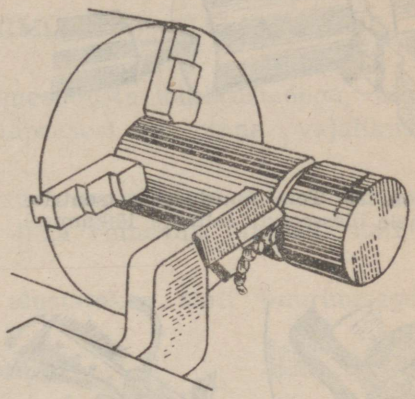
Kui on vaja maha lõigata üht tükki varva otsast, pistetakse varb spindliauku ja kinnitatakse ta padrunisse nii, et väljaulatuva osa pikkus *a* (joon. 84) ei ületaks varva läbimõõdu.

Mahalõikamisel ei tohi lubada tera ega detaili värisemist, sest et vastasel korral tera võib murduda. Värisemise vähendamiseks toimub mahalõikamine mõnikord spindli pöörlemisega vastassuunas; seejuures kasutatakse painutatud tera, mille lõikeserv on suunatud allapoole (joon. 85).

Kui detail on üles seatud tsentrite vahele või padrunisse ja tagumisele tsentrile, siis ei tohi lõigata lõpuni, s. o. detaili telgjooneni. Kui seda ei peeta silmas, siis lõikamise lõppjärgus tekib väga peenike kael, mis võib murduda tera surve ja mahalõigatava osa raskuse mõjul; tera jääb siis mõlema tüki vahele, millele järgneb paratamatult tera murdumine.



Joon. 84. Detaili mahalõikamine varvast.



Joon. 85. Mahalõikamine spindli vastassuunalisel pöörlemisel.

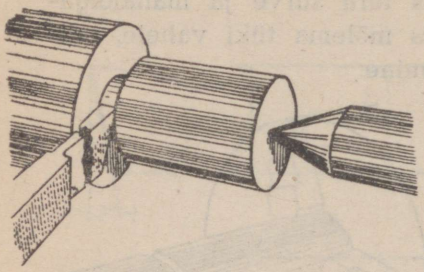
Selle vältimiseks tuleb jätta lõikekohta seda suurema läbimõõduga kael, mida pikem ja raskem on mahalõigatav osa. Lõiganud teatava sügavuseni, võetakse detail tsentrite vahelt välja, pigistatakse ta kruustangidesse ja lõpetatakse mahalõikamine käsisae abil.

Äärmisel juhul võib mahalõigatavat osa vasaraga maha lüüa. Kaela murdekohta jäänud metalli võib siis treipingil maha treida, kruustangidel maha viilida või smirgelkäial maha käiata.

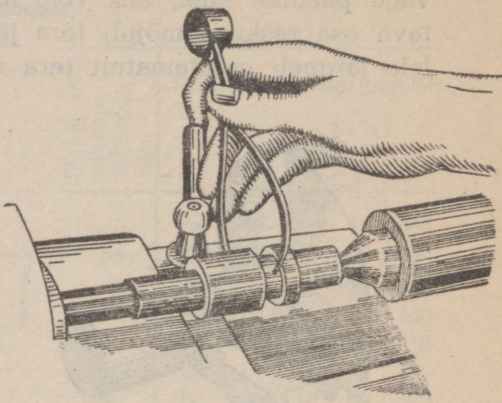
Nii soonte treimine kui ka mahalõikamine toimub risti-ettenihkega; soonte treimine toimub käsitsi ettenihkega ja mahalõikamine kas käsitsi- või automaat-ettenihkega.

Soone treimisel tekkinud kaela läbimõõtu mõõdetakse välistastriga (joon. 87) või nihkkaliibriga (joon. 88). Nihkkaliibri kasutamine on võimalik ainult siis, kui soon on nihkkaliibri harudest laiem. Sageli ei mõõdeta mitte kaela läbimõõtu, vaid soone sügavust, kasutades selleks mõõte-joonlauda, šablooni (joon. 89) või

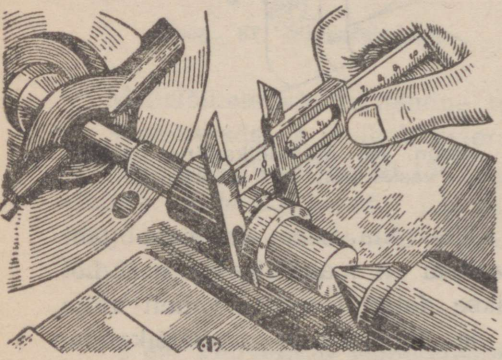
„Kolumbus"-tüüpi nihkkaliibrit, mis on varustatud erilise väljalükatava mõõtevarvaga sedalaadi mõõtmisteks. Soone laiust mõõdetakse joonlauaga, välistastriga, nihkkaliibriga või šablooniga.



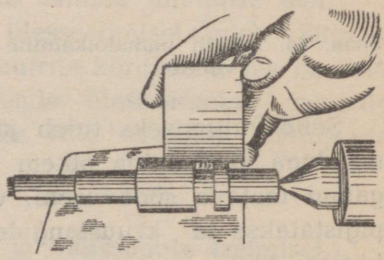
Joon. 86. Tera murdumine tsentrite vahele ülesseatud eeltoote lõikamisel.



Joon. 87. Kaela läbimõõdu mõõtmine välistastriga.



Joon. 88. Kaela läbimõõdu mõõtmine nihkkaliibriga.



Joon. 89. Soone sügavuse mõõtmine šablooniga.

**Kontrollküsimusi.**

1. Missugused on soonetera ja mahalõiketera iseloomustavad omadused?
2. Missugustel juhtudel toimub mahalõikamine spindli pöörlemisega vastassuunas ja missuguseid teri kasutatakse selleks?
3. Miks ei tohi lõpuni lõigata eeltoodet, mis on üles seatud tsentrite vahele või on kinnitatud padrunisse, kusjuures eeltoote parempoolne ots toetub tagumisele tsentrile?
4. Kuidas ja milliste abinõudega mõõdetakse detailisse treitavate soonte asetust?

5. Kuidas kontrollitakse treitava soone laiust ja sügavust?

6. Nimetage mahalõikamisel ja soonte treimisel esinevad tähtsamad praagi liigid ja nende põhjused.

## VII peatükk.

## SILINDRILISTE AUKUDE PUURIMINE JA ÜLEPUURIMINE.

Aukude töötlemine toimub mitmesuguste lõikeriistadega, olenevalt eeltoote liigist, nõutavast täpsusest ja pinna vajalikust puhtusest.

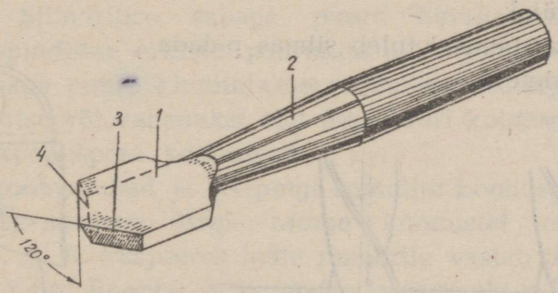
Eeltooted võivad olla: 1) valamise, sepistamise ja stantsimise teel ettevalmistatud aukudega; 2) ilma eelnevalt ettevalmistatud aukudeta.

Aukudeta eeltoodete töötlemist alustatakse alati puurimisega.

### § 31. Puurid.

Aukude puurimiseks kasutatakse lamepuure ja spiraalpuure.

Lamepuur on näidatud joonisel 90. Tema lõikavosa kujutab endast lamedat labidakest 1, mis kitseneb vardaks 2. Lamepuuri mõlemad lõikeservad 3 ja 4 moodustavad tavaliselt 118—120° suuruse nurga.

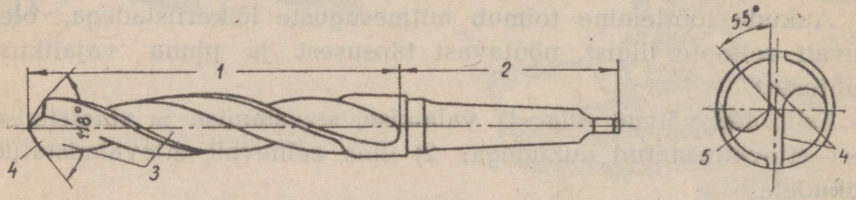



Joon. 90. Lamepuur.

Lamepuurid on väheproduktiivsed; peale selle kalduvad nad töötamisel üsna palju telgjoonest kõrvale. Sellest hoolimata kasutatakse neid mõnikord, sest nad on lihtsa konstruktsiooniga ja

hinnalt mitte kallid. Lamepuur kinnitatakse tavaliselt terahoidjasse samal viisil nagu lõiketeragi.

Käesoleval ajal toimub puurimine enamasti spiraalpuuride abil. Üks seesugune puur on näidatud joonisel 91. Ta koosneb töötavosast 1 ja sabast 2. Töötavosa kujutab endast silindrit, millesse on freesitud kaks spiraalsoont 3. Puuri ots on teritatud koonusekujuliseks; temal on kaks lõikeserva 4 ja nende vahel nõndanimetatud sideserv 5.



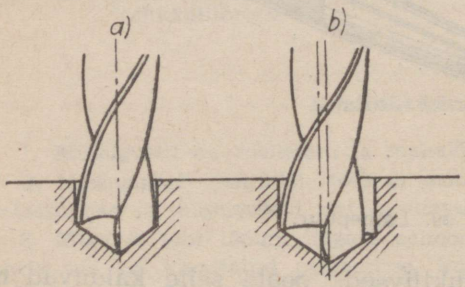

Joon. 91. Spiraalpuur.

Puuri tipunurk on tavaliselt 118—120°. Kõvade materjalide puurimiseks kasutatakse suurema tipunurgaga puure — kuni 140°, pehmete materjalide puurimiseks aga valitakse väiksemaid tipunurki — kuni 90°.

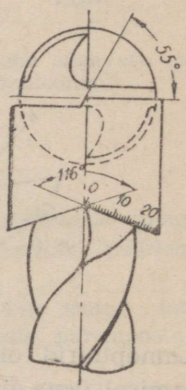
Puure valmistatakse süsinikterasest või kiirlõiketerasest.

**Puuride teritamine.** Puuride teritamine toimub erilistel terituspinkidel. Kuid treialil tuleb tihtipeale teritada puure käsitsi, tavalisel terituskäial.

Puuride teritamisel tuleb silmas pidada järgmisi nõudeid:




Joon. 92. Puurimisel saadavad augud: a — õigesti teritatud puuri ja b — valesti teritatud puuri kasutamisel.



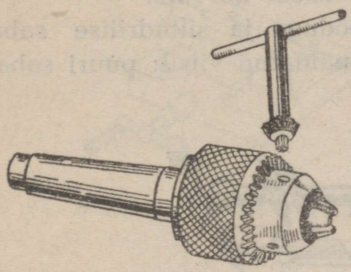

Joon. 93. Šabloon puuri terituse kontrollimiseks.

1. Puuri lõikeservad peavad olema ühepikkused ja moodustama puuri telgjoonega ühesuuruseid nurki.

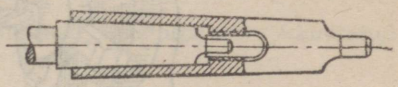
2. Sideserv peab moodustama lõikeservadega 55°-lise nurga. Selliselt teritatud puur töötab hästi.

Joonisel 92 on näidatud puuraugud, mis on saadud õigesti ja valesti teritatud puuridega. Kui lõikeservad on ühepikkused (joon. 92-a), siis puuraugu läbimõõt võrdub puuri läbimõõduga. Kui aga üks lõikeserv on teisest pikem (joon. 92-b), siis augu läbimõõt on puuri läbimõõdust suurem.

Puuri erituse õigsuse kontrollimiseks kasutatakse kahe väljalõikega šablooni (joon. 93): ühe väljalõike abil kontrollitakse puuri tipunurka ja lõikeservade pikkust, teise väljalõike abil — sideserva ja lõikeserva vahelist nurka.



Joon. 94. Kinnituspadrun silindrilise sabaga puuride jaoks.



Joon. 95. Vahepuks.

**Puuri kinnitamine.** Spiraalpuurid on kas silindrilise või koonilise sabaga. Silindrilise sabaga puure kinnitatakse tagumise tsenterpuki spindlisse eriliste padrunite abil (joon. 94); vastavalt koonilise sabaga puure kinnitatakse tagumise tsenterpuki koonuspesasse kas otse või vahepuksi abil (kui puuri koonus on väiksem tsenterpuki koonuspesa koonusest).

Puuride koonussabad ja treipingi spindlite koonuspesad valmistatakse Morse süsteemi järgi. Morse koonustel on numbrid: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, kusjuures igale numbrile vastab teatud kindel mõõde. Kui puuri koonus on tagumise tsenterpuki spindli koonuspesast väiksem, siis pannakse puuri saba otsa vahepuks (joon. 95) ja asetatakse puur ühes vahepuksiga tsenterpuki spindli koonuspesasse.

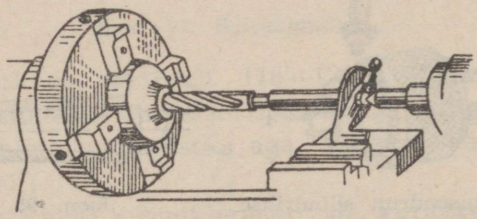
Puuri telgjoon peab täpselt ühte langema tööpingi tsentrite telgjoonega. Puuri ebatäpne kinnitus tagumise tsenterpuki

spindlisse põhjustab puuri „viskamist", mistõttu puurauk tuleb suurema läbimõõduga. Seda juhtub tavaliselt siis, kui saba koonus ei sobi koonuspesasse. Enne puuri kinnitamist koonuspesasse tuleb hoolega puhastada mustusest ja prügist nii puuri saba kui ka spindli koonuspesa.

## § 32. Puurimise võtteid.

Kui puuritava augu sügavus ületab kaht puuri läbimõõtu, siis on soovitatav augu koht ette puurida lühikese puuri abil, mis on suurema läbimõõduga ja mille tipunurk on 90°. Siis peab järgnev puur paremini suunda ning kaldub vähem kõrvale.

Augu puurimine suurema läbimõõduga ja silindrilise sabaga spiraalpuuri abil toimub joonisel 96 näidatud viisil: puuri sabaots

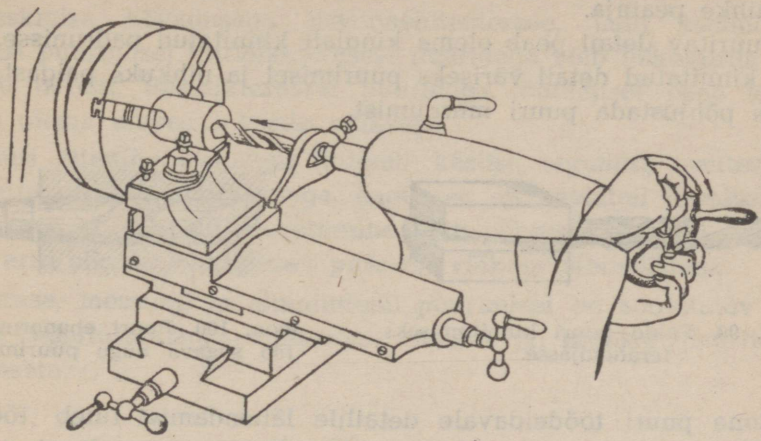


Joon. 96. Augu puurimine suurema läbimõõduga puuri abil.

toetatakse vastu tagumist tsentrit, kuna puuri töötavosa juhitakse töödeldava detaili keskkohta. Et puur ei saaks pöörduda, kinnitatakse tema sabale klamber, mille ots toetub supordile või tööpingi sängile. Seda abinõu kasutatakse ka siis, kui kasutatav suuremõõteline puur on koonilise sabaga, mis käib tagumise tsenterpuki koonuspesasse (joon. 97).

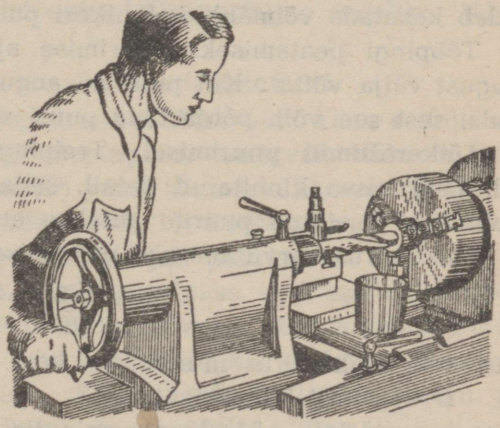
Puuri ettenihke teostamiseks nihutatakse tsenterpuki spindlit käsiratta abil edasi, nagu seda näitab joon. 98. Sügavamate aukude puurimisel on käsitsi-ettenihe ebaproduktiivne; pealegi väsitab see töölist. Neil juhtudel tuleb kasutada automaat-ettenihet. Selleks tuleb kinnitada puur eriliste pakkide abil (joon. 99) terahoidjasse ja sisse lülida supordi automaat-ettenihe, või lahti kruvida plaat, millega tagumise tsenterpuki kere on kinnitatud sängile, ja ühendada tsenterpukk supordiga painduva või jäiga

tõmmise abil. Viimasel juhul suport, liikudes automaat-ettenihkega, tõmbab endaga kaasa tagumise tsenterpuki ühes sellesse kinnitatud puuriga.



Joon. 97. Augu puurimine tagumise tsenterpuki koonuspesasse kinnitatud puuriga.

Sügava augu puurimisel spiraalpuuriga võetakse puur tööpingi töötamise ajal vahete vahel puuraugust välja, et eemaldada soontesse kogunenud laastu; sellega välditakse puuri murdumist. Tuleb ka jälgida, et puuraugu sügavus ei ületaks puuri spiraalsoone pikkust (joon. 100), sest et vastasel korral laast ei pääseks soontest välja ja puur murduks.



Joon. 98. Puuri käsitsi ettenihutamine.

Kindla pikkusega umbaukude puurimiseks kasutatakse järgmisi viise:

1. Kui puurimine toimub käsitsi-ettenihkega, siis tehakse puurile kriidiga märkjoon, mis vas-

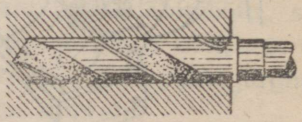
tab augu nõutavale sügavusele, ja nihutatakse spindlit edasi, kuni puur on detailisse tunginud selle märkjooneni.

2. Automaat-ettenihke kasutamisel kinnitatakse sängile pikiettenihke peataja.

Puuritav detail peab olema kindlalt kinnitatud padrunisse. Nõrgalt kinnitatud detail väriseks puurimisel ja nihkuks paigast; see võiks põhjustada puuri murdumist.



Joon. 99. Pakid puuri kinnitamiseks terahoidjasse.



Joon. 100. Puuri ebanormaalne töö sügava augu puurimisel.

Enne puuri töödeldavale detailile lähendamist tuleb tööpink käivitada. Puuri lähendamine peab toimuma sujuvalt, ilma löögita, sest et vastasel korral puuri lõikeservad võivad nürineda või koguni mureneda.

Mõnikord on puurimise ajal kuulda iseloomulikku metallilist vingumist. See on harilikult märgiks, et puur kisub viltu või et ta on nürinenud. Sellistel juhtudel tuleb kohe peatada tööpink ja selgitada vingumise põhjus. Puuri viltukiskumise ärahoidmiseks tuleb kasutada võimalikult lühikesi puure.

Tööpingi peatamiseks puurimise ajal tuleb kõigepealt puur august välja võtta. Kui puur on augu sees, ei tohi tööpinki peatada, sest see võib põhjustada puuri sööbimist ning murdumist.

**Lõikerežiimid puurimisel.** Treipingil aukude puurimisel pöörleb padrunisse kinnitatud detail, sellal kui tagumise tsenterpuki spindlisse asetatud puurile antakse ettenihkeliikumine.

Lõikekiiruse arvutamiseks puurimisel kasutatakse valemit

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ m/min.},$$

kus $v$ — lõikekiirus m/min.;
$D$ — puuri läbimõõt, mm;
$n$ — detaili pöörete arv minutis;
$\pi$ — 3,14.

Sellest valemist saab tuletada detaili pöörete arvu minutis:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} \text{ pööret/min.}$$

Keskmise kõvadusega masinaehitusterase, halli malmi ja pronksi puurimisel kiirlõiketerasest puuridega võib lõikekiirus olla 20—30 m/min. Süsinikterasest puuridega töötamisel peab lõikekiirus olema umbes 2 korda väiksem.

Puuri ettenihe treipingil toimub käsitsi, tagumise tsenterpuki käsiratta aeglase pööramisega, nagu see on näidatud joonisel 98. Liiga suur või ebaühtlane ettenihe võib põhjustada puuri murdumist, eriti siis, kui kasutatav puur on väikese läbimõõduga.

Terase, messingi ja alumiiniumi puurimisel on soovitatav tarvitada jahutusainena emulsiooni; malmi ja pronksi puuritakse jahutuseta.

## § 33. Ülepuurimine.

Ülepuurimiseks nimetatakse varempuuritud augu läbimõõdu suurendamist suurema läbimõõduga puuri abil. Ülepuurimist kasutatakse tavaliselt siis, kui on vaja väikese võimsusega treipingil teha massiivsesse toortükki üle 30 mm läbimõõduga auk. Sel juhul puuritakse antud tööpingil kõigepealt väiksema läbimõõduga auk; sellele järgneb teise operatsioonina ülepuurimine vajaliku läbimõõduga puuri abil.

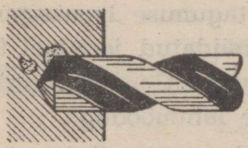
Ülepuurimist teostatakse ka võimsail treipinkidel.

Puuri sideserv ei võta ülepuurimisel tööst osa. Tänu sellele on ettenihke teostamiseks vajalik jõupingutus tunduvalt väiksem; see kergendab puurimist ja vähendab puuri kõrvalekaldumist. Seetõttu võib ettenihe ülepuurimisel olla umbes 1½ korda suurem kui sama läbimõõduga puuri ettenihe umbmaterjali puurimisel.

Ülepuurimiseks kõlbavad ainult puurimise teel saadud augud. Seevastu pole soovitatav üle puurida valamise või stantsimise teel tehtud auke, sest et nende keskkoht toortükis ei lange peaaegu kunagi ühte puuri telgjoonega. Selle tagajärjel töötlemisvaru ja ühes sellega ka laastu tekkimine on ebaühtlane ning puur kisub tugevasti viltu.

## § 34. Praak puurimisel ja abinõud selle ärahoidmiseks.

Puurimisel esineva praagi sagedaimaks põhjuseks on puuri vajalikust suunast kõrvalekaldumine (viltukiskumine), mida võib eriti sageli tähele panna pikkade aukude puurimisel. Puuri kõrvalekaldumist esineb: 1) töötamisel pikkade puuridega; 2) töötamisel valesti teritatud puuridega, milledel üks lõikeserv on teisest pikem; 3) õhumulle ja kõvemaid osakesi sisaldava metalli puurimisel (joon. 101).



Joon. 101. Õhumullid või kõvemad osakesed puuritavas detailis.

Kõrvalekaldumist pika puuriga töötamisel saab vähendada, puurides eelnevalt ettevalmistava augu lühikese puuriga, millel on sama läbimõõt. Puuri kõrvalekaldumist ebaõige erituse tõttu saab kergesti vältida, kontrollides teritust šablooniga, nagu see on näidatud joonisel 93. Kui aga puur kohtab oma teel detaili materjalis õhumulle või kõvemaid osakesi, siis on peaaegu võimatu vältida puuri kõrvalekaldumist. Seda saab ainult vähendada ettenihke vähendamise teel, hoides seega ühtlasi ära puuri võimalikku murdumist.

Kui puur on murdunud ja tema ots on jäänud augu sisse, siis tuleb katsuda teda sealt välja võtta, andes detailile tugeva hoobi. Kui see ei aita, tuleb lõõmutada detaili osa ühes sinna kinnijäänud puuriotsaga, mida saab siis kerge vaevaga välja puurida.

### Kontrollküsimusi.

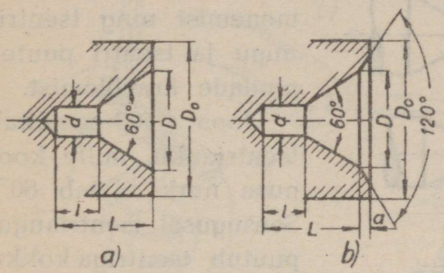
1. Millistel juhtudel kasutatakse puurimist?
2. Missuguseid puuride tüüpe saab kasutada treipinkidel puurimiseks?
3. Kuidas toimub spiraalpuuri õige teritus?
4. Kuidas puuri ebaõige teritus mõjub augu mõõdetele?
5. Kuidas määratakse lõikekiirust puurimisel?
6. Missuguseid töövõtteid kasutatakse puurimisel?
7. Millal kasutatakse ülepuurimist?
8. Kuidas tuleb puur kinnitada tagumise tsenterpuki spindlisse, kui puuri saba mõõted on spindli koonuspesa mõõdetest väiksemad?
9. Kuidas saadakse nõutav puurimissügavus?
10. Missugust jahutust kasutatakse puurimisel ja ülepuurimisel?
11. Missugused praagi liigid võivad puurimisel esineda?

## VIII peatükk.

## TSENTREERIMINE.

### § 35. Tsentriaukude otstarve ja kuju.

Detailide treimine tsentrite vahel on kõige levinumaks töötlemisviisiks, sest et ta võimaldab detaili ühelt tööpingilt teisele ümber asetada ilma vahepealse kontrollimiseta.




Joon. 102. Tsentriaukude kuju: a — kaitsekoonuseta; b — kaitsekoonusega.

Joonisel 102 on näidatud normaalne tsentriauk, mis koosneb koonilisest ja silindrilisest osast. Tsentriaugu koonilise osa nurk peab vastama tööpingi tsentri koonusenurgale. See nurk on tavaliselt 60°; suuremate ning raskemate detailide töötlemisel ta võib aga olla 75 või 90°. Augu silindriline osa on tehtud tsentritipu vabaks asetsemiseks; sinna mahub kaveidi määret.

Joonisel 102-b on näidatud tsentriauk, millel on ees 120°-lise nurgaga kaitsekoonus; ta kaitseb põhikoonust mõlgistumise eest. Põhikoonust (60°) tuleb vigastuste eest tingimata hoida, sest vastasel korral töödeldava detaili ülesseadmine ja tema pöörlemine on tsentrite telgjoone suhtes ebaõige. Kaitsekoonusega tsentriaugud puuritakse neisse detailidesse, mis peavad alluma paljudele operatsioonidele.

Tsentriaukude mõõted valitakse vastavalt toortüki läbimõõdule (tabel 2).

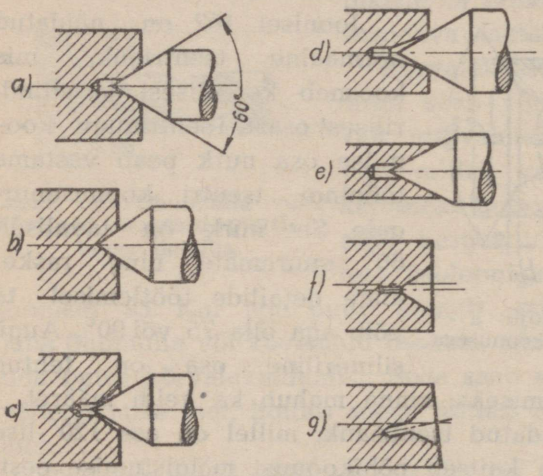
Tabel 2

**Tsentriaukude mõõted mm (joon. 102).**

| Eeltoote läbimõõt, mm | d | D | L | l | a |
|---|---|---|---|---|---|
| 4,0 | 1,0 | 2,5 | 2,5 | 1,2 | 0,4 |
| 8,0 | 2,0 | 5,0 | 5,0 | 2,4 | 0,8 |
| 12,0 | 3,0 | 7,5 | 7,5 | 3,6 | 1,0 |
| 20,0 | 5,0 | 12,5 | 12,5 | 6,0 | 1,5 |
| 30,0 | 8,0 | 20,0 | 20,0 | 9,6 | 2,0 |
| 42,0 | 12,0 | 30,0 | 30,0 | 14,0 | 2,5 |

Kui tsentriauk on valmistatud tabelis 2 näidatud mõõdetele mittevastavalt, võib see põhjustada tsentri ja tsentriaugu rikkumist.

Joonisel 103-a on näidatud õigesti tehtud tsentriauk, joonisel 103-b — silindrilise osata tsentriauk. Silindrilise osa puudumisel on tõenäolik, et detaili ei saa täpselt üles seada; peale selle on võimalik, et määre pressitakse töötamisel välja. Viimane asjaolu põhjustab kiiret kuumenemist ning tsentriaugu ja tsentri puutepindade ärapõlemist.




Joon. 103. Tsentriaugud: a — õige tsentriauk; b, c, d ja e — mõõdetelt ebaõiged tsentriaugud; f ja g — asetuselt ebaõiged tsentriaugud.

Joon. 103-c näitab tsentriauku, mille koonuse nurk ületab 60°. Seesugusel tsentriaugul puutub tsentriga kokku ainult üks kitsas riba; see võib põhjustada detaili viskamist, samuti ka tsentriaugu koonuspinna ja tsentri enda kiiret kulumist ning kuumenemist.

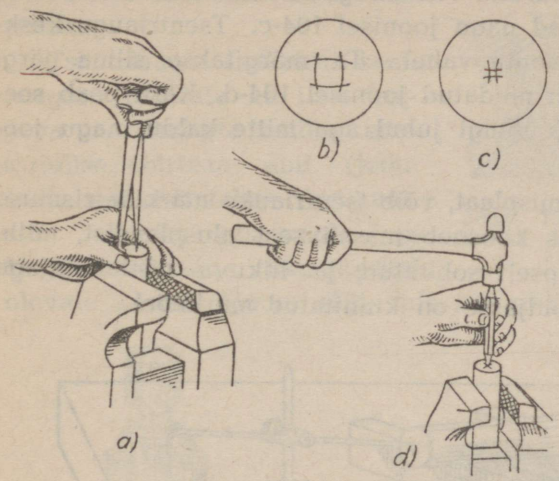
Kui tsentriaugu koonusnurk on alla 60° (joon. 103-d), siis tsenter puutub detailiga kokku samuti ainult kitsa riba ulatuses; selle tagajärjeks on siingi tsentri ja tsentriaugu kiire kulumine.

Kui tsentriaugu sügavus L on suurem tab. 2 näidatud mõõtest, siis tema suurem läbimõõt D võib ühte langeda detaili läbimõõduga $D_0$ (joon. 103-e). Sel juhul ei saaks detaili pinda töödelda, sest treitera satuks vastu tagumist tsentrit.

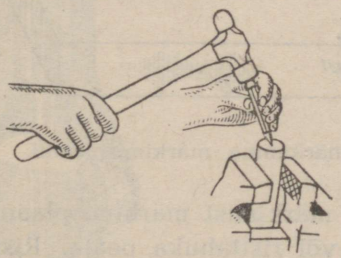
Kui tsentriaugu telgjoon ei ühtu detaili telgjoonega (joon. 103-f), siis osa detaili välispinda jääb töötlemata. Joonisel 103-g näidatud tsentriauk on puuritud detaili telgjoone suhtes viltu. Säärases augus puutub tsenter detailiga kokku ainult osaliselt ning kulub kiiresti. Peale selle hakkab detail pöörlemisel „viskama".

## § 36. Tsentriaukude märkimine.

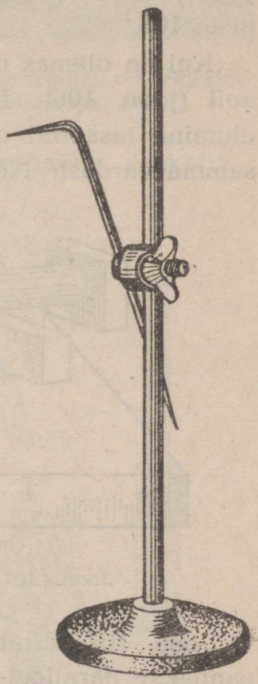
Tsentriaukude märkimiseks on mitmesuguseid viise. Tavaliselt kaetakse otspinnad enne märkimist kriidiga, et tsentriaugu asukoha märkjooned oleksid paremini näha.




Joon. 104. Tsentriaugu asukoha märkimine ja kärnimine: a — märkimine märkimissirkli abil; b ja c — märkjooned; d — kärnimine.



Joon. 105. Ebaõige kärnimine.

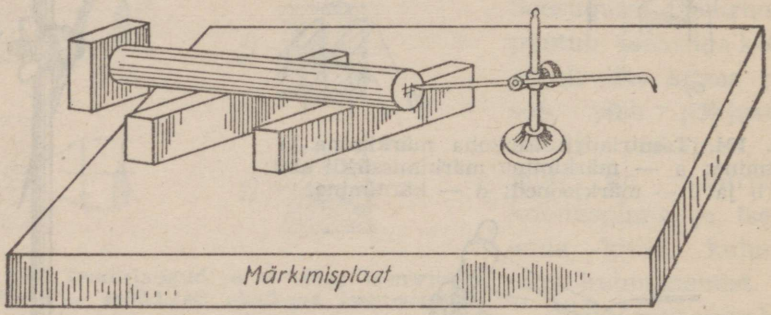


Joon. 106. Rismus.

Laialdaselt tarvitusel on märkimine märkimissirkli abil (joon. 104-a). Sirkli harud seatakse seejuures vahekaugusele, mis on detaili raadiusest veidi suurem või veidi väiksem. Painutatud haru asetatakse kruustangidesse kinnitatud detaili otspinna serva vastu, kuna terava haruga tehakse otspinna keskkoha lähedusse kaarekujuline kriips. Siis tõmmatakse samal viisil veel kolm kaarjoont, asetades sirkli painutatud haru otspinna serval igakord

umbes ¼ ümbermõõdu võrra edasi. Selliselt pealemärgitud neli kaarjoont moodustavad kõverjoonelise nelinurga. Kui sirkliharude vahekaugus on raadiusest suurem, siis märkjooned asetsevad nagu joonisel 104-b; kui aga harude vahekaugus on raadiusest väiksem, siis märkjooned asetsevad nagu joonisel 104-c. Tsentriaugu keskkoht peab olema märkjoonte vahel. Ta märgitakse silma järgi ning kärnitakse, nagu on näidatud joonisel 104-d. Kärn peab seejuures olema püstloodis, ühelgi juhul aga mitte kaldu, nagu joonisel 105.

Kui on olemas märkimisplaat, võib tsentriauke märkida rismuse abil (joon. 106). Rismus koosneb massiivsest alusplaadist, mille alumine tasapind on täpselt sobitatud, ja liikuva nõelahoidjaga sammasvardast. Nõelahoidjasse on kinnitatud märknõel.

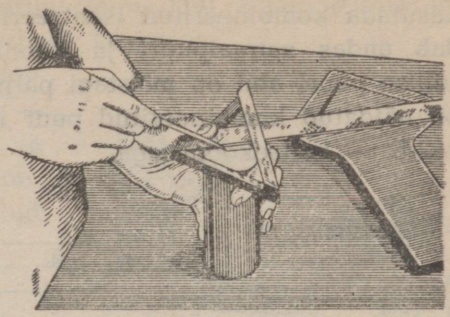



Joon. 107. Tsentriaugu märkimine märkimisplaadil.

Joon. 107 näitab tsentriaugu märkimist märkimisplaadil. Detail pannakse paralleel-aluspakkude või risttahuka peale. Rismus asetatakse selliselt, et märknõela teravik tuleks detaili keskkohast veidi madalamale või veidi kõrgemale. Siis tõmmatakse mõlemale otspinnale märkjooned, mis moodustavad väikesi nelinurki. Kummagi nelinurga keskele kärnitakse eelkirjeldatud viisil tsentriaugu keskkoht.

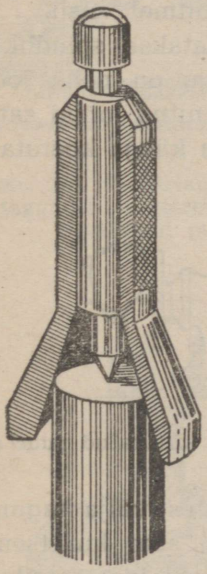
Tsentriauke saab märkida ka nõndanimetatud tsentrimääraja abil (joon. 108). Asetanud tsentrimääraja detaili vastu, tõmmatakse märknõela abil esimene märkjoon; siis pööratakse detaili või tsentrimäärajat umbes 90° võrra ja tõmmatakse teine

märkjoon. Mõlema märkjoone ristumiskoht määrabki tsentriaugu asukoha. Sama toimingut korratakse ka teisel otspinnal.

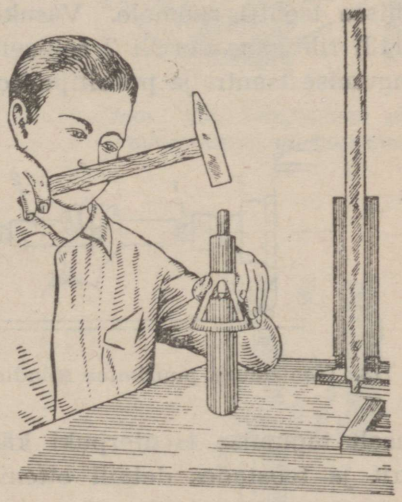


Joon. 108. Tsentriaugu märkimine tsentrimääraja abil.

Tsentriaugu asukohta saab kergesti määrata ka ilma eelneva märkimiseta erilise kellakujulise abiriista abil (joon. 109); see asetatakse vertikaalselt detaili otspinnale ja lüüakse vasaraga riista keskel olevale kärnile (joon. 110), mis märgibki tsentriaugu asukoha.



Joon. 109. Rakis tsentriaugu kärnimiseks eelmärkimiseta.

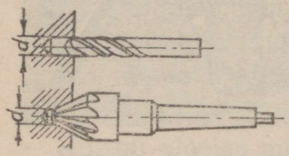


Joon. 110. Tsentriaugu kärnimine eelmärkimiseta.

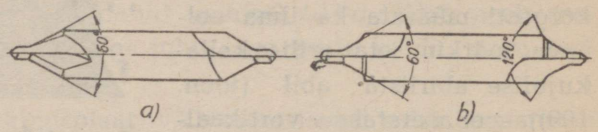
## § 37. Tsentreerimisel kasutatavaid töövõtteid.

Tsentriaukude puurimine toimub algul normaalse spiraalpuuriga ja seejärel koonilise süvispuuriga (joon. 111). Kohasem on aga

kasutada kombineeritud tsentreerimispuuri (joon. 112), mis ühendab endas spiraalpuuri ja koonilist süvispuuri. Tsentreerimine sellise puuri abil on mõistagi palju produktiivsem. Joonisel 112-a on näidatud kombineeritud puur ilma kaitsekoonuseta ja joonisel 112-b — kaitsekoonusega.



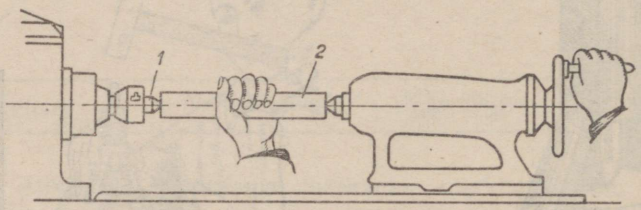
Joon. 111. Tsentriaugu puurimine puuriga ja süvispuuriga.




Joon. 112. Kombineeritud tsentreerimispuurid: a — ilma kaitsekoonuseta; b — kaitsekoonusega.

Tsentriaukude puurimine treipingil toimub mitmel viisil.

1. Padrun kombineeritud puuriga 1 kinnitatakse spindlikasti spindlisse tsentri asemele. Vasaku käega (nagu on näha jooniselt 113) rihitakse detaili 2 selliselt, et pealekärnitud lohud satuksid tagumise tsentri ja puuritipu kohale. Parema käega keeratakse



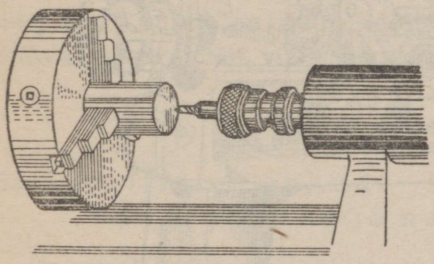

Joon. 113. Tsentriaugu puurimine spindlikasti spindlisse kinnitatud puuri abil.

aeglaselt tagumise tsenterpuki käsiratast, lükates välja tagumist tsentrit ja teostades detaili ettenihet vasakule, seni kui tsentriauk on puuritud vajaliku sügavuseni. Samal viisil tsentreeritakse ka teist otspinda. Juhul, kui käega on liiga raske takistada detaili pöörlemist, kinnitatakse detailile klamber, mis toetub vastu supordit. Sel juhul tuleb detaili käega ainult ülal hoida, juhtides teda puuri ja tagumise tsentri kohale.

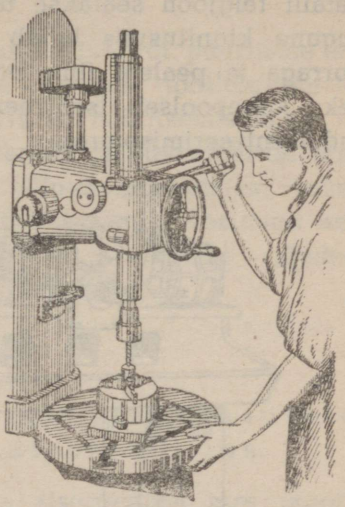
2. Detail kinnitatakse kolme või nelja nukiga isetsentreerivasse padrunisse; tagumise tsenterpuki spindlisse aga kinnita-

takse kombineeritud puuriga padrun (joon. 114). Ettenihe teostub käsitsi, keerates tagumise tsenterpuki käsiratast.

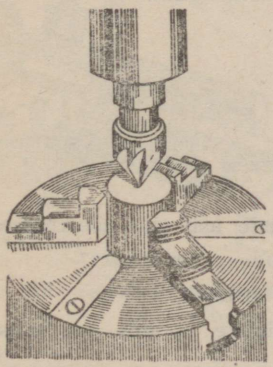
Tsentriaukude puurimist saab teostada ka vertikaal-puurpingil — enne spiraalpuuriga (joon. 115) ja siis koonilise süvispuuriga (joon. 116), või kasutades kombineeritud tsentreerimispuuri (joon. 117).



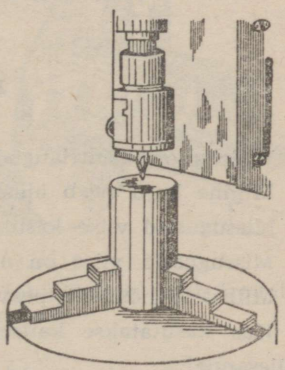
Joon. 114. Tsentriaugu puurimine tagumise tsenterpuki spindlisse kinnitatud puuriga.



Joon. 115. Tsentriaugu puurimine vertikaal-puurpingil.

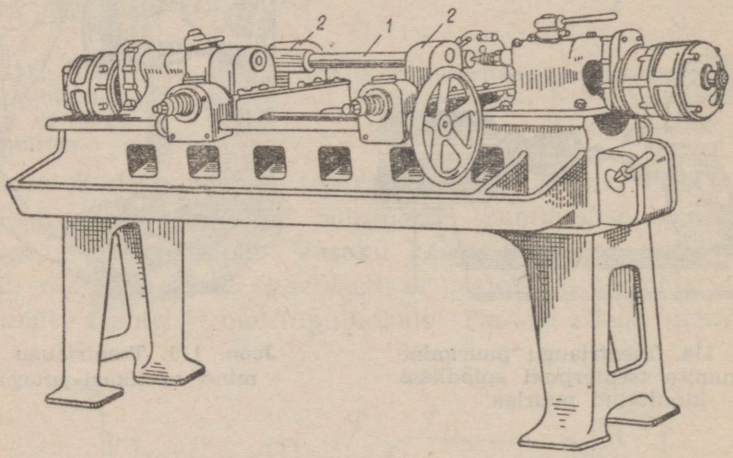


Joon. 116. Tsentriaugu süvistamine vertikaal-puurpingil.



Joon. 117. Tsentriaugu puurimine kombineeritud puuriga vertikaal-puurpingil.

Rohkearvuliste detailide töötlemisel saab tsentriauke palju kiiremini puurida kahepoolsel tsentreerimispingil (joon. 118). Detail 1 kinnitatakse erilistesse kruustangidesse 2, millede abil detaili telgjoon seatakse täpselt ühte tööpingi telgjoonega. Seesugune kinnitusviis lubab puurida tsentriauke mõlemast otsast korraga ja pealegi ilma ettemärkimiseta. Tsentriaukude puurimiseks kahepoolseil tsentreerimispinkidel kasutatakse kombineeritud tsentreerimispuure.




Joon. 118. Kahepoolne tsentreerimispink.

**Kontrollküsimusi.**

1. Milleks on tsentriaugud tarvilikud?
2. Milline kuju peab olema tsentriaukudel?
3. Missuguseid viise kasutatakse tsentriaukude asukoha märkimiseks?
4. Missuguseid viise on olemas tsentriaukude puurimiseks?
5. Millistele nõudeile peavad tsentriaugud vastama?
6. Kus kasutatakse kaitsekoonusega tsentriauke ja mis on kaitsekoonuse ülesanne?

## IX peatükk.

## SILINDRILISTE AUKUDE SISETREIMINE JA HÕÕRITSEMINE.

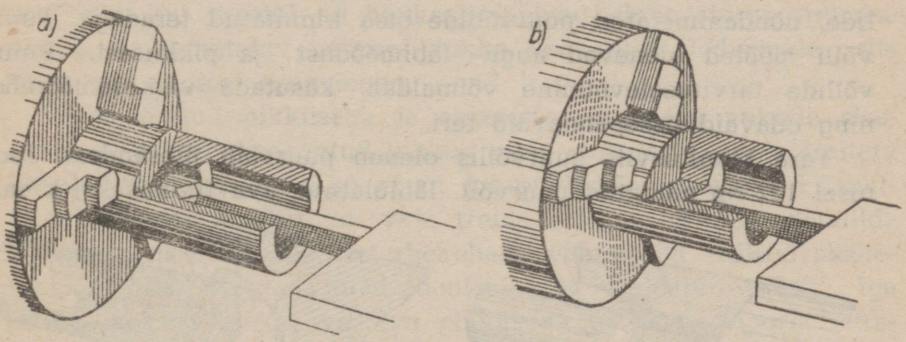
Eelkäinud valamise, sepistamise, stantsimise või puurimise teel eeltoodetesse tehtud augud allutatakse edasisele töötlemisele — sisetreimisele ja, kui see on vajalik, siis ka hõõritsemisele.

Sisepindade töötlemine toimub treiterade ja süvispuuride abil. Tehakse vahet kooriva, poolsiluva ja siluva sisetreimise vahel. Igaüks neist sisetreimise liikidest leiab kasutamist vastavalt sellele, kui suured on augu töötlemispuhtuse ja -täpsuse nõuded. Siluvat sisetreimist võib asendada hõõritsemisega.

### § 38. Sisetreimine.

Silindriliste aukude sisetreimisel kasutatavad treiterad ja nende ülesseadmine.

Joonisel 119-a on näidatud kooriva sisetreimise tera (koorimistera) läbiulatuva augu sisetreimiseks, joonisel 119-b — kooriva sisetreimise tera umbse augu sisetreimiseks. Siluva sisetrei-

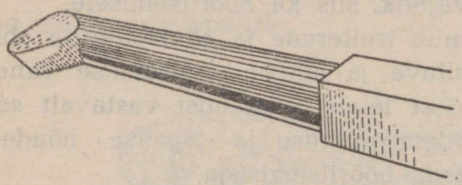



Joon. 119. Kooriva sisetreimise terad: a — läbiulatuva augu treimiseks; b — umbse augu treimiseks.

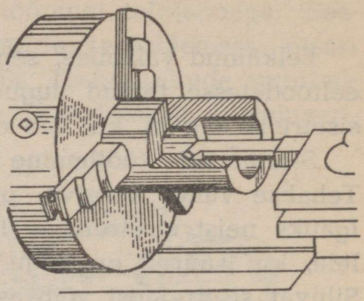
mise terade (silumisterade) juures ei tehta tavaliselt vahet augu tüübi (läbiv või umbne) järgi: ühed ja samad silumisterad on kasutatavad nii läbivate kui ka umbsete aukude sisetreimiseks. Joon. 120 kujutab siluva sisetreimise tera. Sisetreimise terädel

on võrreldes välistreimise teradega suurem seadenurk; see peab olema seda suurem, mida väiksem on treitava augu läbimõõt.

Sisetreimine on keerukam operatsioon kui pindade välistreimine. See seletub järgmiste asjaoludega:



Joon. 120. Siluva sisetreimise tera.



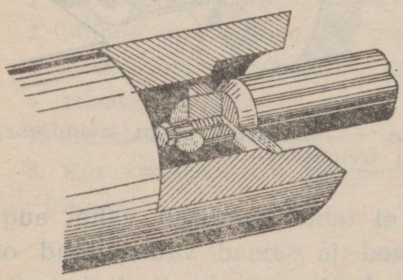
Joon. 121. Sisetreimine treitera abil.

1) terahoidjast väljaulatuva teraosa pikkus peab sisetreimisel olema veidi suurem kui ületreitava augu sügavus (joon. 121); seepärast võib tera töös, kui treitav auk on väga sügav, esineda vetrumist ja paindumist;

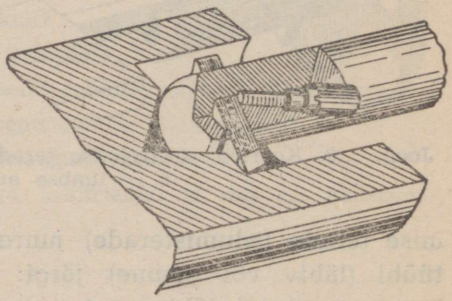
2) tera töö jälgimine on sisetreimisel takistatud, sest et lõikamine (laastuvõtmine) toimub augu sisemuses.

Pikkade aukude sisetreimine toimub eriliste massiivsete võllide, nõndanimetatud puurvõllide otsa kinnitatud teradega. Puurvõlli mõõted olenevad augu läbimõõdust ja pikkusest. Puurvõllide tarvituselevõtmine võimaldab kasutada väikesemõõtelisi ning odavaid sissepandavaid teri.

Tera kinnitusviis puurvõllis oleneb puurvõlli ülesandest. Joonisel 122 on näidatud puurvõll läbiulatuva ava treimiseks; kinni-



Joon. 122. Teraga puurvõll läbiva augu treimiseks.



Joon. 123. Teraga puurvõll umbse augu treimiseks.

tuspolt asetseb siin puurvõlli otspinnas. Umbsete aukude treimiseks kinnitatakse tera joonisel 123 näidatud viisil.

Enne sisetreimisele asumist tuleb treitera seada vajalikule läbimõõdule, nagu seda tehakse välistreimiselgi. Selleks seatakse treitera esialgu silma või supordi risti-ettenihkekruvi ringskaala järgi ja treitakse üle auku 2—3 mm pikkuselt. Siis mõõdetakse saadud läbimõõtu sisetastri või nihkkaliibriga ja veendunud läbimõõdu õigsuses, jätkatakse treimist lõpuni. Tera seadmine vajalikule läbimõõdule on eriti tähtis siluval sisetreimisel.

Tera lõikeserva asetus oleneb sisetreimise iseloomust. Koorival sisetreimisel on soovitatav seada lõikeserv tsentrite telgjoone kõrgusele või sellest veidi madalamale[1]. Siluval sisetreimisel tuleb aga lõikeserv asetada tsentrite telgjoonest kõrgemale umbes $^1/_{100}$ võrra augu läbimõõdust, arvestades seda, et laastu surve vajutab tera veidi allapoole.

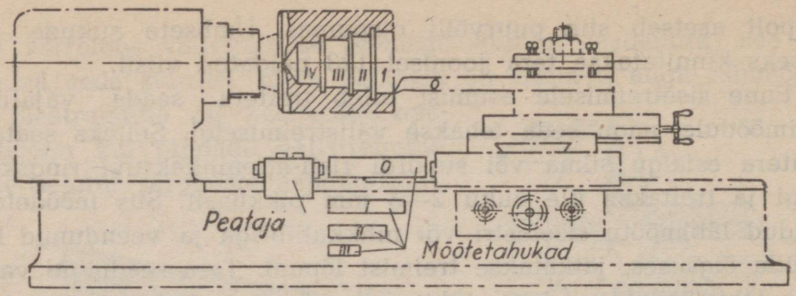
### Töövõtteid silindriliste läbivate ja umbsete aukude sisetreimisel.

Sisetreimiseks määratud detaili kinnitamisel padrunisse tuleb silmas pidada tema deformeerumise (kuju muutumise) võimalusi, eriti siis, kui detailil on õhukesed seinad. Enne siluva treimise algust on soovitatav padruni nukke lasta pisut lõdvemale; siis tuleb auk täpsem ning õigem.

Ettemääratud pikkusega ja sisemiste astmetega aukude sisetreimisel märgitakse antud pikkus enne treimist kriidiga treitera kehale; võib kasutada ka sängi juhtpindadele kinnitatud piki-ettenihke-peatajat. Kui on vaja treida astmeid paljude detailide sisepinna sisse, siis on otstarbekohane valmistada erilised mõõtetahukad ning kasutada neid joonisel 124 näidatud viisil. Iga astme jaoks võetakse vastava pikkusega tahukas. Supordi ettenihe on võimalik iga kord kuni kokkupuuteni vastava tahuka otsaga.

L õ i k e r e ž i i m i d s i s e t r e i m i s e l. Sisetreimise tera töötingimused on välistreimise tera omadest raskemad. Seepärast peavad lõikerežiimid (s. o. lõikekiirus, ettenihe ja lõikesügavus)

[1] Tera ülesseadmise kohta vt. üksikasjalisemalt § 99.

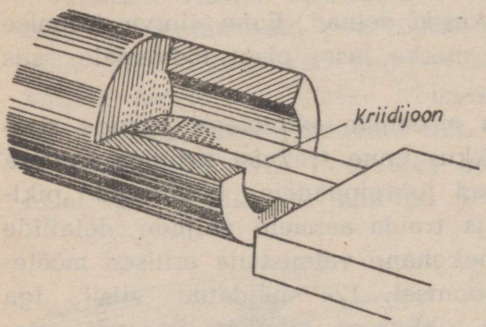



Joon. 124. Astmetega augu sisetreimine.

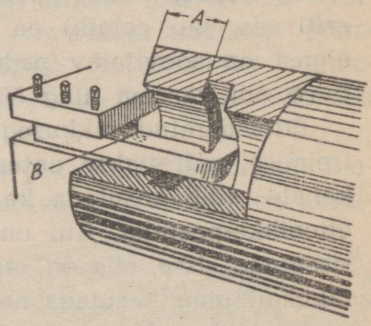
sisetreimisel olema umbes 10—20% väiksemad kui välistreimisel. Kui aga sisetreimine toimub puurvõlli abil, siis võib kasutada välistreimiseks ettenähtud lõikerežiime (vt. tabel 9, § 104).

### Töövõtteid augu põhja ja sisesoonte treimisel ning augu osalisel avardamisel.

Augu põhja treimine toimub otsaterade abil, nagu näitab joon. 125. Tera nihutatakse auku vajaliku sügavuseni (kriidijoonest saadik terahoidjal); siis alustatakse augu põhja treimist ristiettenihkega.



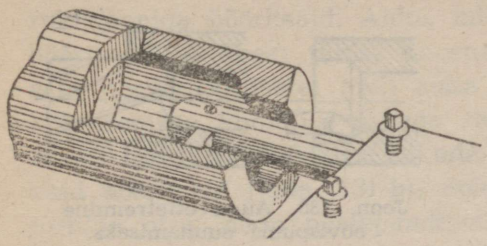

Joon. 125. Augu põhja treimine.




Joon. 126. Sisesoone treimine.

Sisesoonte treimine toimub eriliste sooneterade abil. Sooneterade pea laius vastab lõigatava soone laiusele (joon. 126). Pikkus A saadakse kas piki-ettenihke peataja abil või tõmmates lõiketerale kriidiga vastava märkjoone (see märkjoon on joonisel 126 tähistatud tähega B).

Sisesooned on vajalikud silumistera väljajooksu võimaldamiseks umbse või astmetega augu sisetreimisel, samuti ka keermetera väljajooksu võimaldamiseks. Augu osaline avardamine soontest laiemate uurete saamiseks toimub järgmisel viisil (joon. 127): teral lastakse sisse lõikuda vajaliku sügavuseni, misjärel lülitakse sisse pikiettenihe. Kui tera on jõudnud avarduse ääreni, peatatakse ettenihe.



Joon. 127. Augu osaline avardamine.

## § 39. Silindriliste aukude süvistamine.

Valatud, sepistatud või esialgselt puuritud aukude töötlemiseks kasutatakse peale sisetreimise terade ka spiraal-süvispuure (joon. 128). Nad on sarnased spiraalpuuridega, kuid neil on kolm või neli lõikeserva. Tänu sellele, peab süvispuur augus paremini suunda ning töötlemine tema abil on täpsem.

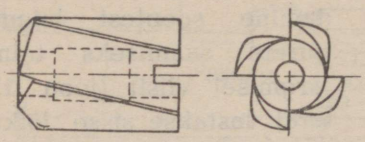


Joon. 128. Kolme lõikeservaga spiraal-süvispuur.

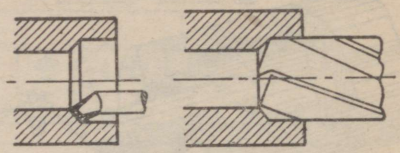
Kolme lõikeservaga süvispuure valmistatakse läbimõõduga 12 kuni 35 mm. Nende saba on kas silindriline või kooniline (joon. 128). Nelja lõikeservaga süvispuuride (joon. 129) läbimõõt on 25 kuni 100 mm; nad tehakse pealepandavad. Neid pannakse masinaehitusterasest tornide otsa; sellega hoitakse kokku hinnalist tööriistaterast. Süvispuuride materjaliks on kiirlõike- ja süsinikteras. Viimasel ajal on hakatud kasutama kõvasulamist plaadikestega varustatud süvispuure.

Valatud või sepistatud augu töötlemisel süvispuuriga on soovitatav auk treitera abil 5—10 mm sügavuseni ette treida; sellega antakse süvispuurile õige suund (joon. 130). See on vajalik

süvispuuri viltukiskumise ärahoidmiseks, mis võiks muidu olla üsna tugev, sest et eeltoodetes olevad augud on harilikult ebatäpsed.



Joon. 129. Nelja lõikeservaga süvispuur.



Joon. 130. Augu ettetreimine süvispuuri suunamiseks.

Süvispuuri läbimõõt peab vastama augu lõplikule läbimõõdule. Kui aga auku tahetakse veel täiendavalt töödelda hõõritsa või mõne muu lõikeriista abil, siis süvispuuri läbimõõt peab olema väiksem.

Aukude töötlemine süvispuuriga on tunduvalt produktiivsem kui töötlemine sisetreimise teraga. Lõikekiirus süvistamisel on ligikaudu võrdne lõikekiirusega puurimisel, ettenihe aga on 2,5—3 korda suurem.

Terase süvistamisel on soovitatav kasutada emulsioonijahutust, malmi ja pronksi aga süvistatakse jahutuseta.

## § 40. Silindriliste aukude hõõritsemine.

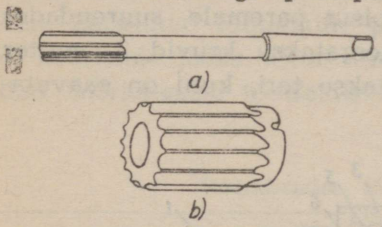
Augud, mis peavad olema eriti täpsete mõõdete ja väga puhaste seintega, tuleb pärast puurimist ja sisetreimist või süvistamist täiendavalt töödelda silumistera või hõõritsa abil. Hõõritsemine, mis toimub kas otsekohe puhtalt või kahe töökäiguga, on silumistreimisest kasulikum: augu lõpliku läbimõõdu saamiseks treitera abil on vaja mitu terakäiku, kuna hõõritsemisel on võimalik üheainsa töökäiguga saada augu läbimõõt, mis võrdub hõõritsa omaga.

### Hõõritsad.

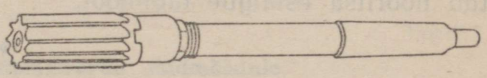
Hõõrits (joon. 131) kujutab endast silindrilist keha pikisuunas asetsevate sirgete (mõnikord ka spiraalsete) soontega, mis

moodustavad lõikeservi. Hõõritsal on palju rohkem lõikeservi kui süvispuuril.

Olenevalt augu läbimõõdust, kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga hõõritsaid. Auke, millede läbimõõt on kuni 10 mm, hõõritsetakse ühest tükist koosnevate silindrilise sabaga hõõritsate (tervikhõõritsate) abil; auke läbimõõduga 10 kuni 32 mm hõõritsetakse koonilise sabaga tervikhõõritsatega (joon. 131-a); 25—30 mm läbimõõduga aukude jaoks kasutatakse pealepandavaid hõõritsaid (joon. 131-b); neid pannakse masinaehitusterasest tornide otsa, nagu pealepandavaid süvispuuregi. Joon. 132 on näidatud torni otsa asetatud pealepandav hõõrits.



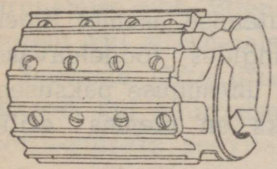

Joon. 131. Hõõritsad: a — tervikhõõrits; b — pealepandav hõõrits.



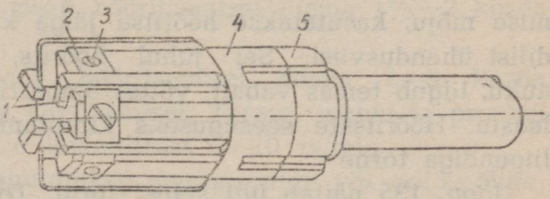
Joon. 132. Pealepandav hõõrits tornil.

Hõõritsad — nii pealepandavad kui ka tervikhõõritsad — võivad olla kas vahetatavate või kerega ühest tükist valmistatud lõiketeradega. Teisel juhul kuluvad hõõritsad kiiresti; sagedase teritamise tagajärjel väheneb nende läbimõõt ja nad muutuvad aukude täppistöötlemiseks kõlbmatuks. Vahetatavate lõiketerade kasutamine pikendab hõõritsate iga, sest siis on kulumise korral võimalik taastada nende endist läbimõõtu. Pealegi tähendab see kiirlõiketerase kokkuhoidu.

Joonisel 133 on näidatud laialdaselt levinud hõõritsa tüüp, millel on külgekruvitavad lõiketerad. Iga lõiketera on valmista-



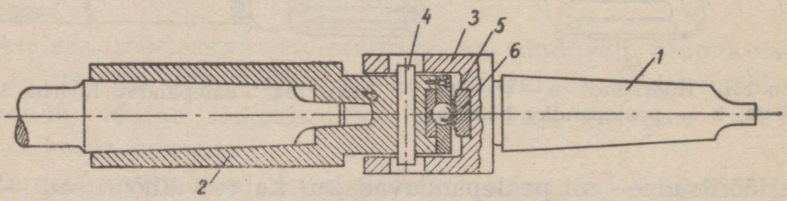
Joon. 133. Külgekruvitud lõiketeradega hõõrits.




Joon. 134. Reguleeritav hõõrits.

tud hõõritsa kerest eraldi ning kinnitatakse kere külge nelja kruviga. Terade kulumise korral taastatakse hõõritsa esialgne läbimõõt, asetades terade alla õhukesi vahelehti ja lihvides lõikeservi vajaliku läbimõõdu saavutamiseni.

On olemas ka reguleeritava läbimõõduga hõõritsaid. Ühe sellise hõõritsa konstruktsioon on näidatud joonisel 134. Hõõritsa keres on rida kaldnuute; neis istuvad lõiketerad 1, mis kinnitatakse kohale plaadikeste 2 ja kruvide 3 abil. Mutter 4 ja kontrmutter 5 takistavad lõiketerade paigalt nihkumist pikisuunas. Hõõritsa kulumise korral lõdvendatakse kruve 3, mutrit 4 ja kontrmutrit 5 ning lükatakse kõik terad pisut paremale, suurendades seega hõõritsa välisläbimõõtu. Siis keeratakse kruvid 3, mutter ja kontrmutter kõvasti kinni ja lihvitakse teri, kuni on saavutatud hõõritsa esialgne läbimõõt.




Joon. 135. Liigendiga hõõritsatorn.

Augu hõõritsemiseks treipingil asetatakse hõõritsa saba tagumise tsenterpuki koonuspesasse või sinna kinnitatud padrunisse. Õigesti hõõritsetud auk saadakse ainult tingimusel, et augu telgjoon langeb täpselt ühte hõõritsa telgjoonega. Kui hõõritsetava augu telg ei ole tsentris, siis tsentrite joonele kinnitatud hõõrits ei saa teda täpselt töödelda. Detaili ja hõõritsa telgjoonte mitteühtumise korral tuleb auk suurema läbimõõduga.

Selleks, et vähendada hõõritsa ja augu telgjoonte mitteühtumise mõju, kasutatakse hõõritsa jäiga kinnitamise asemel liigendilist ühendusviisi. Sel juhul hõõrits, tungides töödeldavasse auku, liigub temas vabalt, võttes ümberringi ühesuguse paksusega laastu. Hõõritsate seesuguseks kinnitamiseks on olemas erilisi liigendiga torne.

Joon. 135 näitab üht sellist torni. Torni 3 saba 1 sobib tagumise tsenterpuki koonuspesasse. Hõõritsa saba kinnitatakse puks!

2 koonuspesasse; puksi 2 parempoolne ots istub vabalt torni 3 augus. Tihvt 4 istub vabalt augu seinas olevais avades ning tänu sellele, saab hõõrits igas suunas vabalt kiikuda. Karastatud terasest kuulikesega tugilaager 6 tagab ettenihke telgjõu edasiandmist hõõritsale.

## Töövõtteid silindriliste aukude hõõritsemisel.

Olenevalt nõutavast täpsusest, töötlemispuhtusest ja läbimõõdust, teostatakse hõõritsemist kas üheainsa või kahe hõõritsa abil. Eelkäinud töötlemine peab andma augule sellise läbimõõdu, et hõõritsale jääks võtta vaid õhuke metallikiht. Tabelis 3 on toodud hõõritsemise töötlemisvaru suurused.

Tabel 3

**Hõõritsemise töötlemisvarud läbimõõdule.**

| Töötlemisvaru, mm | Augu läbimõõt, mm | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 12—18 | 18—30 | 30—50 | 50—75 |
| Musthõõritsemiseks ja puhashõõritsemiseks kokku . . . . . | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 |
| Musthõõritsemiseks . . . . . | 0,25 | 0,30 | 0,40 | 0,45 |
| Puhashõõritsemiseks . . . . . | 0,05 | 0,10 | 0,10 | 0,15 |

Hõõritsa läbimõõdu valikul tuleb arvesse võtta, et hõõritsetud augu läbimõõt tuleb hõõritsa omast enamasti veidi suurem (ligikaudu 0,02 mm võrra, mõnikord isegi kuni 0,04 mm võrra).

Hõõritsemisel teostub ettenihe käsitsi tagumise tsenterpuki nihutamise teel. Ettenihkeliikumine peab olema ühetasane; vastasel korral augu pind tuleb ebapuhas ja peale selle tekib hõõritsa purunemise oht. Ettenihe peab hõõritsemisel olema 1½—2 korda suurem kui süvistamisel.

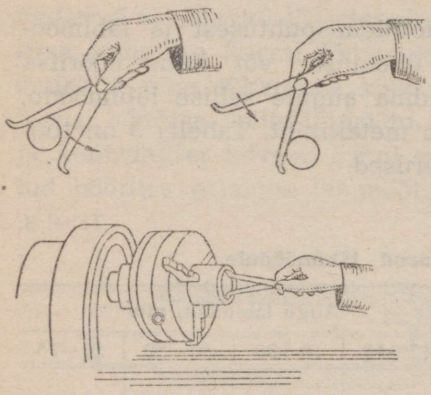
Seevastu lõikekiirus peab hõõritsemisel olema 2—3 korda väiksem kui puurimisel ja süvistamisel. Terase, malmi ja pronksi hõõritsemiseks soovitatakse lõikekiirust 6—10 m/min.

Terase hõõritsemisel jahutatakse emulsiooniga või erilise õliga; malmi, pronksi ja messingi hõõritsemine toimub jahutuseta.

## § 41. Silindriliste aukude, sisesoonte ja avarduste mõõtmine.

Silindriliste aukude mõõtmine. Vähetäpseid silindrilisi auke võib mõõta sisetastri ja mõõte-joonlauaga, täpsemaid auke aga nihkkaliibri ja augu-piirikaliibritega (korkkaliibritega) [1].

Joonisel 136 on näidatud augu mõõtmine sisetastriga. Sisetastri harud seatakse nagu harilikult vajalikule laiusele, koputades ühe haruga kergelt vastu detaili või mõnd teist kõva eset. Mõõtmine nõuab väga suurt tähelepanelikkust, sest vastasel korral mõõtmise tulemused on ebaõiged.

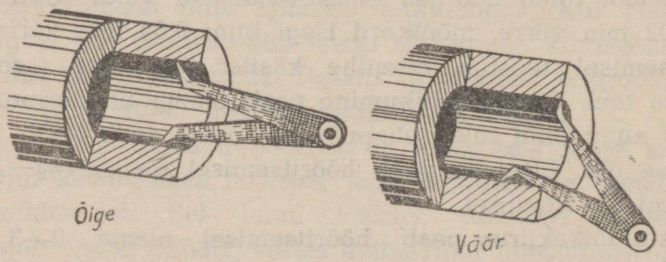


Joon. 136. Augu mõõtmine sisetastriga.

Joonisel 137 on näidatud augu õige ja väär mõõtmine sisetastriga. Kui sisetastri telg ei ühtu augu teljega, siis harude vahekaugus näitab suuremat mõõtu.

Sisetastriga mõõdetud suuruse kindlaksmääramiseks tuleb mõõta harude vahekaugust joonlaua, nihkkaliibri või mikromeetri [2] abil. Esimesel juhul asetatakse sisetastri harud vastu joonlauda, nagu seda näitab joon. 138.

See viis on lubatav, kui augud on jämedalt töödeldud. Täpse-

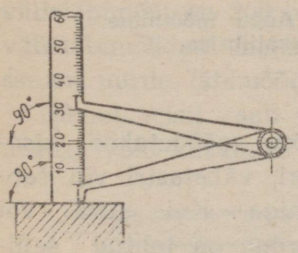



Joon. 137. Sisetastri asend augu mõõtmisel.

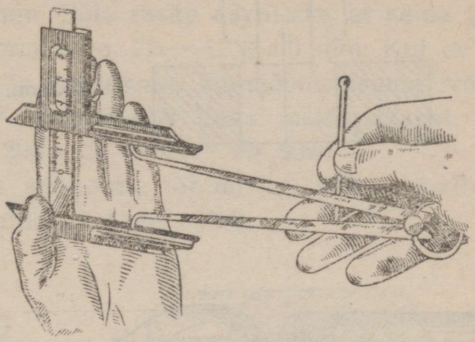
[1] Augu-piirikaliibri (korkkaliibri) kohta vt. § 122.
[2] Mikromeetri kohta vt. § 120.

maid auke mõõdetakse vedru-sisetastritega, määrates harude vahe suurust nihkkaliibri abil (joon. 139).

Augu treimisel varem töödeldud võlli jaoks mõõdetakse võlli läbimõõt välistastri, nihkkaliibri või mikromeetriga; seejärel seatakse nende mõõteriistade järgi sisetastri harud, nagu on näha joonistel 139 ja 140.

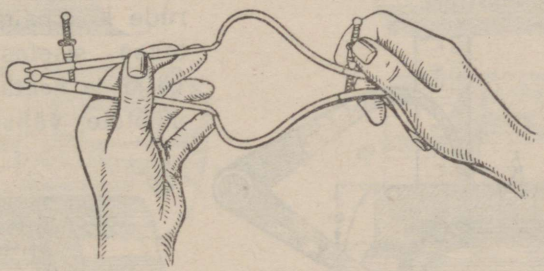


Joon. 138. Sisetastri harude vahekauguse lugemine joonlaualt.



Joon. 139. Sisetastri harude vahe mõõtmine nihkkaliibri abil.

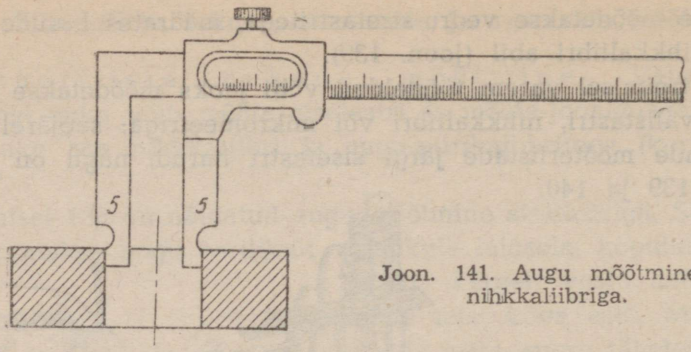
Täpsemaid mõõtmisi tehakse nihkkaliibriga, mille harud pannakse augu sisse (joon. 141). Seejuures tuleb skaala näidule lisada mõlema haru laiuse summa, mis harilikult võrdub 10 mm (ühe haru laius on 5 mm).



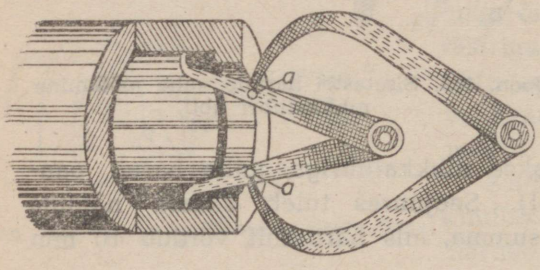
Joon. 140. Sisetastri seadmine välistastri järgi.

Sisesoonte ja avarduste mõõtmine. Mõõdetakse sisesoonte ja avarduste läbimõõtu kui ka nende laiust[1]. Läbi-

[1] Laiuse all mõistetakse siinkohal mõõdet augu telgjoone suunas.

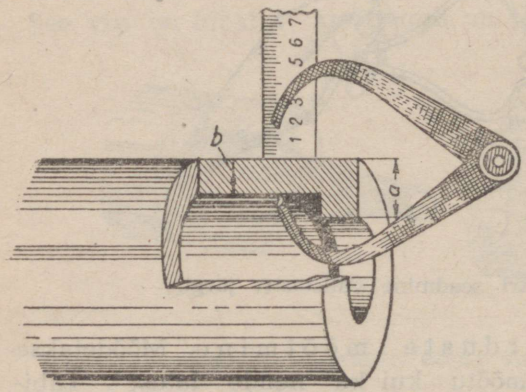


Joon. 141. Augu mõõtmine nihkkaliibriga.

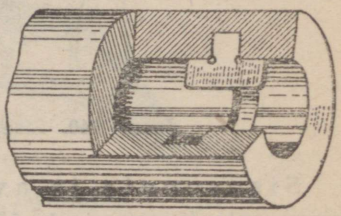


Joon. 142. Avarduse läbimõõdu mõõtmine sisetastriga.

mõõtu mõõdetakse sisetastri, välistastri või šablooniga. Kui uure või avardus on tehtud selliselt, et neist ei saa sisetastrit välja võtta tema harude asendit muutmata (joon. 142), siis kasutatakse abimõõteriistana välistastrit. Välistastriga mõõdetakse tihvtide *a* vahekaugus sisetastri harude keskpaigas; siis võetakse sisetaster august välja ja seatakse ta uuesti mõõtele välistastri järgi.



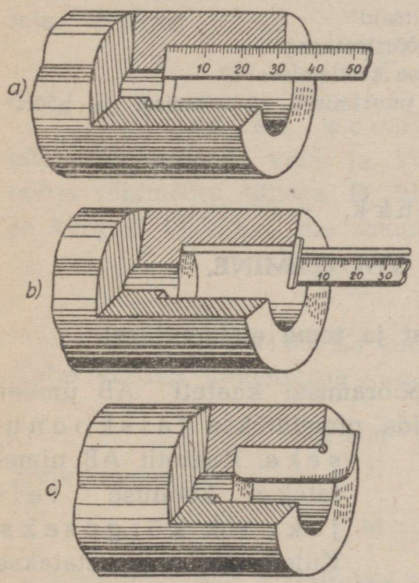
Joon. 143. Avarduse läbimõõdu mõõtmine välistastri ja joonlauaga.



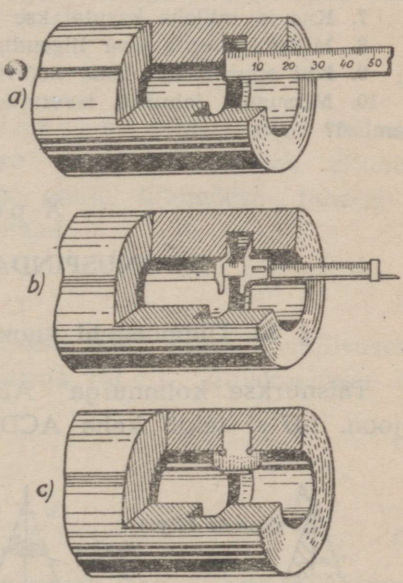
Joon. 144. Sisesoone läbimõõ kontrollimine šablooniga.

Joonisel 143 on näidatud avarduse läbimõõdu mõõtmine välistastri ja joonlauaga. Kõigepealt mõõdetakse välistastriga paksust *a*; siis, muutmata välistastri harude vahekaugust, surutakse üks haru vastu augu siseseina ja mõõdetakse joonlauaga teise haru kaugust detaili välispinnast. Oletame, et teine haru on 12-ne mm kriipsul ja et *a* võrdub 72 mm. Pole raske arvutada, et seina paksus *b* võrdub *a* miinus 12 mm, s. o. $72 - 12 = 60$ mm. Kui detaili välisläbimõõt on 200 mm, siis uurdekoha läbimõõdu saame, võttes välisläbimõõdust maha $2 \times 60$ mm ehk kaks seinapaksust. Nii saame uurde läbimõõduna $200 - (2 \times 60) = 80$ mm.

Samal viisil saab mõõta sisesoone läbimõõtu, mille kontrollimiseks võib kasutada ka šablooni (joon. 144).




Joon. 145. Astme pikkuse mõõtmine: a — joonlauaga; b — „Kolumbus"-tüüpi nihkkaliibriga; c — šablooniga.




Joon. 146. Sisesoone laiuse mõõtmine: a — joonlauaga; b — nihkkaliibriga; c — šablooniga.

Astme, sisesoone või avarduse laiust saab mõõta joonlauaga (joon. 145-a), nihkkaliibriga (joon. 145-b) või šablooniga (joon. 145-c).

Joonisel 146 on näidatud sisesoone laiuse mõõtmine joonlauaga (joon. 146-a), nihkkaliibriga (joon. 146-b) ja šablooniga (joon. 146-c). Samal viisil saab mõõta ka avarduse või soone kaugust detaili otspinnast.

**Kontrollküsimusi.**

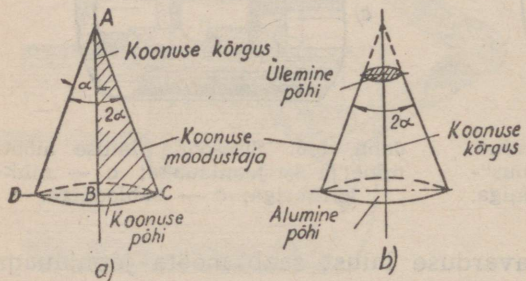
1. Millistel juhtudel kasutatakse aukude sisetreimist?
2. Missuguseid sisetreimise teri te tunnete?
3. Mispärast sisetreimise teel töödeldud augud on täpsemad kui puuritud augud?
4. Kuidas seatakse üles sisetreimise tera?
5. Millistel juhtudel tuleb sisetreimiseks kasutada puurvõllile kinnitatud treitera?
6. Kus tuleb augu töötlemiseks eelistada treitera ja kus süvispuuri?
7. Kus ja milleks kasutatakse hõõritsaid?
8. Milleks kasutatakse liigendiga hõõritsatorne?
9. Kui suur peab olema hõõritsemise töötlemisvaru?
10. Missugust jahutust tarvitatakse puurimisel, süvistamisel ja hõõritsemisel?

## X peatükk.

## KOONUSPINDADE TÖÖTLEMINE.

### § 42. Üldmõisteid koonusest ja tema elementidest.

Täisnurkse kolmnurga ABC pööramisel kaateti AB ümber (joon. 147-a) tekib keha ACD, mida nimetatakse täiskoonuseks. Kaatetit AB nimetatakse koonuse teljeks ehk kõrguseks. Külge AC nimetatakse koonuse moodustajaks, kuna punkt A on koonuse tipuks.




Joon. 147. Koonused: a — täiskoonus; b — tüvikoonus.

Kaateti BC pööramisel telje AB ümber tekib tasapind, mida nimetatakse koonuse põhjaks.

Külgede AC ja AD vahelist nurka CAD nimetatakse koonuse tipunurgaks, tähistades teda $2\alpha$.

Pool sellest nurgast, s. o. külje AD ja telje AB vaheline nurk, on koonuse kaldenurk $\alpha$. Nurki $2\alpha$ ja $\alpha$ mõõdetakse kraadides.

Lõiganud ära täiskoonuse ülemise osa koonuse põhjaga paralleelset tasapinda mööda (joon. 147-b), saame nõndanimetatud tüvikoonuse. Sel on kaks põhja: ülemine ja alumine. Mõlema põhja vahekaugust, mõõdetuna piki telge, nimetatakse tüvikoonuse kõrguseks.

Täiskoonuse koonilisuseks nimetatakse põhja läbimõõdu ja kõrguse suhet. Tähistades koonilisust tähega $K$, põhja läbimõõtu tähega $D$ ja koonuse kõrgust tähega $l$, me saame järgmise valemi:

$$K = \frac{D}{l}. \qquad (4$$

Tüvikoonuse koonilisuseks nimetatakse mõlema põhja läbimõõtude vahe ja kõrguse suhet. Tähistades alumise põhja läbimõõtu tähega D, ülemise põhja läbimõõtu tähega $d$ ja kõrgust tähega $l$, me saame valemi

$$K = \frac{D - d}{l}. \qquad (5)$$

Koonuse kaldeks nimetatakse poolt tema koonilisusest. Kalle võrdub kaldenurga $\alpha$ tangensiga ($\operatorname{tg}\alpha$). Täiskoonusel on

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D}{2l}, \qquad (6)$$

tüvikoonusel on

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D - d}{2l}. \qquad (7)$$

Kasutades lisa 1, leitakse $\operatorname{tg}\alpha$ suuruse järgi vastava koonuse kaldenurga $\alpha$ suurus kraadides.

Näide. Määrata tüvikoonuse kaldenurk, kui on teada: $D = 82$ mm, $d = 40$ mm, $l = 84$ mm.

Valemi (7) järgi on

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D - d}{2l} = \frac{82 - 40}{2 \cdot 84} = \frac{42}{2 \cdot 84} = 0{,}25.$$

Tabelist (lisa 1) otsime suuruse, mis on kõige lähedasem suurusele tg $\alpha = 0{,}250$. See suurus on tg $\alpha = 0{,}249$, millele vastab koonuse kaldenurk $\alpha = 14°$.

Ülesanne 1. Määrata täiskoonuse kaldenurk $\alpha$, kui $D = 180$ mm ja $l = 150$ mm.

Ülesanne 2. Määrata tüvikoonuse kaldenurk $\alpha$, kui $D = 80$ mm, $d = 40$ mm ja $l = 100$ mm.

Koonuse kallet ja koonilisust väljendatakse lihtmurruga, näiteks 1:10; 1:100; 1:1000; või kümnendmurruga, näiteks 0,1; 0,01; 0,005 jne.

**Normaalkoonused.** Masinaehituses kasutatakse laialdaselt detaile, mis on piiratud koonuspindadest, kas väliskoonuste või sisekoonuste näol. Näiteks treipingi tsentril on üks välis-tüvikoonus tsentri ülesseadmiseks ning kinnitamiseks spindli või tagumise tsenterpuki koonuspesasse, ja üks täiskoonus töödeldava detaili ülesseadmiseks ning tsentreerimiseks. Puuridel, süvispuuridel ja hõõritsail on samuti ülesseadmiseks ja kinnitamiseks määratud väliskoonused. On olemas koonilisi hammasrattaid ja hulk teisi koonuspindadega detaile.

Kasutamise hõlbustamiseks ja valmistushinna alandamiseks on puuridel, süvispuuridel, tsentritel, spindlitel jne. standarditud mõõdetega koonuspinnad, s. t. koonuspindade valmistamiseks on olemas kindlad mõõted, mis on kohuslikud kõigile tehastele. Standardmõõdetega koonuspindu nimetatakse n o r m a a l s e i k s.

Tänu standardimisele, saab koonuspindadega detaile hõlpsasti ning kiirelt asendada. Näiteks saab murdunud puuri, hõõritsat või tsentrit lihtsalt vahetada, kusjuures nende koonuseid ei ole üldse vaja ümber teha ega sobitada.

Masinaehituses on kõige suurema levikuga M o r s e s ü s t e e m i normaalkoonused, samuti ka m e e t e r k o o n u s e d. Need koonused on puuridel, süvispuuridel, hõõritsail, tööpinkidel spindlitel jne.

Morse koonused võivad olla seitsme erineva numbriga: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6. Igale numbrile vastavad kindlad koonuse mõõted ja kindel kaldenurk. Kõige väiksemaks Morse koonuseks on nr. 0, kõige suuremaks nr. 6. Morse koonuste puudusteks on nende eri-

nevad kaldenurgad, mistõttu ühe numbriga koonus ei sobi teise numbriga auku.

Meeterkoonustel on kuus erinevat numbrit. Neist kasutatakse peamiselt nelja: nr. 80; 100; 120; 140. Meeterkoonuse number tähendab koonusaugu suuremat läbimõõtu. Kõigil meeterkoonustel on ühesuurune kaldenurk; sellega nad erinevad Morse koonustest, sest viimased on erinevate kaldenurkadega. Ühtlane kaldenurk on meeterkoonuste suureks eeliseks nii kasutamise kui ka valmistamise mõttes.

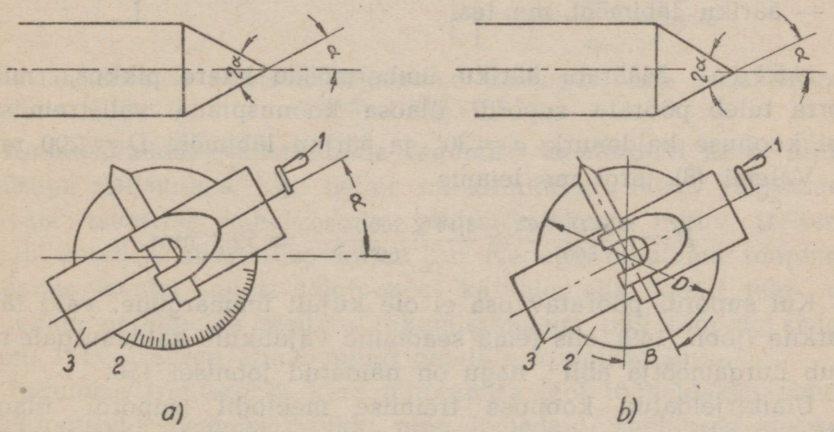
Lisas 2 on toodud Morse süsteemi koonuste ja meeterkoonuste tähtsamad mõõted.

## § 43. Töövõtteid koonuspindade välistreimisel.

Koonuspindade välistreimine toimub ühega järgmistest võtteist:

1) supordi ülaosa pööramisega;
2) tagumise tsenterpuki kere paigalt nihutamisega ristisuunas;
3) koonusjoonlaua kasutamisega [1].

**Koonuspindade välistreimine supordi ülaosa pööramise teel.** Kui on tarvis töödelda treipingil lühikesi koonuspindu, eriti aga




Joon. 148. Supordi ülemise osa pööramine vajaliku nurga võrra: a — tugiääriku jaotuste abil; b — tugiääriku kaarjoone järgi.

[1] Koonusjoonlaua kasutamist on kirjeldatud § 130.

suure kaldenurgaga pindu, tuleb pöörata supordi ülaosa tööpingi telje suhtes koonuse kaldenurga $\alpha$ alla (joon. 148). Selle töömeetodi puhul saab ettenihet teostada ainult käsitsi, keerates käepidet 1.

Supordi ülemise osa 3 pööramiseks vajalikule nurgale võetakse abiks supordi pööratava osa tugiäärikul 2 olevad jaotused (joon. 148-a). Kui koonuse kaldenurk $\alpha$ on tööjoonisel kindlaks määratud, siis pööratakse supordi ülaosa ühes pööratava osaga vajaliku arvu kraadijaotuste võrra. Jaotuste arv loetakse seadekriipsu kohalt supordi alumisel osal. Kui aga nurk $\alpha$ pole tööjoonisel antud, vaid on antud ainult koonuse suurem ja väiksem läbimõõt ning koonilise osa pikkus, siis leitakse supordi pöördenurk valemi (7) abil.

Vanemail treipinkidel on supordi pööratav osa mõnikord ilma kraadijaotusteta. Sellisel juhul mõõdetakse tugiääriku 2 läbimõõt $D$ (joon. 148-b) ja määratakse ääriku ümbermõõdu kaar $B$, mille võrra tuleb pöörata supordi ülemist osa. Selle kaare pikkus arvutatakse valemi järgi

$$B = \frac{\pi \times D \times \alpha^\circ}{360^\circ}, \qquad (8)$$

kus $\alpha$ — koonuse kaldenurk kraadides;
$D$ — ääriku läbimõõt mm-tes.

Näide. Määrata ääriku ümbermõõdu kaare pikkus, mille võrra tuleb pöörata supordi ülaosa koonuspinna välistreimisel, kui koonuse kaldenurk $\alpha = 30^\circ$ ja ääriku läbimõõt $D = 200$ mm.

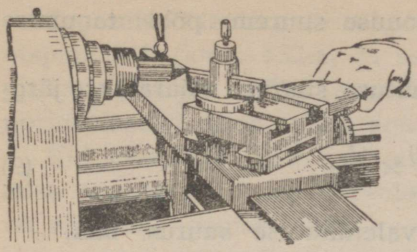
Valemi (8) järgi me leiame

$$B = \frac{\pi \times D \times \alpha^\circ}{360^\circ} = \frac{3{,}14 \times 200 \times 30^\circ}{360^\circ} = 52{,}3 \text{ mm}.$$

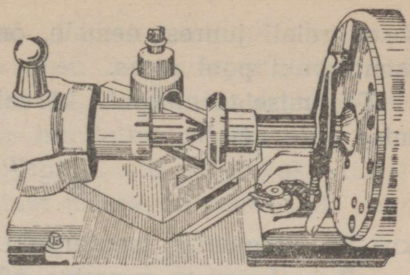
Kui supordi pööratav osa ei ole kujult ümmargune, vaid täisnurkne (joon. 149), siis tema seadmine vajalikule kaldenurgale toimub nurgamõõtja abil [1], nagu on näidatud joonisel 150.

Ülalkirjeldatud koonuse treimise meetodil (supordi ülaosa pööramisega) on see eelis, et seadmine vajalikule nurgale võib siin toimuda 0,5—1° täpsusega.

[1] Nurgamõõtja kirjeldus vt. § 45.



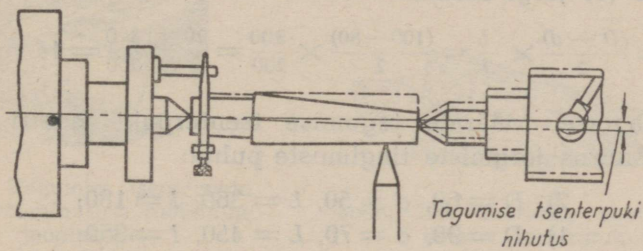
Joon. 149. Koonuspinna välistreimine supordi ülaosa pööramisega.



Joon. 150. Täisnurkse kujuga supordi ülaosa pööramine nurgamõõtja järgi.

Sel meetodil on aga ka puudusi: a) ta võimaldab ainult käsitsiettenihet (see vähendab töö produktiivsust ja pinna töötlemise puhtust);

b) temaga saab treida ainult lühikesi koonuspindu, mis on piiratud supordi ülemise osa ettenihkekruvi pikkusega.




Joon. 151. Koonuse välistreimine tagumise tsenterpuki kere paigaltnihutamisega ristisuunas.

**Koonuspindade välistreimine tagumise tsenterpuki kere nihutamisega ristisuunas.** Kui detail on kinnitatud ühisel telgjoonel asuvate tsentrite vahele, siis piki-ettenihkega liikuv treitera annab detailile silindrilise kuju. Kui me aga nihutame tööpingi tagumise tsentri sellest telgjoonest kõrvale, siis detaili telg ei ole enam paralleelne treitera liikumissuunaga piki tööpingi sängi (joon. 151); treitera annab nüüd detailile koonilise kuju.

Tagumise tsenterpuki kere nihutamise teel töödeldakse ainult tüvikoonuseid, peamiselt pikki ning lamedaid; seejuures kasutatakse automaat-ettenihet. Nihutanud tagumise tsentri treiali poole, saame treimise tulemusena väliskoonuse, mille suurem põhi on spindlikasti pool otsas. Nihutades tagumist tsentrit vastassuunas,

s. o. treiali juurest eemale, on koonuse suurem põhi tagumise tsenterpuki pool otsas.

Tagumise tsenterpuki kõrvalenihutuse suurust määratakse järgmise valemiga [1]:

$$S = \frac{(D - d)}{2} \times \frac{L}{l}, \qquad (9)$$

kus $S$ — tagumise tsenterpuki kõrvalenihutuse suurus, mm;
$D$ — koonuse suurema põhja läbimõõt, mm;
$d$ — koonuse väiksema põhja läbimõõt, mm;
$L$ — detaili kogupikkus, mm;
$l$ — koonuspinna pikkus, mm.

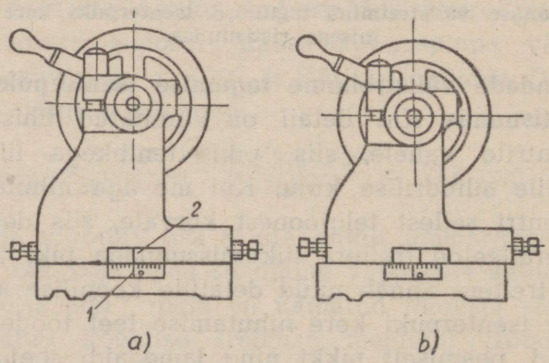
Näide. Määrata tagumise tsenterpuki tsentri kõrvalenihutuse suurus tüvikoonuse välistreimiseks, kui $D = 100$ mm, $d = 80$ mm, $L = 300$ mm ja $l = 200$ mm.

Valemi (9) järgi saame

$$S = \frac{(D - d)}{2} \times \frac{L}{l} = \frac{(100 - 80)}{2} \times \frac{300}{200} = \frac{20}{2} \times \frac{300}{200} = 15 \text{ mm}.$$

Ülesanne. Määrata tagumise tsenterpuki tsentri kõrvalenihutuse suurus järgmiste tingimuste puhul:

2) $D = 60$, $d = 50$, $L = 360$, $l = 180$;
1) $D = 90$, $d = 70$, $L = 450$, $l = 350$;

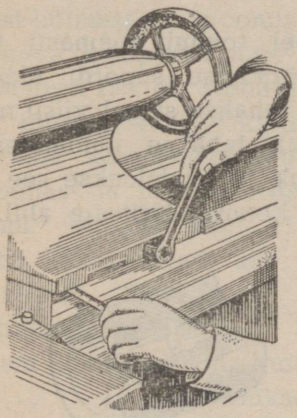



Joon. 152. Tagumise tsenterpuki kere asendid: a — normaalasend; b — nihutatud asend.

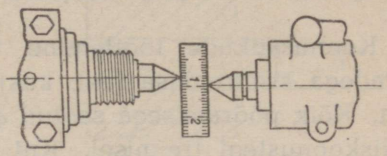
[1] See valem on ligikaudne, kuid praktiliseks kasutamiseks küllalt täpne.

Tagumise tsenterpuki nihutamisel jälgitakse jaotusi alusplaadi otspinnal 1 (joon. 152-a) ja seadekriipsu 2 tsenterpuki kere otspinnal. Joonisel 152-a on näidatud tagumise tsenterpuki kere normaalasend, joon. 152-b aga tema nihutatud asend.

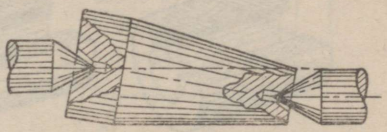
Kui alusplaadi otspinnal ei ole jaotusi, siis mõõdetakse tagumise tsenterpuki kere kõrvalenihutust mõõte-joonlaua abil, nagu on näidatud joonisel 153.



Joon. 153. Tagumise tsenterpuki kere kõrvalenihutuse mõõtmine joonlauaga.



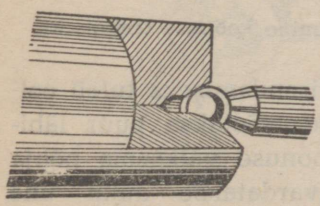
Joon. 154. Tagumise tsentri kõrvalenihutuse mõõtmine joonlauaga.



Joon. 155. Tsentrite ebaõige asetus detaili tsentriaukudes.

Kere kõrvalenihutuse suurust saab määrata ka, mõõtes joonlauaga spindlikasti tsentri ja nihutatud asendis oleva tagumise tsentri telgjoonte vahekaugust (joon. 154).

Koonuste treimisel tagumise tsenterpuki kere nihutamisega on see oluline eelis, et seda treimisviisi saab kasutada igal treipingil, kuna ta ei nõua mingeid erilisi seadeldisi. Sel viisil on aga järgmised puudused: a) tagumise tsenterpuki ümberseadmine nõuab palju aega; b) tsentrite koonused puutuvad ebaühtlaselt kokku tsentriaukude koonuspindadega (joon. 155). See tingib tsentrite ja tsentriaukude ebaühtlast



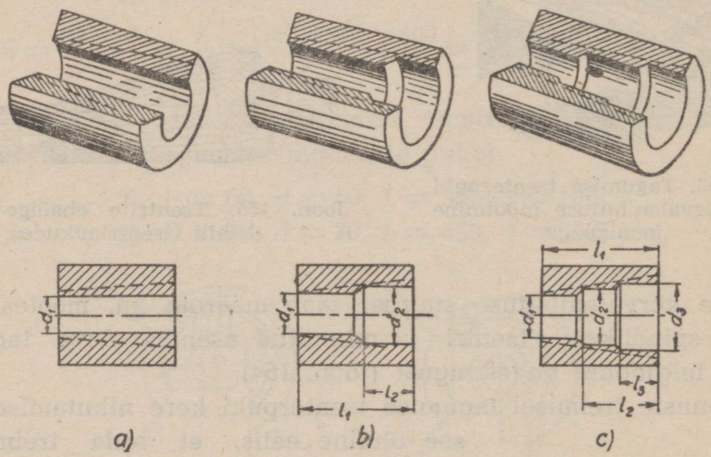
Joon. 156. Kuulotsaga tsenter.

kulumist ja põhjustab praaki detaili teistkordsel ülesseadmisel neissesamadesse tsentriaukudesse.

Tsentriaukude ebaühtlast kulumist saab vältida, kasutades tavalise tsentri asemel erilist kuulotsaga tsentrit, mis on näidatud joonisel 156. Seesuguseid tsentreid kasutatakse peamiselt täpsete koonuste töötlemisel.

### § 44. Töövõtteid koonusaukude treimisel ja hõõritsemisel.

Koonusaukude töötlemine treipinkidel toimub enamasti treiteradega sisetreimise teel, kusjuures pööratakse supordi ülemist osa. Kõik pööramisega seotud arvutused tehakse samal viisil nagu väliskoonustegi treimisel. Kui koonusauk tehakse umbmaterjali sisse, siis puuritakse enne silindriline auk ja töödeldakse see siis koonusekujuliseks sisetreimise tera või koonushõõritsate abil.



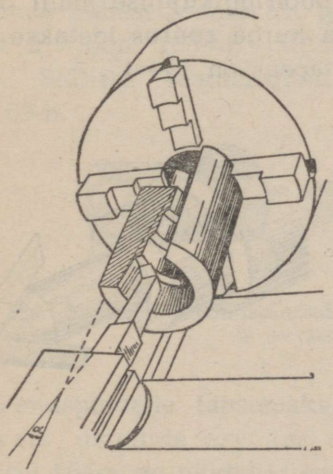

Joon. 157. Augu puurimine ja astmeline avardamine koonuse treimiseks.

Koonusaugu treimise või hõõritsemise kiirendamiseks tuleb eelnevalt puurida silindrikujuline auk. Selleks võetakse puur läbimõõduga $d_1$, mis on 1—2 mm väiksem koonuse väiksema põhja läbimõõdust (joon. 157-a). Järgnevalt avardatakse auku ühe (joon. 157-b) või kahe (joon. 157-c) puuri abil; augu sisepind muutub seega astmeliseks. Puuride läbimõõdud $d_2$ ja $d_3$ (joon. 157-b

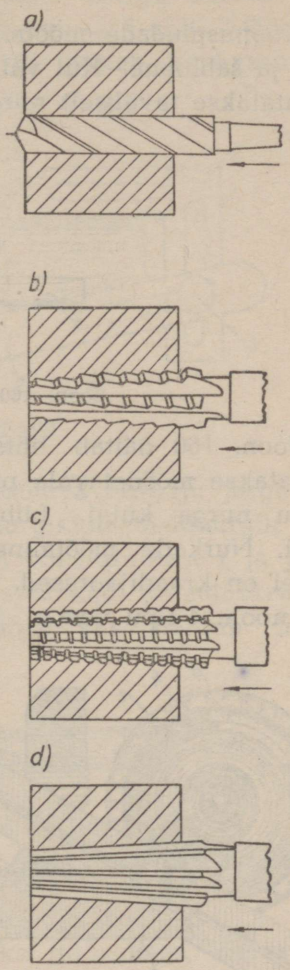
ja c) ja puurimissügavused $l_2$ ja $l_3$ määratakse eelnevalt kas tööjoonise järgi või selle detaili väliskoonuse järgi, mis peab sobima töödeldavasse auku. Seejuures võetakse arvesse sisetreimise või hõõritsemise töötlemisvaru.

Astmelise augu koonuseliseks treimine toimub supordi ülemise osa pööramisega koonuse kaldenurga $\alpha$ võrra, nagu seda näitab joon. 158. Hõõritsemine toimub kahest-kolmest koonushõõritsast koosneva komplekti abil.

Joonisel 159 on näidatud koonusaugu töötlemise järjekord puuriga ja kolme koonushõõritsaga (must-, poolpuhas- ja puhashõõritsaga) töötlemisel. Musthõõritsal (159-b) on suured lõikehambad, mis asetsevad astmeliselt kruvijoont mööda. Poolpuhashõõritsal (joon. 159-c) on rohkem lõikehambaid, kuid nad on väiksemad kui



Joon. 158. Astmelise augu koonuseliseks treimine.

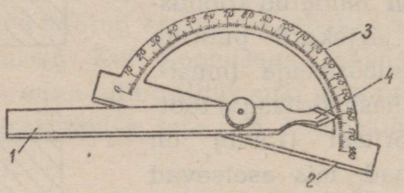



Joon. 159. Koonusaugu töötlemise järjekord: a — puuriga; b — musthõõritsaga; c — poolpuhashõõritsaga; d — puhashõõritsaga.

musthõõritsal. Puhashõõritsal (joon. 159-d) on sirgete servadega lõiketerad, nagu silindrilistelgi hõõritsail. Kõigil samasse komplekti kuuluvail hõõritsail peab olema töödeldavale augule vastav koonilisus.

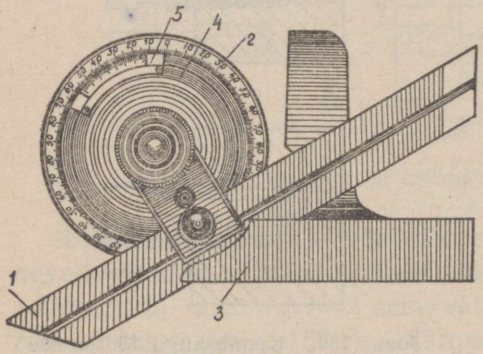
## § 45. Koonuspindade mõõtmine.

Koonuspindade mõõtmiseks kasutatakse nurgamõõtjaid, kaliibreid ja šabloone. Kui väljalastavate detailide arv ei ole suur, siis kasutatakse tavaliselt nurgamõõtjaid.

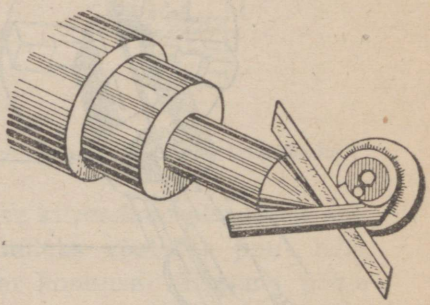



Joon. 160. Nooniuseta nurgamõõtja.

Joon. 160 näitab lihtsa konstruktsiooniga nurgamõõtjat. Ta asetatakse mõõdetavale nurgale nii, et joonlauad 1 ja 2 liibuksid vastu nurga külgi. Liibumise täpsust kontrollitakse läbipaiste järgi. Nurkade mõõtmine toimub poolringikujulise malli 3 abil, millel on kraadijaotused. Mõõdetava nurga suurus loetakse skaalalt noole 4 tipu vastas. Mõõtmise täpsus on ½—1°.

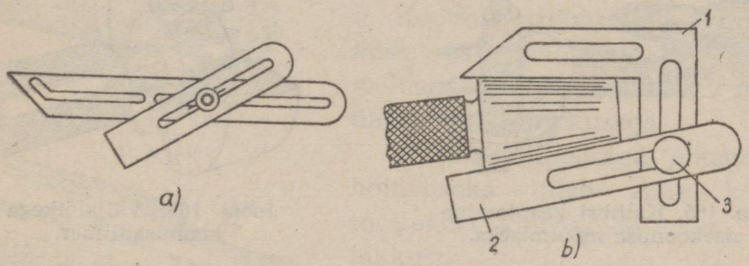



Joon. 161. Nooniusega universaalnurgamõõtja.



Joon. 162. Tsentri koonusenurga mõõtmine universaalnurgamõõtja abil.

Nurkade täpsemaks mõõtmiseks kasutatakse universaalnurgamõõtjaid (joon. 161). Universaalnurgamõõtja koosneb joonlauast 1, mida saab nuuti mööda nihutada liikumatu välise ketta 2 suhtes. Välisel kettal 2 on kraadijaotustega skaala. Teine joonlaud 3 on jäigalt ühendatud sisemise pöörduva kettaga 4. Mõõtmise viis on samasugune, nagu harilikugi nurgamõõtjaga. Nurga suurus loetakse skaalalt kettal 2 sisemise ketta 4 nooniuse 5 abil. Mõõtmise täpsus on kuni 5′ (5 minutit). Joon. 162 näitab koonusenurga mõõtmise ühte viisi treipingi tsentril.




Joon. 163. Seadnurgikuid.

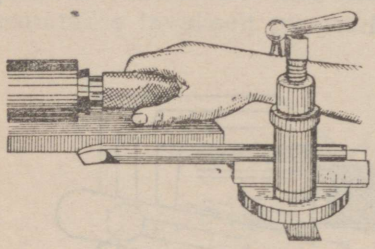
Kui on tarvis töödelda koonust eesoleva eeskuju järgi, siis kasutatakse nurkade võrdlemiseks seadnurgikuid. Seadnurgik võib koosneda kahest joonlauast (joon. 163-a) või nurgikust 1 ja joonlauast 2 (joon. 163-b), milledel on sisselõiked ühenduskruvi 3 jaoks. Selliste seadnurgikute kasutamise viis nähtub jooniselt 163-b.



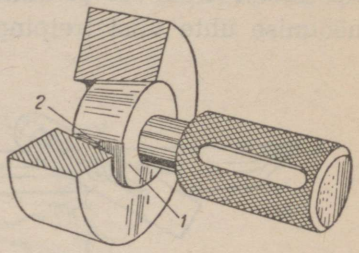

Joon. 164. Kaliibrid koonuspindade mõõtmiseks: a — väliskoonuste jaoks; b — sisekoonuste jaoks.

Koonuspindade täpsemaks mõõtmiseks (tööstustes, kus väljalastavate detailide arv on suur) kasutatakse erilisi kaliibreid. Joonisel 164-a on näidatud seesugune kaliiber väliskoonuste mõõtmiseks, joonisel 164-b aga sisekoonuste mõõtmise kaliiber.

Sisekoonuste kaliibri kasutamise viis on näidatud joonisel 165. Sisekoonuse mõõtmine seisab selles, et kaliiber (joon. 166), millel on väljalõige 2 teatud kindlal kaugusel otspinnast 1, surutakse mõõdetava koonusaugu sisse ja vaadatakse, kui kaugele ta on tunginud mõõdetavasse detaili. Kui detaili koonuse ots langeb ühte astmega või otspinnaga 1 või asetseb nende vahel, siis koonuse mõõted on õiged. Võib aga juhtuda sedagi, et kaliibri ots-



Joon. 165. Kaliibri kasutamine sisekoonuse mõõtmiseks.




Joon. 166. Väljalõikega koonuskaliiber.

pind tungib detaili sisse või et väljalõige jääb väljapoole augu äärt. Esimesel juhul koonuse läbimõõt on suurem kui vaja, teisel juhul väiksem kui vaja. Mõnikord on sellistel kaliibritel väljalõike asemel üks või kaks märkjoont.

Koonilisuse täpseks kontrollimiseks kasutatakse järgmist viisi. Detaili või kaliibri kontrollitavale pinnale tõmmatakse piki koonuse moodustajat kaks-kolm kriidi- või pliiatsijoont. Siis asetatakse kaliiber detaili sisse või detaili peale ja pööratakse teda täispöörde osa võrra. Kui jooned on maha nühitud ebaühtlaselt, siis see tähendab, et detaili koonus on ebatäpselt töödeldud ja et teda tuleb rihtida. Üksikute kriidijoonte asemel võib katta kogu detaili koonuspinda õhukese värvikihiga. See annab suuremat mõõtmise täpsust.

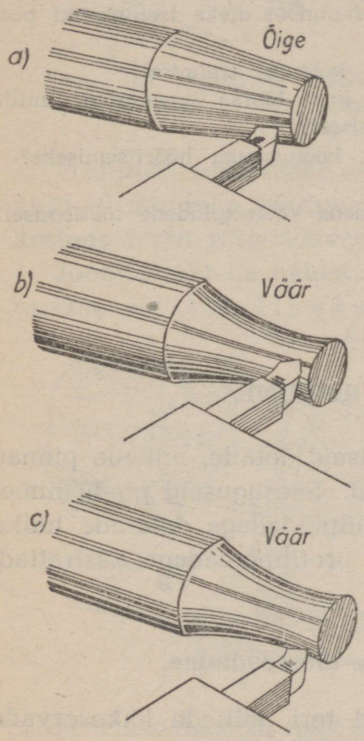
### § 46. Praak koonuspindade töötlemisel ja selle vältimise abinõud.

Koonuspindade töötlemisel on võimalikud järgmised praagi liigid:

1) ebaõige koonilisus;
2) kõrvalekaldumised koonuse põhjade mõõdetest;
3) mittesirgjooneline koonuspinna moodustaja.

Ebaõige koonilisus tuleb enamasti sellest, et tagumise tsenterpuki kere on olnud ebaõigelt nihutatud või supordi ülemine osa ebatäpselt pööratud.

Järelikult saab seda liiki praaki vältida, kontrollides enne töötlemise algust tagumise tsenterpuki kere või supordi ülemise osa asetust.




Joon. 167. Treitera ülesseadmine koonuspinna välistreimisel: a — tsentrite kõrgusel; b — tsentritest kõrgemal; c — tsentritest madalamal.

Koonuse treimisel supordi ülemise osa pööramisega koonuse mõlema põhja läbimõõt muutub ühes detaili pikkusega.

Sellest põhjustatud praagi ärahoidmiseks tuleb enne koonuse töötlemist kontrollida iga detaili pikkust.

Töödeldava koonuse moodustaja ei tule sirgjooneline, kui treitera tipp on tsentrite telgjoonest kõrgemal (joon. 167-b) või sellest madalamal (joon. 167-c). Nii on seegi praagi liik tähelepanematu töö tulemuseks.

**Kontrollküsimusi.**

1. Andke koonuse geomeetriline definitsioon.
2. Missugused elemendid on täiskoonusel ja tüvikoonusel?
3. Milles on koonuse kõrguse ja tema moodustaja erinevus?
4. Milles on koonilisuse ja koonuse kalde erinevus?
5. Missuguse valemi abil saab määrata koonilisust?
6. Missuguseid viise kasutatakse koonuspindade töötlemiseks treipinkidel?

7. Millistel juhtudel on soovitav teostada koonuse treimist supordi ülemise osa pööramisega?

8. Kuidas saab seada supordi ülemist osa vajalikule nurgale, kui supordi pööratava osal ei ole kraadijaotusi?

9. Millistel juhtudel teostatakse koonuse treimist tagumise tsenterpuki kere nihutamisega?

10. Kuidas saab mõõta tagumise tsenterpuki kere kõrvalenihutuse suurust?

11. Mis suunas — kas enda poole või endast eemale — tuleb nihutada tagumist tsenterpukki, et koonuse suurem läbimõõt oleks tsenterpuki pool otsas.

12. Kuidas toimub treitera ülesseadmine koonuse treimisel?

13. Kus kasutatakse meeterkoonuseid ja kus Morse koonuseid; mille poolest mõlemad süsteemid erinevad teineteisest?

14. Mitmest hõõritsast koosneb komplekt koonusaugu hõõritsemiseks?

15. Kuidas mõõdetakse koonuspindu?

16. Loetelge praagi liigid, mis võivad esineda koonuspindade töötlemisel? Kuidas saab neid vältida?

## XI peatükk.

## PROFIILPINDADE TREIMINE.

Masinaehituses kasutatakse ka selliseid detaile, millede pinnad ei ole silinder-, koonus- ega tasapinnad. Seesuguseid pindu nimetatakse profiilpindadeks. Profiilpindadega detailide hulka kuuluvad mitmekujulised käepidemed, profiilpöidadega käsirattad, kuulotsaga tsentrid jne.

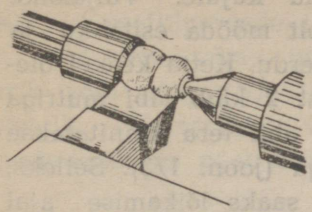
### § 47. Profiilterad ja nende ülesseadmine.

Profiilteradeks nimetatakse selliseid teri, millede lõikeservade kuju vastab töödeldava detaili profiilile.

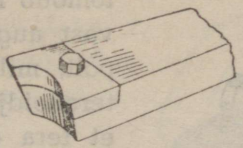
Profiilterad võivad olla kolme tüüpi: a) massiivsed, b) prismalised ja c) ümmargused.

Massiivseid profiilteri (üks selline tera on näidatud joonisel 168) kasutatakse harva, sest nende valmistamine on seotud hinnalise ning defitsiitse tööriistaterase ebaproduktiivse kulutusega. Laialdasemalt levinud on terad, mis koosnevad eraldi terahoidjast ühes külgejoodetud või külgekruvitud profiilplaadikesega

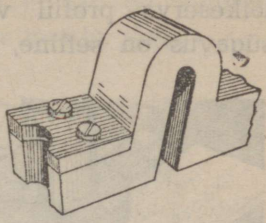
(joon. 169). Vahel kasutatakse ka vetruva terahoidjaga profiilteri (joon. 170), mis annavad puhtamalt töödeldud pinda.



Joon. 168. Massiivne profiiltera.



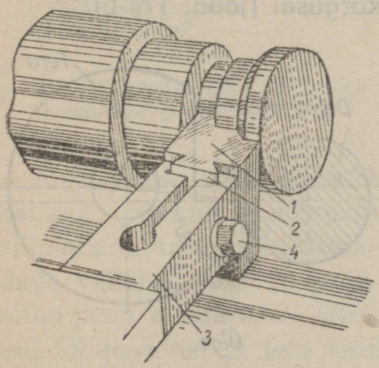
Joon. 169. Külgekruvitud plaadikesega profiiltera.



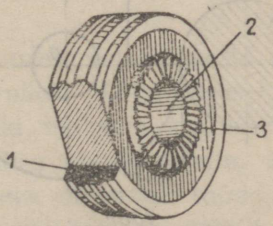
Joon. 170. Vetruva terahoidjaga profiiltera.

Profiilteri teritatakse reeglina esitahult, et nende lõikeserva kuju ei muutuks korduval teritamisel. Sel põhjusel profiilplaadikestega terad võimaldavad teritamist ainult piiratud hulk kordi.

Joonisel 171 on näidatud prismakujuline profiiltera, mida nimetatakse p r i s m a l i s e k s. Selle tera esitahuks on tema ülemine pind 1. Prisma tagaküljel, kogu prisma pikkuselt, on kalasaba-




Joon. 171. Prismaline profiiltera.

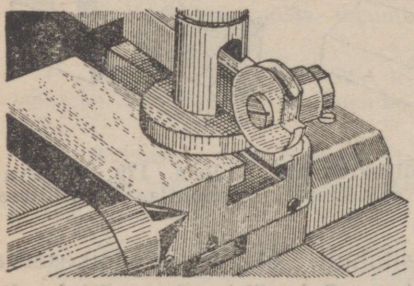



Joon. 172. Ümmargune profiiltera.

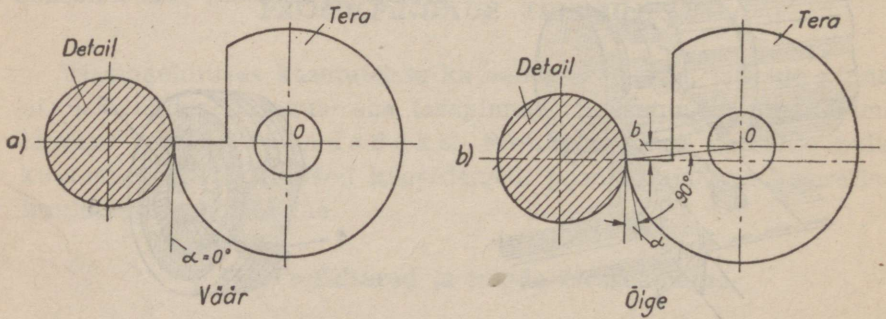
kujulised juhtpinnad 2, mis sobivad terahoidja 3 väljalõikesse. Tera kinnitamiseks on üks või kaks polti 4. Seesugune kinnitusviis lubab nihutada tera ülespoole sedamööda, kuidas ta kulub, ja hoida sellega alles lõikeserva vajalikku kõrgust. Prismaliste terade konstruktsioon võimaldab ära kasutada 60—70% nende kogupikkusest.

Ümmargune profiiltera (joon. 172) kujutab endast treimise teel

valmistatud ketast; selles on ketta keskkohast madalamale ulatuv väljalõige, mis moodustab tera esitahu 1. Seejuures tekkinud lõikeserva profiil vastab töödeldava pinna kujule. Väljalõike sügavus on selline, et laast libiseb kergelt mööda esitahku ja tõmbub keerdu. Ketta keskel olevast august 2 käib läbi mutriga polt, mille abil tera kinnitatakse terahoidjaga (joon. 173). Selleks, et tera ei saaks lõikamise ajal pöörduda, on tema külgpinnal (ja ka terahoidja vastasoleval pinnal) hambakesed 3 (joon. 172). Seadenurga $\alpha$ saamiseks toimub treitera teritus mitte keskkoha O kõrgusel (joon. 174-a), vaid sellest suuruse $b$ võrra madalamal (joon. 174-b). Ümmarguse tera ülesseadmine peab olema selline, et tema esitahk oleks detaili telje kõrgusel (joon. 174-b).



Joon. 173. Ümmarguse profiiltera asetus ja kinnitusviis terahoidjas.




Joon. 174. Seadenurga tekkimine ümmargusel profiilteral: a — ilma seadenurgata tera; b — seadenurgaga tera.

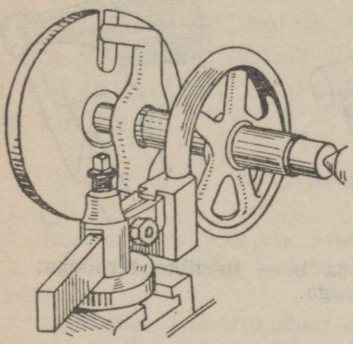
## § 48. Töövõtteid profiilpindade treimisel.

Profiilpindade töötlemine treipinkidel toimub: a) profiilteradega; b) harilike pikitreimise teradega — üheaegselt käsitsi teostatava piki- ja risti-ettenihkega; c) harilike pikitreimise teradega kopeeršabloonide abil[1].

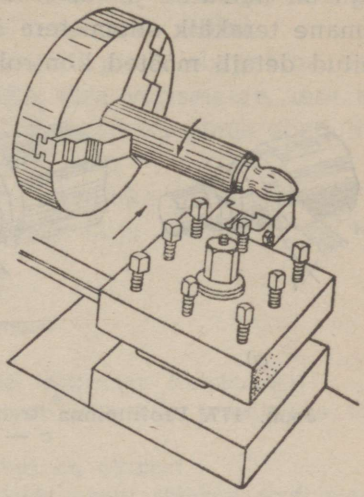
[1] See tööviis on kirjeldatud § 131.

Treimine profiilteradega. Igasuguste profiilteradega saab töödelda lühikeste profiilpindadega detaile. Seejuures kasutatakse tavaliselt risti-ettenihet. Joonistel 175 ja 176 on toodud näiteid profiilpindade treimisest prismaliste treiterade abil.

Profiiltera võtab laia laastu, mis võib põhjustada töödeldava detaili värisemist. Värisemise ärahoidmiseks peab töötama väi-



Joon. 175. Käsiratta pöia treimine prismalise profiilteraga.



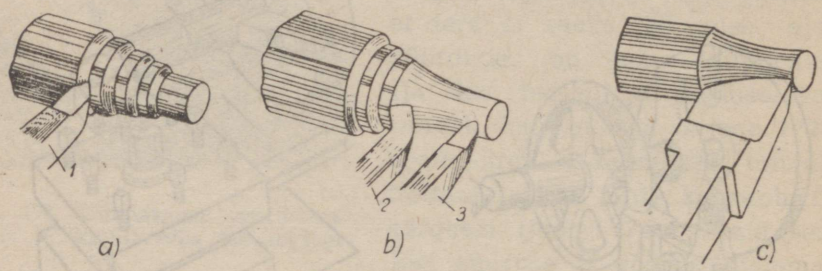
Joon. 176. Käepideme treimine prismalise profiilteraga.

kese lõikekiiruse ning ettenihkega, kusjuures tuleb terale anda rikkalikku jahutust emulsiooni või õli näol. Lõikekiirus peab profiilpindade treimisel olema 2—3 korda väiksem kui silinderpindade välistreimisel: ta peab olema umbes 10—20 m/min. Risti-ettenihe peab olema 0,02—0,05 mm/pöördele, olenevalt töödeldava detaili läbimõõdust ja tera laiusest: mida väiksem on detaili läbimõõt ja mida laiem on tera lõikeserv, seda väiksem peab olema ettenihe.

Profiiltera lõikeserv peab olema üles seatud täpselt tsentrite kõrgusele, sest et vastasel korral detailid tulevad ebaõige kujuga.

Profiilpindade treimine harilike pikiteradega. Joonisel 177-a ja -b on toodud näide profiilpinna töötlemisest hariliku pikitera abil. Kõigepealt antakse detailile astmeline kuju koorimistera 1 abil mitme piki-terakäiguga (joon. 177-a);

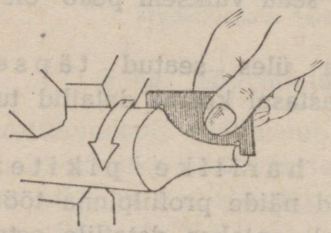
siis treitakse tera 2 abil maha astmete harjad (joon. 177-b), teostades üheaegselt käsitsi piki- ja risti-ettenihet. Järgnevail terakäikudel tera 2 abil, üheaegse piki- ja risti-ettenihkega, antakse töödeldavale pinnale vajalik kuju; seda kontrollitakse šablooniga, nagu on näidatud joonisel 178. Puhtama pinna saamiseks toimub viimane terakäik silumistera 3 abil (joon. 177-b); lõplikult valmistreitud detaili mõõted kontrollitakse sama šablooniga.




Joon. 177. Profiilpinna treimine: a ja b — harilike teradega; c — profiilteraga.

Ülalkirjeldatud profiilpindade treimise viisi kasutatakse ainult väiksema arvu detailide töötlemiseks, sest ta on väheproduktiivne; pealegi nõuab ta treialilt kõrget kvalifikatsiooni. Selle viisi eelis on aga selles, et ta võimaldab kasutada odavaid normaalteri.

Märksa lihtsam ja tootlikum on samasuguse profiilpinna treimine joonisel 177-c näidatud teraga. Kuid selliste terade valmistamine on keeruline ning kulukas; nende kasutamine tasub end ainult siis, kui on detaile vaja töödelda suuremal hulgal.



Joon. 178. Profiilpinna kontrollimine šablooniga.

Profiilpindade treimisel harilike pikiterade abil käsitsi-ettenihkega peavad lõikekiirus ja ettenihe olema umbes 20—30% väiksemad kui silinderpindade välistreimisel.

Profiilpindade kontrollimine toimub šabloonide abil. Profiilpinna kontrollimise näide on toodud joonisel 178.

## § 49. Praak profiilpindade treimisel ja selle ärahoidmise abinõud.

Üheks praagi liigiks profiiltreimisel on töödeldud detaili ebaõige profiil. Profiili moonutamisel võivad olla järgmised põhjused: tera ülesseadmine tsentritest madalamale või kõrgemale, tera ebaõige teritus ja detaili paindumine tera surve mõjul.

Teiseks praagi liigiks on treitud detaili pinna ebapuhtus. Selle põhjusteks on: liiga suur tera ettenihe, tera värisemine, tera esinurga ja seadenurga ebaõige valik. Mõnikord on pinna ebapuhtus tingitud töödeldava metalli liigsest sitkusest.

Tera värisemist esineb liiga suure ettenihke puhul, samuti ka siis, kui tera ulatub terahoidjast kaugele välja või kui ta on halvasti kinnitatud.

### Kontrollküsimusi.

1. Kuidas võib toimuda profiilpindade töötlemine treipinkidel?
2. Millistel juhtudel kasutatakse ühte või teist viisi profiilpinna töötlemiseks?
3. Missuguse konstruktsiooniga profiilteri on olemas?
4. Mispärast saab profiilteradega töödelda ainult lühikesi profiilpindu?
5. Milline on prismaliste ja ümmarguste profiilterade konstruktsioon ja kuidas neid teritatakse?
6. Kui suur oleks ümmarguse profiiltera seadenurk, kui tema esitahk oleks ketta keskkoha kõrgusel?
7. Mis ülesanne on vetruval profiilteral?
8. Kuidas kontrollitakse profiilpinna töötlemise puhtust?

# XII peatükk.

# PINDADE VIIMISTLEMINE.

## § 50. Viilimine.

Viilimisega kõrvaldatakse töödeldud pinnast täkkeid ja kiske, mis on jäänud pärast treimist. Viilimist kasutatakse ka väikeste faaside (kaldeservade), kumeruste jms. saamiseks.

Viilimine toimub üldtuntud tööriista, viili abil (joon. 179). See on karastatud tööriistaterasest tahukas, mille pinnal on peeni-

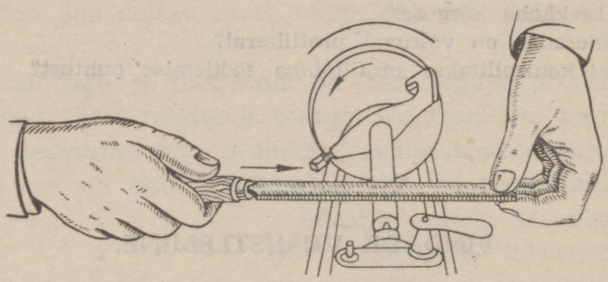
kestest hammastest raie. Hambad asetsevad viili telje suhtes teatud nurga all. Hammaste suuruse järgi jagunevad viilid järgmisteks rühmadeks: 1) jämeviilid, 2) peenviilid ja



Joon. 179. Viil.

3) sametviilid. Jämeviile kasutatakse jämeviilimiseks (koorimiseks), peenviile — puhasviilimiseks ja sametviile — töödeldud pinnale erilise puhtuse ja sileduse andmiseks. Treipinkidel viilimiseks kasutatakse peaasjalikult lameviile ja neljakandilisi viile.

Joonisel 180 on näidatud treitud välispinna viilimine treipingil. Viili hoitakse ligikaudu risti detaili teljega, lükates teda edasitagasi detaili pinnal. Ettepoole liikumisel surutakse viilile, tagasikäik aga toimub ilma surveta. Selleks, et mitte võtta ühes kohas paksemat ja teises õhemat metalli kihti (see rikuks treitud pinna kuju), tuleb viili ühtlaselt nihutada piki detaili paremalt vasakule ja tagasi. Viili hoitakse mõlema käega — paremaga käepidemest ja vasakuga viili teisest otsast.

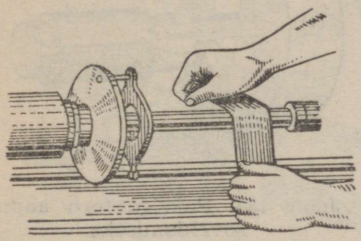


Joon. 180. Treipingil viilimine.

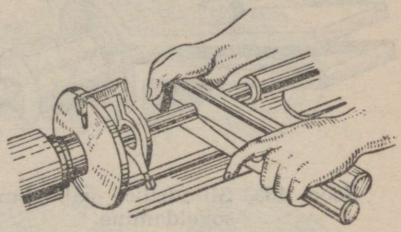
Treial peab viilimise ajal rangelt silmas pidama töö ohutust. Hooletus võib siin põhjustada käte vigastusi või riiete kaasavedamist pöörleva kaasavõtja või padruni poolt.

## § 51. Poleerimine.

Poleerimisega antakse detailile sile ning läikiv pind. Treipinkidel teostatakse seda operatsiooni smirgelpaberi abil. Olenevalt smirgli teralisuse määrast, on olemas järgmisi smirgelpaberi numbreid: nr. 6, 5 ja 4 — suurte smirgliteradega, nr. 3 ja 2 — keskmiste teradega, nr. 1, 0, 00 ja 000 — peente teradega. Kõige siledama poleeritud pinna saab paberiga nr. 00 ja 000. Smirgelpaberit tuleb käes hoida joonisel 181 näidatud viisil; vastasel korral ta võib keerduda detaili ümber ja sõrmed vahele pigistada.



Joon. 181. Detaili poleerimine smirgelpaberiga.



Joon. 182. Detaili poleerimine kaeluse abil.

Poleerimist saab teostada tunduvalt paremini ja kiiremini lihtsa rakise abil, mida nimetatakse p o l e e r i m i s k a e l u s e k s (joon. 182). Poleerimiskaelusesse pannakse smirgelpaberit või raputatakse sinna smirglipulbrit. Soovitatav on määrida poleeritavat pinda masinaõliga või segada õli smirglipulbrisse; töödeldav pind tuleb siis läikivam.

Poleerimiskaeluse kasutamine kõrvaldab treiali käte vigastamise või käiste kaasavedamise ohu pöörleva detaili, klambri või padruni poolt.

Poleerimine vajab töödeldava detaili suurt pöörete arvu.

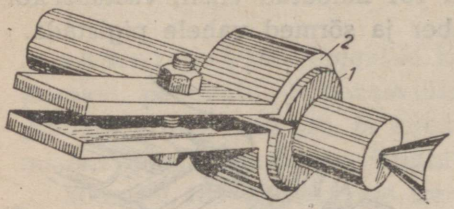
## § 52. Soveldamine.

Soveldamise ülesandeks on mitte ainult detaili puhta ning läikiva pinna, vaid ka tema lõplikkude täpsete mõõdete saamine.

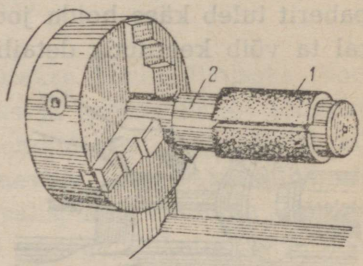
S i l i n d r i l i s t e v ä l i s p i n d a d e s o v e l d a m i n e toimub malmist, vasest või seatinast (pliist) treitud pukside abil,

mis oma suuruselt vastavad töödeldava detaili mõõdetele. Puksid on ühelt küljelt lahti lõigatud, nagu näitab joon. 183. Puks 1 pannakse klambrisse 2 ja nihutatakse ühes sellega detaili pinda mööda.

Pindade soveldamiseks võetakse peent smirglipulbrit, mis segatakse õli ja petrooleumiga. Detaili ringkiirus soveldamise puhul on 10 kuni 20 m/min.




Joon. 183. Silindrilise välispinna soveldamine.




Joon. 184. Puksiga torn augu soveldamiseks.

A u k u d e  s o v e l d a m i n e toimub malm- või vaskpukside abil, mis on samuti ühelt küljelt lahti lõigatud. Pukside seadmiseks täpsele läbimõõdule kasutatakse madala kaldega koonustorne, millede otsa pannakse puksid. Joonisel 184 on näidatud puks 1; ta istub koonustornil 2, mis on kinnitatud isetsentreerivasse padrunisse. Soveldamiseks asetatakse detail puksi otsa ja pannakse torn koos puksiga pöörlema; seejuures detail liigub puksi pinda mööda sirgjooneliselt edasi-tagasi.

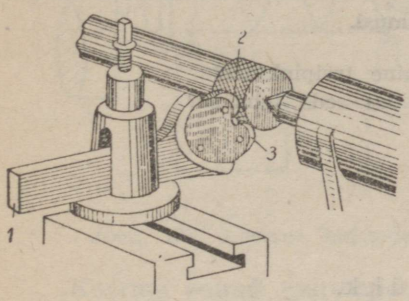
Aukude soveldamine toimub nagu välispindadelgi õliga segatud smirglipulbri abil.

## § 53. Karestamine.

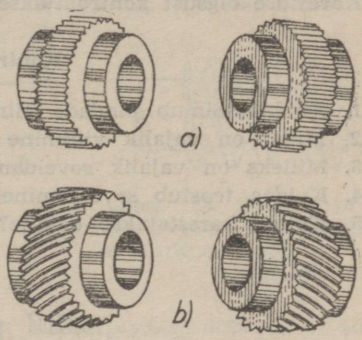
Mitmesuguste mõõteriistade ja kaliibrite silindrilisi käepidemeid, mikromeetrite nuppe ja rõngasmutreid ei tehta sileda, vaid karestatud välispinnaga, mis hõlbustab nende käsitsemist. Sellist pinna töötlemist nimetatakse k a r e s t a m i s e k s. Karestamine võib olla kas r ö ö p- või r i s t-k a r e s t a m i n e.

Karestamise otstarbel kinnitatakse tööpingi supordi terahoid-

jasse eriline pide 1 (joon. 185), millesse on kinnitatud kaks karestusrulli 2 ja 3. Karestusrullid on valmistatud karastatud tööriistaterasest; nende pinnal on eriline raie, mille hambad võivad olla mitmemõõtelised ja mitmesuguse suunaga (joon. 186). See võimaldab saada mitmemustrilist karestust. Karestamisel surutakse pide ühes karestusrullidega vastu pöörlevat detaili. Karestusrullid hakkavad pöörlema ja tungides detaili materjali sisse, karestavad selle pinda. Karestus võib olla jäme, keskmine ja peen, olenevalt karestusrulli hammaste suurusest.




Joon. 185. Karestamine.




Joon. 186. Karestusrullid: a — rööpkarestuse jaoks; b — rist-karestuse jaoks.

Karestamisel peab ettenihe toimuma kahes suunas: risti detaili teljega ja piki telge. Küllalt sügava karestuse saamiseks peab karestamine toimuma mitme töökäiguga (keskmiselt 3 kuni 7).

Karestamise reeglid:

1) karestusrullid peavad vastama vajatavale detaili mustrile;
2) karestusrullid peavad asuma täpselt teineteise all;
3) enne töö alustamist tuleb karestusrullid traatharja abil hoolikalt puhastada materjali purust;
4) karestamise ajal tuleb hoolitseda karestusrullide pindade õlitamise eest.

K a r e s t a m i s e r e ž i i m i d. Allpool on toodud ringkiirused ja teljesuunalised ettenihked treipinkidel karestamiseks:

| Töödeldav materjal | Pehme teras | Kõva teras | Malm | Pronks | Messing | Alumiinium |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ringkiirus, m/min. | 20—26 | 10—15 | 10—15 | 25—40 | 40—50 | 80—100 |
| Detaili läbimõõt, mm | kuni 10 | | 10—25 | 25—40 | 40—60 | |
| Ettenihe, mm/pöördele | 1 | | 1,5 | 2 | 2,5 | |

Karestuse õigsust kontrollitakse silma järgi.

**Kontrollküsimusi.**

1. Kuidas toimub pindade viimistlemine treipinkidel?
2. Millal on vajalik viilimine ja kuidas seda tehakse?
3. Milleks on vajalik soveldamine?
4. Kuidas teostub soveldamine?
5. Kuidas karestatakse detaile?

## XIII peatükk.

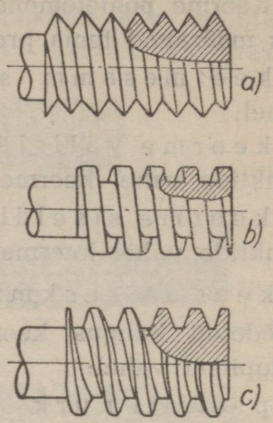
## KEERMETAMINE.

### § 54. Üldmõisteid keermetest.

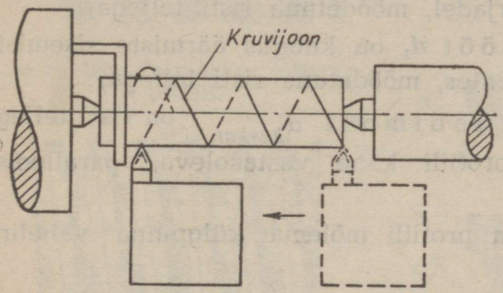
**Keerme otstarve.** Keere on masinadetailide tähtsamaid elemente; tema ülesandeks on detailide ühendamine ja liikumise edasiandmine. Detailide ühendamiseks kasutatavaks keermeks on näiteks treipingi spindli keere, millele kinnitatakse padrun. Liikumise edasiandmiseks kasutatavaks keermeks on näiteks käigukruvi keere, mis annab liikumist edasi supordipõlle veomutrile.

**Keerme kujundamine.** Kui me asetame tera tipu vastu silindrilist võllikut ja pöörame seda võllikut, andes terale samaaegselt piki-ettenihkeliikumist, siis tera lõikab võlliku pinna sisse kruvijoone (joon. 187). Kui me kordame seda operatsiooni, lastes tera tipul tungida sügavamale töödeldava võlliku pinda, siis saame kruvijoonelise soone, mida nimetatakse keermeks. Keerme profiil vastab tera lõikeserva kujule.

**Profiil.** Kui tera lõikeserv on teravnurkne, siis ta lõikab võlliku pinna sisse teravnurkse keerme (joon. 188-a). Kui aga tera lõikeserv on täisnurkne või trapetsikujuline, siis saame vastavalt kas täisnurkse (joon. 188-b) või trapetskeerme (joon. 188-c).

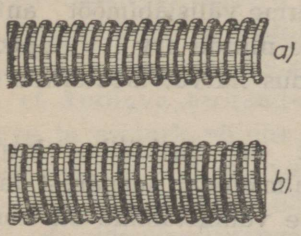



Joon. 188. Keerme profiile: a — teravnurkne keere; b — täisnurkne keere; c — trapetskeere.

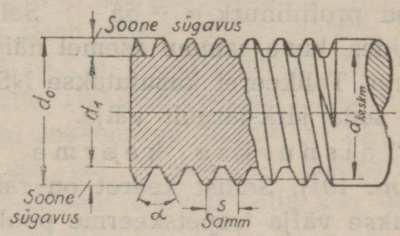



Joon. 187. Keerme kujundamine.

**Keerme suund** (parempoolne ja vasakpoolne keere). Vaadates võlliku keermetatud osa otspinda, on kerge kindlaks teha keermeniidi suunda; see võib olla kellaosuti suunas või selle vastassuunas. Kui keermeniit läheb kellaosuti suunas, siis keere on p a r e m p o o l n e; kui aga keermeniit läheb kellaosutile vastassuunas, siis keere on v a s a k p o o l n e. Keerme suunda saab määrata ka mutri pööramissuuna järgi poldile pealekeeramisel. Kui mutter keeratakse peale kellaosuti suunas, siis keere on parempoolne, kui aga vastassuunas, siis vasakpoolne. Parem-




Joon. 189. Keermed: a — vasakpoolne; b — parempoolne.




Joon. 190. Keerme elemendid.

poolne keere on enamkasutatav. Joon. 189-a on vasakpoolne keere, joon. 189-b — parempoolne keere.

**Keermе põhielemendid.** Keermel on järgmised põhielemendid, mis määravad tema profiili ja mõõted (joon. 190):

keermesamm $s$ on kaugus kahe naaberprofiili harjade vahel;

keerme välisläbimõõt $d_0$ on kaugus äärmiste väliste punktide vahel keerme harjadel, mõõdetuna risti teljega;

keerme siseläbimõõt $d_1$ on kaugus äärmiste sisemiste punktide vahel keerme soontes, mõõdetuna risti teljega;

keerme keskmine läbimõõt $d_{keskm.}$ on risti teljega mõõdetud kaugus keermeprofiili kahe vastasoleva, paralleelse külgpinna vahel;

profiili nurk $\alpha$ on profiili mõlema külgpinna vaheline nurk;

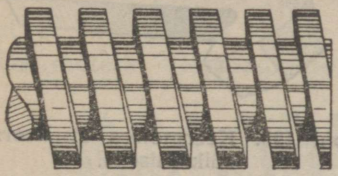
soonesügavus ehk harjakõrgus on risti teljega mõõdetud kaugus soone põhja ja harja tipu vahel ehk välisläbimõõdu ja siseläbimõõdu vahe, jagatult kahega.

**Keermed ja nende kasutamine.** Masinaehituses kasutatakse järgmisi keermeid: teravnurkne keere — detailide omavaheliseks ühendamiseks; täisnurkne keere ja trapetskeere — liikumise edasiandmiseks.

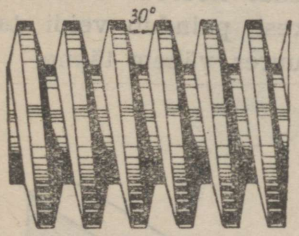
Teravnurkne keere võib olla kas meeterkeere või tollkeere. Meeterkeerme profiil on võrdkülgse kolmnurga kujuline, profiilinurgaga $\alpha = 60°$. Selle keerme mõõted on kõik meetermõõtudes, s. o. millimeetrites. Tollkeerme (Whitworth'i süsteemi keerme) profiil on samuti võrdkülgse kolmnurga kujuline, kuid tema profiilinurk $\alpha = 55°$. Selle keerme välisläbimõõt antakse tollides, kuna sammu asemel näidatakse niitide arv 1 tolli pikkuse kohta. Tollkeeret kasutatakse NSV Liidus harva; meeterkeere tõrjub seda järk-järgult välja.

Täisnurkse keerme profiil on ristküliku kujuline (joon. 191). Sellist keeret on raske valmistada; seepärast ta tõrjutakse välja trapetskeerme poolt, mille valmistamine on kergem. Trapetskeerme profiil on trapetsikujuline, profiilinurgaga $\alpha = 30°$ (joon. 192).

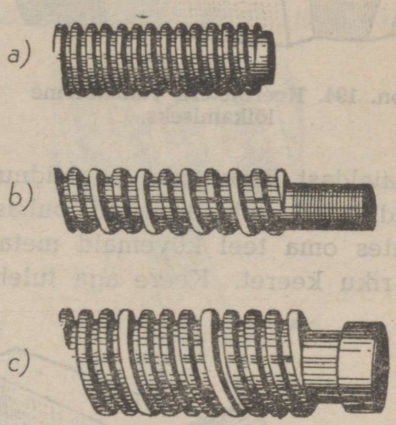
Ühe- ja mitmekäiguline keere. Kui keere on lõigatud ühe keermesoonena, siis sellist keeret nimetatakse ühekäiguliseks. Vahel tehakse keermeid, mis on lõigatud kahe, kolme ja rohkema arvu soontena, mis asuvad üksteisest ühekaugusel; seesuguseid keermeid nimetatakse vastavalt kahe-, kolme- ja mitmekäigulisteks. Joonisel 193 on näidatud ühe-, kahe- ja neljakäiguline keere.



Joon. 191. Täisnurkse keerme profiil.




Joon. 192. Trapetskeerme profiil.




Joon. 193. Ühe- ja mitmekäiguline keere: a — ühekäiguline; b — kahekäiguline; c — neljakäiguline.

Keermekäikude arvu kindlakstegemiseks tuleb kokku lugeda keermeniitide otsad võlliku otspinnal.

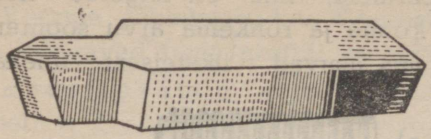
### § 55. Keermeterad ja nende ülesseadmine.

Keermetera lõikeserva profiil peab täpselt vastama keerme profiilile. Lõikeserva profiili nurk peab olema meeterkeermel 60°, Whitworth'i süsteemi tollkeermel 55° ja trapetskeermel 30°. Selleks, et korduva teritamisega mitte rikkuda keermetera profiili, tehakse ta esinurk võrdne nulliga; seadenurga suurus on 10—15°.

Keermeteri on kas väliskeerme või sisekeerme lõikamiseks (joon. 194 ja 195). Nii ühed kui teised võivad olla kas ühest tükist või pidemesse pandavad.

Sisekeerme lõikamise teral pea on risti tera keha teljega. Tera

keha pikkus ja ristlõige olenevad keermetatava augu pikkusest ja läbimõõdust.

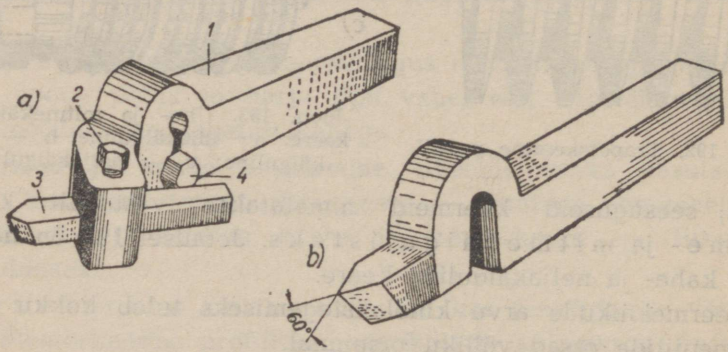


Joon. 194. Keermetera väliskeerme lõikamiseks.



Joon. 195. Keermetera sisekeerme lõikamiseks.

Laialdast kasutamist on leidnud vetruvad terapidemed ja vetruvad terad, mis annavad puhast, siledat keeret. Selline tera, kohates oma teel kõvemaid metalliosakesi, paindub veidi tagasi ega riku keeret. Keere aga tuleb seejuures vähem täpne.



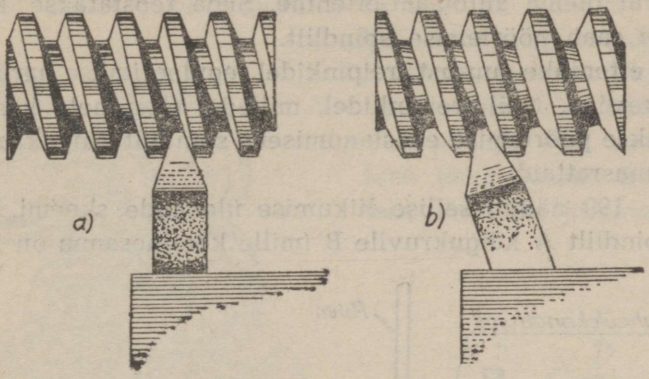

Joon. 196. Vetruva pidemega tera a ja vetruv tera b.

Joonisel 196-a on näidatud vetruva pidemega tera. Polt 2 on keermetera 3 kinnitamiseks pidemesse 1. Selle pideme iseärasus on selles, et teda saab kasutada nii vetruva kui ka jäiga pidemena. Seda saavutatakse kruvi 4 abil: kui kruvi on pingutatud, siis pide on jäik, kui aga kruvi on lahti keeratud, siis pide on vetruv. Eelkeermetamiseks kasutatakse jäiga pidemega, puhaskeermetamiseks aga vetruva pidemega tera.

Vetruvaid keermeteri kasutatakse neilsamul juhtudel kui vetruva pidemega teri. Joonisel 196-b on näidatud vetruv tera meeterkeerme lõikamiseks.

Keermetera ülesseadmine. Keermetera ülesseadmine nõuab palju vilumust. Tera tipp peab asuma täpselt tsentrite kõrgusel; vastasel korral saame ebaõige profiiliga keerme. Peale selle tuleb tera pea asetada risti detaili teljega (joon. 197-a). Kui seda nõuet ei täideta, siis keere tuleb viltune (joon. 197-b).

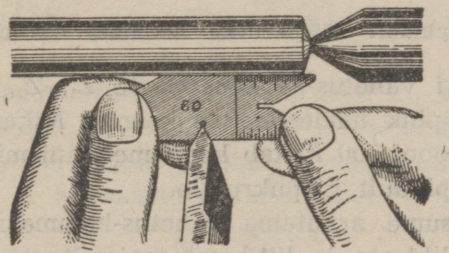
Keermetera ülesseadmine toimub šablooni järgi (joon. 198).




Joon. 197. Keermetera ülesseadmine: a — õige; b — väär.

Keermetera ülesseadmise kontrollimine šablooniga toimub järgmiselt: šabloon asetatakse vastu detaili pinda horisontaal-tasapinnas, täpselt detaili telje kõrgusel; siis pannakse tera tipp šablooni väljalõikesse ja jälgitakse läbipaiste järgi, kas lõikeservade ja väljalõike äärte vahel on olemas pilu. Kui pilu on olemas, siis kõrvaldatakse see tera asetuse muutmise teel, mispeale tera kinnitatakse kindlalt terahoidjasse.

Joonisel 198 näidatud šablooni abil toimub ka keermetera õige terituse kontrollimine.



Joon. 198. Keermetera ülesseadmine šablooni järgi.

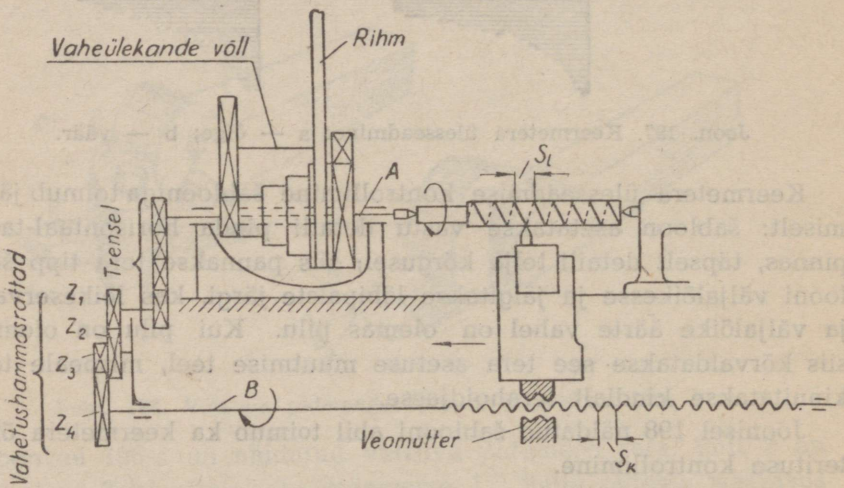
## § 56. Treipingi keermetamiseks häälestamine.

Treipingil keermetamiseks on vajalik, et spindli pöörlemiskiirus oleks rangelt kooskõlas supordi edasiliikumise kiirusega. Tera ettenihe spindli ühe täispöörde ajal peab võrduma keermesammuga.

Selleks, et keermesamm oleks ühtlane kogu keerme pikkusel, peab teral olema automaat-ettenihe. Seda teostatakse käigukruvi abil, mis saab pöörlemise spindlilt.

Tera ettenihke suurust treipinkidel reguleeritakse harilikult ettenihete kastiga. Neil treipinkidel, milledel ettenihete kast puudub, kasutatakse pöörlemise edasiandmiseks spindlilt käigukruvile vahetus-hammasrattaid.

Joon. 199 näitab sellise liikumise ülekande skeemi. Liikumine läheb spindlilt A käigukruvile B (mille keermesamm on $S_k$) trensli



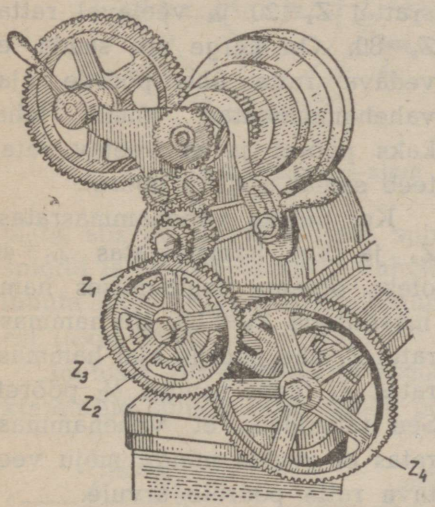

Joon. 199. Spindlilt käigukruvile liikumise edasiandmise skeem.

kaudu ja kitarri vahetus-hammasrataste $Z_1$, $Z_2$, $Z_3$ ja $Z_4$ kaudu, millede abil tööpink häälestatakse keerme lõikamiseks vajalikule sammule $S_l$. Joon. 200 näitab kogu mehhanismi, mille abil liikumine kandub spindlilt käigukruvile.

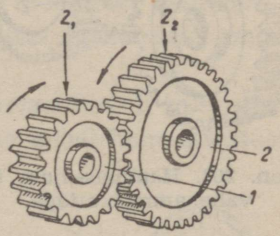
Enne kui asume arvutama vahetus-hammasrataste hammaste arvu, tutvume lihtsate ja liit-hammasajamitega.

**Lihtne hammas-ajam.** Joon. 201 kujutab kahest hammasrattast koosnevat hammas-ajamit. Hammasratas 1, mis paneb pöörlema hammasratta 2, on *vedav* hammasratas. Hammasratas 2, mis saab pöörlemise hammasrattalt 1, on *veetav* hammasratas.

Kui vedaval rattal on 20 hammast ja veetaval 40, siis on selge, et selle aja jooksul, kui vedav ratas teeb ühe pöörde, veetav ratas teeb ainult pool pööret, s. o. 2 korda vähem. Vastupidi, kui vedavaks rattaks on 40 hambaga ja veetavaks 20 hambaga ratas, siis vedava ratta ühe pöörde ajal veetav ratas teeb kaks pööret. Sellest võib teha järgmise järelduse:




Joon. 200. Liikumise edasiandmine spindlilt käigukruvile.




Joon. 201. Kahest hammasrattast koosnev hammas-ajam.

*kahel koostöötaval hammasrattal on veetava ratta ja vedava ratta pöörete arvu suhe pöördvõrdeline nende rataste hammaste arvu suhtega.*

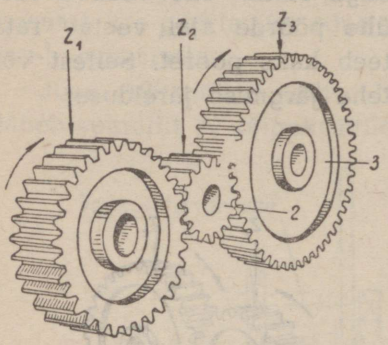
Tähistame vedava ratta hammaste arvu $Z_1$, veetaval rattal $Z_2$, vedava ratta pöörete arvu minutis $n_1$ ja veetaval rattal $n_2$. Kasutades neid tähistusi, võime järgmiselt väljendada hammasrataste pöörete arvude ja hammaste arvude suhet:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2} . \qquad (10)$$

Veetava ja vedava hammasratta pöörete arvu suhet nimetatakse ülekandesuhteks ja tähistatakse tähega $i$:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}.$$

Vaatleme juhtu, kus vedava ja veetava hammasratta vahel on vahehammasratas, nagu näitab joon. 202. Olgu vedava ratta 1 hammaste arv $Z_1$, vahehammasratta 2 hammaste arv $Z_2$ ja veetava ratta 3 hammaste arv $Z_3$. Oletame, et vedaval rattal on 40 hammast, s. o. $Z_1=40$, vahehammasrattal $Z_2=20$ ja veetaval rattal $Z_3=80$. On kerge aru saada, et vedava ratta ühe pöörde ajal vahehammasratas jõuab teha kaks pööret ja et veetav ratas teeb samal ajal ½ pööret.



Joon. 202. Hammas-ajam ühe vahehammasrattaga.

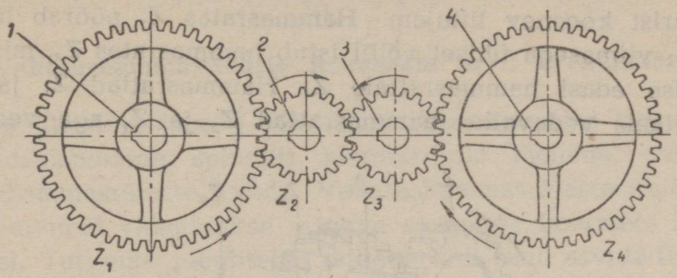
Kui poleks vahehammasratast $Z_2$ ja kui hammasratas $Z_1=40$ oleks otseses hambumises hammasrattaga $Z_3=80$, siis hammasratta $Z_1$ ühe pöörde ajal hammasratas $Z_3$ teeks samuti ½ pööret. See tähendab, et vahehammasratas ei avalda mingit mõju veetava ratta pöörete arvule.

Vahehammasratas mõjutab aga veetava ratta pöörlemissuunda. See on selgesti näha jooniste 201 ja 202 võrdlusest. Esimesel juhul (joon. 201) vedav ja veetav hammasratas pöörlevad kumbki isesuunas, kuna teisel juhul (joon. 202), s. o. vaheleasetatud vahehammasrattaga, on vedaval ja veetaval hammasrattal sama pöörlemissuund.

Oletame, et vedava ratta 1 (joon. 203) ja veetava ratta 4 vahele on asetatud kaks ühesuguse hammaste arvuga vahehammasratast 2 ja 3. Sellelgi juhul vahehammasrattad ei avalda mingit mõju veetava ratta pöörete arvule; tema pöörlemissuund muutub aga jälle, sest et vedav ja veetav ratas hakkavad nüüd pöörlema vastassuunas.

Vahehammasrataste kasutamise näiteks on trensliks nimetatav treipingi mehhanism.

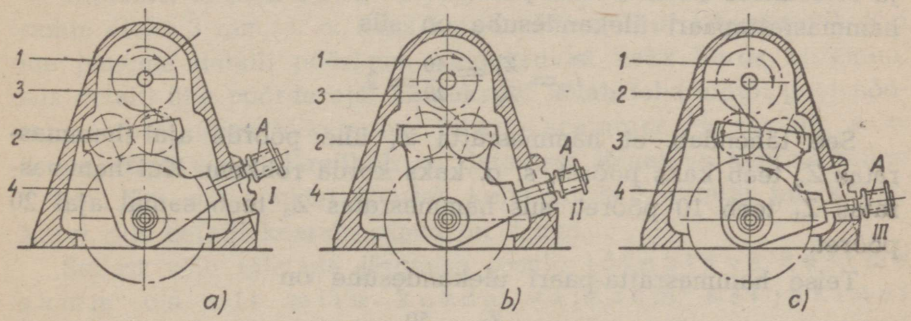
Trensli konstruktsioon. Käigukruvi pöörlemissuund ja supordi ettenihke suund peavad olema muudetavad vastavalt detailisse lõigatava keerme suunale (parempoolne või vasakpoolne keere). Kuna spindli pöörlemissuund peab seejuures jääma muut-




Joon. 203. Hammas-ajam kahe vahehammasrattaga.

mata, siis on tarvis asetada spindli ja vahetushammasrataste (või spindli ja ettenihete kasti) vahele eriline ülekanne, mille abil saaks muuta käigukruvi pöörlemissuunda. Selleks ülekandeks ongi trensel (joon. 204).

Joonisel 204-a näidatud asendis hammasratas 1, mis on jäigalt kinnitatud spindli otsa, annab pöörlemise edasi hammasratastele 3



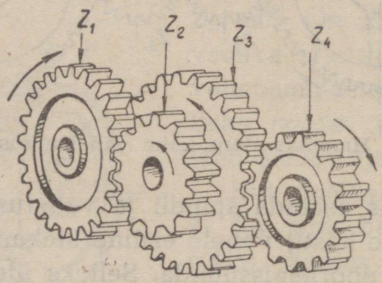

Joon. 204. Trensel.

ja 4. Hammasratas 2 pöörleb tühjalt. Selle lülimisviisi puhul hammasrattad 1 ja 4 pöörlevad samas suunas.

Joonisel 204-b näidatud asendis hammasratas 3 on väljunud hambumisest hammasrattaga 1 ja liikumise ülekanne on katkestatud.

Joonisel 204-c näidatud asendis hammasratas 2 hambub hammasrattaga 1. Nüüd pöörlevad hammasrattad 1, 2, 3 ja 4, seejuures 1 ja 3 pöörlevad ühes suunas, 2 ja 4 aga teises suunas.

**Liit-hammasajam.** Joonisel 205 on näidatud kahest hammasratta-paarist koosnev liitajam. Hammasratas $Z_1$ pöörab hammasratast $Z_2$; viimasega ühisel võllil istub hammasratas $Z_3$, mis annab pöörlemise edasi hammasrattale $Z_4$. Hammasrattad $Z_1$ ja $Z_3$ on selles ajamis vedavaiks, hammasrattad $Z_2$ ja $Z_4$ aga veetavaiks rattaiks.




Joon. 205. Liit-hammasajam.

Oletame, et hammaste arv $Z_1=40$, $Z_2=20$, $Z_3=50$ ja $Z_4=25$ ja et esimese vedava ratta pöörete arv $n_1=10$ pööret/min. Esimese hammasrattapaari ülekandesuhe on siis

$$i_1 = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{40}{20} = 2.$$

See tähendab, et hammasratta $Z_1$ ühe pöörde ajal hammasratas $Z_2$ teeb kaks pööret, s. o. kaks korda rohkem. Kui hammasratas $Z_1$ teeb 10 pööret, siis hammasratas $Z_2$ teeb samal ajal 20 pööret.

Teise hammasratta-paari ülekandesuhe on

$$i_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{50}{25} = 2.$$

See tähendab, et hammasratas $Z_4$ pöörleb kaks korda kiiremini kui hammasratas $Z_3$: hammasratta $Z_3$ 20-ne pöörde ajal hammasratas $Z_4$ teeb 40 pööret.

Liit-hammasajami ülekandesuhte leidmiseks tuleb jagada kõikide vedavate rataste ham-

maste arvu korrutis kõikide veetavate rataste hammaste arvu korrutisega.

Ülaltoodud näites

$$i = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4} = \frac{40 \times 50}{20 \times 25} = 4.$$

**§ 57. Vahetushammasrataste hammaste arvu arvutamise reeglid.**

Nagu ütlesime juba § 56, toimub keermetamise puhul pöörlemise edasiandmine spindlilt käigukruvile mõnedel treipinkidel vahetushammasrataste kaudu. Vahetushammasrataste nimetus tuleb sellest, et neid vahetatakse erineva sammuga keermete lõikamise otstarbel. Tutvume reeglitega, millede abil saab arvutada vahetushammasrataste hammaste arvu.

Kui me valime hammasrattad selliselt, et treipingi spindlil ja käigukruvil oleks ühesugune pöörete arv (joon. 199), siis detaili keere tuleb sellesama sammuga, mis on käigukruvilgi. Ja tõepoolest: kui käigukruvi samm on 6 mm, siis kruvi ühe pöörde vältel suport ühes lõiketeraga nihkub samuti 6 mm võrra edasi. Et aga ka detail teeb samal ajal ühe pöörde, siis lõiketera lõikab temasse kruvijoone, mille samm on samuti 6 mm.

Oletame, et meil on tarvis lõigata samal treipingil keeret, mille samm oleks 3 mm, s. o. kaks korda väiksem kui käigukruvil. Kui me paneme detaili pöörlema käigukruvist kaks korda kiiremini, siis detaili ühe pöörde ajal käigukruvi jõuab teha ainult pool pööret. Suport ühes lõiketeraga nihkub seejuures ½ sammu, s. o. 3 mm võrra edasi; järelikult on detailisse lõigatava keerme samm 3 mm. Kui aga spindel pöörleb kolm korda kiiremini kui käigukruvi, siis detaili keerme samm on 2 mm.

Sellest võib tuletada järgmise reegli: lõigatava keerme samm on nii mitu korda väiksem käigukruvi keerme sammust, kui mitu korda treipingi spindli pöörlemiskiirus on suurem käigukruvi pöörlemiskiirusest.

Oletame, et meil on vaja lõigata 12 mm suuruse sammuga keeret treipingil, mille käigukruvi samm võrdub 6 mm, s. o. et lõigatava keerme samm peab olema käigukruvi omast 2 korda suurem. Vastavalt meie arutlusele peame andma detailile kaks korda aeg-

lasema pöörlemiskiiruse kui käigukruvile. Ja tõepoolest: kui kruvi teeb detaili ühe pöörde jooksul kaks pööret, siis suport ühes lõiketeraga nihkub samal ajal kaks käigukruvi sammu, s. o. 12 mm võrra edasi ja detaili keerme samm tuleb 12 mm.

Eelöeldu alusel võime sõnastada teise reegli: lõigatava keerme samm on nii mitu korda suurem käigukruvi sammust, kui mitu korda treipingi spindli pöörlemiskiirus on väiksem käigukruvi pöörlemiskiirusest.

Arvu, mis näitab, kui mitu korda detaili pöörete arv peab olema suurem või väiksem käigukruvi pöörete arvust, nimetatakse vahetushammasrataste ülekandesuhteks.

Tuginedes ülaltoodud arutlustele, võib öelda, et vahetushammasrataste ülekandesuhe võrdub lõigatava keerme sammuga $S_l$, jagatult käigukruvi sammuga $S_k$, s. o.

$$i = \frac{S_l}{S_k} . \qquad (11)$$

Näide. Määrata vahetushammasrataste ülekandesuhe 1,5 mm suuruse sammuga keerme lõikamiseks treipingil, mille käigukruvi samm on 6 mm.

Vastavalt valemile (11) ülekandesuhe

$$i = \frac{1{,}5}{6} = \frac{1}{4} .$$

Selle ülekandesuhte kohaselt valitaksegi hammasrattad ning seatakse nad spindli ja käigukruvi vahele sellisesse järjekorda, et vedava ratta hammaste arvu suhe veetava ratta hammaste arvuga oleks täpselt võrdne arvutatud ülekandesuhtega.

Keermelõikamise otstarbel varustatakse universaaltreipinke tavaliselt vahetushammasrataste komplektidega, millede hammaste arv on 20, 25, 30, 35 jne. kuni 120-ni [1]; neile lisatakse veel üks hammasratas 127 hambaga. Treiali ülesandeks on valida olemasolevast komplektist selline hammasratta-paar (või kaks paari), mis vastaks arvutatud ülekandesuhtele.

[1] Treipingi vahetushammasrataste komplekt võib koosneda ka hammasratastest hammaste arvuga 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72, 76, 80 ja peale selle ühest 127 hambaga lisahammasrattast.

Oletame, et treipingil, mille käigukruvi samm on 6 mm, tuleb lõigata 2 mm sammuga keeret. Vahetushammasrataste ülekandesuhe $i = \frac{2}{6}$. Selleks, et saada detailil 2 mm sammuga keeret, peame järelikult asetama spindli ja käigukruvi vahele mistahes hammasratta-paari, mille ülekandesuhe võrduks $\frac{2}{6}$.

Selleks, et leida ülekandesuhte järgi sobivate hammaste arvudega vahetushammasrattaid, tuleb korrutada murru lugeja ja nimetaja seesuguse arvuga, et korrutised kujutaksid endast täisarve ning võrduksid komplektis leiduvate hammasrataste hammaste arvudega. Näiteks, kui ülekandesuhe $i = \frac{2}{6}$, siis me saame, korrutades lugejat ja nimetajat vastavalt 10-ga, 15-ga või 20-ga:

$$i = \frac{2}{6} = \frac{2 \times 10}{6 \times 10} = \frac{20}{60}, \quad i = \frac{2}{6} = \frac{2 \times 15}{6 \times 15} = \frac{30}{90},$$

$$i = \frac{2}{6} = \frac{2 \times 20}{6 \times 20} = \frac{40}{120}.$$

Arvud 20 ja 60, 30 ja 90, 40 ja 120 tähendavad hammasrattapaaride hammaste arvu, mis tagavad antud treipingil 2 mm suuruse sammuga keerme saamist. Tuleb meeles pidada, et lugejas on vedava ratta, nimetajas aga veetava ratta hammaste arv. Niisiis hammasrattad 20, 30 ja 40 on vedavad, hammasrattad 60, 90 ja 120 aga veetavad hammasrattad.

Juhul kui valitud hammasrattad ei hambu üksteisega, pannakse nende vahele üks või kaks vahehammasratast. Kui nõutavat ülekandesuhet ei õnnestu tagada üheainsa paariga hammasrattaist tööpingi komplektis, siis võetakse kaks, mõnel juhul isegi kolm hammasratta-paari.

N ä i d e. Treipingil, mille käigukruvi samm $S_k = 8$ mm, tuleb lõigata keere sammuga $S_l = 1$ mm.

Valemi (11) järgi määrame ülekandesuhte:

$$i = \frac{S_l}{S_k} = \frac{1}{8}.$$

Korrutades lugejat ja nimetajat 15-ga, saame

$$i = \frac{1 \times 15}{8 \times 15} = \frac{15}{120}.$$

Komplektis ei leidu 15-ne hambaga hammasratast. Nüüd korrutame lugejat ja nimetajat 20-ga:

$$i = \frac{1 \times 20}{8 \times 20} = \frac{20}{160}.$$

Komplektis on küll olemas 20-ne hambaga hammasratas, kuid 160-ne hambaga puudub. Järelikult ei saa antud keeret lõigata üheainsa vahetushammasrataste paari abil. Sel juhul tuleb ülekandesuhe $i = \frac{1}{8}$ lahutada kaheks murruks, millede korrutis peab andma sellesama ülekandesuhte. Meie näites võib seda kirjutada järgmiselt:

$$i = \frac{1}{8} = \frac{1 \times 1}{2 \times 4}.$$

Korrutades esimese murru lugejat ja nimetajat 20-ga, teise murru lugejat ja nimetajat aga 25-ga, saame

$$i = \frac{1 \times 20}{2 \times 20} \times \frac{1 \times 25}{4 \times 25} = \frac{20 \times 25}{40 \times 100},$$

ehk

$$i = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4} = \frac{20 \times 25}{40 \times 100}.$$

Järelikult selleks, et lõigata antud treipingil (mille käigukruvi samm $S_k = 8$ mm) keeret sammuga $S_l = 1$ mm, võib võtta vahetusrataste komplektist hammasratta-paarid 20 ja 40, 25 ja 100. Hammasrattad $Z_1 = 20$ ja $Z_3 = 25$ peavad olema vedavaiks, hammasrattad $Z_2 = 40$ ja $Z_4 = 100$ aga veetavaiks ratasteks.

Sel viisil valitud hammasrattaid võib asetada ka teistsugusse järjekorda:

1. Võib vastastikku vahetada vedavate hammasrataste asukohad, s. o. panna hammasratas 25 hammasratta 20 asemele ja hammasratas 20 — hammasratta 25 asemele.

2. Samal viisil võib vastastikku vahetada veetavate hammasrataste 40 ja 100 asukohad; ülekandesuhe nende ümberpaigutuste tõttu ei muutu. Vedavat hammasratast ja veetavat hammasratast ei tohi aga muidugi vastastikku ümber vahetada, sest et vastasel korral vedav hammasratas $Z_1 = 20$ satuks veetava hammasratta $Z_2 = 40$ kohale ja veetav hammasratas $Z_2 = 40$ vedava hammasratta $Z_1 = 20$ kohale.

3. Esimese hammasratta-paari võime asetada teise paari kohale ja teise paari esimese paari kohale, s. o.

$$\frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{Z_3}{Z_4} \times \frac{Z_1}{Z_2}.$$

Selleks, et kontrollida arvutuse õigsust, tuleb saadud ülekandesuhe korrutada käigukruvi sammuga; korrutis peab võrduma lõigatava keerme sammuga:

$$i \times S_k = S_l.$$

Kui aga korrutis ei vasta nõutavale keermesammule, siis see näitab, et arvutus ei olnud õige.

$$i = \frac{20 \times 25}{40 \times 100} \text{ ja } S_k = 8 \text{ mm}.$$

Kontrollime arvutuse õigsust meie näites, kus

$$S_l = i \times S_k = \frac{20 \times 25}{40 \times 100} \times 8 = 1 \text{ mm},$$

see tähendab, et hammasrattad on õigesti valitud.

Vahetushammasrataste hambumise kontroll. Arvutuse tulemuste kohaselt valitud hammasrattad ei ole igakord omavahel ühendatavad: võib juhtuda, et üks neist riivab kitarri sõrmtappi. Selleks, et valitud vahetushammasrattaid oleks võimalik kitarrile kinnitada ja et nad oleksid omavahel õiges hambumises, tuleb silmas pidada järgmist nõuet:

esimese hammasratta-paari ($Z_1 + Z_2$) hammaste summa peab olema vähemalt 15 hamba võrra suurem kui teise vedava hammasratta ($Z_3$) hammaste arv; teise hammasratta-paari ($Z_3 + Z_4$) hammaste summa peab olema samuti vähemalt 15 hamba võrra suurem kui esimese veetava hammasratta ($Z_2$) hammaste arv.

Kontrollime meie näite kohaselt valitud hammasrataste hambumise võimalust. Meil on

$$i = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4} = \frac{20 \times 25}{40 \times 100}.$$

Esimese paari hammaste summa

$$Z_1 + Z_2 = 20 + 40 = 60$$

on suurem kui hammaste arv $Z_3 = 25$ (vahe võrdub 35). Teise paari hammaste summa

$$Z_3 + Z_4 = 25 + 100 = 125$$

on suurem kui hammaste arv $Z_2 = 40$ (vahe võrdub 85). Järelikult need hammasrattad saavad hambuda.

Kui hambumise tingimused ei oleks täidetud, siis tuleks kõigepealt katsuda vastastikku ümber paigutada kas vedavad või veetavad hammasrattad. Kui seegi ümberpaigutus ei aita täita hambumise tingimusi, siis tuleb teha uus arvutus.

## § 58. Vahetushammasrataste hammaste arvu arvutamise näiteid.

Universaaltreipingil keermetamiseks vajalike vahetushammasrataste arvutamisel võivad esineda järgmised juhud:

1. Käigukruvi samm ja lõigatava keerme samm on väljendatud ühtedes ja samades pikkusmõõtudes, s. o. kas millimeetrites või tollides.

2. Käigukruvi samm ja lõigatava keerme samm on väljendatud erinevais pikkusmõõtudes, näiteks: käigukruvi samm on väljendatud tollides, lõigatava keerme samm aga millimeetrites, või vastupidi: käigukruvi samm on väljendatud millimeetrites ja lõigatava keerme samm tollides.

Vaatleme vahetushammasrataste arvutamist mõlema juhu kohta.

Näide 1. Käigukruvi samm $S_k = 12$ mm ja lõigatava keerme samm $S_l = 1/2$ mm.

Vahetushammasrataste ülekandesuhe

$$i = \frac{S_l}{S_k} = \frac{1/2}{12} = \frac{1}{2 \times 12} = \frac{1}{24}.$$

Lahutame selle murru kaheks:

$$i = \frac{1}{24} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{6}.$$

Korrutame esimese murru lugejat ja nimetajat 25-ga, teise murru lugejat ja nimetajat aga 20-ga. Tulemusena saame kaks paari vahetushammasrattaid järgmise hammaste arvuga:

$$i=\frac{1\times 25}{4\times 25}\times\frac{1\times 20}{6\times 20}=\frac{25}{100}\times\frac{20}{120},\quad \text{s. o. } i=\frac{Z_1}{Z_2}\times\frac{Z_3}{Z_4}=\frac{25}{100}\times\frac{20}{120}.$$

Hammasrattad hammaste arvuga 20, 25, 100 ja 120 on tööpingi komplektis olemas.

Kontrollime hambumise tingimusi:

$Z_1 + Z_2 = 25 + 100 = 125$, mis on suurem kui $Z_3 = 20$ (105 võrra),

$Z_3 + Z_4 = 20 + 120 = 140$, mis on suurem kui $Z_2 = 100$ (40 võrra).

Niisiis, hammasrattad vastavad hambumise tingimustele.

Näide 2. Valida vahetushammasrattad keerme lõikamiseks sammuga $S_l=\frac{1''}{8}$, kui käigukruvi samm $S_k=\frac{1''}{2}$.

$$i=\frac{S_l}{S_k}=\frac{1/8''}{1/2''}=\frac{1}{8}:\frac{1}{2}=\frac{2}{8}.$$

Korrutame murru lugejat ja nimetajat 15-ga:

$$i=\frac{2\times 15}{8\times 15}=\frac{30}{120}.$$

Valime kaks paari vahetushammasrattaid:

$$i=\frac{Z_1}{Z_2}\times\frac{Z_3}{Z_4}=\frac{2}{8}=\frac{1}{2}\times\frac{2}{4}=\frac{1\times 30}{2\times 30}\times\frac{2\times 25}{4\times 25}=\frac{30}{60}\times\frac{50}{100}.$$

Seesuguse hammaste arvuga hammasrattad on tööpingi komplektis olemas.

Kontrollime hambumise tingimusi:

$Z_1 + Z_2 = 30 + 60 = 90$, mis on suurem kui $Z_3 = 50$ (40 võrra),

$Z_3+Z_4=50+100=150$, mis on suurem kui $Z_2=60$ (90 võrra).

Sellelgi juhul hammasrattad vastavad hambumise tingimustele.

Kui käigukruvi samm ja lõigatava keerme samm on väljendatud erinevais pikkusmõõtudes, siis tuleb tollid ümber arvutada millimeetriteks. Selleks võetakse

$$1'' = 25{,}4 \text{ mm}.$$

Kirjutades arvu 25,4 murru näol $\frac{25,4}{1}$ ja korrutades selle lugejat ja nimetajat 5-ga, saame

$$25,4 = \frac{25,4}{1} = \frac{25,4 \times 5}{1 \times 5} = \frac{127}{5}.$$

Arvu 25,4 asendamine temaga võrdse lihtmurruga $\frac{127}{5}$ on vajalik sellepärast, et tööpingi hammasrataste komplektis on olemas 127-me hambaga hammasratas, mida kasutatakse kõigil neil juhtudel, kus käigukruvi samm ja lõigatava keerme samm on antud erinevais pikkusmõõtudes.

Näide 3. Käigukruvi samm $S_k = 8$ mm. Valida vahetushammasrattad, mis võimaldavad keerme lõikamist sammuga $S_l = \frac{1''}{4}$.

Väljendame lõigatava keerme sammu millimeetrites:

$$S_l = \frac{1''}{4} = \frac{25,4}{4} = \frac{127}{4 \times 5} = \frac{127}{20}.$$

Määrame kindlaks ülekandesuhte ja vahetushammasrataste hammaste arvu:

$$i = \frac{S_l}{S_k} = \frac{127}{20 \times 8} = \frac{127}{20 \times 4 \times 2} = \frac{127 \times 1}{80 \times 2} = \frac{127 \times 50}{80 \times 100}.$$

Hammasrattad hammaste arvuga 127, 50, 80 ja 100 on komplektis olemas.

Kontrollime valitud hammasrataste hambumise tingimusi:

$Z_1 + Z_2 = 127 + 80 = 207$, mis on suurem kui $Z_3 = 50$ (157 võrra),

$Z_3 + Z_4 = 50 + 100 = 150$, mis on suurem kui $Z_2 = 80$ (70 võrra), see tähendab, et hammasrattad vastavad hambumise tingimustele.

Näide 4. Käigukruvil on 4 niiti 1″ kohta. Leida hammasrattad, milledega saab lõigata keeret sammuga $S_l = 5$ mm.

Kuna käigukruvil on 4 niiti 1″ kohta, siis tema samm

$$S_k = \frac{1''}{4} = \frac{127}{5 \times 4}; \quad i = \frac{S_l}{S_k} = \frac{5 \times 5 \times 4}{127} = \frac{100}{127}.$$

Mõlemad hammasrattad (hammaste arvuga 100 ja 127) on komplektis olemas.

Valime kaks hammasratta-paari:

$$i = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4} = \frac{100}{127} = \frac{50 \times 2}{127 \times 1} = \frac{50 \times 120}{127 \times 60}.$$

Kõik neli hammasratast on komplektis olemas.

Kontrollime hambumise tingimusi:

$Z_1 + Z_2 = 50 + 127 = 177$, mis on suurem kui $Z_3 = 120$ (57 võrra),

$Z_3 + Z_4 = 120 + 60 = 180$, mis on suurem kui $Z_2 = 127$ (53 võrra),

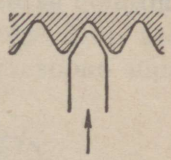
see tähendab, et hammasrattad vastavad hambumise tingimustele.

## § 59. Töövõtteid kolmnurkse keerme lõikamisel keermeterade abil.

Kui treipink on häälestatud ja tera oma kohale üles seatud ning kinnitatud, alustatakse keermetamist, lastes teral õige vähe materjali sisse tungida. Tera jätab detaili pinda kerge kruvijoone, mille sammu kontrollitakse mõõte-joonlaua, nihkkaliibri või keermekaliibriga [1]. Enne iga järgmist terakäiku suurendatakse tera lõikesügavust vajalikul määral ringskaala abil.

Kolmnurkse keerme lõikamist terade abil võib teostada järgmistel viisidel.

E s i m e n e v i i s. Tera seatakse üles risti detaili teljega, kasutades selleks šablooni, nagu näitab joon. 198. Enne igat terakäiku lastakse teral tungida kaugemale detaili sisse, lükates tera pisut sügavamale ristisuunas detaili teljega (joon. 206). Sel juhul võtavad mõlemad lõikeservad keermetamisest ühtlaselt osa. Eelkeermetamisel tekkivad paksud laastud takistavad nende eraldumist: tera võib hakata sööbima ning pind tulla krobeline ja vigane. Puhaskeermetamisel aga, kus võetav laast on õhem, keerme pind tuleb puhas.

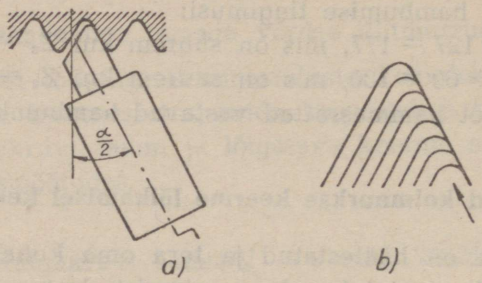


Joon. 206. Kolmnurkse keerme lõikamine tera nihutamisega ristisuunas.

T e i n e v i i s. Eelkeermetamine toimub erilise tera abil (joon. 207-a); see kinnitatakse supordisse, pöörates supordi ülemist osa nurga võrra, mis võrdub keerme poole profiilinurgaga. Selliselt ülesseatud tera lõikab keeret ainult oma vasaku lõike-

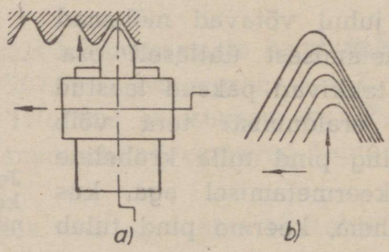
[1] Keermesammu kontrollimise kohta vt. § 64.

servaga (joon. 207-b). Tera lõikesügavuse suurendamine enne iga üksikut terakäiku toimub supordi ülemise osa nihutamise teel. Täpsema keerme saamiseks teostatakse lõplik keermetamine esimese viisi järgi (joon. 206).




Joon. 207. Kolmnurkse keerme lõikamine supordi ülemise osa pööramisega nurga $\frac{\alpha}{2}$ võrra: a — supordi ülemise osa pööratud asend; b — keerme lõikamine tera vasaku lõikeservaga.

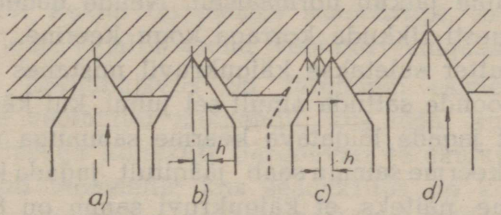
Kolmas viis. Tera kinnitatakse risti detaili teljega. Tera lõikesügavuse suurendamine enne iga üksikut terakäiku toimub üheaegselt piki- ja ristisuunas, nagu näitavad nooled joonisel 208-a. Vasak lõikeserv võtab märksa paksemat metallikihti kui parem (joon. 208-b). Seepärast ka vasak lõikeserv nürineb kiiremini.




Joon. 208. Kolmnurkse keerme lõikamine tera nihutamisega piki- ja ristisuunas: a — supordi liikumised; b — keerme lõikamine vasaku ja parema lõikeservaga.

Neljas viis. Eelkeermetamisel võib töötada vaheldumisi tera vasaku ja parema lõikeservaga; ainult lõppkeermetamine toi-

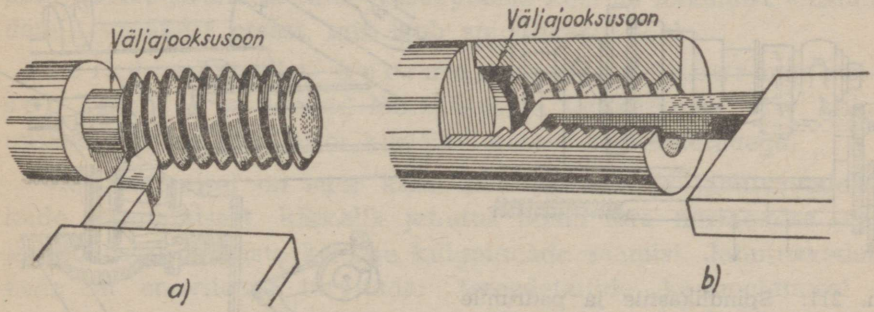
mub mõlema lõikeservaga üheaegselt (joon. 209). Eelkeermetamisel toimub kõigepealt tera seadmine esialgsele sügavusele ristisuunas (joon. 209-a). Sellest algseisust nihutatakse tera vasakule suuruse *h* võrra (joon. 209-b) ja jätkatakse keermetamist vasaku lõikeservaga. Siis lükatakse tera sama suuruse *h* võrra algseisust paremale (joon. 209-c) ja keermetatakse edasi parema lõikeservaga. Toonud tera keerme lähteasendisse tagasi, lisatakse teistkordselt sügavust ristisuunas (joon. 209-d). Neid võtteid korratakse seni, kuni vajalik soone sügavus on käes. Nagu eespool öeldud, toimub viimane terakäik mõlema lõikeserva töötades.




Joon. 209. Keermetamine vasaku ja parema lõikeservaga vaheldumisi: a — tera esialgne sisselõikumine; b — keermetamine vasaku lõikeservaga; c — keermetamine parema lõikeservaga; d) — sisselõikumise suurendamine.

Sellel meetodil keermetamine nõuab eriti suurt tähelepanelikkust ja vilumust.

Väliskeerme või sisekeerme lõikamiseks astmelisse detaili tuleb enne teha eriline soon tera väljajooksu jaoks (joon. 210); see on vajalik tera murdumise ärahoidmiseks. Väljajooksusoone sügavus




Joon. 210. Keermetera väljajooksusooned: a — väliskeermetamisel; b — sisekeermetamisel.

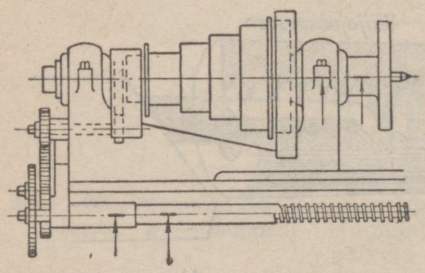
peab olema keerme sügavusest veidi suurem; tema laius peab võrduma 2—3 keermesammuga.

Keermetamine toimub tavaliselt mitme terakäiguga. Pärast igat käiku tuuakse tera lähteasendisse tagasi.

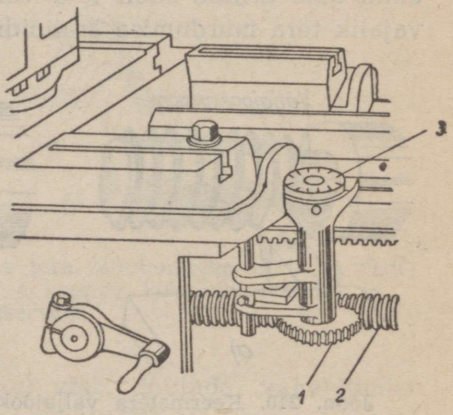
Tera tagasikäik võib toimuda kahel erineval viisil. Esimene viis, mida kasutatakse lühemate keermete lõikamisel, seisab käigukruvi pöörlemissuuna muutmises veomutrit välja lülitamata. Kui aga lõigatav keere on pikk, siis tuleb veomutter avada, suport käsitsi tagasi vändata ja tera täpselt uuesti lähteasendisse seada. Kui nüüd uuesti sulgeda veomutter, siis tera satub keerme soonde ja keermetamine jätkub normaalselt. Nende nõuete mittetäitmisel aga võib kergesti rikkuda korraga kogu keerme.

Kui veomutter suletakse käigukruvil mistahes kohas, siis tera võib keermesoonde sattuda ainult sel juhul, kui käigukruvi sammu saab jäägitult jagada lõigatava keerme sammuga või vastupidi — kui lõigatava keerme sammu saab jäägitult jagada käigukruvi sammuga. Oletame näiteks, et käigukruvi samm on 8 mm; sel juhul võib veomutri käigukruvil mistahes kohas sulgeda ainult siis, kui lõigatava keerme samm on 0,5; 0,8; 1; 1,6; 2; 4; 8; 16 mm. Sellist keeret nimetatakse p a a r i s k e e r m e k s.

Kui aga käigukruvi sammu saab jagada lõigatava keerme sammuga ainult jäägiga, s. o. kui lõigatav keere on p a a r i t u, siis tera sattumine keermesoonde on võimalik ainult juhul, kui veomutter suletakse keermetamise algasendis. See algasend märk-



Joon. 211. Spindlikastile ja padrunile ning käigukruvile ja selle laagrile tehtavad märkjooned paaritu keerme lõikamiseks.




Joon. 212. Keermekell.

gitakse eelnevalt kriidiga spindlikastile ja padrunile, samuti ka käigukruvile ja selle laagrile, nagu näitavad nooled joonisel 211. Asetades spindli ja käigukruvi kriidijoontega märgitud asendisse, tagatakse tera täpne sobimine keermesoonde.

Keermetamise algasendit saab leida palju täpsemalt ja kiiremalt erilise rakise — keermekella abil (joon. 212), mis on kinnitatud supordi kelgu külge. See rakis koosneb püstvõllikust, mille alumine ots on varustatud tigurattaga 1. Viimane on keermetamise ajal ühenduses käigukruviga 2 ning saab sellelt pöörlemise. Pöörlemine kandub tigurattalt võlliku kaudu jaotustega numbrilauale 3. Supordi kelgul on olemas seadekriips, mille abil määratakse numbrilaua vajalik asend veomutri sulgemise momendil.

Keermekella kasutamisviis on järgmine: esimese terakäigu puhul suletakse veomutter momendil, kus mõni numbrilaua jaotus on seadekriipsuga kohakuti. Järgnevail terakäikudel suletakse veomutter samuti momendil, kus seadekriips on kohakuti sellesama numbrilaua jaotusega, millega ta langes ühte veomutri sulgemisel esimese terakäigu alguses.

Parempoolse ja vasakpoolse keerme lõikamine. Parempoolse keerme lõikamisel käigukruvi ja spindli pöörlemissuund on treiali poole; samal ajal liigub suport ühes lõiketeraga tagumise tsenterpuki poolt spindlikasti poole. Vasakpoolse keerme lõikamisel käigukruvi peab pöörlema vastassuunas, s. o. treiali poolt, kuna spindli pöörlemissuund jääb endiseks. Seejuures supordi liikumissuund on spindlikasti poolt tagumise tsenterpuki poole; järelikult tuleb vasakpoolse keerme lõikamist alustada detaili vasakust otsast, mis asub spindlikasti pool.

Lõikerežiimid keermeteradega keermetamisel. Tabelis 4 on toodud lõikekiirus ja terakäikude arv kolmnurkse keerme lõikamisel kiirlõiketerasest keermeteradega.

Keermetamisel on suur kasu määrdeainete ja jahutusvedelikkude tarvitamisest. Rikkalik jahutus hoiab tera nürinemise eest ja soodustab puhaste keerme külgpindade saamist. Jahutusvedelikena on soovitatav tarvitada: terasdetailide keermetamisel — emulsiooni ja naeriõli; malmdetailide keermetamisel — naeriõli. Malmdetailide keermetamine võib toimuda ka kuivalt.

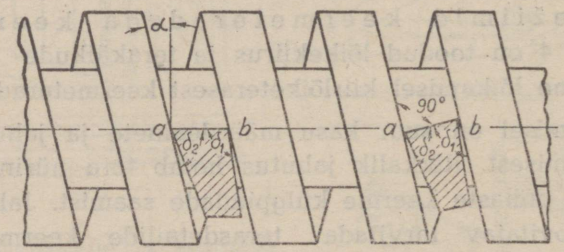
**Lõikerežiimid keermeteradega keermetamisel.** Tabel 4.

| Töödeldav materjal | Lõikekiirus m/min. | | Terakäikude arv eelkeermetamisel | | Terakäikude arv puhaskeermetamisel |
|---|---|---|---|---|---|
| | eelkeermetamisel | puhaskeermetamisel | väliskeere | sisekeere | |
| Masinaehitusteras: | | | | | 50—100% terakäikude arvust eelkeermetamisel, olenevalt keerme nõutavast täpsusest |
| pehme | 16—25 | 46—55 | 6—16 | 8—20 | |
| kõva | 13—20 | 40 | 6—16 | 8—20 | |
| Hall malm: | | | | | |
| pehme | 10—15 | 23—30 | 6—12 | 8—14 | |
| kõva | 6—10 | 17—23 | 6—12 | 8—14 | |
| Pronks: | | | | | |
| pehme | 25—40 | 46—70 | 6—12 | 8—14 | |
| kõva | 10—15 | 30—46 | 6—12 | 8—14 | |

## § 60. Täisnurkse keerme ja trapetskeerme lõikamine.

**Täisnurkse keerme lõikamine.** Täisnurkse keermega varustatakse kruve, millede ülesandeks on liikumise edasiandmine. Täisnurkne keere võib olla nii ühe- kui ka mitmekäiguline. Nurk $\alpha$ (joon. 213), mida nimetatakse kruvijoone tõusunurgaks, on täisnurksel keermel tunduvalt suurem kui kolmnurksel keermel; see ongi põhjuseks, mispärast täisnurkne keere on küllalt raske valmistada.

Joon. 213 annab kujutluse täisnurkse keerme lõikamiseks kasutatava tera kujust lõikes. Tera külgtahud peavad olema kald-

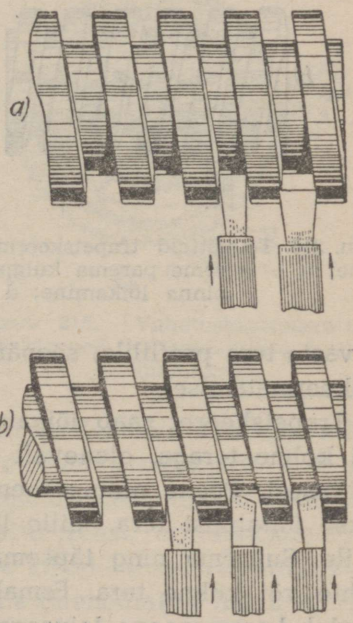



Joon. 213. Terade ülesseadmine täisnurkse keerme lõikamisel.

suunas ära lõigatud, et kumbki neist ei hõõruks vastu keermesoone külgpindu. Tera lõikeserv *ab* võib asetseda paralleelselt detaili teljega (joon. 213, vasakul); sel juhul tera lõikav osa vastab keerme profiilile ning kruvi tuleb soovitud kujuga. Kuid vasaku ja parema külgmise lõikeserva lõikenurgad ei ole siis võrdsed. Parema serva lõikenurk $\delta_1$ on nüri ning tera ei lõika selles kohas metalli, vaid kaabib seda. Vasakul lõikeservaI on soodsamad lõiketingimused, sest et lõikenurk $\delta_2$ on väiksem kui 90°; see-eest vasak lõikeserv on nõrgem ja nürineb kiirelt.

Lõikeserva *ab* võib aga asetada ka risti keermesoone külgpindadega, nagu näitab joon. 213, paremal. Sel juhul mõlemad külgmised lõikeservad lõikavad võrdselt hästi, kuid tera profiil ei vasta keerme nõutavale profiilile. Sel põhjusel kasutatakse sellist ülesseadmist sageli ainult eelkeermetamiseks.

Täisnurkse keerme lõikamine toimub kas üheainsa teraga, mille lõikeserva laius vastab tervele keermesoone laiusele, või mitme teraga. Peent ning vähemtäpset keeret võib lõigata ühe teraga, mil on vastavamõõteline lõikeserv. Suurema ning täpsema keerme valmistamiseks kasutatakse aga enne koorimistera, mis on nõutavast soonelaiusest kitsam, ja alles pärast seda täpse laiusega silumistera (joon. 214-a). Võib toimida ka järgmisel viisil: lõigata koorimisteraga esialgne keermesoon ja siluda selle mõlemad külgpinnad eraldi otsatera abil (joon. 214-b). Teine viis annab puhtama ning täpsema keerme, kuid nõuab suuremat ajakulu; pealegi suudab ainult kõrge kvalifikatsiooniga treial selle operatsiooniga toime tulla.

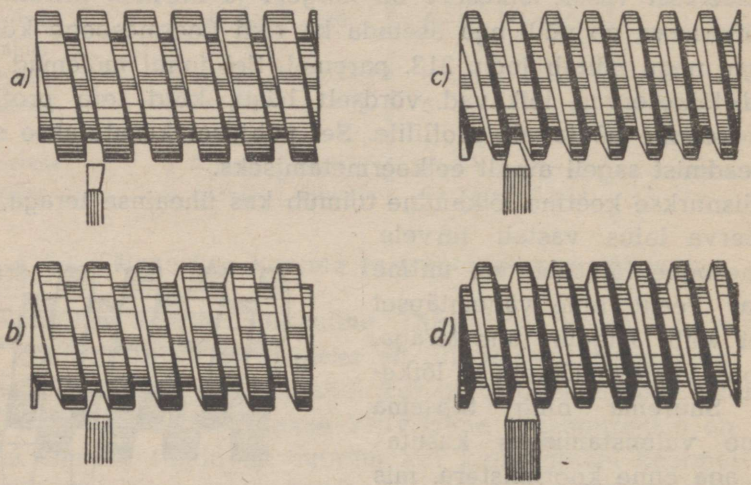


Joon. 214. Töövõtteid täisnurkse keerme lõikamisel: a — kahe teraga; b — kolme teraga.

**Trapetskeerme lõikamine.** Tra-

petskeerme profiilil on trapetsi kuju; tema profiilinurk on 30° (vt. joon. 192). Me teame juba, et seesuguse keermega varustatakse peamiselt liikumise edasiandmiseks määratud kruve.

Trapetskeeret keermetatakse teradega, millede külgtahud on kaldu ära lõigatud. See on vajalik selleks, et vähendada hõõrumist vastu keerme külgseinu. Tera lõikeserv võib asetseda, nagu täisnurksegi keerme lõikamisel, kas paralleelselt detaili teljega või risti keerme külgpindadega. Teise asetusviisi puhul keerme profiil




Joon. 215. Töövõtteid trapetskeerme lõikamisel: a — keermesoone ettelõikamine; b — keerme parema külgpinna lõikamine; c — keerme vasaku külgpinna lõikamine; d — keerme profiili silumine.

ei vasta tera profiilile; seepärast kasutatakse seda asetusviisi ainult eelkeermetamisel.

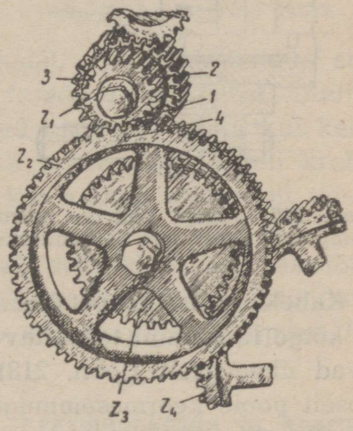
Trapetskeeret saab lõigata nagu täisnurksetki kas ühe, kahe või kolme teraga, olenevalt nõutavaist mõõteist, täpsusest ja töö puhtusest. Peene ning vähemtäpse keerme lõikamiseks kasutatakse ühtainust tera, mille lõikava osa kuju vastab keerme profiilile. Suurema ning täpsema keerme lõikamiseks kasutatakse kahte või kolme tera. Esmalt võetakse koorimistera, mille laius võrdub keermesoone laiusega siseläbimõõdul, ja lõigatakse sellega esialgne keermesoon (joon. 215-a) nõutava sügavuseni (s. o. siseläbimõõduni). Pärast seda võetakse trapetsikujuline tera, mille

lõikeserva profiil on veidi kitsam lõigatava keerme profiilist, ja lõigatakse temaga enne parem (joon. 215-b) ja siis vasak keermesoone külgpind (joon. 215-c). Profiili lõplik viimistlemine toimub normaalse trapetsikujulise keermeteraga (joon. 215-d), s. o. sellise teraga, mille lõikava osa profiil vastab keerme profiilile.

### § 61. Mitmekäiguliste keermete lõikamine.

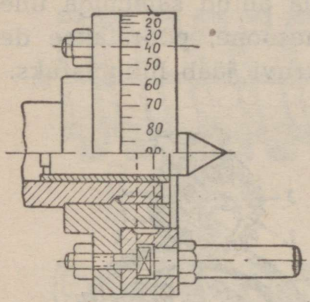
Igasuguse profiiliga mitmekäiguliste keermete lõikamist alustatakse nii, nagu oleks vaja keermetada antud sammuga ühekäigulist keeret. Keermetanud ühe keermesoone, pööratakse detaili vajaliku nurga võrra, kusjuures käigukruvi jääb liikumatuks.

Mitmekäiguliste keermete jagamine toimub vahetushammasrataste või erilise kaasaveopadruni abil. Esimesel juhul on tarvis, et esimesel vedaval vahetushammasrattal oleks selline hammaste arv, mis jaguks jäägitult keermekäikude arvuga. Olles keermetanud esimese keermesoone, tehakse kriidiga kaks märkjoont (joon. 216): märkjoon 1 esimese vedava vahetushammasratta $Z_1$ hamba keskele ja märkjoon 4 teise hammasratta $Z_2$ vastas oleva hambalünga keskkohta. Nüüd loetakse märkjoone 1 juurest üks kolmandik esimese vedava hammasratta hammaste arvust ja tehakse kriidiga märkjoon 2, millele järgneb samal viisil mõõdetud märkjoon 3. Pärast seda lahutatakse esimene vedav hammasratas teisest hammasrattast ja pööratakse spindlit nii palju edasi, et märkjoonega 2 märgitud hammas tuleks märkjoone 4 kohale (hammasrattad $Z_3$ ja $Z_4$ jäävad sealjuures liikumatuks). Siis ühendatakse hammasrattad jälle ja keermetatakse teist keermesoont. Enne kolmanda soone lõikamist korratakse ülalkirjeldatud käikude jagamise võtet: märkjoon 3 peab ühte langema märkjoonega 4.

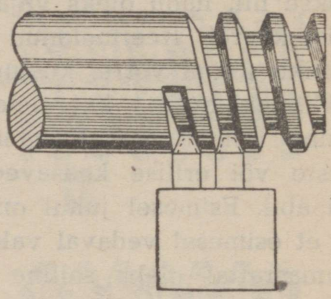



Joon. 216. Vahetushammasrataste märkjooned kolmekäigulise keerme lõikamiseks.

Mitmekäiguliste keermete valmistamine on tunduvalt kergem, kui seda teostatakse erilise jagajapadruni abil (joon. 217). Padrun koosneb kahest kettast, mis on omavahel ühendatud kahe poldiga. Ühe ketta äärel on seadekriips, teine aga on varustatud kraadijaotuste skaalaga. Lõpetanud ühe keermeniidi lõikamise, pööratakse teist ketast (ühes kaasavedajaga ja detailiga) liikumatu seadekriipsu suhtes edasi kas 180° võrra (kui lõigatav keere on kahekäiguline), 120° võrra (kui lõigatav keere on kolmekäiguline) jne.




Joon. 217. Jagaja padrun mitmekäiguliste keermete lõikamiseks.



Joon. 218. Kahekäigulise keerme lõikamine kahe tera abil.

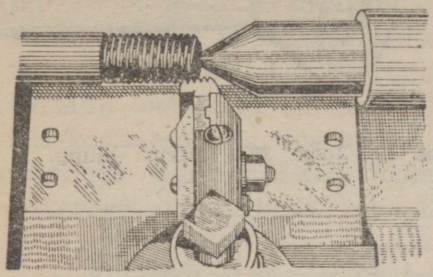
Kahekäigulise trapetskeerme või täisnurkse keerme lõikamine on kõige lihtsamini teostatav kahe kõrvutiseisva tera abil, mis töötavad üheaegselt (joon. 218). Terade vahekaugus peab võrduma täpselt poole keermesammuga; terad peavad olema keermetatava detaili suhtes õigesti üles seatud.

### § 62. Keermetamine keermekammide abil.

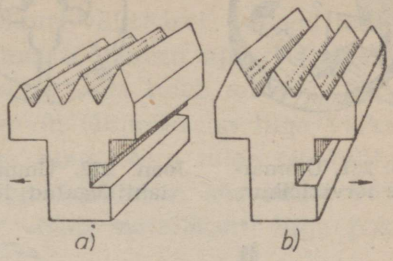
Kolmnurkse välis- või sisekeerme lõikamine võib toimuda ka keermekammide abil (joon. 219). Keermekamm (joon. 220) kujutab endast mitme teraga lõikeriista (tal on 4 kuni 8 tera). Terade kuju on selline, et iga järgmine tera lõikab eelmisest sügavamale; viimasel teral on täielik keermeprofiil.

Keermekammidega saab lõigata nii parempoolset kui ka vasakpoolset keeret. Joonisel 220-a on näidatud keermekamm parempoolse, joonisel 220-b — vasakpoolse keerme lõikamiseks. Kamm

kinnitatakse terahoidjasse erilise pideme abil (joon. 219); kammi lõikeserv peab olema täpselt tsentrite kõrgusel.



Joon. 219. Kolmnurkse keerme lõikamine keermekammiga.




Joon. 220. Keermekammid kolmnurkse keerme lõikamiseks: a — parempoolse keerme jaoks; b — vasakpoolse keerme jaoks.

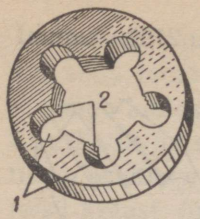
Keermetamine kammide abil tähendab aja kokkuhoidu, sest töökäikude arv on siin väiksem kui teradega lõikamisel. Oluline on ka see, et kammide hambad peavad kauemini vastu kui keermeterad. Kuid kammi abil valmistatud keere tuleb sageli krobelise, puuduliku pinnaga — isegi siis, kui kammi asetus oli täiesti õige.

Keermekamme kasutatakse peamiselt detailide hulgaliseks töötlemiseks. Neid võib kasutada ka kolmnurkse keerme (mõnikord ka trapetskeerme) eelkeermetamiseks, millele järgneb täpsem lõikamine keermetera abil.

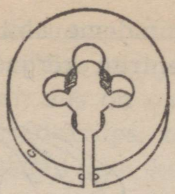
## § 63. Keermetamine keermelõikurite, keermepakkide ja keermepuuride abil.

**Keermetamine keermelõikurite abil.** Kolmnurkse väliskeerme lõikamiseks võib kasutada keermelõikurit. Sel tööriistal on joonisel 221 näidatud kuju. Väljalõiked 1 on lõikeservade 2 saamiseks ja laastu väljajuhtimiseks.

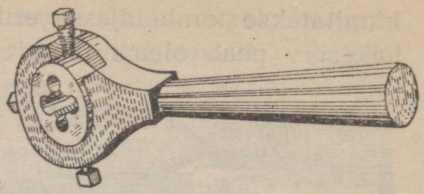
Ümmargused lõikurid on kas terviklõikurid (joon. 221) või lahtilõigatud lõikurid (joon. 222). Lahtilõigatud lõikuri läbimõõt on reguleeritav; seega saab teatava piirini taastada kulunud lõikuri mõõte ning pikendada tema kasutamisiga. Lahtilõigatud lõikureid kasutatakse vähemtäpsete keermete valmistamiseks. Terviklõikurid annavad täpsema keerme, sest nad on jäigamad. Arusaadavalt on terviklõikurite kasutamisiga lühem.



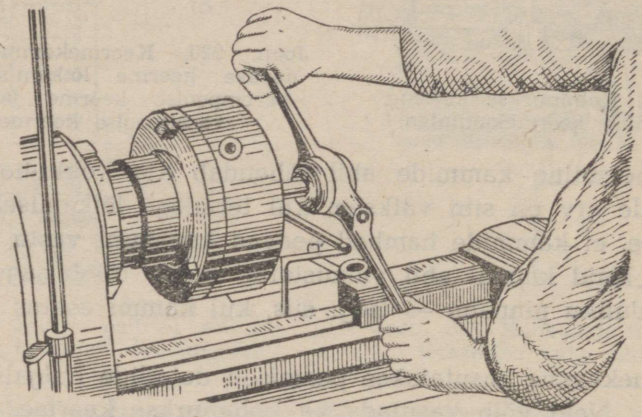

Joon. 221. Ümmargune terviklõikur.

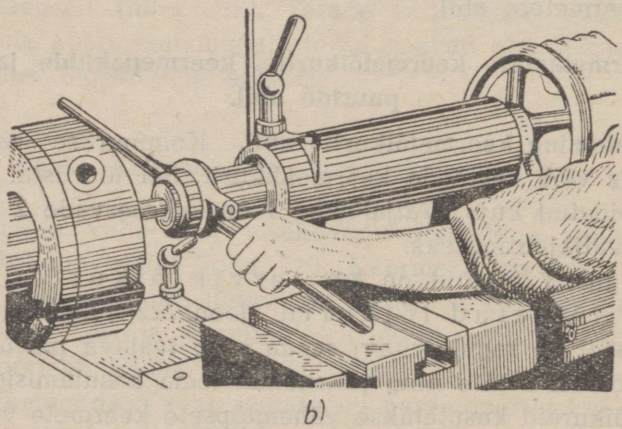


Joon. 222. Ümmargune lahtilõigatud lõikur.



Joon. 223. Lõikuri klupp.



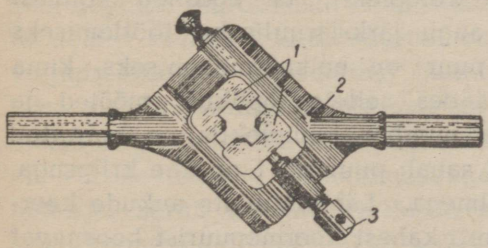




**Joon. 224. Lõikuri abil treipingil keermetamine: a — käsitsi keermetamine; b — keermetamine detaili pöörlemisel.**

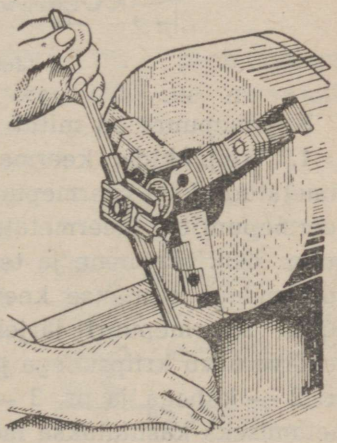
Keermetamise otstarbel pannakse lõikur erilise pidemega raami, nõndanimetatud klupi sisse (joon. 223) ja kinnitatakse kruvidega, millede otsad tungivad aukudesse lõikuri välisäärel. Sellega takistatakse lõikuri pöörlemist klupi raamis töötamise ajal. Keermetatav detail kinnitatakse padrunisse; enne seda tuleb anda detailile treimise teel paras läbimõõt. Kui detaili läbimõõt on liiga väike, siis keermesoon ei tule küllalt sügav ning keere tuleb puuduliku profiiliga. Kui aga detaili läbimõõt on liiga suur, siis keere võib lõikamise ajal katkeda, kuna lõikur võtab metallikihti liiga paksult.

Lõikuriga keermetamist alustatakse sageli sellest, et lõigatakse mõni keermeniit käsitsi, kasutades selleks kahe käepidemega kluppi (joon. 224-a). Siis käivitatakse tööpink ja alustatakse keermetamist mootori jõul, toetades klupi käepidet vastu supordit (joon. 224-b). Lõikuri õigeks suunamiseks lükatakse mõnikord tagumise tsenterpuki spindel vastu lõikuri otspinda. Seejuures tuleb jälgida, et lõikuri otspind oleks detaili teljega risti ja et tema edasiliikumine detaili suhtes teostuks ühtlase survega.

Lõikekiirused ümmarguste lõikuritega keermetamisel võivad olla järgmised: terase keermetamisel 3—4 m/min., malmi keermetamisel 2,5 m/min. ja messingi keermetamisel 9—15 m/min. Määrdeainena ja jahutusvedelikuna soovitatakse tarvitada terasdetailide puhul keedetud linaseemneõli, malmdetailide puhul — petrooleumi.



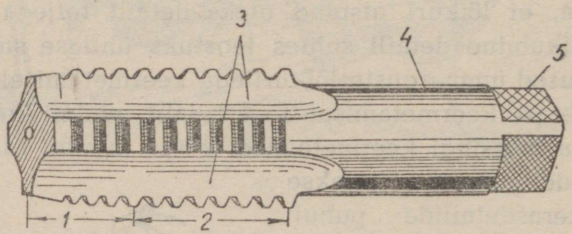

Joon. 225. Pakkidega klupp.



Joon. 226. Pakkidega keermetamine klupi abil.

Pakkidega keermetamine klupi abil. Kui pole ümmargusi lõikureid, siis võib keermetamiseks kasutada seadpakke. Kaks pakki 1 (joon. 225), mis moodustavad ühe komplekti, pannakse klupi 2 sisse ning kinnitatakse kruviga 3. Keermetamine toimub mitme töökäiguga joonisel 226 näidatud viisil. Pakke lähendatakse teineteisele pärast iga töökäiku kruvi 3 abil, kuni saadakse viimasel töökäigul nõutava sügavusega keere.

**Keermetamine keermepuuride abil.** Sisekeerme lõikamine võib toimuda keermepuuride abil, kui lõigatavalt keermelt ei nõuta erilist täpsust. Keermepuur kujutab endast kruvi, mille pinnas on mitu pikisoont. Pikisooned tekitavad puuri lõikeservi ja võimaldavad ühtlasi laastu väljatulekut. Keermepuuri konstruktsioon ja elemendid on näidatud joonisel 227. Tähtsamateks elementideks on: sisselõikumiskoonus 1, kalibreeriv osa 2, sooned 3 (lõikeservade saamiseks ja laastu väljajuhtimiseks), sile silindriline osa 4, mida nimetatakse puuri sabaks, ja nelikant 5, mille otsa kinnitatakse pöör.

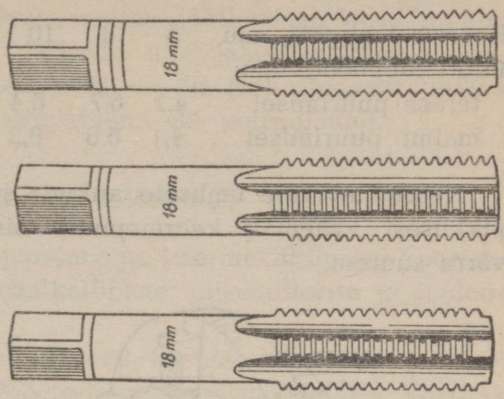



Joon. 227. Keermepuur.

Keermepuure on mitut liiki.

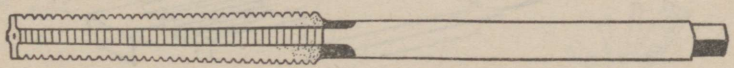
1. Treipinkidel keermetamiseks kasutatakse tavaliselt nõndanimetatud käsi-keermepuuride komplekti; ta koosneb kolmest keermepuurist keermetatava augu järk-järguliseks töötlemiseks (joon. 228). Esimene ja teine puur on eelkeermetamiseks, kuna kolmandaga silutakse keeret, andes sellele lõplikud mõõted ja kuju. Keermepuuri järjekorra number komplektis on märgitud vastava arvu kriipsudega puuri sabal: puur nr. 1 on ühe kriipsuga, nr. 2 — kahega ja nr. 3 — kolmega. Läbiulatuvate aukude keermetamiseks kasutatakse mõnikord kahest keermepuurist koosnevat komplekti, kus nr. 1 on eelkeermetamise ja nr. 2 lõpliku keermetamise jaoks.

2. Nii läbivate kui ka umbsete aukude keermetamiseks võib kasutada ka masin-keermepuure, mis erinevad käsi-keermepuuridest selle poolest, et neil on lühem sisselõikumiskoonus ja et nad lõikavad keerme üheainsa töökäiguga valmis. Mutrite keermetamiseks kasutatakse mutrikeermepuure (joon. 229), millede sisselõikumiskoonus ja saba on tunduvalt pikemad.



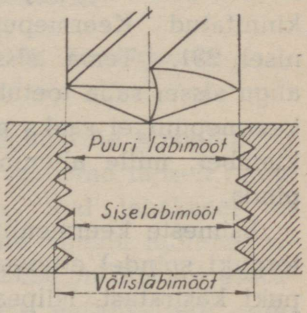

Joon. 228. Keermepuuride komplekt.

Keermetatava augu ettevalmistamine. Väiksemaid auke keermetatakse tavaliselt otsekohe pärast nende puurimist, kuna suuremaid auke tuleb enne sisetreimise teel avardada. Väga tähtis



Joon. 229. Mutrikeermepuur.

on keermetatava augu õige läbimõõt. Ta peab olema keerme siseläbimõõdust veidi suurem (joon. 230); see on vajalik selleks, et vähendada keermetamiseks tarvisminevaid jõupingutusi ning vältida keermepuuri murdumist. Mida sitkem on töödeldav materjal, seda suurem on tema väljapressimine (paisumine) keermetamise ajal ja järelikult seda suurem peab olema augu läbimõõt. Kui augu läbimõõt on võrdne keerme siseläbimõõduga, siis materjal surub keermepuurile ja esimesed keermeniidid muljutakse kokku või koguni keeratakse üle, kusjuures keermepuur võib kergesti murduda.

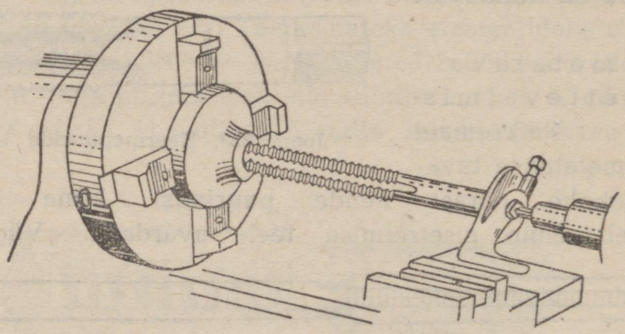



Joon. 230. Puuri läbimõõt keermetatava augu puurimiseks.

Keermetatavate aukude läbimõõdud valitakse tabelite järgi. Allpool on toodud mõned aukude läbimõõdud meeterkeerme lõikamiseks:

| Keerme läbimõõt, mm . | 5 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Puuri läbimõõt, mm: | | | | | | | | |
| terase puurimisel . | 4,1 | 6,7 | 8,4 | 10,1 | 13,9 | 17,3 | 20,7 | 26,2 |
| malmi puurimisel . | 4,1 | 6,6 | 8,3 | 10 | 13,7 | 17,1 | 20,5 | 25,9 |

Keermetatavate umbsete aukude pikkus peab olema keerme pikkusest vähemalt keermepuuri sisselõikumiskoonuse pikkuse võrra suurem.



Joon. 231. Keermepuuri ülesseadmine treipingil sisekeerme lõikamiseks.

Töövõtteid keermepuuridega keermetamisel. Keermetatav detail peab olema õigesti üles seatud ja padrunisse kinnitatud. Keermepuur seatakse üles nii, nagu on näidatud joonisel 231. Tema sisselõikumiskoonus lükatakse keermetatava augu sisse; saba toetub tagumise tsenterpuki tsentrile. Selleks, et keermepuur ei saaks pöörduda, kinnitatakse tema nelikandi peale klamber, mille alumine ots toetub vastu supordi pealmist tasapinda.

Esimeste keermeniitide lõikamiseks nihutatakse tagumise tsenterpuki spindel ettevaatlikult ning ühtlaselt ette, keerates tsenterpuki käsiratast. Niipea kui keermepuur on lõiganud detaili auku esimesed sooned, teostub edasine keermetamine detaili pöörlemise jõul; järelikult on tagumise tsenterpuki spindli ettenihutamine siis

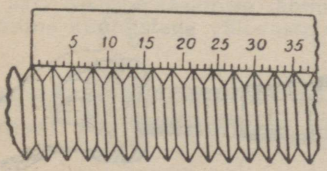
tarvilik ainult selleks, et tsentri abil ülal hoida keermepuuri sabaosa ning suunata puuri täpselt augu telgjoone suunas.

Lõikekiirused keermepuuridega keermetamisel on järgmised: terase töötlemisel 10—20 m/min., malmi töötlemisel 6—12 m/min. Jahutus peab olema rikkalik. Määrde- ning jahutusainetena soovitatakse terasdetailide keermetamisel — õli (sulfofresooli), malmdetailide keermetamisel — emulsiooni või petrooleumi.

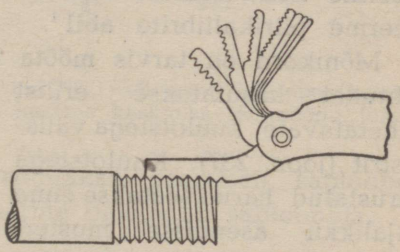
## § 64. Keerme mõõtmine.

Keeret saab mõõta mõõte-joonlauaga, keermekaliibriga, keermemikromeetriga [1], eriliste normaalkaliibrite, piirikaliibrite ja šabloonidega.

Mõõte-joonlauda ja keermekaliibrit kasutatakse välis- ja sisekeerme sammu mõõtmiseks. Mõõte-joonlauaga mõõdetakse korraga mitme, näiteks kümne sammu pikkust ja siis, jagades saadud mõõtu sammude arvuga, leitakse ühe sammu pikkus. Tollkeerme mõõtmisel määratakse sammude arv ühe tolli peale (toll võrdub 25,4 mm). Keermesammu mõõtmine mõõte-joonlauaga on näidatud joonisel 232.




Joon. 232. Keermesammu mõõtmine mõõte-joonlauaga.



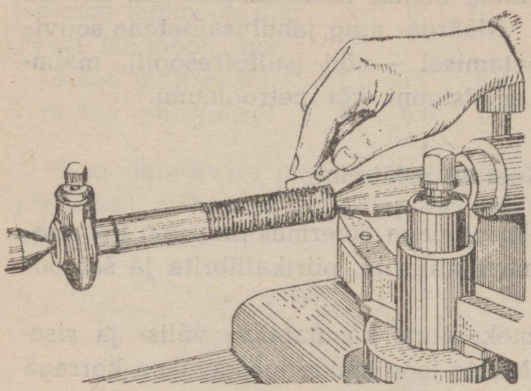
Joon. 233. Keermekaliiber.

Keermekaliiber (joon. 233) koosneb teraslehekeste komplektist; iga leheke on varustatud väljalõigetega, mis vastavad täpselt ühele või teisele kindla sammuga keermeprofiilile. Igal lehekesel on sisse stantsitud numbrid, mis osutavad keerme sammu millimeetrites või niitide arvu ühele tollile. Keermesammu mõõtmisel asetatakse kaliibri leheke kontrollitavale keermele paralleelselt selle

[1] Keerme-mikromeetri konstruktsiooni vt. § 120.

teljega (joon. 234). Siis vaadatakse vastu valgust, kas kaliibri väljalõiked langevad ühte keerme profiiliga.

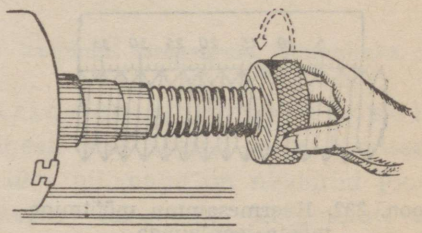
Üheks keerme kontrollimisel kasutatavaks mõõteriistade liigiks on keerme normaalkaliibrid. Väliskeerme kontrollimine toimub normaalse rõngas-keermekaliibri abil (joon. 235), sisekeerme kontrollimine — normaalse kork-keermekaliibri abil (joon. 236). Kork-keermekaliibri parempoolne sile ots on keermetatava augu läbimõõdu kontrollimiseks, kuna vasakpoolne keermetatud ots aga keerme enda kontrollimiseks.



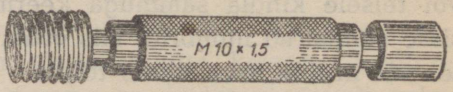
Joon. 234. Keermesammu mõõtmine keermekaliibriga.

Keerme kontrollimine toimub märksa hõlpsamini ning kiiremalt keerme piirikaliibrite abil[1].

Mõnikord on tarvis mõõta keerme keskmist läbimõõtu. Neil juhtudel kasutatakse erilist vahetatavate kuulotstega välistastrit (joon. 237). Kuulotstega varustatud harud seatakse enne vajalikku asendisse mustердetaili või normaalkaliibri järgi (joon. 238). Siis asetatakse välistastri kuulotsad kontrollitava keerme külgpindade vastu ja vaadatakse, kas keerme keskmine läbimõõt vastab pealevõetud mõõdule.



Joon. 235. Keerme kontrollimine normaalse rõngas-keermekaliibriga.

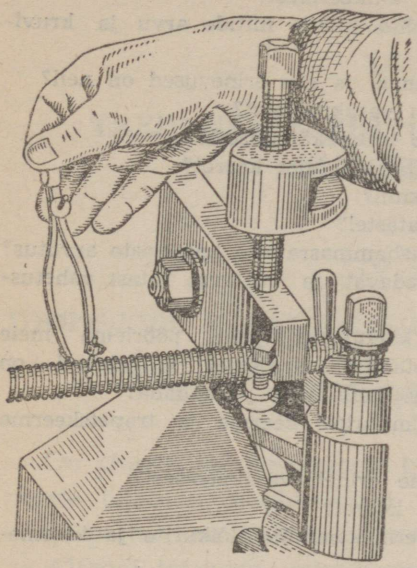



Joon. 236. Normaalne kork-keermekaliiber.

Keerme siseläbimõõtu mõõdetakse teravaharulise välistastriga (joon. 239). Nagu eel-

[1] Piirikaliibrite kohta vt. § 122.

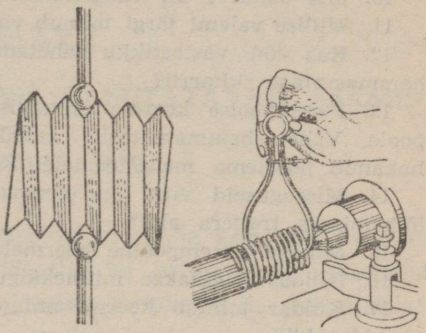
miselgi juhul seatakse välistastri harud enne musterdetaili või kaliibri siseläbimõõdu järgi; siis võrreldakse seda läbimõõtu kontrollitava keerme siseläbimõõduga.



Joon. 237. Keerme keskmise läbimõõdu mõõtmine kuulotstega välistastri abil.

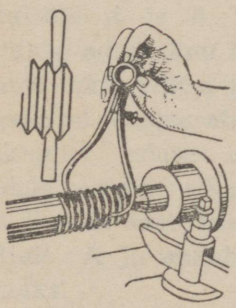
Keerme välisläbimõõtu mõõdetakse tavaliselt nihkkaliibriga või mikromeetriga. Seejuures tuleb jälgida, et mõõteriist asetseks risti detaili teljega.

Täisnurkse keerme ja trapets-

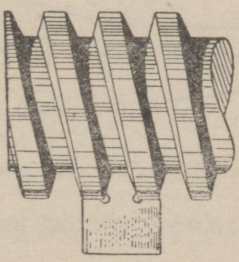


Joon. 238. Välistastri kuulotste seadmine keerme keskmise läbimõõdu järgi.

keerme profiili kontrollimiseks kasutatakse peamiselt šabloone. Joonisel 240 on näidatud trapetskeerme mõõtmine šablooniga.



Joon. 239. Keerme siseläbimõõdu mõõtmine teravaharulise välistastriga.



Joon. 240. Trapetskeerme profiili kontrollimine šablooniga.

## Kontrollküsimusi.

1. Kuidas tekib kruvijoon treipingil keermetamisel?
2. Mis on kruvisamm?
3. Mille poolest meeterkeere erineb tollkeermest?
4. Missugune sõltuvus on 1 tolli kohta tuleva niitide arvu ja kruvisammu vahel?
5. Missuguseid keermete liike te tunnete ja mis erinevused on neil?
6. Millega parempoolne keere erineb vasakpoolsest?
7. Millega ühekäiguline keere erineb mitmekäigulisest?
8. Millistel juhtudel kasutatakse mitmekäigulist keeret?
9. Mis ülesanne on trensli mehhanismil?
10. Mis otstarve on vahetushammasratastel?
11. Millise valemi järgi toimub vahetushammasrataste hammaste arvutus?
12. Kas võib vastastikku vahetada vedavat ja veetavat ratast vahetushammasrataste kitarril?
13. Parempoolse keerme lõikamisel käigukruvi peab pöörlema meie poole. Vahetushammasrataste kohaleasetamise tagajärjel käigukruvi on hakanud pöörlema meist eemale. Kuidas saab seda parandada?
14. Missuguseid viise on olemas kolmnurkse keerme ja trapetskeerme lõikamiseks treitera abil?
15. Millega parempoolne keermetamine erineb vasakpoolsest?
16. Kuidas lõigatakse mitmekäigulist keeret?
17. Kuidas toimub keermetamine keermekammide, lõikurite ja keermepuuride abil?
18. Millised võivad olla keermeprofiili moonutuse põhjused?
19. Missuguseid kontroll-mõõteriistu kasutatakse keerme-elementide mõõtmiseks?
20. Kuidas mõõdetakse keermesammu?
21. Kuidas mõõdetakse keerme välist, sisemist ja keskmist läbimõõtu?

TEINE OSA.

# TREIPINKIDE EHITUS JA NENDE TÄPSUSE KONTROLLIMINE.

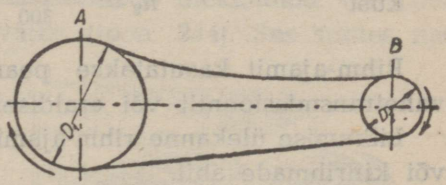
## XIV peatükk.

## TÖÖPINKIDE KONSTRUKTSIOONIS KASUTATAVAD AJAMID. TÖÖPINKIDE DETAILID.

On olemas mitmesuguseid treipinkide tüüpe ja konstruktsioone; nende üksikud mehhanismid ja detailid ei erine aga üksteisest kuigi palju. See kergendab nende tundmaõppimist ja kasutamist. Allpool tutvume tüüpilisemate detailidega ja ajamite liikidega treipinkide konstruktsioonis.

### § 65. Rihm-ajam.

Joonis 241 kujutab lihtsaimat rihm-ajamit: rihm on tõmmatud paralleelsetel võllidel istuvaile rihmaratastele A ja B. Liikumine antakse edasi tänu hõõrumisele, mis tekib rihma pingutuse tagajärjel. Rihmaratast A, mis liikumist edasi annab, nimetatakse *vedavaks*, rihmaratast B, mis saab liikumist rihmarattalt A ja annab seda edasi oma võllile, *veetavaks* rihmarattaks.



Joon. 241. Rihm-ajam.

Oletame, et rihmarattal A on läbimõõt $D_1 = 250$ mm ja rihmarattal B läbimõõt $D_2 = 500$ mm. Kui rihmaratas A teeb kaks täis-

pööret, siis rihmaratas B teeb ühe pöörde, s. o. kaks korda vähem. Kui vedava rihmaratta läbimõõt $D_1 = 500$ mm ja veetava rihmaratta läbimõõt $D_2 = 250$ mm, siis vedava rihmaratta ühe pöörde ajal veetav teeb kaks pööret.

Sellest võib teha järgmise järelduse: veetava rihmaratta pöörete arvu suhe vedava rihmaratta pöörete arvuga on pöördvõrdeline nende rihmarataste läbimõõtude suhtega. Seda suhet nimetatakse ülekandesuhteks ja tähistatakse tähega $i$.

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}, \qquad (12)$$

kus $D_1$ — vedava rihmaratta läbimõõt;
$D_2$ — veetava rihmaratta läbimõõt;
$n_1$ — vedava rihmaratta pöörete arv minutis;
$n_2$ — veetava rihmaratta pöörete arv minutis.

Valemi (12) alusel võib kirjutada

$$n_2 = \frac{n_1 \times D_1}{D_2} \quad \text{ehk} \quad n_2 = n_1 \times i.$$

Näide. Vedava rihmaratta läbimõõt on 200 mm, tema pöörete arv 450 minutis; veetava rihmaratta läbimõõt on 300 mm. Kui palju pöördeid minutis teeb veetav rihmaratas?

Lahendus:

$$n_2 = \frac{n_1 \times D_1}{D_2},$$

kust $$n_2 = \frac{450 \times 200}{300} = 300 \text{ pööret minutis}^1.$$

Rihm-ajamit kasutatakse peamiselt liikumise edasiandmiseks vahetransmissioonilt või eraldiseisvalt elektrimootorilt tööpingile.

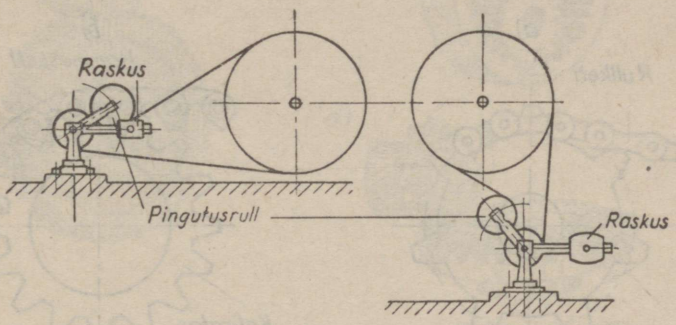
Liikumise ülekanne rihm-ajamis võib toimuda kas lamerihmade või kiilrihmade abil.

Lamerihmu valmistatakse nahast, puuvillast või kummeeritud riidest. Nahkrihmad annavad väga elastse ühenduse; naha vähesuse tõttu kasutatakse neid aga harva. Lõpmatu lindi saami-

[1] Tegelikult on veetava rihmaratta pöörete arv rihma libisemise tagajärjel 2% väiksem arvutatust, s. o. $n_2 = 0{,}98\, n_1 \frac{D_1}{D_2}$.

seks tuleb rihma otsad kokku õmmelda, kokku kleepida või metallklambritega ühendada.

Vajaliku pingutuse saamiseks ja rihma libisemise vähendamiseks kasutatakse mõnikord pingutusrulle (joon. 242), eriti siis, kui mõlema rihmaratta vahekaugus on väga väike, nagu see treipinkide juures sageli ongi. Seesugune ülekanne lubab suuremaid ülekandesuhteid, sest et rihmaratta ja rihma vaheline puutekaar on siis suurem.

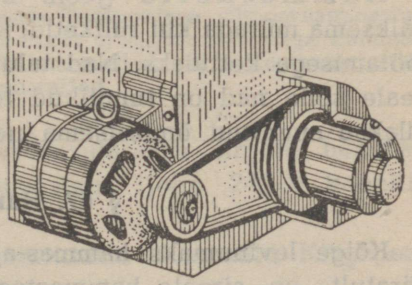



Joon. 242. Pingutusrullide kasutamine rihm-ajamis.

Kummeeritud kiilrihmad (kiilrihma lõige on näidatud joonisel 243) asendavad edukalt lamerihmu. Kiilrihmu kasutatakse kõrvuti mitmekaupa; selleks varustatakse rihmarattad vastavakujuliste soontega. Need rihmad ei libise, mis võimaldab teostada nende abil suure ülekandesuhtega ülekandeid, eriti neil juhtudel, kus võllide vahe on väike (joon. 244). Ses suhtes nad on kasulikumad kui pingutusrullidega lamerihmad.



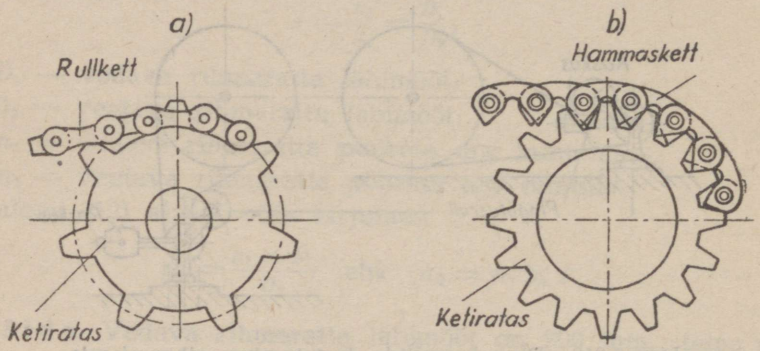
Joon. 243. Kiilrihma ristlõige.



Joon. 244. Kiilrihmadega ajam.

## § 66. Kett-ajam.

Kett-ajamit kasutatakse metallide lõiketöötlemise tööpinkides selleks, et anda liikumist edasi elektrimootorilt pingi vastuvõtuvõllile. Võrreldes rihm-ajamiga on kett-ajami eelis selles, et ketilülide ja ketiratta hammaste vahel pole mingit libisemist. Kettajamid jagunevad kettide konstruktsiooni järgi rullkett- ehk liigendkett-ajamiks (joon. 245-a) ja hammaskett- ehk vaikse töötamisega kett-ajamiks (joon. 245-b).




Joon. 245. Kett-ajamid: a — rullketiga; b — hammasketiga.

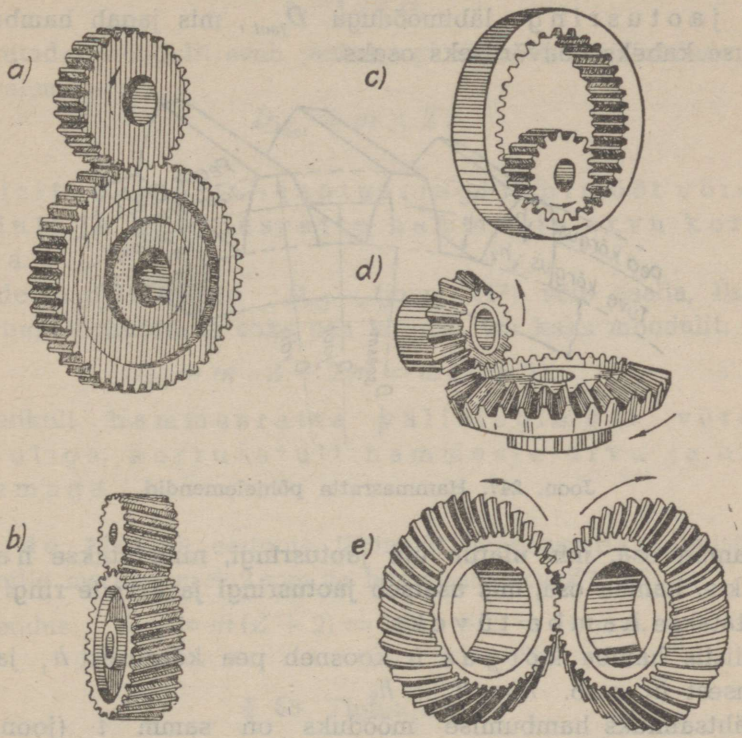
Rullketid (liigendketid) (joon. 245-a) koosnevad üksikuist plaatidest, mis on omavahel ühendatud teljekeste abil. Teljekestel istuvad rullid, mis hambuvad ketirataste hammastega. Rullketid on väga tugevad, kuid nad venivad kiiresti, mistõttu nende hambumine ketiratastega halveneb.

Hammasketid (joon. 245-b) töötavad palju vaiksemalt, väiksema müraga kui rullketid; seepärast nimetataksegi neid vaikse töötamisega kettideks. Nad taluvad aga halvemini löök-koormust; peale selle nad on tundlikud tolmu vastu. Kaitseks tolmu vastu ollakse sunnitud ümbritsema neid kaitsekestadega.

## § 67. Hammas-ajam.

Kõige levinumaks hammas-ajamiks, mis töötab ühtlaselt ning käratult, on sirgete hammastega (joon. 246-a), viimasel ajal ka kaldhammastega silinderhammasrattad (joon. 246-b). Välishambu-

misega ajamit (joon. 246-a) kasutatakse rohkem kui sisehambumisega ajamit (joon. 246-c). Välishambumisel hammasrattad pöörlevad erisuunas, sisehambumisel aga ühes suunas.




**Joon. 246.** Hammasrataste tüüpe: a) sirgete hammastega silinderhammasrattad; b) kaldhammastega silinderhammasrattad; c) sisehambumisega hammasrattad; d) sirgete hammastega koonushammasrattad; e) spiraalhammastega koonushammasrattad.

Lõikuva teljega hammas-ajameis kasutatakse sirgete hammastega (joon. 246-d) või spiraalhammastega (joon. 246-e) koonilisi hammasrattaid.

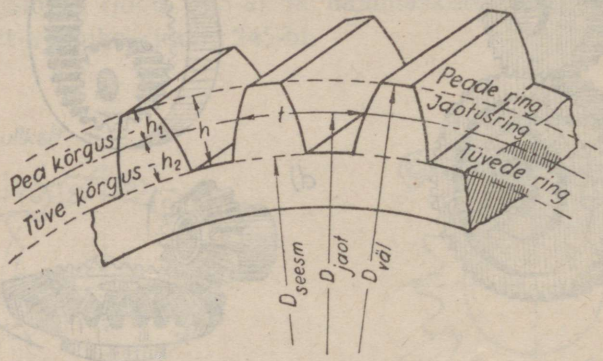
Joonisel 247 on näidatud hammasrataste elemendid. Kõigepealt tuleb eristada kolme järgmist ringi:

1) ring läbimõõduga $D_{väl}$, mis ühendab hammaste tippe; seda

nimetatakse **peade ringiks** (selle läbimõõdu järgi treitakse välja hammasratta eeltoode);

2) ring läbimõõduga $D_{seesm}$, mis ühendab hammaste aluseid; seda nimetatakse **tüvede ringiks**;

3) **jaotusring** läbimõõduga $D_{jaot}$, mis jagab hamba täiskõrguse kaheks ebavõrdseks osaks.




Joon. 247. Hammasratta põhielemendid.

Hamba osa, mis ulatub üle jaotusringi, nimetatakse **hamba peaks**; hamba osa, mis asetseb jaotusringi ja tüvede ringi vahel, nimetatakse **hamba tüveks**.

Niisiis hamba **kõrgus** $h$ koosneb pea kõrgusest $h_1$ ja tüve kõrgusest $h_2$, s. o. $h = h_1 + h_2$

Tähtsaimaks hambumise mõõduks on samm $t$ (joon. 247). **Hambumissammuks** nimetatakse kahe kõrvutioleva hamba teineteisele vastavate punktide kaugust, mõõdetuna jaotusringi kohal. Teineteisega hambuvad hammasrattad peavad olema võrdse hambumissammuga.

Jagades mm-tes väljendatud hambumissammu suurusega $\pi = 3{,}14$, saame lõigu $m$, mida nimetatakse **mooduliks**:

$$m = \frac{t}{\pi}.$$

Moodul on alati väljendatud mm-tes. Käesoleval ajal kasutatakse hammasrataste elementide arvutamisel peaaegu eranditult moodulit.

Hamba pea kõrgus võrdub mooduliga, s. o.

$$h_1 = m.$$

Hamba tüve kõrgus võrdub arvu 1,2 ja mooduli korrutisega:

$$h_2 = 1{,}2 \times m.$$

Kasutades moodulit saab jaotusringi läbimõõtu väljendada järgmise valemiga:

$$D_{jaot} = m \times Z. \qquad (13)$$

Teisiti öeldult — jaotusringi läbimõõt võrdub mooduli ja hammasratta hammaste arvu korrutisega.

Peade ringi läbimõõtu $D_{väl}$ (joon. 247) võib saada, lisades jaotusringi läbimõõdule kaks pea kõrgust või kaks moodulit:

$$D_{väl} = m \cdot Z + 2m = m(Z + 2).$$

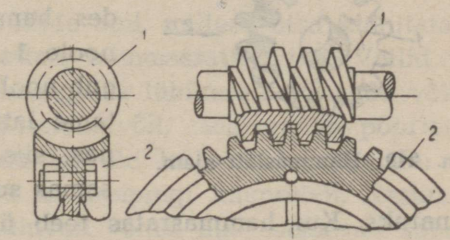
Järelikult hammasratta välisläbimõõt võrdub mooduliga, korrutatult hammaste arvu ja arvu 2 summaga.

Näide. Määrata eeltoote läbimõõt hammasratta valmistamiseks, mille moodul $m = 2$ mm ja hammaste arv $Z = 25$.

Lahendus: $D_{väl} = m(Z + 2) = 2(25 + 2) = 54$ mm.

## § 68. Tigu-ajam.

Tigu-ajamit kasutatakse pöördliikumise edasiandmiseks kahe võlli vahel, mis asetsevad teineteise suhtes 90° nurga all, kuid millede teljed ei lõiku (joon. 248). Tigu-ajam koosneb tigust 1 ja tigurattast 2. Vedavaks osaks on tavaliselt tigu, kuna tiguratas on veetav. Tigu kujutab endast trapetskeermega kruvi. Tigud jagunevad ühe-, kahe- ja kolmekäigulisteks, vasta-



Joon. 248. Tigu-ajam.

valt keermekäikude arvule. Tigusid keermekäikude arvuga üle kolme esineb harva.

Kui tigu pöördub ühe pöörde võrra, siis tiguratas pöördub $K$ hamba võrra, kus $K$ on tigu käikude arv. Järelikult tigu ühe pöörde ajal tiguratas pöördub 1 hamba võrra, kui tigu on ühekäiguline, 2 hamba võrra, kui tigu on kahekäiguline, ja 3 hamba võrra, kui tigu on kolmekäiguline.

Tigu-ajami ülekandesuhtele võib anda seega järgmise väljenduse:

$$i = \frac{K}{Z},$$

kus $K$ — tigu käikude arv ja $Z$ — tiguratta hammaste arv.

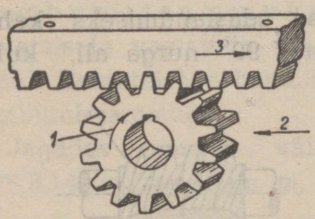
Tigu-ajamit iseloomustab väike ülekandesuhe. Varem kasutati tigu-ajameid tööpinkide ettenihkemehhanismides; viimasel ajal esinevad nad sageli pealiikumise mehhanismides suurte võimsuste edasiandmiseks.

N ä i d e. Kui palju pöördeid minutis teeb 50 hambaga tiguratas, kui ühekäiguline tigu teeb minutis 500 pööret?

Lahendus: tiguratta pöörete arv on $500 \times \frac{1}{50} = 10$ pööret min.

## § 69. Hammaslatt-ajam.

Metallide lõiketöötlemise tööpinkide konstruktsioonis kasutatakse sageli ka hammaslatt-ajamit (joon. 249), mis koosneb hammasrattast ja hammaslatist. Hammaslatt-ajamit kasutatakse selleks, et muuta pöördliikumist sirgjooneliseks edasi-tagasi liikumiseks.

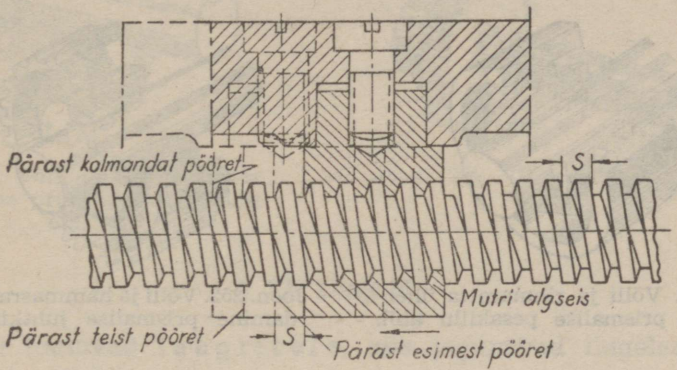


Joon. 249. Hammaslatt-ajam.

Jooniselt 249 on näha, et veeretades hammaratast mööda hammaslatti noole 1 suunas, hammasratta telg liigub noole 2 suunas. Kui me aga veeretame latti hammasrattal noole 3 suunas, siis hammasratas pöörleb sellessamas suunas, tema telg aga jääb liikumatuks. Kui hammasratas teeb ühe täispöörde, s. o. pöördub $Z$ hamba võrra, siis hammaslatt liigub samuti $Z$ hamba võrra edasi.

## § 70. Kruvi ja mutter.

Seda ajamit (joon. 250) kasutatakse nagu hammaslatt-ajamitki selleks, et muundada pöördliikumist sirgjooneliseks liikumiseks. Teda kasutatakse treipinkide mehhanismides lõiketerale sirgjoonelise ettenihkeliikumise andmiseks keermelõikamise puhul, samuti ka lõiketera risti-ettenihke teostamiseks. Mutri liikumine kruvi ühe täispöörde võrra võrdub ühe kruvisammuga $S_k$.




Joon. 250. Kruvi-ajam.

Kui kruvi teeb mitte ühe täispöörde, vaid $n$ täispööret, siis mutri teekonna pikkus $L$, väljendatud mm-tes, võrdub korrutisega $S_k \times n$, s. o.

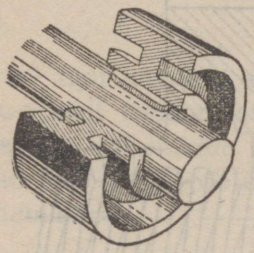
$$L = S_k \times n \text{ mm.}$$

Joon. 250 näitab mutri asendit pärast kruvi esimest, teist ja kolmandat pööret.

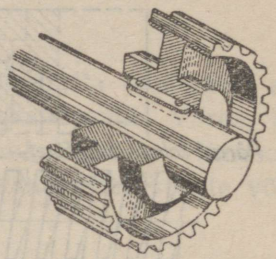
## § 71. Võllid.

Pöörlemist antakse edasi võllide abil, millede otsa kinnitatakse pöörlevad detailid — rihmarattad, hammasrattad jne. Võllid võivad olla pikad, keskmise pikkusega ja lühikesed. Pikkade võllide hulka kuulub näiteks transmissioonivõll, mis annab pöörlemist edasi mitme rihm-ajami kaudu tervele treipinkide rühmale; sellesse võllide liiki võib arvata ka treipingi käiguvõlli. Keskmiste ja lühikeste võllide hulka kuuluvad võllid, mis asetsevad spindlikastis, ettenihete kastis, supordipõlles jne.

Võlli ühendamiseks tema otsas istuvate hammasratastega või rihmaratastega ja järelikult võlli pöörlemise edasiandmiseks neile detailidele, samuti ka ümberpöördult — pöörlemise edasiandmiseks hammasrattalt või rihmarattalt võllile — kasutatakse tavaliselt kiile. Tööpinkide konstruktsioonides kõige levinumad on täisnurkse ristlõikega **prismalised pesakiilud**; nad istuvad ühe poolega võlli pinnas olevas pesas, kuna teine pool ulatub nuuti võllile kinnitatavas detailis (joon. 251).



Joon. 251. Võlli ja rihmaratta ühendamine prismalise pesakiilu abil.



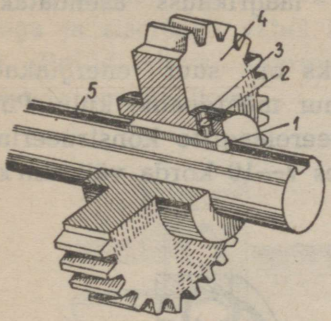
Joon. 252. Võlli ja hammasratta ühendamine prismalise juhtkiilu abil.

Neil juhtudel, kus detail peab vabalt liikuma piki võlli, kasutatakse **prismalisi juhtkiile** või **liugekiile**. Prismalised juhtkiilud kinnitatakse kruvidega kiilunuudi põhja (joon. 252), kõrvaldades seega kiilu logisemise võimaluse hammasratta, nukksiduri või mõne muu detaili liikumisel piki võlli. Seesuguseid kiile kasutatakse siis, kui detaili liikumisel piki võlli on väike ulatus. Kui aga detaili liikumise ulatus piki võlli on suurem, siis kasutatakse täisnurkse ristlõikega prismalist liugekiilu, mis on näidatud joonisel 253. Kiilul 1 on väljaulatuv tihvt 2, mis sobib võllil liikuva detaili 4 (antud juhul hammasratta) auku 3. Kiilunuudi 5 pikkus vastab hammasratta liikumise ulatusele.

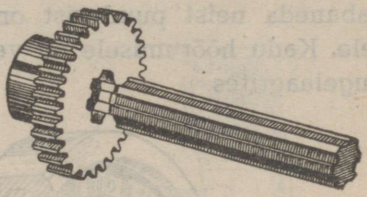
Treipingi konstruktsioonis kasutatakse prismalist liugekiilu supordipõlle hammasratta kinnitamiseks, selleks et piki-ettenihkumisel võimaldada selle liikumist piki käiguvõlli.

Tööpinkide mehhanismides leiavad laialdast kasutamist nõndanimetatud **nuutvõllid** (joon. 254), kus kiilud on tugevuse mõttes valmistatud võlliga ühest tükist. Nuutvõllile kinnitatava detaili avad peavad olema varustatud vastava arvu kiilunuutidega.

Detailide ühendamine nuutvõllidega esineb tööpinkide kiiruste kastides ja ettenihete kastides. See on harilikult liikuv ühendus ning seda kasutatakse seal, kus võllile asetatud detailid, näiteks hammasrattad, peavad vabalt liikuma piki võlli. Enamkasutatavad nuutvõllid on kuue kiiluga.




Joon. 253. Võlli ja hammasratta ühendamine prismalise liugekiilu abil.



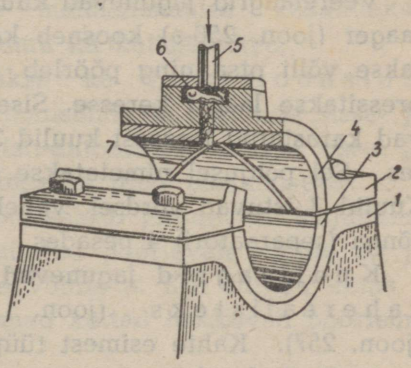
Joon. 254. Ühendamine nuutvõlli abil.

## § 72. Laagrid.

Võllid toetuvad **laagritele**, mis jagunevad liugelaagriteks ja veerelaagriteks.

**Liugelaagrid.** Joon. 255 näitab üht levinumat liugelaagri konstruktsiooni. Laager koosneb kerest 1, kaanest 2 ja kahest laagrikausist — alumisest 3 ja ülemisest 4. Pöörlev võll liugub laagrikausside sisepindadel; seepärast nimetataksegi neid laagreid liugelaagriteks. Nad peavad töötama rohke määrimisega, mis vähendab hõõrumist, kuumenemist ja kulumist. Määrdeõli voolab juurde torukese 5 kaudu; õli ühtlast jaotust kindlustab taht 6 ja erilised õlisooned 7 laagrikausside sisepindadel.

Laagrikausse valmistatakse mitmesugustest materjalidest, mis valitakse selliselt, et hõõrumine oleks väiksem. Kui võll pöörleb aeglaselt, võivad laagrikausid olla malmist, kui aga võlli pöörle-

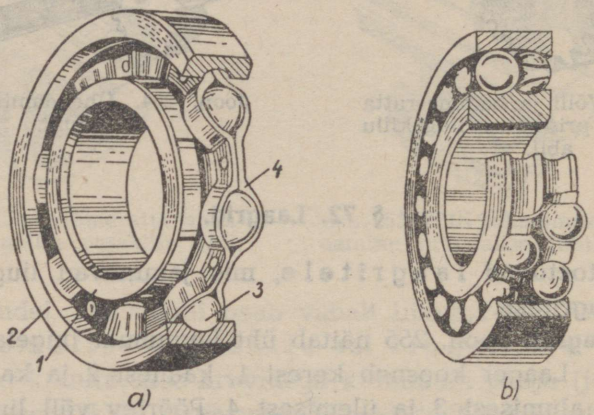



Joon. 255. Liugelaager.

miskiirus on suur, siis valitakse materjaliks pronks. Viimasel juhul kasutatakse mõnikord ka malmist või terasest laagrikausse, kuid siis kaetakse nad erilise sulamiga — babiidiga.

Liugelaagrite alumine ja ülemine laagrikauss asendatakse mõnikord malm- või pronkspuksiga.

**Veerelaagrid.** Liugelaagrite puuduseks on suur energiakadu hõõrumise ületamiseks ja võrdlemisi suur määrdeaine kulu. Püüe vabaneda neist puudusist on viinud veerelaagrite konstrueerimisele. Kadu hõõrumisele on veerelaagrites 7—10 korda väiksem kui liugelaagrites.



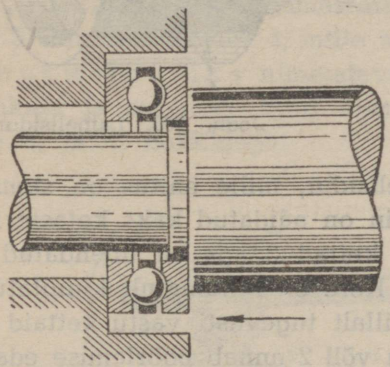

Joon. 256. Kuullaagrid: a) ühereallne; b) kahereallne.

Veerelaagrid jagunevad kuullaagriteks ja rull-laagriteks. Kuullaager (joon. 256-a) koosneb kahest rõngast: siserõngas 1 pressitakse võlli otsa ning pöörleb ühes võlliga, kuna välisrõngas 2 pressitakse laagri keresse. Siserõnga ja välisrõnga vahel asetsevad karastatud terasest kuulid 3, mis veerevad rõngaste ringsoontes. Sel põhjusel nimetatakse sedatüüpi laagreid veerelaagriteks. Kuulid 3 istuvad võrdsel vahekaugusel üksteisest erilise hoiderõnga (separaatori) 4 pesades.

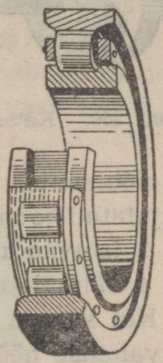
K u u l l a a g r i d jagunevad ü h e r e a l i s t e k s (joon. 256-a), k a h e r e a l i s t e k s (joon. 256-b) ja t u g i l a a g r i t e k s (joon. 257). Kahte esimest tüüpi laagrid on määratud koormuste vastuvõtmiseks, kus surve suund on võlli teljega risti, tugilaagrid

aga — telgsurve vastuvõtmiseks, s. o. kui surve suund on piki võlli telge.

Rull-laagrid. Veerelaagrite hulka kuuluvad ka rull-laagrid (joon. 258), mis erinevad kuullaagreist sellega, et neis on välisrõnga ja siserõnga vahel kuulide asemel karastatud terasest rullid. Rullid taluvad suuremat koormust ja nende kasutamisiga on kuulide omast pikem.



Joon. 257. Tugi-kuullaager.



Joon. 258. Rull-laager.

## § 73. Sidurid ja kaitsemuhvid.

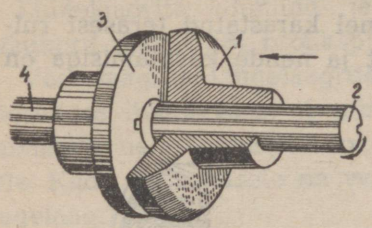
Sidureid kasutatakse pöörlemise edasiandmiseks ühelt tööpingi detaililt teisele, samuti ka kahe omavahel ühendatud pöörleva detaili lahutamiseks. Tööpinkide mehhanismides kasutatakse hõõrdesidureid ja nukksidureid, samuti ka kaitsemuhve.

**Hõõrdesidurid,** mida nimetatakse ka friktsioonsidureiks, on tööpingi üksikute mehhanismide ja detailide sisse- ja väljalülimiseks, näiteks: piki- ja risti-automaatettenihete sisse- ja väljalülimiseks ja tööpingi käivitamiseks ning peatamiseks [1].

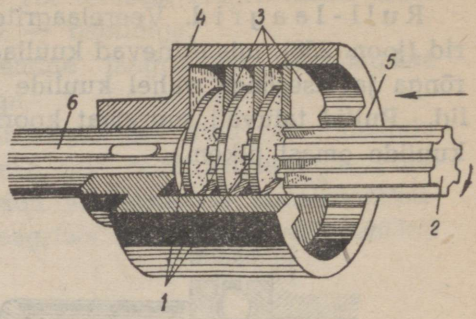
Nende sidurite tegevuse põhimõte seisab järgnevas. Kujutleme ketast 1 (joon. 259), mis on kinnitatud pöörlevale võllile 2, ja ketast 3, mis on kinnitatud teisele võllile 4. Kui suruda ketas 1 tugevasti vastu ketast 3, siis mõlemad kettad hakkavad pöörlema

[1] Vt. § 10 „Treipingi ajam".

üheskoos hõõrumise tõttu, mis tekib nende puutepinnal. Selle tagajärjel pöörlemine kandub võllilt 2 võllile 4.




Joon. 259. Ketassidur.

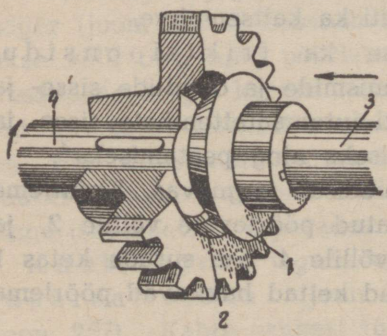



Joon. 260. Lamellsidur.

Sel põhimõttel töötab lamellsidur, mille ehitus on skemaatiliselt kujutatud joonisel 260. Siin on näidatud kaks ketaste rühma: kettad 1 istuvad nuutvõllil 2, kettad 3 aga on ühendatud siduri kerega 4 väljaulatiste 5 abil. Kere on liikumatult kinnitatud võllile 6. Kui suruda kettad 1 küllalt tugevasti vastu kettaid 3, siis nende vahelise hõõrumise tõttu võll 2 annab pöörlemise edasi võllile 6.

Lamellsidureid kasutatakse peamiselt treipinkide kiiruste kastides.

Kujutleme nüüd, et joonisel 259 näidatud kahe ketta asemel on kaks koonust (joon. 261), milledest väline 1 on kinnitatud võllile 3, sisemine 2 aga pöörlevale võllile 4. Lükanud koonuse 1 vasakule, me surume ta vastu koonust 2 ja tekitame seega mõlema koonuse vahel hõõrumise, mis on vajalik pöörlemise edasiandmiseks võllilt 4 võllile 3.

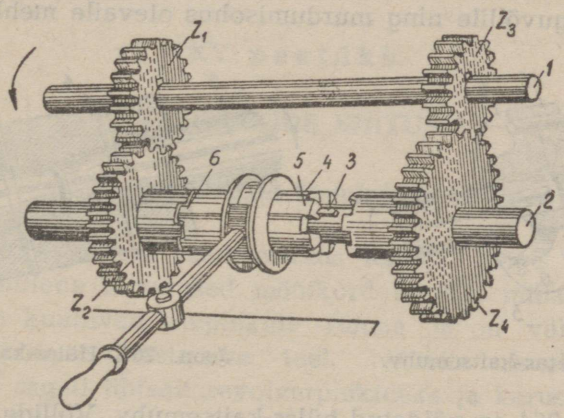



Joon. 261. Koonussidur.

Sel põhimõttel on ehitatud koonussidurid, mida kasutatakse peamiselt automaatse piki- ja risti-ettenihke sisselülimiseks, samuti ka tööpingi käivitamiseks ja peatamiseks. Hõõrdesiduritel on järgmised eelised: a) ümberlülimise võimalus tööpingi tööta-

mise ajal ja koormuse all; b) sujuv löökideta ümberlülimine. Hõõrdesidurite puuduseks on hõõrdepindade kulumine sagedaste ümberlülimiste tagajärjel.

**Nukksidurid** on pöörlemise edasiandmiseks võllidele nendele vabalt paigutatud hammasratastelt. Joonisel 262 on toodud nukksiduri kasutamise näide. Vedaval võllil 1 on kiiludel kinnitatud kaks hammasratast $Z_1$ ja $Z_3$, kuna veetaval võllil 2 istuvad vabalt hammasrattad $Z_2$ ja $Z_4$, mis on pidevalt hambumises hammasratastega $Z_1$ ja $Z_3$. Võllil 2 hammasrataste $Z_2$ ja $Z_4$ vahel istub juhtkiilule 3 kinnitatud sidur 4, mille mõlemas otsas on nukid 5 ja 6. Seda nukksiduriks nimetatavat sidurit saab nihutada kiilul 3 vasakule ja paremale ning ühendada teda vastavalt hammasrataste $Z_2$ ja $Z_4$ nukkidega.




Joon. 262. Nukksiduri kasutamine.

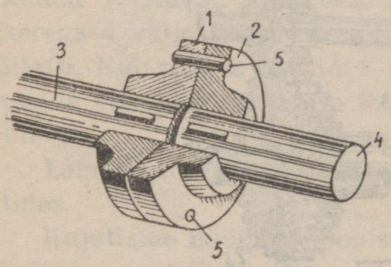
Oletame, et nukksidur on ühendatud vasakpoolse hammasrattaga. Sel juhul pöörlemine läheb võllilt 1 hammasrataste $Z_1$ ja $Z_2$ kaudu võllile 2. Kui aga lükkame siduri paremale, siis võll 2 saab pöörlemise hammasrataste $Z_3$ ja $Z_4$ kaudu.

Kuna siduri ühendamisega paremale või vasakule lülitakse sisse erineva hammaste arvuga hammasrattad, siis veetav võll võib saada kaks erinevat pöörete arvu minutis, kuigi vedava võlli 1 pöörete arv minutis ei muutu.

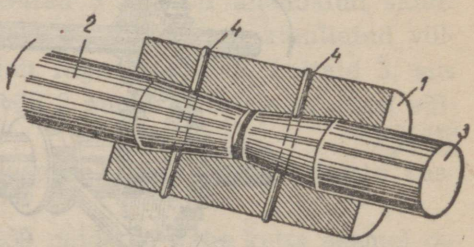
Nukksidurid töötavad kindlalt ja võimaldavad suurte koormuste edasiandmist. Kuid neid saab ümber lülida ainult peatades tööpinki, või, vähemalt aeglustades selle käiku, sest vastasel korral nukid võivad kergesti viga saada.

**Kaitsemuhvid.** Selleks, et vältida mehhanismide nõrgemate osade murdumist ülekoormuse puhul, kasutatakse nõndanimetatud kaitsemuhve. Need on erilised rakised, mis ei võimalda edasi anda suuremat tungi, kui on ette nähtud antud tööpingi kohta.

Joon. 263 näitab skemaatiliselt kaitsemuhvi ehitust. Muhv koosneb kahest kettast 1 ja 2; ketas 1 istub ettenihete kasti võllil 3, ketas 2 aga käiguvõllil 4. Ketastes olevais aukudes istuvad tihedalt üks või kaks tihvti 5. Selle ühenduse tõttu antakse pöörlemine edasi ettenihete võllilt 3 käiguvõllile 4. Ülekoormuse puhul tihvtid 5 katkevad. Samal momendil lõpeb ka pöörlemise edasiandmine käiguvõllile ning murdumisohus olevaile mehhanismidele.




Joon. 263. Ketas-kaitsemuhv.




Joon. 264. Hülss-kaitsemuhv.

Joonisel 264 on näidatud hülss-kaitsemuhv. Võllide 2 ja 3 otsad pannakse hülsikujulise puksi 1 sisse ja kinnitatakse kahe tihvtiga 4. Ülekoormuse puhul üks tihvtidest katkeb ning pöörlemise edasiandmine võllile 3 lõpeb. Sellega hoitakse ära tööpingi nõrgemate osade, näiteks supordipõlle hammaslatt-ajami hammasratta murdumine.

**Kontrollküsimusi.**

1. Mis ülesanne on rihm-ajameil?
2. Mida nimetatakse rihm-ajami ülekandesuhteks?
3. Missuguseid kett-ajameid kasutatakse tööpinkides?

4. Missugustest põhielementidest koosneb hammas-ajam?
5. Kuidas saab määrata hammasratta välisläbimõõtu?
6. Mis ülesanne on tigu-ajamil?
7. Mida nimetatakse tigu-ajami ülekandesuhteks?
8. Milleks kasutatakse hammaslatt-ajamit?
9. Kuidas toimub hammasrataste kinnitamine võllidele?
10. Mida kujutab endast nuutvõll-ühendus ja millal seda kasutatakse?
11. Mis on laagrite ülesanne?
12. Missuguse konstruktsiooniga laagreid kasutatakse treipinkide mehhanismides?
13. Milles on veerelaagrite paremused võrreldes liugelaagritega?
14. Kus kasutatakse kuullaagreid ja kus rull-laagreid?
15. Millisel põhimõttel töötavad hõõrdesidurid?
16. Kas hõõrdesidurite ja nukksidurite sisselülimine võib toimuda tööpingi töötamise ajal?
17. Mis ülesanne on kaitsemuhvidel ja kuidas nad on ehitatud?

## XV peatükk.

## TREIPINKIDE EHITUS.

### § 74. Tähtsamaid treipinkide tüüpe.

Masinaehitustehaste seadmestikus leidub kõige erinevamaid treipinke, millede nimetused mõnikord ei ütle midagi sellest, et need pingid kuuluvad treipinkide rühma ja on välja arenenud lihtsast treipingist täiustamise teel. Näiteks revolver-treipinke nimetatakse sageli lihtsalt revolverpinkideks ja karussell-treipinke karussellpinkideks.

Treipinkide rühma kuuluvad tööpingid jagunevad järgmisteks liikideks:

1. Treipingid.

2. Mitme teraga treipingid, milledel detailide töötlemine toimub korraga mitmesse eri supordisse kinnitatud tera abil.

3. Revolver-treipingid, milledel tagumise tsenterpuki asemel on revolverpea (s. o. pööratav pea) mitmesuguste tööriistade: treiterade, puuride, keermepuuride, lõikurite jne. kinnitamiseks. See annab võimaluse hõlpsasti töödelda keerukaid detaile, olles eelnevalt kinnitanud revolverpeasse kõik vajalikud tööriistad.

4. Plaantreipingid ja karussell-treipingid, mida kasutatakse suure läbimõõduga, kuid võrdlemisi lühikeste detailide töötlemiseks.

Esimest liiki pinke, mida nimetatakse lihtsalt treipinkideks, võib jaotada tüüpide järgi.

1. Universaaltreipingid sobivad kõikide treialitöö põhiliikide teostamiseks, samuti ka keermetamiseks. See treipinkide tüüp on eriti laialdaselt levinud. Töötamine universaaltreipingil nõuab tööliselt kõrget kvalifikatsiooni.

2. Käigukruvita treipingid on kasutatavad kõikideks treialitöödeks, välja arvatud keermetamine terade abil.

3. Kiirekäigulised treipingid on detailide puhastöötlemiseks. Neil tööpinkidel on võimalik anda töödeldavale detailile väga suurt pöörete arvu minutis, treiterale aga väga väikest ettenihet, tagades seega täpsete ning väga puhaste pindade saamist.

4. Väiketreipingid on mitmesuguste aparaatide väikesemõõteliste detailide töötlemiseks jne.

5. Suurtreipingid on suurte detailide töötlemiseks raskes masinaehituses.

6. Eriotstarbelised treipingid on erisuguse kujuga detailide, näiteks väntvõllide, nukkidega jaotusvõllide jms. töötlemiseks.

Treipinkide rühma põhitüüpideks loetakse universaaltreipinke, millede konstruktsiooni käsitlebki käesolev peatükk.

Raamatu esimeses osas kirjeldasime astmelise rihmaratta ja vaheülekandega universaaltreipingi ehitust. Need treipingid olid väga levinud möödunud sajandi lõpul ja käesoleva sajandi algul, kuid viimastel aastatel nad tõrjutakse välja täiuslikumate treipinkide poolt, mis on varustatud kiiruste kastidega.

Astmeliste rihmarataste puuduseks on see, et nendega saab ainult väikest kiiruste arvu. Pealegi nõuab rihma ümberasetamine ühelt astmelt teisele võrdlemisi palju aega isegi vilunud tööliselt; seevastu spindli pöörlemiskiiruse muutmine kiiruste kasti hoobade ümberlülimise teel on hõlpus ning kiire. Astmelise rihmarattaga tööpinkidel on veel üks puudus, mida tuleb silmas pidada: üheaegselt rihma ümberasetamisega ja kiiruse muutmisega muutub ka tööpingile transmissioonilt rihma kaudu edasiantav võimsus.

Ülalloeteldud puudustel pole suuremat tähtsust ainult väiketreipinkide juures, kus rihmade ümberasetamine on kerge ja võimsuse muutumine pole oluline. Sellega ongi seletatav, et astmeliste rihmaratastega väiketreipinke kasutatakse käesoleva ajani.

## § 75. Spindlikasti konstruktsioon.

Treipingi spindlikast asub sängil vasakut kätt. Spindlikastis on spindel ja selle laagrid, rida mehhanisme pöörlemise edasiandmiseks spindlile ja tema pöörlemiskiiruse muutmiseks, samuti ka tööpingi peatamiseks ja spindli pöörlemissuuna muutmiseks. Spindlile kinnitatakse nukkpadrun või kaasaveopadrun pöörlemise edasiandmiseks detailile; kui aga detaili töötlemine toimub tsentrite vahel, siis asetatakse spindlisse peale kaasaveopadruni ka tsenter.

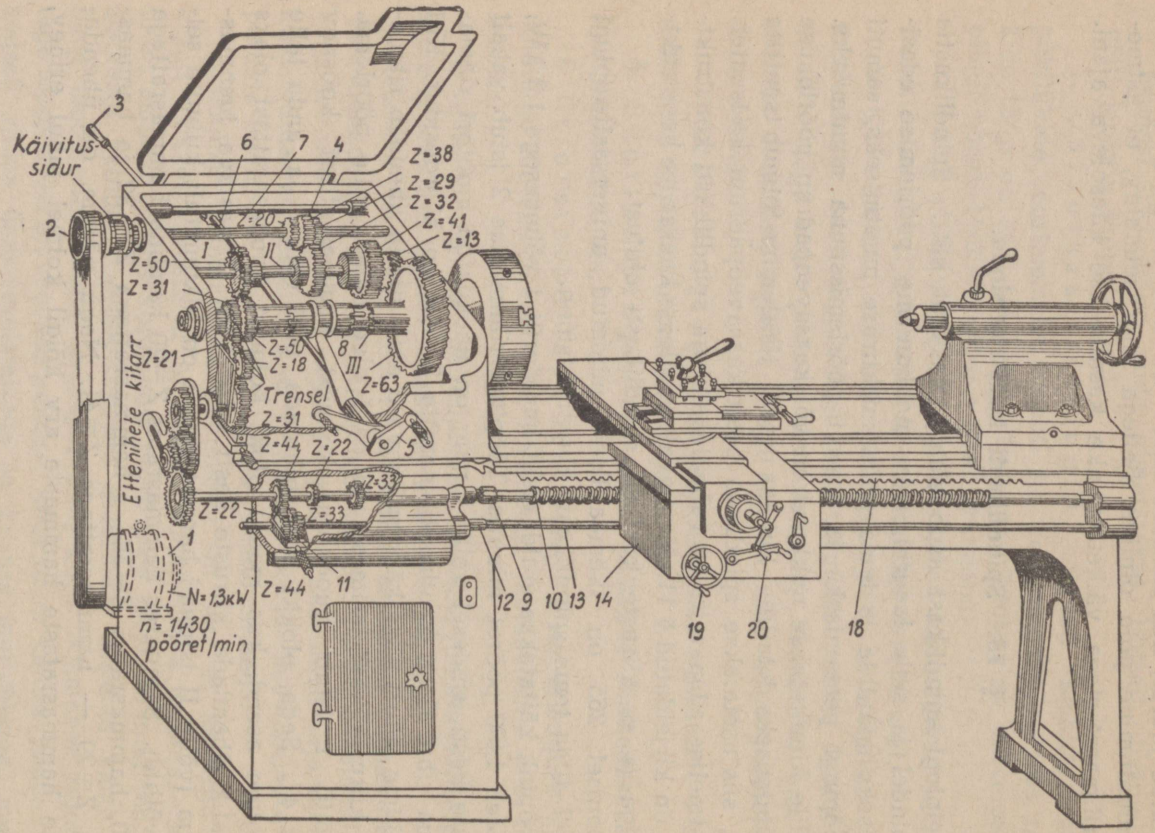
Astmelise rihmaratta ja vaheülekandega spindlikasti konstruktsioon on kirjeldatud § 11. Järgnevalt vaatleme kaasaegse konstruktsiooniga (s. o. kiiruste kastiga) spindlikasti ehitust.

Joonisel 265 on skemaatiliselt näidatud universaaltreipingi (tüüp T-4) ja tema spindlikasti konstruktsioon.

Tööpink käitatakse eraldi elektrimootorilt 1 võimsusega 1,3 kW, mis teeb 1430 pööret minutis. Tööpingi rihmaratas 2 istub vabalt kiiruste kasti esimesel võllil I ning on ühendatud mootori rihmarattaga rihm-ajami kaudu. Rihmaratta 2 sees on hõõrdesidur. Kui me lülime siduri sisse käivitushoova 3 abil, siis ta ühendab rihmaratta kiiruste kasti esimese võlliga I ning paneb selle pöörlema.

Võllil I istub liugekiilul kolmest hammasrattast koosnev plokk 4[1]. Seda plokki saab nihutada piki võlli ∫ ja anda talle niisugune asend, kus igaüht ploki kolmest hammasrattast oleks võimalik ühendada kiiruste kasti teise võlli II vastava hammasrattaga (võllil II istuvad hammasrattad on liikumatult kiilutud sellele võllile). Seejuures hammasratas $Z=20$ hambub hammasrattaga $Z=50$, hammasratas $Z=38$ — hammasrattaga $Z=32$ ja hammasratas $Z=29$ — hammasrattaga $Z=41$. Nagu näeme, on ühendatavate hammasrataste hammaste arv kõigil kolmel juhul erinev,

[1] Hammasrataste plokiks nimetatakse ühest terase- või malmitükist valmistatud mitut hammasratast.




Joon. 265. Universaaltreipink (tüüp T-4).

mispärast hoolimata sellest, et esimesel võllil I on pöörlemiskiirus muutumatu, saab teisele võllile II anda kolm erinevat pöörete arvu minutis.

Liuguva ploki 4 nihutamine piki võlli I toimub võllile 6 kinnitatud käepideme 5 abil; võlli 6 teises otsas on väike hammasratas, mis on hambumises tõmmisel 7 oleva hammaslatiga. Kui keerata käepidet 5, siis pöörlev hammasratas nihutab tõmmist pikisuunas, kusjuures tõmmisel olev kahvel paigutab ümber ploki 4. Teise võlli II hammasrattad $Z=50$ ja $Z=13$ on hambumises hammasratastega $Z=50$ ja $Z=63$, mis istuvad vabalt kiiruste kasti kolmandal võllil III, s. o. spindlil. Selleks, et anda spindlile pöörlemist, tuleb ühendada tema kahepoolne nukksidur 8 hammasrattaga $Z=50$ või hammasrattaga $Z=63$, millede otspinnad on selleks otstarbeks varustatud nukkidega.

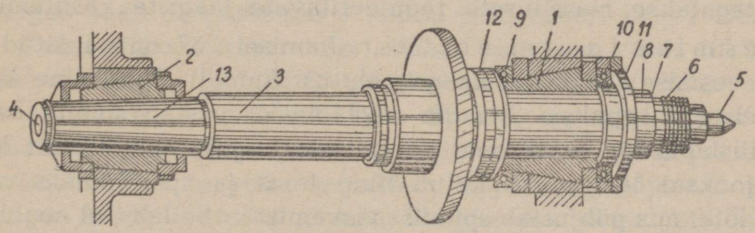
Nukksiduril 8 on nuutidega puks, mis liugub spindli pikikiiludega varustatud lõigul. Järelikult sidur 8 on pidevas ühenduses spindliga; siduri ühendamine hammasrattaga $Z=50$ või hammasrattaga $Z=63$ tähendab nende hammasrataste ühendamist spindliga.

Nüüdisaegsete kiiruste kastide võllid pöörlevad kuul- või rull-laagrites. See vähendab energiakadusid hõõrumisele.

Pärastpoole me pöördume veel tagasi joon. 265 kujutatud skeemi juurde.

## § 76. Spindel.

Spindel (joon. 266) on treipingi kõige tähtsamaks ning vastutavamaks osaks. Ta peab olema täiesti stabiilne ning suutma vastu võtta suuri pingeid, nihkumata seejuures ei ristisuunas ega telgsuunas. Spindel pöörleb spindlikasti laagreis ja annab pöör-




Joon. 266. Treipingi spindel.

lemist edasi töödeldavale detailile. Treipinkide spindlid pöörlevad tavaliselt liugelaagreis 1 ja 2, kuid viimasel ajal püütakse kasutama hakata veerelaagreid (kuul- või rull-laagreid).

Spindel 3 kujutab endast võlli, millel on suhteliselt suurem läbimõõt kui teistel kiiruste kasti võllidel. Spindlil on harilikult läbiulatuv auk 4. Selle parempoolne suue moodustab koonuspesa, millesse asetatakse eesmine tsenter 5. Spindli koonuspesa telg peab täpselt ühtuma spindli pöörlemisteljega; vastasel korral tsenter hakkab „viskama" ning tsentrite vahel töödeldavad detailid tulevad ebaõige kujuga. Spindlist läbiulatuvat auku kasutatakse pikkade varbade töötlemiseks treipingil, samuti ka selleks, et vajaduse korral välja lükata eesmist tsentrit terasvarva abil.

Spindli paremas (eesmises) otsas on täpne keere 6, millele saab peale keerata padrunit või plaanseibi. Kuna spindli keermetatud osa ei taga padruni täiesti täpset asendit, siis on keerme taga täpne äärik 7 ja täpne kael 8, millede abil padrun saab õige tsentreeritud asendi.

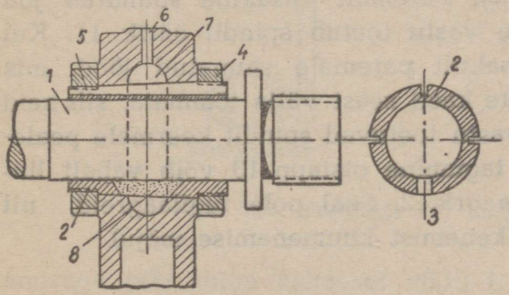
## § 77. Spindli laagrite ehitus.

Detailide täpse töötlemise üheks tingimuseks treipinkidel on spindli täpne pöörlemine. On vajalik, et spindel ei omaks töökoormuse mõjul mingit „mänguruumi" ei telgsuunas ega radiaalses suunas, samal ajal aga pöörleks vabalt ning kergelt. Lõtku olemasolu spindli ja tema laagrite vahel põhjustab spindli „viskamist", mis omakorda põhjustab tera ja töödeldava detaili värisemist. Selle tagajärjel kahaneb töötlemise täpsus, väheneb tera püsivus ja mõnikord, näiteks kõvasulamitega töötamisel murenevad tera lõikeservad või murdub koguni tera ise. Spindli stabiilsust tagatakse massiivsete reguleeritavate laagrite kasutamisega.

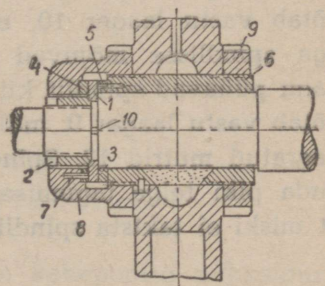
E e s m i s e l a a g r i e h i t u s. Joonisel 267 on näidatud treipingi eesmise laagri (pealaagri) ehitus. Spindli silindriline kael 1 pöörleb pronkspuksis 2, mille siseläbimõõt vastab spindli kaelale ja välisläbimõõt — täpsele koonilisele augule spindlikasti keres. Aja jooksul laagripuks kulub ning tema ja spindlikaela vahele tekib lõtk, mis põhjustab spindli „viskamist". Selleks, et aeglustada puksi kulumist, valmistatakse ta hästi kulumiskindlast materja-

list, näiteks fosforpronksist. Peale selle tuleb hoolitseda puksi pideva ning ühtlase määrimise eest.

Selleks, et oleks võimalik kõrvaldada laagripuksi sisepinna ja spindlikaela vahelist lõtku, on laager konstrueeritud selliselt, et teda on võimalik reguleerida. Selleks on puksis kolm piki-sisselõiget ja üks pikilõhe 3 (joon. 267). Lõtku kõrvaldamiseks puksi 2 ja spindli vahel tuleb kõigepealt veidi lõdvendada välimist paremppoolset mutrit 4 ja siis pingutada vasakpoolset mutrit 5. Et aga puksi välispind on kooniline ja puks asub spindlikasti keres olevas koonilises augus, siis mutri 5 pingutamisel nihkub puks paremalt vasakule. Seejuures puksi läbimõõt väheneb temas oleva läbilõike ja kolme sisselõike arvel ning puks liibub tihedalt spindlikaela ümber. Ei tule aga liialt pingutada, vaid ainult nii palju, et spindli pöörlemine ei oleks raskendatud. Kui aga spindli pöörlemine osutub raskendatuks, siis tuleb mutrit 5 lõdvemale lasta ja vastavalt pingutada mutrit 4. Lõpetanud laagri reguleerimise, keeratakse mõlemad mutrid tugevasti kinni.




Joon. 267. Spindli eesmine laager.




Joon. 268. Spindli tagumine laager.

Õlitus toimub õlitoosi kaudu, mis on sisse kruvitud avasse 6. Õli valgub sealt rõngassoone 7 kaudu reservuaari laagri alumises osas. Puksi lõhesse reservuaari kohal pannakse vildi tükike 8. Vilt imbub õli täis ja määrib pidevalt pöörlevat spindlikaela.

T a g u m i s e l a a g r i e h i t u s. Spindli tagumine laager kannab tunduvalt väiksemat koormust kui eesmine. Tema peamiseks ülesandeks on vastu võtta spindlisse telgsuunas mõjuvaid jõude. Selleks on laager varustatud erilise tugiseadeldisega, mis on näidatud joonisel 268.

Tugiseadeldis koosneb kolmest karastatud terasseibist 1, 3 ja 4. Seib 1, mis on kinnitatud spindli tagumisele otspinnale tihvtiga 10 ja ümarmutriga 2, on pigistatud liikumatute seibide 3 ja 4 vahele. Seib 3 on ühendatud tihvtkruvi 5 abil pronkspuksiga 6, seib 4 aga tihvtkruvi 7 abil mutriga 8. Spindlisse vasakpoolses suunas mõjuv telgjõud antakse seibi 1 kaudu üle seibile 4, parempoolses suunas mõjuv jõud aga seibile 3.

Selleks, et kõrvaldada spindli „mänguruumi" telgsuunas, reguleeritakse tema tagumist laagrit. Seda tehakse järgmisel viisil: lõdvendatakse veidi eespoolset mutrit 9 ja pingutatakse mutrit 8, misjärel mutter 9 keeratakse uuesti kinni.

Tagumise laagri õlitamine toimub samal viisil, nagu eespoolsegi laagri õlitamine.

Spindli tugilaagrid. Tagumise ja eesmise laagri puksid võtavad vastu radiaalseid jõude; kuid spindlisse mõjuvad ka piki telge suunatud jõud, harilikult paremalt vasakule.

Mõnedel pinkidel need jõud võetakse vastu tugi-kuullaagrite 9 ja 10 poolt (vt. joon. 266). Paremalt vasakule suunatud jõu võtab vastu laager 10, mille vastu toetub spindli äärik 11. Kui aga spindlisse mõjuvad vasakult paremale suunatud jõud, mis nagu püüavad spindlit kiiruste kasti seest välja tõmmata, siis neid võtab vastu laager 9, mille vastu toetuvad spindli keermele pealekeeratud mutrid 12. Spindli tagumine otstapp 13 võib vabalt liuguda piki telge tagumises laagris 2. Seal pole tugilaagreid, nii et miski ei takista spindli pikenemist kuumenemise mõjul.

### § 78. Laagrite määrimine.

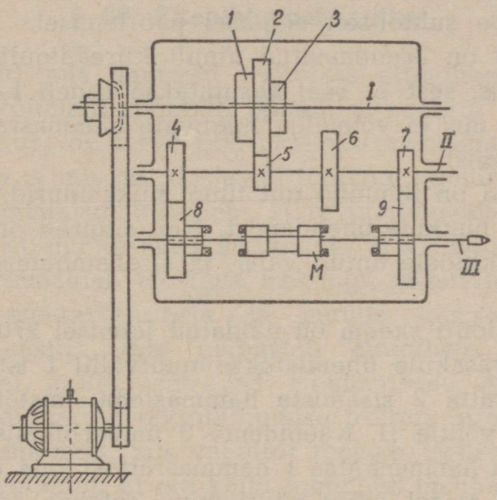
Selleks, et laagrid töötaksid korrapäraselt, tuleb neid hoolikalt määrida. Enamikus kiiruste kastides teostub määrimine laialipritsimise teel. Selleks valatakse kiiruste kasti nii palju õli, et kõige madalamal asetsev hammasratas ulatuks veidi õli sisse. Pööreldes ta pritsib õli laiali; see satub kiiruste kasti teistele hammasratastele ja laagritesse.

Uusimat tüüpi kiiruste kastides juhitakse õli spindli laagritesse torude kaudu surve all. Selleks on olemas eriline pump, mida käitatakse ühe kiiruste kasti võlli kaudu. Seesugune õlitussüsteem

võimaldab tunduvalt suurendada spindli lubatavat pöörete arvu minutis.

### § 79. Spindli kiiruste ümberlülimine.

Treipingi T-4 kiiruste kastis, mille skeem on toodud joonisel 269 (vt. ka joon. 265), toimub spindli pöörlemiskiiruse muutmine kahel viisil: kas liuguva hammasrataste ploki 1, 2, 3 nihu-




Joon. 269. Treipingi T-4 kiiruste kasti skeem.

tamisega piki telge esimesel võllil I, või kahepoolse nukksiduri M ümberlülimisega võllil III. Esimene viis on levinum, sest et tal on rida paremusi.

Ja tõepoolest: kui meil on liuguv hammasrataste plokk, siis hambumises on alati ainult üks hammasratta-paar, näiteks 2 ja 5 (viimane asetseb võllil II), nagu see on näha joonisel 269. Hammasrattad 1 ja 4, samuti ka 3 ja 6, kuigi nad pöörlevad ühes oma võllidega, ei ole omavahel hambumises; seepärast nad ei kuluta energiat ega kulu ka ise. Teine lugu on nukksiduri M abil ümberlülitavate hammasratastega. Oletame, et sidur M on sisse lülitud paremale poole. See tähendab, et kasulikku tööd teevad ainult hammasrattad 7 ja 9. Samal ajal hammasrattad 4 ja 8 on omavahel samuti

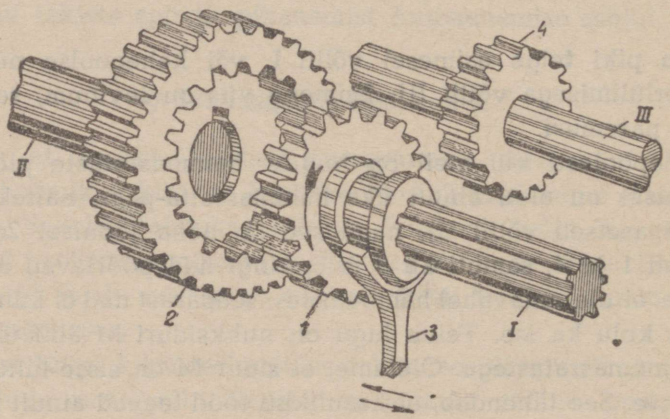
hambumises; nad kuluvad teineteise vastu hõõrudes ja kulutavad energiat, tegemata mingit kasulikku tööd.

Seega on liuguvad hammasrataste plokid kasulikumad kui nukksidurid. Plokkidel on veel üks paremus: ploki hammasrataste nihutamisel piki telge nende hambad lähevad kergesti sisse ühendatava hammasratta hambalünkadesse, sest et nende hammaste ääred on parajalt ümardatud. Seevastu siduri nukkide lükkamine vastasolevate nukkide vahedesse on raskendatud; see on võimalik ainult nende suhteliselt aeglasel pöörlemisel.

Nukksidurid on asendamatud ainult kiirekäiguliste treipinkide kiiruste kastides, sest et seal kasutatakse sageli kaldhammastega hammasrattaid, mis ei võimalda liuguvate hammasrataste plokkide tarvitusele võtmist.

Viimasel ajal on ilmunud uut tüüpi nukksidurid, mis võimaldavad hõlpsamat nukkide ühendamist. Neil sidureil on üksteise vastas olevaile nukkidele antud välis- ja sisehambumisega hammaste kuju.

Seesuguse siduri skeem on näidatud joonisel 270. Käepideme 3 nihutamisega vasakule ühendatakse nuutvõllil I istuv hammasratas 1 hammasratta 2 sisemiste hammastega, mistõttu pöörlemine antakse edasi võllile II. Käepideme 3 ümberlülimisega paremale lahutatakse aga hammasratas 1 hammasrattast 2 ja ühendatakse ta hammasrattaga 4; sel juhul pöörlemine antakse edasi võllile III.




Joon. 270. Hammasrataste ümberlülimine välis- ja sisehambumise kaudu.

Treipingi spindli pöörlemiskiiruse muutmine toimub harilikult hoobade ümberlülimise teel kiiruste kasti seinal. Ühed neist hoobadest on liuguvate hammasrataste plokkide ümberpaigutamiseks, teised — nukksidurite nihutamiseks. Igale hoobade asendile vastab spindli kindel pöörete arv minutis. Kiiruste kasti seinal on tabel, millest on näha, missugune asend tuleb anda juhtimishoobadele, selleks et saada nõutavat spindli pöörete arvu.

### § 80. Ettenihkemehhanism.

Mehhanismid, mis annavad treiterale ettenihkeliikumist, pannakse liikuma tööpingi spindlilt. Spindli ja supordi vahel (millesse tera on kinnitatud) on terve rida üksikuid mehhanisme, mida seob ühine liikumine ja mis moodustavad tööpingi ettenihkemehhanismi.

Ettenihkemehhanism koosneb: 1) reversiivmehhanismist, mille ülesandeks on ettenihkesuuna muutmine; 2) vahetushammasrataste kitarrist, mis võimaldab teostada treipingil mitmesuguse sammuga tollkeermete, meeterkeermete ja muude keermete lõikamist; 3) ettenihete kastist, mis hõlbustab ettenihete ümberlülimist; 4) supordipõllest, milles asetsevad mehhanismid, mis muundavad käiguvõlli ja käigukruvi pöördliikumise treitera sirgjooneliseks liikumiseks; 5) supordist, mis vahetult teostab treitera ettenihet.

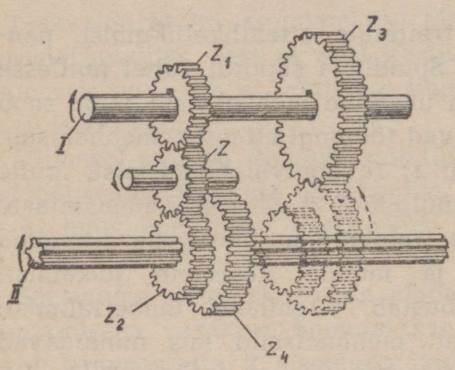
Mitte igal treipingil ei ole kõiki loeteldud mehhanisme. Näiteks treipinkidel, mis on ette nähtud ainult täppiskeermetamiseks, puudub ettenihete kast: ettenihete muutmine teostub siin kitarri vahetushammasrataste abil. Teiselt poolt aga on mõnede treipinkide ettenihkemehhanism varustatud kahe reversiivmehhanismiga. Üks neist on ainult käigukruvi pöörlemissuuna muutmiseks (mis on vajalik näiteks üleminekuks parempoolsete keermete lõikamiselt vasakpoolsete lõikamisele), kuna teine mehhanism muudab käiguvõlli pöörlemissuunda ja ühes sellega piki- või risti-ettenihke suunda.

### § 81. Reversiivmehhanismid.

§ 15 on kirjeldatud t r e n s l i k s nimetatavat reversiivmehhanismi, mis on levinud lihtsates treipinkides. Samasugune ettenihete reversiivmehhanism on olemas ka treipingil T-4 (vt. joon. 265).

Hammasratas Z = 31, mis istub spindli vasakul otsal, paneb pöörlema hammasrataste Z = 21 ja Z = 18 kaudu teise hammasratta Z = 31, millega ühisel võllil istub kitarri esimene vahetushammasratas. Trensli ümberlülimise puhul hammasratas Z = 21 ei võta tööst osa ja pöörlemine antakse edasi ainult hammasratta Z = 18 kaudu.

Treipinkide nüüdisaegsetes konstruktsioonides kasutatakse reversiivmehhanisme, mis on hõlpsamalt käsitsetavad kui trensel. Seesuguse silinderhammasratastest koosneva mehhanismi skeem on näidatud joonisel 271. Vedaval võllil I istuvad kiiludel hammasrattad $Z_1$ ja $Z_3$. Veetaval nuutvõllil II liugub kahest hammasrattast $Z_2$ ja $Z_4$ koosnev plokk, mida saab ühendada kas vahehammasrattaga Z või hammasrattaga $Z_3$ (viimane ühendus on näidatud punktiirjoonega). Sel moel veetav võll II pannakse pöörlema kas ühes või teises suunas.



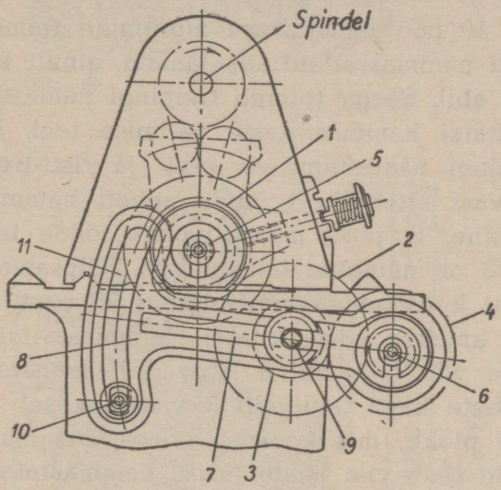
Joon. 271. Reversiivmehhanism.

## § 82. Vahetushammasrataste kitarr.

Vahetushammasrataste kitarri otstarbest ja kasutamisest oli juttu § 15 ja 56. Kitarri konstruktsioon on skemaatiliselt näidatud joonisel 272.

Hammasrattad 1 ja 4 asetsevad vastavalt vedaval võllil 5 ja veetaval võllil 6. Hammasrattad 2 ja 3 istuvad ühisel puksil; viimane võib pöörelda sõrmtapil 9, mis on kinnitatav kitarri keha 8 sirgesse pilusse 7. Kitarri keha 8 parempoolne ots istub veetava võlli otstapil 6, mis pöörleb vabalt kitarri keha puksis. Kitarri keha vasakpoolses otsas on kaarekujuline pilu 11; selle kaare keskpunkt langeb ühte veetava võlli 6 teljega. Pilust 11 ulatub läbi pingi keresse kruvitud polt 10, mille abil toimub kitarri keha kinnitamine soovitud asendisse. Seetõttu kitarri keha ei saa allapoole libiseda.

Vahetushammasrattad on omavahel hambumises järgmisel viisil: hammasratas 1 on hambumises hammasrattaga 2 ja hammasratas 3 — hammasrattaga 4. Selleks, et viia hambumisse hammasrattad 3 ja 4, tuleb eemale nihutada sõrmtapp 9 mööda pilu 7 hammasratta 3 raadiuse võrra. Hammasrataste 1 ja 2 hambumisse viimiseks tuleb pöörata kitarri keha 8 võlli 6 telje ümber. Kitarri hammasrattad peavad olema selliselt hambumises, et nende ham-




Joon. 272. Treipingi kitarri konstruktsioon.

maste vahel oleks väike radiaalne lõtk: hammasrataste liiga tihe kokkulükkamine raskendaks nende pöörlemist.

Võll 6, millel istub veetav hammasratas 4, on tavaliselt ettenihete kasti esimeseks võlliks.

## § 83. Ettenihete kastid.

Treipingil T-4 (vt. skeem joonisel 265) on väga lihtsa konstruktsiooniga ettenihete kast. Tema esimesel võllil, mis on ühendatud kaitsemuhvi 9 kaudu käigukruviga 10, istuvad kiiludel hammasrattad $Z = 44$, $Z = 22$ ja $Z = 33$. Neid hammasrattaid saab viia hambumisse hammasrataste plokiga 11, mis liugub ettenihete

kasti teise võlli nuutides. See võll on ühendatud käiguvõlliga 13 kaitsemuhvi 12 kaudu.

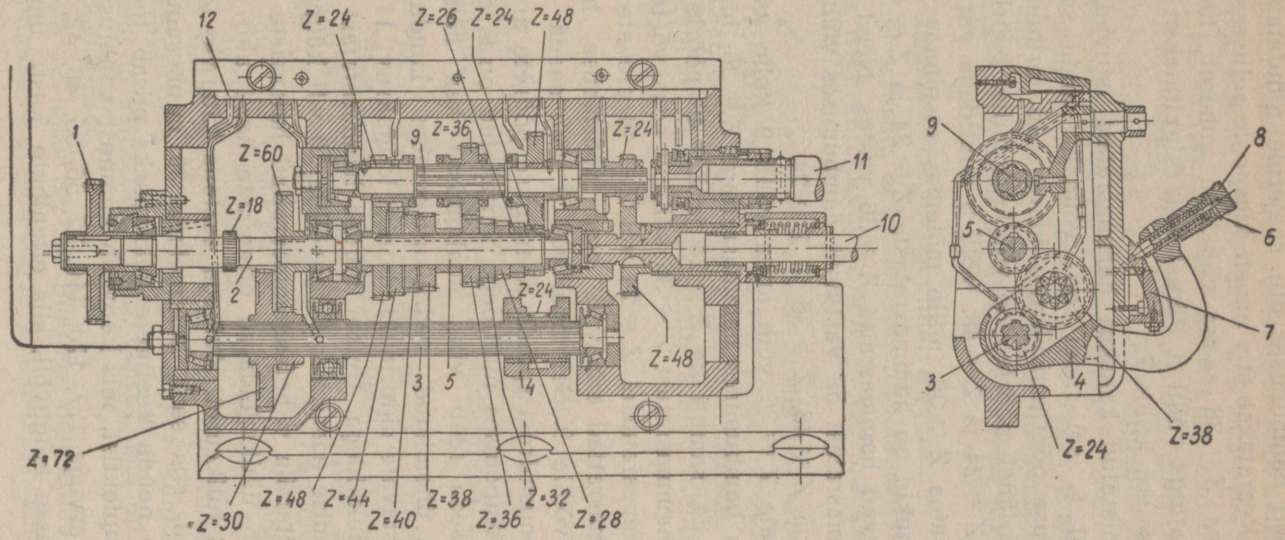
Viies hambumisse hammasrattad $Z = 44$ ja $Z = 22$, $Z = 22$ ja $Z = 44$, $Z = 33$ ja $Z = 33$, võib anda ettenihete kasti teisele võllile esimese võlli ühe ja sama pöörete arvu puhul kolm erinevat pöörlemiskiirust. See võimaldab muuta käiguvõlli 13 pöörlemiskiirust ja järelikult ka treitera piki- ja risti-ettenihet, mida treitera saab käiguvõlli ja sellega ühendatud mehhanismide kaudu.

Käigukruvi 10 pöörlemiskiiruse muutmine toimub siin ilma ettenihete kasti hammasrattaid kasutamata, ainult kitarri vahetushammasrataste abil. Seega toimub treipingi häälestamine keermelõikamiseks kitarri hammasrataste valimise teel. Kitarri kasutatakse ka treipingi häälestamiseks piki- ja risti-treimisel, sest et kolmest erinevast ettenihkest, mida annab hammasrataste ploki ümberpaigutamine, ei piisa mitmesuguste tööde teostamiseks.

Joonisel 273 on näidatud täiuslikuma, hõlpsamalt käsitsetava ettenihete kasti konstruktsioon (treipingi 26 oma).

Pöörlemine antakse edasi kitarri hammasrattalt 1 ettenihete kasti esimesele võllile 2, millel istuvad hammasrattad $Z = 18$ ja $Z = 60$. Ettenihete kasti nuutvõlli 3 vasakpoolsel otsal asetseb hammasrataste plokk, mis koosneb kahest hammasrattast $Z = 72$ ja $Z = 30$. Neid saab viia hambumisse hammasratastega $Z = 18$ ja $Z = 60$, nii et võll 3 võib saada kaks erinevat pöörlemiskiirust spindli ühesuguse pöörete arvu juures. Võllil 3 paremat kätt on hammasratas $Z = 24$, mis asetseb hoova 4 harude vahel. Hoob 4 kannab ka pealeviskehammasratast $Z = 38$, mis on pidevas hambumises hammasrattaga $Z = 24$. Hooba 4 saab nihutada ühes hammasrattaga $Z = 24$ piki võlli 3 ning selliselt kallutada, et hammasratas $Z = 38$ hambuks ühega võllil 5 olevast kaheksast hammasrattast: $Z = 44$, $Z = 40$, $Z = 38$, $Z = 36$, $Z = 32$, $Z = 28$, $Z = 26$ ja $Z = 24$. Hooba 4 kinnitatakse igasse neist kaheksast võimalikust asendist vedrutihvti 6 abil; vedrutihvti ots sobib vastavaisse koonusaukudesse kilbis 7, mis on kruvitud ettenihete kasti esiseinale.

Hoova 4 ümberlülimiseks tuleb tihvt 6 nupu 8 abil koonusaugust välja tõmmata; siis lükatakse hoob allapoole, selleks et lahutada hammasratas $Z = 38$ sellest võlli 5 hammasrattast, mil-




Joon. 273. Kreipingi 26 ettenihete kast.

lega ta parajasti hambumises oli; seejärele nihutatakse hooba 4 piki võlli 3 ja keeratakse siis uuesti ülespoole sellisesse asendisse, et hammasratas $Z = 38$ saaks vajaduse kohaselt hambuda ühe teise hammasrattaga võllil 5. Pärast seda kinnitatakse tihvt 6 vastavasse koonusauku kilbis 7.

Eespool nimetatud kaheksa hammasratast istuvad liikumatult kiilutuna võllil 5; sel moel on võimalik anda sellele võllile spindli ühesuguse pöörlemiskiiruse juures 16 erinevat pöörete arvu. Võllilt 5 läheb pöörlemine võllile 9, millel pöörlevad vabalt hammasrattad $Z = 24$ ja $Z = 48$. Võlli 9 nuutidega varustatud osal istub hammasratas $Z = 36$, mille mõlemas otspinnas on nukid. Samasugused nukid on hammasrataste $Z = 24$ ja $Z = 48$ otspindadel, mis asetsevad hammasratta $Z = 36$ vastas. Need võllil 9 istuvad kolm hammasratast on vastavalt hambumises võllil 5 istuvate hammasratastega $Z = 48$, $Z = 36$ ja $Z = 24$.

Hammasrattale $Z = 36$ võib anda võllil 9 kolm asendit. Joonisel 273 ta on hambumises hammasrattaga $Z = 36$; hammasrattad $Z = 48$ ja $Z = 24$, samuti ka $Z = 24$ ja $Z = 48$ pöörlevad tühjalt. Kui nihutada hammasratast $Z = 36$ võllil 9 edasi või tagasi, ühendades teda hammasratastel $Z = 24$ või $Z = 48$ olevate nukkidega, siis need hammasrattad annavad oma pöörlemise hammasratta $Z = 36$ kaudu võllile 9. Sel moel võll 9 võib saada $3 \times 16 = 48$ erinevat pöörlemiskiirust spindli ühesuguse pöörete arvu juures.

Võllil 9 parempoolses nuutidega varustatud otsas on hammasratas $Z = 24$; seda saab viia hambumisse kas hammasrattaga $Z = 48$ (mis on ühendatud vedru-kaitsemuhvi kaudu käiguvõlliga 10) või vastavate sidurinukkide abil käigukruvi 11 otsale kinnitatud puksi nukkidega. Ümber lülides hammasratast $Z = 24$, me anname pöörlemise edasi kas käiguvõllile 10 või käigukruvile 11.

Asetanud kitarrile vahetushammasrattad hammaste arvuga 48, 127 ja 72, saab ülalkirjeldatud ettenihete kasti abil keermetada 48 mitmesugust tollkeeret. Kui aga asetada kitarrile teised vahetushammasrattad, siis saab keermetada 30 mitmesugust meeterkeeret. Kõikide nende keermete lõikamiseks piisab tööpingi juures olevast komplektist, mis koosneb kümnest vahetushammasrattast hammaste arvuga 127, 120, 110, 72, 56, 55, 48, 42, 38, 33.

Kui lülida sisse käiguvõll, siis ettenihete kasti ümberlülimise

teel on võimalik saada spindli ühesuguse pöörlemiskiiruse juures 48 erinevat piki-ettenihet 0,07 kuni 4,18 mm spindli ühe pöörde kohta, samuti ka 48 risti-ettenihet 0,038 kuni 2,26 mm pöördele.

Kirjeldatud ettenihete kasti paremus on selles, et ei risti- ega piki-ettenihetega töötamisel ei ole tarvis vahetada kitarri vahetushammasrattaid. Ka tollkeermete lõikamine teostub hõlpsasti ettenihete kasti ümberlülimise teel. Kitarri vahetushammasrattaid on tarvis vahetada ainult siis, kui asutakse meeterkeermete lõikamisele; kuid ka sellelgi puhul piisab olemasolevast kümnest hammasrattast.

Mõnedel uusima konstruktsiooniga treipinkidel on ettenihete kastid ehitatud selliselt, et kitarri vahetushammasrattaid ei ole tarvis vahetada isegi mitmesuguste toll- ja meeterkeermete valmistamisel.

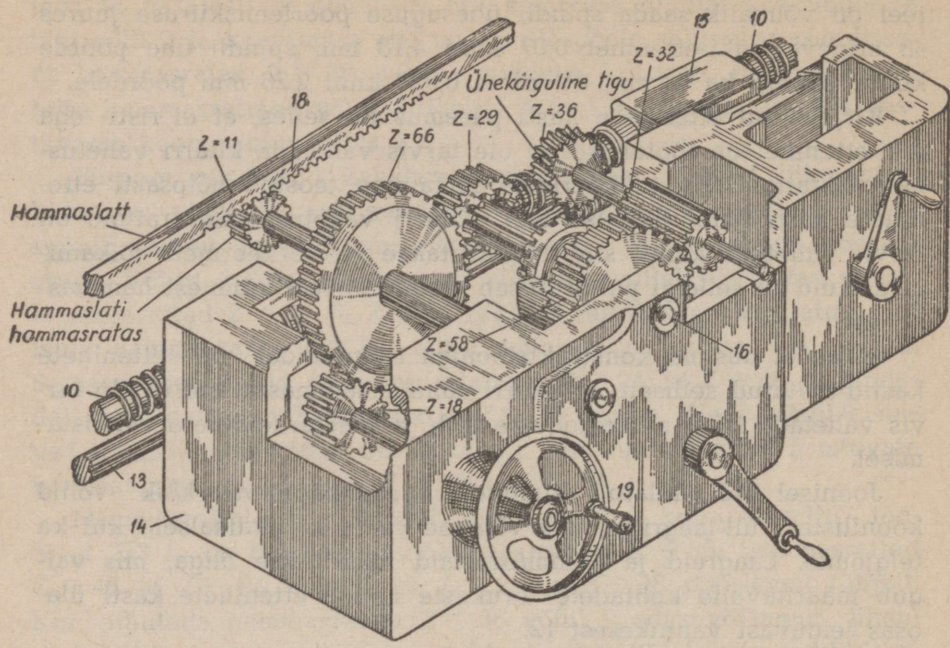
Joonisel 273 näidatud ettenihete kastis pöörlevad kõik võllid koonilistes rull-laagrites, mis võtavad vastu nii radiaalseid kui ka telgjõude. Laagreid ja hammasrattaid määritakse õliga, mis valgub määritavaile kohtadele torukeste kaudu ettenihete kasti ülaosas leiduvast vannikesest 12.

## § 84. Supordipõll.

Mehhanismid supordipõlles ja supordi enda mehhanism muundavad käigukruvi ja käiguvõlli pöörlemise lõiketera sirgjooneliseks liikumiseks.

Joonisel 274 on näidatud treipingi T-4 supordipõll (vt. ka joon. 265). Supordipõlles asetseb käigukruvi veomutter 15 (joonisel 265 ta pole nähtav); ta koosneb kahest poolest, mida saab kokku nihutada või laiali lükata (vt. § 14). Keermetamiseks suletakse käigukruvi mutri mõlemad pooled ja pannakse käigukruvi 10 pöörlema. Selle tagajärjel mutter ühes supordipõlle ja supordiga hakkab liikuma piki treipingi telge. Harilikel treialitöödel treitera saab ettenihet käiguvõllilt 13. Sellega hoitakse käigukruvi 10 liigse kulumise eest ja säilitatakse tema täpsus, mis on tarvilik täpsete keermete saamiseks.

Käiguvõlli 13 otsas on ühekäiguline tigu, mille kiil liugub võlli pikas kiilunuudis. Kui põll liigub pikisuunas, siis ta viib tigu

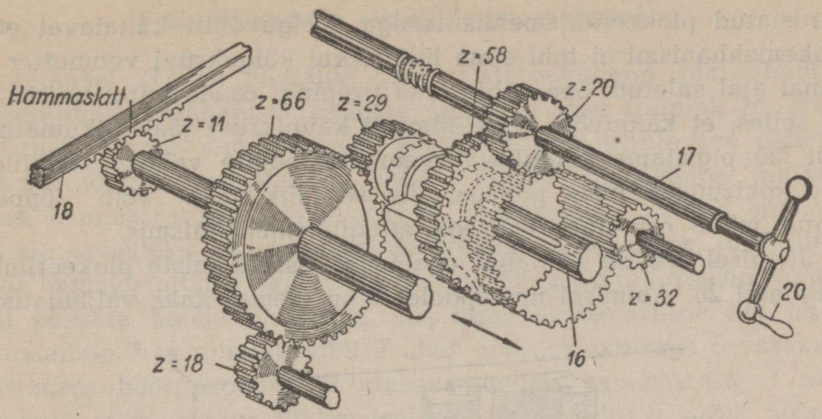



Joon. 274. Treipingi T-4 supordipõll.

endaga kaasa, kusjuures tigu kiil libiseb piki käiguvõlli kiilunuuti.

Käiguvõlli pöörlemine kandub tigule, seejärel ka tigurattale Z = 36 ja viimasega ühisel võllil istuvale pikkade hammastega hammasrattale Z = 32. Hammasrattaga Z = 32 on hambumises hammasratas Z = 58, mis istub liuguva kiilu peal võllil 16 (joonisel 265 pole nähtav). Hammasratast Z = 58 saab nihutada piki võlli 16 sel viisil, et tema otspinnas olevad nukid ühenduksid hammasratta Z = 29 nukkidega või et ta hambuks hammasrattaga Z = 20 (joon. 275), mis istub supordi risti-ettenihkekruvil 17 (pole joonisel 274 nähtav).

Joon. 275 näitab võllil 16 istuvat hammasratast Z = 58 ühendatuna nukkide abil hammasrattaga Z = 29; viimane on omakorda hambumises hammasrattaga Z = 66, mis istub ühisel võllil hammaslatt-ajami hammasrattaga Z = 11. Hammasratta Z = 58 see-




Joon. 275. Supordipõlle hammasrattad piki- ja risti-ettenihke teostamiseks.

suguse ühendusviisi puhul hammasratas Z = 11 hakkab pöörlema ning veereb mööda hammaslatti 18 (vt. ka joon. 265), mis on kruvidega kinnitatud treipingi sängi külge. Seejuures hammasratas 11 tõmbab endaga kaasa supordipõlle ja supordi, andes treiterale pikiettenihke-liikumise.

Supordi edasinihutamine pikisuunas võib toimuda ka käsitsi, keerates käsiratast 19 (joon. 274), mis annab pöörlemise edasi hammasrataste Z = 18 ja Z = 66 kaudu hammasrattale Z = 11; viimane hakkab veerema mööda hammaslatti 18.

Kui me viime hambumisse hammasratta Z = 58 hammasrattaga Z=20 (see asend on näidatud joonisel 275 punktiiriga), siis hakkab pöörlema supordi risti-ettenihkekruvi 17, teostades seega treitera automaatset risti-ettenihet. Tera käsitsi risti-ettenihe teostub kruvi 17 otsas istuva käepideme 20 keeramise teel.

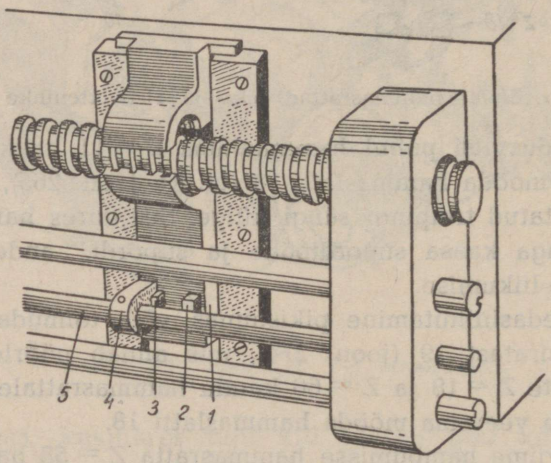
Käigukruvi sisselülimine teostub veomutri abil. Joonisel 25 me näitasime veomutri konstruktsiooni, kus veomutri pooled lähendatakse või lükatakse laiali spiraalsete sisselõigetega varustatud ketta abil. Seda konstruktsiooni võib üsna sageli näha uusimatki tüüpi treipinkidel; ta on näidatud ka joonisel 276.

## § 85. Plokeerimine.

Selleks, et ära hoida ebaõigeid sisselülimisi, mis võiksid põhjustada treipingi üksikosade purunemist, on supordipõlled tavaliselt

varustatud plokeerimismehhanismiga. Käiguvõllilt käitatavat ettenihkemehhanismi ei tohi sisse lülida, kui käigukruvi veomutter on samal ajal suletud. See põhjustaks treipingi osade purunemist. Asi on selles, et käiguvõlli sisselülimisel käigukruvi jääb liikumatuks. Kui me pigistame käigukruvi veomutri poolte vahele, mis liiguvad pikisuunas ühes põllega, siis see liikumine võib lõppeda ainult mõne osa purunemisega ettenihkemehhanismis.

Joonisel 276 on näidatud ebaõigete sisselülimiste plokeerimine treipingil 26. Alumisel mutripoolel 1 on olemas kaks väljaulatist 2

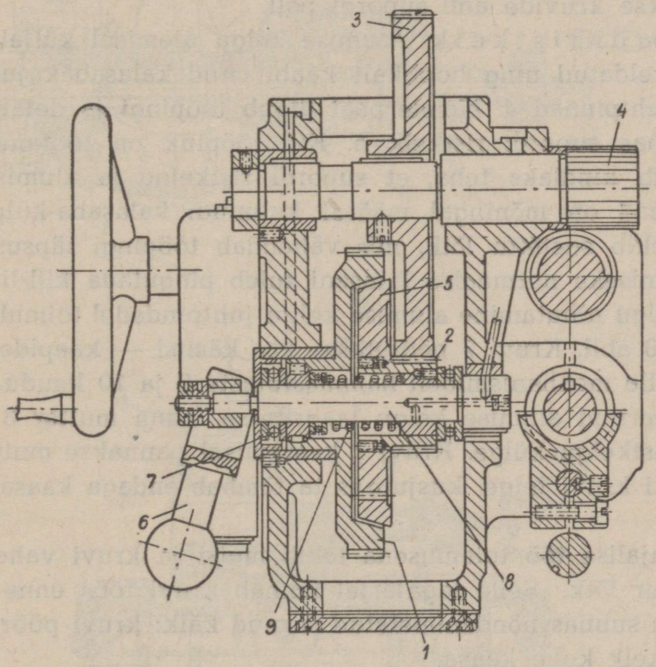



Joon. 276. Treipingi 26 veomutter ja plokeerimismehhanism.

ja 3, millede kohal asetseb võllil 5 eriline peataja 4. Võll 5 võib liikuda piki telge, võttes sealjuures kolm erinevat asendit. Võlli 5 äärmistes asendites, mis vastavad käiguvõlli ettenihke sisselülimisele, peataja 4 asetseb kas väljaulatise 2 või väljaulatise 3 kohal. Seetõttu ei ole võimalik tõsta alumist mutripoolt 1 ega järelikult ühendada mõlemaid mutripooli käigukruviga. Võlli 5 keskmises asendis, mis vastab käiguvõlli ettenihke väljalülimisele, peataja 4 on väljaulatiste 2 ja 3 vahel; selles asendis saab tõsta mutripoolt 1 ning ühendada veomutter käigukruviga. Samal ajal ei ole võimalik nihutada võlli 5 piki telge, sest et peataja 4 asub mõlema väljaulatise vahel.

## § 86. Ettenihete sisselülimise mehhanism.

Joonisel 277 on näidatud väga otstarbekohane piki-ettenihke sisselülimise mehhanism, millega on varustatud treipink 26. Hammasratas 1 saab siin liikumise käiguvõllilt; ta ei ole aga pidevalt ühendatud hammasrattaga 2, mille kaudu pöörlemine antakse edasi hammasrattale 3 ja liikumatu hammaslatiga seotud hammasrattale 4. Selleks, et hammasratas 4 hakkaks pöörlema, tuleb ühendada hammasrattad 1 ja 2 hõõrdesiduri abil. Seda tehakse hoovaga 6. Kui pöörata hooba ülespoole, siis tema ekstsentriline ots surub terasseibile 7 ja nihutab võlli 8 ühes hõõrdekoonusega 5 vasakule, kusjuures hõõrdekoonus surutakse tihedalt hammasratta 1 sisekoonuse sisse. Hoova lükkamisel allapoole vedru 9 surub hõõrdekoonuse otsekohe hammasratta 1 seest välja, peatades seega ettenihkemehhanismi.




Joon. 277. Ristlõige treipingi 26 supordipõllest piki-ettenihke lülitusmehhanismi tasapinnas.

Täpselt samasuguse mehhanismi abil teostub ka risti-ettenihke sisse- ja väljalülimine.

Piki- ja risti-ettenihke lülitushoovad asetsevad supordipõlle eespoolsel seinal, otse treiali käte ulatuses. Treial võib käsitseda neid nende poole vaatamata.

## § 87. Treipingi suport.

Kelk. § 13 kirjeldasime treipingi supordi ja tema tähtsamate osade tööd. Joonisel 278 on näidatud treipingi 26 supordi konstruktsioon.

Supordi alumine malmplaat 1, mida nimetatakse alumiseks kelguks, asub otse sängi juhtpindadel 2. Kelgu 1 libisedes piki sängi juhtpindu saab treitera treipingi telje suhtes piki-ettenihke. Selle kelgu alumise tasapinna 3 külge (kelgu eespoolses otsas) kinnitatakse kruvide abil supordi põll.

Supordi ristkelk. Alumise kelgu ülemisel küljel on täpselt hööveldatud ning hoolikalt kaabitsetud kalasabakujulise ristlõikega juhtpinnad 4. Nende peal liigub tööpingi ja detaili teljele risti suunas supordi ristkelk 5. Kui tööpink on töötanud mõnd aega, võib kindlaks teha, et supordi ristkelgu ja alumise kelgu puutepinnad on mõningal määral kulunud: kalasaba-külgpindade vahele tekib seetõttu lõtk, mis vähendab tööpingi täpsust. Lõtku reguleerimiseks normaalse laiuseni tuleb pingutada kiil-liistu 6.

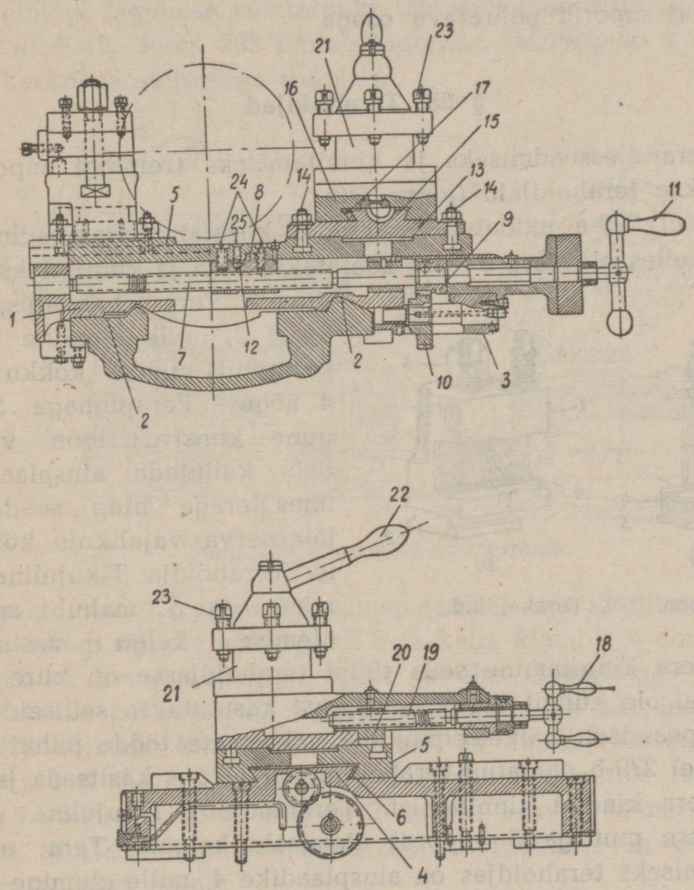
Ristkelgu nihutamine alumise kelgu juhtpindadel toimub kruvi 7 ja mutri 8 abil. Kruvi 7 pööratakse kas käsitsi — käepidemega 11 — või põlle mehhanismidelt hammasrataste 9 ja 10 kaudu. Kruvi 7 on monteeritud alumise kelgu laagritesse, kuna mutter 8 on kinnitatud ristkelgu külge. Kruvi 7 keeramisel pannakse mutter 8 liikuma piki kruvi telge, kusjuures ta tõmbab endaga kaasa supordi ristkelgu.

Mõneajalise töö tulemusena tekib mutri ja kruvi vahele võrdlemisi suur lõtk. Selle tagajärjel ilmneb kruvi töös enne ühes ja siis teises suunas nõndanimetatud surnud käik: kruvi pöördudes ei liigu ristkelk kohe kaasa.

Lõtku vähendamiseks normaalse suuruseni kasutatakse kiilu 12. Selsamal otstarbel mutter 8 on tehtud kahes jätkus, mis on kin-

nitatud ristkelgu külge eraldi kruvidega 24. Kui pisut lõdvendada neid kruve ja nihutada kiilu 12 kruvi 25 abil allapoole, siis mõlemad mutrijätkud nihkuvad teineteisest eemale ning pikilõtk kruvi ja mutri vahel väheneb. Reguleerinud selliselt lõtku, tuleb kruvid uuesti pingutada, mis kinnitavad mutri 8 jätkusid.

Supordi pööratav osa. Ristkelgu 5 ülemises tasapinnas on silindriline süvend, millesse sobib vastav väljaulatis supordi pööratavaal osal 13. Pööratav osa kinnitatakse kahe poldiga 14, millede nelikantpead mahuvad ringsoonde ristkelgus.




Joon. 278. Treipingi 26 suport.

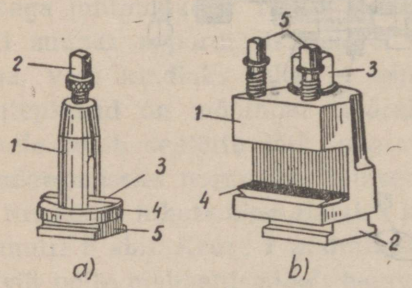
Eespool nägime, et supordi pööratavat osa kasutatakse koonuste treimisel.

Ülemine kelk. Supordi pööratava osa 13 ülemisel tasapinnal on hööveldatud kalasabakujulised juhtpinnad 15; neil liigub supordi ülemine kelk 16. Nagu ristkelgul, nii tuleb siingi juhtpindade liigse lõtku kõrvaldamiseks pingutada kiilu 17, vähendades sellega lõtku normaalse suuruseni. Supordi ülemise kelgu nihutamine mööda pööratava osa juhtpindu on teostatav ainult käsitsi; selleks keeratakse käepidet 18, mis pöörab kruvi 19. Kruvi 19 pöörleb supordi ülemise kelgu laagreis, kuna tema mutter 20 on ühendatud supordi pööratava osaga.

## § 88. Terahoidjad.

Treitera ülesseadmiseks ja kinnitamiseks treipingi supordisse kasutatakse terahoidjaid (joon. 279).

Joonisel 279-a näidatud terahoidja kujutab endast silindrilist keha 1; selles olevasse avasse asetatakse tera ja kinnitatakse poldiga 2. Tera lebab alusplaadikesel 3, mille alumine kumer kerapind puutub kokku ketta 4 nõgusa kerapinnaga. Seesugune konstruktsioon võimaldab kallutada alusplaadikest ühes teraga ning seada tera lõikeserva vajalikule kõrgusele. Terahoidja T-kujuline alumine osa 5 mahub supordi ülemise kelgu vastavasse nuuti. Tera kinnitamine seda tüüpi terahoidjasse on kiire, kuid kinnitus ei ole küllalt tugev; seepärast kasutatakse selliseid terahoidjaid peamiselt väiketreipinkidel väksemate tööde puhul.



Joon. 279. Terahoidjad.

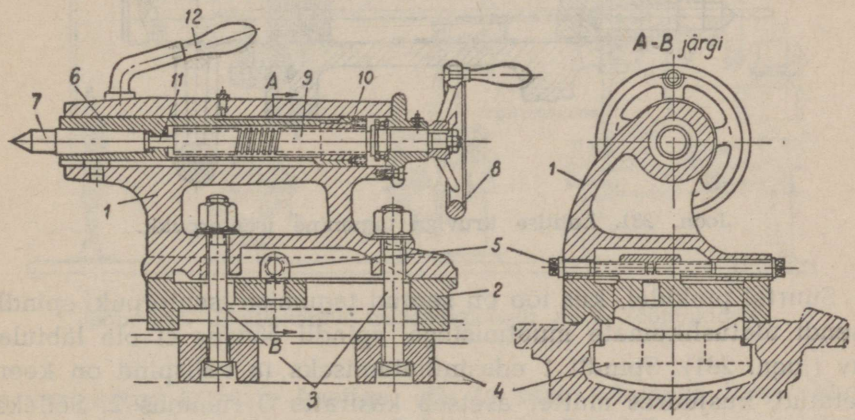
Joonisel 279-b näidatud terahoidjat on hõlpus käsitseda ja võimaldab tera kindlat kinnitamist. Terahoidja 1 T-kujuline osa 2 kinnitatakse mutriga 3 supordi ülemisele kelgule. Tera asendi reguleerimiseks terahoidjas on alusplaadike 4, mille alumine kerapind toetub vastavale kerapinnale terahoidja keres. Tera kinnita-

miseks on kaks polti 5. Seda tüüpi terahoidjaid kasutatakse nii väikestel kui ka suurtel treipinkidel.

Joonisel 278 on näidatud pööratav terahoidja 21, mis esineb eriti sageli keskmistel ja suurtel treipinkidel. Sellisesse terahoidjasse saab üles seada neli lõiketera; igaüks neist kinnitatakse kahe või kolme poldiga 23. Käepide 22 on terahoidja kinnitamiseks supordi ülemisele kelgule.

## § 89. Tagumine tsenterpukk.

Treipingi tagumise tsenterpuki tähtsamad osad on lühidalt kirjeldatud § 12. Joon. 280 näitab tagumise tsenterpuki konstruktsiooni keskmise suurusega treipingil.



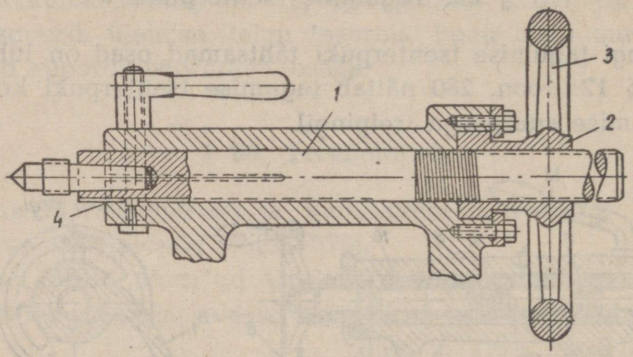

Joon. 280. Tagumine tsenterpukk.

Tsenterpuki kere 1 seisab alusplaadil 2, mis kinnitatakse kindlalt treipingi sängile kahe poldi 3 ja kahe klambri 4 abil. Tarvitusel on ka kinnitusviis ühe poldi ja ühe klambriga; mõnikord kasutatakse poldi asemel ekstsenter-kinnitajaga käepidet (vt. joonis 23). Viimane kinnitusviis on lubatav ainult väikeste lõikejõudude puhul. Kere 1 nihutamine alusplaadi 2 suhtes toimub kruvide 5 abil; sealjuures poltide 3 mutrid peavad olema lõdvemale lastud. Siinkohal meenutame, et kere nihutamine on vajalik koonuste treimise puhul.

Tsenterpuki keres 1 asetseb spindel 6, mille koonuspesasse ase-

tatakse tagumine tsenter 7. Spindli nihutamiseks keeratakse käsiratast 8; see pöörab kruvi 9, mis käib läbi spindli sisse pressitud mutrist 10. Kruvil 9 on peenem ots 11, mis lükkab tagumise tsentri spindli seest välja, kui spindel 6 on jõudnud oma äärmisse parempoolsesse asendisse.

Käepide 12 on spindli kinnitamiseks vajalikku asendisse. Selleks tõmmatakse kruviga kokku lahtilõigatud puksi pooled, mille sisepinnad liibuvad vastu spindlit.



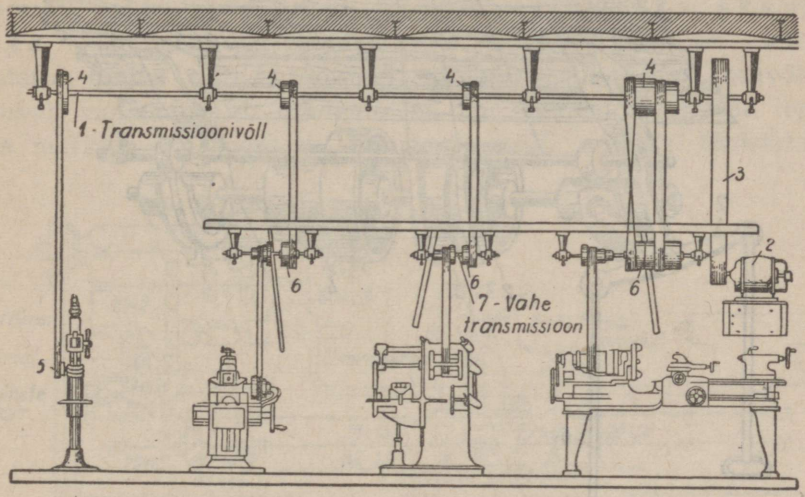

Joon. 281. Lahtise kruviga tagumine tsenterpukk.

Suurtel pinkidel, kus töö on seotud tagumise tsenterpuki spindli asendi ulatuslikumate muutmistega, spindli õõnsus ei ole läbiulatuv (joon. 281). Spindli 1 edasinihutamiseks ta välispind on keermetatud, kusjuures mutter asetseb käsiratta 3 rummus 2. Selleks, et käsiratta 3 keeramisel, s. o. spindli väljalükkamisel või sissetõmbamisel, spindel ei saaks pöörelda, varustatakse ta kiilunuudiga, millesse ulatub tsenterpuki keres istuv kiil 4. Seesuguseid tsenterpukke nimetatakse lahtise kruviga tsenterpukkideks, vastandina tavalistele tsenterpukkidele, mida nimetatakse kinnise kruviga tsenterpukkideks (joon. 280).

## § 90. Treipinkide ajamid.

Mehhanisme, millede kaudu teostub liikumise edasiandmine tööpingile, nimetatakse pingi ajamiteks. Ajamid võivad olla kahte tüüpi: transmissioon-ajam (rühm-ajam) ja individuaal-ajam.

Transmissioon-ajami korral saab ühiselt transmissioonivõllilt 1 liikumise terve tööpinkide rühm (joon. 282). Transmissioonivõll saab pöörlemise eri elektrimootorilt 2 rihm-ajami 3 kaudu. Võllil 1 on iga tööpingi kohta omaette rihmarattad 4, milledelt antakse pöörlemine edasi rihm-ajamite kaudu kas otse tööpingi rihmarattale 5 või vahetransmissioonide 7 rihmaratastele 6. Kui treipink

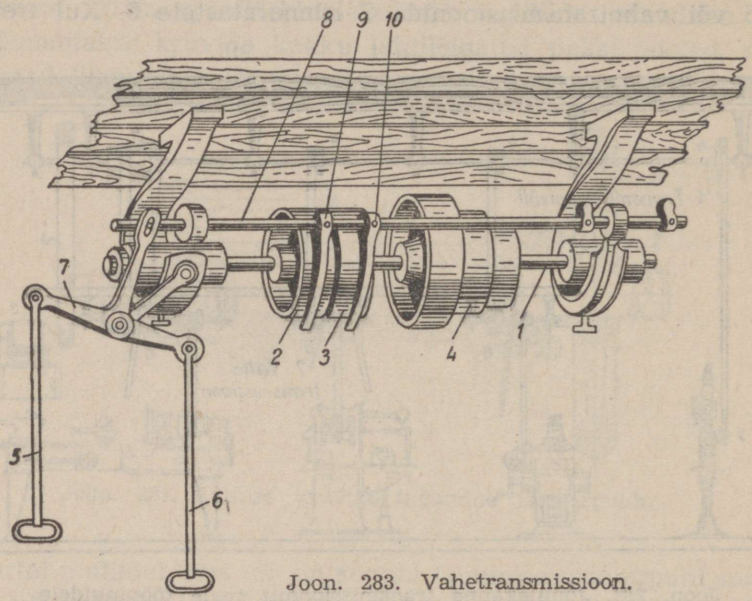



Joon. 282. Jõuülekanne transmissioonilt reale tööpinkidele.

on varustatud kiiruste kastiga, siis ta saab liikumise ilma vahetransmissioonita. Kui aga treipingi spindlikastil on astmeline rihmaratas, siis antakse pöörlemine transmissioonivõllilt 1 enne vahetransmissioonile 7, ja alles selle kaudu treipingile.

Transmissioon-ajam. Joonisel 283 on näidatud vahetransmissioon ilma reversiivmehhanismita. Vahetransmissiooni võllil 1 istub kaks rihmaratast: kiilul kinnitatud tööratas 2 ja vabalt pöörlev tühikäigu-ratas 3. Joonisel 282 näidatud transmissioonivõll kannab jäigalt istuvat kahekordselt laia pöiaga rihmaratast, mille rihm ajab ringi kas tööratast 2 või tühikäigu-ratast 3. Kui rihm asetseb töörattal 2, siis vahetransmissiooni võll 1 pöörleb; ühes sellega pöörleb ka võllile kinnitatud kolmeastmeline rihmaratas 4, mille kaudu pöörlemine antakse edasi tööpingile.

Kui me aga asetame rihma tühikäigu-rattale 3, siis tööpink jääb seisma, sest et võll 1 ja järelikult ka kolmeastmeline rihmaratas 4 lakkavad pöörlemast. Rihma ümberasetamine toimub tõmmiste 5 ja 6, kolme õlaga hoova 7, võlli 8 ja rihmanihutite 9 ja 10 abil.




Joon. 283. Vahetransmissioon.

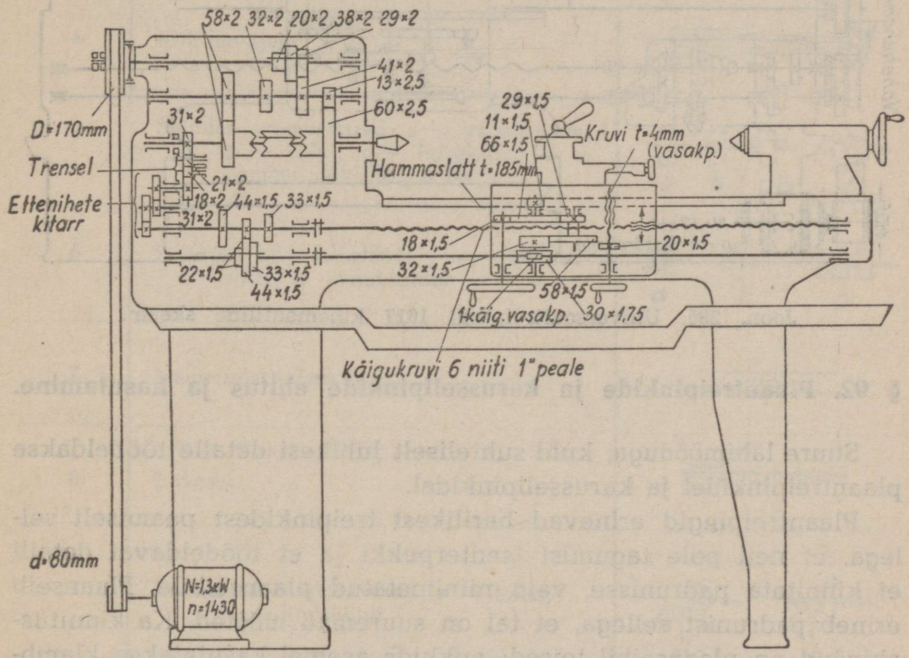
I n d i v i d u a a l - a j a m. Rõhuv enamik nüüdisaegseid treipinke on varustatud niinimetatud individuaal-ajamiga: igal tööpingil on omaette elektrimootor, mõnikord isegi mitu. Elektrimootor võib asetseda põrandal tööpingi kõrval, seinas oleval kronsteinil, tööpingi kerel või selle sees. Uusimate tööpinkide mootorid on asetatud kere sisse; see on väga otstarbekohane, sest et sel juhul mootor ei võta töökojas lisaruumi, ei sega töölist ja on peale selle kaitstud tolmu, mustuse ja laastupuru eest.

Individuaal-ajamil on väga suured paremused võrreldes transmissioon-ajamiga. Tema tarvituselevõtmine võimaldab tööpinke paremini paigutada, samuti ka parandada töökoja valgustustingimusi, kõrvaldades segavad rihmad ja vähendada müra. Tunduvalt väheneb ka elektrienergia kulu.

## § 91. Treipinkide kinemaatilised skeemid.

Masinaehitustehastes leidub üsna mitmesuguse konstruktsiooniga treipinke. Nad erinevad üksteisest oma väliselt kujult, mõõdetelt, üksikute detailide ehitusviisilt, pöörete arvu ja ettenihke suuruse muutmise abinõudelt jne.

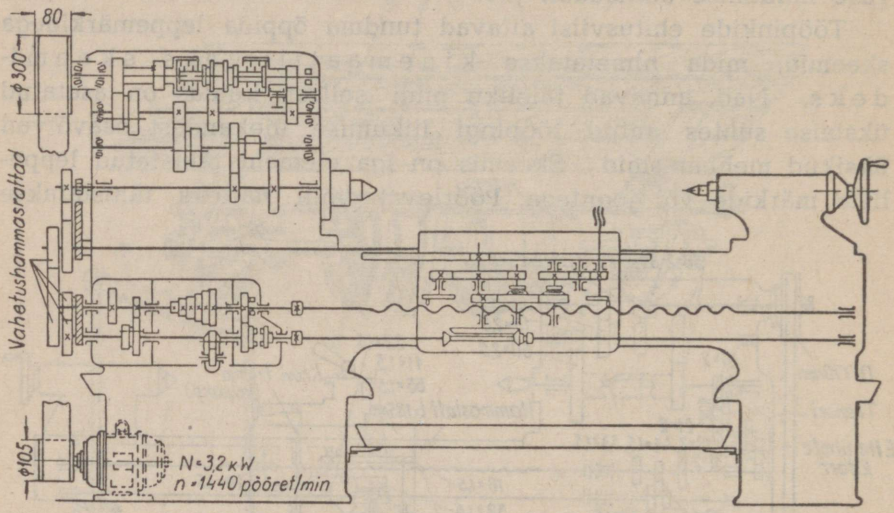
Tööpinkide ehitusviisi aitavad tundma õppida leppemärkidega skeemid, mida nimetatakse kinemaatilisteks skeemideks. Nad annavad täieliku pildi sellest, kuidas on asetatud üksteise suhtes antud tööpingi liikumise ülekandest osavõtvad üksikud mehhanismid. Skeemis on iga element tähistatud leppeliste märkide või joontega. Pöörlevat võlli näiteks tähistatakse




Joon. 284. Universaaltreipingi T-4 kinemaatiline skeem.

tavaliselt sirgjoonega, kandelaagreid — kriipsudega mõlemal pool võlli, hammasratast — ristkülikuga, mille kõrvale on märgitud hammaste arv ja moodul.

Tabelis 5 on toodud kõige tähtsamate ning kõige sagedamini esinevate detailide ja mehhanismide leppemärgid. Joonisel 284 on universaaltreipingi T-4 kinemaatiline skeem, joonisel 285 — universaaltreipingi 1617 skeem. Mõlemas skeemis on kasutatud tabelis 5 toodud leppemärke.




Joon. 285. Universaaltreipingi 1617 kinemaatiline skeem.

## § 92. Plaantreipinkide ja karussellpinkide ehitus ja kasutamine.

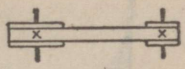
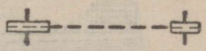
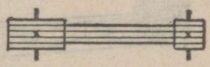
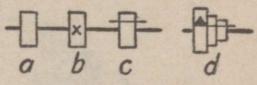
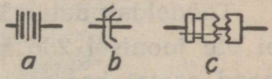
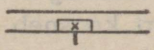
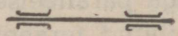
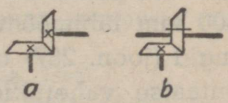
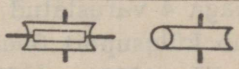
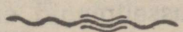
Suure läbimõõduga, kuid suhteliselt lühikesi detaile töödeldakse plaantreipinkidel ja karussellpinkidel.

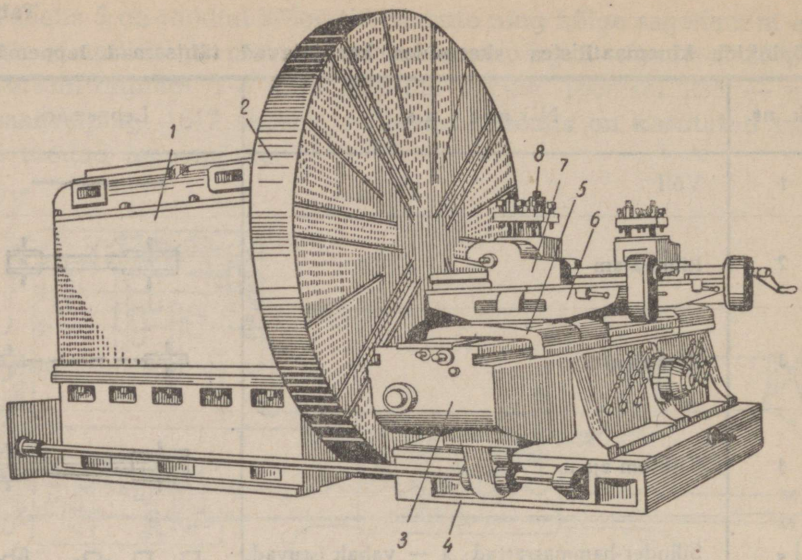
Plaantreipingid erinevad harilikest treipinkidest peamiselt sellega, et neil pole tagumist tsenterpukki ja et töödeldavat detaili ei kinnitata padrunisse, vaid niinimetatud plaanseibile. Plaanseib erineb padrunist sellega, et tal on suuremad mõõted. Ka kinnitusabinõud on plaanseibil teised: nukkide asemel kasutatakse klambreid, polte jms. Kui plaanseib on väga suuremõõteline (plaanseibid läbimõõduga 2—3 m ei ole sugugi haruldused), siis ei ole treipingil ka piki-juhtpindadega sängi.

Plaantreipink on näidatud joonisel 286. Tema spindlikastis 1 on kiiruste kast; spindlile on kinnitatud plaanseib 2.

Tabel 5.

**Tööpinkide kinemaatilistes skeemides kasutatavad tähtsamad leppemärgid.**

| Jrk. nr. | Nimetus | Leppemärk |
|---|---|---|
| 1 | Võll |  |
| 2 | Rihm-ajam |  |
| 3 | Kett-ajam |  |
| 4 | Kiilrihm-ajam |  |
| 5 | Silinder-hammasrattad: a — vabalt istuvad, b — kiilul, c — liugekiilul, d — hammasplokk liugekiilul |   |
| 6 | Sidurid: a — lamellsidur, b — koonussidur, c — nukksidur |   |
| 7 | Hammaslatt-ajam |  |
| 8 | Laagrid |  |
| 9 | Koonilised hammasrattad: a — kiilul, b — liugekiilul |   |
| 10 | Tigu-ajam (tigu ja tiguratas) |  |
| 11 | Käigukruvi ja mutter |  |



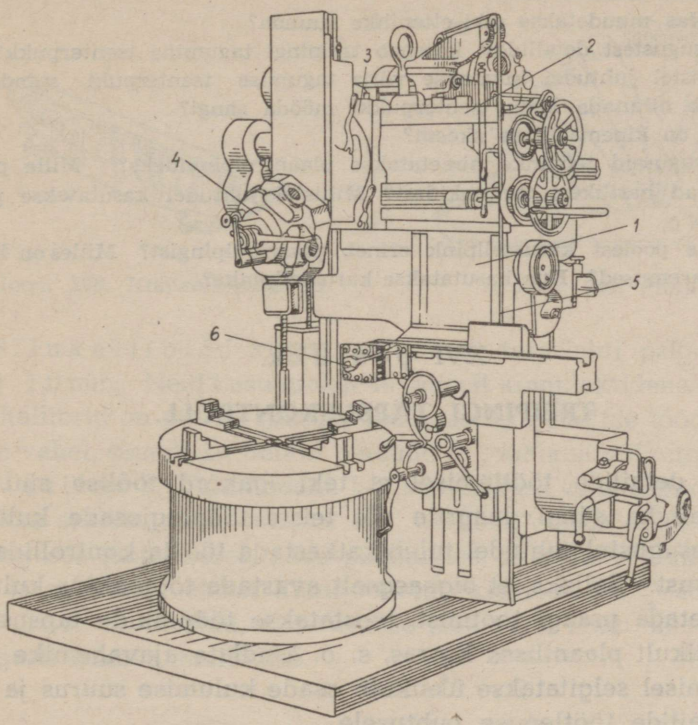

Joon. 286. Plaantreipink.

Töödeldav detail kinnitatakse plaanseibile nelja nuki abil (nukid ei ole joonisel 286 näidatud), mõnikord aga ka poltidega, millede pead asetatakse plaanseibi T-kujulistesse nuutidesse. Kahe suportdiga ristsäng 3 asetseb omaette alusplaadil 4, spindlikastist eraldi. Suport koosneb alumisest kelgust 5, mis liigub ristisuunas sängi 3 juhtpindadel, pööratavast osast 6, mida saab asetada kas spindli teljega paralleelselt või nurga alla, ülemisest kelgust 7, millele on kinnitatud terahoidja 8.

Karussellpingil on — erinevalt plaantreipingist — horisontaalne plaanseib detailide ülesseadmiseks ja kinnitamiseks. Kuni 1500 mm läbimõõduga detailide töötlemiseks ettenähtud karussellpingid (joon. 287) on ühe vertikaalse sambaga 1 traaversiga (horisontaalse vahetükiga) 2. Traaversi juhtpindadel liigub revolverpeaga 4 varustatud kelk 3. Samba vertikaalseil juhtpindadel 5 liigub külgsuport 6.

Üle 1500 mm läbimõõduga detailide töötlemiseks määratud karussellpingid on kahe vertikaalse sambaga. Nende plaanseibi läbimõõt ulatub kuni 10 m, mõnel juhul isegi üle selle.

Detailide ülesseadmine ja kinnitamine karussellpinkidel on palju hõlpsam kui plaantreipinkidel. Seepärast on karussellpingid plaantreipingid peaaegu täielikult välja tõrjunud.




Joon. 287. Karussellpink.

**Kontrollküsimusi.**

1. Milles seisavad kiiruste kastiga varustatud tööpingi paremused võrreldes astmelise rihmarattaga varustatud tööpingiga?
2. Missugustest põhimehhanismidest koosneb kiiruste kast?
3. Kuidas reguleeritakse spindli eesmise ja tagumise laagri pukse?
4. Mis otstarve on spindli tugilaagreil?
5. Kuidas teostub spindli pöörlemiskiiruse muutmine?
6. Milles on hõõrdesidurite head ja halvad omadused?
7. Missuguseid reversiivmehhanismide konstruktsioone kasutatakse spindli, käigukruvi ja käiguvõlli pöörlemissuuna muutmiseks?
8. Kuidas on ehitatud treipingi T-4 ettenihete kast?

9. Missugustest põhimehhanismidest koosneb treipingi supordipõll?
10. Mispärast ei saa ühekorraga sisse lülida ettenihet käiguvõllilt ja käigukruvilt?
11. Missugustest põhiosadest koosneb treipingi suport ja mis suunas liiguvad supordi üksikud osad?
12. Kuidas muudetakse piki-ettenihke suunda?
13. Missugustest detailidest koosneb treipingi tagumine tsenterpukk?
14. Millistel juhtudel lükatakse välja tagumise tsenterpuki spindel ja millal tuleb nihutada kogu tsenterpukki mööda sängi?
15. Mis on kinemaatiline skeem?
16. Missuguseid tööpinke nimetatakse plaantreipinkideks? Mille poolest nad erinevad harilikest treipinkidest? Millistel juhtudel kasutatakse plaantreipinke?
17. Mille poolest karussellpink erineb plaantreipingist? Milles on karussellpingi paremused? Kus kasutatakse karussellpinke?

## XVI peatükk.

## TREIPINGI TÄPSUSKONTROLL.

Praak detailide töötlemisel ei teki igakord töölise süü läbi, vaid sageli ka sängi, laagrite või teiste tööpingiosade kulumise tõttu. Seesugustel juhtudel tuleb katkestada töö ja kontrollida tööpingi täpsust. Selleks, et õigeaegselt avastada tööpinkide kulumist ning ennetada praagi tootmist, teostatakse tööpinkide täpsuskontrolli harilikult plaanilises korras, s. o. kindlate ajavahemike järel. Kontrollimisel selgitatakse üksikute osade kulumise suurus ja selle mõju detailide töötlemise puhtusele.

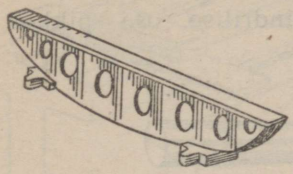
### § 93. Kontroll-mõõteriistad tööpinkide täpsuskontrollimiseks.

Tööpinkide täpsuskontrollimiseks kasutatakse järgmisi kontroll-mõõteriistu: kontroll-joonlauda, pilukaliibreid, vesiloodi, indikaatorit, kontrolltorne ja pöörete arvu lugejat.

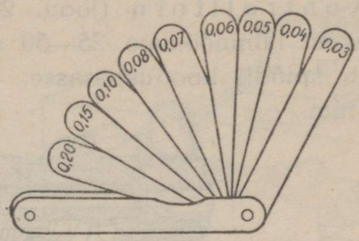
K o n t r o l l - j o o n l a u a d. Kontroll-joonlaudu kasutatakse tasapindade õigsuse kontrollimiseks. Pikemad neist joonlaudadest on sängi juhtpindade sirgjoonelisuse kontrollimiseks.

Kontroll-joonlauad (joon. 288) valmistatakse malmist või terasest. Vajaliku tugevuse saavutamiseks ja läbipaindumise võimaluste vähendamiseks varustatakse nad ribidega. Kontroll-joonlau-

dade pikkus on 500 kuni 6000 mm, nende laius — 30 kuni 120 mm. Nad nõuavad hoolikat käsitsemist. Nende mõõtepindu tuleb õlitada, selleks et vältida nende roostetumist.



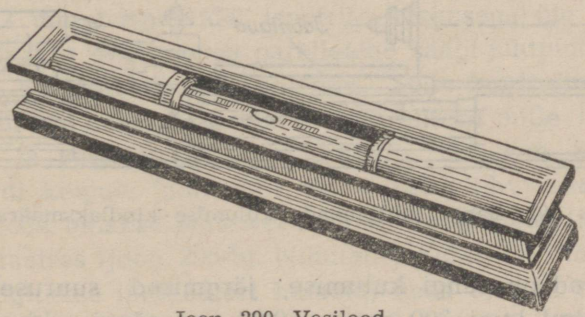
Joon. 288. Kontroll-joonlaud.




Joon. 289. Pilukaliibrid.

P i l u k a l i i b r i d kujutavad endast teraslehti paksusega 0,03 kuni 1,0 mm. Neid kasutatakse tavaliselt komplektidena (joon. 289). Pilukaliibrid on pilude suuruse mõõtmiseks detailide töödeldud pindade vahel, samuti ka detaili pindade ja joonlaua või nurgiku vahel.

V e s i l o o d. Juhtpindade horisontaalsuse kontrollimiseks kasutatakse seadist, mille nimeks on „vesilood" (joon. 290). Vesiloodi pikerguses metallkeres, selle pikisuunas, asetseb vedelikuga täidetud ja mõlemast otsast kinnijoodetud klaastoruke. Vedeliku hulk on selliselt arvestatud, et torukesse jääb veidi õhku, mis moodustab kergesti liikuva mullikese.

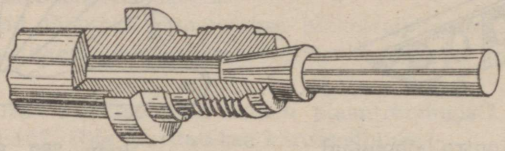


Joon. 290. Vesilood.

Kui vesilood on rangelt horisontaalses asendis, siis õhumullike on täpselt torukese keskel. Kui me kallutame vesiloodi ühele või

teisele poole, siis mullike liigub vastassuunas, kusjuures tema kõrvalekaldumise suurust saab lugeda vesiloodil olevate jaotuste järgi. Sel moel, asetanud vesiloodi kontrollitavale pinnale, me saame kiiresti kindlaks teha selle pinna kallakuse suuruse.

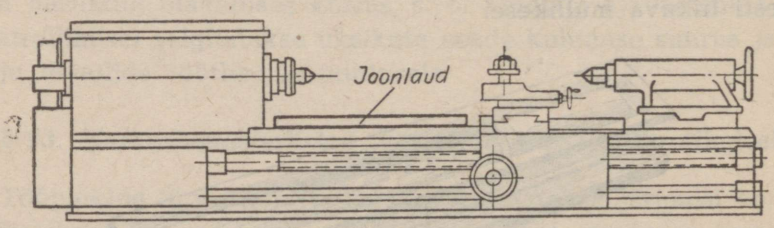
K o n t r o l l t o r n (joon. 291) kujutab endast täpset lihvitud võllikest läbimõõduga 25—50 mm. Tornil on kooniline saba, mis sobib spindli koonuspesasse. Torni silindrilise osa pikkus on 300 mm.



Joon. 291. Kontrolltorn.

## § 94. Treipingi täpsuskontrollimise meetodid.

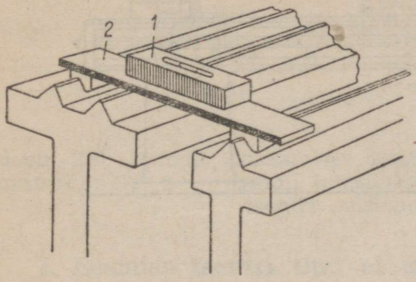
1. Sängi juhtpinnad peavad olema pikisuunas sirgjoonelised. Kulumise korral tekib neisse soonekesi, kriimustusi ja isegi mõlke. Kulumist saab avastada silmaga vaatlemisel või mõõteriistade abil. Kulumise suuruse kindlakstegemiseks asetatakse kontroll-joonlaud k (joon. 292) igale kontrollitavale juhtpinnale ja mõõdetakse plukaliibriga juhtpinna ja joonlaua vahelist pilu.



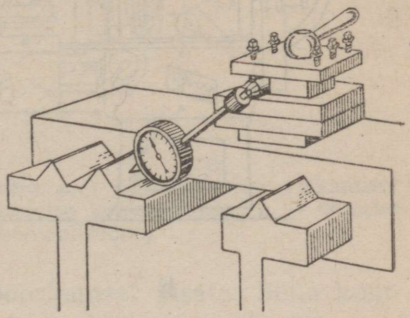

Joon. 292. Sängi juhtpindade kulumise kindlaksmääramine.

Lubatavad on sängi kulumise järgmised suurused: tsentrite kõrguse puhul kuni 300 mm — 0,02 mm sängi pikkuse 1000 mm kohta; tsentrite kõrguse puhul üle 300 mm — 0,03 mm sama pikkuse kohta. Uutel ja ka remonditud tööpinkidel võib see kõrvalekaldumine olla ainult kumeruse, mitte aga nõgususe suunas.

2. Sängi juhtpinnad ei tohi olla pikisuunas lainjalt kaardunud. Kontrollimine toimub vesiloodi abil, nagu on näidatud joonisel 293: plaadikest 2 ühes sellele asetatud vesiloodiga 1 nihuta-




Joon. 293. Sängi kõveruse kindlakstegemine.

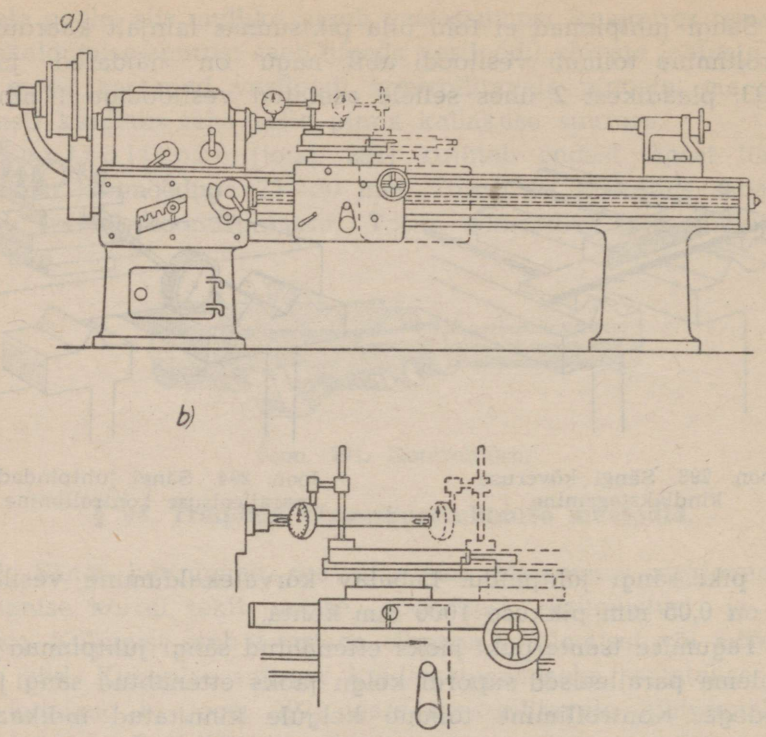


Joon. 294. Sängi juhtpindade paralleelsuse kontrollimine.

takse piki sängi juhtpindu. Lubatav kõrvalekaldumine vesiloodi järgi on 0,05 mm pikkuse 1000 mm kohta.

3. Tagumise tsenterpuki jaoks ettenähtud sängi juhtpinnad peavad olema paralleelsed supordi kelgu jaoks ettenähtud sängi juhtpindadega. Kontrollimine toimub kelgule kinnitatud indikaatori abil (joon. 294), nihutades kelku piki sängi. Seejuures indikaatori tihvt toetub vastu tagumise tsenterpuki juhtpinda. Lubatav hälve on kuni 0,01 mm treipinkidel tsentrite kõrgusega kuni 200 mm ja kuni 0,02 mm treipinkidel tsentrite kõrgusega üle 200 mm.

4. Spindli telg peab olema paralleelne sängi juhtpindadega vertikaalses ja horisontaalses tasapinnas. Selle kontrollimiseks pannakse spindli koonuspesasse täpne kontrolltorn mille läbimõõt on 25—50 mm ja väljaulatuva osa pikkus — 300 mm. Siis kinnitatakse supordi kelgule indikaator, nii et selle tihvt saaks libiseda piki torni. Seda tehakse enne vertikaalses tasapinnas (joon. 295-a), siis horisontaalses (joon. 295-b). Nihutades kelku piki torni 300 mm ulatuses, jälgitakse indikaatori hälbeid; need ei tohi ületada vertikaalses tasapinnas 0,01 mm treipinkidel tsentrite kõrgusega kuni 200 mm ja 0,02 mm treipinkidel tsentrite kõrgusega kuni 400 mm. Indikaatori hälbed horisontaalses tasapinnas ei tohi ületada 0,01 mm mistahes tsentrite kõrgusega treipinkidel.



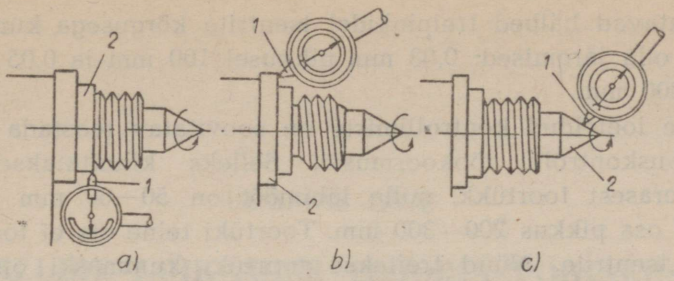

Joon. 295. Spindli telje ja sängi juhtpindade paralleelsuse kontrollimine: a — indikaator on kinnitatud vertikaalses tasapinnas; b — indikaator on kinnitatud horisontaalses tasapinnas.

Torni hälve vertikaalses tasapinnas tohib olla ainult ülespoole, horisontaalses tasapinnas aga ainult lõiketera poole.

5. Spindli kael ei tohi pöörlemisel „visata". Seda kontrollitakse terahoidjasse kinnitatud indikaatoriga. Kontrollimisel peab indikaatori tihvt 1 toetuma vastu spindli kaela 2 (joon. 296-a). Lubatav hälve on 0,01 mm treipinkidel tsentrite kõrgusega kuni 350 mm ja 0,02 mm treipinkidel tsentrite kõrgusega üle 350 mm.

6. Spindel ei tohi pöörlemisel liikuda telgsuunas. Kontrollimine toimub nagu eelmiselgi juhul, kuid indikaatori tihvt toetatakse vastu spindli laiendi otspinda 2 (joon. 296-b).

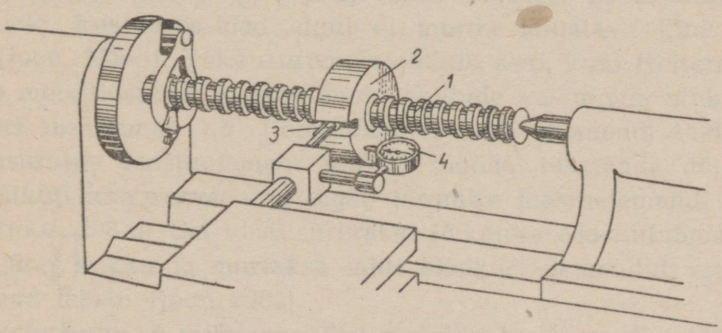
Lubatavad hälbed on niisama suured, nagu spindli kaela „viskamise" kontrollimisel.




Joon. 296. Spindli „viskamise" kontrollimine: a — spindli kaela „viskamise" kontrollimine; b — spindli telgsuunas nihkumise kontrollimine; c — eesmise tsentri „viskamise" kontrollimine.

7. Eesmise tsentri tipp ei tohi pöörlemisel visata. Selle kontrollimiseks kinnitatakse indikaator terahoidjasse (joon. 296-c) ja toetatakse tema tihvt 1 vastu eesmise tsentri koonuspinda 2. Lubatavad hälbed on niisama suured, nagu kahel eelmiselgi juhul.

8. Käigukruvi sammu täpsust kontrollitakse järgmisel viisil. Täpne keermetatud torn 1 asetatakse spindlikasti ja tagumise tsenterpuki tsentrite vahele (joon. 297). Tornile on peale keeratud täpne mutter 2; horisontaalsesse sisselõikesse mutri servas asetatakse kuulike pideme 3 otsas, mis ei lase mutrit pöörelda. Pide 3 on kinnitatud supordisse; tema teine haru kannab indikaatorit 4. Indikaatori tihvt toetub vastu mutri otspinda. Treipink häälestatakse torni keermesammule; siis käivitatakse pink suletud käigukruvi veomutriga ja jälgitakse indikaatori näitusid.




Joon. 297. Käigukruvi sammu täpsuse kontrollimine.

Lubatavad hälbed treipinkidel tsentrite kõrgusega kuni 400 mm võivad olla järgmised: 0,03 mm pikkusel 100 mm ja 0,05 mm pikkusel 300 mm.

Peale loeteldud kontrollimiste on soovitatav teostada treipingi lisa-täpsuskontrolli töökoormusel. Selleks kinnitatakse padrunisse terasest toortükk, mille läbimõõt on 50—60 mm ja väljaulatuva osa pikkus 200—300 mm. Toortüki teine ots ei toetu tagumisele tsentrile. Nüüd treitakse toortüki kummaski otsas 10—15 mm laiune riba ja mõõdetakse mikromeetriga nende ribade läbimõõdud. Läbimõõtude vahed näitavad koonilisust ja ovaalsust.

Lubatav koonilisuse hälve on 0,01 mm treipinkidel tsentrite kõrgusega 150—175 mm ja 0,02 mm treipinkidel tsentrite kõrgusega üle 175 mm. Ribade ovaalsuse mõõtmisel lubatav hälve on vastavalt 0,005 ja 0,01 mm.

**Kontrollküsimusi.**

1. Milleks teostatakse treipingi täpsuskontrollimist?
2. Millal võetakse ette treipingi täpsuskontroll?
3. Missuguseid mõõte- ja kontrollriistu kasutatakse kontrollimisel?
4. Missuguste treipingi tähtsamate osade täpsust kontrollitakse?
5. Kuidas toimub treipingi sängi täpsuskontroll?
6. Kuidas kontrollitakse spindli „viskamist“ telgsuunas ja lõtku radiaalsuunas?
7. Kuidas kontrollitakse treipingi täpsust töökoormusel?
8. Kuidas teostub käigukruvi sammu täpsuse kontroll?

KOLMAS OSA.

# METALLIDE LÕIKAMISE TEOORIA PÕHIALUSED. TREITERAD, NENDE VALMISTAMINE JA TERITAMINE.

## XVII peatükk.

## METALLIDE LÕIKAMISE TEOORIA PÕHIALUSED.

### § 95. Laastu tekkimine.

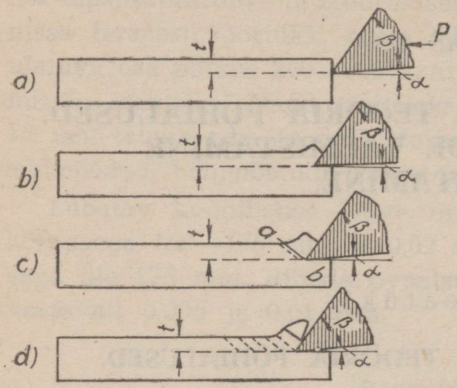
Paragrahvis 2 kirjeldasime lühidalt laastu tekkimise käiku metallide töötlemisel. Laastu tekkimisel on metallide lõikamise teooria ja praktika seisukohalt väga suur tähtsus; seepärast tutvume sellega üksikasjalisemalt.

Joonisel 298 on näidatud üksteisele järgnevad momendid laastu tekkimise käigus.

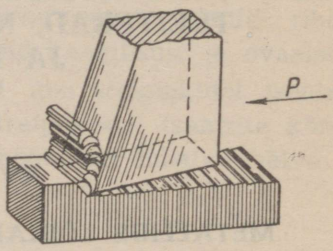
Jõu P mõjul treitera esitahk surub kokku eesolevaid metalliosakesi (joon. 298-a). Nad pressitakse kõrvale, peaasjalikult aga ülespoole, kusjuures nad algul ei murdu lõigatava kihi küljest lahti (joon. 298-b). Kokkusurumine jätkub seni, kuni treitera surve ületab metalliosakesi kooshoidvate jõudude vastupanu nihkele lõigatavas tasapinnas *ab* (joon. 298-c). Selle momendi saabumisel kokkusurutav laastuelement nihkub mööda tasapinda *ab*; samal ajal jätkub tera surve ning algab järgmise laastuelemendi eraldamine (joon. 298-d). Sel viisil surutakse lõiketera edasiliikumisel üksteise järel kokku ja murtakse lahti üksikud elemendid, mis moodustavad laastu (joon. 298a).

Laastu kuju on mitmesugustel metallidel erinev. Kui töödeldav metall on rabe, nagu näiteks malm või pronks, siis üksikuil laastu-

elementidel, mis eralduvad töödeldavast detailist, ei ole ka omavahel enam mingisugust sidet (joon. 299-a). Sellist laastu, mis koosneb üksikuist ebakorrapärase kujuga tükikestest, nimetatakse elementaarlaastuks.



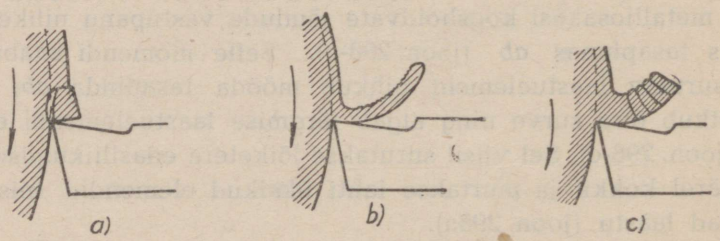

Joon. 298. Laastu tekkimise käik.




Joon. 298a. Üksikuist elementidest koosnev laast.

Kui töödeldav metall on pehme ning sitke (näiteks väikese süsinikusisaldusega teras, alumiinium jne.), siis üksikud laastuelemendid püsivad omavahel katkematus ühenduses ja eralduvad detailist, moodustades ühtlase spiraalselt keerdutõmbuva lindi (joon. 299-b). Seesugust laastu nimetatakse voolavaks laastuks.

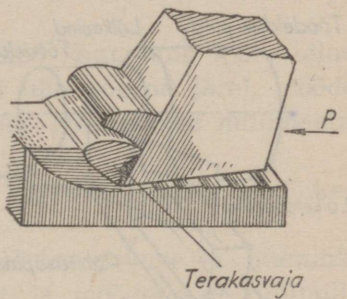
Kõvade ja ebaküllaldaselt sitkete metallide, näiteks kõva terase töötlemisel, koosneb laast üksikuist elementidest (joon. 299-c), mis on omavahel vaid nõrgalt ühendatud. Sellist laastu nimetatakse astmeliseks laastuks.




Joon. 299. Laastu kuju: a — elementaarlaast; b — voolav laast; c — astmeline laast.

Vaadeldud laastutüübid ei ole alati ühesugused: nad võivad muutuda ühes lõikamistingimustega. Mida pehmem on töödeldav metall, mida väiksem lõikesügavus ja lõikenurk, seda voolavam on laast. Samasugune mõju on ka lõikekiiruse suurendamisel ja jahutuse kasutamisel; lõikekiiruse vähendamisega aga saame voolava laastu asemel astmelise laastu.

Laastu kujust oleneb töödeldud pinna puhtus. Kui laast on voolav, siis tähendab see, et pind tuleb puhas ning sile. Kui aga tekkiv laast on astmeline, siis töödeldud pind tuleb halvema kvaliteediga. Kõige halvema kvaliteediga töödeldud pinna tundemärgiks on elementaarlaastu tekkimine. Järelikult võib treial otsustada eralduva laastu kuju ja töödeldud pinna puhtuse järgi, kas treitera töötab õigesti.



Joon. 300. Terakasvaja.

Kui vaadelda tööd lõpetanud lõiketera, siis sageli võib märgata tema esitahul lõikeserva lähedal väikest metallikihikest, mis on paakunud sinna kõrge temperatuuri mõjul. See on nõndanimetatud terakasvaja (joon. 300). Ta tekib tavaliselt sitkete metallide lõikamisel; rabedate metallide puhul teda ei esine. Terakasvaja kõvadus on 2,5—3 korda suurem kui töödeldaval metallil, mistõttu ta on võimeline ka ise metalli lõikama.

Terakasvaja positiivne tähtsus seisab selles, et ta katab lõiketera, kaitstes seda mahalibiseva laastu ja soojuse mõju eest. Seega tõstab ta tera püsivust. Peale selle terakasvaja vähendab lõikenurka; järelikult vähenevad ka lõikejõud ja energiakulu. Kuid terakasvaja halvendab töödeldud pinna puhtust ja töötlustäpsust. Järelikult on terakasvaja tekkimine koorimistöödel kasulik, silumistöödel aga kahjulik.

Terakasvaja tekkimine oleneb suurel määral valitud lõikekiirusest, esinurga suurusest, lõikeserva seisukorrast ja ka jahutusest. Katsete abil on kindlaks tehtud, et töötamisel üsna väikese lõikekiirusega (3—5 m/min.) või vastupidi — väga suure lõikekiirusega (70 m/min. ja üle selle) terakasvajat ei teki ja töödeldud

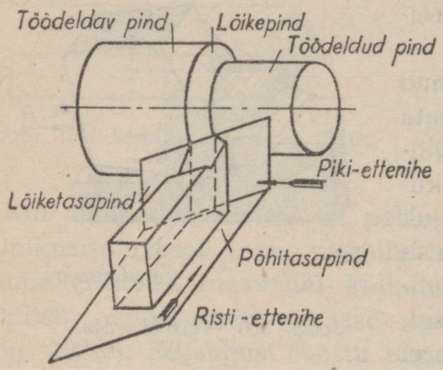
pind tuleb puhas ning sile. Terakasvaja tekkimist takistavad ka tera esinurga suurendamine, hea teritus ning sobitus, samuti ka määrde- ning jahutusainete kasutamine.

## § 96. Töötlemispinnad.

Töödeldaval detailil eristatakse kolme liiki töötlemispindu (joon. 301): töödeldav pind, töödeldud pind ja lõikepind.

T ö ö d e l d a v a k s p i n n a k s nimetatakse detaili pinda enne laastuvõtmist.

T ö ö d e l d u d p i n n a k s nimetatakse detaili pinda pärast laastuvõtmist.




Joon. 301. Pinnad ja tasapinnad treitera töös.

L õ i k e p i n n a k s nimetatakse töödeldava detaili pinda, mis tekib töötlemise ajal otse lõikeserva all.

Samuti tuleb vahet teha lõiketasapinna ja põhitasapinna vahel (joon. 301).

L õ i k e t a s a p i n n a k s nimetatakse tasapinda, mis on puutujaks lõikepinnale pealõikeservaga kokkupuute kohal. Selles tasapinnas teostub lõiketera töö.

P õ h i t a s a p i n n a k s nimetatakse tasapinda, mis on paralleelne lõiketera piki- ja risti-ettenihkega. Risttahukakujulise kehaga treiterade korral võib selleks tasapinnaks lugeda tera alumist horisontaalset tugipinda.

## § 97. Lõikeprotsessi elemendid.

Paragrahvis 6 me tutvusime lõikeprotsessi põhielementidega — lõikesügavusega, ettenihkega ja lõikekiirusega.

L õ i k e s ü g a v u s e määramiseks mõõdetakse töödeldava detaili läbimõõtu enne ja pärast terakäiku. Jagades läbimõõtude

vahe kahega, saamegi lõikesügavuse; seda mõõdetakse millimeetrites. Teisiti öeldult:

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ mm}.$$

Ettenihkeks nimetatakse tera edasiliikumist töödeldava detaili ühe pöörde jooksul; seda mõõdetakse millimeetrites.

Peale lõikesügavuse ja ettenihke tuleb nimetada veel laastu laiust ja paksust (vt. joon. 18).

Laastu laiuseks nimetatakse töödeldava ja töödeldud pindade vahelist kaugust, mõõdetuna lõikepinnal. Seda vahekaugust võib pidada võrdseks lõikeserva töötavosa pikkusega, mis võtab lõikeprotsessist vahetult osa. Laastu laiust mõõdetakse millimeetrites ja märgitakse tähega *b*.

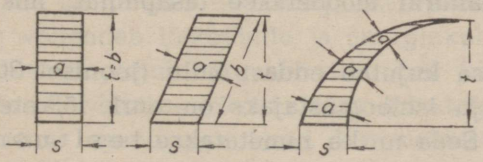
Laastu paksuseks nimetatakse lõikepinna kahe teineteisele järgneva asendi kaugust detaili ühe pöörde järel, mõõdetuna risti laastu laiusega. Laastu paksust mõõdetakse millimeetrites ja märgitakse tähega *a*.

Lõikesügavus ja ettenihe annavad kujutluse laastu ristlõikest (joon. 302).

Laastu ristlõige on võrdne lõikesügavuse ja ettenihke korrutisega; seda märgitakse tähega *f* ja mõõdetakse ruutmillimeetrites:

$$f = t \times s \text{ mm}^2. \qquad (15)$$

Joonisel 302 on näidatud kolme erineva laastu ristlõige. Laastud on võetud kolme erineva lõiketeraga: detaili teljega risti




a) b) c)

Joon. 302. Laastu ristlõike kuju.

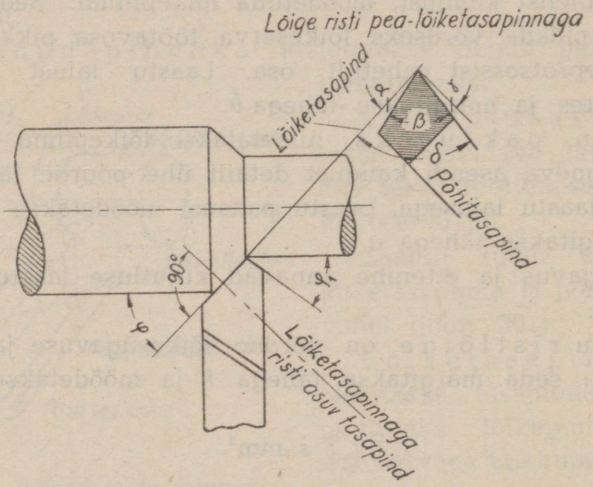
asuva sirgjoonelise lõikeservaga tera (joon. 302-a), detaili telje suhtes kallutatud sirgjoonelise lõikeservaga tera (joon. 302-b) ja kõverjoonelise lõikeservaga tera abil (joon. 302-c). Hoolimata

nende ristlõigete erinevast kujust, on nende pinnad siiski võrdsed, kui lõikesügavus ja ettenihe on olnud ühesuurused.

Edaspidi me näeme, et lõikeprotsessis on tähtis mitte ainult laastu ristlõike pind, vaid ka ristlõike kuju.

## § 98. Lõiketera nurgad, nende mõju ja valik.

Joonisel 303 on näidatud tera nurgad, mida võib jagada kahte rühma: peanurkadeks ja abinurkadeks.




Joon. 303. Tera põhinurgad.

**Lõiketera peanurki** mõõdetakse tasapinnas, mis on risti pealõikeservaga [1].

Tera töötavosa kujutab endast kiilu (joonisel 303 on ta viirutatud). Kiilu kuju iseloomustajaks on nurk lõiketera esitahu ja tugitahu vahel. Seda nurka nimetatakse teritusnurgaks ja märgitakse kreeka tähega $\beta$.

Seadenurk $\alpha$ on nurk tugitahu ja lõiketasapinna vahel.

Esinurk $\gamma$ on nurk tera esitahu ja lõiketasapinnaga risti asuva tasapinna vahel.

[1] See definitsioon ei ole küllalt täpne; ta on antud lihtsuse pärast. Täpne definitsioon leidub OCT-is 6897 ja 6898.

Lõikenurk $\delta$ on nurk tera esitahu ja lõiketasapinna vahel.

**Abinurgad.** Peanurk plaanis $\varphi$ on nurk pealõikeserva ja ettenihkesuuna vahel[1].

Abinurk plaanis $\varphi_1$ on nurk abilõikeserva ja ettenihkesuuna vahel.

**Tera nurkade mõju.** Tera lõikava osa nurgad avaldavad lõikeprotsessile väga suurt mõju. Õigesti valitud nurgad võimaldavad tõsta lõikerežiime ja tunduvalt pikendada tera tööd kahe erituse vahel. Tera nurkade valikust oleneb ka töödeldud pinna kvaliteet.

Iga töödeldava materjali kohta (olenevalt tema kõvadusest), samuti ka iga teramaterjali kohta on olemas praktikas läbiproovitud tera peanurgad. Nende suurused on toodud tabelis 6.

Seadenurk $\alpha$ (joon. 303) vähendab hõõrdumist tugitahu ja töödeldava detaili vahel. See on vajalik tera kuumenemise ja järelikult ka tema kulumise vähendamiseks. Liiga suur seadenurk vähendab aga tera pea- ja lõikeserva tugevust. Seetõttu soojuse ärajuhtimine muutub halvemaks; peale selle suurenevad tera värisemise ja sissesööbimise võimalused.

Olenevalt tera tüübist ja ettenihke suurusest, peab seadenurk olema 6—10° piirides. Pikitreimise teradel ta on harilikult 8°. Kõvasulamist plaadikestega teradel peab seadenurk olema väiksem kui terasest teradel (tabel 6), sest kõvasulamist plaadikesed on haprad.

Esinurk $\gamma$ (joon. 303) mõjutab lõikeserva teravust ja laastu libisemist. Esinurga $\gamma$ suurenemisega väheneb lõikenurk $\delta$, sest et $\delta = 90° - \gamma$; see kergendab tera tungimist metalli sisse ja laastu libisemist ning vähendab lõikejõudu ja energiakulu. Teiselt poolt liiga suure esinurga puhul nõrgeneb tera pea ja väheneb tema tugevus. Seepärast võetakse kõvade ning rabedate metallide töötlemiseks väiksema esinurgaga terad kui pehmete ning sitkete metallide puhul (vt. tabel 6). Kõvasulamist terad tehakse veidi väiksema esinurgaga kui terasest terad.

Teritusnurk $\beta$ oleneb esinurga $\gamma$ ja seadenurga $\alpha$ suurusest. Mida kõvem on töödeldav metall, seda suurem peab olema teritus-

[1] See definitsioon ei ole küllalt täpne; ta on antud lihtsuse pärast. Täpne definitsioon leidub OCT-is 6897 ja 6898.

nurk; see on vajalik tera küllaldase tugevuse tagamiseks (vt. tabel 6).

Lõikenurk $\delta$ (joon. 303) oleneb esinurga suurusest, sest et $\delta = 90° - \gamma$. Lõikenurk valitakse vastavalt töödeldava materjali kõvadusele: mida kõvem on materjal, seda suurem peab olema lõikenurk (tab. 6).

Tabel 6.

**Peanurkade soovitatavad suurused.**

| Terad | Töödeldav materjal | Töödeldava materjali mehaanilised omadused: $\sigma_b$ kg/mm² terase kohta; $H_B$ kg/mm² malmi kohta | Lõikenurk $\delta°$ | Esinurk $\gamma°$ | Teritusnurk $\beta°$ | Seadenurk $\alpha°$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kiirlõiketerasest | Teras | | | | | |
| | pehme | alla 35 | 65 | 25 | 55 | 10 |
| | „ | 35—50 | 70 | 20 | 62 | 8 |
| | keskmiselt kõva | 50—70 | 78 | 12 | 70 | 8 |
| | kõva | üle 75 | 85 | 5 | 77 | 8 |
| | Malm, konstruktsiooni- | — | 80 | 10 | 74 | 6 |
| | Messing | | | | | |
| | pehme | — | 76 | 14 | 68 | 8 |
| | kõva | — | 90 | 0 | 84 | 6 |
| | Pronks | | | | | |
| | sitke ning pehme | — | 70 | 20 | 62 | 8 |
| | keskmiselt kõva | — | 80 | 10 | 72 | 8 |
| | kõva ning rabe | — | 90 | 0 | 84 | 6 |
| | Alumiinium | — | 50 | 40 | 40 | 10 |
| Kõvasulamist plaadikestega | Teras | | | | | |
| | pehme | 30—50 | 67 | 23 | 62 | 5 |
| | keskmiselt kõva | 60—70 | 73 | 17 | 68 | 5 |
| | kõva | 70—80 | 83 | 7 | 78 | 5 |
| | kroomnikkelteras | 70—80 | 76 | 14 | 71 | 5 |
| | Malm | | | | | |
| | pehme | 110—130 | 76 | 14 | 72 | 4 |
| | kõva | 220—260 | 84 | 6 | 80 | 4 |

Märkus. Metallide mehaanilised omadused määratakse eriliste katsemasinate ja aparaatide abil, kusjuures igal omadusel on oma tähistus. Käesolevas tabelis ja järgmistes tabelites toodud tähistus $\sigma_b$ tähendab metalli tõmbetugevuse piiri; selle suurust mõõdetakse kg/mm²-tes. Tähed $H_B$ tähendavad metalli kõvadust, mida määratakse Brinell'i aparaadiga, vajutades metalli pinna sisse karastatud teraskuulikest. Kõvadust mõõdetakse samuti kg/mm²-tes.

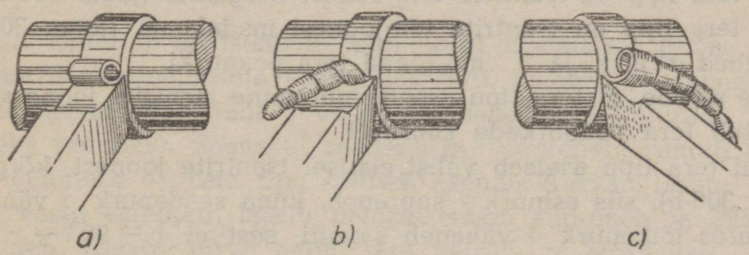
Peanurk plaanis $\varphi$ määrab laastu laiuse ja paksuse. Ühesuguse ettenihke ja lõikesügavuse puhul saab vähendada laastu paksust ja suurendada tema laiust, vähendades nurka $\varphi$ (vt. joon. 302).

Katsed on näidanud, et pikem lõikeserv kuumeneb vähem, mistõttu pikeneb tera kasutamise kestus kahe terituse vahel. See võimaldab tunduvalt tõsta lõikekiirust ja võtta ühes ajaühikus suuremat laastuhulka. Kuid liiga väike nurk $\varphi$ võib põhjustada töödeldava detaili läbipaindumist, samuti ka detaili ja tera värisemist.

Nurk $\varphi$ valitakse 30—90° piirides — olenevalt tera tüübist, töödeldava detaili jäikusest ja tema kinnitusviisist. Enamiku metallide töötlemisel piki-koorimisteradega võib võtta $\varphi = 45°$. Peenikeste pikkade detailide töötlemiseks tsentrite vahel tuleb aga kasutada teri, mille peanurk plaanis on 60, 75 või isegi 90°, selleks et detailid ei painduks ega väriseks.

Abinurk plaanis $\varphi_1$ vähendab abitugitahu hõõrumist vastu detaili töödeldud pinda. Selleks, et pikendada tera kasutamise iga ning parandada töödeldud pinna kvaliteeti, võetakse see nurk 5—20° piirides.

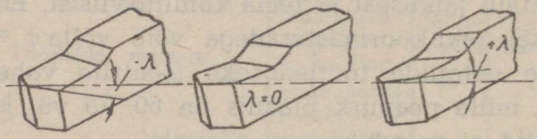
Pealõikeserva kallutusnurk (kuulub abinurkade hulka). Pealõikeserva horisontaalse asendi puhul (joon. 304-a) eraldub spiraalne laast pealõikeservaga ristisuunas. Sel juhul on laastu kõrvalejuhtimine harilikult raskendatud. Selleks, et kergendada laastu eemaldumist, antakse talle kruvijoonelise spiraali kuju (joon. 304-b ja c), milleks kallutatakse lõiketera pealõikeserva põhitasapinna suhtes nurga $\lambda$ võrra (joon. 305). Seda nurka nimetatakse pealõikeserva kallutusnurgaks. Olenevalt pealõike-




Joon. 304. Laastu eemaldumise suunad, olenevalt pealõikeserva kallutusnurgast: a — risti pealõikeservaga; b — tera ettenihke suunas; c — ettenihkele vastassuunas.

serva kallutuse suunast, toimub laastu eemaldumine kas vasakule (joon. 304-b), s. o. tera ettenihke suunas, või paremale (joon. 304-c), s. o. tera ettenihkele vastupidises suunas.

Kui tera tipp on pealõikeserva madalaimaks punktiks, s. o. kui nurk $\lambda$ on positiivne (joon. 305-c), siis selline tera on hästi tugev ning püsiv ja kõlbab kõvemate metallide töötlemiseks. Kui aga tera tipp on pealõikeserva kõrgeimaks punktiks, s. o. kui nurk $\lambda$ on negatiivne (joon. 305-a), siis kasutatakse sellist tera pehme või keskmise kõvadusega terase töötlemiseks.




a) b) c)

Joon. 305. Pealõikeserva kallutusnurgad: a — negatiivne nurk; b — nulliga võrdne nurk; c — positiivne nurk.

## § 99. Tera ülesseadmine.

Iga tera, olenemata tema liigist, peab olema õigesti üles seatud ja tugevasti kinnitatud. Tera tipu õige asetus tööpingi tsentrite telgjoone suhtes vähendab tera kulumist ja suurendab töödeldud pinna täpsust ning kvaliteeti.

Joonisel 306 on näidatud ühe ja sellesama tera tipu mitmesugused asendid tsentrite telgjoone suhtes välispinna pikitreimisel:

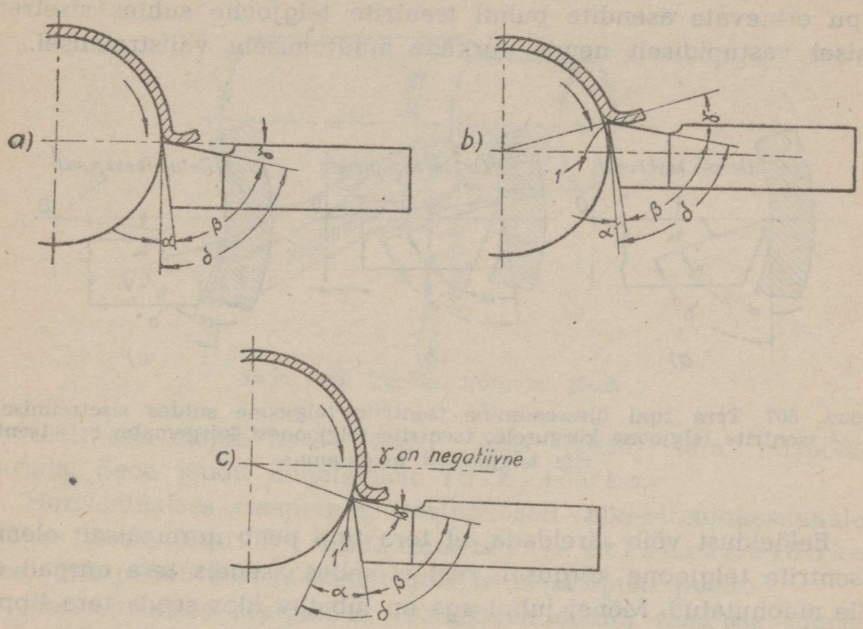
1) tera tipp on täpselt tsentrite telgjoone kõrgusel (joon. 306-a);
2) tera tipp on tsentrite telgjoonest kõrgemal (joon. 306-b);
3) tera tipp on tsentrite telgjoonest madalamal (joon. 306-c).

Tähed $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ ja $\delta$ märgivad tera peanurki.

Me näeme, et tera tipu asendi muutmine tsentrite joone suhtes kajastub tera peanurkade suurusel.

Kui tera tipp asetseb välistreimisel tsentrite joonest kõrgemal (joon. 306-b), siis esinurk $\gamma$ suureneb, kuna seadenurk $\alpha$ väheneb; seejuures lõikenurk $\delta$ väheneb samuti, sest et $\delta = 90° - \gamma$. Seesugune tera ülesseadmise viis mõjub soodsalt lõikamise tingimustele: laast libiseb väiksema hõõrumisega mööda esitahku, keerdub

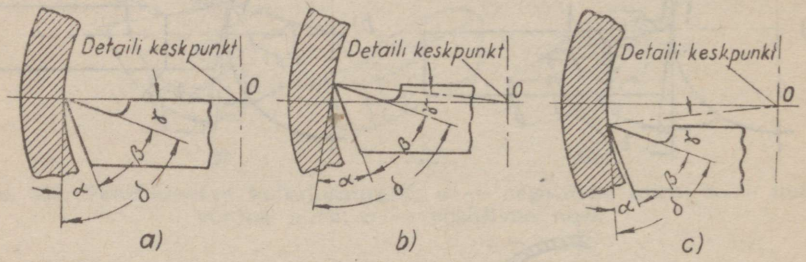
spiraali ja deformeerub vähem, mistõttu lõikejõud väheneb. Kuid samal ajal suureneb tera tugitahu hõõrumine vastu töödeldavat detaili. Lõikeserv püüab tungida sügavamale detaili kehasse noole 1 suunas (joon. 306-b); see vähendab töödeldud pinna täpsust ning puhtust ja mõnikord põhjustab isegi tera murdumist.




Joon. 306. Tera tipu ülesseadmine tsentrite telgjoone suhtes välistreimisel: a — tsentrite telgjoone kõrgusele; b — tsentrite telgjoonest kõrgemale; c — tsentrite telgjoonest madalamale.

Kui tera tipp on tsentrite telgjoonest madalamal (joon. 306-c), siis me näeme eelmisele vastupidist pilti. Esinurk $\gamma$ väheneb, kusjuures ta võib kahaneda 0°-ni ja alla selle (s. o. muutuda negatiivseks nurgaks). Seevastu seadenurk $\alpha$ suureneb; samuti suureneb lõikenurk $\delta$. Tera tipu sellises asendis kasvab laastu hõõrumine vastu esitahku; laastu deformatsioon suureneb ja lõikejõud suureneb. Laastu surve mõjul tera vetrub: ta surutakse detaili pinna juurest eemale noole 1 suunas ning hakkab võtma õhemat laastu. Sellistel juhtudel ei ole karta tera murdumist.

Joonisel 307-a on näidatud sisetreimise tera peanurgad juhul, kui tera tipp on tsentrite telgjoone kõrgusel. Kui seame tera tipu sisetreimisel tsentrite joonest kõrgemale (joon. 307-b), siis nurk $\alpha$ suureneb, kuna nurk $\gamma$ väheneb. Vastupidi, kui me seame tera tipu tsentrite joonest madalamale (joon. 307-c), siis nurk $\alpha$ väheneb ja nurk $\gamma$ suureneb. Seega muutub nurkade $\alpha$ ja $\gamma$ suurus tera tipu erinevate asendite puhul tsentrite telgjoone suhtes sisetreimisel vastupidiselt nende nurkade muutumisele välistreimisel.




Joon. 307. Tera tipu ülesseadmine tsentrite telgjoone suhtes sisetreimisel: a — tsentrite telgjoone kõrgusele; tsentrite telgjoonest kõrgemale; c — tsentrite telgjoonest madalamale.

Eelöeldust võib järeldada, et tera tipp peab normaalselt olema tsentrite telgjoone kõrgusel, sest et selles asendis tera nurgad ei ole moonutatud. Mõnel juhul aga on lubatav üles seada tera tippu kas tsentrite telgjoonest kõrgemale või sellest madalamale.

Millistel juhtudel kasutatakse üht või teist ülesseadmise viisi?

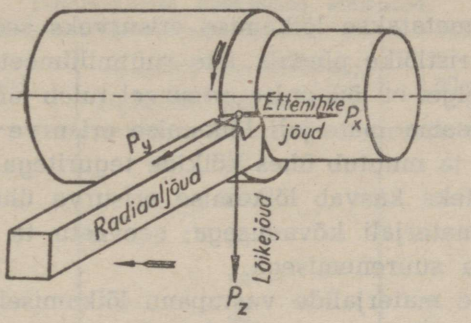
1. Tera tipp peab tingimata olema tsentrite telgjoone kõrgusel: profiilpindade treimisel, puhaskeermetamisel, koonuste treimisel ja ka mahalõikamisel.

2. Tera tipp võib asetseda tsentrite telgjoonest kõrgemal $\frac{1}{100}$ võrra töödeldava detaili läbimõõdust: välispinna koorimisel, sisepinna silumisel ja eelkeermetamisel.

3. Tera tipp võib asetseda tsentrite telgjoonest madalamal $\frac{1}{100}$ võrra töödeldava detaili läbimõõdust: välispinna silumisel ja sisepinna koorimisel.

## § 100. Põhiteadmisi treiterale mõjuvaist jõududest.

Selleks, et võtta töödeldavalt materjalilt laastu, tuleb ületada metalliosakesi kooshoidvaid sisemisi jõude. Seepärast, kui treitera lõikeserv tungib töödeldava materjali sisse ning eraldab laastu, siis nii materjal kui ka laast avaldavad terale survet (joon. 308).




Joon. 308. Terale mõjuvad jõud.

Ülalt alla mõjub terale jõud $P_z$, mis püüab tera allapoole suruda. Seda jõudu nimetatakse lõikejõuks.

Horisontaalses tasapinnas, vastupidiselt piki-ettenihkesuunale, mõjub terale jõud $P_x$, mida nimetatakse ettenihkejõuks. See jõud püüab suruda tera tagumise tsenterpuki poole.

Horisontaalses tasapinnas, töödeldava detaili raadiuse suunas (s. o. vastupidiselt risti-ettenihkesuunale), mõjub terale jõud $P_y$, mida nimetatakse radiaaljõuks. See jõud püüab tera töödeldava detaili juurest ära tõugata.

Kõiki neid jõude mõõdetakse kilogrammides.

Neist kolmest jõust on lõikejõud kõige suurem: ta on umbes 4 korda suurem kui ettenihkejõud ja 2,5 korda suurem kui radiaaljõud. Lõikejõud koormab spindlikasti mehhanisme; ta koormab ka tera, põhjustades selles suuri pingeid.

Katsete varal on kindlaks tehtud, et lõikejõud oleneb: 1) töödeldava materjali kõvadusest, 2) lõigatava laastu ristlõike pindalast, 3) tera kujust ja 4) jahutusest.

Lõikejõule avaldab väga suurt mõju töödeldava materjali kõvadus: mida kõvem on materjal, seda suurem on lõikejõud. Sel-

leks, et iseloomustada mitmesuguste materjalide vastupanu lõikamisele, kasutatakse järgmist kaht mõistet: lõikamise erisurve ja lõiketegur.

Jagades lõikejõu $P_z$ laastu ristlõike pindalaga $f$, me saame lõikamise erisurve, mida märgitakse tähega $p$, s. o.

$$p = \frac{P_z}{f} \text{ kg/mm}^2. \tag{16}$$

Järelikult nimetatakse lõikamise erisurveks seda survet, mida avaldab laastu ristlõike pindala üks ruutmillimeeter. Sellest definitsioonist on selge, et lõikamise erisurvet tuleb mõõta kg/mm²-tes.

Uhe ja sellesama materjali lõikamise erisurve pole muutumatuks suuruseks: ta muutub ühes kõikide teguritega, mis mõjutavad lõikejõudu. Näiteks kasvab lõikamise erisurve ühes lõikenurgaga ja töödeldava materjali kõvadusega; seevastu ta väheneb laastu ristlõike pindala suurenemisega.

Mitmesuguste materjalide vastupanu lõikamisele iseloomustatakse täpsemalt lõiketeguri abil. Lõiketeguriks K nimetatakse lõikamise erisurvet, mõõdetuna kg/mm²-tes, järgmistel püsivatel lõikamise tingimustel:

| | |
|---|---|
| Lõikesügavus $t$ | 5 mm |
| Ettenihe $s$ | 1 mm/pöördele |
| Lõikenurk $\delta$ | 75° |
| Peanurk plaanis $\varphi$ | 45° |

Tera lõikeserv on sirge ja horisontaalne, tipu ümardus-raadius $r = 1$ mm
Töötlemine toimub ilma jahutuseta.

Nendel tingimustel mõõdetud lõiketegur on igal materjalil püsivaks suuruseks.

Tabelis 7 on toodud mõnede materjalide lõiketegurite suurused.

Kui meil on teada lõiketegur $K$, siis me saame arvutada lõikejõudu, korrutades lõiketegurit laastu ristlõike pindalaga $f$, mis on väljendatud mm²-tes. Valem on järgmine:

$$P_z = K \times f \text{ kg}. \tag{17}$$

Näide. Treipingil töödeldakse masinaehitusterasest võlli, kusjuures $\sigma_b = 60$ kg/mm². Leida lõikejõu suurus, kui lõikesügavus $t = 5$ mm ja ettenihe $s = 0{,}5$ mm/pöördele.

Lahendus. Valemi (17) järgi lõikejõud $P_z = K \times f$ kg. Leiame $f$:

$$f = t \times s = 5 \times 0{,}5 = 2{,}5 \text{ mm}^2.$$

Tabelist 7 leiame $K$ suuruse masinaehitusterase jaoks, millel $\sigma_b = 60$ kg/mm²:

$$K = 160 \text{ kg/mm}^2.$$

Järelikult

$$P_z = K \times f = 160 \times 2{,}5 = 400 \text{ kg}.$$

Tabel 7.

**Lõiketegurite keskmised suurused.**

| Töödeldav materjal | $\sigma_b$ kg/mm² (terase jaoks); $H_B$ kg/mm² (malmi jaoks) | Lõiketegur $K$, kg/mm² |
|---|---|---|
| Masinaehitusteras | 50 | 130 |
| | 60 | 160 |
| | 70 | 195 |
| | 80 | 230 |
| | 90 | 270 |
| Malm | 130 | 65 |
| | 170 | 90 |
| | 220 | 120 |
| Pronks: | | |
| pehme | — | 60 |
| kõva | — | 100 |

T e r a n u r k a d e m õ j u l õ i k e j õ u l e. Lõikejõu suurus oleneb teranurkade suurusest, eriti esinurgast $\gamma$ ja peanurgast plaanis $\varphi$. Esinurga kasvamisega väheneb lõikejõud ja laastu eraldamine on kergem. See aga ei tähenda, et esinurka võiks piiramatult suurendada. Kui esinurk on liiga suur, siis tera tugevus on väiksem; selline tera kulub kiiresti ja võib isegi murduda. Seepärast tera esinurk $\gamma$ peab olema seda väiksem, mida kõvem on töödeldav materjal.

Mis puutub peanurgasse plaanis $\varphi$, siis katsed näitavad, et tema vähenemisega lõikejõud kasvab, tema suurenemisega aga väheneb. Selle põhjuseks on asjaolu, et esimesel juhul lõikeserva ja laastu puutejoon on pikem kui teisel juhul. Lõikejõu suurenemine nurga $\varphi$ vähendamise tõttu põhjustab sageli nii tugevat töö-

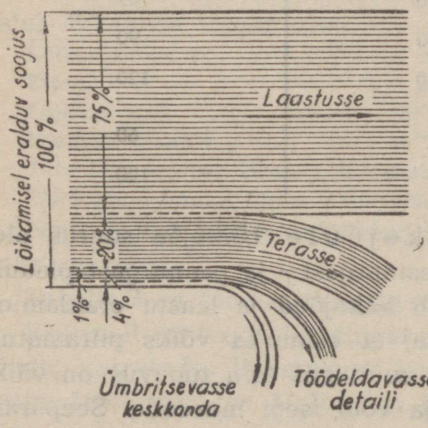
deldava detaili värisemist, et töö jätkamine muutub võimatuks. Seepärast kasutatakse pikkade ja peenikeste detailide tsentrite vahel töötlemiseks treiteri, mille peanurk plaanis on 60—90°.

L õ i k e k i i r u s e m õ j u l õ i k e j õ u l e. Ülitäpsete aparaatide abil teostatud arvukad katsed on näidanud, et lõikekiiruse muutmine ei mõjuta lõikejõudu peaaegu üldse. Seepärast ei võetagi lõikekiirust lõikejõu arvutamisel arvesse.

J a h u t u s e m õ j u l õ i k e j õ u l e. Määrdeainete ja jahutusvedelike kasutamine võimaldab vähendada lõikejõudu, võrreldes töötamisega kuivalt. Lõikejõud on seda väiksem, mida paremad on vedeliku määrivad omadused.

## § 101. Lõikamisel tekkiv soojus.

Tera töötamisel eraldub palju soojust. Laastu deformatsiooni (kuju muutumise) tõttu tema üksikud metalliosakesed nihkuvad üksteise suhtes, kusjuures nendevaheline hõõrumine tekitab soojust. Sellele soojusele lisandub veel soojus, mis tekib laastu hõõrumisest tera esitahu vastu ja tugitahu hõõrumisest töödeldava detaili vastu.




Joon. 309. Lõikamisel eralduva soojuse jagunemine.

Kogu eralduv soojus jaguneb laastu, lõiketera, töödeldava detaili ja ümbritseva keskkonna vahel umbes selliselt, nagu on näidatud joonisel 309. Kui lõikerežiim (lõikesügavus, ettenihe ja lõikekiirus), samuti ka jahutus on õigesti valitud, siis umbes 75% kogu soojust läheb laastusse, 20% terasse, 4% töödeldavasse detaili ja 1% kulub soojusekiirgamiseks. Tera töötamisel tema lõikeserv mõne aja järel nürineb, mistõttu töötamine muutub võimatuks. Nürinemisel on kaks peapõhjust: esiteks lõikeserva kulumine laastu hõõrumisest

vastu esitahku ja detaili hõõrumisest vastu tugitahku; teiseks — terasse minev soojus. Kui selle soojuse ärajuhtimine on puudulik, siis põhjustab see tera pehmenemist, mistõttu edasine töö selle teraga osutub lõpuks võimatuks.

Väikese lõikekiiruse juures, kui terasse minev soojushulk ei ole suur, võib tera töötada kaua, kuludes pikkamööda laastu hõõrumise mehaanilisest mõjust. Suurema lõikekiiruse puhul, kui eralduva soojuse hulk on suur, nürineb tera kiiresti või nagu öeldakse — kaotab püsivuse.

P ü s i v u s e k s nimetatakse tera töötamise kestust kahe terituse vahel. Tera püsivust mõõdetakse tavaliselt minuteis.

## § 102. Tera püsivus.

Tera püsivusele mõjuvad: töödeldava materjali kõvadus ja tugevus; tera materjal; tera mõõted; tera nurgad ja tahkude kuju; lõikekiirus; laastu ristlõikepinna suurus ja kuju; jahutus.

1. Töödeldava materjali kõvaduse ja tugevuse suurenemine vähendab tera püsivust. Selle põhjuseks on asjaolu, et kõva materjal avaldab terale tugevat survet; surve kasvamisega suureneb aga hõõrumine ja järelikult ka eralduva soojuse hulk.

2. Tera püsivus oleneb suurel määral ka materjalist, millest ta on valmistatud. Igal teramaterjalil on oma maksimaalne temperatuur, mille saavutamisel lõikeserv kiiresti nürineb. Selleks äärmiseks temperatuuriks on:

| | |
|---|---|
| süsinikterasest tera puhul | 200—240° |
| kiirlõiketerasest terade puhul | 560—600° |
| kõvasulamist plaadikestega varustatud terade puhul | 800° |

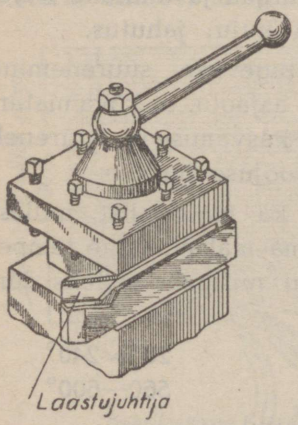
Seega on kõige püsivamad kõvasulamist plaadikestega varustatud terad; neist vähem püsivad on kiirlõiketerasest terad; kõige vähem püsivad on süsinikterasest terad. Seda tuleb arvesse võtta lõikekiiruste määramisel.

3. Muutes tera nurki ja esitahu kuju, võib tunduvalt tõsta terade püsivust ja produktiivsust.

Esinurk $\gamma$, peanurk plaanis $\varphi$ ja esitahu kuju avaldavad mõju lõikekiirusele, laastu kergele libisemisele, töödeldud pinna puhtusele ja tera püsivusele. Kiirlõiketerasest terade nurki valitakse vastavalt töödeldavale materjalile (vt. tabel 6, lk. 224). Katsete varal on tõestatud, et sitkete metallide töötlemiseks on otstarbekohane kasutada nõgusa esitahuga teri. Siis tõmbub laast kergesti keerdu ja tera püsivus tõuseb.

Kui töötatakse teradega, milledel on kõvasulamist plaadikesed ja kui lõikekiirus on suur, siis on raske tagada head laastu ärajuhtimist. Neil juhtudel kasutatakse erilist rakist — laastujuhtijat (joon. 310), mille otstarbest räägib tema nimi. Selle tagajärjel väheneb tera lõikeserva murenemise oht ja suureneb tera püsivus.

4. Tera püsivust mõjutavad ka tema mõõted: mida massiivsem tera on, seda paremini ta juhib soojust lõikeservast ära ja järelikult seda suurem on tera püsivus.




Joon. 310. Laastujuhtijaga varustatud tera ülesseadmine.

5. Eriti suurt mõju avaldab tera püsivusele lõikekiirus. Mõnikord isegi kõige väiksem lõikekiiruse suurenemine põhjustab tera kiiret nürinemist. Näiteks kui terase töötlemisel kiirlõiketeraga suurendada lõikekiirust ainult 10% võrra, s. o. 1,1 korda, siis tera nürineb 2 korda kiiremini. Vastupidi, kui samadel tingimustel vähendada lõikekiirust õige vähe, siis tera püsivus kasvab tunduvalt.

6. Tera püsivusele avaldab mõju laastu ristlõike pindala $f = t \times s$. Laastu ristlõike pindala suurenemisega tera püsivus väheneb, kuigi mitte nii palju, kui lõikekiiruse samasugusel suurenemisel.

Katsed näitavad, et ühesuguse laastu ristlõike puhul suurem lõikesügavus ja väiksem ettenihe tagavad suuremat tera püsivust kui väiksem lõikesügavus ja vastavalt suurem ettenihe. Selle põhjuseks on asjaolu, et suurema lõikesügavuse puhul laast puutub tera pinnaga suuremas ulatuses kokku, mistõttu lõikamisel tekkiv soojus juhitakse paremini ära. Seepärast laastu ühesuguse rist-

lõike puhul töötamine laia, kuid õhukese laastuga ongi tera püsivuse mõttes kasulikum kui töötamine kitsa ja paksu laastuga.

7. Tera püsivus oleneb tunduval määral jahutusest.

## § 103. Metallide lõiketöötlemise tööriistade jahutamine.

Me teame juba, et lõikamisprotsessis eraldub palju soojust, mille mõjul tööriistad kuumenevad, kaotavad kõvaduse ja nürinevad. Selleks, et hoida tera kiire nürinemise eest ja järelikult pikendada tema kasutamise iga, on vajalik, et lõikeserv ei kuumeneks üle lk. 233 osutatud temperatuuride. Seda võib saavutada lõikekiiruse ja laastu ristlõike vähendamisega.

Nende abinõude tarvituselevõtmine ei ole aga kasulik, sest nad põhjustavad produktiivsuse langust ja detaili valmistushinna tõusu. Soodsam viis tööriistade kasutamise ea pikendamiseks seisab jahutusvedelikkude tarvitamises, mille ülesandeks on ära viia lõikamise kohas tekkivat soojust. Kui jahutusvedelikul on ka määrivaid omadusi, siis ta vähendab hõõrumist — ühelt poolt tera ja laastu vahel ja teiselt poolt tera ja töödeldava detaili vahel. Selle tulemusena tekib vähem soojust; energiakulu väheneb ning lõikeriist töötab ühtlasemalt. Tema lõikeserv kulub aeglasemalt ja töödeldud pind tuleb siledam.

Koorimisel kasutatakse tavaliselt vedelikke, milledel on ainult jahutav toime. Kui aga pinna töötlemispuhtusele esitatakse kõrgeid nõudeid, nagu näiteks keermetamisel, silumistöödel, profiiltreimisel jne., siis peab jahutusvedelik üheaegselt jahutama ja ka määrima.

Metallide lõiketöötlemisel tarvitatavate jahutusvedelike hulka kuuluvad seebivesi ja soodavesi, määrivate vedelikkude hulka aga — mineraal-, taime- ja loomaõlid. Õlid jahutavad lõikeriistu halvemini, kuid võimaldavad saada siledat pinda.

Jahutusvedelikku peab olema rohkesti; ebaküllaldane vedeliku hulk mitte ainult ei too kasu, vaid koguni rikub tera, tekitades tema pinnas väikesi pragusid, mis hiljem põhjustavad tera murenemist.

Tabelis 8 on toodud mitmesugused määrde- ning jahutusvedelikud ja nende tarvitamise otstarve.

Tabel 8.

**Määrde- ning jahutusvedeliku valik olenevalt töötlemisviisist.**

| Töötlemisviis | Töödeldav materjal | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Masinaehitusteras | Hall malm | Messing | Pronks | Vask |
| Välistreimine | Emulsioon | Kuivalt | | Kuivalt | Kuivalt või emulsioon |
| Sisetreimine | Naeriõli | | | Naeriõli | Emulsioon |
| Puurimine ja süvistamine | Emulsioon | | | Kuivalt | „ |
| Hõõritsemine | Emulsioon või naeriõli | | | Naeriõli | „ |
| Keermetamine | Emulsioon | | | Kuivalt | Kuivalt |

## § 104. Mitmesuguste tegurite mõju lõikekiiruse valikule.

Mitte igasugune lõikekiirus ei võimalda ökonoomiliselt kasulikku töötlemist. On teada, et suure lõikekiirusega töötamisel on võimalik võtta ühes ajaühikus suurt laastuhulka, s. o. saavutada suurt produktiivsust. Kuid suure lõikekiiruse puhul tera kuumeneb tugevasti, kaotab kiiresti lõikevõime ja muutub töökõlbmatuks, nii et teda tuleb sageli teritada. Lõpptulemusena võib tekkida olukord, kus lõikekiiruse suurendamisest saadud kasu ei tee tasa neid kulusid, mis on seotud tööpingi peatamisega, nürinenud tera vahetamisega ja selle teritamisega.

Võib muidugi töötada ka madalate lõikekiirustega, kuid sel juhul lõigatav laastuhulk väheneb sedavõrd, et lõikamine muutub jällegi ebaproduktiivseks ja ebaökonoomiliseks.

Ökonoomiliselt kasulikuks loetakse niisugust lõikekiirust, mille puhul kiirlõiketerasest valmistatud tera tööaeg kahe terituse vahel (s. o. tera püsivus) on 60 min.[1]. Seesugust lõikekiirust nimetatakse ökonoomiliseks lõikekiiruseks.

Ökonoomilise lõikekiiruse valik oleneb mitmest tegurist. Kõige tähtsamad neist on:

1) töödeldava materjali omadused;
2) lõiketera materjali kvaliteet;

[1] Kõvasulamist plaadikestega teradel võib lugeda ökonoomiliseks püsivuseks 90 min. ja profiilteradel — 180 min.

3) lõikesügavus;
4) ettenihe;
5) tera mõõted ja tera nurgad;
6) jahutus.

Töödeldava materjali omadused. Mida kõvem on töödeldav materjal, seda suuremat jõudu on tarvis tema lõikamiseks ja seda rohkem soojust eraldub lõikeprotsessi ajal. Seepärast ei või kõva materjali töödelda sama suure lõikekiirusega kui pehmet materjali. Valudetailide töötlemisel, millede pind on kõva koorikuga, õhumullidega või tagiga, tuleb samuti võtta väiksem lõikekiirus kui see, mis oleks võimalik koorikuta materjali töötlemisel.

Tera materjali kvaliteet. Me nägime juba, et suure lõikekiirusega töötamine on seotud suure soojushulga tekkimisega. Sellest tulenev tera nürinemine saabub seda kiiremini, mida suurem on lõikekiirus. Kiirlõiketerasest terad võimaldavad muudel võrdsetel tingimustel tunduvalt suuremat lõikekiirust kui süsinikterasest terad. Kõvasulamist plaadikestega terad aga võimaldavad veel suuremat lõikekiirust, mis ületab mitmekordselt kiirlõiketerasest terade lõikekiiruse.

Laastu mõõted. Laastu ristlõike pindala suurenemisega kasvab eralduva soojuse hulk; järelikult tera nürinemine saabub siis kiiremini. On aga kindlaks tehtud, et laastu ristlõike pindala suurenemine mõjutab tera püsivust vähem kui sama suur lõikekiiruse kasv. Teisiti öeldult — tera nürinemine toimub lõikekiiruse kasvamisel kiiremalt, samavõrdsel laastu ristlõike pindala suurenemisel aga aeglasemalt. On arusaadav, et produktiivsuse tõstmiseks on soovitatav kasutada neist mõlemast abinõust seda, mille puhul tera aeglasemalt nürineb. Sellest võib teha tähtsa praktilise järelduse: tera produktiivsuse tõstmiseks muutumatu püsivuse juures on kasulik suurendada laastu ristlõike pindala ja vastavalt vähendada lõikekiirust.

Silumistreimisel võtab väikese ettenihkega tera ainult õhukest metallikihti. Sel juhul eraldub vähe soojust. Järelikult võib lõikekiirus silumistöödel olla tunduvalt suurem võrreldes lõikekiirusega koorimisel.

Lõikesügavus ja ettenihe. Eespool me tegime kindlaks, et laastu ristlõike pindala mõjutab tera püsivust. Kuid laastu ristlõike pindala kujutab endast lõikesügavuse ja ettenihke korrutist, s. o. $f = t \times s$ mm². Üht ja sedasama laastu ristlõike pindala võib saavutada kas suure lõikesügavuse ja väikese ettenihkega, või vastupidi — väikese lõikesügavuse ja suure ettenihkega.

Katsed tõestavad, et lõikesügavuse suurendamine mõjutab tera püsivust palju vähem kui samavõrdne ettenihke suurendamine. Seepärast tera produktiivsuse tõstmiseks muutumatu püsivuse juures on lõikesügavuse suurendamine kasulikum kui ettenihke suurendamine.

Jahutus. Jahutus on eriti kasulik sitkete metallide töötlemisel laastu suure ristlõike pindalaga; sel juhul on võimalik tera muutumatu püsivuse juures tõsta lõikekiirust 15—25%, võrreldes töötlemisega ilma jahutuseta.

Rabedate metallide (malmi ja pronksi) töötlemisel on jahutuse mõju lõikekiirusele tunduvalt väiksem. Jahutusvedeliku kasutamine malmi töötlemisel on seotud isegi teatavate halbustega: peenike laastupuru seguneb vedelikuga ja moodustab massi, mis ummistab tööpingi jahutussüsteemi. Malmi ja pronksi töötlemine toimub harilikult jahutuseta.

Selleks, et jahutus annaks häid tulemusi, tuleb silmas pidada järgmisi nõudeid:

1. Jahutusvedeliku juga tuleb juhtida sinna kohta, kus toimub laastu eraldumine töödeldavast materjalist, sest just selles kohas tekib kõige rohkem soojust.

2. Jahutusvedeliku juurdevool peab algama lõikamisprotsessiga üheaegselt, mitte aga mõne aja möödudes; vastasel korral tugevasti kuumenenud tera võib praguneda.

3. Jahutusvedeliku omadused peavad vastama töödeldavale materjalile ja töötlemisviisile (vt. tabel 8).

Ökonoomilise lõikekiiruse valik. Tabelis 9 on toodud vajalikud andmed ökonoomiliselt kasuliku lõikekiiruse valimiseks välistreimisel. Tabelis soovitatavate kiiruste otstarbekohasus on tõestatud paljude NSV Liidus teostatud uurimustega.

Tabelis 9 toodud lõikekiirused näevad ette töötlemist ilma jahutuseta, parimast kiirlõiketerasest (РФ-1) valmistatud pikitreimise

teradega. Tera tööajaks kahe terituse vahel on võetud 60 min. Tabeli kasutamisel teistsugustel tingimustel tuleb abiks võtta paranduskoefitsiente. Allpool on toodud koefitsiendid tera mitmesuguste materjalide jaoks.

| | |
|---|---|
| Teras-asendaja ЭИ-262 | 1 |
| Sama ЭИ-184 | 0,85 |
| Süsinikteras | 0,25 |
| Kõvasulam BK-8 (malmi töötlemisel) | 4 |
| „ T15K6 (terase töötlemisel) | 4 |

Töötades jahutusega, kusjuures vedeliku kulu on 10—12 l/min., tuleb tabelist võetavaid lõikekiirusi korrutada järgmiste koefitsientidega: 1,15—1,25 masinaehitusterase töötlemisel ja 1,15—1,2 terasevalu töötlemisel.

Tabel 9.

**Lõikekiirused m/min. välistreimisel kiirlõiketerasest РФ-1 teradega.**

| Lõikesügavus t, mm | Ettenihe s mm | Töödeldav materjal | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Teras | | | Malm | Pronks |
| | | $\sigma_b = 45$ kg/mm² | $\sigma_b = 65$ kg/mm² | $\sigma_b = 75$ kg/mm² | $H_B = 160—200$ kg/mm² | $\sigma_b = 30—38$ kg/mm² |
| 0,3 | 0,1 | 133 | 80 | 65 | 56 | 138 |
| | 0,2 | 128 | 76 | 63 | 50,5 | 118 |
| 0,5 | 0,1 | 125 | 76 | 61,5 | 50,5 | 128 |
| | 0,2 | 119 | 71 | 58,5 | 45 | 110 |
| | 0,3 | 109 | 67 | 54 | 39,5 | 92,5 |
| 1 | 0,2 | 111 | 67 | 54 | 39,5 | 98 |
| | 0,3 | 102 | 62 | 49,5 | 34 | 82,5 |
| | 0,5 | 84 | 51 | 42 | 28 | 64 |
| 1,5 | 0,3 | 98 | 58,5 | 47,5 | 31,5 | 77 |
| | 0,4 | 91 | 56 | 45 | 28,5 | 68 |
| | 0,5 | 80 | 49 | 39,5 | 26,5 | 59,5 |
| 2 | 0,3 | 94 | 57 | 46 | 29,5 | 74 |
| | 0,5 | 78 | 48 | 38,5 | 25 | 57 |
| | 0,6 | 69 | 42,5 | 34 | 23 | 50,5 |
| 3 | 0,3 | 83 | 49,5 | 40 | 26,5 | 62,5 |
| | 0,5 | 68 | 41,5 | 33 | 22 | 48,5 |
| | 0,75 | 53 | 33,0 | 26 | 18,5 | 38,5 |
| 4 | 0,5 | 61 | 38 | 30 | 21 | 43 |
| | 0,75 | 49 | 30 | 24 | 17 | 34 |
| | 1,0 | 40,5 | 25 | 20 | 15,5 | 28,5 |
| 5 | 0,5 | 58 | 35 | 28 | 19 | 39,5 |
| | 0,75 | 46 | 28 | 22 | 16,3 | 30 |
| | 1 | 38 | 23,5 | 18,5 | 14,5 | 26 |
| | 1,2 | 34 | 21 | 16,5 | 13 | 23 |

Sisetreimisel korrutatakse tabelis antud lõikekiirusi koefitsiendiga 0,8—1, olenevalt augu läbimõõdust.

N ä i d e. Määrata treipingi spindli lubatav pöörete arv masinaehitusterasest võlli koorimisel. Terase tõmbetugevus $\sigma_b = 75$ kg/mm², võlli läbimõõt $D = 85$ mm, lõikesügavus $t = 3$ mm, ettenihe $s = 5$ mm/pöördele. Tera on valmistatud kiirlõiketerasest РФ-1; töö toimub jahutusega.

Tabeli 9 abil määrame lubatava lõikekiiruse (kui lõikesügavus $t = 3$ mm ja ettenihe $s = 0{,}5$ mm/pöördele). Me leiame

$$v = 33 \text{ m/min.}$$

Korrutame koefitsiendiga 1,2, mis käib jahutusega töötamise kohta:

$$v = 33 \times 1{,}2 = 39{,}6 \text{ m/min.}$$

Arvutame lubatava spindli pöörete arvu:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 39{,}6}{3{,}14 \times 85} = 134 \text{ pööret/min.}$$

## § 105. Töö, võimsus ja pöördmoment.

**Mõisteid tööst ja võimsusest.** Jõu mõjul toimuva liikumise ajal teostub t ö ö. Töö on jõu korrutis teekonnaga, mida keha läbib selle jõu mõjul.

Tööd mõõdetakse kilogramm-meetrites.

Ühes ajaühikus tehtud tööd nimetatakse v õ i m s u s e k s. Võimsuse ühikuks on 75 kilogramm-meetrit 1 sekundis. Seda võimsusühikut nimetatakse h o b u j õ u k s ja märgitakse tähtedega HJ. Võimsust saab mõõta ka kilovattides (1 kilovatt võrdub 1,36 HJ).

L õ i k e v õ i m s u s. Laastu lõikav tera teeb tööd. Võimsust, mida tuleb kulutada laastu lõikamiseks, nimetatakse l õ i k e v õ i m s u s e k s. Lõikevõimsuse määramiseks peab teadma lõikejõu suurust $P_z$ ja lõikekiirust $v$. Lõikevõimsust $N_{lõik}$ määratakse järgmise valemi järgi:

$$N_{lõik} = \frac{P_z \times v}{60 \times 75} \text{ HJ,} \qquad (18)$$

kus $P_z$ — lõikejõud, kg;
$v$ — lõikekiirus, m/min.

Näide. Kui suur on lõikevõimsus masinaehitusterasest võlli treimisel, mille materjali tõmbetugevus $\sigma_b = 60$ kg/mm², kui $D = 50$ mm, $n = 190$ pööret/min., $t = 5$ mm ja $s = 0{,}5$ mm/pöördele.

Tabeli 7 abil (lk. 231) määrame lõiketeguri $K$. Kui masinaehitusterase tõmbetugevus $\sigma_b = 60$ kg/mm², siis

$$K = 160 \text{ kg/mm}^2.$$

Laastu ristlõike pindala

$$f = t \times s = 5 \times 0{,}4 = 2 \text{ mm}^2.$$

Lõikejõu suurus (vt. valem [16])

$$P_z = K \times f = 160 \times 2 = 320 \text{ kg}.$$

Lõikekiirus

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3{,}14 \times 50 \times 190}{1000} = 30 \text{ m/min}.$$

Järelikult lõikevõimsus

$$N_{lõik} = \frac{P_z \times v}{60 \times 75} = \frac{320 \times 30}{60 \times 75} = 2{,}1 \text{ HJ}.$$

Treipingi võimsus. Selleks, et treipink saaks teha tööd, ta peab saama võimsust elektrimootorilt või vahetransmissioonilt. Treipingile edasiantav võimsus määratakse valemi järgi

$$N_r = \frac{P_r \times v_r}{60 \times 75} \text{ HJ}, \qquad (19)$$

kus $N_r$ — rihma poolt edasiantav võimsus, HJ;
$P_r$ — rihma poolt edasiantav jõud, kg;
$v_r$ — rihma ringkiirus, m/min.

Maksimaalne jõud $P_r$, mida rihm saab edasi anda, oleneb rihma laiusest:

| Rihma laius, mm | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rihma poolt edasiantav jõud, kg | 45 | 72 | 84 | 100 | 115 | 130 |

Rihma kiirus määratakse valemiga

$$v_r = \frac{\pi \times D_2 \times n_2}{1000} \text{ m/min.}, \qquad (20)$$

kus $D_2$ — treipingi rihmaratta läbimõõt, mm;
$n_2$ — selle rihmaratta pöörete arv minutis.

Näide. Määrata treipingile edasiantav võimsus, kui pingi rihmaratta läbimõõt $D_2=150$ mm, rihma laius on 60 mm ja rihmaratta pöörete arv $n_2=260$ pööret/min.

Valemi (20) järgi leiame rihma kiiruse:

$$v_r = \frac{\pi \times D_2 \times n_2}{1000} = \frac{3{,}14 \times 150 \times 260}{1000} = 122{,}7 \text{ m/min.}$$

Rihma kaudu edasiantav jõud

$$P_r = 72 \text{ kg.}$$

Järelikult tööpingile edasiantav võimsus on

$$N_r = \frac{P_r \times v_r}{60 \times 75} = \frac{72 \times 122{,}7}{60 \times 75} = 2 \text{ HJ.}$$

Kasutegur. Kuid kogu võimsust, mida treipink saab rihmalt, ei saa kasutada laastuvõtmise protsessis. Osa võimsust kulub treipingi üksikosade omavahelise hõõrumise ületamisele, näiteks hõõrumise ületamisele spindli ja võllide laagreis, samuti ka hammas-ajameis.

Kui jagada võimsust $N_e$, mis on lõiketööks tegelikult kasutatav, võimusega $N_r$, mida treipink saab oma jõuülekande-võllilt, siis jagatiseks on arv, mis on väiksem kui 1. See arv näitab, kui suurt osa treipingi koguvõimsusest saab lõiketööks tegelikult kasutada; seda arvu nimetatakse kasuteguriks ja märgitakse tähega $\eta$:

$$\eta = \frac{N_e}{N_r},$$

kus $N_e$ — lõiketööks kasutatav võimsus, HJ;
$N_r$ — treipingi koguvõimsus, HJ.

Treipinkidel on harilikult järgmised kasutegurid:

töötamisel ilma vaheülekandeta $\eta = 0{,}85 - 0{,}9$;
töötamisel sisselülitud vaheülekandega $\eta = 0{,}75$;
töötamisel kiiruste kastiga $\eta = 0{,}7 - 0{,}8$.

Näide. Määrata kasulik võimsus $N_e$, mida saab kasutada laastuvõtmiseks treipingi täiskoormuse puhul, kui treipingi koguvõimsus $N_r = 8$ HJ ja $\eta = 0{,}75$.

Lahendus: Laastuvõtmiseks kasutatakse võimsust

$$N_e = N_r \times \eta = 8 \times 0{,}75 = 6 \text{ HJ}.$$

Ülejäänud võimsus — 2 HJ — kulub treipingi hõõrumise ületamiseks mehhanismides.

Pöördmoment. Tera lõikeserva tungimisel töödeldavasse materjalisse viimane surub terale jõuga $P_z$, mille suund on allapoole. Selle jõu suurus sõltub laastu ristlõike pindalast ja antud materjali lõiketegurist K. Seega $P_z = K \times f$.

Kui laast surub terale jõuga $P_z$, siis tera surub töödeldavale detailile laastuvõtmisel sama suure jõuga vastu. See jõud püüab takistada detaili pöörlemist; ta koormab treipingi mehhanismi ja rihma.

Tera surve detailile teatud paksusega laastu võtmisel ei olene detaili läbimõõdust; vastupanu, mida tera avaldab detaili pöörlemisele, on aga seda tugevam, mida suurem on detaili läbimõõt. Vastupanu suurenemisega kasvab tööpingi ja tema mehhanismide koormus. Järelikult saab tööpingi koormuse üle otsustada ainult siis, kui peale lõikejõu on teada ka töödeldava detaili läbimõõt.

Kui korrutada lõikejõudu detaili poole läbimõõduga, siis saame kilogramm-millimeetrites väljendatud arvu. Seda arvu nimetatakse pöördmomendiks teral ehk lõikemomendiks.

Tähistades pöördmomenti teral tähega $M_t$, lõikejõudu — $P_z$ ja detaili läbimõõtu — $D$, me saame

$$M_t = \frac{P_z \times D}{2} \text{ kg mm}. \qquad (21)$$

Oletame, et lõikejõud teatud kindla paksusega laastu võtmisel võrdub 200 kg ja et detaili läbimõõt on 100 mm. Pöördmoment on siis:

$$M_t = \frac{P_z \times D}{2} = \frac{200 \times 100}{2} = 10\,000 \text{ kg mm} = 10 \text{ kgm}.$$

Selleks, et treipink saaks töötada, peab spindli pöördmoment olema suurem kui pöördmoment teral.

## § 106. Treipingi pass.

Treipingi valik ühe või teise detaili töötlemiseks on võimalik siis, kui treipingi kohta on olemas kõik tähtsamad andmed. See-

pärast koostatakse iga treipingi kohta eriline kaart, mida nimetatakse treipingi p a s s i k s.

Pass sisaldab andmeid treipingi tüübi, mudeli, otstarbe, valmistaja-tehase kohta jne. Edasi ta annab treipingi põhimõõted, töödeldavate detailide maksimaalsed mõõted, lõikeriistade kinnituskohtade mõõted ja andmed supordi, spindli ja tagumise tsenterpuki kohta. Edasi on loeteldud treipingi juures olevad rakised ja seadised detaili ja tööriistade kinnitamiseks, treipingi häälestamiseks, teenindamiseks ja eritööde tegemiseks.

Osas „Treipingi mehaanika" on toodud andmed pealiikumise ja ettenihke-liikumise mehhanismide kohta: lülitushoobade asendid ja neile vastavad spindli pöörete arvud minutis; pöördmomendid spindlil; võimsused spindlil; kitarri vahetushammasrattad ja ettenihked spindli ühe pöörde kohta.

Osas „Juhtimise skeem" on toodud treipingi selgitav skemaatiline joonis ja nimetatud iga juhtimishoova ülesanne.

Lisas 3 on toodud treipingi passi näitena Lubno tööpingitehase universaaltreipingi 1-T3 pass.

**Kontrollküsimusi.**

1. Missuguseid laaste tekib sitkete ja missuguseid rabedate metallide töötlemisel?
2. Kuidas määrata laastu ristlõike pindala suurus?
3. Mis mõju on tera teritusnurgal, lõikenurgal, esinurgal ja seadenurgal?
4. Kuidas nurgad muutuvad olenevalt tera kõrgusest tsentrite telgjoone suhtes?
5. Millistel juhtudel tuleb tera kinnitada tsentrite kõrgusele, millistel aga tsentritest kõrgemale või madalamale?
6. Missugused jõud mõjuvad treiterale ja milline on nende omavaheline olenevus?
7. Kuidas saab määrata lõikejõudu?
8. Kuidas ja missugustel tingimustel määratakse lõiketegurit?
9. Mis on tera püsivus? Missugused tegurid mõjuvad tera püsivusele?
10. Missuguseid jahutusvedelikke tarvitatakse metallide lõiketöötlemisel?
11. Missugused tegurid mõjutavad lõikekiiruse valikut?
12. Mis on töö? Mis on võimsus?
13. Mida nimetatakse tööpingi kasuteguriks?
14. Kuidas määratakse pöördmomenti?

15. Milleks on vajalik treipingi pass ja kuidas treial peab seda kasutama?
16. Milleks antakse treipingi passis tsentrite kõrgus ja vahekaugus?
17. Milleks antakse treipingi passis spindliava läbimõõt?

## XVIII peatükk.

## TREITERAD.

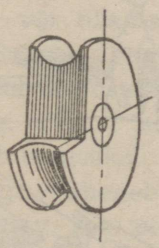
### § 107. Treiterade liigitus.

Treiterad jagunevad oma otstarbelt välistöötlemise ja sisetöötlemise teradeks. Nii ühed kui ka teised võivad olla pikitreimise, otsatreimise, mahalõikamise, keermetamise ja profiiltreimise jaoks. Me teame juba, et terad jagunevad pealõikeserva asetuse järgi parempoolseteks ja vasakpoolseteks (joon. 11).

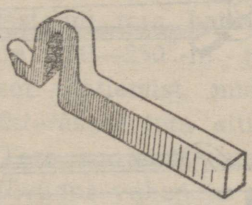
Keha kuju järgi terad jagunevad sirgeteks, ümmargusteks ja vetruvateks.

Sirge tera keha ristlõige on täisnurkne, ruudukujuline või ümmargune.

Ümmargusel teral (joon. 311) on ketta kuju, milles on esitahu moodustamiseks vajalik väljalõige. Seesuguse tera profiil ei muutu esitahu teritamisel; ta võimaldab rohkearvulisi teritusi.



Joon. 311. Ümmargune tera.



Joon. 312. Vetruv tera.

Vetruv tera on näidatud joonisel 312. Tema pea on hanekaela kujuline. Sellise tera paremus on tema vetrumises kasvava surve puhul. See kõrvaldab tera sissesööbimise ohu ja töödeldud pind tuleb puhtam.

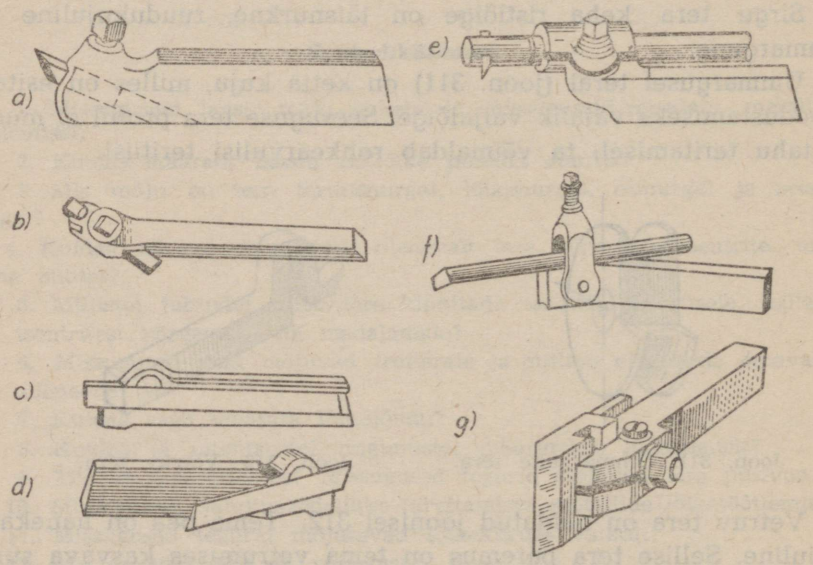
Valmistusviisilt jagunevad terad tervikteradeks ja pealekeevitatud või pealejoodetud plaadikestega teradeks.

Tervikteri valmistatakse ühest süsinikterase või kiirlõiketerase tükist. Pealekeevitatud või pealejoodetud plaadikestega teri valmistatakse teisiti: lõikav osa tehakse kiirlõiketerasest või kõvasulamist, tera keha aga süsinikterasest. Pealekeevitamise või -jootmise teel valmistatud terad võimaldavad seega säästa hinnalist lõikematerjali.

Kiirlõiketerasest terad tehakse selle väärtusliku metalli kokkuhoiu mõttes mõõdetelt väikesed; töötamise otstarbel kinnitatakse nad pidemetesse. Joonisel 313-a on näidatud sirge pide, millesse on nelikantpeaga poldi abil kinnitatud täisnurkse ristlõikega pikitreimise tera. Tera kinnitusaugu kallutatud asend võimaldab reguleerida tera tipu kõrgust. Seesuguseid terapidemeid valmistatakse ka kas paremale (joon. 313-b) või vasakule käänatud peaga.

Joonisel 313-c ja 313-d on kujutatud sirge pide ja käänatud pide mahalõiketerade jaoks.

Aukude sisetreimisel on pidemetega terade kasutamine veelgi




Joon. 313. Terapidemed: a — sirge, pikitreimise teraga; b — käänatud, pikitreimise teraga; c — sirge, mahalõiketeraga; d — käänatud, mahalõiketeraga; e ja f — sisetreimise teradega pidemed; g — keermeteraga pide.

tähtsam kui välistreimisel. Massiivse sisetreimise tera asendamine vastavasse pidemesse kinnitatud väiksema teraga annab tööriistaterase tunduvat kokkuhoidu.

Joonisel 313-e ja 313-f on näidatud pidemeisse kinnitatud sisetreimise terad, milledest esimene on keskmiste ja suurte aukude (teda saab edukalt kasutada ka teiste terade, näiteks keerme- või soonetera kinnitamiseks), teine aga on väikese läbimõõduga aukude treimiseks.

Joon. 313-g kujutab keermetera pidet.

### § 108. Treiterade valmistusmaterjalid.

Paragrahvis 4 on juba lühidalt räägitud terade valmistusmaterjalidest, kusjuures on nimetatud süsinikteraseid, kiirlõiketeraseid ja kõvasulameid. Tutvume lähemalt nende materjalidega.

S ü s i n i k t e r a s e k s nimetatakse terast, mille põhilisandiks on süsinik (0,6 kuni 1,4%). Peale süsiniku sisaldab see teras väiksemal hulgal räni, mangaani, fosforit ja väävlit. Fosfor ja väävel on kahjulikeks lisandeiks: fosfor põhjustab terase külmrabedust, väävel aga — punarabedust.

Tööriista-süsinikterased jagunevad h a r i l i k e k s ja k v a l i t e e t s e i k s. Kvaliteetseid süsinikteraseid valmistatakse elektrja tiigelahjudes; nad sisaldavad vähem fosforit ja väävlit.

Süsinikteras on tavalises olekus pehme; kui me aga karastame teda, s. o. soojendame temperatuurini 750—850° ja jahutame kiiresti vees või õlis, siis ta muutub väga kõvaks ja ühtlasi ka hapraks. Selleks, et vähendada karastatud tera haprust, allutatakse ta teistkordsele soojendamisele 220—250°-ni ja seejärel jahutatakse. Pärast sellist teistkordset töötlemist, mida nimetatakse noolutamiseks, muutub süsinikterasest tera sitkeks, kuid ühes sellega väheneb ta kõvadus. Tera soojendamine üle 250° ei ole lubatav, sest sel juhul tema kõvadus väheneks veel enam.

Süsinikterasest valmistatud lõikeriistade halbuseks on see, et nad muutuvad pehmeks võrdlemisi madalail temperatuuridel (200—240°). Seepärast kõlbavad süsinikterasest lõikeriistad ainult väikese lõikekiirusega ja mitte väga kõvade metallide töötlemiseks. Süsinikterasest lõiketerad annavad üsna häid tulemusi silumistöödel, eriti värviliste metallide töötlemisel.

Kiirlõiketeras sisaldab — vastandina süsinikterasele — peale süsiniku veel teisi lisandeid volframi, kroomi ja vanaadiumi näol, mis tõstavad tema lõikeomadusi. Kiirlõiketerase tähtsaimaks omaduseks on tema püsivus kuumas olekus, s. o. tema võime töötada (pärast karastamist) suurte lõikekiirustega isegi temperatuuridel kuni 600°, kaotamata häid lõikeomadusi.

See väärtuslik omadus soodustab kiirlõiketerase laialdast tarvitamist mitmesuguste kõrgelttootlike lõikeriistade valmistamiseks.

Parimad kodumaised kiirlõiketerase-margid on РФ-1 ja P. Neil on järgmine keemiline koostis (%-des):

| | Süsinik | Volfram | Vanaadium | Kroom |
|---|---|---|---|---|
| РФ-1 | 0,7 — 0,8 | 17,5 — 19 | 1 — 1,4 | 3,8 — 4,6 |
| P | 0,66 — 0,78 | 17 — 18,5 | 0,5 — 0,8 | 3,8 — 4,5 |

Üleni kiirlõiketerasest valmistatud terad on kallid. Kiirlõiketerase kokkuhoiu mõttes kasutatakse laialdaselt pealekeevitatud või pealejoodetud plaadikestega teri.

Volframi defitsiitsuse tõttu on viimaseil aastail hakatud tarvitama kiirlõiketerase asendajaid, mis ei sisalda volframit või sisaldavad seda vähesel hulgal.

Kiirlõiketerase asendajate hulka kuuluvad terasemargid ЭИ-262 ja ЭИ-184. Neil on järgmine keemiline koostis (%-des):

| | Süsinik | Volfram | Vanaadium | Kroom |
|---|---|---|---|---|
| ЭИ-262 | 0,85 — 0,95 | 8,5 — 9,5 | 2,3 — 2,6 | 4,1 — 4,6 |
| ЭИ-184 | 0,8 — 1,02 | 3,5 — 5,0 | 1,1 — 1,5 | 7,0 — 9,0 |

Erinevaid kiirlõiketeraste marke kasutatakse järgmistel juhtudel: РФ-1 ja P — kõigil metallide töötlemise juhtudel terade abil; ЭИ-262 — metallide töötlemiseks, millede kõvadus on alla 275 ühiku Brinelli järgi; ЭИ-184 — töötamiseks madalamatel lõikerežiimidel ja metallide töötlemiseks kõvadusega alla 180 Brinelli järgi.

Kõvasulameid valmistatakse plaadikestena volfram- ja titaankarbiidide ja koobaldi pulbrite kokkupaagutamise teel temperatuuridel umbes 1400°. Võrreldes tööriistaterastega, on kõvasulamite paremus selles, et nende kõvadus ei teki karastamise tagajärjel, vaid valmistusprotsessi ajal; sellepärast ei muutu nende kõvadus temperatuuri muutumisega kuigi palju. Kõvasulamid säilitavad kõrget kõvadust temperatuurini 1000°. Tänu neile väärtuslikele omadustele, kõlbavad kõvasulamist plaadikestega varustatud lõiketerad kõige kõvemate metallide ja mittemetallide töötlemiseks lõikekiirustega, mis ületavad 2—4 korda ja rohkem kiirlõiketerasest terade puhul lubatavaid lõikekiirusi.

Kõvasulamite puudumiks on nende suurem haprus.

Käesoleval ajal toodetakse NSV Liidus mitut marki kõvasulameid. Tähtsamad neist on BK8 ja T15K6. Kummalgi neist markidest on oma kindel tarvitusala. Sulamit BK8, mis on kõige sitkemaks kõvasulamiks, tarvitatakse malmi, terase, pronksi, samuti ka teiste värviliste metallide koorimiseks ebaühtlase koormusega lõikamisel (s. o. kui töötamine toimub löökidega). Sulamit T15K6 kasutatakse terase poolpuhas- ja puhastreimisel (sise- ja välistreimisel), samuti ka puhaskeermetamisel.

## § 109. Terade valmistamine.

**Tervikterade valmistamine.** Tervikterade valmistamine koosneb järgmistest operatsioonidest: 1) latt-terase lõikamine üksikuiks toortükkideks; 2) toortüki töötlemine lõikamise või sepistamise teel; 3) eelteritus; 4) termiline töötlemine; 5) lõppteritus ja 6) kontrollimine.

Pika teraslati lõikamine parajateks tükkideks toimub käsisae, ketassae, kääride jms. abil. Kui neid tööriistu pole, siis võib eraldada latist vajaliku pikkusega tükke meisliga raiumise teel. Enne on aga tarvis latti soojendada, sest vastasel korral võib raiumisel tekkida peenikesi pragusid, mis sageli tulevad nähtavale alles pärast valmistatud tera lõppteritust.

Üksikuile toortükkidele antakse sepistamise teel lõiketera kuju. Sepistamisele allutatakse ainult käänatud teri, kuna sirged terad ei vaja sepistamist. Enne sepistamist tuleb toortükk aeglaselt soo-

jendada temperatuurini, mis oleneb terase sordist. Süsinikterase puhul sobivatakse selle temperatuurina 750—1000°, kiirlõiketerase puhul aga 925—1200°. Treiterade sepistamine toimugu tugevate löökidega; nii saab ühtlasema terase struktuuri.

Pärast sepistamist toimub tera eelteritamine, kusjuures enne seda koorimise teel on eemaldatud liigne metallikiht ja antud tera peaosale lõppkujule lähedane kuju. Teritamine toimub käsitsi, ilma jahutuseta, keskmiselt kõvadel jämedail korundketastel, teralisusega 24—36. Eelterituseks kasutatakse lihtsat terituspinki.

Eelterituse läbinud terad allutatakse termilisele töötlemisele. Termilise töötlemise põhiliigid on karastamine ja noolutamine.

K a r a s t a m i n e seisab terade soojendamises vajaliku temperatuurini ja nende jahutamises. Süsinikterasest teri soojendatakse 760—780°-ni ja jahutatakse kiiresti vees või õlis.

Kiirlõiketerasest teri karastatakse kahes järgus: kõigepealt soojendatakse tera aeglaselt 840—870°-ni (helepunase hõõgvärvuseni) ja siis kiiresti 1280—1300°-ni (piimvalge hõõgvärvuseni); temperatuuridel üle 1300° sulab tera lõikeserv. Kui vajalik temperatuur on saavutatud, toimub tera jahutamine õlis või külmas õhujoas.

Selleks, et anda karastatud terale tarvilikku sitkust, allutatakse ta erilisele termilise töötlemise viisile — noolutamisele.

N o o l u t a m i n e seisab selles, et karastatud tera soojendatakse teatud kindla temperatuurini ja siis jahutatakse. Noolutustemperatuuri üle saab otsustada nõndanimetatud n o o l u t u s v ä r v u s t e järgi, mis tekivad soojendatava terase pinnale. Noolutatava eseme temperatuuri ja noolutusvärvuste vahel on olemas järgmine vahekord:

| Noolutusvärvus | Temperatuur °C |
|---|---|
| Helekollane | 225 |
| Õlgkollane | 230 — 235 |
| Tumekollane | 240 — 245 |
| Kollakaspruun | 255 |
| Punakaspruun | 265 |
| Purpurpunane | 275 — 280 |
| Violetne | 285 |
| Sinine | 295 |
| Helesinine | 315 |
| Hall | 330 |

Süsinikterasest terade noolutamine toimub temperatuuril 220 kuni 250°. Sellest kõrgemale ei tule soojendada, sest et vastasel

korral tera kõvadus kahaneks tunduvalt. Kiirlõiketerasest teri soojendatakse noolutamisel umbes 560°-ni. Jahutamine võib toimuda kas aeglaselt või kiiresti.

Käesoleval ajal kasutatakse õige sageli kiirlõiketerasest terade korduvat noolutamist. Terad soojendatakse 560°-ni ja hoitakse 1 tund aega sellel temperatuuril; siis võetakse nad ahjust välja ja jahutatakse. Soojendamist ühes hoidmise ja järgneva jahutusega korratakse 1—2 korda. Korduv noolutamine tõstab terade püsivust.

Pärast karastamist ja noolutamist toimub terade lõplik teritamine: neile antakse õige kuju ja nõutavad nurgad, samuti ka teravad ja sirged, täketeta lõikeservad.

**Pealekeevitatud plaadikestega terade valmistamine.** Tera keha eespoolsele otsale hööveldatakse või freesitakse madal aste hästi tasase tugipinnaga; sellele sobitatakse täpselt lõikeplaadike. Plaadikese ühendamine tera kehaga toimub pealejootmise või pealekeevitamise teel.

Pealekeevitamine on kõige levinumaks viisiks kiirlõiketerasest või selle asendajaist plaadikeste kinnitamiseks tera keha külge. Pealekeevitamine toimub järgmisel viisil. Tera kehasse tehtud astmele raputatakse pulbrisegu, mis koosneb terase- või malmiviilmeist, peenekstambitud klaasist ja booraksist; selle peale asetatakse plaadike. Sellisel kujul pannakse tera ahju või ääsile ja soojendatakse temperatuurini 1300°. Kui keevituspulber on sulanud (seda näeb eredaist laialipaiskuvaist sädemeist), võetakse tera ääsilt ja surutakse plaadike käsipressi abil tugevasti vastu tugipinda.

Lõikeplaadikese kinnitamine tera keha külge võib toimuda ka elektrilise keevitamise teel eriliste elekterkeevitus-aparaatide abil. Sel teel saadud ühendus on eriti tugev. Keevituspulbrina soovitatakse ferromangaani ja booraksi segu (kolm mahuosa ferromangaani ja kaks mahuosa booraksit).

Kui plaadike on kinnitatud tera keha külge, teostatakse eelteritus (jämeteritus), millele järgneb karastamisest ja kolmekordsest noolutamisest koosnev termiline töötlemine.

Viimaseks operatsiooniks on lõppteritus, millega tera saab nõutavad nurgad ja vajalikul määral teravad lõikeservad.

**Kõvasulamist plaadikestega terade valmistamine.** Plaadikesed joodetakse süsinikterasest terakehade külge, mis sisaldavad 0,8—1% süsinikku. Enne seda hööveldatakse või freesitakse tera kehasse plaadikese kinnitamiseks sobiv ase; see operatsioon nõuab erilist hoolt. Plaadikese alumist tasapinda, mis tuleb vastu tera keha, puhastatakse lihvimiskettal.

Pealejootmine toimub gaasi-, nafta- või elektriahjus. Kõigepealt soojendatakse tera keha temperatuurini 800° ja raputatakse jootekohale veidi booraksit. Kui booraks on sulanud, võetakse tera keha tulest välja, puhastatakse jootekoht terasharja abil tagist ja mustusest, pannakse kiiresti peale kõvasulamist plaadike, raputatakse sellele booraksit ja asetatakse tera keha ühes plaadikesega teise ahju, mille temperatuur on 1150°. Niipea kui booraks on sulanud ning täitnud vahed tera keha ja plaadikese vahel, raputatakse plaadikesele punase vase viilmeid. Vask sulab ja valgub vahedesse tera keha ja plaadikese vahel. Kui vedel vask tuleb plaadikese alt nähtavale, võetakse tera ettevaatlikult ahjust välja, pannakse mõne alustoe peale ja surutakse plaadike terava viiliotsa abil vastu tugipinda. Niipea kui vask on tahkunud, asetatakse tera puusõepulbriga täidetud kasti ja jäetakse ta sinna täieliku jahtumiseni. Pärast jahtumist ja puhastamist asutakse teritamisele.

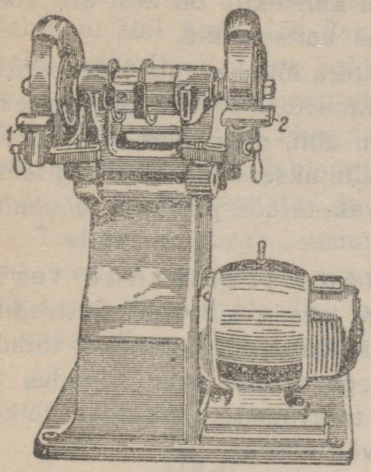
### § 110. Treiterade teritamine.

Hästi organiseeritud nüüdisaegseis tehastes toimub treiterade teritamine tavaliselt tsentraliseeritud korras terituspinkidel, kusjuures seda teostavad eriliselt väljaõpetatud töölised. Neis tehastes kasutatakse paljusid terade tüüpe, mis on valmistatud mitmesugustest tööriistaterastest ja sulamitest; see nõuab teritajalt erilisi teadmisi. Tsentraliseeritud teritamist aga ei ole tarvitusel kõigis tsehhides ja töökodades. Järelikult peab ka iga treial ise oskama teritada oma treiteri.

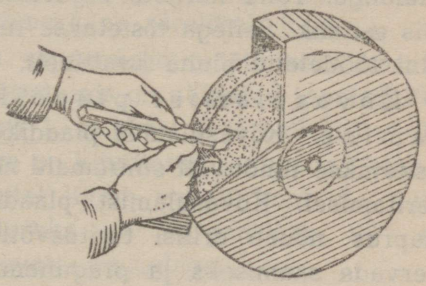
Kõige lihtsamaks terituspingi liigiks on tavaline terituskäi (joon. 314). Sellel saab käsitsi teritada peaaegu igat tüüpi normaalteri.

Terituskäial teritamine aga ei ole hõlpus, sest temal ei ole abinõusid tera ülesseadmiseks, mistõttu õigete nurkade ja tahkude

saamine oleneb täiel määral töölise oskusest ja vilumusest. Peale selle on käsitsi teritamisel raske tagada tera pidevat jahutust. Tugevasti kuumenenud tera perioodiline vettekastmine on terale ainult kahjuks; tera pinnas tekib pragusid, mis vähendavad tema tugevust ja püsivust. Arvestades kõike seda, tuleb terituskäial teritamise puhul silmas pidada kindlaid eeskirju.



Joon. 314. Terituskäi.



Joon. 315. Treitera teritamine terituskäial.

**Eeskirjad treiterade teritamiseks terituskäial.** Käsitsi teritamisel tuleb silmas pidada järgmisi eeskirju:

1. Lihvimiskäi ei tohi „visata", tema pind peab olema ühetasane.

2. Treitera teritamise ajal tuleb kasutada teritustuge, mitte aga hoida treitera vabalt käes (joon. 315). Tugi peab asetsema lihvimiskäiale võimalikult lähemal.

3. Teritatavat tera nihutatakse piki käia töötavpinda, sest vastasel korral viimane kulub ebaühtlaselt.

4. Et treitera mitte üle kuumutada ja et vältida tema pragunemist, ei ole soovitatav teda liiga tugevasti vastu käia suruda.

5. Teritamine peab toimuma pideva ning rohke jahutusega. Tilkhaaval jahutamine, samuti ka tugevasti kuumenenud tera vettekastmine, on lubamatu. Kui pole võimalik tagada pidevat jahutust, siis on parem teritada kuivalt.

6. Kiirlõiketerasest terade jämeteritust tuleb teostada keskmi-

selt kõvadel korundkäiadel teralisusega 24—36, puhasteritust aga samasugustel käiadel teralisusega 60—80. Teritamise järjekord on järgmine: kõigepealt teritatakse tera esitahk, siis peatugitahk ja abitugitahk ja lõpuks tipu ümarus.

7. Ei tule teritada käiadel, milledel kaitsekilp on eest ära võetud. Teritamise ajaks tuleb ette panna kaitseprillid.

Terade peensilumine. Treitera lõikeservale jääb pärast teritamist väikesi täkkeid, kiske ja kriimustusi. Nende kaotamiseks silutakse tera pinda peeneteralise tahu abil, niisutades seda mineraalõliga. Tahu kergete liigutustega silutakse enne tera tugitahk, siis esitahk. Sellega tõstetakse tunduvalt terade püsivust ja nende abil töödeldud pinna kvaliteeti.

Kõvasulamist plaadikestega treiterade teritamine. Kõvasulamist plaadikestega terade terituse kvaliteedile esitatakse tunduvalt suuremaid nõudeid kui kiirlõiketerasest terade teritamisel. Kõvasulamist plaadikestega terade suur kõvadus ja haprus nõuab erilisi teritusvõtteid teravamate, täketeta lõikeservade saamiseks ja pragunemise vältimiseks.

Kõvasulamist plaadikestega terade teritamine toimub karborundum-lihvimiskäiadel „Ekstra", nii käsitsi kui ka mehhaniseeritud viisil. Kõigepealt teostatakse eelteritus kettal teralisusega 36—40, siis puhasteritus kettal teralisusega 60—80.

Selleks, et vältida plaadikese ülekuumenemist ja pragunemist, hoidutakse treitera liiga tugevast surumisest vastu ketast. Peale selle tuleb treitera kogu aeg mööda ketta töötavpinda edasi-tagasi nihutada. See on vajalik sirgjoonelise lõikeserva saamiseks ja ka selleks, et ketta kulumine oleks ühtlane.

Teritada võib kas kuivalt või rohke emulsioonjahutusega. Jahutus võimaldab teravama lõikeserva saamist ja kaitseb peale selle tera ülekuumenemise, ketast aga liigse kulumise eest.

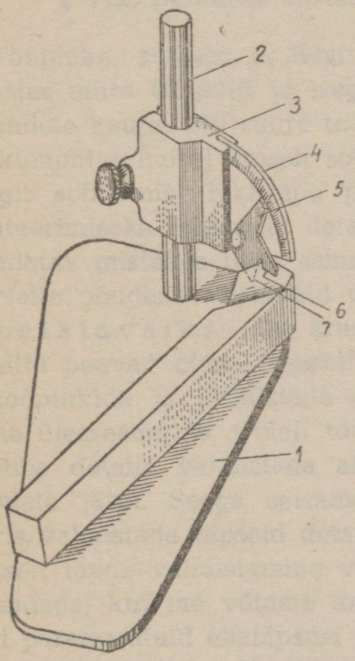
Pärast puhasteritust tuleb viimistella tera töötavtahud. Seda tehakse malmkettal, mis kaetakse pulbristatud boorkarbiidi ühtlase korraga ja mis pöörleb kiirusega 1—1,5 m/sek. Mõnikord toimub viimistlus käsitsi — ekstra-karborundumtahu abil, mille teralisus on 200—250.

## § 111. Treiterade erituse kontrollimine.

Treiterade kontrollimine seisab lõikeservade viimistlustäpsuse ja teranurkade kontrollimises.

Lihtsaimaks teranurkade kontrollimisviisiks on kontrollimine šablooni abil (joon. 15). Šablooni väljalõiked on teritusnurga kontrollimiseks (joon. 15-a), kaldservad aga, mis on ära lõigatud 8—10° all, tera seadenurga kontrollimiseks (joon. 15-b). Kontrollimise otstarbel pannakse tera ühes šablooniga kontroll-plaadile ja surutakse tera tugitahk vastu šablooni kaldserva. Kui pilu puudub, siis tugitahk on õigesti teritatud ja seadenurk on järelikult õige.

Treitera esinurga, samuti ka seadenurga mõõtmiseks kasutatakse erilist lauapealset nurgamõõtjat, mis on näidatud joonisel 316. Ta koosneb malmplaadist (alusest) 1, sambast 2 ja sellel üles-alla liikuvast liugurist 3. Liuguri külge on kinnitatud jaotustega kaar 4. Sellel liigub vabalt hoob 5, mille allosaks on nurgamõõtja 90° all olevate servadega.




Joon. 316. Eriline nurgamõõtja teranurkade mõõtmiseks.

Hoova ülemine ots, millel on seadekriips, libiseb kaare 4 jaotuste skaalal.

Kontrollitav tera pannakse alusplaadi 1 peale tugipinnaga allapoole. Esinurga mõõtmiseks tuleb suruda serv 6 tera esitahu vastu (joon. 316), seadenurga mõõtmiseks aga serv 7 tugitahu vastu. Seadekriips hooval osutab kraadijaotuste skaalal mõõdetava nurga suurust.

Kirjeldatud nurgamõõtjat kasutatakse esinurga ja seadenurga mõõtmiseks ka tera ümberteritamisel.

Lõikeserva erituse ja viimistluse kvaliteeti kontrollitakse harilikult 10—20-kordse suurendusega luubi abil.

Teritatud ja viimisteldud lõikeserv peab olema terav, pragude ja täketeta. Seesuguste vigade ilmnemisel tuleb tera ümber teritada. Väiksemad defektid kõrvaldatakse teritustahu abil.

**Kontrollküsimusi.**

1. Missugustest materjalidest valmistatakse treiteri?
2. Mille poolest kõvasulamist plaadikestega terad erinevad kiirlõiketerasest teradest?
3. Nimetage kiirlõiketerasest terade tähtsaim omadus.
4. Milles on kõvasulamist plaadikestega varustatud terade paremused?
5. Kuidas valmistatakse tervikteri ja kiirlõiketerasest või kõvasulamitest plaadikestega teri?
6. Kuidas teostub terade teritamine?
7. Milleks on tarvilik terade peensilumine?
8. Kuidas kontrollitakse treitera terituse õigsust?

NELJAS OSA.

# TOLERANTSID JA ISTUD. MÕÕTERIISTAD JA NENDE KASUTAMINE.

## XIX peatükk.

## TOLERANTSID JA ISTUD.

### § 112. Detailide vastastikuse vahetatavuse mõiste.

Tööpinke, autosid ja teisi masinaid ei valmistata kaasaegseis tehastes mitte üksikult ja isegi mitte kümne- või sajakaupa, vaid tuhandete kaupa. Nii suure toodangu puhul masina iga detail peab kokkumonteerimisel täpselt sobima oma kohale, ilma et oleks vaja mingit sobitamist lukksepa poolt. Peale selle peab iga kokkumonteerimiseks määratud detail olema ilma mingisuguse valikuta asendatav mistahes teise samaks otstarbeks valmistatud detailiga.

Neile nõudeile vastavaid detaile nimetatakse *vastastikku vahetatavaiks*. On arusaadav, et vastastikku vahetatavad detailid peavad olema täpselt valmistatud. Praktikast aga teame, et tööpinkide ja tööriistade ebaküllaldane täpsus, detailide ebatäpne ülesseadmine, treiali töös esinevad vead ja muud põhjused ei luba detaile valmistada absoluutse täpsusega joonistel antud mõõdete järgi. Seega seisame vastuoksuse ees: ühelt poolt on tarvis valmistada täpseid detaile, teiselt poolt aga on nende absoluutselt täpne valmistamine võimatu. Seda vastuoksust on hõlpus lahendada, kui me võtame arvesse detailide valmistamisel tekkivaid paratamatuid ebatäpsusi ja määrame juba ette kindlaks lubatavad hälbed, mis võimaldavad kokkumonteerimist ilma eelneva sobituseta.

## § 113. Tolerantsi mõiste.

Kuna tavaliselt ei ole võimalik saada täpselt ühesuurusi detaile, siis on lubatav valmistada neid väikeste hälvetega mõõdetes, mis ei takista nende vastastikust vahetatavust. Olgu näiteks vaja valmistada suuremal hulgal võlle, millede läbimõõt on 30 mm. Me võtame juba ette arvesse vältimatuid ebatäpsusi töötlemisel ja järelikult võimatust valmistada kõiki võlle täpselt 30-mm-lise läbimõõduga; kuid samal ajal me peame tagama võllide vastastikust vahetatavust kokkumonteerimisel. Sellisel juhul püütakse mitte ületada kindlapiirilisi hälbeid nõutavast 30 mm läbimõõdust, näiteks 0,1 mm võrra nõutavast suuremat või väiksemat. Joonisel ei näidata siis enam ühtainust mõõdet 30, vaid $30^{+0,1}_{-0,1}$. See tähendab, et treial võib teha võlli läbimõõdu kas 0,1 mm suuremana või 0,1 mm väiksemana kui 30 mm. Teisiti öeldult — töödeldud võlli läbimõõdu suurus võib kõikuda 30,1 ja 29,9 mm vahel. Kui treial valmistab võlli suurema läbimõõduga kui 30,1 mm või väiksema läbimõõduga kui 29,9 mm, siis see on praak.

Joonisele märgitavat arvutusmõõdet nimetatakse *nimimõõteks*. Tavaliselt püütakse nimimõõteid märkida täismillimeetrites.

Detaili mõõdet, mis on töötlemisel tegelikult saadud, nimetatakse *tegelikuks mõõteks*.

Mõõteid, millede vahel võib kõikuda detaili tegelik mõõde, nimetatakse *piirimõõteiks*. Suurem neist on *suurem piirimõõde*, väiksem aga *väiksem piirimõõde*. Meie näites suurem piirimõõde on 30,1 mm, väiksem aga — 29,9 mm.

Väga sageli üks piirimõõteist langeb nimimõõtega ühte. Näiteks, kui on vaja treida $30^{-0,1}$ mm läbimõõduga võlli, siis see tähendab, et lubatav hälve võib olla ainult vähenemise suunas, s. o. et töödeldud võlli läbimõõt ei tohi olla suurem kui 30 mm ega väiksem kui 29,9 mm. Antud juhul suurem piirimõõde langeb nimimõõtega ühte.

Järelikult kui joonisel seisab nimimõõte kõrval ainult üks lisaarv, näiteks $30^{+0,05}$ või $30^{-0,1}$, siis see tähendab, et üks piirimõõde langeb nimimõõtega ühte. Kui aga nimimõõte kõrval on kaks lisaarvu, näiteks $30^{+0,1}_{-0,1}$, siis mõlemad piirimõõted erinevad nimimõõtest.

Plussmärk tähendab, et piirimõõde on nimimõõtest suurem, miinusmärk aga — et piirimõõde on nimimõõtest väiksem. Üsna sageli mõlemad piirimõõted on plussiga või mõlemad miinusega. Näiteks mõõde $30^{+0,15}_{+0,05}$ tähendab, et suurem piirimõõde on 30,15 ja väiksem piirimõõde — 30,05.

Piirimõõte ja nimimõõte vahet nimetatakse **hälbeks**. Vahet suurema piirimõõte ja nimimõõte vahel nimetatakse **ülemiseks hälbeks**, väiksema piirimõõte ja nimimõõte vahel aga — **alumiseks hälbeks**. Olgu näiteks võlli läbimõõt $30^{+0,15}_{+0,1}$. Sel juhul suurem piirimõõde on $30 + 0,15 = 30,15$ mm ja ülemine hälve $30,15 - 30,0 = 0,15$ mm; väiksem piirimõõde on $30 + 0,1 = 30,1$ ja alumine hälve $30,1 - 30,0 = 0,1$ mm.

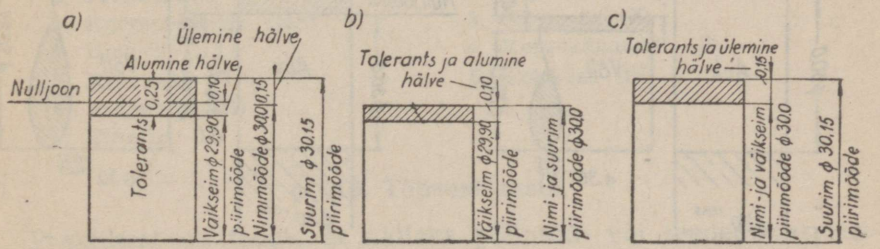
Suurema ja väiksema piirimõõte vahet nimetatakse **tolerantsiks**. Näiteks võllil mõõdetega $30^{+0,15}_{-0,1}$ tolerants võrdub piirimõõdete vahega, s. o. $30,15 - 29,9 = 0,25$ mm.

Kõiki loeteldud suurusi saab kujutada graafiliselt.

Joonisel 317-a on graafiliselt näidatud $30^{+0,15}_{-0,10}$ läbimõõduga võlli mõõted. Näidatud on: nimimõõde — 30 mm; suurem piirimõõde — 30,15 mm; väiksem piirimõõde — 29,90 mm; tolerants — $30,15 - 29,90 = 0,25$ mm; ülemine hälve — 0,15 mm; alumine hälve — 0,10 mm.

Nimimõõdet tähistavat joont (joon. 317-a) nimetatakse **nulljooneks**.

Joonisel 317-b on näidatud võll mõõdetega $30^{-0,1}$, joon. 317-c aga võll mõõdetega $30^{+0,15}$.




**Joon. 317. Võlli tolerantside graafiline kujutamine.**

## § 114. Lõtkud ja pinetused.

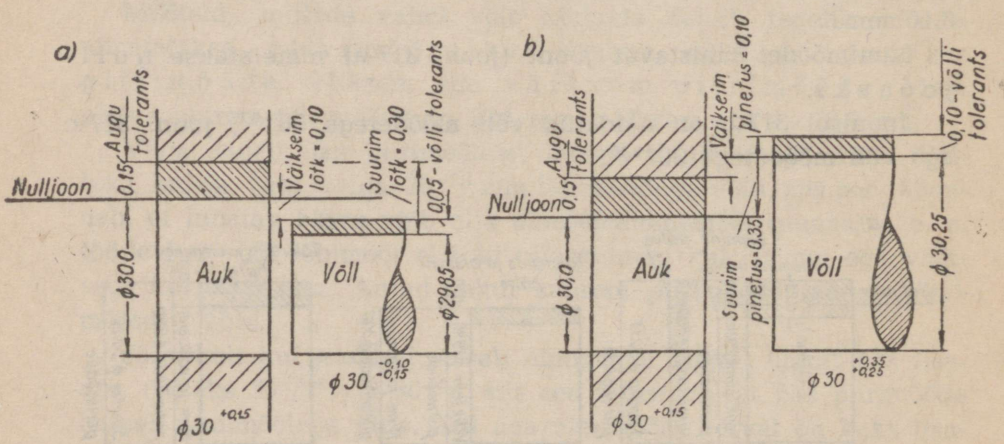
Kui me asetame detaili, mille auk on $30^{+0,15}$, võllile läbimõõduga $30^{-0,10}_{-0,15}$, s. o. augu läbimõõdust väiksema läbimõõduga võllile, siis võlli ja augu ühendus on lõtkuga, nagu on näha jooniselt 318-a. Sel juhul ist (istuks nimetatakse augu ja võlli ühendust) on liikuv, sest võll saab augus vabalt pöörelda. Kui aga võlli läbimõõt on $30^{+0,35}_{+0,25}$, s. o. augu läbimõõdust suurem (joon. 318-b), siis tuleb võll augu sisse pressida, ja ühendus ei ole enam lõtkuga, vaid pinetusega. Niisugune ist on liikumatu, sest võll ei saa augus pöörelda.

Ülaltoodud näidetest võib teha järgmised järeldused:

1. Lõtkuks nimetatakse vahet augu ja võlli mõõdete vahel, kui augu mõõde on suurem.

2. Pinetuseks nimetatakse vahet võlli ja augu mõõdete vahel, kui võlli mõõde on suurem.

Neistsamadest näidetest on näha, et lõtku ja pinetuse suurus muutub kõige suuremast kõige väiksemani ühes muutustega võlli ja augu mõõdetes. Esimeses näites (joon. 318-a) suurim lõtk on võrdne vahega augu suurema piirimõõte 30,15 ja võlli väiksema piirimõõte 29,85 vahel, s. o. 30,15 — 29,85 = 0,30 mm; väik-




Joon. 318 Võlli ja augu ühenduse graafiline kujutamine: a — lõtkuga; b — pinetusega.

**seim lõtk** on võrdne vahega augu väiksema piirimõõte 30,0 ja võlli suurema piirimõõte 29,90 vahel, s. o. 30,0 – 29,90 = 0,10 mm.

Teises näites (joon. 318-b) **suurim pinetus** võrdub vahega võlli suurema piirimõõte ja augu väiksema piirimõõte vahel, s. o. 30,35 — 30,0 = 0,35 mm; **väikseim pinetus** võrdub vahega võlli väiksema piirimõõte ja augu suurema piirimõõte vahel, s. o. 30,25 — 30,15 = 0,10 mm.

## § 115. Istud.

Me teame juba, et kui ühendus on lõtkuga, siis ist on liikuv, s. o. võll võib augus pöörelda; seevastu pinetusega ühenduse korral ist on liikumatu. Sellest võib teha järelduse: kui me asetame võlli teatud kindla nimimõõtega auku, siis me võime saada kahesuguse iseloomuga ühenduse, s. o. kas liikuva või liikumatu istu, olenevalt sellest, kas seejuures tekib lõtk või pinetus.

Seega jagunevad kõik istud kaheks põhirühmaks: **liikuvad ja liikumatud istud.** Kumbki rühm jaguneb omakorda üksikuiks istude liikideks, mida iseloomustab ühel juhul suurem või väiksem pinetus, teisel juhul aga suurem või väiksem lõtk. Kui me rühmitame istud selliselt, et liikumatute istude rühma esimene ist on suurima pinetusega, liikuvate istude rühma viimane ist aga suurima lõtkuga, siis me saame 12-st istust koosneva rea, milles on 7 liikumatut ja 5 liikuvat istu. See istude süsteem järgneb allpool, kusjuures sulgudes on toodud istude venekeelsed lühendid.

**Liikumatud istud:**

1. Kuum-ist (Гр)
2. Press-ist (Пр)
3. Kergepress-ist (Пл)
4. Umb-ist (Г)
5. Kinnis-ist (Т)
6. Pingul-ist (Н)
7. Tihe-ist (П)

**Liikuvad istud:**

1. Liug-ist (С)
2. Liikuv-ist (Д)
3. Käigu-ist (Х)
4. Kergekäigu-ist (Л)
5. Lobe-ist (Ш)

## § 116. Täpsusklassid.

Praktikast on teada, et näiteks põllutöö- või teedeehitusmasinate detailid valmistatakse vähem täpsed kui treipingi, auto või

jalgratta detailid. Ühenduses sellega toimub ka detailide valmistamine masinaehituses erinevaile masinaile erinevate täpsusklasside järgi. Kõige levinumad on 2., 3. ja 4. klass.

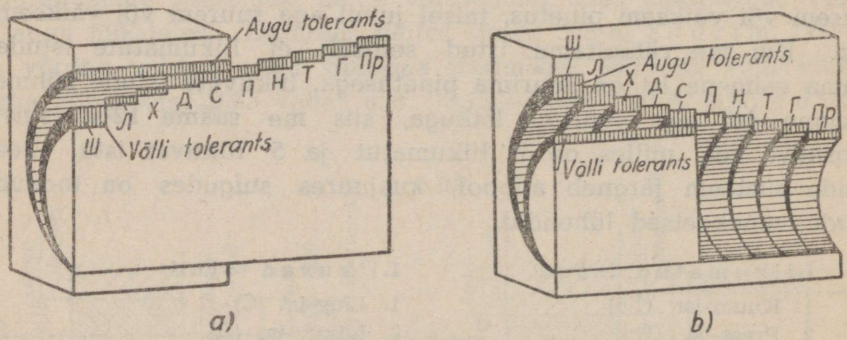
Et oleks teada, missuguse täpsusklassi järgi detail tuleb valmistada, märgitakse joonisele istu tähistava lühendi kõrvale ka täpsusklassi number. Näiteks $C_4$ tähendab 4. täpsusklassi liugistu; $X_3$ — 3. täpsusklassi käigu-istu; П — 2. täpsusklassi tiheistu.

Teise täpsusklassi istudel ei märgita numbrit 2, sest seda täpsusklassi kasutatakse eriti palju.

## § 117. Augusüsteem ja võllisüsteem.

On olemas kaks tolerantside asetuse süsteemi: augusüsteem ja võllisüsteem.

Joon. 319-a kujutab graafiliselt mitmesuguseid augusüsteemi iste, s. o. iste, mida teostatakse võlli tolerantsi muutmise teel, kusjuures augu tolerants jääb muutmata.




Joon. 319. Augusüsteemi ja võllisüsteemi graafiline kujutamine: a — augusüsteemi istud; b — võllisüsteemi istud.

Joon. 319-b kujutab graafiliselt võllisüsteemi iste, s. o. iste, mida teostatakse augu tolerantsi muutmise teel, kusjuures võlli tolerants jääb muutmata. Mõlemal juhul on antud 2. täpsusklassi istud.

Augusüsteemi märgitakse joonistele tähega A ja võllisüsteemi tähega B. Kui auk valmistatakse augusüsteemi järgi, siis kirju-

tatakse nimimõõte kõrvale täht A ühes numbriga, mis vastab nõutavale täpsusklassile. Näiteks $30A_3$ tähendab, et auk peab olema valmistatud augusüsteemi järgi 3. täpsusklassi kohaselt. Kui aga augu töötlemine toimub võllisüsteemi järgi, siis kirjutatakse nimimõõte kõrvale istu tähistus ja nõutava täpsusklassi number. Näiteks $30C_4$ tähendab, et auk peab olema valmistatud võllisüsteemi järgi 4. täpsusklassi liug-istuga. Võlli töötlemisel võllisüsteemi järgi kirjutatakse täht B ja nõutava täpsusklassi number. Näiteks, $30B_3$ tähendab võlli töötlemist võllisüsteemi järgi 3. täpsusklassi kohaselt.

Masinaehituses kasutatakse augusüsteemi sagedamini kui võllisüsteemi, sest võlli töötlemine vastava mõõte kohaselt on kergem kui augu töötlemine. Võlle töödeldakse treipinkidel treiterade abil; treiterad aga on odavamad kui täpsete aukude töötlemiseks kasutatavad hõõritsad. Peale selle, kui ühe täpsusklassi istude teostamiseks augusüsteemis jätkub ühestainsast kindla läbimõõduga hõõritsast, siis võllisüsteemis on ühe klassi piirides tarvis iga istu jaoks eraldi hõõritsat; see aga on tunduvalt kallim.

### § 118. Tolerantside tabelid.

Täpsusklasside, istude ja tolerantside määramiseks kasutatakse erilisi tabeleid. Näitena on allpool toodud 2. täpsusklassi augusüsteemi tabel (tabel 10). Tabeli esimene lahter annab nimiläbimõõte, teine lahter — augu hälbeid mikronites. Teistes lahtrites on toodud mitmesugused istud ja neile vastavad hälbed. Plussmärk tähendab hälbeid nimimõõtest suurenemise suunas, miinusmärk aga — vähenemise suunas.

Näitena määrame augusüsteemi 2. täpsusklassi liikuv-istu võlli ja 30 mm läbimõõduga augu ühendamiseks.

Tabeli 10 esimesest lahtrist leiame nimimõõte 30, teisest lahtrist aga — augu hälbed $^{+27}_{0}$. Järelikult on augu suurem piirimõõde 30,027 mm, väiksem piirimõõde aga 30 mm, sest alumine hälve on null.

Lahtris „liikuv-ist" seisab mõõdete 30 — 50 kohal võlli hälve $^{-10}_{-27}$. Järelikult on võlli suurem piirimõõde 30 — 0,010 = 29,99 mm, väiksem piirimõõde aga 30 – 0,027 = 29,973 mm.

## Augu ja võlli piirilised hälbed augusüsteemi järgi

Mõõted mikronites (1 mikron

| Nimi-läbimõõdud, mm | Augu hälbed A | | I s | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Press-ist Пр | | Umb-ist Г | | Kinnis-ist Т | | Pingul-ist Н | |
| | | | V õ l l i | | | | | | | |
| | Alumine | Ülemine | Ülemine | Alumine | Ülemine | Alumine | Ülemine | Alumine | Ülemine | Alumine |
| 1 kuni 3 | 0 | +10 | +18 | +12 | +13 | +6 | +10 | +4 | +7 | +1 |
| 3 „ 6 | 0 | +13 | +23 | +15 | +16 | +8 | +13 | +5 | +9 | +1 |
| 6 „ 10 | 0 | +16 | +28 | +18 | +20 | +10 | +16 | +6 | +12 | +2 |
| 10 „ 18 | 0 | +19 | +34 | +22 | +24 | +12 | +19 | +7 | +14 | +2 |
| 18 „ 30 | 0 | +23 | +42 | +28 | +30 | +15 | +23 | +8 | +17 | +2 |
| 30 „ 50 | 0 | +27 | +52 | +35 | +35 | +18 | +27 | +9 | +20 | +3 |
| 50 „ 80 | 0 | +30 | +65 | +45 | +40 | +20 | +30 | +10 | +23 | +3 |
| 80 „ 120 | 0 | +35 | +90 | +65 | +45 | +23 | +35 | +12 | +26 | +3 |
| 120 „ 180 | 0 | +40 | +120 | +90 | +52 | +25 | +40 | +13 | +30 | +4 |
| 180 „ 260 | 0 | +45 | +160 | +130 | +60 | +30 | +45 | +15 | +35 | +4 |
| 260 „ 360 | 0 | +50 | +210 | +175 | +70 | +35 | +50 | +15 | +40 | +4 |
| 360 „ 500 | 0 | +60 | +275 | +235 | +80 | +40 | +60 | +20 | +45 | +5 |

## 2. täpsusklassi kohaselt (OCT 1012 järgi).

= 1 $\mu$ = 0,001 mm)

t u d

| Tihe-ist П | | Liug-ist С | | Liikuv-ist Д | | Käigu-ist Х | | Kergekäigu-ist Л | | Lobe-ist Ш | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| h ä l b e d | | | | | | | | | | | |
| Ülemine | Alumine | Ülemine | Alumine | Ülemine | Alumine | Ülemine | Alumine | Ülemine | Alumine | Ülemine | Alumine |
| +3 | —3 | 0 | —6 | —3 | —9 | —8 | —18 | —12 | —25 | —18 | —37 |
| +4 | —4 | 0 | —8 | —4 | —12 | —10 | —22 | —17 | —35 | —25 | —45 |
| +5 | —5 | 0 | —10 | —5 | —15 | —13 | —27 | —23 | —45 | —35 | —60 |
| +6 | —6 | 0 | —12 | —6 | —18 | —16 | —33 | —30 | —55 | —45 | —75 |
| +7 | —7 | 0 | —14 | —8 | —22 | —20 | —40 | —40 | —70 | —60 | —95 |
| +8 | —8 | 0 | —17 | —10 | —27 | —25 | —50 | —50 | —85 | —75 | —115 |
| +10 | —10 | 0 | —20 | —12 | —32 | —30 | —60 | —65 | —105 | —95 | —145 |
| +12 | —12 | 0 | —23 | —15 | —38 | —40 | —75 | —80 | —125 | —120 | —175 |
| +14 | —14 | 0 | —27 | —18 | —45 | —50 | —90 | —100 | —155 | —150 | —210 |
| +16 | —16 | 0 | —30 | —22 | —52 | —60 | —105 | —120 | —180 | —180 | —250 |
| +18 | —18 | 0 | —35 | —26 | —60 | —70 | —125 | —140 | —210 | —210 | —290 |
| +20 | —20 | 0 | —40 | —30 | —70 | —80 | —140 | —170 | —245 | —250 | —340 |

**Kontrollküsimusi.**

1. Mida nimetatakse masinaehituses vastastikuseks vahetatavuseks?
2. Milleks määratakse kindlaks lubatavad hälbed detaili mõõdetest?
3. Mis on nimimõõde, piirimõõde ja tegelik mõõde?
4. Kas piir mõõde võib võrduda nimimõõtega?
5. Mida nimetatakse tolerantsiks ja kuidas seda määratakse?
6. Mida nimetatakse ülemiseks hälbeks ja mida alumiseks?
7. Mida nimetatakse lõtkuks ja mida pinetuseks? Milleks on tarvis ette näha lõtku või pinetust kahe detaili ühendamisel?
8. Missuguseid iste on olemas ja kuidas neid märgitakse joonistele?
9. Millega augusüsteem erineb võllisüsteemist?
10. Miks augusüsteem on masinaehituses tarvitatavam kui võllisüsteem?
11. Kuidas märgitakse joonistele augu- ja võllisüsteemi, iste, täpsusklasse ja tolerantse?

## XX peatükk.

## MÕÕTERIISTAD.

Täpselt töödeldud detailide mõõtmiseks kasutatakse kõrgema täpsusega mõõteriistu: nihkkaliibreid, mikromeetreid, sisemikromeetreid jms.

### § 119. Kõrgema täpsusega nihkkaliiber.

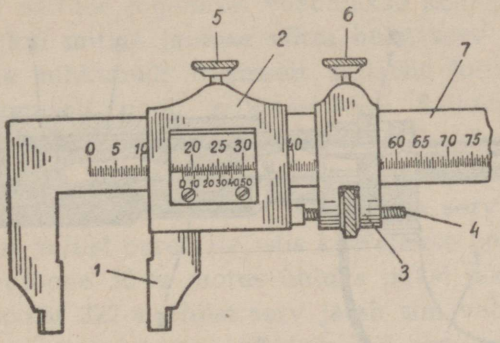
Paragrahvis 19 vaadeldud nihkkaliibrid on 0,1 mm-lise täpsusega mõõteriistad. Joonisel 320 on näidatud nihkkaliiber, mille noonius võimaldab mõõtetäpsust kuni 0,02 mm. Nihkkaliibri liikuv haru 1 on ühendatud liuguriga 2, mis on omakorda ühenduses mikromeetrilise kruvi 4 abil teise liuguriga 3. Liuguri 3 ja mikromeetrilise kruvi abil seatakse varbsirkli harud täpselt vajalikule mõõtele.

Mõõtmine toimub järgmisel viisil. Keeratakse lahti kruvid 5 ja 6, mis kinnitavad liugureid 2 ja 3 mõõte-joonlauale 7, ja seatakse nihkkaliibri harude mõõtepinnad umbkaudselt nõutavale mõõtele. Siis kinnitatakse liugur 3 seadekruvi 6 abil nii, et ta ei saaks paigalt nihkuda, ja keeratakse mikromeetrilise kruvi 4 ümarmutrit, kuni haru 1 on täpselt vajalikul mõõtel. Pärast harude vahe lõplikku seadmist keeratakse kruvi 5 kinni.

Jooniselt 320 on näha, et mõõte-joonlaua kahe naaberjaotuse vahe on 0,5 mm. Nooniuse skaala on 12 mm pikk; ta on jaotatud 25-ks võrdseks osaks.

Mõõte-joonlaua ja nooniuse jaotuste vahe on 0,02 mm.

Mõõtmine selle nihkkaliibriga toimub § 19 kirjeldatud viisil, kuid selle erinevusega, et mõõte-joonlaua jaotusega ühtelangev




Joon. 320. Kõrgema täpsusega nihkkaliiber.

nooniuse jaotus ei näita siin millimeetri kümnendikke, vaid millimeetri sajandikke. Näiteks, kui nooniuse 12-nes jaotus langeb ühte mõne joonlaua jaotusega, siis nooniuse näit on $12 \times 0{,}2 = 0{,}24$ mm.

Nihkkaliibri kasutamise reegleid. Õigete näitude saamiseks on tarvis silma pidada järgmist:

1) enne mõõtmist tuleb puhastada nihkkaliibri harude mõõtepinnad tolmust ja määrdeainetest;

2) mõõtepindade surumine vastu detaili peab toimuma kerge vajutusega;

3) mõõta võib ainult jahtunud detaile;

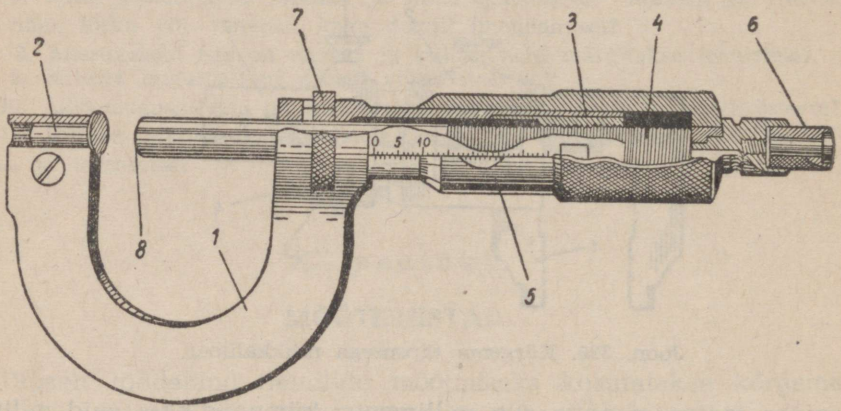
4) mõõtmist võib teostada ainult pärast treipingi peatamist.

Pärast mõõtmist tuleb nihkkaliiber hoolikalt puhtaks pühkida ja õlitada.

## § 120. Mikromeeter.

Mikromeetrit kasutatakse detaili välismõõdete — läbimõõtude, paksuste ja pikkuste — täpseks mõõtmiseks. Mikromeeter (joon. 321) koosneb terasklambrist 1, mille ühes otsas on liiku-

matu kand 2 mõõte-tasapinnaga, teises otsas aga sisekeermega puks 3. Puksi sisse on keeratud mikromeetriline kruvi 4, mille keermesamm on 0,5 mm; kruvi vasakpoolses otsas on karastatud mõõtepind 8. Puksi ümber on hülss 5, mis on jäigalt ühendatud kruviga 4. Seega pöörleb hülsi pöörlemisel ka kruvi, kusjuures tema mõõtepind 8 nihkub ühes või teises suunas.




Joon. 321. Mikromeeter.

Kruvi parempoolsel otsal on eriline rakis 6, mida nimetatakse põrkrakiseks. See rakis on mikromeetri mõõtepindade täpseks seadmiseks detaili tegelikule mõõtele. Kinnitusrõngas 7 on kruvi kinnitamiseks vajalikku asendisse.

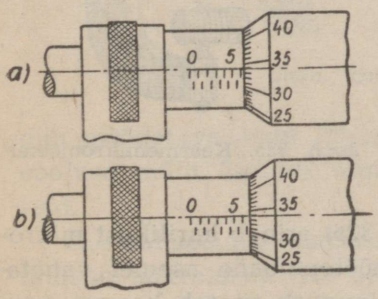
Puksi 3 välispinnal on pikikriips, mille kohal on kaks skaalat: ülemine skaala millimeeterjaotustega ja alumine kriipsudega, mis poolitavad ülemise skaala millimeetreid. Hülsi kaldservale on samuti kantud üksteisest ühekaugusel olevad jaotused — tavaliselt 50 jaotust ringjoone kohta.

Hülsi 5 igal täispöördel ümber puksi 3 teeb kruvi samuti ühe täispöörde, kusjuures tema mõõtepind 8 nihkub piki telge ühe keermesammu, s. o. 0,5 mm võrra. Kui aga hülss pöördub puksi suhtes ühe ringjaotuse võrra, s. o. teeb $\frac{1}{50}$ täispööret, siis kruvi mõõtepind nihkub $\frac{1}{50}$ keermesammu võrra, s. o. $0{,}5 : 50 = 0{,}01$ mm. Järelikult iga hülsijaotus vastab mõõdetava pikkuse 0,01 mm-le.

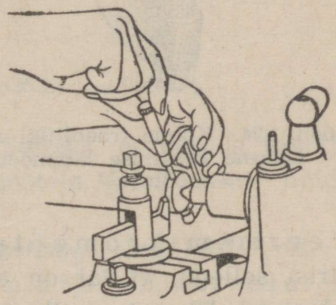
Kui mõõtepinnad on lükatud teineteise vastu, siis hülsi nullkriips peab täpselt ühtuma puksi pikikriipsuga ja nullpunktiga sellel. Seda asendit nimetatakse n u l l a s e n d i k s. Kui me nüüd hakkame hülssi enda poole keerama, siis kriipsud tema kaldserval lõikavad üksteise järel puksi pikikriipsu, kuna hülsi vasakpoolne äär nihkub puksiskaalal paremale.

Mikromeetri näitude lugemisel vaadatakse kõigepealt liikumatu puksi skaalalt, kui mitme jaotuse võrra hülsi serv on puksi nullpunktist eemale nihkunud: ülemiselt skaalalt loetakse täismillimeetreid ja alumiselt pooli millimeetreid. Sajandikmillimeetrite lugemiseks kasutatakse jaotusi liikuva hülsi kaldserval. Oletame, et meil on tarvis seada mikromeeter suurusele, mis võrdub 6,36 mm. Selleks keeratakse hülssi, kuni tema serv nihkub 6 jaotuse võrra puksi nullist paremale; siis keeratakse hülssi veel edasi, nii et tema ringjoone 36-es jaotus ühtuks puksi pikikriipsuga.

Vaatame joonist 322-a. Hülsi serv jätab siin vabaks puksi ülemise skaala kuus jaotust, mis võrduvad 6 mm; puksi pikikriips ei ühtu hülsi ringjoone nulliga, vaid tema 34-nda jaotusega. See näitab, et mikromeetri mõõtepindade vahekaugus on 6,34 mm. Joonisel 322-b puksi pikikriips ühtub samuti hülsi 34-nda jaotusega. Hülsi serv jätab siingi, nagu eelmisel juhul, vabaks kuus jaotust puksi ülemisel skaalal, peale selle aga veel ühe jaotuse alumisel skaalal; see vastab mõõtele 6+0,5+0,34=6,84 mm.




Joon. 322. Mikromeetri näidu lugemine.

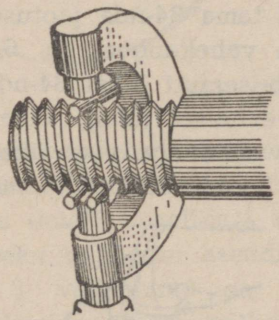


Joon. 323. Detaili mõõtmine mikromeetriga.

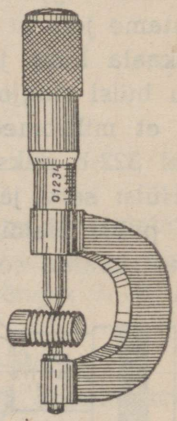
Mõõtmiseks tuleb kõigepealt lõdvendada kinnitusrõngas; siis võetakse vasaku käega mikromeetri klambrist ja asetatakse mõõte-

riist mõõdetava detaili kohale (joon. 323). Parema käe pöidla ja nimetissõrmega keeratakse mikromeetri hülssi seni, kuni mikromeetri mõõtepinnad puutuvad kergelt vastu detaili pinda. Siis seatakse mikromeetri kruvi põrkrakise abil täpsemasse asendisse ja keeratakse kinnitusrõngas kinni.

Joonisel 321 näidatud mikromeetrit saab kasutada ka väliskeerme läbimõõtude mõõtmiseks. Keerme välisläbimõõtu saab mõõta, muutmata mikromeetri mõõtepindade konstruktsiooni. Keskmise läbimõõdu mõõtmiseks võetakse abiks erilisi kalibreeritud traaditükikesi. Kaks traadiotsa asetatakse ühele poole mõõdetavat keeret ja üks traadiots teisele poole, nii et traadid lebaksid keermesoonte külgpindadel (joon. 324). Siis mõõdetakse mikromeetriga kaugust ülemise ja alumiste traatide vahel. See mõõtmisviis on keerukas ning teda kasutatakse ainult siis, kui pole käepärasemat mõõteriista — keermemikromeetrit.



Joon. 324. Kolme traaditüki asetus keerme keskmise läbimõõdu mõõtmisel.



Joon. 325. Keermemikromeeter.

K e e r m e m i k r o m e e t e r (joon. 325) erineb harilikust mikromeetrist sellega, et tal on alaliste mõõtepindade asemel vahetatavad otsad. Üks ots, mille teraviku tipunurk vastab keerme profiili nurgale, pannakse mikromeeterkruvi pesasse; teine ots, milles on sisselõige, kinnitatakse kanna sisse.

M i k r o m e e t r i k a s u t a m i s e r e e g l e i d. Mikromeetriga töötamisel on tarvis:

1) hoida mikromeetri mõõtepinnad puhtad;

2) lõpetada hülsi keeramine niipea, kui käsi tajub kerget, kuid ometi tuntavat kokkupuudet mikromeetri mõõtepindade ja detaili vahel; sellele järgneb kruvi täpne seadmine põrkrakise abil;

3) hoida mikromeetrit soojenemise eest; selleks tuleb vältida tema tarbetult kaua kestvat peoshoidmist ja küttekehade lähedal pidamist;

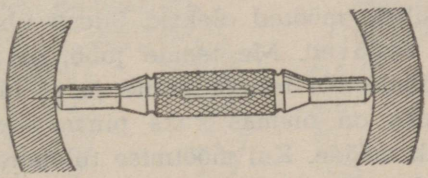
4) ei tule mõõta pöörlevaid, samuti ka mitte tööpingil töötlemise ajal kuumenenud detaile.

Kui töö on tehtud, tuleb mikromeeter hoolikalt puhtaks pühkida ja õlitada. Mikromeetrit hoitakse erilises karbikeses, selleks et kaitsta teda vigastuste ja soojusmõjude eest.

## § 121. Sisemikromeeter.

Sisemikromeetreid kasutatakse detailide sisemõõdete täpsel mõõtmisel. Selleks kasutatakse ka siseläbimõõdu kaliibreid.

Siseläbimõõdu kaliiber (joon. 326) kujutab endast kerapinnakujuliste otstega metallvarba. Kaugus otste vahel võr-



Joon. 326. Siseläbimõõdu kaliiber.

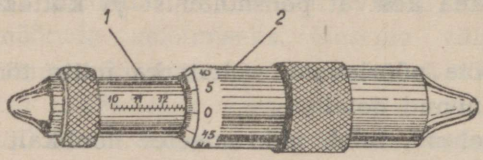
dub mõõdetava augu läbimõõduga. Selleks, et vältida töötaja käe soojuse mõju kaliibri tegelikule mõõtele, kasutatakse hoiderakiseid.

Siseläbimõõtude mõõtmiseks täpsusega kuni 0,01 mm kasutatakse mikromeetrilise peaga sisemikromeetreid. Nende ehitus on sarnane välismõõtmiseks kasutatava mikromeetri ehitusega.

Sisemikromeeter (joon. 327) koosneb puksist 1 ja hülsist 2, mille sees on mikromeetriline keere; keerme samm on 0,5 mm. Hoides kinni puksi 1 ja keerates hülssi 2, saab muuta kaugust

sisemikromeetri mõõtepindade vahel. Näitude lugemine toimub nagu mikromeetril.

Ülemine skaala puksi horisontaalse joone peal näitab terveid millimeetreid, alumine aga, joone all, — pooli millimeetreid. Sajandikmillimeetrid loetakse hülsi ringskaalalt.




Joon. 327. Sisemikromeeter.

Aukude mõõtmisel tuleb nii läbimõõdu kaliiber kui ka sisemikromeeter üles seada täpselt läbimõõdu järgi.

Läbimõõtu ei tule mõõta soojenenud detailidel ega ka detailide pöörlemise ajal.

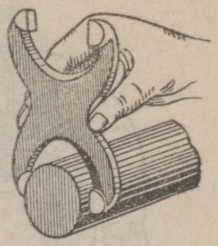
### § 122. Piiri-mõõteriistad.

P i i r i k a l i i b r i t e ü l e s a n n e. On võimata valmistada üht partiid detaile, millede mõõted oleksid täiesti ühesugused ja töö-joonistele täpselt vastavad. Me teame juba, et saame paratamatult hälbeid kas ühele või teisele poole ja et lubatavate hälvete kindlaksmääramiseks on olemas kaks piirimõõdet, millede vahel peab asuma tegelik mõõde. Kui mõõtmise tulemused jäävad nende piiride sisse, siis loetakse detail kõlblikuks.

Universaal-mõõteriistade (nihkkaliibri, mikromeetri, sisemikromeetri) kasutamine on nimetatud juhtudel ebaratsionaalne: mõõtmine nende abil oleks keerukas ja pikaldane. Selleks, et kontrollida, kas detailide mõõted on täpselt kindlaksmääratud piirides, kasutatakse erilisi mõõteriistu — p i i r i k a l i i b r e i d. Võllide kontrollimiseks kasutatavaid kaliibreid nimetatakse k l a m b e r k a l i i b r i t e k s, aukude kontrollimiseks kasutatavaid aga — k o r k k a l i i b r i t e k s.

M õ õ t m i n e p i i r i k a l i i b r i t e a b i l. Kahepoolne klambrikujuline piirikaliiber (joon. 328) kujutab endast mõõteriista, mille üks pool vastab detaili väiksemale, teine aga suuremale lubatud

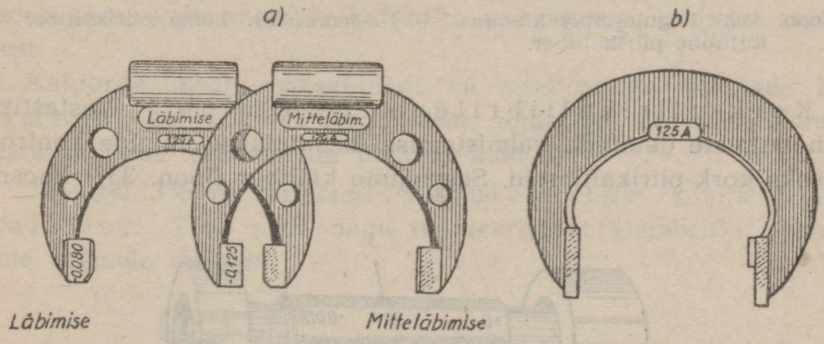
mõõtele. Kui mõõdetav võll läbib klambri suuremat poolt, siis tema mõõt ei ületa lubatud piiri. Kui aga võll läbib ka klambri väiksemat poolt, siis tähendab see, et läbimõõt on liig väike, s. o. alla lubatud piiri. Seesugune võll on praak.



Joon. 328. Klambrikujuline piirikaliiber.

Väiksemat klambripoolt nimetatakse mitteläbimispooleks, sellele vastasolevat suuremat poolt aga läbimispooleks. Võll on kõlblik, kui temale läbimispoolega pealeasetatav klamber libiseb oma raskuse mõjul alla (joon. 328) ja kui mitteläbimispool ei lase võlli läbi.

Suurte läbimõõtude mõõtmiseks kasutatakse kaht ühepoolega klambrit (joon. 329-a), milledest üks on detaili suurima läbimõõdu ja teine — väikseima läbimõõdu mõõtmiseks. Mõnikord ühenda-

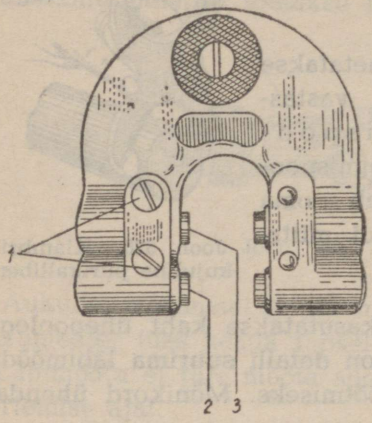



Joon. 329. Ühepoolsed klambrikujulised piirikaliibrid: a — läbimise ja mitteläbimise; b — kombineeritud.

takse kaks klambrit üheks kombineeritud klambriks (joon. 329-b). Seesuguse klambri eespoolsete mõõtepindadega mõõdetakse detaili suurimat lubatavat läbimõõtu, tagumiste mõõtepindadega aga väikseimat.

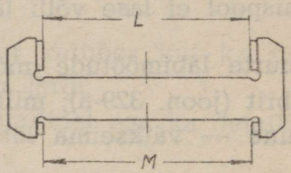
Joonisel 330 on näidatud reguleeritav klambrikujuline piirikaliiber. Seda klambrit saab reguleerida mitmele mõõtele, mis võimaldab väikese klambrite komplektiga kontrollida

suurt hulka mitmesuguseid mõõteid. Uuele suurusele ümberseadmiseks tuleb lõdvendada kruve 1 vasakul harul, nihutada vajalikul määral mõõtetihvte 2 ja 3 ning uuesti kinni keerata kruvid 1.



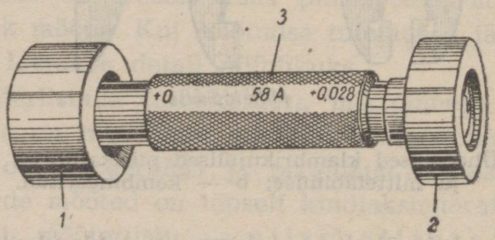

Joon. 330. Reguleeritav klambrikujuline piirikaliiber.

Töökodades on laialdaselt levinud lehterasest valmistatud lamedad piirikaliibrid (joon. 331). Neil on läbimispoole L mõõtepindade pikkus 1,5—2 korda suurem kui mitteläbimispoole M pikkus.




Joon. 331. Lame piirikaliiber.

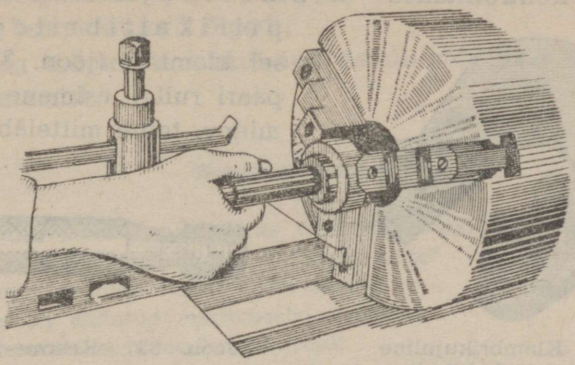
Kork-piirikaliibritega mõõtmine. Vastastikku vahetatavate detailide valmistamisel kasutatakse aukude kontrollimiseks kork-piirikaliibreid. Seesugune kaliiber (joon. 332) koosneb




Joon. 332. Kork-piirikaliiber.

läbimisotsast 1, mitteläbimisotsast 2 ja pidemest 3. Läbimisots 1 (pikk mõõtesilinder) peab kergesti mahtuma auku. Kui aga auku mahub ka mitteläbimisots 2 (lühike mõõtesilinder), siis kuulub detail praakimisele.

Joonisel 333 on näidatud augu mõõtmine treipingi padrunisse kinnitatud detailil. Väga suure läbimõõduga aukude mõõtmisel

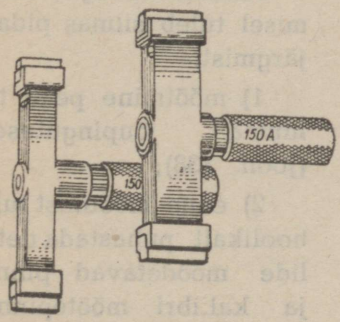


Joon. 333. Treipingi padrunisse kinnitatud detaili augu mõõtmine kork-piirikaliibriga.

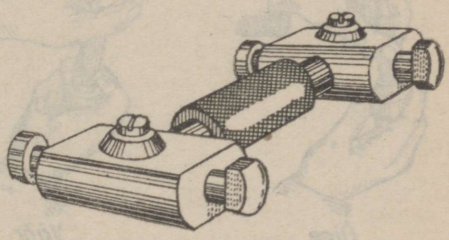
võib mõõtmise tulemusi tunduvalt mõjutada kaliibri kaal. Arvestades seda, valmistatakse kaliibrite käepidemed kergeist metallidest.

Kaliibrite kaalu seisukohalt on veel parem kasutada kaht lamedat kaliibrit (joon. 334), milledest üks vastab suurimale ja teine väikseimale lubatud mõõtele.

Joonisel 335 on näidatud reguleeritav kork-piirikaliiber. Teda saab, nagu reguleeritavat klambritki, reguleerida mitmele mõõtele.

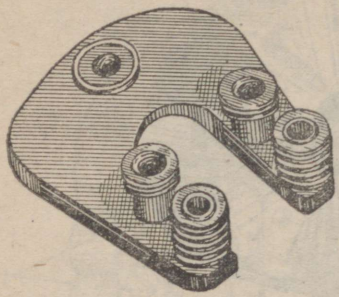



Joon. 334. Lamedad kaliibrid aukude mõõtmiseks.

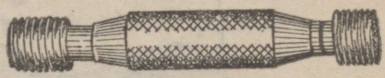


Joon. 335. Reguleeritav kork-piirikaliiber.

Keerme-piirikaliibrid. Keermete täpsemaks ja kiiremaks kontrollimiseks kasutatakse keerme-piirikaliibreid. Väliskeermeid kontrollitakse klambrikujuliste keerme-piirikaliibritega. Seesugusel klambril (joon. 336) on kaks paari rulle; esimene paar on läbiminev, teine mitteläbiminev.



Joon. 336. Klambrikujuline keerme-piirikaliiber.

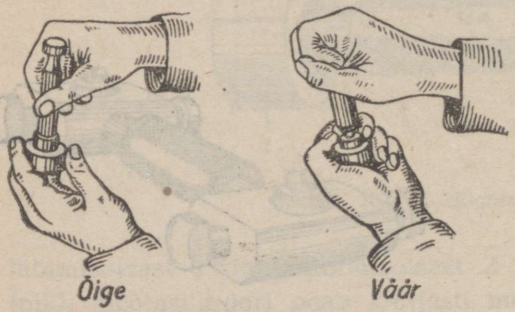


Joon. 337. Keerme-piirikork.

Sisekeeret kontrollitakse keerme-piirikorkidega (joon. 337). Korgi vasakpoolne ots on läbiminev, s. o. ta peab andma keerata keermetatud augu sisse; parempoolne ots on mitteläbiminev.

Nii siledaid kui ka keerme-piirikaliibreid kasutatakse tavaliselt detailide hulgalisel valmistamisel.

Piirikaliibrite kasutamise reegleid. Piirikaliibrid on hinnalised mõõteriistad. Neid tuleb hoolikalt kohelda ja õigesti hoida: õlitada neid pärast kasutamist, hoida löökidest ja põrutustest, kaitsta mõlgistamise ja kriimustamise eest.




Joon. 338. Augu õige ja väär mõõtmine kork-piirikaliibriga.

Piirikaliibritega mõõtmisel tuleb silmas pidada järgmist:

1) mõõtmine peab toimuma jõupingutuseta (joon. 338);

2) enne mõõtmist tuleb hoolikalt puhastada detailide mõõdetavad pinnad ja kaliibri mõõtepinnad mustusest, laastupurust ja tolmust;

3) jälgida, et detailil ja kaliibril (klambril või korgil) oleks mõõtmise momendil üks ja seesama temperatuur (ruumi, detaili ja kaliibri temperatuur peab olema 20°, sest kaliibrite mõõted on ainult sellel temperatuuril õiged);

4) teostada tööpingile kinnitatud detaili mõõtmist ainult pärast tööpingi peatamist.

**Kontrollküsimusi.**

1. Kui palju jaotusi on kõrgema täpsusega nihkkaliibri nooniusel? Kui pikk on noonius? Kuidas loetakse nooniuse näite?
2. Kui suur on mikromeetri kruvi samm?
3. Kuidas on ehitatud mikromeetri noonius?
4. Kus kasutatakse sisemikromeetreid?
5. Kuidas saab kontrollida mõõteriistade (nihkkaliibri, mikromeetri ja sisemikromeetri) näitude õigsust?
6. Milleks vajatakse piirikaliibreid?
7. Missugune on piirikaliibrite läbimis- ja mitteläbimispoole ülesanne? Kuidas kontrollitakse augu mõõte õigsust kork-piirikaliibri abil?
8. Millest oleneb mõõtmise täpsus? Millisel temperatuuril peab toimuma täpne mõõtmine?
9. Mispärast ei tohi töödeldud detaili mõõta käigu ajal, s. o. tema pöörlemisel tööpingil?
10. Milles seisab mõõteriistade hooldamine?

VIIES OSA.

# TEHNOLOOGILISE PROTSESSI ÜLESEHITUS. TREIALITÖÖDE ERILIIKE.

## XXI peatükk.

## TEHNOLOOGILINE PROTSESS.

### § 123. Põhimõisteid tehnoloogilisest protsessist.

Detaili kiireks ja õigeks töötlemiseks peab juba ette teadma operatsioonide järjekorda, nende teostamiseks kasutatavaid pinke, vajalikke lõike- ja mõõteriistu ning rakiseid, detaili töödeldavate pindade mõõteid, lõikerežiime ja töölise kategooriat. Kõik need andmed, vormistatult vajalikul viisil ja kindlas omavahelises seoses, moodustavad tehnoloogilise protsessi.

Tehnoloogiline protsess saavutab oma eesmärgi ainult siis, kui ta näeb ette ja ühtlasi tagab tööpingi ja lõikeriistade kõige õigemat ning täielikumat kasutamist kõige soodsamail lõikerežiimidel.

### Tehnoloogilise protsessi kooste-osad.

Tehnoloogiline protsess koosneb operatsioonidest, operatsioonid aga — ülesseadeist, siiretest ja käikudest.

Operatsiooniks nimetatakse tehnoloogilise protsessi osa, mis teostatakse ühel tööpingil ja hõlmab töölise ja tööpingi kogu tegevust momendini, mil algab järgmise detaili töötlemine selsamal tööpingil.

Kui näiteks on tarvis treida teatavat hulka kruve, siis kõigepealt treitakse kõikidel eeltoodetel mõlemapoolsed otspinnad ja tsentreeritakse nad (vt. lisa 4, skits operatsiooni I juurde). Need

tööd on igal kruvil eraldi esimeseks operatsiooniks. Edasi teostatakse tsentrite vahel iga eeltoote pikitreimist — enne ühest otsast, siis teisest, ja lõpuks toimub keermetamine. See on teiseks operatsiooniks (vt. lisa 4, skitsid operatsiooni II juurde).

Kruve oleks võidud töödelda algusest lõpuni ühel treipingil, s. o. ühe operatsiooniga. Selleks oleks tulnud iga eeltoote otspindade treimise ja tsentreerimise lõpetamisel maha kruvida kolme nukiga padrun, peale kruvida kaasaveopadrun, kohale asetada spindli tsenter (sest pikitreimine toimub tsentrite vahel) ja treida eeltoodet enne ühest otsast ja siis teisest; sellele järgneks keermetamine. Seesugune järjekord oleks otstarbekas üheainsa eeltoote töötlemisel, ta on aga täitsa ebakohane, kui töödeldavaid eeltooteid on palju.

Operatsioon võib koosneda ühest või mitmest ülesseadest.

Ülesseadeks nimetatakse detaili igasugust ümberasetamist antud tööpingil, mis on seotud detaili vabastamise ja uuestikinnitamisega. Näide: teise kruviotsa treimine teostub samal tööpingil pärast esimese otsa treimist; selleks tuleb kruvi tsentrite vahelt välja võtta, kaasavõtja tema teisele otsale kinnitada ja uuesti tsentrite vahele asetada. Antud juhul on meil üksainus operatsioon, mida teostatakse detaili kahe ülesseadega.

Iga operatsioon võib koosneda ühest või mitmest siirdest, iga siire aga — ühest või mitmest käigust.

Siirdeks nimetatakse operatsiooni osa, mille täitmisel töödeldav pind, lõikeriist ja lõikerežiim ei muutu. Kui mõni neist tegureist muutub (teiste tegurite muutmata olles), siis on meil tegemist uue siirdega.

Terakäik on siirde osa; ta hõlmab kõiki töövõtteid, mis on seotud ühe metallikihi mahavõtmisega ühelt ja selleltsamalt töötlemispinnalt ühe ja sellesama lõikeriistaga ja muutumatu lõikerežiimiga.

Võtame eeltoote otspinna treimise (vt. lisa 4, skits operatsiooni I juurde). Ta kujutab endast üht siiret; tsentriaugu puurimine samasse otspinda on aga teiseks siirdeks, sest see teostatakse teise lõikeriistaga.

Kui eeltoote otspinnalt tuleb maha võtta suur töötlemisvaru, siis ühe ja sellesama teraga otsatreimine ei teostu üheainsa, vaid

kahe terakäiguga, s. o. üks siire koosneb kahest terakäigust. Kui teine terakäik toimub teise teraga või kui tera on küll sama, kuid muudetud on ettenihet või pöörete arvu, siis selline terakäik on juba uueks siirdeks, sest lõikeriist või lõikerežiim on teised.

Tehnoloogilise protsessi väljatöötamisel tuleb koorimis- ja silumisoperatsioonid eraldi kindlaks määrata ja nende teostamiseks ette näha omaette tööpingid. Kui me teostaksime koorimist ja silumist ühel ja selsamal tööpingil, siis oleks töötlustäpsus madalam, sest suured koormused, mis paratamatult tekivad koorimistöödel, põhjustaksid pingi tugevamat kulumist.

### Rakiste ja töö- ning mõõteriistade valik.

Rakised hõlbustavad ja kiirendavad töödeldavate detailide ülesseadmist ja kinnitamist, tagades ühtlasi detailide suuremat töötlustäpsust.

Rakised jagunevad normaal- ja spetsiaalrakisteks. Treipingi normaalrakiste hulka kuuluvad kolme või nelja nukiga padrunid ja kaasaveopadrunid, samuti ka plaanseibid, kaasavedajad, tsentrid ja lünetid. Kui normaalrakised ei ole antud detaili töötlemiseks kohased, siis tuleb valmistada spetsiaalrakis. Spetsiaalrakiste valmistamine on harilikult kulukas; seepärast kasutatakse neid peamiselt siis, kui on tarvis töödelda suuremat hulka ühesuguseid detaile.

Lõikeriistade valik. Lõikeriistu valitakse vastavalt operatsiooni iseloomule. Välispindade koorimiseks võetakse pikikoorimise teri, välispindade silumiseks — pikisilumise teri, aukude töötlemiseks — puure, süvispuure, sisetreimise teri ja hõõritsaid. Kui auk tuleb teha massiivsesse metalli, siis võetakse selleks puur. Kui aga auk oli olemas juba enne, s. o. kui teda tuleb ainult avardada, siis kasutatakse sisetreimise teri, mõnel juhul ka süvispuure. Täpseid auke töödeldakse hõõritsatega, kui aga hõõritsaid pole, siis silumisteradega. Viimaste tootlikkus aga on madalam.

Lõikeriistade valmistusmaterjali valik. Lõikeriistade valmistusmaterjali valikul võetakse arvesse töödeldava metalli omadusi ja nõutavat töötootlikkust, samuti ka seda, kui-

võrd antud tööpink võimaldab ära kasutada lõikeriistade lõikeomadusi. Detailide töötlemiseks kõrgete lõikerežiimidega kasutatakse enamasti kiirlõiketerasest lõikeriistu.

Töötlemiskulude alandamiseks tuleb püüda asendada hinnalist ja defitsiitset kiirlõiketerast odavamate teraste-asendajate sortidega. Kui tehnoloogilised tingimused ei luba töötada kõrgetel lõikerežiimidel (aukude hõõritsemine, keermepuuriga või lõikuriga keermetamine), siis on süsinikterasest tööriistade kasutamine otstarbekohane. Kõikidel juhtudel, kus töötlemistingimused seda lubavad, tuleb püüda rakendada kõvasulamist plaadikestega teri, mis võimaldavad tunduvalt tõsta lõiketöötlemise tootlikkust.

Mõõteriistade valik. Tehnoloogilise protsessi väljatöötamisel tuleb kindlaks teha ka mõõteriistade tüübid. Väiksema arvu detailide mõõtmiseks valitakse universaal-mõõteriistu, s. o. niisuguseid, millega saab kontrollida mitmesuguseid mõõteid. Nende mõõteriistade hulka kuuluvad teatavasti mõõte-joonlauad, välistastrid, nihkkaliibrid, mikromeetrid, sisetastrid ja sisemikromeetrid. Kui mõõdetavaid detaile on palju ja kui ühesugused mõõted korduvad järjest, siis tuleb kasutada spetsiaal-mõõteriistu: piirikaliibreid ja šabloone.

## Lõikerežiimide valik.

Lõikerežiim koosneb järgmistest elementidest: lõikesügavus, ettenihe ja lõikekiirus. Lõikerežiimi elementide valik seisab nende optimaalsete suuruste kindlaksmääramises.

Lõikesügavuse valik. Lõikesügavus oleneb töötlusvaru suurusest. Seejuures püütakse saavutada, et töötlusvaru koorimine toimuks ühe või kahe terakäiguga ja et silumisele jääks vaid väike osa töötlusvarust — 0,5—1,0 mm iga külje kohta.

Ettenihke valik. Selleks, et võimalikult vähendada töötlemiseks vajalikku aega, tuleb valida võimalikult suuri ettenihkeid. Koorimistöödel oleneb ettenihke valik peamiselt detaili stabiilsusest ja kinnitusviisist, pingi võimsusest ja tera tugevusest. Koorimistreimiseks võetakse tavalise ettenihkena $^1/_3$ kuni $^1/_5$ lõikesügavust. Silumistöödeks valitava ettenihke suurus oleneb peamiselt töödeldud pinna nõutavast puhtusest. Ettenihke suurus

silumistööde teostamisel lõiketeradega kõigub 0,1—0,25 mm/pöördele. Mida puhtam peab olema töödeldud pind, seda väiksem valitakse ettenihe.

Lõikekiiruse valik. Antud materjali jaoks valitakse lõikekiirus vastavalt valitud lõikesügavusele ja ettenihkele (vt. tabel 9, lk. 239). Kui lõikekiirus on kindlaks määratud ja kui on teada töödeldava detaili läbimõõt, arvutatakse valemi (3) järgi vajalik spindli pöörete arv minutis ja leitakse sellele lähim pöörete arv, mis on tööpingil tegelikult olemas.

## Põhimõisteid baasidest.

Võlli või kruvi treimisel (vt. lisa 4, skitsid operatsiooni II juurde) seatakse detail tsentrite vahele üles. Antud juhul on detail üles seatud ehk baseeritud tsentriaukude abil; seetõttu nimetatakse tsentriauke baseerivaiks aukudeks ehk lühendatult — baasideks. Baasiks võib olla ka hammasratta-eeltoote töödeldud auk, mida kasutatakse eeltoote ülesseadmiseks tornile silumis-treimise otstarbel (vt. lisa 5, skits operatsiooni II juurde).

Seega nimetatakse baasiks metallide lõiketöötlemise tööpinkidel töötlemise puhul detaili pinda, mille abil toimub detaili ülesseadmine tööpingile, nimelt teatavasse asendisse lõikeriista suhtes. Võllide ja kruvide tsentriaugud on määratud nende detailide ülesseadmiseks ainult töötlemise ajaks; seepärast nimetatakse neid abibaasideks. Seevastu hammasratta-eeltoote auk on määratud mitte ainult eeltoote töötlemiseks treimise teel, vaid ka hammasratta ülesseadmiseks ja kinnitamiseks võllile. Viimasel juhul nimetatakse auku põhibaasiks.

Baasideks võivad olla mitte ainult augud, vaid ka tasapinnad, välised silinderpinnad jms.

Detailide töötlemisel valitakse nende kujule ja töötlemisviisile vastavad baasid. Pikki võlle ja kruve töödeldakse harilikult tsentrite vahel; järelikult on siin baasideks tsentriaugud, milledest lähtubki kogu töötlemine. Hammasratta lõpp-töötlemisel on baasiks hammasratta auk, sest hammasratta silindrilist välispinda tuleb treida sellele augule kontsentriliselt, hammasratta otspinnad aga peavad olema tema teljega perpendikulaarsed.

## § 124. Tehnoloogiline dokumentatsioon, selle vormid ja sisu.

Selleks, et oleks võimalik tehnoloogilist protsessi viia töökohani, kantakse tema sisu mehaanilise töötlemise tehnoloogilisele kaardile (vt. lisad 4 ja 5). Sageli koostatakse iga operatsiooni kohta eraldi kaart, mida nimetatakse operatsioonikaardiks (vt. lisa 6), mõnikord ka instruktsioonikaardiks. Kaartide vorm võib olla mitmesugune, nende sisu aga on enam-vähem ühesugune.

Kaart sisaldab töödeldava detaili kohta kõiki andmeid: detaili nimetust, tööjoonestise numbrit, eeltoote liiki, suurust ja kaalu, töödeldud detaili kaalu, detailide arvu jne. Osa kaardi lahtreid on tehnoloogilisse protsessi puutuvate andmete jaoks. Rooma numbrid tähistavad operatsioonide järjekorda, kirjatähed — ülesseadeid, araabia numbrid — siirdeid. Edasi nimetatakse ülesseadete ja siirete sisu, andes selgitavaid skitse, mis näitavad skemaatiliselt töödeldava detaili pinki kinnitamise viisi ja kujutavad rakiseid, lõikeriistu ja töödeldavat pinda.

Edasi nimetatakse kaardis iga operatsiooni jaoks valitud tööpink, rakis, lõike- ja mõõteriistad, töödeldavate pindade mõõted, lõikerežiim, põhiaeg (masina-aeg) ja töölise eriala ning kategooria. Peale põhiaja (masina-aja), s. o. vahetult laastuvõtmiseks kulutatava aja, tuuakse mõnedes kaartides ka abiaeg, mis on vajalik detaili pinkiasetamiseks, kinnitamiseks ja pingist kõrvaldamiseks, lõikeriista töösserakendamiseks ja tööst kõrvaldamiseks, spindli pöörlemise sisse- ja väljalülimiseks, ettenihke sisse- ja väljalülimiseks ja detaili mõõtmiseks. Nürinenud lõikeriistade vahetamiseks ja kordaseadmiseks, pingi määrimiseks, laastude kokkupühkimiseks ja töölise loomulike vajaduste rahuldamiseks vajalikku aega arvestatakse lisa-ajana, mis koosneb järelikult töökoha tehnilise ja organisatsioonilise teenindamise ja loomulike vajaduste rahuldamise ajast.

Ühe detaili töötlemise tükiaeg on kõikide nende aegade, s. o. põhiaja (masina-aja), abiaja ja lisa-aja summa.

Ettevalmistamis-lõpetamisajaks loetakse aega, mis kulub eelseisva tööga, s. o. joonestisega ja operatsiooni sisuga

tutvumiseks, tööpingi ettevalmistamiseks ja kordaseadmiseks ja ka töö lõplikuks vormistamiseks ja äraandmiseks. Vastupidiselt tükiajale, ei loeta ettevalmistus-lõpetamisaega mitte ühe detaili, vaid detailide partii kohta.

### § 125. Tehnoloogilise protsessi distsipliin.

Tehnoloogiline protsess töötatakse välja tsehhi või tehase tehnoloogide poolt, kes arutavad seda meistrite ja stahaanovlastega, nende ettepanekute arvessevõtmiseks. Mitmesugused eesrindlike tööliste poolt soovitatud parandused tööviljakuse suurendamiseks, omahinna alandamiseks ja töödeldud detailide kvaliteedi tõstmiseks võetakse tehnoloogilisse protsessi, mis siis viiakse töökohtadeni.

Kindlaksmääratud ja tehnoloogiliste kaartidena vormistatud tehnoloogilise protsessi range täitmine, s. o. tehnoloogilisest distsipliinist kinnipidamine, on esimene tingimus tootmistöö normaalseks kulgemiseks ja vajaliku kvaliteediga toodangu saamiseks. Tehnoloogilise distsipliini puudumine hävitab kasu, mida on võimalik saada tehnoloogilise protsessi eelnevast läbitöötamisest.

Järgnevalt tohib tehnoloogilises protsessis muudatusi teha ainult tsehhi või tehase tehnoloogiline büroo. Need muudatused on mõistagi lubatavad ainult siis, kui nad tootmist edendavad. Tehnoloogiliste protsesside ümberkorraldamine toimub sageli ühenduses stahaanovlaste ja teiste tööliste ratsionaliseerimisettepanekutega, mis on ettevõtte või tsehhi juhtkonna poolt heaks kiidetud. Need ettepanekud esitatakse tehase leiutuste büroole, kes annab nad edasi tehnoloogia-osakonda läbivaatamiseks. Kui ettepanek on ellu viidud, saab selle autor rahalist preemiat. Preemia suurus oleneb kokkuhoiust, mida võimaldab stahaanovlase-ratsionaliseerija poolt ettepandud täiustus.

#### Kontrollküsimusi.

1. Mida kujutab endast metallide lõiketöötlemise tehnoloogiline protsess?
2. Mis on operatsioon, ülesseade, siire ja käik ja mis vahe on nende vahel?
3. Mis on baasid ja milleks nad on vajalikud?

4. Milles seisab tehnoloogilise protsessi distsipliin? Kas treial tohib ise muuta töötlemise tehnoloogilist protsess?

5. Milles seisab tehnoloogiline dokumentatsioon?

6. Missugustest elementidest koosneb tüki-ajanorm ühe detaili töötlemiseks?

7. Mida nimetatakse põhiajaks (masina-ajaks) ja mida abiajaks?

8. Milleks kulub ettevalmistamis-lõpetamisaeg? Mispärast arvestatakse seda ainult terve detailide partii kohta?

9. Kuidas määratakse täis-ajanorm?

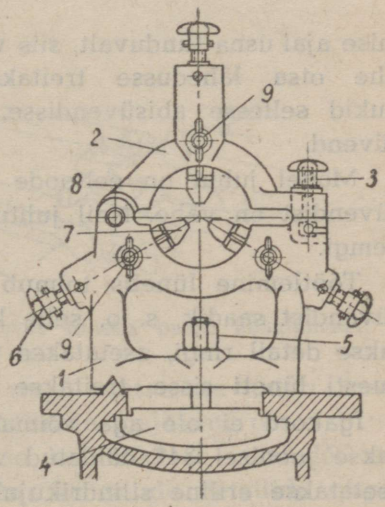
## XXII peatükk.

## ERILISI TREIMISE VIISE.

### § 126. Detailide töötlemine lünettides.

Pikad ja peened detailid, millede pikkus on läbimõõdust 10—12 korda suurem, painduvad töötlemisel nii oma kaalu kui ka lõikesurve mõjul. Selle tagajärjel tuleb detail ebaõige kujuga: ta on keskpaigast jämedam, otstelt aga peenem. Seda saab vältida, kasutades erilist tugiseadist, mida nimetatakse **lünetiks**. Lünettide kasutamine võimaldab detailide täpsemat treimist ja suurema ristlõikega laastu võtmist.

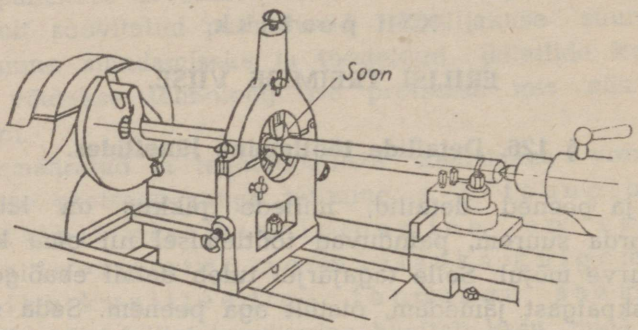
Lünetid võivad olla paigalseisvad ja kaasaliikuvad. Paigalseisev lünett (joon. 339) koosneb malmkerest 1, mille peal käib liigendpoldiga 3 kinnitatav kaas 2. Kaas on lahtiklapitav, mis hõlbustab detaili ülesseadmist. Lüneti kere alumised tasapinnad on töödeldud vastavalt sängi juhtpindade kujule. Lüneti kinnitamiseks sängile on kinnitusplaat 4 ja polt 5. Kere vastavais aukudes istuvad kaks tuginukki 7,




Joon. 339. Paigalseisev lünett.

mida saab nihutada reguleerpoltide 6 abil. Kaanes on kolmas nukk 8. Kruvid 9 on nukkide kinnitamiseks vajalikku asendisse. Suurtel treipinkidel on nukkide asemel sageli rullid, mis vähendavad hõõrumist.

Enne kui asetame töötlemata toortüki lüneti sisse, tuleb treida detaili keskpaika rõngassüvend ehk soon nukkide jaoks. Süvendi laius peab olema nukkide laiusest veidi suurem (joon. 340). Kui eeltoode on väga pikk ja peenike, mistõttu ta painduks süvendi trei-




Joon. 340. Detaili treimine paigalseisva lüneti kasutamisel.

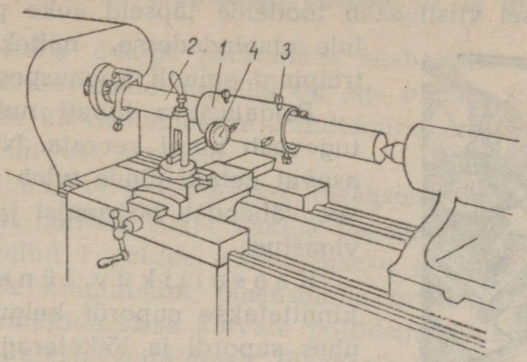
mise ajal üsna tunduvalt, siis võib toimida järgmisel viisil: eeltoote ühe otsa lähedusse treitakse abisüvend ja asetanud lüneti nukid sellesse abisüvendisse, treitakse eeltoote keskele peasüvend.

Mõnel juhul on eeltoode nii pikk ja peenike, et ühest peasüvendist on vähe. Neil juhtudel tehakse kaks süvendit või rohkemgi.

Töötlemine lünetis toimub järgmisel viisil: detaili treitakse süvendist saadik, s. o. selle kohani, kus asub lünett; siis pööratakse detail ringi, asetatakse ta tsentrite vahele ja, kinnitanud ta uuesti lüneti sisse, treitakse võlli ülejäänud osa.

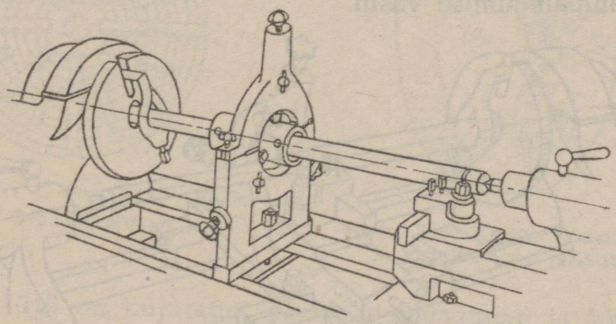
Igakord ei ole aga võimalik treida abisüvendeid. Siis toimitakse joonisel 341 näidatud viisil. Eeltoote 2 keskkoha ümber asetatakse eriline silindrikujuline puks 1; puks rihitakse ja kinnitatakse poltidega 3, nii et ta oleks kontsentriline eeltoote tel-

jega. Puksi kontsentrilisust võib kontrollida kriidiga, kuid parem on seda teha indikaatori 4 abil (joon. 341).




Joon. 341. Puksi kontsentrilisuse kontrollimine detaili töötlemisel paigalseisvas lünetis.

Eeltoode ühes puksiga asetatakse lüneti sisse (joon. 342); tsentreeritud otsad kinnitatakse tsentrite vahele. Siis treitakse kuni lünetini. Seejärel avatakse lünett, võetakse eeltoode tsentrite vahelt välja ja eemaldatakse puks.



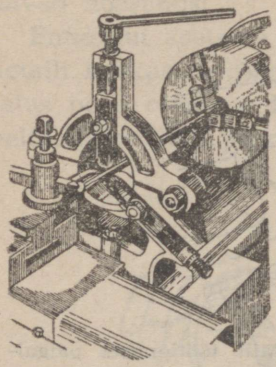
Joon. 342. Detaili treimine paigalseisvas lünetis puksi kasutamisel.

Järgnevalt pööratakse eeltoode ringi, asetatakse lüneti nukid vastu treitud pinda ja töödeldakse eeltoote ülejäänud osa.

Paigalseisvaid lünette kasutatakse ka tükkide mahalõikamiseks pikkade detailide otsast, samuti ka nende detailide otspindade treimiseks. Joonisel 343 on näidatud paigalseisva lüneti

kasutamine otsatreimisel: detaili üks ots on kinnitatud kolme nukiga padrunisse, teine ots aga lüneti sisse.

Samasugusel viisil saab töödelda täpseid auke pikkade detailide otspindadesse, näiteks valmistada treipingi spindli koonuspesa.

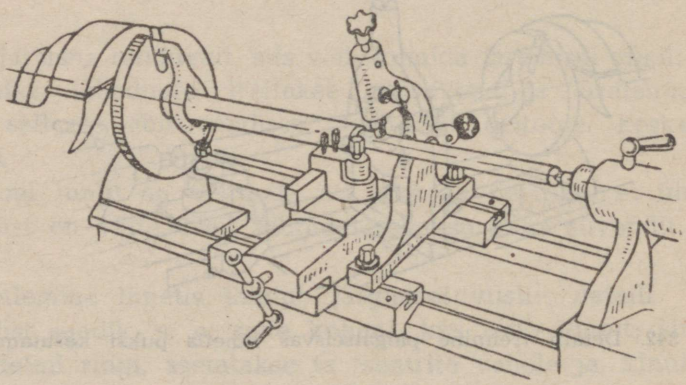


Joon. 343. Paigalseisva lüneti sisse kinnitatud detaili otsa treimine.

Paigalseisva lüneti nukke ei tule tugevasti kinni keerata. Nukkide vahel asuvat detaili pinda tuleb määrida õliga; see vähendab hõõrumist ja väldib pinna vigastusi.

K a a s a l i i k u v l ü n e t t (joon. 344) kinnitatakse supordi kelgule; ta liigub ühes supordi ja lõiketeraga piki töödeldavat detaili.

Sel moel kaasaliikuv lünett võimaldab treida detaili kogu pikkuses, seda ringi pööramata. Kaasaliikuval lünetil on ainult kaks nukki (nende väljalükkamine ja kinnitamine toimub samal viisil, nagu paigalseisvalgi lünetil); seepärast ta on vähem kindlaks abinõuks eeltoote läbipaindumise vastu.

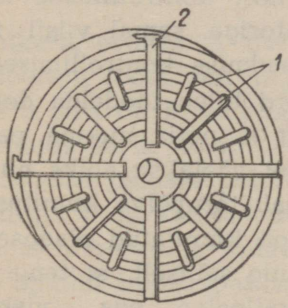


Joon. 344. Detaili treimine kaasaliikuva lüneti abil.

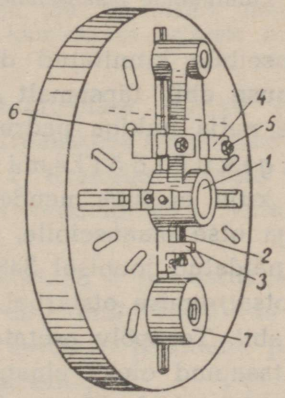
## § 127. Detailide töötlemine plaanseibil ja nurgikul.

Lihtsasse nelja nukiga padrunisse saab üles seada ja kinnitada kõige erinevamaid detaile; on aga olemas ka seesuguseid detaile, millede ülesseadmine ja kinnitamine on hõlpsamini teostatav plaanseibil või nurgikul.

Plaanseibil töötlemine. Plaanseib (joon. 345) meenutab oma kujult hariliku nelja nukiga padruni põhiosa; temas on läbiulatuvad pilud 1 poltide kinnitamiseks ja nuudid 2 nukkide jaoks. Detailide kinnitamine plaanseibile toimub liistude ja poltide abil või nukkide sisse käivate poltidega. Nukke nihutatakse käega ja kinnitatakse nuutidesse. Plaanseib keeratakse nagu padrungi spindli keerme peale.




Joon. 345. Plaanseib.

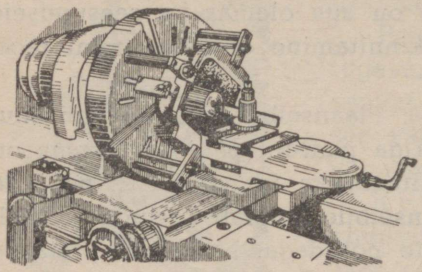



Joon. 346. Kepsu ülesseadmine ja kinnitamine plaanseibile.

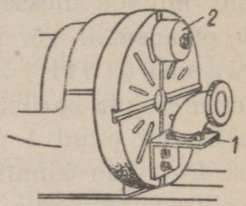
Joonisel 346 on kujutatud kepsu ülesseadmine ja kinnitamine plaanseibile. Kepsu alumine pea 1 kinnitatakse poltidega 2, mis läbivad nukke 3. Kepsu vars kinnitatakse kahe klambri 4 abil; need tõmmatakse ligi poltidega 5, mis istuvad plaanseibi piludes 6. Kuna kepsu asetusviis on ekstsentriline, tuleb teda tasakaalustada vastukaalu 7 abil, mis kruvitakse plaanseibi vastaspoolele. Kui poleks vastukaalu, siis pöörlev plaanseib hakkaks tugevasti „viskama" ning võtaks spindli laagrid logisema.

Joonisel 347 on näidatud keeruka detaili kinnitamine plaan-

seibile klambrite, tugede ja poltide abil. On selge, et seesuguse detaili kinnitamine nelja nukiga padrunisse oleks raskem ja ühtlasi ka vähem kindel.



Joon. 347. Keeruka detaili ülesseadmine ja kinnitamine plaanseibile.



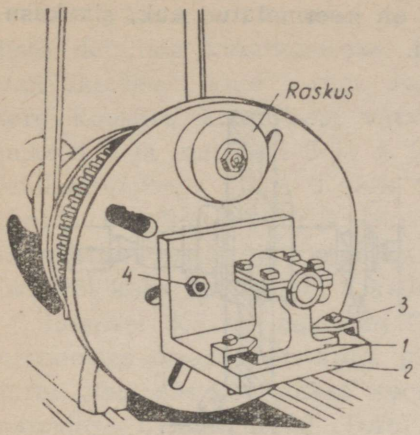

Joon. 348. Torupõlve ülesseadmine ja kinnitamine nurgikule.

Plaanseibile kinnitatud detailide asendit kontrollitakse kriidi või rismuse abil, täpsemalt aga indikaatoriga, samal viisil nagu lihtsasse nelja nukiga padrunisse ülesseadmise kontrollimisel.

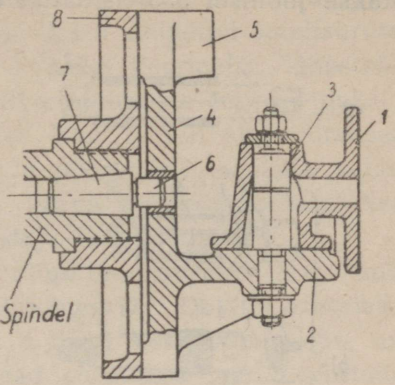
N u r g i k u l t ö ö t l e m i n e. Mõnikord tuleb töödelda detaile, millede kuju ei luba nende kinnitamist ei nelja nukiga padrunisse ega otse plaanseibile. Neil juhtudel võetakse abiks nurgik; see on näidatud joonisel 348, mis kujutab torupõlve kinnitusviisi ääriku otsatreimise otstarbel. Nurgik 1 on kinnitatud plaanseibile poltide abil. Torupõlv asetatakse nurgikule selliselt, et tema töödeldav tasapind oleks plaanseibiga paralleelne ega „viskaks" detaili pöörlemisel. Ülesseadmise täpsust kontrollitakse silma järgi või kriidi abil. Töödeldava detaili ja nurgiku tasakaalustamiseks on vastukaal 2.

Joonisel 349 on näidatud kokkupandud laagri ülesseadmine ja kinnitamine nurgikule laagri augu sisetreimiseks paralleelselt alusele. Laager 1 kinnitatakse nurgikule 2 kahe klambriga 3. Laagri ülesseadmise õigsust kontrollitakse rismusega laagrikaane liitepinnal ja augu sisemuses. Nurgiku rihtimiseks keeratakse lahti poldid 4; vasara löökidega tõstetakse või lastakse alla nurgikut ühes laagriga, kuni õige asend on leitud. Kui on leitud õige asend, kruvitakse nurgik kõvasti paigale.

Joonisel 350 on näidatud eriline nurgik, millele asetatakse




Joon. 349. Laagri ülesseadmine ja kinnitamine nurgikule.




Joon. 350. Kraanikere ülesseadmine ja kinnitamine erilisele nurgikule.

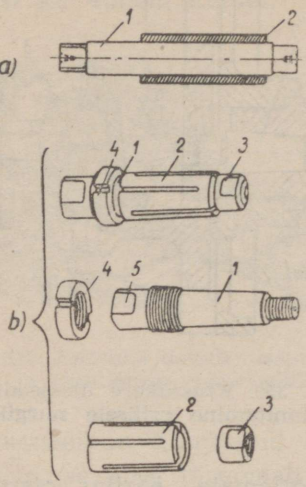
kraanikere, selleks et treida selle töötlemata ääriku otspinda paralleelselt töödeldud augu teljega. Kraanikere 1 asetatakse sõrmtapile 3, mis on kinnitatud nurgikule 2. Kraanikere teine (varemtöödeldud) äärik lebab nurgiku horisontaalplaadil. Kraanikere kinnitatakse paigale poldi abil.

Nurgik 2 on valatud ühest tükist kettaga 4 ja vastukaaluga 5. Ketta tsentreerimine toimub sõrme 6 abil, mille kooniline saba 7 sobib spindli koonuspesasse. Ketas kruvitakse poltidega plaanseibile 8; viimane on keeratud spindli keermele.

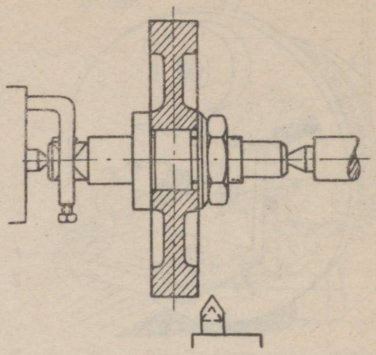
## § 128. Detailide töötlemine tornidel.

Detaile, millede välispinnad peavad olema kontsentrilised eelnevalt töödeldud aukudega, kinnitatakse treimise otstarbel erilistele tornidele. Detail püsib töötlemise ajal paigal tänu hõõrdumisele, mis tekib tema ja torni puutepindade vahel. Seesuguste tornide hulka kuuluvad lamedad koonilised terviktornid (joon. 351-a) ja lõhestatud laialisurutavad tornid (joon. 351-b). Mõnel juhul tekitatakse detaili paigalpüsimiseks vajalik hõõrdumine detaili otspindadel mutri abil (joon. 352). Kui on tarvis

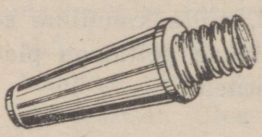
töödelda välispindu detailil, milles on keermetatud auk, siis kasutatakse joonisel 353 näidatud torni.



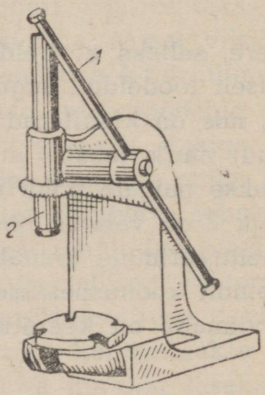

Joon. 351. Tsentreerivad tornid:
a — lame kooniline terviktorn;
b — laialisurutav torn.



Joon. 352. Detaili tornile ülesseadmine ja mutriga kinnitamine.



Joon. 353. Keermetatud torn.

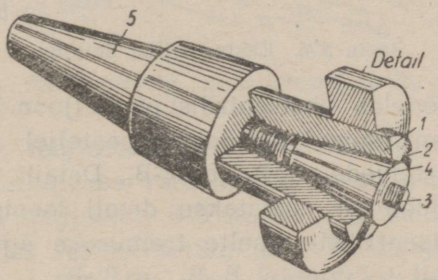



Joon. 354. Käsipress.

L a m e k o o n u s e g a t e r v i k t o r n i d (koonilisusega umbes 0,001) kõlbavad ainult ühesuguste detailide kinnitamiseks, millede aukude läbimõõdud erinevad üksteisest vaid vähe. Need tornid seatakse üles tsentrite vahele; selleks on nende otstes tsentriaugud (joon. 351-a). Detail 2 lüüakse tornile 1 puu- või tinahaamri abil. Võib kasutada ka käsipressi (joon. 354): käepideme 1 keeramise teel lastakse alla varb 2, mis pressibki detaili torni otsa. Torni väljapressimine toimub selsamal pressil.

Laialisurutavaid torne kasutatakse laialdaselt selliste detailide kinnitamiseks, millede aukude läbimõõdud erinevad üksteisest kuni 1 mm. Joonisel 351-b näidatud laialisurutav torn koosneb koonilisest varvast 1 kahe keermega, lõhestatud puksist 2 ja mutritest 3 ja 4. Detaili kinnitamine teostub puksi 2 laialisurumisega mutri 3 abil. Mutter 4 on detaili mahavõtmiseks tornilt. Et oleks võimalik edasi anda pöörlemist tsentrite vahele kinnitatud tornile ja detailile, on varva 1 vasakpoolses otsas üks või kaks mahalõiget 5 kaasavedaja kinnitamiseks.

Joonisel 355 on näidatud teist tüüpi laialisurutav torn, mille eespoolses otsas 1 on kolm piki-läbilõiget 2. Detail asetatakse torni otsa; siis keeratakse koonust 4 torni sisse võtme abil, mis pannakse nelikandile 3. Torni seinad surutakse laiali, teostades seega detaili paigalekinnitamist. Torni vasakpoolses otsas olev kooniline saba 5 asetatakse spindli koonuspesasse.



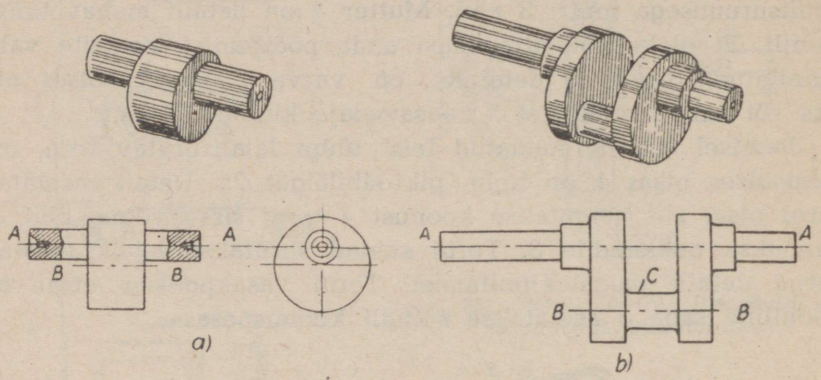

Joon. 355. Laialisurutav torn.

Tornide valik. Kõige täpsemad on lamedad koonilised terviktornid. Laialisurutavad tornid on tavaliselt vähem täpsed. Tsentrite vahele kinnitatavad tornid on tavaliselt täpsemad kui spindli koonuspesasse pandavad.

## § 129. Ekstsentriliste detailide töötlemine.

Kui detailil on mõni silindriline osa, mille telg on paralleelne detaili peateljega, kuid ei ühtu sellega, siis öeldakse, et selle silindrilise osa pind on ekstsentriline; ka detaili ennast nimetatakse sel juhul ekstsentriliseks.

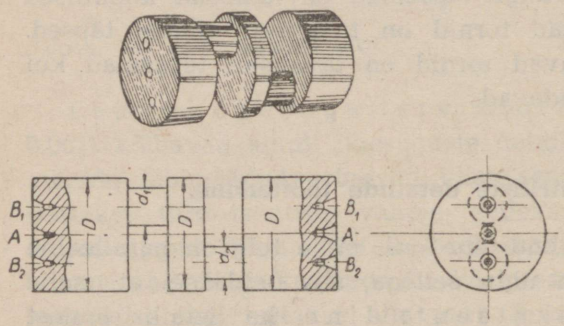
Joonisel 356-a on näidatud ekstsentriline detail, mille peatelg on märgitud tähtedega A-A ja ekstsentrilise osa telg tähtedega B-B. Ekstsentriliste detailide hulka kuulub ka väntvõll (joon. 356-b), sest tema vändakaela C telg B-B ei ühtu peateljega A-A.



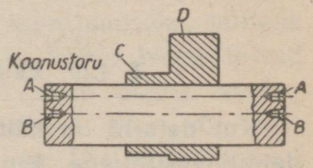

Joon. 356. Ekstsentrilisi detaile.

Selleks, et töödelda ekstsentrilist pinda (joon. 357), tuleb kõigepealt puurida tsentriaugud nii detaili peateljel A-A kui ka ekstsentriliste osade telgedel $B_1$-$B_1$ ja $B_2$-$B_2$. Detaili põhipindade treimiseks (läbimõõduga D) asetatakse detail tsentrite vahele telgjoonel A-A, ekstsentriliste kaelte treimiseks aga (läbimõõtudega $d_1$ ja $d_2$) vastavalt telgjoontel $B_1$-$B_1$ ja $B_2$-$B_2$.

Kui ekstsentriline detail on auguga, siis asetatakse ta treimise otstarbel lameda koonuspinnaga tornile (joon. 358). Kummaski



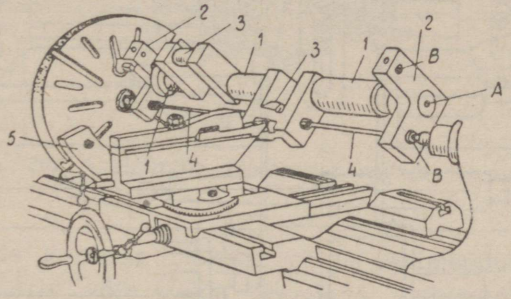

Joon. 357. Kahe ekstsentrilise kaelaga detail.




Joon. 358. Ekstsentrilise detaili tornil töötlemine.

torni otsas on kaks tsentriauku. Pinda C töödeldakse, kui torn on asetatud tsentrite vahele telgjoonel B-B; ekstsentrilist pinda D aga töödeldakse, kui torn asub tsentrite vahel telgjoonel A-A.

Kui telgede A-A ja B-B vahe on nii suur, et tsentriaugud ei mahu detaili otspindadele, siis kinnitatakse detaili otstele erilised äärikud, mis tsentreeritakse eelnevalt nii, et nende teljed ühtuksid ekstsentriliste pindade telgedega. Sel viisil toimub väntvõlli kaelte treimine (joon. 359). Kõigepealt seatakse üles võll




Joon. 359. Väntvõlli ülesseadmine kaelte treimisel.

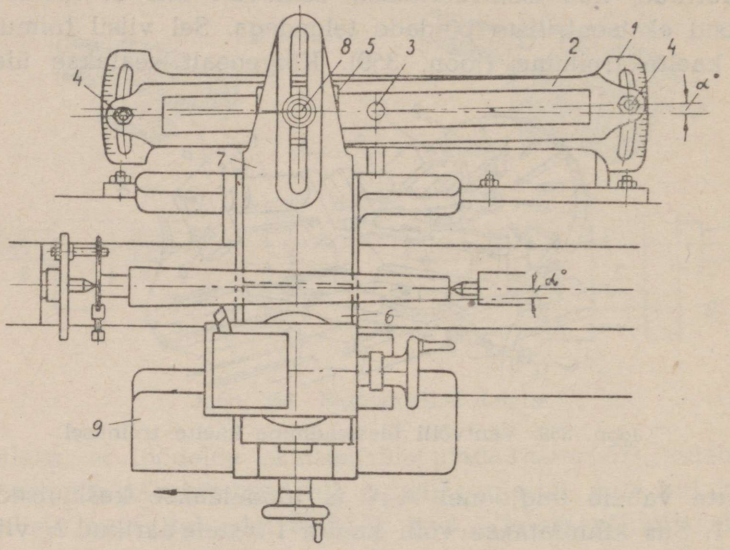
tsentrite vahele telgjoonel A-A ja töödeldakse keskmised võlliosad 1. Siis kinnitatakse võlli kaelte 1 otstele äärikud 2; viimastes on tsentriaugud telgjoonte B-B kohal, mis ühtuvad vändakaelte 3 telgjoontega. Üles seades detaili ühes äärikutega tsentrite vahele ühele telgjoontest B-B, treitakse üht vändakaela 3; siis seatakse üles detail taoliselt teisele teljele B-B ja treitakse teist kaela. Võlli läbipaindumise ja vetrumise ärahoidmiseks kasutatakse vahevarbu 4. Võlli tasakaalustamiseks kinnitatakse plaanseibile vastukaal 5.

### § 130. Koonuspindade treimine koonusjoonlaua abil.

Koonusjoonlaua abil saab töödelda nii välis- kui ka sisekoonuseid kaldenurgaga $\alpha$ kuni 10—12°.

Koonusjoonlaua konstruktsioon on näidatud joonisel 360. Treipingi sängi külge on kinnitatud plaat 1, millel asetseb koonusjoonlaud 2. Joonlauda saab pöörata sõrmtapi 3 ümber vajaliku nurga $\alpha$ alla töödeldava detaili telgjoone suhtes; joonlaua kinni-

tamiseks vajalikku asendisse on kaks polti 4. Piki joonlauda liugub vabalt liugur 5, mis on ühendatud supordi ristkelguga 6 tõmmise 7 ja kinnitusseadise 8 abil. Et ristkelk saaks vabalt liuguda oma juhtpindadel, lahutatakse ta alumisest kelgust; selleks keeratakse välja risti-ettenihke kruvi.



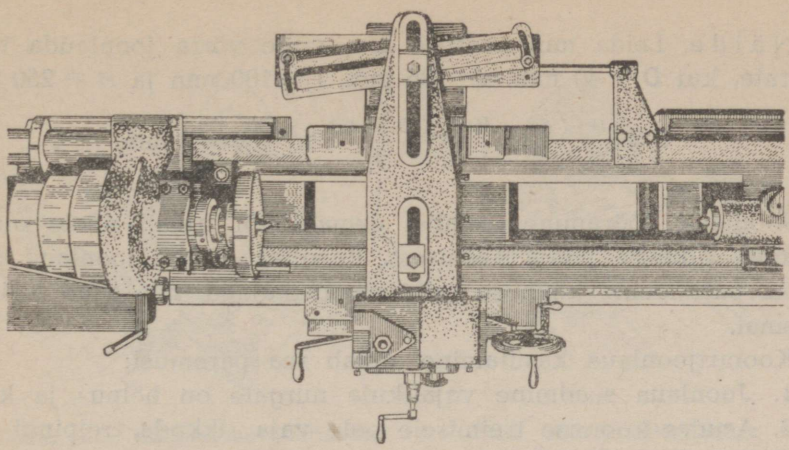

Joon. 360. Koonuse treimise skeem koonusjoonlaua abil.

Kui teostada supordi alumise kelgu 9 piki-ettenihet, siis liugur 5 hakkab liikuma piki joonlauda 2; seejuures supordi ristkelk ühes lõiketeraga liigub paralleelselt joonlauaga 2. Tänu sellele, lõiketera hakkab töötlema koonuspinda, mille kaldenurk võrdub koonusjoonlaua kaldenurgaga $\alpha$.

Joonisel 361 on näidatud treipingile ülesseatud koonusjoonlaud.

Joonlaua kaldenurk $\alpha$ seatakse vajalikule suurusele joonlaua otspinnal oleva seadekriipsu ja plaadi 1 jaotuste abil. Plaadi jaotused võivad olla kas kraadides või millimeetrites.

Jaotuste arv, millede võrra tuleb joonlauda pöörata, oleneb tingimusest, et joonlaua kaldenurk $\alpha$ peab võrduma koonuse kaldenurgaga.



Joon. 361. Treipingile ülesseatud koonusjoonlaud.

Kui on teada koonuse mõlema põhja läbimõõdud D ja d ja tema pikkus $l$, siis võib leida joonlaua kaldenurga järgmise valemi järgi:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D - d}{2 \times l}. \qquad (22)$$

Kui $\operatorname{tg}\alpha$ on arvutatud, siis on kerge leida lisast 1 nurga $\alpha$ suurus kraadides.

N ä i d e. Määrata joonlaua kaldenurk $\alpha$ koonuse treimisel, kui $D = 400$ mm, $d = 350$ mm ja $l = 250$ mm.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{400 - 350}{2 \times 250} = \frac{50}{500} = 0{,}1.$$

Lisa 1 järgi vastab sellele $\operatorname{tg}\alpha$ suurusele ligikaudselt nurk $\alpha = 5°45'$.

Kui plaadi jaotused ei ole kraadides, vaid millimeetrites, siis leitakse jaotuste arv $C$ järgmise valemi järgi:

$$C = \frac{D - d}{2} \times \frac{H}{l}, \qquad (23)$$

kus H — kaugus joonlaua pöörlemisteljest tema otsani;
$l$ — koonuse pikkus.

N ä i d e. Leida millimeetrite arv, mille võrra joonlauda tuleb pöörata, kui $D = 40$ mm, $d = 36$ mm, $l = 100$ mm ja $H = 250$ mm.

$$C = \frac{D - d}{2} \times \frac{H}{l} = \frac{(40 - 36)}{2} \times \frac{250}{100} = 5 \text{ mm}.$$

Joonlaua pööramine treialist eemale või treiali poole oleneb koonuse alumise põhja asetusest. Reegliks on, et joonlaud peab olema paralleelne koonuse selle moodustajaga, mis asub treialile lähemal.

Koonusjoonlaua kasutamine annab rea paremusi:

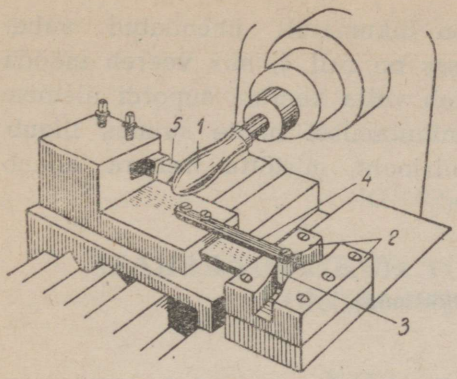
1. Joonlaua seadmine vajalikule nurgale on hõlpus ja kiire.
2. Asudes koonuse treimisele pole vaja rikkuda treipingi normaalset korrastamist, s. o. pole vaja pöörata supordi ülemist osa ega nihutada tagumise tsenterpuki keret. Pingi tsentrid jäävad normaalasendisse, s. o. ühisele telgjoonele, mistõttu detaili tsentriaugud ja pingi tsentrid ei kulu ebaühtlaselt.
3. Joonlaua abil saab treida mitte ainult väliseid koonuspindu, vaid ka koonilisi auke.

## § 131. Profiilpindadega detailide kopeertreimine.

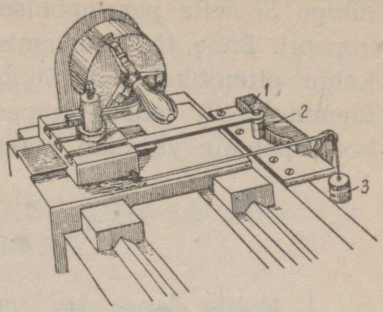
Profiilpindade töötlemine treipingil ei erine oluliselt koonuspindade töötlemisest. Tuleb ainult asendada nurgi seatav sirge joonlaud (joon. 360) profiiljoonlauaga, mida nimetatakse kopeeriks. Kui eemaldada supordi ristkelgu kruvi ja panna ristkelk liikuma vastavalt kopeeri piirjoontele, andes samal ajal alumisele kelgule pikiettenihke-liikumist treipingi telgjoonega paralleelses suunas, siis lõiketera töötleb detaili pinda vastavalt kopeeri profiilile. Seda treimise viisi nimetatakse k o p e e r t r e i m i s e k s.

Joonisel 362 on näidatud käepideme 1 treimine kahepoolse kopeeri 2 abil. Tõmmisega 4 ühendatud rull 3 liigub kõverjoonelises soones, mille moodustavad kopeeri pooled. Tera 5 järgib rulli liikumist ja töötleb sel viisil detaili pinda vastavalt kopeeri piirjoonele.

Joonisel 363 on näidatud ühepoolse kopeeri konstruktsioon, mis koosneb ühest profiilplaadist 1. Raskus 3 tagab rulli 2 pidevat kokkupuudet kopeeriga.



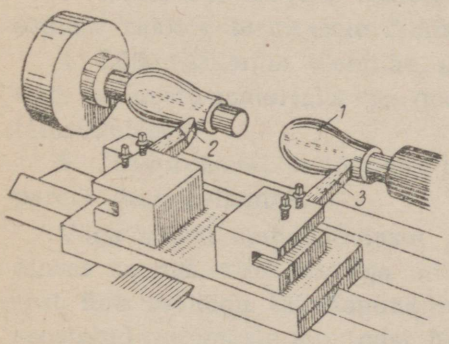

Joon. 362. Käepideme töötlemine kopeertreimise teel.



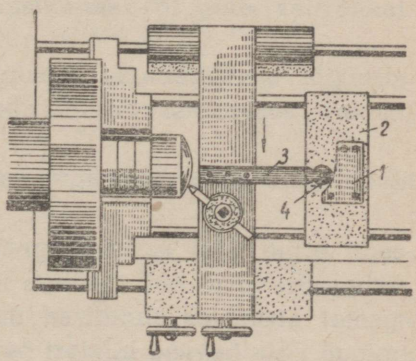

Joon. 363. Profiilpinnaga detaili treimine ühepoolse kopeeri abil.

Joonisel 364 näidatud kopeer 1 kujutab endast täpselt töödeldud valmisdetaili, mis on kinnitatud tagumise tsenterpuki spindlisse. Supordisse kinnitatakse lõiketera 2, mis teeb tegeliku töö, ja peale selle nõndanimetatud „valetera" 3, mille ots on pidevas kokkupuutes kopeeri pinnaga. Teostades käsitsi piki- ja risti-ettenihet, hoiab treial kogu aeg alles „valetera" ja kopeeri vahelist kontakti. Tänu sellele, töötleb lõiketera 2 detaili pinda kopeeri kujule vastavaks.

Joonisel 365 on näidatud kolvipõhja kumeruse treimine kopeeri järgi. Ühe poolega kopeer 1 asetseb treipingi sängile kinnitatud




Joon. 364. Detaili treimine tagumise tsenterpuki spindlisse kinnitatud kopeeri abil.




Joon. 365. Kumera kolvipõhja kopeertreimine.

plaadil. Supordi ülemine kelk on liikumatult ühendatud vahetükiga 3; selle parempoolses otsas on rull 4, mis veereb mööda kopeeri. Enne töö alustamist tuleb välja keerata supordi ülemise kelgu ettenihkekruvi. Supordi nihutamisel noole suunas liigub ülemine kelk mööda kopeeri piirjoont, mistõttu treitera annab kolvi põhjale vajaliku kumeruse.

**Kontrollküsimusi.**

1. Milleks kasutatakse lünette?
2. Kus kasutatakse paigalseisvat ja kus kaasaliikuvat lünetti?
3. Millistel juhtudel tuleb detaili kinnitamiseks kasutada plaanseibi?
4. Missuguseid detaile töödeldakse tornidel?
5. Missuguseid tornide tüüpe kasutatakse?
6. Kuidas töödeldakse ekstsentrilisi detaile?
7. Kuidas on ehitatud koonusjoonlaud?
8. Kuidas seatakse üles koonusjoonlaud?
9. Kuidas toimub profiilpindadega detailide kopeertreimine?
10. Missugune tuleks detaili pind, kui me lüliksime sisse automaatpikiettenihke ja keeraksime ühtlaselt risti-ettenihke käepidet? Kas seesugune töötlemisviis on soovitatav?

KUUES OSA.

# STAHAANOVLIKUD TÖÖMEETODID JA TÖÖ ORGANISEERIMINE.

## XXIII peatükk.

## STAHAANOVLIKUD TÖÖMEETODID.

### § 132. Stahaanovlaste poolt tehtud täiustuste näiteid.

Eesrindlikud töölised-stahaanovlased püüavad mitmel viisil saavutada toodangu väljalaske suurenemist. Loetleme tähtsamad neist viisidest.

1. Tehnoloogilise protsessi muutmine — peamiselt seeläbi, et ühel tööpingil sooritatakse üheaegselt mitut operatsiooni või töödeldakse üheaegselt mitut detaili.

2. Kasutusel olevate lõikeriistade täiustamine või uute täiuslikumate lõikeriistade tarvituselevõtmine.

3. Kasutusel olevate rakiste täiustamine või uute, ratsionaalsemate rakiste tarvituselevõtmine.

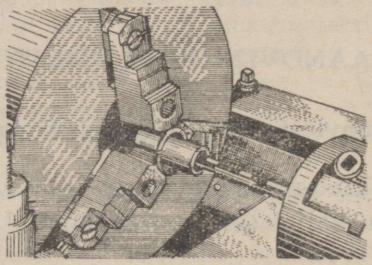
4. Lõikerežiimide tõstmine ühenduses muudatustega lõikeriistade valmistusmaterjalis ja geomeetrias või ühenduses rakiste täiustamisega.

5. Tööprotsessi ja töökoha parem organiseerimine ning tööaja parem ärakasutamine.

Väga sageli stahaanovlaste jõupingutused ei lähe mitte ühesainsas suunas, vaid korraga mitmes suunas. See ongi arusaadav, sest ühe töölõigu täiustamine nõuab harilikult ka teiste temaga seostatud tingimuste muutmist. Noored treialid peavad alati õppima paremailt stahaanovlastelt ja püüdma omaks võtta nende kogemusi ja saavutusi.

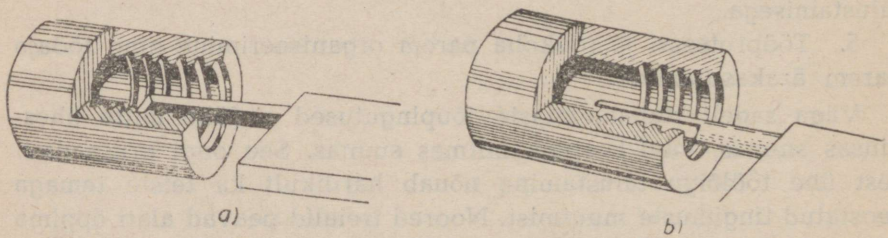
Allpool on toodud mõned huvitavad näited, mis on võetud stahaanovlaste tööpraktikast treipinkidel.

Stahaanovlane-treial sm. Fjodorov lõikas ühele detailile sisemist trapetskeeret. Seda tööd tehti varemalt keermetera abil, kusjuures igale detailile kulus 9,2 minutit aega. Sm. Fjodorov pani ette muuta töötlemisprotsessi: ta soovitas kasutada keermetera asemel erilist, padruni abil tagumise tsenterpuki spindlisse kinnitatavat keermepuuri (joon. 366). Tema ettepanek võeti vastu ja tootlikkus kasvas selle tulemusena kuni 600%, s. o. peaaegu 6-kordseks; ühes sellega muutus paremaks detailide kvaliteet.



Joon. 366. Trapetskeerme lõikamine keermepuuriga.

Stahaanovlasele-treialile sm. Škirjatovile tehti ülesandeks keermetada mitmelkümnel detailil kolmekäigulist sisemist trapetskeeret. Seda tööd sooritati tolle ajani keermeteraga (joon. 367-a); ajanormiks oli 40 min. Sm. Škirjatov mõtles ülesande läbi ja tegi ettepaneku kasutada keermetamiseks lõiketera asemel erilist keermekammi (joon. 367-b). Ettepanek kiideti heaks. Iga üksiku

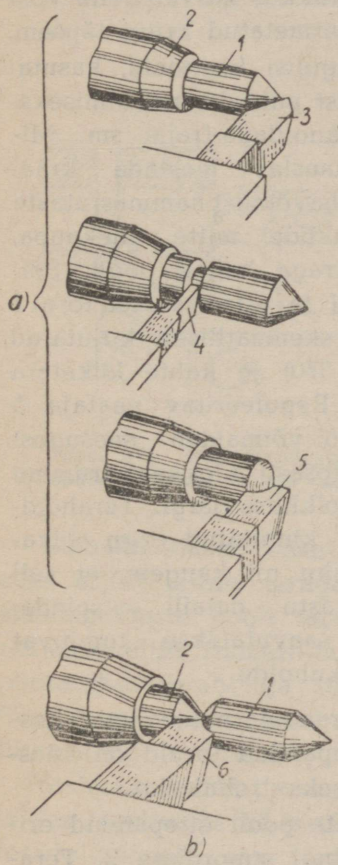



Joon. 367. Kolmekäigulise trapetskeerme lõikamine: a — endine viis; b — stahaanovlase Škirjatovi viis.

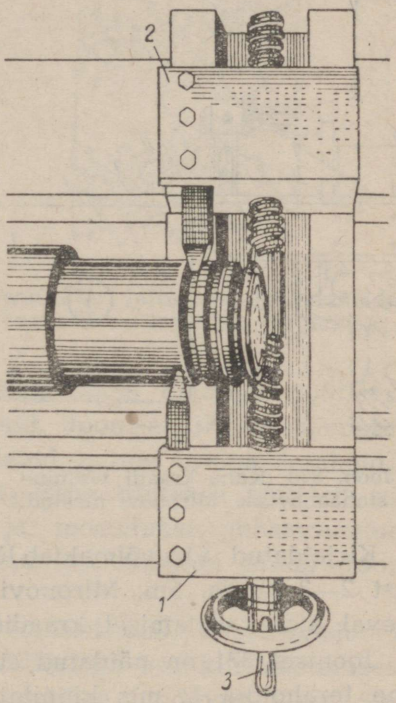
detaili keermetamine ei kestnud nüüd enam 40, vaid kõigest 10 min.

Joonisel 368 on näidatud detaili töötlemine, mida varemalt teostati kolme lõiketeraga järgmises järjekorras. Kõigepealt kinnitati varb 1 tsangpadrunisse 2 (joon. 368-a) ja treiti ta koonusekujuliseks tera 3 abil. Edasi lõigati detail maha tera 4 abil, kinnitati uuesti tsangpadrunisse ja ümardati teine ots profiilteraga 5.

Stahaanovlane-treial sm. Bušin võttis tarvitusele erilise profiiltera 6 (joon. 368-b) ja hakkas üheainsa ülesseadega treima detaili 2 koonusekujuliseks, detaili 1 aga — ümaraks. Samaaegselt toimus ka detaili 1 mahalõikamine, mille teine ots oli juba varem treitud koonusekujuliseks. Selle tulemusena kasvas tootlikkus 3-kordseks.




Joon. 368. Detaili töötlemine stahaanovlase Bušini meetodil: a — vana viis; b — uus viis.

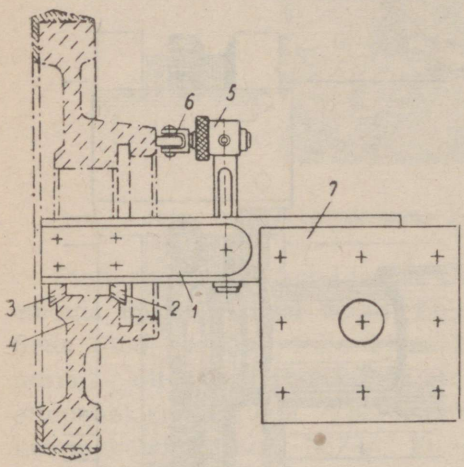



Joon. 369. Keermetamine stahaanovlase Afanasjevi meetodil.

Stahaanovlane-treial sm. Afanasjev esitas mitmekäiguliste keermete lõikamiseks erilise, treipingi supordile ülesseatava rakise (joon. 369). See kujutab endast kaksik-supordit, mis võimaldab kahe keermetera ülesseadmist ja mille pooled on ühendatud risti-ettenihkekruviga. Kruvil on parempoolne ja vasakpoolne keere; seepärast käsiratta 3 keeramisel ühes või teises suunas supordi pooled kas liginevad teineteisele või kaugenevad teineteisest.

Selle rakisega töötamise paremused on ilmsed: esiteks keermetatakse korraga kaks niiti; teiseks pikkade kruvide keermetamisel pole vaja kasutada lünetti. Töötootlikkus kasvab selle viisi puhul 2—3-kordseks, samal ajal tuleb keermetatud kruvi täpsem.

Sel viisil saab keermetada ka ühekäigulisi keermeid, kasutades üht lõiketera eelkeermetamiseks ja teist puhaskeermetamiseks.



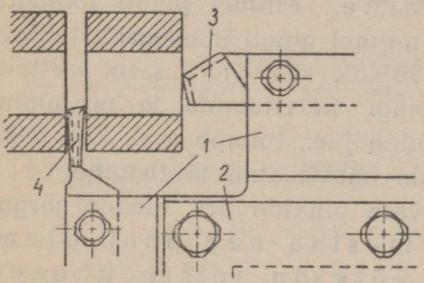

Joon. 370. Kahe kraadi võtmine stahaanovlase Mironovi meetodil.

Stahaanovlane-treial sm. Mironov otsustas teostada kraadide mahavõtmist hammasrataste rummuaukudel mitte ühekaupa, vaid korraga kahelt poolt. Selleks pani ta ette kasutada torni 1 (mis on skemaatiliselt kujutatud joonisel 370) ja kahte lõiketera 2 ja 3. Reguleeritav peataja 5 rulliga 6 võimaldab seesugust torni hõlpsasti üles seada rummu 4 augu pikkuse järgi. Terahoidjasse 7 kinnitatud torn lükatakse auku nii kaugele, et rull tuleb vastu detaili otspinda. Sellega saavutatakse tunduvat aja kokkuhoidu.

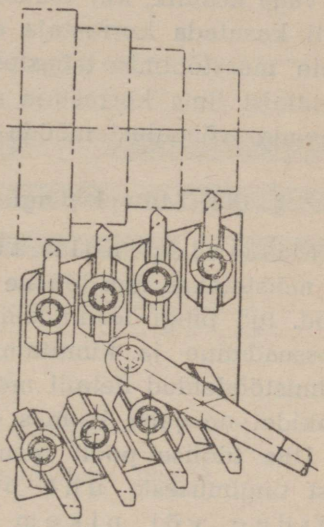
Kirjeldatud viis võimaldab lühendada kraadide mahavõtmise kestust 2—3 korda. Sm. Mironovi poolt ettepandud tornid on käesoleval ajal kasutamisel kraadide üheaegseks treimiseks.

Joonisel 371 on näidatud stahaanovlaste poolt ettepandud eriline terahoidja 1, mis kinnitatakse treipingi supordisse 2. Tera-

hoidjas on kaks lõiketera: tera 3 treib õõnsa varva otspinda, kuna tera 4 lõikab selle varva otsast vajaliku pikkusega tüki, kui tera 3 on otspinna üle treinud. Seesuguse terahoidja kasutamine lühendab töötlusaega 2—3 korda. Endise viisi puhul tuleb kõigepealt treida otspind, siis pöörata supordi terahoidja pea, lähendada mahalõiketera ja alles siis teostada mahalõikamine.




Joon. 371. Stahaanovlaste poolt ettepandud kahe teraga terahoidja.



Joon. 372. Mitme teraga terahoidja astmelise rihmaratta treimiseks.

Stahaanovlased kasutavad suurema hulga detailide töötlemiseks erilisi mitme teraga terahoidjaid. Joonisel 372 on näidatud stahaanovlaste poolt tarvitusele võetud mitme teraga terahoidja neljaastmelise rihmaratta treimiseks. Enne treitakse mustalt; siis pööratakse terahoidja 180° võrra ja teostatakse puhastreimine. Seesuguste mitme teraga terahoidjate kasutamine tõstab tootlikkuse ligi 4-kordseks.

Stahaanovlased parandavad ka lõikeriistade konstruktsiooni, võttes tarvitusele kõvasulamist plaadikestega teri kiirlõiketerasest terade asemele; see võimaldab lõikerežiime tunduvalt tõsta. Stahaanovlased püüavad saavutada ka aja kokkuhoidu detailide ja lõikeriistade ülesseadmisel, rihtimisel ja paigalekinnitamisel; nad

kasutavad peatajaid ja automaatseid liikumise väljalülijaid, arvestavad täpselt oma liigutusi töö ajal ja organiseerivad hoolega oma töökohta. Nende püüe on, et ükski minut ei läheks asjatult raisku.

Üks stahaanovliku liikumise vorme on luuninlik töö. Ta seisab selles, et treial teostab ise oma treipingi ja rakiste jooksvat remonti, olles selle tööga enne põhjalikult tutvunud. Samuti on väga kasulik, kui osatakse treipinki korrastada, et poleks tarvis alati kasutada korrastaja abi ega raisata aega tema ootamiseks. Meie masstootmise tehastes praktiseeriti Isamaasõja ajal laialdaselt töötamist ilma korrastaja abita. Parimad stahaanovlased püüavad praegugi võimalust mööda korrastaja abita toime tulla.

### § 133. Mitmel pingil töötamine ja erialade ühitamine.

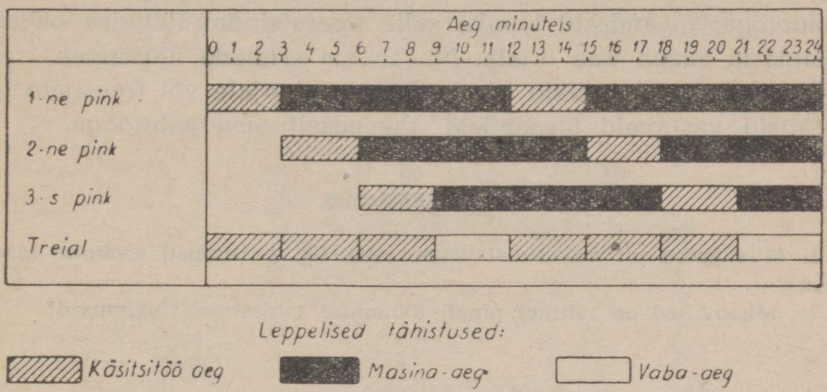
Mitmel pingil töötamine. Mitmel pingil töötamise all mõistetakse ühe töölise poolt mitmel pingil üheaegselt tehtavat tööd. Iga pingi teenindamiseks vajalik käsitsitöö, s. o. eeltoote ülesseadmine ja kinnitamine, pingi käivitamine ja peatamine, valmistöödeldud detaili mahavõtmine jne., toimub ajal, kus teistel pinkidel on juba käimas detailide automaatne töötlemine.

Ühe töölise poolt teenindatavate pinkide arv oleneb järgmisest tingimusest: ühe pingi masina-aeg peab olema võrdne või pikem kui kõikide teiste üheaegselt teenindatavate pinkide käsitsitöö aja summa. Kui ühe pingi masina-aeg on pikem kui kõikide teiste üheaegselt teenindatavate pinkide käsitsitöö aja summa, siis saadud vahe kujutab endast töölise vaba, s. o. koormuseta aega.

Oletame, et kolmel treipingil töödeldakse detaile võrdse tükiajaga, mis võrdub 12 min. Käsitsitööks kulub 3 min. Järelikult vältab pingi tegelik töö ehk masinatöö 9 min. Kujutame seda graafiliselt (joon. 373), kandes ülemisele horisontaaljoonele pinkide masinatöö ja treiali käsitsitöö aja minutites.

Siis kanname esimese pingi graafikusse käsitsitöö aja, mis võrdub 3 min., ja masinatöö aja, mis võrdub 9 min. Käsitsitööks kulutatud 3 minuti lõppemisel käivitab treial esimese pingi ja asub teise pingi juurde, kus ta teeb samuti 3 minutit käsitsitööd. Teine pink nagu esimenegi töötab pärast käivitamist 9 min.; kanname selle aja graafikusse.

Käivitanud teise pingi, siirdub treial kolmanda pingi juurde ja kulutab ka siin 3 minutit käsitsitööks. Ta käivitab sellegi pingi ja tuleb siis tagasi esimese pingi juurde, millel detaili töötlemine pole veel lõpule jõudnud. Tööline tegi seega esimese pingi masinatöö ajal, mis vältas 9 min., käsitsitööd teisel ja kolmandal pingil 6 min. jooksul; järelikult jääb talle 3 min. vaba aega. See on näha joonise 373 alumisest osast.




Joon. 373. Kolme treipingi teenindamise graafik.

Toodud näide tõestab kujukalt, et ühel treialil on täiesti võimalik töötada korraga kolmel pingil. Veel enamgi — treiali täielikumaks koormamiseks võiks lisaks võtta veel ühe pingi mõne operatsiooni teostamiseks, mille käsitsitöö aeg ei ületaks 3 min. ja mille masinatöö aeg võrduks 9 min., või oleks selle kordne (näiteks 18 või 27 min.).

Parimate tagajärgede saavutamiseks mitme pingiga töötamisel peavad olema tagatud mõningad tingimused:

1. Arvutusega peab olema kindlaks tehtud, et ühe pingi masinatöö ajal treial tuleb vabalt toime käsitsitöödega kõikidel teistel pinkidel.

2. Pinkide automaat-ettenihke mehhanismid tuleb varustada automaatsete väljalülijatega, et treialil ei tuleks karta mõne pingi mehhanismide murdumist teiste pinkide teenindamise ajal.

3. Mitmel pingil töötaja peab olema vabastatud abitöödest —

eeltoodete ja tööriistade toimetamisest töökohale, detailide üleandmisest kontrolörile jne.

4. Pingid peavad olema selliselt asetatud, et tööline kulutaks võimalikult vähe aega ühe pingi juurest teise juurde käimiseks.

Need on tähtsamad tingimused.

Erialade ühitamine. Isamaasõja päevil on paljud töölised hakanud teenindama peale oma tööpingi veel mõnd lähedalasuvat, tööliseta jäänud pinki. Nad tutvusid järk-järgult uue operatsiooniga, omandasid lõpuks selle operatsiooni täitmise oskuse, omandasid seega uue eriala. Nii tekkis erialade ühitamine.

Paljud treialid õppisid ära puurijate, lihvijate või freesijate töö ja täitsid vastavaid ülesandeid üheaegselt oma põhitööga.

**Kontrollküsimusi.**

1. Missugused on treialite-stahaanovlaste töö peasuunad tootmise täiustamisel?
2. Missugused on mitmel pingil töötamise tähtsamad tingimused?

## XXIV peatükk.

## TÖÖ ORGANISEERIMINE.

### § 134. Treiali töökoha organiseerimine.

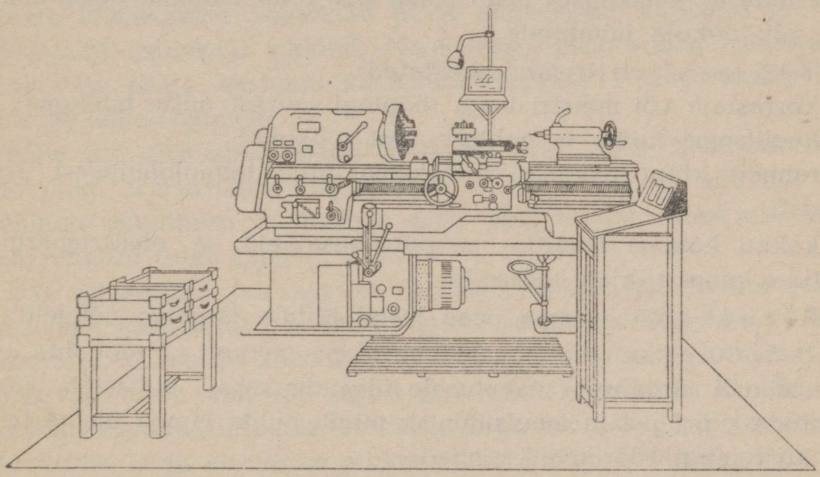
Kindel kord treiali töökohal on väga tähtis kogu töö õigeks organiseerimiseks. Üheks põhjuseks, miks stahaanovlased — ja eriti mitmel pingil töötavad stahaanovlased — on jõudnud nii kõrge tööviljakuseni, on just töökoha õige organiseerimine.

Treiali töökohal on: treipink, kapp lõike- ja mõõteriistadega ning pingi juurde kuuluvate rakistega (padrun, lünett, võtmed jne.) ja käru või kast eeltoodete ja töödeldud detailide jaoks.

Lõike- ja mõõteriistad, rakised ja eeltooted peavad asuma treialile võimalikult lähemal. Sagedamini kasutatavad esemed asugu lähemal, harvemini kasutatavad kaugemal. Esemed, mis võetakse parema käega, peavad asuma paremat kätt, vasaku käega võetavad vasakut kätt. Iga ese tuleb pärast kasutamist panna temale

määratud kohale, et vältida asjatut otsimist eseme korduval kasutamisel. Kapp peab alati olema korras ja puhas. Rasked esemed pannakse kapi alumistele riiulitele, kerged ülemistele.

Joonisel 374 on näidatud õigesti organiseeritud treiali töökoht. Tööriistade kapp on paremal pool, sest tööriistu harilikult võetakse ja pannakse tagasi parema käega; eeltoodete ja valmisdetailide kast on vasakul pool, sest kergeid detaile võetakse ja pannakse ära vasaku käega. Tööpingi sängist tagapool on elektrilamp ja tahvel, millele kinnitatakse joonestis või tehnoloogiline kaart.



Joon. 374. Õigesti organiseeritud treiali töökoht.

Treial peab alati hoidma oma töökoha eeskujulikus korras. Töökoha korrastamist ei tule jätta ei koristaja ega järgmise vahetuse hoolde.

### § 135. Töö organiseerimine töökohal.

Tööaja kokkuhoid töötootlikkuse tõstmise otstarbel on treiali tööjuhiseks.

Enne vahetuse algust peab treial igakord:

1) oma töökoha tööks ette valmistama; selleks ta peab kohale tulema 10—15 minutit enne vahetuse algust;

2) treipingi üle vaatama ja tema mehhanismide tööd ning

õiget määrimist kontrollima; tuleb meeles pidada, et määrimata osad kuluvad töötamisel kiiresti, mistõttu pink muutub ebatäpseks;

3) kontrollima detailide ülesseadmiseks ja kinnitamiseks kasutatavad rakised;

4) vaatama, kas käepärast on küllaldane hulk eeltooteid;

5) valmis panema lõike- ja mõõteriistad, kontrollima nad ja asetama tööks tarvilikku järjekorda;

6) kontrollima või uuesti korrastama tööpingi.

Puuduste ilmnemisel peab treial otsekohe teatama neist meistrile või töökoja juhatajale.

Töö ajal on treial kohustatud:

korrastaja või meistri loata tööpingi juurest mitte lahkuma;

hoolitsema korra ja puhtuse eest töökohal;

rangelt kinni pidama kindlaksmääratud tehnoloogilisest protsessist;

kokku hoidma määrde- ja puhastusaineid ja elektrienergiat, vältides pingi tühjalt töötamist.

Pärast töö lõppu peab treial täitma järgmisi nõudeid:

1) 5—10 minutit enne vahetuse lõppu hakkab ta töökohta ette valmistama järgmisele vahetusele üleandmiseks; puhastab pingi laastudest, prügist ja emulsioonist, pühib puhta lapiga üle ja määrib kõik pingi hõõrduvad pinnad;

2) korjab kokku kõik lõike- ja mõõteriistad, pühib nad puhtaks ja paneb oma kohtadele kappi; annab lattu tagasi kõik riistad ja rakised, mida pole enam tarvis;

3) võtab vastu järgmise päeva tööülesande, et õigeaegselt tutvuda joonestisega ja tehnoloogilise protsessiga ning valmistada ette riistad ja rakised; kui pink on plaanipäraselt tööga koormatud, siis see kõik on hõlpsalt teostatav.

Esimene, kõige tähtsam tingimus pingi ja tööriistade maksimaalseks ärakasutamiseks ja töökoha õigeks ettevalmistamiseks vajalike operatsioonide teostamisele — on eeltoodete ja materjalide õigeaegne töökohale toimetamine.

Teiseks tingimuseks on treiali õigeaegne varustamine eelseisva töö joonestiste ja töökäskudega, samuti ka teritatud ja täpselt sobitatud rakiste, lõike- ja mõõteriistadega.

Kolmandaks tingimuseks on treiali õigeaegne tehniline instrueerimine korrastaja või meistri poolt.

## § 136. Treipingi hooldamine.

Selleks, et treipingi üksikosad ja mehhanismid püsiksid tööks kõlblikus seisukorras, tuleb nende eest korralikult hoolitseda. Ainult asjatundlik teenindamine ja hoolikas korrashoid võivad tagada pingi normaalset töötamist pikema aja jooksul. Seevastu hooletu käsitsemine põhjustab pingi enneaegset kulumist ja üha sagedamini esinevaid rikkeid. Noor treial peab juba esimesest tööpäevast peale harjuma käsitsema tööpinki heaperemeheliku hoole ja tähelepanuga.

Enne töö alustamist antud treipingil peab treial hästi tutvuma selle pingi konstruktsiooniga, sisse- ja väljalülimise, kiiruste ja ettenihete muutmise hoobadega ning pingi teenindamise juhistega. Neid juhiseid tuleb rangelt täita.

Üks tähtsamaid juhiseid on kõikide tööpingi hõõrduvate osade õigeaegne määrimine. Sängi ja supordi juhtpindu, laagreid, hammasrattaid, pukse ja kõiki teisi treipingi üksikosi, mis töötamisel hõõrduvad, tuleb enne töö algust järjekindlalt määrida. Et määrdeaine kiht kataks juhtpindu ühtlaselt kogu ulatuses, tuleb supordit mitu korda kogu ettenihke pikkuselt käsitsi edasi-tagasi nihutada. Samuti tuleb alatasa kontrollida, kas õlikanalid pole ummistunud. Määrimiseks tuleb tarvitada head mineraalõli, ühelgi juhul aga mitte keedetud linaseemneõli.

Tuleb hoida sängi juhtpindu vigastuste eest. Juhtpindadele ei tule asetada töödeldavaid detaile, lõike- või mõõteriistu ega teisi metallesemeid, sest vastasel korral treipink muutuks üsna ruttu ebatäpseks. Kõikide nimetatud esemete paigutamiseks peab olema oma kindel koht. Kogukate detailide ülesseadmisel treipingile tuleb panna sängi juhtpindadele puust alustükke, et kaitsta juhtpindu vigastuste eest.

Spindlikasti ja tagumise tsenterpuki spindlite koonuspesi tuleb enne lõikeriistade või tsentrite sissepanemist hoolikalt puhastada. Koonuspesad peavad alati olema täiesti korras.

Iga päev enne töö algust tuleb kontrollida kõikide ümberlüli-

tavate mehhanismide ja liikuvate pingiosade tööd, neid käsitsi ettevaatlikult liikuma pannes. Supordit nihutatakse ilma erilise jõupingutuseta, selleks et veenduda, kas kelk liigub kergelt ning sujuvalt oma juhtpindadel. Pärast töö lõppu eemaldatakse pingilt jahutus-määrimisvedelikkude jäljed, pühitakse laastud kokku ja määritakse üle kõik töös olnud pingiosad.

Tuleb pidevalt jälgida ajamirihmade seisukorda, vältides eriti määrdeainete sattumist neile, sest õliga määrdunud rihm hakkab rihmarattal libisema ja kulub kiiresti. Rihma pingutus ei tohi olla ei liiga suur ega liiga väike. Esimesel juhul tekib laagrite ülekuumenemine ja rihma rebenemise oht; teisel juhul rihm hakkab libisema. Samuti tuleb alati korras hoida kaitserakiseid, mis kaitsevad rihma vigastuste ja töölisi õnnetusjuhtude eest. Üldse tuleb pöörata eriti suurt tähelepanu sellele, et liikuvate ja pöörlevate osade kaitsekilbid ja kaitserakised oleksid õigesti üles seatud ja täiesti korras.

### § 137. Tehniline ajanorm ja tehniline normimine.

Aega, mis on määratud teatud kindla operatsiooni teostamiseks, nimetatakse a j a n o r m i k s.

Ülesannet, mida treial saab, s. o. detailide hulka, mida tuleb töödelda antud operatsiooni puhul ühe tunni või vahetuse jooksul, nimetatakse t ö ö n o r m i k s.

Aja- või töönormi saab määrata kogemuste varal, võrreldes töödeldavat detaili teiste — kujult ja mõõdetelt taoliste detailidega, mida on töödeldud varem.

Sel viisil määratud normi täpsus oleneb isiku vilumusest, kes seda on määranud. On selge, et ühel juhul norm võib osutuda liiga madalaks ja treial ületab teda erilise vaevata; teisel juhul aga norm võib osutuda liiga kõrgeks, nii et treial ei suuda seda täita isegi väga pingeliselt töötades.

Aja- või töönormi saab määrata ka varemsaavutatud tootlikkuse andmete või varemantud töökäskude põhjal samasuguste või taoliste operatsioonide kohta. Aga ka sellel juhul saadud norm on ebatäpne, sest on võimalik, et vanades töökäskudes antud aeg ei olnud õige, peamiselt aga sellepärast, et seesugune norm väl-

jendaks minevikus saavutatud tootlikkust. Sotsialistlik tööstus aga läheb kogu aeg edasi: täiustatakse pinke, lõikeriistu ja rakiseid; stahaanovlased täiustavad töötlemismeetodeid ja töö organiseerimist. On selge, et vanad normid ei vasta enam tootmistöö huvidele ja takistavad toodangu edasist kasvu.

Ajanormi tuleb määrata pingi ja lõikeriistade suurimate tootmisvõimaluste, töökoha ja kogu tootmisprotsessi parima organiseerimise alusel, arvestades parimate stahaanovlaste kogemusi. Seesugust ajanormi nimetatakse tehniliseks ajanormiks; tema määramist eelnimetatud viisil — tehniliseks normimiseks.

Tehnilist ajanormi ja töönormi ei tule käsitella kui töötootlikkuse ülempiiri antud töökohal. Tööliste tehnilise ja kultuurilise taseme tõusuga ning organisatsioonilis-tehniliste tingimuste paranemisega kasvab töötootlikkus; järelikult muutuvad ka ajanormid. „Tehnilised normid," ütles seltsimees Stalin, „on suur reguleeriv jõud, mis organiseerib tootmises laiu tööliste hulki töölisklassi eesrindlike elementide ümber."

Kui on teada tehniline ajanorm või töönorm, siis saab arvutada pingi läbilaskevõimet ühe või teise ajavahemiku jooksul, s. o. kindlaks määrata, kui suurt toodangu hulka saab pingil selles ajavahemikus valmistada. Nende andmete alusel koostatakse üldine toodangu väljalaske plaan, arvutatakse tarvismineva tööjõu hulk ning töötatakse välja töötootlikkuse tõstmise ja omahinna alandamise plaan.

Seega on tehniline ajanorm tootmise plaanimise aluseks. Teatavasti ei ole aga toodangu väljalaskmine graafiku järgi üldse võimalik, kui pole kindlat plaanimist.

## § 138. Töötasu.

Stalinlikus konstitutsioonis (§ 12) on öeldud: „igaühelt tema võimete järgi, igaühele tema töö järgi". Järelikult peab töötajate tasu vastama nende töö hulgale ja kvaliteedile, vahetegemisega kvalifitseeritud ja kvalifitseerimata, raske ja kerge töö vahel.

**Tööliste kvalifikatsioon.** Kvalifikatsiooni all mõistetakse töö-

lise teadmiste, oskuse ja vilumuse hulka, mida tööline vajab temale usaldatud töö sooritamiseks.

Tööd masinaehituse alal jagunevad kvalifikatsiooni järgi 8-ks kategooriaks: esimene kategooria vastab kõige madalamale, kaheksas kategooria kõige kõrgemale kvalifikatsioonile. Kategooria kindlaksmääramine toimub katsete tulemuste alusel, s. o. tööline peab sooritama proovitöö vastavalt tariifi- ja kvalifikatsiooniteatmiku nõuetele.

**Tariifide skaala.** Meie tööstuses kasutatakse mitmesuguste tööja erialade ja mitmesuguse kvalifikatsiooniga tööliste töötasude reguleerimiseks tariifide võrgu süsteemi, kus igal kategoorial on oma tariifimäär. Masinaehitustehastes on tarvitusel järgmine tariifide skaala:

| Kategooriad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tarifitseerimise koefitsiendid | 1 | 1,2 | 1,45 | 1,75 | 2,1 | 2,5 | 3,0 | 3,6 |

Kui on teada esimese kategooria tarifitseeritud tunnitasu, siis on kerge kindlaks määrata mistahes kategooria tunnitasu: selleks tuleb korrutada esimese kategooria tunnitasu vastava koefitsiendiga.

Selleks, et töötasu oleks õiglane ja vastaks töö iseloomule (kerge ja raske töö), peab esimese kategooria tasumäär erinevail tööliste rühmadel olema erinev isegi ühe tehase piirides. Näiteks esimese kategooria tööliste tasumäär kuumades ja tervist kahjustavais osakondades on 15—20% kõrgem kui mehaanika-osakondades. Sellele vastavalt tõusevad ka teiste kategooriate tasumäärad.

Meie tööstuses on olemas kaks töötasu maksmise süsteemi: maksmine töö aja järgi, s. o. ajatöö tasu ja maksmine tehtud töö hulga järgi, s. o. tükitöö tasu. Teine süsteem jaguneb progressiivseks ja preemialiseks tükitasuks. Peale preemialise tükitasu esineb ka preemialist ajatasu.

Töötasu tehtud töö hulga järgi jaguneb peale selle individuaalse ja kollektiivse tükitasu süsteemiks; viimast nimetatakse mõnikord ka brigaadi tükitasuks.

**Ajatöö tasu.** Kui maksmine toimub ajatöö tasu süsteemi järgi, siis arvutatakse töölise teenistust vastavalt tema tarifitseeritud tunnitasule, teatud kindlas ajavahemikus (kahe nädala või ühe kuu jooksul) tööl oldud tundide arvu järgi. On arusaadav, et ühe kategooria töölistel, kes kõik teevad ühesugust tööd, on teenistus selle

süsteemi järgi alati ühesugune, kuigi üks tööline töötab võib-olla viljakamalt kui teine ja annab tunduvalt rohkem toodangut. Ajatöö süsteemis makstakse tegeliku töö ja tööseisakute eest võrdselt; järelikult see süsteem ei soodusta töötootlikkuse tõusu. Seepärast pole ta kasulik ei ettevõttele ega töölisele.

Ajatöö süsteemi võib kasutada ainult niisuguste tööde jaoks, mida ei saa ette normida ega arvestada, näiteks valve-lukksseppade, valve-elektromontööride, laohoidjate, tööriistade väljaandjate või koristajate töö. Aga ka neil juhtudel on soovitav täiendada ajatöö tasu preemialise süsteemiga. Tööliste tasu põhimistel tootmisaladel ei tohi kunagi olla rajatud ajatöö alusele.

**Tükitöö tasu.** Tükitöö tasu on põhimiseks töötasu süsteemiks; ta on meie tehastes laialdaselt levinud. Selle süsteemi põhimõtteks on, et tarifitseeritud tunnitasu ja ajanormi alusel arvutatakse kindel tasumäär ühe tööühiku (tüki, saja, kilogrammi, meetri jne.) eest. Selle tasumäära järgi toimub maksmine vastavalt töölise tegelikule töösaavutusele, olenemata ajast, mille ta on kulutanud normi täitmiseks. Niisiis oleneb töölise teenistus selle süsteemi järgi täiel määral töölise tööproduktiivsusest.

Tükitasu tõstab töölise huvi tööpäeva täieliku ärakasutamise, stahaanovlike meetodite rakendamise ja tööseisakute ning rikete vältimise vastu. Tükitasu aitab ka avastada ja kõrvaldada tootmise tehnoloogia ja organiseerimise vigu.

Tükitasu eduka rakendamise vajalikuks tingimuseks on õige tehniline norm ja töösaavutuse täpne arvestus.

Tükitöö süsteemis ei makseta tööseisakute eest, mis on toimunud töölise süü läbi. Kui aga tööseisak ei olenenud töölisest (näiteks kui tööseisaku põhjuseks oli töö puudumine või elektrivoolu katkestus), siis makstakse seisaku aja eest töölise kategooriale vastava ajatöö tariifimäära täies või pooles ulatuses.

Töölisest oleneva praagi eest tasu ei makseta. Kui praak on parandatav, siis makstakse tasu vähendatud määral, niisamuti nagu praagi väljalaskmisel töölisest mitteolenevatel põhjustel.

Mõnikord kalduvad tegelikud töötingimused normaalsetest kõrvale, s. o. muutuvad keerulisemaks: näiteks treial on saanud töötlemiseks ettenähtust kõvemat terast või töötlusvaru on osutunud liiga suureks. Neil juhtudel ei muudeta tasumäära, vaid antakse

juurdehindlust normaalsetest kõrvalekalduvate töötingimuste eest.

Individuaalne tükitöötasu on masinaehitustehastes põhimiseks töötasuvormiks. Ta seisab selles, et igale töölisele määratakse kindel tasumäär ühelt tööühikult ja et töölise teenistus arvutatakse tema töösaavutuse alusel.

Kollektiivne tükitöötasu, mida nimetatakse ka brigaadi tükitöötasuks, on kasutusel neil töödel, mida täidetakse tööliste brigaadi (rühma) poolt. Selle süsteemi järgi arvutatakse tavaliselt tasu sepa-, keevitus- ja remonttööde eest, samuti ka valukoja tööliste tasu jms.

Treialitöödel rakendatakse eranditult individuaalset tükitöötasu. Mitut tööpinki teenindavaile töölistele määratakse lisapinkidel töötamise eest pool kuni terve tükitöö tasumäär. Tasumäärasid alandatakse ainult neil juhtudel, kui üleminek mitme tööpingi teenindamisele on põhjustanud kulutusi pinkide ümberasetamisele, uute rakiste valmistamisele jne.

**Progressiivne töötasu.** Normi ületanud tööline saab selle süsteemi järgi normi piiridesse kuuluva toodangu hulga eest tasu normaalse tasumäära, normi ületava toodangu eest aga kõrgendatud tasumäära kohaselt. Mida suurem on normi ületamine, seda kõrgem on tasumäär, mille järgi tasutakse kogu töösaavutuse eest.

Mõnikord ei määrata kõrgendatud tasumäära mitte kogu toodangu kohta, vaid alles teatud piirist ülespoole, näiteks alates 120%-st. Mõnel juhul määratakse kõrgendatud tasumäär mitte ainult ülenormi-toodangule, vaid kogu toodangule, kui ta normi ületab.

Allpool on toodud progressiivse töötasu tüüp-skaala:

| Määratud töönormi või keskmise tegeliku töösaavutuse ületamise protsent | 1—10 | 11—25 | 26—40 | 41 ja rohkem |
|---|---|---|---|---|
| Alg-tasumäära suurendamise % . | 30 | 50 | 75 | 100 |

Oletame, et tööline on ületanud normi 6% võrra. Siis suurendatakse tema tasumäära 30% võrra ja nimelt mitte ainult ülenormi-toodangu eest, vaid ka selle toodangu osa eest, mis moodustab 100% normist.

**Preemialist töötasu** rakendatakse alati ühe või teise tarvitusel oleva süsteemi täiendusena, kõige sagedamini ajatöö tasu puhul.

Viimasel juhul ta moodustab ajatöö preemialise süsteemi.

Tükitöö preemialine süsteem on sisuliselt progressiivse tükitasu alaliik: preemiaks on siin kõrgendatud tasumäär normi ületamise eest.

Preemialist süsteemi kasutatakse siis, kui ta võib tõeliselt kaasa aidata mõne üksiku toodangunäitaja või isegi mitme toodangunäitaja suurendamiseks. Kui näitajad on viidud vajaliku tasemeni, makstakse töölisele preemiat, mis on lisaks tema põhitöötasule. Mida kõrgem on saavutatud näitaja, seda suurem on preemia.

**Kontrollküsimusi.**

1. Kuidas peab olema organiseeritud treiali töökoht?
2. Kuidas treial peab organiseerima tööd oma töökohal?
3. Mis on ajanorm ja mis on töönorm?
4. Mille poolest tehniline ajanorm erineb kogemuslikust ajanormist?
5. Kuidas määratakse treiali kvalifikatsioon?
6. Milleks on olemas tariifide võrk?
7. Missugused töötasu süsteemid on olemas?

## XXV peatükk.

## OHUTUSTEHNIKA TREIPINGIL TÖÖTAMISEL.

Nüüdisaegsed treipingid on varustatud kaitserakistega, mis tagavad ohutut tööd. Sellest hoolimata esineb ikka veel õnnetusjuhtumeid. Praktika näitab, et suurem osa neid toimub kannatanute endi süü läbi, kes ei tundnud või ei täitnud ohutustehnika põhireegleid. Treiali otseseks kohuseks on täpselt tunda ja rangelt täita ohutustehnika reegleid.

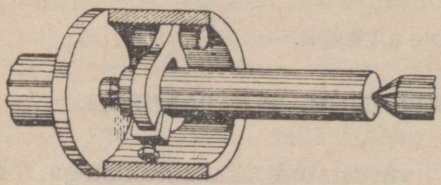
Enne töö alustamist uuel pingil peab iga treial põhjalikult tutvuma selle pingi konstruktsiooniga, tema ohtlike kohtadega ja kõikide tööohutuse reeglitega sellel pingil töötamiseks. Ta peab kontrollima, kas kõik kaitsekilbid ja muud kaitserakised on olemas ja kuivõrd kindlalt nad töötavad. Hammasrattad, ajamirihmad, ketid ja kiiludega võlli-sidurid peavad olema kaetud kaitsekilpi-

dega. Treial peab pidevalt jälgima kaitsekilpide seisukorda ja õigeaegselt teatama parandustööde vajadusest.

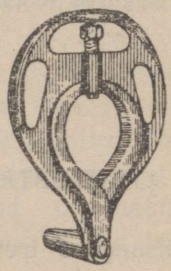
Detailide töötlemisel tsentrite vahel ja padrunites võib kergesti juhtuda, et töölise riided või juuksed jäävad kinni kaasavedaja väljaulatuvaisse osadesse või padruni nukkidesse. Needsamad osad võivad vigastada töölise käsi detailide viilimisel või nende puhastamisel viili või smirgelpaberiga, samuti ka detailide mõõtmisel ja tööpingi koristamisel mehhanismide töö ajal. Eelmistes paragrahvides on juba juttu olnud sellest, et spindli pöörlemise ajal ei tohi koristada pinki ega mõõta detaile.

Õnnetusjuhtude vältimiseks tuleb varustada kaasavõtjad kaitsekilpidega või kasutada ohutuid kaasavõtjaid. Nukkidega padrunid piiratakse kaitsekilpidega.

Joonisel 375 on näidatud kaasaveopadruni küljes olev kaitsekest kaasavedaja piiramiseks. Joonisel 376 on näidatud ohutu kaasavedaja, millel poldi väljaulatuv pea on varjatud erilise kaarega. Teine ohutu kaasavedaja tüüp on kujutatud joonisel 377. Ümbritsev kaitserõngas 1 katab mitte ainult poldi pead 2, vaid ka kaasaveopadruni sõrme 3.



Joon. 375. Kaitsekilbiga kaasaveopadrun.

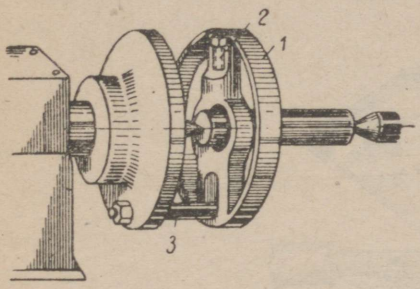


Joon. 376. Ohutu kaasavedaja.

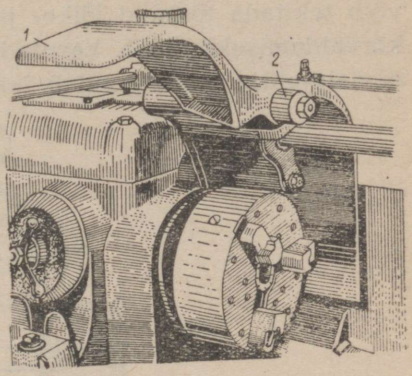
Käte kaitsmiseks nukk-padrunitesse kinnitatud detailide töötlemisel kasutatakse nüüdisaegseil treipinkidel erilist kaitserakist, mis on näidatud joonisel 378. Lahtiklapitav kaitsekilp 1 on liigendiliselt ühendatud sõrmega 2, mis on kinnitatud spindlikasti keresse. Mõnedel pinkidel toimub kilbi lahtiklappimine automaatselt pingi peatamise momendil.

Enne detaili ülesseadmist tsentrite vahele tuleb kontrollida tsentriaukude sügavust. Kui nad ei ole küllalt sügavad, siis võib

detail pöörlemise ajal tsentrite vahelt välja tulla, mis oleks äärmiselt ohtlik. Samuti tuleb pärast detaili padrunisse kinnitamist kontrollida, kas võti on välja võetud. Kui võti on juhtunud jääma padrunisse, siis põrkab ta vastu pingi keret, niipea kui padrun pöörlema hakkab (joon. 379); siis lendab ta hooga eemale. Niisugusel juhul võib juhtuda pingiosade murdumisi ja tööline võib viga saada.

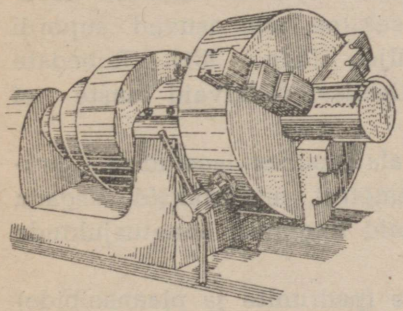



Joon. 377. Ohutu kaasavedaja kasutamine.

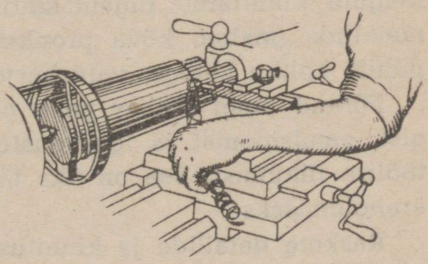



Joon. 378. Eriline kaitsekilp nukk-padruni jaoks.

Töö ajal tuleb kanda tihedalt vastu keha liibuvaid riideid. Lahtised või koguni lipendavad riietuse otsad võivad kergesti kinni jääda pöörlevaisse kaasavedajaisse ja padruninukkidesse. Käised peavad olema randmete kohalt kitsad, tihedalt vastu randmeid lii-



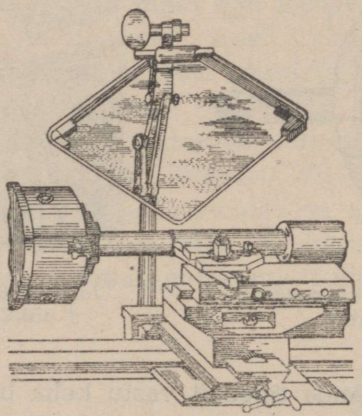
Joon. 379. Enne pingi käivitamist võta võti padrunist välja!



Joon. 380. Laastude kätega eemaldamine on ohtlik!

buvad. Suvel on parem, kui käised on kääritud küünarnukkidest kõrgemale. Pikkade juuste ümber tuleb siduda pearätt.

Õnnetusjuhtude põhjuseks on sageli laastud, eriti voolava laastu puhul, mis eraldub suurtel lõikekiirustel pideva, ebakorrapäraselt keerdutõmbuva lindina. Seesugust laastu ei tule milgi juhul kätega kõrvaldada või katki tõmmata (joon. 380), sest ta võib tekitada tõsiseid lõike- ja põletushaavu. Pikkade laastulintide kõrvaldamiseks tuleb kasutada erilist konksu. Voolava laastu eemalejuhtimist kergendab laastujuhtija.



Joon. 381. Kaitsekilp silmade kaitseks.

Kui töödeldav metall annab lühikesi, eemalekargavaid laaste, siis tuleb kasutada kaitseprille. Viimasel ajal on hakatud kasutama purunemiskindlast klaasist kaitsekilpe, mis asuvad supordi kelgule kinnitatud liigend-statiivi küljes (joon. 381). Rabedate metallide (malmi, kõva pronksi) töötlemisel tekkivaid laaste ei pühita kokku kätega, vaid harjaga.

Põrand pingi ümber peab olema alati puhas laastudest, prügist, emulsioonist ja igasugustest esemetest, mis võiksid segada töölise liikumist. See on üks tähtsamaid tingimusi õnnetusjuhtude ärahoidmiseks.

Raskete detailide ja kinnitusrakiste (padrunite ja plaanseibide) ülesseadmiseks ja mahavõtmiseks tuleb kasutada tõsteabinõusid.

# LISAD

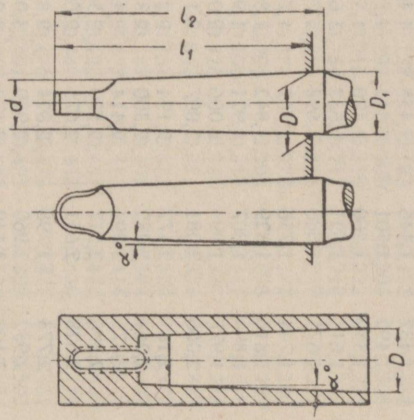
*Lisa 1.*

## KOONUSE KALDENURGA TANGENSI — tg$\alpha$ VÄÄRTUSED.

| Kraadid | Minutid | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 0 | 0,000 | 0,003 | 0,006 | 0,009 | 0,012 | 0,015 | 0,018 |
| 1 | 0,018 | 0,020 | 0,023 | 0,026 | 0,029 | 0,032 | 0,035 |
| 2 | 0,035 | 0,038 | 0,041 | 0,044 | 0,047 | 0,049 | 0,052 |
| 3 | 0,052 | 0,055 | 0,058 | 0,061 | 0,064 | 0,067 | 0,070 |
| 4 | 0,070 | 0,073 | 0,076 | 0,079 | 0,082 | 0,085 | 0,088 |
| 5 | 0,088 | 0,090 | 0,093 | 0,096 | 0,099 | 0,102 | 0,105 |
| 6 | 0,105 | 0,108 | 0,111 | 0,114 | 0,117 | 0,120 | 0,123 |
| 7 | 0,123 | 0,126 | 0,129 | 0,132 | 0,135 | 0,138 | 0,141 |
| 8 | 0,141 | 0,144 | 0,147 | 0,150 | 0,152 | 0,155 | 0,158 |
| 9 | 0,158 | 0,161 | 0,164 | 0,167 | 0,170 | 0,173 | 0,176 |
| 10 | 0,176 | 0,179 | 0,182 | 0,185 | 0,188 | 0,191 | 0,194 |
| 11 | 0,194 | 0,197 | 0,200 | 0,204 | 0,206 | 0,210 | 0,213 |
| 12 | 0,213 | 0,216 | 0,219 | 0,222 | 0,225 | 0,228 | 0,231 |
| 13 | 0,231 | 0,234 | 0,237 | 0,240 | 0,243 | 0,246 | 0,249 |
| 14 | 0,249 | 0,252 | 0,256 | 0,259 | 0,262 | 0,265 | 0,268 |
| 15 | 0,268 | 0,271 | 0,274 | 0,277 | 0,280 | 0,284 | 0,287 |
| 16 | 0,287 | 0,290 | 0,293 | 0,296 | 0,299 | 0,303 | 0,306 |
| 17 | 0,306 | 0,309 | 0,312 | 0,315 | 0,319 | 0,322 | 0,325 |
| 18 | 0,325 | 0,328 | 0,331 | 0,335 | 0,338 | 0,341 | 0,344 |
| 19 | 0,344 | 0,347 | 0,351 | 0,354 | 0,357 | 0,361 | 0,364 |
| 20 | 0,364 | 0,367 | 0,371 | 0,374 | 0,377 | 0,381 | 0,384 |
| 21 | 0,384 | 0,387 | 0,391 | 0,394 | 0,397 | 0,401 | 0,404 |
| 22 | 0,404 | 0,407 | 0,411 | 0,414 | 0,418 | 0,421 | 0,424 |
| 23 | 0,424 | 0,428 | 0,431 | 0,435 | 0,438 | 0,442 | 0,445 |
| 24 | 0,445 | 0,449 | 0,452 | 0,456 | 0,459 | 0,463 | 0,466 |
| 25 | 0,466 | 0,470 | 0,473 | 0,477 | 0,481 | 0,484 | 0,488 |
| 26 | 0,488 | 0,491 | 0,495 | 0,499 | 0,502 | 0,506 | 0,510 |
| 27 | 0,510 | 0,513 | 0,517 | 0,521 | 0,524 | 0,528 | 0,532 |
| 28 | 0,532 | 0,535 | 0,539 | 0,543 | 0,547 | 0,551 | 0,554 |
| 29 | 0,554 | 0,558 | 0,562 | 0,566 | 0,570 | 0,573 | 0,577 |
| 30 | 0,577 | 0,581 | 0,585 | 0,589 | 0,593 | 0,596 | 0,601 |
| 31 | 0,601 | 0,605 | 0,609 | 0,613 | 0,617 | 0,621 | 0,625 |
| 32 | 0,625 | 0,629 | 0,633 | 0,637 | 0,641 | 0,645 | 0,649 |
| 33 | 0,649 | 0,654 | 0,658 | 0,662 | 0,666 | 0,670 | 0,675 |
| 34 | 0,675 | 0,679 | 0,683 | 0,687 | 0,692 | 0,696 | 0,700 |
| 35 | 0,700 | 0,705 | 0,709 | 0,713 | 0,718 | 0,722 | 0,727 |
| 36 | 0,727 | 0,731 | 0,735 | 0,740 | 0,744 | 0,749 | 0,754 |
| 37 | 0,754 | 0,758 | 0,763 | 0,767 | 0,772 | 0,777 | 0,781 |
| 38 | 0,781 | 0,786 | 0,791 | 0,795 | 0,800 | 0,805 | 0,810 |
| 39 | 0,810 | 0,815 | 0,819 | 0,824 | 0,829 | 0,834 | 0,839 |
| 40 | 0,839 | 0,844 | 0,849 | 0,854 | 0,859 | 0,864 | 0,869 |
| 41 | 0,869 | 0,874 | 0,880 | 0,885 | 0,890 | 0,895 | 0,900 |
| 42 | 0,900 | 0,906 | 0,911 | 0,916 | 0,922 | 0,927 | 0,933 |
| 43 | 0,933 | 0,938 | 0,943 | 0,949 | 0,955 | 0,960 | 0,966 |
| 44 | 0,966 | 0,971 | 0,977 | 0,983 | 0,988 | 0,994 | 1,000 |

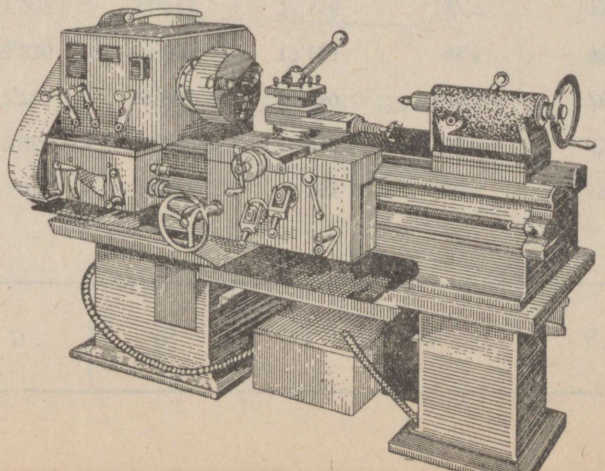
| Kraadid | Minutid | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 45 | 1,000 | 1,006 | 1,012 | 1,018 | 1,024 | 1,030 | 1,036 |
| 46 | 1,036 | 1,042 | 1,048 | 1,054 | 1,060 | 1,066 | 1,072 |
| 47 | 1,072 | 1,079 | 1,085 | 1,091 | 1,098 | 1,104 | 1,111 |
| 48 | 1,111 | 1,117 | 1,124 | 1,130 | 1,137 | 1,144 | 1,150 |
| 49 | 1,150 | 1,157 | 1,164 | 1,171 | 1,178 | 1,185 | 1,192 |
| 50 | 1,192 | 1,199 | 1,206 | 1,213 | 1,220 | 1,228 | 1,235 |
| 51 | 1,235 | 1,242 | 1,250 | 1,257 | 1,265 | 1,272 | 1,280 |
| 52 | 1,280 | 1,288 | 1,295 | 1,303 | 1,311 | 1,319 | 1,327 |
| 53 | 1,327 | 1,335 | 1,343 | 1,351 | 1,360 | 1,368 | 1,376 |
| 54 | 1,376 | 1,385 | 1,393 | 1,402 | 1,411 | 1,419 | 1,428 |
| 55 | 1,428 | 1,437 | 1,446 | 1,455 | 1,464 | 1,473 | 1,483 |
| 56 | 1,483 | 1,492 | 1,501 | 1,511 | 1,520 | 1,530 | 1,540 |
| 57 | 1,540 | 1,550 | 1,560 | 1,570 | 1,580 | 1,590 | 1,600 |
| 58 | 1,600 | 1,611 | 1,621 | 1,632 | 1,643 | 1,653 | 1,664 |
| 59 | 1,664 | 1,675 | 1,686 | 1,698 | 1,709 | 1,720 | 1,732 |
| 60 | 1,732 | 1,744 | 1,756 | 1,767 | 1,780 | 1,792 | 1,804 |
| 61 | 1,804 | 1,816 | 1,829 | 1,842 | 1,855 | 1,868 | 1,881 |
| 62 | 1,881 | 1,894 | 1,907 | 1,921 | 1,935 | 1,949 | 1,963 |
| 63 | 1,963 | 1,977 | 1,991 | 2,006 | 2,020 | 2,035 | 2,050 |
| 64 | 2,050 | 2,066 | 2,081 | 2,097 | 2,112 | 2,128 | 2,145 |
| 65 | 2,145 | 2,161 | 2,177 | 2,194 | 2,211 | 2,229 | 2,246 |
| 66 | 2,246 | 2,264 | 2,282 | 2,300 | 2,318 | 2,337 | 2,356 |
| 67 | 2,356 | 2,375 | 2,394 | 2,414 | 2,434 | 2,455 | 2,475 |
| 68 | 2,475 | 2,496 | 2,517 | 2,539 | 2,560 | 2,583 | 2,605 |
| 69 | 2,605 | 2,628 | 2,651 | 2,675 | 2,699 | 2,723 | 2,747 |
| 70 | 2,747 | 2,773 | 2,798 | 2,824 | 2,850 | 2,877 | 2,904 |
| 71 | 2,904 | 2,932 | 2,960 | 2,989 | 3,018 | 3,047 | 3,078 |
| 72 | 3,078 | 3,108 | 3,140 | 3,172 | 3,204 | 3,237 | 3,271 |
| 73 | 3,271 | 3,305 | 3,340 | 3,376 | 3,412 | 3,450 | 3,487 |
| 74 | 3,487 | 3,526 | 3,566 | 3,606 | 3,647 | 3,689 | 3,732 |
| 75 | 3,732 | 3,776 | 3,821 | 3,867 | 3,914 | 3,962 | 4,011 |
| 76 | 4,011 | 4,061 | 4,113 | 4,165 | 4,219 | 4,275 | 4,331 |
| 77 | 4,331 | 4,390 | 4,449 | 4,511 | 4,574 | 4,638 | 4,705 |
| 78 | 4,705 | 4,773 | 4,843 | 4,915 | 4,989 | 5,066 | 5,145 |
| 79 | 5,145 | 5,226 | 5,309 | 5,396 | 5,485 | 5,576 | 5,671 |
| 80 | 5,671 | 5,769 | 5,871 | 5,976 | 6,084 | 6,197 | 6,314 |
| 81 | 6,314 | 6,435 | 6,561 | 6,691 | 6,827 | 6,968 | 7,115 |
| 82 | 7,115 | 7,269 | 7,429 | 7,596 | 7,770 | 7,963 | 8,144 |
| 83 | 8,144 | 8,345 | 8,556 | 8,777 | 9,010 | 9,255 | 9,514 |
| 84 | 9,514 | 9,788 | 10,078 | 10,385 | 10,712 | 11,059 | 11,430 |
| 85 | 11,430 | 11,826 | 12,250 | 12,706 | 13,197 | 13,727 | 14,301 |
| 86 | 14,301 | 14,924 | 15,605 | 16,350 | 17,169 | 18,075 | 19,081 |
| 87 | 19,081 | 20,205 | 21,470 | 22,904 | 24,542 | 26,432 | 28,636 |
| 88 | 28,636 | 31,241 | 34,368 | 38,188 | 42,964 | 49,104 | 57,290 |
| 89 | 57,290 | 68,750 | 85,940 | 114,589 | 171,885 | 343,774 | — |

## NORMAALKOONUSED (mõõted mm-tes).



| Koonuse nr. | $D$ | $D_1$ | $d$ | $l_1$ | $l_2$ | Koonuse kaldenurk |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Morse koonused | | | | | | |
| 0 | 9,045 | 9,212 | 6,115 | 56,3 | 59,5 | $1^0 29' 26''$ |
| 1 | 12,065 | 12,239 | 8,973 | 62,0 | 65,5 | $1^0 25' 44''$ |
| 2 | 17,781 | 17,981 | 14,060 | 74,5 | 78,5 | $1^0 25' 49''$ |
| 3 | 23,826 | 24,052 | 19,133 | 93,5 | 98,0 | $1^0 26' 15''$ |
| 4 | 31,269 | 31,544 | 25,156 | 117,7 | 123,0 | $1^0 29' 15''$ |
| 5 | 44,401 | 44,732 | 36,549 | 149,2 | 155,5 | $1^0 30' 25''$ |
| 6 | 63,350 | 63,762 | 52,422 | 209,6 | 217,5 | $1^0 29' 35''$ |
| Meeterkoonused | | | | | | |
| 80 | 80 | 80,4 | 69 | 220 | 228 | $1^0 25' 56''$ |
| 100 | 100 | 100,5 | 87 | 260 | 270 | |
| 120 | 120 | 120,6 | 105 | 300 | 312 | |
| 140 | 140 | 140,7 | 123 | 340 | 354 | |

| NSV Liidu Tööpingi-ehituse Ministeerium | TREIPINGI PASS | | | | Inventari nr. ..... |
|---|---|---|---|---|---|
| Tüüp | Universaaltreipink | Mudel | 1617 | Tööpingi šifr klassifikatsiooni järgi | 1-T3 |
| Valmistaja-tehas ja selle asukoht | L u b n o tööpingiehitamise tehas | Tehase nr. | | Täpsus-klass | H |
| | | Väljalaske aasta | | | |
| T e h a s | | T s e h h | | Ülesseadmise koht | |
| Treipingi eriülesanne või erikohastus | U n i v e r s a a l n e | | | Tööpingi ekspluatatsiooni võtmise aeg | |
| Pingi kaal 1300 kg | Gabariidid: pikkus 2000 mm; laius 1200 mm; kõrgus 1330 mm | | | | |



# Põhiandmed.

## Põhimõõted

| | | |
|---|---|---|
| Tsentrite kõrgus, mm | | 180 |
| Tsentrite kaugus, mm | | 750 |
| Sängi väljalõike pikkus | kuni plaanseibini, mm | Pole |
| | üldpikkus, mm | Pole |

### Töödeldavate detailide mõõted

| | | |
|---|---|---|
| Suurim läbimõõt | varb, mm | 36 |
| | supordi ülemise osa kohal, mm | 200 |
| | supordi alumise osa kohal, mm | 256 |
| | sängi kohal, mm | 350 |
| | sängi väljalõikes, mm | Pole |
| Välistreimise suurim pikkus, mm | | 750 |

| | | Min. | Maks. |
|---|---|---|---|
| Keermetatava keerme samm | meeterkeermel, mm | 0,5 | 10 |
| | tollkeermel (niitide arv 1″ kohta) | 2 | 20 |
| | moodulkeermel, mm | Pole | Pole |

## Suport

| | | |
|---|---|---|
| Terade arv terahoidjas | | 4 |
| Terapideme suurimad mõõted, mm | Laius | 25 |
| | Kõrgus | 35 |
| Kõrgus mm-tes tera tugipinnalt tsentrite jooneni | | 23 |
| Suurim kaugus tsentrite teljelt terahoidja servani, mm | | 180 |

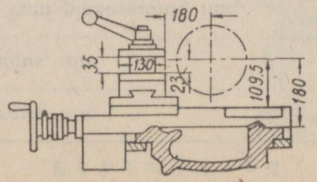
| | eesmiseid | tagumisi |
|---|---|---|
| Supordite arv | 1 | Pole |
| Terapeade arv supordis | 1 | Pole |

| | | pikisuunas | ristisuunas |
|---|---|---|---|
| Suurim edasinihkumine, mm | käsitsi | 750 | 180 |
| | käiguvõllilt | 750 | 180 |
| | käigukruvilt | 750 | Pole |

| | | |
|---|---|---|
| Peatajad väljalülimiseks | Ón olemas | Ei ole |
| Kiire edasinihutamine, m/min. | Pole | Pole |
| Edasinihkumine ühe ringskaala jaotuse võrra, mm | Pole | 0,05 |

## Suport

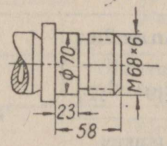
| | | pikisuunas | ristisuunas |
|---|---|---|---|
| Edasinihkumine ringskaala ühe pöörde kohta, mm | | 4 | 4 |
| Ülemine kelk | Suurim pöördenurk kraadides | | ±90 |
| | Pööre skaala ühe jaotuse kohta | | $1^0$ |
| | Suurim edasinihkumine, mm | | 95 |
| | Edasinihkumine ringskaala ühe jaotuse kohta, mm | | 0,05 |
| | Edasinihkumine ringskaala ühe pöörde kohta, mm | | 4 |
| Keermekell | | | Pole |
| Kaitseseadis ülekoormuse vastu | | | On |
| Plokeerimine | | | On |




## Spindel

Koonus: Morse süsteem nr. 5

Spindliava läbimõõt, mm 38




| | |
|---|---|
| Spindli pidurdamine | Pole |
| Käepidemete plokeerimine | |

### Tagumine tsenterpukk

Koonus: Morse süsteem nr. 3

| | | |
|---|---|---|
| Spindli suurim edasinihkumine, mm | | 100 |
| Spindli edasinihkumine skaala ühe jaotuse kohta | joonlaual | Pole |
| | nooniusel | Pole |
| Ristisuunas nihutamine, mm | edasi | 10 |
| | tagasi | 10 |
| Ühe jaotuse võrra ristinihutamise suurus, mm | | 1 |

## Juurdekuuluvad osad ja rakised.

### Toote kinnitamiseks

| Padrunid | | Tüüp | Kaal, kg | Kinnitatava toote läbimõõt, mm | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kaasaveopadrun | | Normaalne | | min. | maks. |
| Nelja nukiga padrunid | | Eritellimusel | | | |
| Kolme nukiga padrunid | | Isetsentreeriv | 27 | 5 | 190 |
| Kahe nukiga padrunid | | Pole | Pole | Pole | Pole |
| Lünetid | kaasaliikuv | Eritellimusel | | | |
| | paigalseisev | Kinnine | 17 | 5 | 95 |
| Kinnitustsangid | välisläbimõõdu järgi | Pole | | | |
| | siseläbimõõdu järgi | Pole | | | |

### Lõikeriistade kinnitamiseks

| | |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

### Pingi häälestamiseks ja teenindamiseks

| | | |
|---|---|---|
| Jahutusvedeliku pump | Tüüp: hammasratastega | |
| | Tööjõudlus l/min. | 12 |
| Erivõtmed | Pole | |

### Pingi häälestamiseks ja teenindamiseks

| | | |
|---|---|---|
| Äravõetavad käepidemed | Pole | |

Vahetushammasrattad

| Moodul 2 | Põia laius 22 mm | Augu läbimõõt 32 A mm | Materjal Teras 45 |
|---|---|---|---|

Hammaste arv: 30; 40; 45; 63; 75; 80; 90

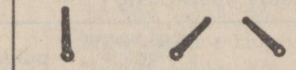
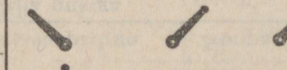
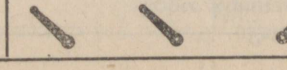
### Eritööde jaoks

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Koonus-joonlaud | Joonlaua pikkus, mm | | | |
| | Suurim pöördenurk kraadides | | | |
| | Pööre skaala ühe jaotuse kohta | joonlaual | | |
| | | nooniusel | | |
| | Rulli raadius, mm | | | |
| | Supordi risti-ettenihe, mm | | | |
| Seadeldis kukaldamise jaoks | Keermesoone samm kukaldamisel, mm | | min. | maks. |
| | Kukaldatavate hammaste arv | | | |
| | Kukaldamise võimalus koonuse järgi | pikkus | | |
| | | koonilisus | | |
| | Ekstsentrite tõus, mm | | | |

Pingi juurde kuuluvate materjalide nimestik (kirjeldus, instruktsioon jne.)

## Pingi mehaanika

### Pealiikumise mehhanism

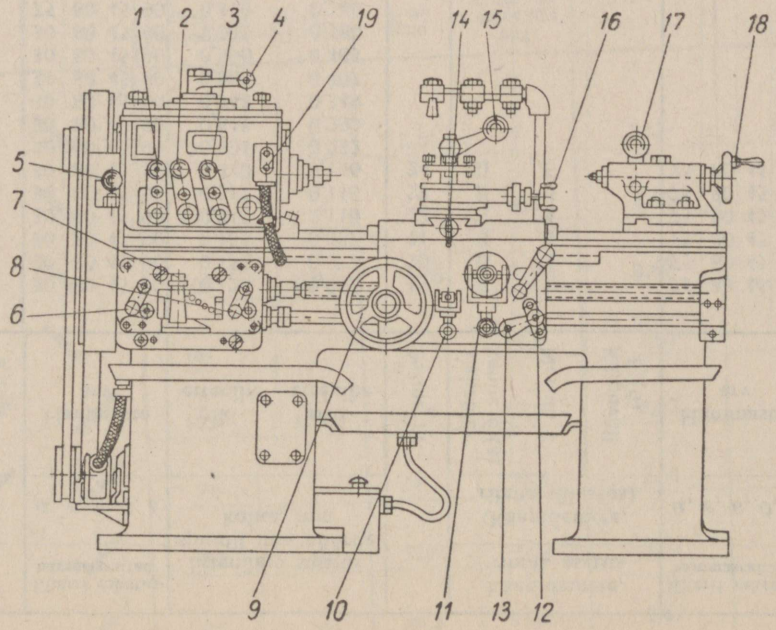
| Astme nr. | Käepidemete, rihma asetus (Käepidemete, rihma tähistus) 1 | 2 | 3 | Spindli pöörete arv minutis: Otse-pöörlemisel | Tagasi-pöörlemisel | Pöördmoment spindlil, kg m: ajami järgi | kõige nõrgema lüli järgi | Võimsus spindlil ajami järgi, kW | Kasutegur | Kõige nõrgem lüli |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 |  | | | 720 | 720 | 3,65 | 3 | 2,62 | 0,82 | Rihm-ajam |
| 2 |  | | | 450 | — | 5,82 | 4,8 | 2,62 | 0,82 | " |
| 3 |  | | | 300 | 300 | 8,75 | 7,22 | 2,62 | 0,82 | " |
| 4 |  | | | 187 | — | 14 | 11,5 | 2,62 | 0,82 | " |
| 5 |  | | | 122 | 122 | 21,5 | 17,75 | 2,62 | 0,82 | " |
| 6 |  | | | 76 | — | 34,5 | 28,5 | 2,62 | 0,82 | " |
| 7 |  | | | 50 | 50 | 52,5 | 43,2 | 2,62 | 0,82 | " |
| 8 |  | | | 31 | — | 84,5 | 71,6 | 2,62 | 0,82 | " |

## Ettenihete mehhanism

| Astme nr. | Käepidemete, rihma asetus (Käepidemete, rihma tähistus) | | | Kitarri vahetushammasrattad *a, e, в, ∂, z* | | | | Ettenihke suurus spindli ühe pöörde kohta, mm | | Astme nr. | Käepidemete, rihma asetus (Käepidemete, rihma tähistus) | | | Kitarri vahetushammasrattad *a, e, в, ∂, z* | | | | Ettenihke suurus spindli ühe pöörde kohta, mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vaheüle-kanne 6 (a) | Norton 7 | Käiguvõll 8 (б) | Hammaste arv | | | | piki-ettenihe | risti-ettenihe | | Vaheüle-kanne 6 (a) | Norton 7 | Käiguvõll 8 (б) | Hammaste arv | | | | piki-ettenihe | risti-ettenihe |
| 1 | I | 1 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,120 | 0,057 | 19 | II | 1 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 1,240 | 0,522 |
| 2 | I | 2 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,155 | 0,073 | 20 | II | 2 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 1,550 | 0,730 |
| 3 | I | 3 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,185 | 0,087 | 21 | II | 3 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 1,860 | 0,875 |
| 4 | I | 4 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,216 | 0,110 | 22 | II | 4 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 2,158 | 1,02 |
| 5 | I | 5 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,217 | 0,116 | 23 | II | 5 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 2,480 | 1,16 |
| 6 | I | 6 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,310 | 0,146 | 24 | II | 6 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 3,100 | 1,46 |
| 7 | II | 1 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,494 | 0,232 | | | | | | | | | | |
| 8 | II | 2 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,618 | 0,290 | | | | | | | | | | |
| 9 | II | 3 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,742 | 0,349 | | | | | | | | | | |
| 10 | II | 4 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,865 | 0,407 | | | | | | | | | | |
| 11 | II | 5 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 0,990 | 0,465 | | | | | | | | | | |
| 12 | II | 6 | | 30 | 80 | 45 | 90 | 1,235 | 0,580 | | | | | | | | | | |
| 13 | I | 1 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 0,310 | 0,146 | | | | | | | | | | |
| 14 | I | 2 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 0,386 | 0,181 | | | | | | | | | | |
| 15 | I | 3 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 0,465 | 0,218 | | | | | | | | | | |
| 16 | I | 4 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 0,540 | 0,254 | | | | | | | | | | |
| 17 | I | 5 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 0,618 | 0,290 | | | | | | | | | | |
| 18 | I | 6 | | 75 | 80 | 45 | 90 | 0,772 | 0,362 | | | | | | | | | | |

| Suurim tung, mida lubab ettenihete mehhanism, kg | pikisuunas | 390 |
|---|---|---|
| | ristisuunas | 525 |

## Juhtimise skeem



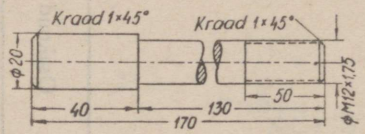
## Juhtimishoobade spetsifikatsioon.

| Jrk. nr. | Nimetus ja otstarve | Jrk. nr. | Nimetus ja otstarve |
|---|---|---|---|
| 1 | Käepide spindli pöörete arvu muutmiseks | 17 | Käepide tagumise tsenterpuki spindli kinnipigistamiseks |
| 2 | Käepide spindli pöörete arvu muutmiseks | 18 | Käsiratas tagumise tsenterpuki spindli nihutamiseks |
| 3 | Käepide spindli pöörete arvu muutmiseks | 19 | Kahe nupuga lülija elektrimootori sisse- ja väljalülimiseks |
| 4 | Hõõrdesiduri käepide spindli pöörlemise sisselülimiseks, väljalülimiseks ja reverseerimiseks | | |
| 5 | Käepide trensli ümberlülimiseks | | |
| 6 | Käepide ettenihete kasti vaheülekande ümberlülimiseks | | |
| 7 | Käepide Nortoni koonuse pealeviske-hammasratta ümberasetamiseks | | |
| 8 | Käepide käigukruvi või käiguvõlli sisselülimiseks | | |
| 9 | Käsiratas supordipõlle käsitsi nihutamiseks | | |
| 10 | Käepide automaatse piki-ettenihke sisselülimiseks | | |
| 11 | Käepide automaatse risti-ettenihke sisselülimiseks | | |
| 12 | Käepide käigukruvi veomutri sulgemiseks | | |
| 13 | Käepide supordi ettenihke reverseerimiseks | | |
| 14 | Käepide supordi käsitsi risti-ettenihke jaoks | | |
| 15 | Käepide teradepea kinnipigistamiseks | | |
| 16 | Käepide supordi ülemise osa käsitsi nihutamiseks | | |

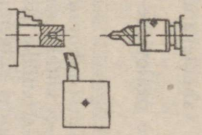
| | Koostanud | Kontrollinud | Kinnitanud (osakonna juhataja) | Osakond või sektor |
|---|---|---|---|---|
| Kuupäev ja allkiri | | | | |

Detaili skits

Töödelda ümberringi △




| Toote nimetus: | | *Universaa treipink* |
|---|---|---|
| Toote tükkide arv | Materjal | Eeltoote liik või suurus |
| 1 | Ст. 45 | *Varb* ∅ 22 |
| Koostanud | | Kuupäev |
| *Ivanov* | | 20/I 1947 |

| Operatsioonid | Ülesseaded | Siirded | Ülesseadete ja siirete sisu | Operatsioonide skitsid | Rakised | Lõikeriistad | Mõõteriistad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | A | 1 | Üles seada ja kinnitada eeltoode |  | Kolme nukiga padrun ja puuripadrun | Kiirlõiketerasest otsatreimise tera ja tsentreerimispuur | Millimeeterjaotustega joonlaud |
| | | 2 | Treida otspind | | | | |
| | | | Puurida tsentriauk | | | | |
| | B | 3 | Pöörata eeltoode ümber | | | | |
| | | 4 | Treida teine otspind | | | | |
| | | | Puurida tsentriauk | | | | |

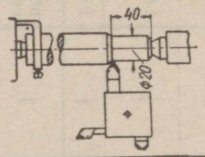
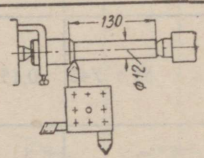
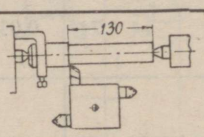
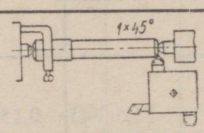
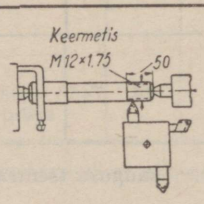
Märkus. Treipingi karakteristikus tähendab arv 1612A kataloogi numbrit,

| Detaili nimetus ja number | | | *Võllik nr. 45—26—8* | | Töötlemiseks kasutatav pink | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eeltoote kaal | Puhaskaal | Toodete aastane väljalase | Detailide aastane väljalase | Detailide arv partiis | Nimetus | Valmistaja tehas | Karakteristik |
| 0,5 kg | 0,45 kg | 120 | 120 | 10 | *Universaaltreipink* | *Dzeržinski nim. tehas* | 1612A<br>TK—125<br>KTV—550<br>N = 1,3 kW |
| Kontrollinud | | | Kuupäev | | | | |
| *Petrov* | | | 23/I 1947 | | | | |

| Töödeldava pinna suurus, mm | | | Lõikeriista eel- ja ülejooks, mm | Arvutusmõõde, mm | Töötlusvaru kiilje kohta, mm | Lõikerežiimid | | | | | Terakäikude arv | Põhiaeg (masinaaeg), min. | Töölise eriala | Töölise kategooria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Lõikesügavus, mm | Lõikekiirus, m/min. | Pööreté arv | Ettenihe, mm | | | | | |
| Läbimõõt | Pikkus | Laius | | | | | | | ühe pöörde kohta | minutis | | | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | Treial | 3 |
| 22 | 11 | — | 2 | 13 | 2 | 2 | 51,5 | 745 | 0,15 | 111,5 | 1 | 0,12 | | |
| 6 | 6 | — | 2 | 8 | — | — | 14 | 745 | 0,03 | 22,3 | 1 | 0,36 | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 22 | 11 | — | 2 | 13 | 2 | 2 | 51,5 | 745 | 0,15 | 111,5 | 1 | 0,12 | | |
| 6 | 6 | — | 2 | 8 | — | — | 14 | 745 | 0,03 käsitsi | 22,3 | 1 | 0,36 | | |
| | | | | | | | | | | | Kokku | 0,36 | | |

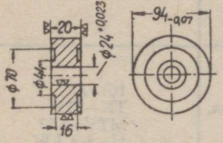
TK — tsentrite kõrgust mm-tes, KTV — kaugust tsentrite vahel mm-tes.

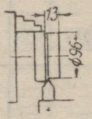
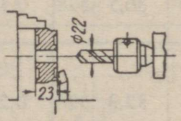
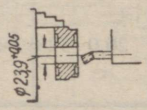
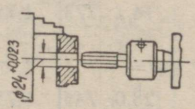
| Detaili skits | Toote nimetus: | | *Universaal-treipink* |
|---|---|---|---|
| | Toote tükkide arv | Materjal | Eeltoote liik või suurus |
| | 1 | Cт. 45 | *Varb* ∅ 22 |
| | Koostanud | | Kuupäev |
| | *Ivanov* | | 20/I 1947 |

| Operatsioonid | Ülesseaded | Siirded | Ülesseadete ja siirete sisu | Operatsioonide skitsid | Rakised | Lõikeriistad | Mõõteriistad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | A | 1 | Kinnitada eeltoode tsentrite vahele |   | Tsentrid, kaasavedaja ja kaasaveo padrun | Kiirlõiketerasest pikitera | Nihkkaliiber ja millimeeter-joonlaud |
| | | 2 | Maha võtta kant 1 × 45° | | | | |
| | | 3 | Eeltoode ümber pöörata |   | | | |
| | | | Treida ∅ 12 130 mm pikkuselt kahe terakäiguga | | | | |
| | B | 4 | Treida ∅ 20 juures astme otspind |   | | Kiirlõiketerasest otsatera | |
| | | 5 | Maha võtta kant 1 × 45° |   | | Kiirlõiketerasest otsatera | — |
| | | 6 | Eelkeermetada M 12 × 1,75, 50 mm pikkuselt |   | | Kiirlõiketerasest keermetera | Keermekaliiber |
| | | 7 | Seesama puhtalt | | | | |

| Detaili nimetus ja number | | | *Võllik nr. 45–26–8* | | Töötlemiseks kasutatav pink | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eeltoote kaal | Puhaskaal | Toodete aastane väljalase | Detailide aastane väljalase | Detailide arv partiis | Nimetus | Valmistaja tehas | Karakteristik |
| 0,5 kg | 0,45 kg | 120 | 120 | 10 | *Universaaltreipink* | *Dzeržinski nim. tehas* | 1612 A<br>TK–125<br>MTV–550<br>N–1,3 kW |
| Kontrollinud | | | Kuupäev | | | | |
| *Petrov* | | | 23/I 1947 | | | | |

| Töödeldava pinna suurus, mm | | | Lõikerüsta eel- ja ülejooks, mm | Arvutusmõõde, mm | Töötlusvaru külje kohta, mm | Lõikerežiimid | | | | | Terakäikude arv | Põhiaeg (masinaaeg), min. | Töölise eriala | Töölise kategooria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Lõikesügavus, mm | Lõikekiirus, m/min. | Pöörete arv | Ettenihe, mm | | | | | |
| Läbimõõt | Pikkus | Laius | | | | | | | ühe pöörde kohta | minutis | | | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | Treial | 4 |
| 22 | 40 | — | 2 | 42 | 1 | 1 | 36,5 | 528 | 0,5 | 264 | 1 | 0,16 | | |
| 20 | 1 | — | 1 | 2 | 1 | 1 | 32,3 | 528 | 0,2 | 105,6 | 1 | 0,02 | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 22 | 130 | — | 2 | 132 | 5 | 2,5 | 36,5 | 528 | 0,4 | 211,2 | 2 | 0,63×2=<br>=1,26 | | |
| 20 | 4 | — | 1 | 5 | 4 | 4 | 32,3 | 528 | 0,2 | 105,6 | 1 | 0,05 | | |
| 12 | 1 | — | 1 | 2 | 1 | 1 | 20,0 | 528 | 0,2 | 105,6 | 1 | 0,02 | | |
| 12 | 50 | — | 2 | 52 | — | — | 14,1 | 373 | 1,75 | 652 | 3 | 0,24 | | |
| 12 | 50 | — | 2 | 52 | — | — | 28,0 | 745 | 1,75 | 1303 | 4 | 0,16 | | |
| | | | | | | | | | | | Kokku | 1,91 | | |

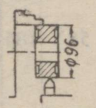
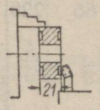
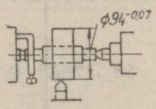
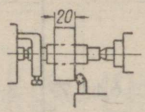
| Detaili skits | Toote nimetus | | *Universaaltreipink* | |
|---|---|---|---|---|
|  | Toote tükkide arv | Materjal | Eeltoote liik või suurus | Eeltoote kaal |
| | 1 | *Malm* $H_B = 170-241$ | Valam * | 1,6 kg |
| | Koostanud | | Kuupäev | |
| | *Ivanov* | | 24/XI 1947 | |

| Operatsioonid | Ülesseaded | Siirded | Ülesseadete ja siirete sisu | Operatsioonide skitsid | Rakised | Lõikeriistad | Mõõteriistad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | A | | Üles seada ja kinnitada eeltoode | | Kolme nukiga padrun, padrun puuri ja hõõritsa jaoks | | Millimeeter-joonlaud ja nihkkaliiber |
| | | 1 | Treida pöid ∅ 96 ühelt poolt, 13 mm pikkuselt |  | | Kõvasulamist plaadikesega pikitera | |
| | | 2 | Treida üks otspind |  | | Kõvasulamist plaadikesega otsatera | |
| | | 3 | Puurida auk ∅ 22 | | | Kiirlõiketerasest puur ∅ 22 | |
| | | 4 | Treida auk ∅ $23{,}9^{+0{,}05}$ |  | | Kõvasulamist plaadikesega sisetera | |
| | | 5 | Hõõritseda auk ∅ $24^{+0{,}023}$ |  | | Kiirlõiketerasest hõõrits ∅ $24^{+0{,}023}$ | Korkpiirikaliiber ∅ $24^{+0{,}023}$ |

| Detaili nimetus ja number | | *Hammasratas 13—26 - 2* | | Töötlemiseks kasutatav pink | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Puhaskaal | Toodete aastane väljalase | Detailide aastane väljalase | Detailide arv partiis | Nimetus | Valmistaja tehas | Karakteristik |
| 1 kg | 120 | 120 | 10 | *Treipink* | *Iževski* | 161<br>TK-175<br>KTV-750<br>N = 3,7 kW |
| | Kontrollinud | Kuupäev | | | | |
| | *Petrov* | 26/XI 1947 | | | | |

| Töödeldava pinna suurus, mm | | | Lõikeriista eel- ja tülejooks, mm | Arvutusmõõde, mm | Töötlusvaru külje kohta, mm | Lõikerežiimid | | | | | Terakäikude arv | Põhiaeg (masinaaeg), min. | Töölise eriala | Töölise kategooria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Lõikesügavus, mm | Lõikekiirus, m/min. | Pöörete arv | Ettenihe, mm | | | | | |
| Läbimõõt | Pikkus | Laius | | | | | | | tihe pöörde kohta | minutis | | | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | Treial | 3 |
| 100 | 13 | — | 3 | 16 | 3 | 2 | 58 | 185 | 0,5 | 92,5 | 1 | 0,18 | | |
| 96 | 48 | — | 3 | 51 | 3 | 2 | 66 | 220 | 0,5 | 110 | 1 | 0,46 | | |
| 22 | 23 | — | 9 | 32 | — | 11 | 22,3 | 323 | 0,8 | 258 | 1 | 0,17 | | |
| 23,9 | 23 | — | 3 | 26 | 1 | 0,95 | 58,5 | 766 | 0,2 | 153,2 | 1 | 1,17 | | |
| 24 | 23 | — | 26 | 49 | 0,05 | 0,05 | 6,1 | 77 | 3,0 | 232 | 1 | 0,21 | | |

| Detaili skits | Toote nimetus | | *Universaaltreipink* | |
|---|---|---|---|---|
| | Toote tükkide arv | Materjal | Eeltoote liik või suurus | Eeltoote kaal |
| | 1 | Malm $H_B = 170—241$ | Valam | 1,6 kg |
| | Koostanud | | Kuupäev | |
| | *Ivanov* | | 24/XI 1947 | |

| Operatsioon | Ülesseade | Siire | Ülesseadete ja siirete sisu | Operatsioonide skitsid | Rakised | Lõike-riistad | Mõõte-riistad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | B | | Pöörata eeltoode ja uuesti kinnitada | | | — | — |
| | | 6 | Treida pöia teine pool ∅ 96 |   | | Sama pikitera | Millimeeter-joonlaud ja nihkkaliiber |
| | | 7 | Treida teine otspind |   | | Sama otsatera | |
| II | A | | Üles seada detail koonustornile tsentrite vahele | | | — | — |
| | | 1 | Pöia lõplik treimine ∅ 94—0,07 |   | Tsentrid, kaasavedaja, kaasaveo plaanseib, koonustorn | Kiirlõiketerasest pikitera | Nihkkaliiber |
| | | 2 | Pöia otspinna lõplik treimine |   | | Kiirlõiketerasest otsatera | |

Märkus. Treipingi karakteristikus tähendab arv 161 kataloogi numbrit, TK —

| Detaili nimetus ja number | | *Hammasratas 13–26–2* | | Töötlemiseks kasutatav pink | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Puhaskaal | Toodete aastane väljalase | Detailide aastane väljalase | Detailide arv partiis | Nimetus | Valmistaja tehas | Karakteristik | |
| 1 kg | 120 | 120 | 10 | *Treipink* | *Iževski* | 161<br>TK-175<br>KTV-750<br>N = 3,7 kW | |
| | Kontrollinud | Kuupäev | | | | | |
| | *Petrov* | 26/XI 1947 | | | | | |

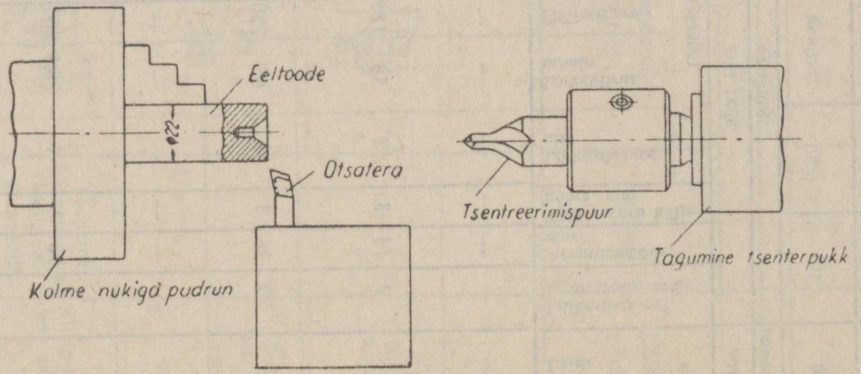
| Töödeldava pinna suurus, mm | | | Lõikeriista eel- ja tülejooks, mm | Arvutusmõõde, mm | Töötlusvaru külje kohta, mm | Lõikerežiimid | | | | | Teraküikude arv | Põhiaeg (masinaaeg), min. | Töölise eriala | Töölise kategooria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Lõikesügavus, mm | Lõikekiirus, m/min. | Pöörete arv | Ettenihe, mm | | | | | |
| Läbimõõt | Pikkus | Laius | | | | | | | ühe pöörde kohta | minutis | | | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | Treial | 4 |
| 100 | 12 | — | 3 | 15 | 3 | 2 | 58 | 185 | 0,5 | 92,5 | 1 | 0,17 | | |
| 96 | 36 | — | 2 | 38 | 3 | 2 | 66 | 220 | 0,5 | 110 | 1 | 0,35 | | |
| | | | | | | | | | | | Kokku | 1,71 | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 96 | 21 | — | 2 | 23 | 1 | 1 | 78,5 | 260 | 0,2 | 52 | 1 | 0,45 | | |
| 94 | 12 | — | 2 | 14 | 1 | 1 | 94 | 320 | 0,2 | 64 | 1 | 0,22 | | |
| | | | | | | | | | | | Kokku | 0,67 | | |

tsentrite kõrgust mm-tes, KTV — kaugust tsentrite vahel mm-tes.

| OPERATSIOONIKAART NR. | Sõlme nimetus | Sõlme nr. |
|---|---|---|
| | *Treipingi TH-20 kiiruste kast* | 2 |
| | *Detaili nimetus* | Detaili nr. |
| | *Võllik* | 45—26—8 |

Operatsiooni nimetus — *treimine.*
Pink — *Dzeržinski nim. tehase universaaltreipink. Mudel 1612-A.*
Materjal — *Cm. 45.* Detailide aastane väljalase — 120.

Töötlemise skits



| Ülesseaded | Siirete nr. | Ülesseadete ja siirete sisu | Mõõted, mm | | | | Töötlusvaru, mm | Töötlemise režiim | | | | | Teraküikude arv | Töötlemise aeg, min. | | Lõikeriistad | Mõõteriistad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Töödeldava pinna pikkus | Lõikeriista eel- ja ülejooks | Arvutuspikkus | Töödeldava pinna läbimõõt või laius | | Lõikekiirus, m/min. | Pöörete arv minutis | Lõikesügavus, mm | Ettenihe, mm | | | põhiaeg | abiaeg | | |
| | | | | | | | | | | | ühe pöörde kohta | minutis | | | | | |
| A | | Üles seada ja kinnitada eeltoode | | | | | | | | | | | | | | Kiirlõiketerasest otsatera | Millimeeter-joonlaud |
| | 1 | Treida otspind . . . | 11 | 2 | 13 | 22 | 2 | 51,5 | 745 | 2 | 0,15 | 111,5 | 1 | 0,12 | | | |
| | 2 | Puurida tsentriauk . . | 6 | 2 | 8 | 6 | — | 14 | 745 | — | 0,03 käs. | 22,3 | 1 | 0,36 | | | |
| B | | Ümber pöörata eeltoode | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | Treida teine otspind . | 11 | 2 | 13 | 22 | 2 | 51,5 | 745 | 2 | 0,15 | 111,5 | 1 | 0,12 | | Kiirlõiketerasest tsentreerimispuur | |
| | 4 | Puurida tsentriauk teise otspinda . . . . . | 6 | 2 | 8 | 6 | — | 14 | 745 | — | 0,03 käs. | 22,3 | 1 | 0,36 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Rakised<br>*Kolme nukiga padrun ja puuripadrun*<br>Jahutus — *emulsioon* | Töölise eriala | *Treial* | Koostanud: *Ivanov*<br>Kuupäev: 20/VI 1947 |
| | Töö kategooria | 3 | Kontrollinud: *Petrov*<br>Kuupäev: 23/VI 1947 |

## Kreekakeelsete tähtede tabel.

Paljud selles raamatus toodud tähistused sisaldavad kreekakeelseid tähti. Allpool on toodud nende tähtede kirjutamise viis ja hääldamine.

| Väikesed tähed | Suured tähed | Tähtede nimetus |
|---|---|---|
| $\alpha$ | $A$ | alfa |
| $\beta$ | $B$ | beeta |
| $\gamma$ | $\Gamma$ | gamma |
| $\delta$ | $\Delta$ | delta |
| $\varepsilon$ | $E$ | epsilon |
| $\eta$ | $H$ | eeta |
| $\lambda$ | $\Lambda$ | lambda |
| $\mu$ | $M$ | müü |
| $\pi$ | $\Pi$ | pii |
| $\sigma$ | $\Sigma$ | sigma |
| $\varphi$ | $\Phi$ | fii |

# SISUKORD


Lk.

Eessõna . . . . . 3

Esimene osa.

PÕHITEADMISI TREJALITÖÖDEST.

**I PEATÜKK. Metallide lõikamise protsessi põhialused.**

§ 1. Metallide lõiketöötlemise ülesanne . . . . . 5
§ 2. Lõiketera ja selle töö . . . . . 6
Laastu kuju . . . . . 8
§ 3. Treiterad . . . . . 9
§ 4. Treiterade valmistamiseks kasutatavad materjalid . . 11
§ 5. Treiterade teritamine . . . . . 13
§ 6. Lõikesügavus ja ettenihe . . . . . 14
§ 7. Lõikekiiruse mõiste . . . . . 15
§ 8. Treitera jahutamine . . . . . 17

**II PEATÜKK. Põhimõisteid universaaltreipingi ehitusest. Tähtsamad ohutustehnika nõuded treipinkidel töötamisel.**

§ 9. Lihtsa universaaltreipingi ehitus . . . . . 18
§ 10. Treipingi ajam . . . . . 21
§ 11. Spindlikast astmelise rihmaratta ja vahelülekandega . . 22
§ 12. Tagumine tsenterpukk . . . . . 24
§ 13. Suport . . . . . 26
§ 14. Supordipõll . . . . . 27
§ 15. Ettenihkemehhanism . . . . . 29
§ 16. Ettenihete kast . . . . . 31
§ 17. Tähtsamaid ohutustehnika nõudeid treipingil töötamisel . 32

**III PEATÜKK. Mõisteid mõõteriistadest.**

§ 18. Mõõte-joonlaud. Välistaster. Sisetaster. . . . . 34
§ 19. Nihkkaliiber . . . . . 36
§ 20. Indikaatorid . . . . . 39

**IV PEATÜKK. Silinderpindade välistreimine.**

§ 21. Välistreimisel kasutatavad treiterad . . . . . 41
§ 22. Detailide ülesseadmine tsentrite vahele . . . . . 44
§ 23. Detailide ülesseadmine ja padrunitesse kinnitamine . . . 48

Lk.

§ 24. Siledate silinderpindade välistreimise võtteid . . . . 53
Detailide mõõtmine silinderpindade välistreimisel . . . 56
§ 25. Praak silinderpindade välistreimisel ja abinõud selle vältimiseks . . . . . 56

**V PEATÜKK. Otspindade ja astmete treimine.**

§ 26. Otsaterad ja nende ülesseadmine . . . . . 58
§ 27. Töödeldavate detailide ülesseadmine ja kinnitamine otspindade ja astmete treimisel . . . . . 59
§ 28. Töövõtteid otspindade ja astmete treimisel . . . . . 60

**VI PEATÜKK. Välissoonte treimine ja mahalõikamine.**

§ 29. Välissoonte terad ja mahalõiketerad ning nende ülesseadmine . . . . . 65
§ 30. Töövõtteid mahalõikamisel ja välissoonte treimisel . . . 66

**VII PEATÜKK. Silindriliste aukude puurimine ja ülepuurimine.**

§ 31. Puurid . . . . . 69
§ 32. Puurimise võtteid . . . . . 72
§ 33. Ülepuurimine . . . . . 75
§ 34. Praak puurimisel ja abinõud selle ärahoidmiseks . . . 76

**VIII PEATÜKK. Tsentreerimine.**

§ 35. Tsentriaukude otstarve ja kuju . . . . . 77
§ 36. Tsentriaukude märkimine . . . . . 79
§ 37. Tsentreerimisel kasutatavaid töövõtteid . . . . . 81

**IX PEATÜKK. Silindriliste aukude sisetreimine ja hõõritsemine.**

§ 38. Sisetreimine . . . . . 85
Silindriliste aukude sisetreimisel kasutatavad treiterad ja nende ülesseadmine . . . . . 85
Töövõtteid silindriliste läbivate ja umbsete aukude sisetreimisel . . . . . 87
Töövõtteid augu põhja ja sisesoonte treimisel ning augu osalisel avardamisel . . . . . 88
§ 39. Silindriliste aukude süvistamine . . . . . 89
§ 40. Silindriliste aukude hõõritsemine . . . . . 90
Hõõritsad . . . . . 90
Töövõtteid silindriliste aukude hõõritsemisel . . . . 93
§ 41. Silindriliste aukude, sisesoonte ja avarduste mõõtmine . . 94

**X PEATÜKK. Koonuspindade töötlemine.**

§ 42. Üldmõisteid koonusest ja tema elementidest . . . . 98
§ 43. Töövõtteid koonuspindade välistreimisel . . . . . 101

Lk.

§ 44. Töövõtteid koonusaukude treimisel ja hõõritsemisel . . 106
§ 45. Koonuspindade mõõtmine . . . . . 108
§ 46. Praak koonuspindade töötlemisel ja selle vältimise abinõud 110

**XI PEATÜKK. Profiilpindade treimine.**

§ 47. Profiilterad ja nende ülesseadmine . . . . . 112
§ 48. Töövõtteid profiilpindade treimisel . . . . . 114
§ 49. Praak profiilterade treimisel ja selle ärahoidmise abinõud 117

**XII PEATÜKK. Pindade viimistlemine.**

§ 50. Viilimine . . . . . 117
§ 51. Poleerimine . . . . . 119
§ 52. Soveldamine . . . . . 119
§ 53. Karestamine . . . . . 120

**XIII. PEATÜKK. Keermetamine.**

§ 54. Üldmõisteid keermetest . . . . . 122
§ 55. Keermeterad ja nende ülesseadmine . . . . . 125
§ 56. Treipingi keermetamiseks häälestamine . . . . . 128
§ 57. Vahetushammasrataste hammaste arvu arvutamise reeglid 133
§ 58. Vahetushammasrataste hammaste arvu arvutamise näiteid 138
§ 59. Töövõtteid kolmnurkse keerme lõikamisel keermeterade abil 141
§ 60. Täisnurkse keerme ja trapetskeerme lõikamine . . . . 146
§ 61. Mitmekäiguliste keermete lõikamine . . . . . 149
§ 62. Keermetamine keermekammide abil . . . . . 150
§ 63. Keermetamine keermelõikurite, keermepakkide ja keermepuuride abil . . . . . 151
§ 64. Keerme mõõtmine . . . . . 157

Teine osa.

## TREIPINKIDE EHITUS JA NENDE TÄPSUSE KONTROLLIMINE.

**XIV PEATÜKK. Tööpinkide konstruktsioonis kasutatavad ajamid. Tööpinkide detailid.**

§ 65. Rihm-ajam . . . . . 161
§ 66. Kett-ajam . . . . . 164
§ 67. Hammas-ajam . . . . . 164
§ 68. Tigu-ajam . . . . . 167
§ 69. Hammaslatt-ajam . . . . . 168
§ 70. Kruvi ja mutter . . . . . 169

Lk.
§ 71. Võllid . . . . . 169
§ 72. Laagrid . . . . . 171
§ 73. Sidurid ja kaitsemuhvid . . . . . 173

**XV PEATÜKK. Treipinkide ehitus.**

§ 74. Tähtsamaid treipinkide tüüpe . . . . . 177
§ 75. Spindlikasti konstruktsioon . . . . . 179
§ 76. Spindel . . . . . 181
§ 77. Spindli laagrite ehitus . . . . . 182
§ 78. Laagrite määrimine . . . . . 184
§ 79. Spindli kiiruste ümberlülimine . . . . . 185
§ 80. Ettenihkemehhanism . . . . . 187
§ 81. Reversiivmehhanismid . . . . . 187
§ 82. Vahetushammasrataste kitarr . . . . . 188
§ 83. Ettenihete kastid . . . . . 189
§ 84. Supordipõll . . . . . 193
§ 85. Plokeerimine . . . . . 195
§ 86. Ettenihete sisselülimise mehhanism . . . . . 197
§ 87. Treipingi suport . . . . . 198
§ 88. Terahoidjad . . . . . 200
§ 89. Tagumine tsenterpukk . . . . . 201
§ 90. Treipinkide ajamid . . . . . 202
§ 91. Treipinkide kinemaatilised skeemid . . . . . 205
§ 92. Plaantreipinkide ja karussellpinkide ehitus ja kasutamine 206

**XVI PEATÜKK. Treipingi täpsuskontroll.**

§ 93. Kontroll-mõõteriistad tööpinkide täpsuskontrollimiseks . 210
§ 94. Treipingi täpsuskontrollimise meetodid . . . . . 212

Kolmas osa.

METALLIDE LÕIKAMISE TEOORIA PÕHIALUSED. TREITERAD, NENDE VALMISTAMINE JA TERITAMINE.

**XVII PEATÜKK. Metallide lõikamise teooria põhialused.**

§ 95. Laastu tekkimine . . . . . 217
§ 96. Töötlemispinnad . . . . . 220
§ 97. Lõikeprotsessi elemendid . . . . . 220
§ 98. Lõiketera nurgad, nende mõju ja valik . . . . . 222
§ 99. Tera ülesseadmine . . . . . 226
§ 100. Põhiteadmisi treiterale mõjuvaist jõududest . . . . 229
§ 101. Lõikamisel tekkiv soojus . . . . . 232
§ 102. Tera püsivus . . . . . 233

Lk.
§ 103. Metallide lõiketöötlemise tööriistade jahutamine . . . 235
§ 104. Mitmesuguste tegurite mõju lõikekiiruse valikule . . . 236
§ 105. Töö, võimsus ja pöördmoment . . . . . 240
§ 106. Treipingi pass . . . . . 243

**XVIII PEATÜKK. Treiterad.**

§ 107. Treiterade liigitus . . . . . 245
§ 108. Treiterade valmistusmaterjalid . . . . . 247
§ 109. Terade valmistamine . . . . . 249
§ 110. Treiterade teritamine . . . . . 252
§ 111. Treiterade terituse kontrollimine . . . . . 255

Neljas osa.

TOLERANTSID JA ISTUD. MÕÕTERIISTAD JA NENDE KASUTAMINE.

**XIX PEATÜKK. Tolerantsid ja istud.**

§ 112. Detailide vastastikuse vahetatavuse mõiste . . . . . 257
§ 113. Tolerantsi mõiste . . . . . 258
§ 114. Lõtkud ja pinetused . . . . . 260
§ 115. Istud . . . . . 261
§ 116. Täpsusklassid . . . . . 261
§ 117. Augusüsteem ja võllisüsteem . . . . . 262
§ 118. Tolerantside tabelid . . . . . 263

**XX PEATÜKK. Mõõteriistad.**

§ 119. Kõrgema täpsusega nihkkaliiber . . . . . 266
§ 120. Mikromeeter . . . . . 267
§ 121. Sisemikromeeter . . . . . 271
§ 122. Piiri-mõõteriistad . . . . . 272

Viies osa.

TEHNOLOOGILISE PROTSESSI ÜLESEHITUS. TREIALITÖÖDE ERILIIKE.

**XXI PEATÜKK. Tehnoloogiline protsess.**

§ 123. Põhimõisteid tehnoloogilisest protsessist . . . . . 279
Tehnoloogilise protsessi koostusosad . . . . . 279
Rakiste ja töö- ning mõõteriistade valik . . . . . 280
Lõikerežiimide valik . . . . . 281

Lk.

Põhimõisteid baasidest . . . . . 282
§ 124. Tehnoloogiline dokumentatsioon, selle vormid ja sisu . . 283
§ 125. Tehnoloogilise protsessi distsipliin . . . . . 284

**XXII PEATÜKK. Erilisi treimise viise.**

§ 126. Detailide töötlemine lünettides . . . . . 285
§ 127. Detailide töötlemine plaanseibil ja nurgikul . . . 289
§ 128. Detailide töötlemine tornidel . . . . . 291
§ 129. Ekstsentriliste detailide töötlemine . . . . . 293
§ 130. Koonuspindade treimine koonusjoonlaua abil . . . 295
§ 131. Profiilpindadega detailide kopeertreimine . . . . . 298

Kuues osa.

STAHAANOVLIKUD TÖÖMEETODID JA TÖÖ ORGANISEERIMINE.

**XXIII PEATÜKK. Stahaanovlikud töömeetodid.**

§ 132. Stahaanovlaste poolt tehtud täiustuste näiteid . . . . 301
§ 133. Mitmel pingil töötamine ja erialade ühitamine . . . 306

**XXIV PEATÜKK. Töö organiseerimine.**

§ 134. Treiali töökoha organiseerimine . . . . . 308
§ 135. Töö organiseerimine töökohal . . . . . 309
§ 136. Treipingi hooldamine . . . . . 311
§ 137. Tehniline ajanorm ja tehniline normimine . . . . . 312
§ 138. Töötasu . . . . . 313

**XXV PEATÜKK. Ohutustehnika treipingil töötamisel.** . . . 317

LISAD:

1. Koonuse kaldenurga tangensi — tg $\alpha$ väärtused . . . . 322
2. Normaalkoonused . . . . . 324
3. Treipingi pass . . . . . 326
4. Võlliku mehaanilise töötlemise kaart . . . . . 334
5. Hammasratta eeltoote mehaanilise töötlemise kaart . . . 338
6. Võlliku töötlemise operatsioonikaart . . . . . 342
7. Kreekakeelsete tähtede tabel . . . . . 344

Vastutav toimetaja H. Norman.
Keeleline toimetaja J. Väinaste.
Tehniline toimetaja A. Sepp.

Ladumisele antud 12. V 1949. Trükkimisele antud 10. XI 1949. Trükiarv 1500. Paber 61×86, 1/16. Trükipoognaid 22. MB-07534. Trükikoda „Kommunist", Tallinn, Pikk tän. 2. Tellimise nr. 3208.

На эстонском языке.
Б. Е. Бруштейн и В. И. Дементьев.
Токарное дело.

**Tähelepandud trükivigu.**

| | On trükitud | Peab olema | Süüdlane |
|---|---|---|---|
| Lk. 66, 6. rida alt | läbimõõdu. | läbimõõtu. | Trükikoda |
| Lk. 104, 4. ja 5. rida alt | on ära vahetatud numbrid 1) ja 2) | järjekorra | Trükikoda |
| Lk. 347, 7. rida ülalt | profiilterade | profiilpindade | Korrektor |

Rbl. 11.25

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00506119 9