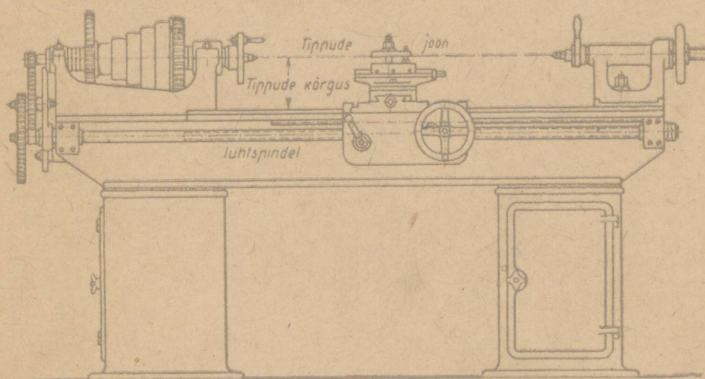


METALLITREIMINE

INS. E. OLVING



METALLITREIMINE

METALLITREIMINE

BY JOHN L. CLINE

NEW YORK: JOHN WILEY & SONS, INC.
1914

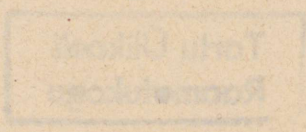
TOIMETAJA: ins. A. PÕDRUS

A-14879 II

TEHNILISE KIRJASTUSE TOIMETISED

METALLITREIMINE

INSENER E. OLVING



TALLINN 1943

PÕLLUMAJANDUSLIK KIRJASTUSUHISTU „AGRONOOM“
KIRJASTUS

2



216262

Trükitud „Vaba Maa“ trükikojas 1943.

E E S S Õ N A

Käesolev raamat kujutab varemilmunud „Treiali ja freesija käsiraamatu“ teist väljaannet. Arvesse võttes otstarbekust ja üleskerkinud vajadusi, on aga ette võetud rida muudatusi ja täiendusi.

Kõigepealt on raamat jaotatud kahte iseseisvasse ossa, kusjuures käesolevasse esimesse on koondatud üldosa ja kõik treialile vajalik materjal. Teine osa, millele on liidetud ka hõöveldamine, on määratud freesijale.

Raamat on, nagu eelminegi väljaanne, mõeldud esmajoones meie tööstuskoolide õpilastele, tohiks aga kasulik olla ka juba iseseisvalt töötajaile.

Erilist tänu võlgnen ins. E. Liiver'ile, kes võttis vaevaks mitte ainult käsikirja läbi vaadata, vaid kellelt olen saanud mitmed vägagi kasulikud näpunäited. Kasutan juhust, et avaldada temale siinkohal parimat tänu.

Tallinn, juuni 1941.

Autor

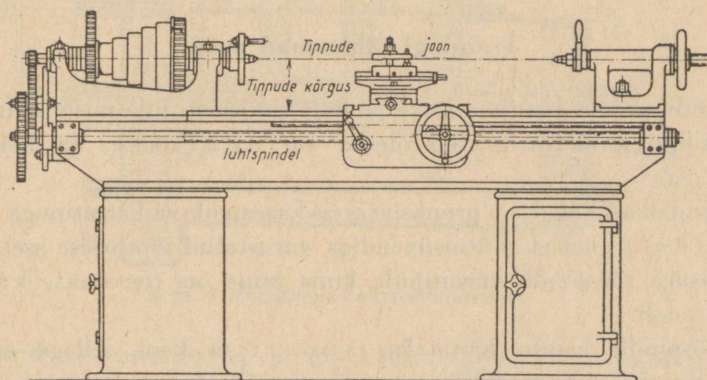
I. Treipinkidest üldiselt.

Sissejuhatus.

Treimine on vanemaid ja tähtsuselt esirinnas püsivaid metallitöö-alasid. Treipink ise on läbi teinud rea arenemisastmeid, enne kui ta on jõudnud tänapäeva revolverpingi või isetöötava automaadini. Viimasel ajal on treipinkide ehitusviisi tugevasti mõjutanud treiterade valmistamiseks vajalikud terased ja nn. kõvametallid. Tööjõudlus on nende tarvitusele-võtmisega kasvanud mitmekordseks, pingi käsitsemine sellest hoolimata aga muutunud lihtsamaks ja tunduvalt mugavamaks. Treipingi areng ei ole loomulikult kõige sellega veel lõppenud, vaid kestab koos tehnika üldiste edusammudega edasi.

Treipinkide tüübid.

Treipingi ülesandeks on pöördkehade töötlemine, sellele vastavalt kujuneb ka kogu ta ehitus. Kui treipink kannab töötluseset kahe kärnitipu vahel, nimetatakse teda tipptreipingiks (joon. 1).



Joon. 1. Tipptreipink.

Säärase treipingi suurust määrab kärnitippude kõrgus pingi sängist ja tippude vahekaugus, samuti sängi pikkus ning töötluseseme suurim treitav läbimõõt.

Tipptreipinkide peagrupi moodustavad universaaltreipingid. Nad on kohandatud masinaehituse üldisloomuliste treimistöde täitmiseks, nagu piki-, plaan- ja koonustreimine, puurimine, kruvikeerme lõikamine jne.

Teise grupi moodustavad plaantreipingid. Neil on võrdlemisi lühike säng ja nad on kohandatud peamiselt lühemate, kuid suure läbimõõduga esemete treimiseks. Juhul, kui nad ehituselt on säärased, et nende plaanseib pöörleb püsttelje ümber, nimetatakse neid pinke ka karussellpinkideks.

Kolmanda grupi moodustavad suurtreipingid, millede kärnitippude kõrgus ulatub 2,5–3,0 m-ni ja tippude vahe kuni 16 m-ni. Suurtreipinke kasutatakse eriti suurte masinaosade, näit. laevavõllide treimisel.

Eraldi grupi moodustavad nn. revolver- ja automaatrevolver- ehk isetöötajad treipingid, millede vaatlemisele asume täiendavalt hiljem.

Lõpuks tuleks veel nimetada eriotstarbelisi treipinke, mis on ehitatud enamvähem ühe teatava töö jaoks, näit. treipingid materjali mahalõikamiseks, treipingid taganttreitud freeside valmistamiseks jne.

Treipingi tähtsamad osad.

Töötluseseme kinnitamiseks ja talle pöörlemisliikumise andmiseks peab tipptreipink varustatud olema spindelkasti ja kärnipukiga.

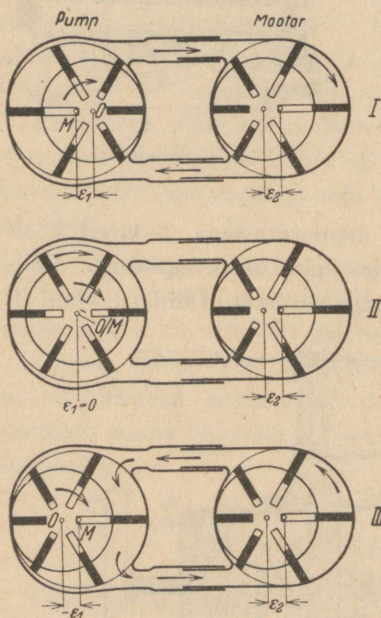
Spindelkastis jookseb pronkslaagreis kaasajooksva kärnitipuga varustatud tööspindel. Kärnisüvendiga varustatud töötluseseme asetatakse ühe otsaga tööspindli kärnitipule, kuna teine ots toetatakse kärnipuki poolt.

Tööspindli kaudu käitatakse suport ja koos sellega antakse treiterale piki- või põikiliikumine. Suport liigub spindelkasti ja kärnipuki vahel treipingi sängil.

töötab kaasa vahevõll III ja jõuülekanne sünnib üle $\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$ kaudu tööspindlile II. Kogu kiirusastmete arv oleks seega $4 + 4 = 8$. Rataste lisamisega on aga võimalik ehitada ka ajameid suuremate kiirusastmete arvuga.

Ideaalseim ajam on muidugi säärane, mis võimaldab tööspindli kiiruste astmeteta reguleerimist. Viimasel ajal ehitataksegi treipinkidele õliajamid, mis võimaldavad tööspindlile pidevat vaheastmeteta kiiruste muutmist.

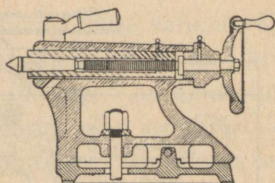
Üldjoontes koosneb säärane ajam elektrimootori poolt vahetult aetavast õlipumbast ja viimasega ehituselt väga sarnasest õlimootorist. Töövedelikuks on õli, mida pump pumpab õlimootorisse, pannes viimase kiiresti pöörlema. Viimase pöörte arv on sõltuv õlihulgast, mille suudab pumbata õlipump. Joonisel 4 on kujutatud säärane ajam skeemiliselt. Lihtsuse mõttes on skeemil pumba tiibratas teda ümbritseva kesta sees külgepidi nihutatav, ja mitte ümberpöörduv. Seisangus I pump töötab täie võimega ja õlimootor maksimaalsete pöörte arvuga. Seisangus II pumba tiibratta ja viimast ümbritseva kesta telgjooned langevad kokku, mille tagajärjel pump üldse ei pumpa ja õlimootor seisab paigal. Nihutades pumba tiibrattast teisele poole äärmisse seisangusse (III), töötab ta jälle täie võimega, kuid vastassuunas, samuti ka õlimootor. Säärasel viisil võime õlimootori, olenedes pumba seisangust, lasta joosta mitmesuguste pöörte arvuga, täiesti seisma panna või anda talle tagasikäik.



Joon. 4. Tööspindli õliajam.

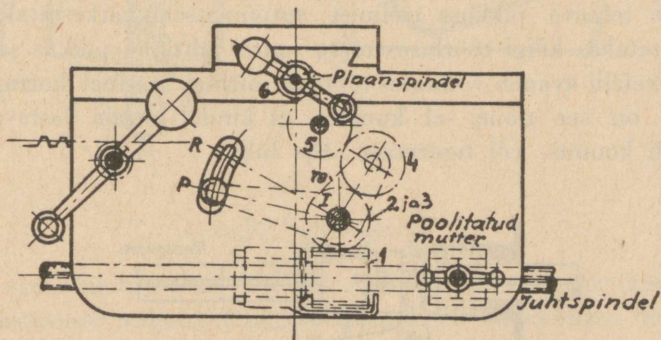
Tööspindli vastas, treipingi sāngi paremal poolel asetseb kārni p u k k ũhes kārnitipuga. Viimase edasi-tagasi liigutamist toimetatakse spindli ja kāsiratta abil. Olulise tähtsusega on, et tööspindli ja kārni-

puki kärnitipud asetseksid täpselt ühel kõrgusel, sest muidu ei tule treitav ese silindriline. Tavaliselt aga on kärnipukk külje suunas nihutatav, võimaldades seega pikkade saledate koonuste treimist.



Joon. 5. Kärnipukk.

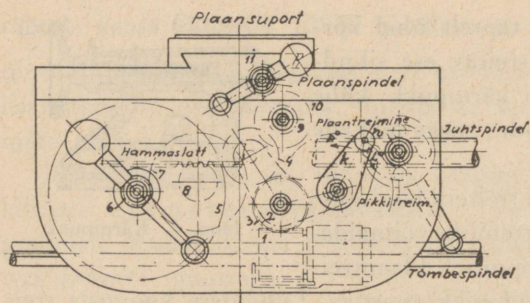
Suporti ülesandeks on treitera hoidmine õiges lõikeasendis, samuti ettenihke võimaldamine nii piki- kui ka plaantreimisel. Plaantreimiseks on suport varustatud põiksuportiga. Lühemate koonuste treimiseks on viimane pööratav ümber oma kesktelje. Treipingi iseseisvaks töötamiseks käitatakse suportit tööspindlilt ettenihkeajami ja juht- või tõmbespindli kaudu. Suporti käitamine juhtspindli kaudu toimub suporti mehhanismis oleva poolitatud mutri abil; viimast on võimalik avada vastava käepideme abil ja seega suporti pikikäitamist lõpetada.



Joon. 6. Juhtspindliga treipingi suporti käitamise skeem.

Lihtsamal treipinkidel on ainult juhtspindel, mille kaudu peab toimuma ka suporti põikikäitamine plaantreimise otstarbel. Seks otstarbeks on juhtspindel varustatud tiguga (joon. 6, osa 1), mis tiguratta 2 ja hammasrataste 3, 4, 5 ja 6 kaudu käitab põiksuporti spindlit ja ühes sellega põiksuportit.

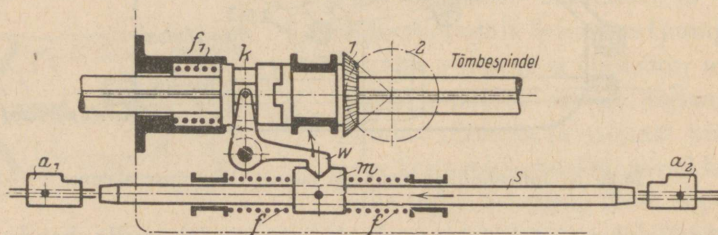
Paremad treipingid on enamasti varustatud nii juht- kui ka tõmbespindliga. Et ära hoida juhtspindli asjata kulumist, kasutatakse viimast ainult keermelõikamisel, kuna piki- ja plaantreimisel käitab suportit tõmbespindel.



Joon. 7. Juht- ja tõmbespindliga treipingi suporti kaitamise skeem.

Plaantreimisel hammasratta 4 ümberlülamise teel kaitatakse sama tigu, tiguratta ja hammasrattaste 3, 4, 9, 10 ja 11 kaudu põiksuporti spindel ja ühes sellega ka põiksuport.

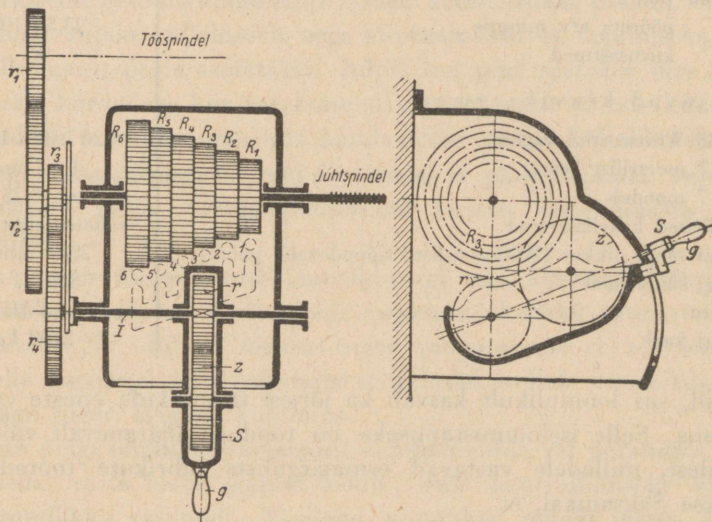
Massilise valmistamise puhul on soovitatav, et suporti ettenihe pärast teatava pikkuse treimist automaatselt katkestataks. Sellega saavutatakse kõigi tötlusesemete juures ühtlane pikkus ja teiseks — ühel treialil avaneb võimalus töötada mitmel masinal korraga. Lahendatav on see nõue sel kombel, et kindel piiraja vastavalt tõmbespindli koonus- või tigurast välja lülib.



Joon. 8. Ettenihe automaatne piiraja.

Joonisel 8 on kujutatud säärane suporti sisse ehitatud seade. Kui suport tõukab ühes kangiga s näit. vastu seatavat piirajat a_2 , siis tõstab lukk m üles kangi w ja viimane omakorda tõmbab välja siduri k osast 1. Ühes sellega katkeb ka ettenihe. Kui suportit nüüd tagasi vändata, tõukavad vedrud f luku m ja vedru f_1 siduri k jälle kohale. Ühes sellega kargab ka hoova hammas w luku m väljalõikesse.

Suporti ettenihkeajamiseks on vahetatava kiiruse valikut võimaldavad hammasratasülekanded, näit. Nortoni ajam, mille abil kiiruste vahetamine toimub võrdlemisi hõlpsasti. Joonisel 9 on kujutatud säärane ajam. Juhtspindliga on kindlalt ühendatud rida astmerattaid $R_1 - R_6$. Viimased on vaheratta z kaudu ühendatavad rattaga r ja see



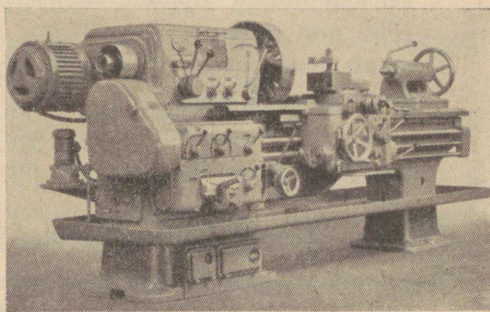
Joon. 9. Nortoni ajam.

omakorda saab liikumise tööspindlilt. Asetades kangi s ühes käepidemega g vastavasse väljalõikesse, ühendame ka sellekohase ratta R .

Iseloomustavat näidet moodstast üksikveoga universaaltreipingist kujutab joon. 10.

Järgmisel leheküljel on toodud vabriku andmed säärase pingi kohta tabelikujuliselt.

Et moodne masinaehitus treimistöõde täpsuse suhtes seab üles võrdlemisi suuri



Joon. 10. Moodne üksikveoga VDF treipink.

VDF universaaltreipink, tüüp V-1.

Tippude kõrgus treipingi sängist	195 mm
Tippude vahekaugus	1000 "
Treitava eseme suurim läbimõõt	410 "
Tööspindli puure	40 "
„ pöörete arv minutis	23,5 - 1050
„ kiirusastmed	12
Lõigatavad kruvikeermed:	
33 Whitworth'i keeret	3 - 28 käiku 1" peale
17 meetrilist keeret	1 - 7 mm
7 moodul- "	moodul 0,25 - 1,75
Teised kruvikeermed	vahetusrataste abil
Treipingi sängi pikkus (1000-mm-liste tippudevahe puhul)	2350 mm
Treipingi sängi laius	325 "
Jõutarvitus	4,5 HJ
Treipingi kaal	2100 kg

nõudeid, siis loomulikult kasvab ka järjest treipinkide eneste valmistäpsus. Selle iseloomustamiseks on toodud alljärgnevalt väljavõte normidest, milledele vastavad esmajärguliste vabrikute tooted, Nii nõutakse Saksamaal, et

- 1) treipingi säng pikisihis peab olema täiesti sirge (õige), kõrvalekaldumised on lubatud ainult kuni 0,04 mm 1000-mm-lise sängipikkuse kohta;
- 2) suporti käik treipingil peab olema täiesti õige, lubatud on kõrvalekaldumised tippudevahelisest telgjoonest kuni 0,02 mm 1000 mm peale;
- 3) pöörlemisel ei tohi tööspindli kärn viskuda („vändata“) rohkem kui 0,02 mm;
- 4) juhtspindli keermetõusu viga ei tohi ületada 0,03 mm, arvestatud 300-mm pikkuse peale jne.

Treipingi ülesseadmine ja hooldamine.

Treipingilt nõutakse esmajoones vaikset käiku ja täpset töötamist. Selle eeltingimuseks on, et juba töökohale transportimisel hoolitsetaks, et pinki ei tabaks tugevad põrutused või tõuked, mis võiksid

hiljem mõjutada töötamistäpsust, ega painutataks tõstmisel juhtspindlit jne.

Treipingi korraliku töötamise teiseks eeltingimuseks on korralik ja tugev vundament. Selle suurus ja sügavus olenevad masina mõõtudest ja raskusest ning kõige sobivamaks tuleb lugeda maapinna sisse ehitatud betoonvundamenti. Tuleb ainult silmas pidada, et vundamendile antaks küllaldaselt aega kõvenemiseks ja vajumiseks, enne kui talle masin peale asetatakse. Juhul, kui pink seatakse üles hoone ülemistele kordadele, kus vundamendi valmistamine ei tule kõne alla, peab jällegi põranda omaenda kandevõime olema küllaldaselt suur.

Pingi ülesseadmisel ei tohi unustada, et põrandapinna vajumine või niiskuse mõjul tursuv puupõrand kutsub esile masina väljaväänamise.

Pink tuleb asetada otse lae-vahevärgi alla, kusjuures rihm seatakse väikese kallaku all ülespoole jooksmas; kallaku suurus ei tohi aga ületada 25°. Rihma ülearu tugev pingutamine ei ole soovitav, sest selle tagajärjel võib painduda tööspindel, millele omakorda järgneb väga tugev laagrite kulumine.

Enne pingi lõplikku kinnitamist vundamendile või põrandale tuleb hoolitseda, et ta oleks igapidi loodis; selle kontrollimiseks kasutatakse tundlikku vesiloodi. Vesilood asetatakse esiteks pikuti ja hiljem ka põigiti treipingi sängile, kusjuures masin seatakse loodi sel teel, et ta jalgade alla seatakse õhukesed, kuid küllaldase laiusega raudkiilud.

Kui treipink on säärasel viisil loodi seatud, võib nüüd ka kinnituspoldid kinni keerata, kontrollides seejuures aga kogu aja pingi loodisolekut vesiloodiga. Järgnevalt valatakse kiilud tsemendiseguga (puupõrandail pigiga või asfaldi ja liiva seguga) kinni.

Et pingi iga on suurel määral sõltuv korralikust hooldamisest, siis peatume lühidalt ka selle juures.

Kõigepealt tuleb hoolitseda, et nii treipingi sängi kui ka teisi juhtpindu ei rikutaks. On lubamatu, kui treipingi sängile asetatakse töötlusesemeid või tööriistu, – selleks tuleb kasutada erilisi töölaudu.

Plaanseibi pealekrüvimine tööspindlile või jällegi kärnitipu asetamine koonuspesasse võib toimuda ainult pärast nende hoolsat puhastamist ja ilma igasuguse vägivalleta.

Treipingi padruni kergemaks mahakeeramiseks on soovitatav asetada tööspindli tapi ja padruniflantsi vahele õhuke paberist rõngas.

Eriline tähtsus on korralikul õlitamisel.

Hommikul enne töö algust tuleb masinat korralikult määrada. Toimub see korrapäraselt, siis on küllaldane mõni tilk õli; ainult kiiresti jooksvate võllide puhul tuleb õlitamist korrata ka veel päeva jooksul. Õliaugud peavad alati olema suletud, et tolmu ja laastu-puru ei satuks laagrikohtade ligi. Kahjuks ei ole kõigi masinate juures valmistajate poolt sellele küllaldaselt rõhku pandud.

Määrdeainena tuleb kasutada korralikku, mitte liiga sitket happevaba masinaõli, pidades ühtlasi silmas treipingi valmistaja poolt antud juhtnõore.

Igal nädalal tuleb treipinki kord põhjalikult puhastada. Malmi ja pronksi töötlemisel toimub puhastamine algul kuivalt ja hiljem pühitakse pink petrooleumiga niisutatud lapiga üle. Kui töötamisel kasutatakse õli, siis tuleb pärast õli kõrvaldamist ikkagi petrooleumiga järelpuhastada, sest muidu õli tõrvastub aja jooksul hõõrpindade vahel. Juhul, kui töötamisel kasutatakse seebivett või puurõlilahust, ei tohi pinki töö lõpul mingil tingimusel jätta puhastamata; rooste ärahoidmiseks tuleb vähemalt kõik haljad kohad kuivaks pühkida ja kergelt üle õlitada.

Rihmade korrashoidu, mis moodustab küllalt tähtsa osa, käsitleme eripeatükis.

II. Rihmad ja rihmülekanne.

Rihmalüigid.

Rihmaliikidest on enam tuntud nahk-, tekstiil-, balaata- ja kummirihmad.

Nahkrihmad on kõige kohasemad kasutamiseks mõõduka temperatuuriga ja hariliku niiskusega tööstustes. Seejuures kannatavad kroomnahast rihmad võrdlemisi hästi kuumust ja on vähemtundelised leeliste ja hapete vastu kui hariliku parkimisega nahkrihmad.

Astmeseibide puhul on soovitatav kasutada just nahkrihmu, sest teistest ainetest rihmade kasutamisel rikuvad astmed varsti rihmade servi.

Textiilrihmade all mõistetakse kaamelikarvast, samuti puuvillast ning puuvillast ja kanepist punutud rihmu. Kaamelikarvast ja üldse karvadest rihmad on vähemtundelised tolmu, samuti kuumuse vastu nagu nahkrihmadki. Puuvillast rihmad omakorda on vähemtundelised soojuse ja leelise vastu, neil on aga väiksem ülekandevõime ning suurem jääv pikenemine kui karvadest rihmadel.

Balaatarihmad on lahustatud balaatamassis immutatud või balaatamassiga kaetud puuvillriidest rihmad. Need on kohased niiskeis ja tolmuiseis tööstustes. Balaatarihmad ei tohi kokku puutuda õli ja rasvaga.

Kummirihmad on kummis immutatud puuvillriidest rihmad. Kummirihmad, mis on kaetud mõlemalt poolt kummikihiga, on eriti kohased vee- ja happeauru sisaldavais ruumes. Kummirihmad ei tohi samuti kokku puutuda õli ja rasvaga.

Nahkrihmade hooldamine.

Õige hooldamisega ja rihma õige pingega ülesseadmisega pikendatakse rihma iga, säästetakse laagreid ning pink on hea veoga ja kerge jooksuga.

Kasutatud rihmade puhastamine. Rihmu tuleb teatavate ajavahemike järel, vastavalt määrdumisele, puhastada. Puhastamisega muutub rihm jälle pehmeks ja painduvaks.

Puhastusvahendid. Üsna vähese määrdumise puhul puhastatakse rihma seebiveega. Seejuures pestakse rihma karvapoolset külge

kergelt sooja seebiveega. Siinjuures ei tohi aga rihm saada liiga märjaks, vastasel korral pestakse leelise tõttu rihmast ka parkhape välja.

Kõvasti määrduvad rihmad puhastatakse harja ja kaabitsaga, kusjuures ei tohi rikkuda nahka ja liimitud kohti, või jälle võetakse rihm maha, pannakse mõneks tunniks rasva lahustavasse puhastusainesse, kuni õli on välja lahustunud ning mustus rihmast kõrvaldatud. Selliseiks puhastusvahendeiks on bensiin, bensool ja tärpentin. Soovitada võib ka segu kolmest osast bensiinist ja ühest osast tärpentiinõlist. Liimitud osad jäävad nende puhastusvahendite kasutamisel rikkumata. Et kõik nimetatud ained on kergesti tuldvõtavad, peab puhastamisel talitama suurima ettevaatusega.

Rihmade võidmine. Rasv teeb rihma painduvaks ja veovõimeliseks ning kaitseb teda mineraalõli mõjutuste eest, mis rihma läbi sööks. Loomanahk – ja seda on rihm – tohib kokku puutuda ainult loomariigirasvadega.

Rihmade immutusained. Rihmade immutamiseks tuleb võtta paremat loomarasva, puhast traani või mõlemaid koos. Kui rihm on iseendast kõva ja kasutatakse seda kohas, kus nõutakse suurt kiirust, siis pannakse rihm immutamiseks loomarasva ja traani segusse. On aga seevastu rihm juba pehme, siis jätkub selle seguga sissehõõrumisest. Puhtal traanil ja puhtal loomarasval on aga see pahe, et nad kipuvad kergesti halvaks minema (kibestuma). Neid võib seega soovitada ainult siis, kui rihma sageli puhastatakse ja uuesti sisse võitakse; vastasel korral teevad nad naha hapraks (murduvaks).

Rihmapastasid kasutatakse üsna rohkesti, sest need ei muutu nii kergesti halvaks. Rihmapastade ülesandeks on rihmade painduvaks tegemine, s. o. pärast koormust peavad rihma kujumuudatused võtma tagasi oma algoleku. Head pastad teevad rihma jooksupinna karedaks, mitte aga kleepuvaks.

Kõik kleepuvad ained, nagu pigi, vaik ja ennekõike kampil on rihmadele väga kahjulikud, mistõttu tuleb neist aineist igal juhul hoiduda.

Rihmad, mida ei kasutata, tuleb alati kergelt sisse võida ja alal hoida jahedas ruumis nõnda, et õhk võiks nahale juurde pääseda.

Rihma käsitemisest treipingil.

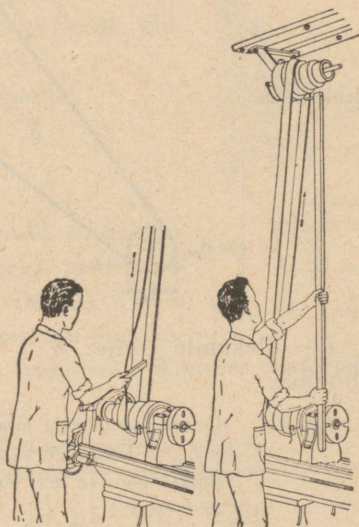
Lae-vaheülekande (nn. lae-vahevärgi) ja treipingi vahel jooksev rihm peab olema nahast, liimitud või kokkuõmmeldud osttega.

Joonis 11 näitab, kuidas tuleb rihma ümber asetada astmeseibidel treipingi töötamise ajal. Pa remas käes hoitava pulgaga lükatakse rihm ühelt astmelt teisele, hoides seejuures pulka hästi tugevasti käes.

Lae-vahevärgi juures rihma ümberasetamiseks suuremale seib-astmele tuleb kasutada pikka rauast konksuga rihmapuud, nagu näha joonisel 12. Lae-vahevärgi pöörlemisel lükatagu rihm rihmapuu otsas oleva konksu abil järsu liigutusega ühelt astmelt teisele.

Algajal on rihma ümberseadmiseks soovitatav pink seisma panna ja rihm käega suuremale astmele ümber seada, lükates rihma üht äärt soovitud astmele ning ajades rihma lõplikult soovitud astmele, käivitades pinki rihma allatõmbamisega käega.

Mõnede katsete varal on kerge ära õppida ka rihma ümberseadmist pingi töötamise ajal.



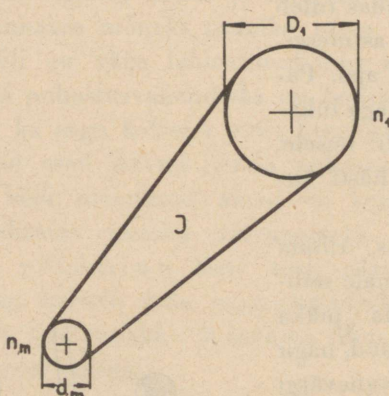
Joon. 11. Rihma ümberasetamine astmeseibil.

Joon. 12. Rihma ümberasetamine lae-vahevärgil.

Rihmülekannete arvutus.

Lihtsamate rihmülekannete arvutusviisid on toodud tabelikujuliselt lhk. 20.

Tabel 1. Rihmülekannete arvutus.

Ülekanne	Seibide järjestus	Tähis- tamine	Arvutus
Ühekordne		J	$\frac{n_m}{n_1} ; \frac{D_1}{d_m}$ $\frac{D_1}{d_m} \leq 5$
		n_1	$\frac{d_m \cdot n_m}{D_1}$
		D_1	$\frac{d_m \cdot n_m}{n_1}$

J – ülekanne suhe; n – pöörete arv minutis; d – rihmaseibi läbimõõt.

Näide: Mootori rihmaseibi läbimõõt $d_m = 180$ mm ja selle pöörete arv minutis $n_m = 1200$. Kui suur rihmaratas peab olema transmissioonivõllil, et viimase pöörete arv minutis n_1 oleks 200?

$$D_1 = \frac{d_m \cdot n_m}{n_1} = \frac{180 \cdot 1200}{200} = \underline{1080 \text{ mm}}$$

Ülekanne suhe $J = \frac{n_m}{n_1} = \frac{1200}{200} = 6$, seega üle viie; käesoleval juhul oleks seega parem valida kahekordne ülekanne.

Juhul, kui meil aga on kasutada rihmaratas $\varnothing = 300$ mm ja sama mootor, mis ülaltoodud näiteski, kui suur siis peab olema transmissioonivõlli pöörete arv minutis n_1 ?

$$n_1 = \frac{d_m \cdot n_m}{D_1} = \frac{180 \cdot 1200}{300} = \underline{720}$$

III. Treiterad.

Treitera lõikenurgad.

Treipingi tööjõudlus on täiel määral sõltuv treiterast kui tööriistast. Ei ole suuremat kasu tugevast, kiire jooksupingist, kui ta on varustatud mitteotstarbekohase treiteraga, ja ümberpöörduvalt – hea treitera ei pääse mõjule nõrgal treipingil.

Treitera terapea olulisteks osadeks on rind, kiil, selg ja neid määravad nurgad (joon. 13).

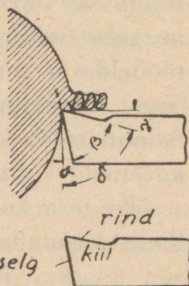
Nurk α – seljanurk ehk vabanurk

„ β – kiilunurk

„ γ – laastunurk

„ δ – lõikenurk ($\alpha + \beta$).

Toimetatud täpsed katsed on näidanud, et mitmesuguste materjalide edukaks lõikamiseks peab treiteral olema erinevaid lõikenurki. Tabelis 2 on toodud sobivaimad treitera nurgad, mis on tarvitu- sele võetud mitmesuguste materjalide treimiseks. Treitera materjaliks on kiirlõiketeras.



Joon. 13. Treitera.

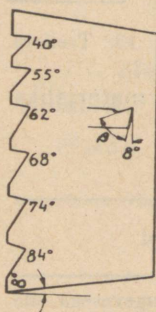
Tabel 2. Sobivaimad kiirlõiketerasest treitera nurgad.

Kuju	Seljanurk α	Kiilunurk β	Laastunurk γ	Treitav materjal
A	8°	74°	8°	Teras ja terasvalu, tõmbetugevusega üle 70 kg/mm ² , kõvemad malmisordid, pronks ja valgevask
B	8°	68°	14°	Teras ja terasvalu, tõmbetugevusega 60–75 kg/mm ² , pehmemad malmisordid, pehme valgevask
C	8°	62°	20°	Teras ja terasvalu, tõmbetugevusega 40–60 kg/mm ²
D	8°	55°	27°	Raud ja pehmemad terasesordid
E	10°	40°	40°	Alumiiniumisulamid ja kõik pehmed metallid
F	6°	34°	0°	Kõvamalm ja eriti kõvad ja haprad valgevase- ja pronksiliigid.

Treitera kuju on sõltuv töö iseloomust, soovitatud lõikenurkadest tuleb aga igal juhul kinni pidada.

Treiterad kiilunurgaga 62° ja seljanurgaga 8° on rohkem kasutatavad ja sobivad enamiku materjalide töötlemiseks. Nad sobivad mitte ainult kõvema terase ja terasvalu treimiseks, vaid päris hästi ka raua ja pehmemate terasesortide jaoks. Viimati nimetatud materjalide treimiseks on otstarbekohane valmistada ainult siis erilised 55° kiilunurgaga treiterad, kui töötlusesemete arv on küllalt suur. Juhul, kui töödeldaval materjalil on üksikud kõvad kohad või kõva välispind (tagi või valupind), on kasulikum valida pisut suurem lõikenurk. Samuti tuleb siis töötamisel valida suurem laastunurk ja ettenihe, et kõvemaid kohti võimalikult korruga läbi lõigata.

Treitera kiilunurga ja seljanurga kontrollimiseks on otstarbekohane kasutada lihtsama abinõuna sellekohast terasplekist šablooni, millele on sisse viilitud tarvilikud kiilunurgad, kuna otsad moodustavad $90^\circ - 8^\circ = 82^\circ$ nurga tera seljanurga kontrollimiseks (joon. 14).



Joon. 14.
Treitera šabloon.

Ei saa jätta rõhutamata treiterade õigete lõikenurkade tähtsust, sest treitera sobiva kuju puhul:

- 1) saab treipinki paremini ära kasutada võimaliku suurema laastu põiklõike ja suurema lõikekiiruse tõttu;
- 2) jõutarvitus on väiksem, mistõttu jääb ära treipingi asjata koormamine;
- 3) treitera tuleb harvemini käiata, mille tagajärjeks on teatav kokkuhoid ajas;
- 4) töötluspinde on märksa puhtam.

Treiteraliigid ja materjal.

Treiterad jagunevad terapea kujult sirg- ja külgtreideks, mõlemad omakorda vasak- ja parempoolseks, kusjuures kuju määramisel on reegliski, et treitera hoitakse terapeaga enda poole ja lõiketera on keeratud ülespoole. Kui seejuures lõiketera serv on pööratud paremale, siis on meil tegemist parempoolse treiteraga, ja ümberpöörduvalt.

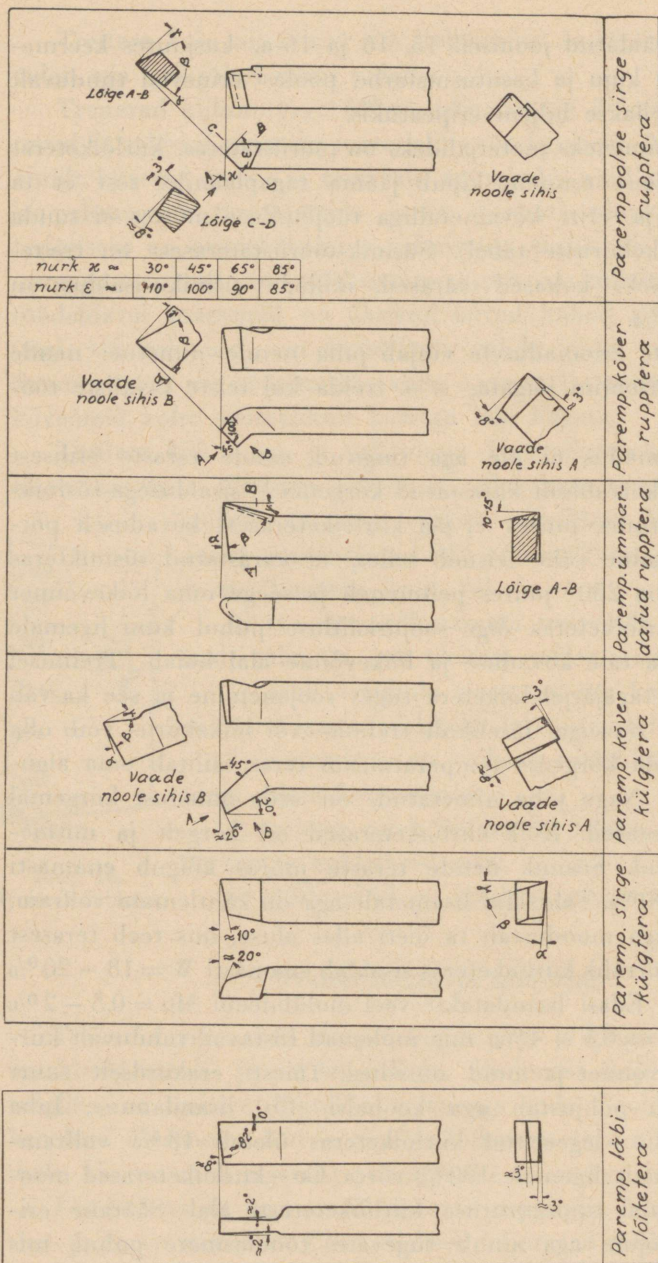
Töö iseloomult jagunevad treiterad ruppimis-, lihtimis-, läbilõike-, sise- ja keermeteradeks. Üksikasjalised kujutused rohkem kasutatavaist

treiteradest on näidatud jooniseil 15, 16 ja 16-a, kusjuures keermeterasid, mis oma kuju ja kasutusotstarbe poolest erinevad tunduvalt ülejäänuiust, käsitletakse hiljem eripeatükis.

Treiterade peamisteks materjalideks on tööriistateras, kiirlõiketeras ja kõvametall. Neist esimene kipub jääma tagaplaanile, sest et ta kiirlõiketerasega ja eriti kõvametalliga tööjõudluse mõttes ei suuda võistelda (vt. lõikekiiruste tabel). Süsinik-tööriistaterasest on treiterade valmistamiseks kohased säärased, millede süsinikusisaldus on piirides 1,1 – 1,3%.

Kiirlõiketeraste eriomadusele vihjab juba nende nimetus: nende terastega võib kiiremini lõigata, s. o. treida kui teiste tavaliste tööriistaterastega.

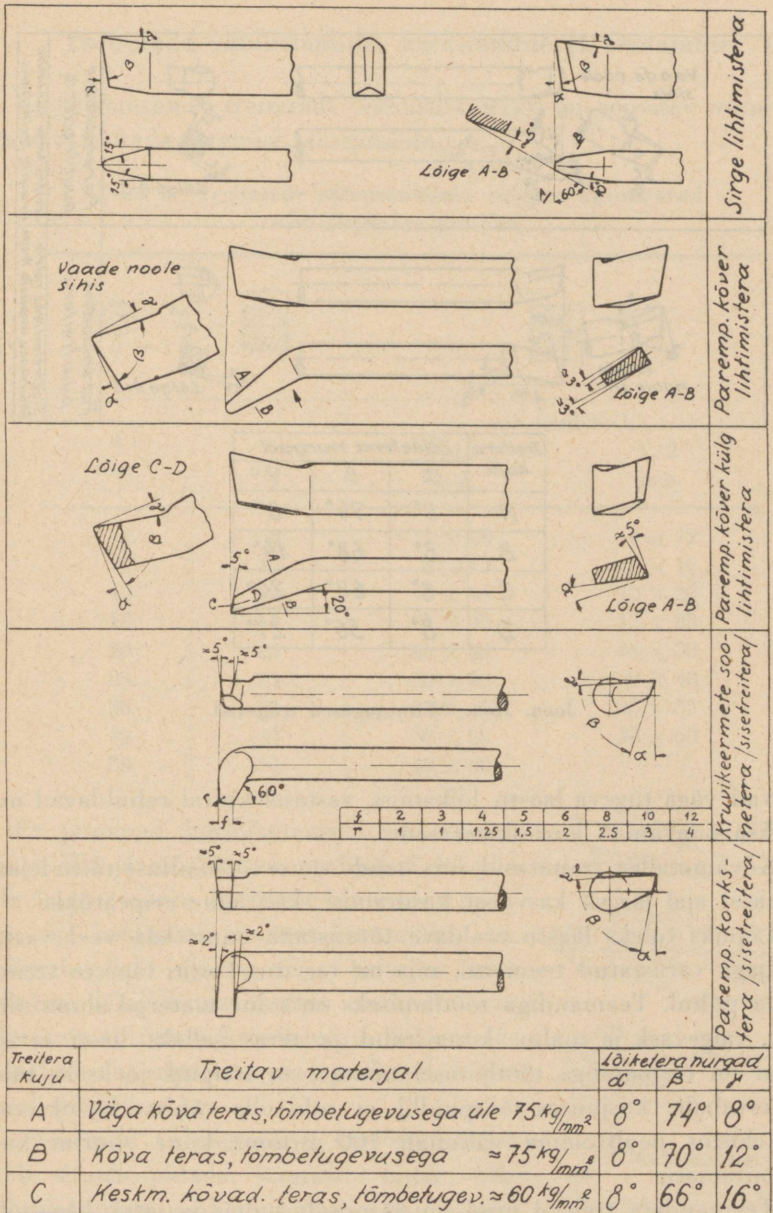
Nimetatud omadus ei ole aga tingitud nende teraste erilisest kõvadusest, sest korralikult karastatud kõrgema C-sisaldusega süsinikteras toatemperatuuri juures ei jää kiirlõiketerasest kõvaduselt põrmugi maha. Peamine vahe seisneb selles, et karastatud süsinikteras soojendamisel juba 250° juures pehmeneb ja seega oma lõikevõimet kaotab, kuna kiirlõiketeras õige soojuskäitluse puhul kuni ligemale 700 kraadini oma täie kõvaduse ja lõikevõime alal hoiab. Treimisel tekib hõõrumise tagajärjel lõiketera tugev soojenemine ja see kasvab ühes lõikekiiruse tõusuga. Järelikult treimis- või lõikekiirus võib olla seda suurem, mida kõrgema temperatuurini teras säilitab oma algupärase kõvaduse. Nagu juba nimetatud, on seda omadust kõrgemal määral kiirlõiketeraseil. Kõik kiirlõiketerased on kõrgelt ja mitmekordselt legeeritud. Süsinik nende teraste juures kõigub enamasti piirides 0,65 – 0,90%. Tähtsaim lisametall aga on kahtlemata volfram, sest koos kroomiga moodustab ta õieti alles aluse, mis teeb terasest kiirlõiketerase. Korralik kiirlõiketeras sisaldab enamasti $W = 18 - 20\%$ ja $Cr = 4 - 5\%$. Edasi lisandatakse veel molübdeeni $Mo = 0,5 - 2\%$ ja vanaadiumi $V = 0,5 - 4\%$, mis mõlemad tõstavad tunduvalt kiirlõiketerase lõikevõimet ja muid omadusi. Täiesti erakordselt suurt lõikevõime tõusu põhjustab aga koobalti (Co) lisandamine. Juba 5-protsendiline Co – legeeritud kiirlõiketeras ületab 18% volframterase oma võimeilt ligemale 100% võrra. Co – kiirlõiketerased moodustavad nüüdisajal tippsaavutuse kiirlõiketeraste alal. Säärane eriteras pääseb mõjule aga ainult tugevate töömasinate puhul, mis



nurk $\alpha \approx$	30°	45°	65°	85°
nurk $\epsilon \approx$	110°	100°	90°	85°

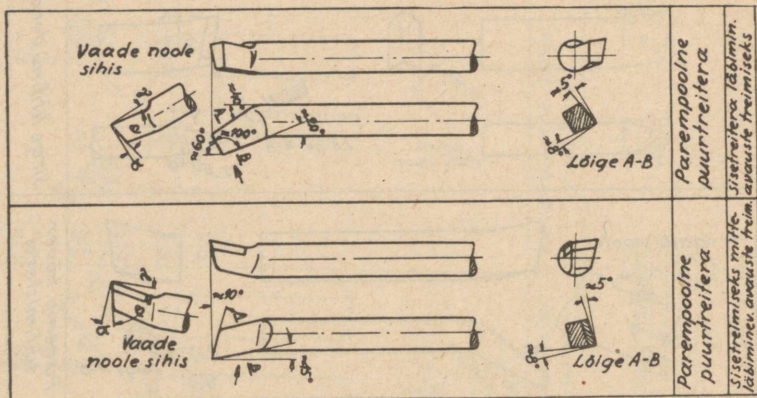
Treiberi tüüp	Treiberi materjal		Lõiketera nurkad	
	α	β	α	β
A	Väga kova teras, tõmbelugevusega üle 75 kg/mm ²	8°	74°	8°
B	Kova teras, tõmbelugevusega 75 kg/mm ²	8°	68°	14°
C	Kesk. kova d. teras, tõmbelugev. 60 kg/mm ²	8°	62°	20°
D	Pehme teras ja raud, tõmbelugev. 45 kg/mm ²	8°	55°	27°

Joon. 15. Mitmesugused treiterad.



Treitera kuju	Treitav materjal	Lõiketelera nurkad		
		α	β	γ
A	Väga kõva teras, tõmbetugevusega üle 75 kg/mm^2	8°	74°	8°
B	Kõva teras, tõmbetugevusega $\approx 75 \text{ kg/mm}^2$	8°	70°	12°
C	Keskml. kõvad. teras, tõmbetugev. $\approx 60 \text{ kg/mm}^2$	8°	66°	16°

Joon. 16. Mitmesugused treiterad.



Treitera kuju	Lõiketera nurgad		
	α	β	γ
A	8°	74°	8°
B	8°	68°	14°
C	8°	62°	20°
D	8°	55°	27°

Joon. 16-a. Mitmesugused treiterad.

taluvad väga tugeva laastu lõikamist, vastasel korral rahuldavad meid märksa odavamad kiirlõiketerased.

Kõvametallist treiterasid, mis nende suure tööjõudluse tõttu leiavad viimasel ajal järjest kasvavat kasutamist, käsitleme eripeatükis.



Lõpuks tuleks laastu eraldava tööriistana nimetada veel vastava hoidjaga varustatud teemanti, mis on tarvitusel eriti täpsete treimistööde puhul. Teemandiga töötlemiseks on sobiv materjal alumiinium, vask, valgevask ja malm, kuna raud ja teras selleks hästi ei sobi. Edasi on teemandiga töötlemisel nõutav, et treipink jookseks täiesti vönkevabalt, kusjuures tööspindlil ei tohi olla vähimatki loksumist. Lõikekiirus peab olema vähimalt 100 m/min., kuna suurim kiirus on piiramatut.

Teemandiga treitud pind on äärmiselt puhas ja jätab lihvitud ja poleeritud pinna mulje.

Treiterade valmistamine, karastamine ja teritamine.

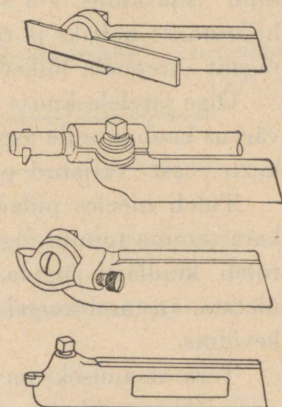
Kiirlõiketerasest treiterade valmistamiseks on soovitav võimalust mööda kasutada järgmisi terasprofile.

Tabel 3. Treiterade valmistamiseks rohkem kasutatavad kiirlõiketerase profiilid.

 d mm	 a mm	vahekord b : h	
		1 : 1,5 mm	1 : 2 mm
8	8	6 × 10	6 × 12
10	10	8 × 12	8 × 16
12	12	10 × 16	10 × 20
16	16	12 × 20	12 × 25
20	20	16 × 25	16 × 30
25	25	20 × 30	20 × 40
30	30	25 × 40	25 × 50
40	40	30 × 50	30 × 60
50	50	40 × 60	

Et paremad kiirlõiketerased on võrdlemisi kallid ja mõttetu on igal juhul valmistada kogu treitera säärasest hinnalisest terasest, siis kokkuhoiu mõttes kasutatakse nn. treiterahoidjaid (joon. 17). Esimene tera ülalt on läbilõiketera, teine sisetreimiseks, kolmas on vormtera kruvikeerme lõikamiseks ja neljas on rupptera pealejoodetud kõva-metall-plaadikesega.

Treiterade valmistamisel kiirlõiketerasest tuleb silmas pidada järgmist. Latist tüki mahalõikamine peab toimuma saagimise teel või teras kuumutatakse kuni helepunase



Joon. 17. Treiterahoidjad.

hõõgvärvuseni ja terava meisliga lüüakse ümberringi umbes 5-mm-lised täkked, misjärel lastakse teraslatt aeglaselt jahtuda. Kui nüüd täkitud kohale lüüa käsihaamriga kerge hoop, siis eraldub soovitud terasetükk hõlpsasti. Sepistamisest tuleb võimalikult hoiduda ja selle asemel püüda terale vajalikku kuju anda käiamise teel. Juhul, kui see siiski on tarvilik, tuleb teras koksitulel ettevaatlikult pikkamisi kuumutada tumepunase ja siis kiiresti helekollase hõõgvärvuseni. Sepistada tuleb kiirete kergete löökidega, kusjuures see tuleb otsekohe lõpetada, kui temperatuur on sedavõrd langenud, et terasetükil on ainult veel helepunane hõõgvärvus. Õige karastustemperatuuri määramine toimub eraldi terasetükikesega. Terast kuumutatakse seni, kuni ta pinnale tekivad mullikesed, mis kiirgavad natuke heledamalt kui terasetükk ise. Temperatuur, mille juures mullikesed tekkima hakkavad, on muutetemperatuur ja seega sobiv karastamiseks.

Karastamise põhireeglid on järgmised:

1. Pikkamisi kuumutada kuni kirsspunase värvuseni.
2. Kiiresti kuumutada karastustemperatuurini ($1200-1300^{\circ}$ C).
3. Jahutamine toimub suruõhuga või paksus õlis (rasvas).
4. Kuumutada järelelaskmise temperatuurini ja aeglaselt jahtuda lasta.

Kürlõiketerase järelelaskmine toimub $500-600^{\circ}$ juures, kõige paremini tinavannis või selle puudumisel sepääsil koksitules. Tera ots hõõrutakse haljaks ja treitera asetatakse tulele nii, et kuumus mõjuks tagant ettepoole lõiketera suunas.

Õige järelelaskmise temperatuur on saavutatud, kui sinine muutevärvus kaob ja selle asemele ilmub valkjashall värvus. Otseste päikesekiirte eest varjatud poolpimedas ruumis hõõgub tera tumepunaselt.

Tuleb meeles pidada, et järelelaskmisel on ainult siis mõtet, kui karastamine toimus õige, s.o. küllalt kõrge temperatuuri juures. Samuti tuleb kindlasti jälgida, et järelelaskmisel $500-600^{\circ}$ temperatuuri ei ületata, vastasel korral treitera kõvadus langeb ja ühes sellega ta lõikevõime.

Tera käiamiseks on liivakäi kõige sobivam; smirgelkäia puhul tuleb eriti silmas pidada, et treitera ei surutaks liiga kõvasti vastu käia, sest selle läbi tekivad lihvimispraod ja tera rikneb.

Alumiiniumi treimiseks tuleb treitera kiiluosa ja rind lõpuks õlikiviga täiesti libedaks lihvida, vastasel korral on laastude ärajooks takistatud ja treitav pind ei tule puhas.

Kõvametall-treiterad.

Kõvametall-treiterad erinevad kiirlõiketerasest treiteradest mittemeti, nii lõikekiiruse, kasutatavate lõikenurkade kui ka muude omaduste poolest.

Kõvametallide all, nagu viidia, mõistetakse „sulameid“ volframist, koobaltist, titaanist, molübdeenist jne. Neid „sulameid“ ei valmistata valamise teel, nagu on tavaline, vaid seks otstarbeks kasutatakse nende metallide pulbrikujulisi karbiide, millele lisandatakse teatav protsent madalamalt sulavaid sidemetalle. Segu pressitakse tugeva surve all plaadikesteks. Edasi plaadikesi kuumutatakse, kuid ainult nii kõrges temperatuuris, et üksikud karbiiditerakesed sidemetalli pehmenemise tõttu kokku paakuvad. Neil paakunud sulameil on väga suur loomulik kõvadus ja viimane ei lange töötamisel hoolimata võrdlemisi suurest kuumenemisest. Kõvametall viidia S 1 sisaldab vabriku andmeil (ligikaudselt) süsinikku (C) = 8⁰/₀, koobaltit (Co) = 5,5⁰/₀, titaani (Ti) = 12⁰/₀, ülejääk on volfram (W). Sellest nähtub selgesti, et tegemist ei ole mingi terasega, sest koostises puudub raud (Fe). Olgu tähendatud, et kiirlõiketerased võivad samuti sisaldada võrdlemisi suurel määral volframit, koobaltit jne., kuid peaosas moodustab neis ikkagi raud.

Praegu valmistatakse viidiat kui ka teisi kõvametalle kasutusotstarbele vastavalt mitmes eri liigis ja nimelt:

Mark	Kasutusotstarve
F 1	Peentreimiseks
S 1	} Terase töötlemiseks vastavalt kõrge, keskmise ja madalama lõikekiirusega
S 2	
S 3	
G 1	Malmi, vase ja selle sulamite, kergemetallide, kõvakummi jne. töötlemiseks
G 2	Peamiselt puu töötlemiseks
G 3	Elektroodisüte treimiseks
H 1	} Kõvamalmi, portselani, klaasi, marmori jne. töötlemiseks
H 2	

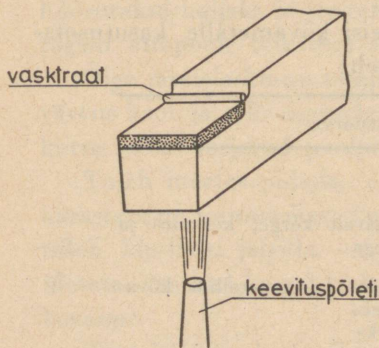
Kõvametal-treiterasid on võimalik osta pealejoodetud plaadikesega valmis kujul. Suuremais töökodades aga, kus kasutamist leiab suurem hulk erikujulisi treiterasid, on otstarbekohane osta ainult kõvametallist plaadikesi – neid on müügil väga mitmesuguses suuruses ja kujul — ja pealejootmist toimetada koha peal. Treitera varreks ei kõlba iga juhuslik terasetükk, vaid selleks on kõige sobivam kõva süsinikteras, tõmbetugevusega 70—80 kg/mm².

Tuleb ühtlasi silmas pidada, et treitera varre põiklõige oleks küllaldane, et ta treimisel ei painduks, sest et selle tagajärjel kõvametallist löikeplaadike oma suure häpruse tõttu otsekohe murduks.

Laitmatu jootte saavutamiseks on olulise tähtsusega, et ase, millele tugineb kõvametallist plaadike, sobiks viimasega täiesti, s. o. et jootepinnad passiksid üksteise vastu liibuvalt (piluta); jootepinnad peavad olema täiesti puhtad mustusest ja rasvast, milleks nad puhastatakse enne jootmist hoolsasti bensiiniga. Joodisena kasutatakse enamasti punast vaske, traadi või plekiribakese näol; õrnemate tööriistade jaoks on sobivad madalamalt sulavad messing- või hõbejoodised. Sulandiks on ümbersulatatud ja peenendatud booraks. Selle ülesandeks on kahe metalli ühinemist takistava oksüüdikihi kõrvaldamine. Vajalik temperatuur vasega jootmise puhul on 1100—1150° ja see peab püsima võimalikult ühtlasel kõrgusel. Jootekuumus saavutatakse kõige sobivamalt gaasiga või elektriga köetavas muhvelahjus. Selle puudumisel võib häda korral ka kasutada keevituspõletit. Viimase leek aga ei

tohi otseselt tabada kõvametal-plaadikest (joon. 18). Lõpuks on jootmist võimalik toimetada ka ääsil; selleks tuleb šamottkividest või raudtorust moodustada sütest ümbritsetud väike kolle.

Jootmisoperatsiooni käik iseenesest oleks järgmine: Pärast bensiiniga puhastamist seotakse plaadike raudtraadiga treiteral ettevalmistatud alusele ja soojendatakse koos sellega umbes 700—800°-ni. Nüüd riputatakse jootekohale booraksit ja soojendatakse edasi kuni jootetemperatuuri saavutamiseni (punase



Joon. 18. Kõvametalli jootmine keevituspõletit abil.

vase puhul $\sim 1100^{\circ}\text{C}$). Siis asetatakse kohale jootematerjal, enamasti punasest vasest $\varnothing 3$ mm traaditükike, lisatakse natuke booraksit ja soojendatakse kuni joodise sulamiseni. Nüüd võetakse treitera ahjust ja surutakse puutükiga või ettesoojendatud teravaotsalise raudpulgaga plaadike kergelt vastu alust kuni joodise hangumiseni. Lõplikuks jahtumiseks tuleb treitera asetada tuha või puusöe sisse. Järsku jahtumisest, eriti vees, tuleb pünlikult hoiduda, sest seeläbi tekiks plaadikeses mõrad ja ta muutuks edaspidiseks kasutamiseks kõlbmatuks.

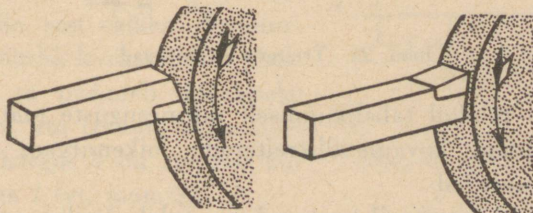
Et, nagu juba varem on toonitatud, kõvametall ei ole teras, siis ta ei nõua enne tarvitusele-võtmist mingit karastamist või muud sellesarnast soojuskäitlust.

Kõvametall-treiterade teritamiseks on harilikud liiva- või smirgelkäiad kõlbmatud. Põhjuseks on asjaolu, et nad oma pehmuse tõttu ei suuda küllalt kiiresti vajalikku hulka materjali maha lihvida; selle tagajärjel soojeneb plaadike tugevasti ja temas tekivad karypraod. Kõvametalli tuleb lihvida ainuüksi erilistel sobiva peenuse ja kõvadusega siliitsiumkarbiid-lihvkettail.

Teritamisel tuleb silmas pidada järgmisi põhireegleid: ei ole kasulik lasta treiteral liiga tugevasti nürineda, sest siis tuleb asjata maha lihvida võrdlemisi suur hulk kallist kõvametalli.

Lihvida tuleb alati vastutera, aga mitte ümberpöörduvalt (joon. 19). Liiga väikesemõõdulise lihvkettaga töötamisel võib juhtuda, et treitera ots lihvitakse õõnsaks ja seega nõrgestatakse plaadikese alustugi (joon. 20). Lihvketaste sobivaimaks läbimõõduks on 300—500 mm.

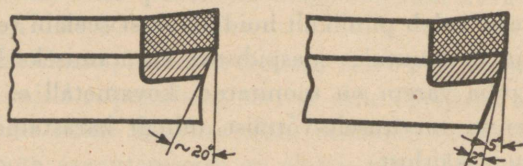
Teritamist on kasulik läbi viia kahes järgus ja nimelt: algul eellihvida jämedateralisel ja siis järellihvida peeneteralisel lihvkettagal; lõpuks ihutakse lõiketera servi veel käsitsi õlikivil. Tuleb tähele panna,



Joon. 19. Väär ja õige lihvimise suund.

et kuivalt lihvimisel lihvkettale mingil tingimusel ei satuks vett; kui aga kasutatakse märjalt lihvimist, siis jahutusvee juurdevool peab olema rikkalik ja pidev.

Lõpuks tuleb rõhutada, et lihvimismasin, mil teritatakse treiterasid, peab olema küllalt tugev ja töötama hästi võnkevabalt.

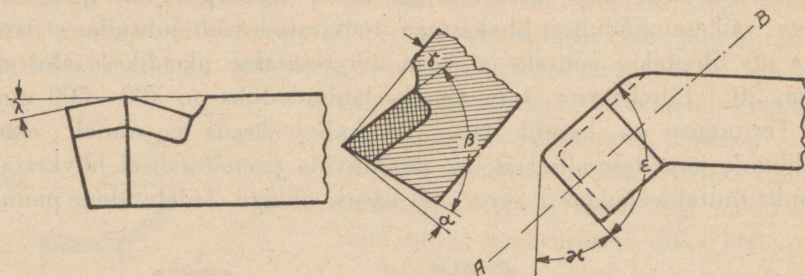


Joon. 20. Valesti ja õigesti teritatud kõvametallist treitera.

Kõvametall-treiteradel evivad erilist tähtsust õigesti valitud lõikenurgad. Oma suuruselt nad erinevad kiirlõiketerasel kasutatavaist nurkadest, kuid neid tähistatakse nagu sealgi järgmiselt (joon. 21):

α = seljanurk e. vabanurk; β = külunurk; γ = laastunurk;
 λ = kaldenurk; ε = tipunurk; \varkappa = seadenurk.

Tuleb rõhutada, et ebasobivate lõikenurkade puhul treipinki asjata koormatakse, terad murduvad kergesti ning töödeldav pind on ebapuhas.



Joon. 21. Treitera lõikenurgad.

Allpool on toodud tabelikujuliselt mitmesuguste materjalide treimiseks sobivamad kõvametall-treiterade lõikenurgad, lõikekiirused ja ettenihke suurused.

Töötamisel kõvametall-treiteradega tuleb erilist rõhku panna sellele, et treipink oleks küllalt tugev ja töötaks täiesti võnkevabalt.

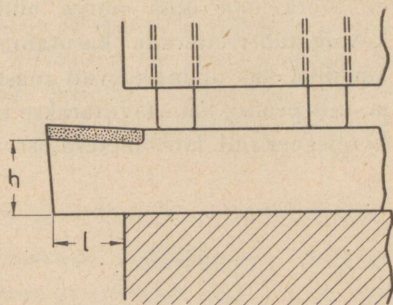
Treitav materjal	Treitera lõikenurgad				Lõikekiirus		Ettenihe mm pöörde kohta	Laastu sügavus mm
	α	β	γ	λ	ruppimine, m/min.	lihtimine, m/min.		
Pehme süsinikteras	5-8	65-70	15-18	3-6	80-160	100-250	kuni 1,5	kuni 5
Kõva süsinikteras	5-8	70-73	10-12	3-6	50-100	65-200	„ 1,25	„ 4
Kroomnikelteras	5-8	70-73	10-12	3-6	60-80	80-160	„ 1,0	„ 3,5
Malm	5-8	78-80	3-6	3-6	45-70	60-100	„ 1,5	„ 3,0
Kõvamalm	2-4	86	0	3-6	4-8	6-14	„ 1,8	„ 2,0
Messing	5-8	72-74	8-15	3-6	200-450	kuni 650	„ 1,0	„ 3,0
Alumiinium	8-10	42-45	30-45	5-10	kuni 1200	„ 2000	„ 1,0	„ 4,0

Edasi tuleb treitera kinnitada suportisse nii, et teraots terase treimisel asetseks töötluseseme telgjoonest veidi kõrgemal ja nimelt $\frac{2}{100}$ võrra töötluseseme läbimõõdust. Malmi, messingi, pronksi ja muude nende sarnaste lühikesi laaste andvate materjalide puhul aga peab teraots olema täpselt telgjoone kõrgusel; sama nõue on maksev kõigi materjalide sisetreimisel (väljapuurimisel). Treitera vastu töötluseset nihutada on lubatav ainult siis, kui viimane pöörleb täie kiirusega; samuti tuleb treitera tagasi tõmmata ainult täie pöörlemiskiiruse pealt, vastasel korral murdub lõiketera.

Töötamine sünnib enamasti kuivalt. Kui aga soovitakse siiski töötada jahutusvedelikuga, peab selle juurdevool olema hästi rikkalik.

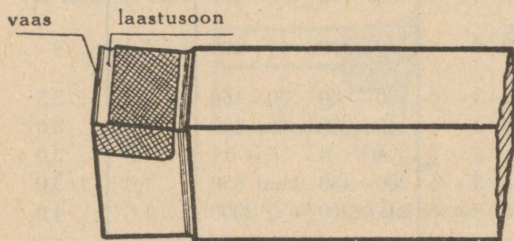
Erilist rõhku tuleb panna sellele, et treitera ots suportist ei ulatuks liiga palju üle, sest väikegi läbipaindumine on ohtlik kõvametallist plaadikesele ja ta puruneb. Ideaalseks tuleb lugeda, kui treitera alusmaterjali (varre) kõrgus h on suurem kui üleulatav ots l (vt. joon. 22).

Juhul, kui treitera mõnesugusel põhjusel peab ulatuma võrdlemisi kaugele välja, siis on juba kasulikum tarvitada kiirlõiketerast.



Joon. 22. Ideaalne tera kinnitus.

CrNi-teraste ja muude sellesarnaste sitkete materjalide suure löikekiirusega treimisel tekkiv laast on lindikujuline; ta mässib end kergesti töötlusesele ja treitera ümber ja on raskesti kõrvaldatav. Säärastel juhtudel on kasulik lõiketera varustada lihvimise teel laastusoonega (joon. 23), mis annab laastule spiraalisarnase kuju, või hap-



Joon. 23. Treitera laastusoonega.

rama materjali puhul murrab ta väiksemaiks tükki-deks. Laastusoon lihvitakse enamasti $2 \div 3$ mm laiuselt, jättes umbes $0,2 - 0,3$ mm laiuse vaasi.

Tuleb hoolt kanda, et seejuures ei väheneks kiilunurk β . Hapra lühikeselaastulise materjali nagu malmi,

pronksi, messingi jne. treimisel on laastusoon ülearune.

Kõvametall-treiterade kasutamine võib olla majanduslikult üsna kasulik; eelduseks seejuures aga on nende õige rakendamine, käitlemine, käsitsemine ja ka sobivad treipingid; vastasel korral on ebaedu kindel. Eriti tuleb rõhutada sobivate treipinkide tähtsust, sest vana-nend tüüpi nõrgad pingid ei võimalda nii suurt pööretearvu, nagu nõuavad kõvametall-treiterad õige löikekiiruse saavutamiseks. Samuti ei tööta nad oma nõrga ehituse tõttu küllalt võnkevabalt. Enne kõvametall-treiterade kasutamisele-võtmist tuleb seepärast hoolsasti kaaluda, kas olemasolevad masinad ja töödeldav materjal on sobivad ja, mis peasi, kas saavutatakse nimetamisväärtset kokkuhoidu võrreldes kõrglegeritud kiirlõiketerasest treiteradega.

IV. Lõikekiirus ja ettenihe.

Lõikekiiruse arvutus ja rohkem kasutatavad lõikekiirused.

Lõikekiiruse ehk treimise kiiruse all mõistetakse töödeldava pinna pöörlemiskiirust meetrites minutis.

Lõikekiirus $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \text{m/minutis}$, kusjuures $d =$ töötluseseme läbimõõt millimeetris, $\pi = 3,14$, $n =$ tööspindli pöörete arv minutis.

Näide: Kui $d = 100 \text{ mm}$ ja $n = 80$, siis $v = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 80}{1000} = 25,12$ või ümmarguselt 25 m/minutis.

Ümberpöördult, et leida tööspindli pöörete arvu minutis, kui antud on lõikekiirus v , siis $n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$; või kasutades eelmises näites toodud arve, võttes $v = 25,12 \text{ m/min.}$, siis $n = \frac{1000 \cdot 25,12}{3,14 \cdot 100} = 80$.

Lõikekiirus oleneb esmajoones töödeldava materjali omadustes. Mida pehmem ja ühtlasem on materjal, seda suuremat lõikekiirust on võimalik kasutada, ja ümberpöördult – mida kõvem, tugevam ja hapram on treitav materjal, seda väiksem tuleb valida ka lõikekiirus.

Edasi etendavad osa veel treitera kuju ja materjal, jahutus, laastu põiklõige, treipingi tugevus, soovitatav töötluseseme pinna puhtus ja lõpuks ka töötluseseme kuju. Olenevalt materjali tugevusest sobiva lõikekiiruse leidmiseks annab Lindner terase jaoks järgmise lihtsusstatud valemi:

lõikekiirus $v = 10 + \frac{\delta^2}{\sigma_B}$, kusjuures $\sigma_B =$ treitava materjali tõmbetugevus kg/mm^2 ja $\delta =$ selle pikenemine tõmbekatsel. Treitera materjaliks on valitud kiirlõiketeras ja treimise ajaks, s. o. aeg kuni tera nürimiseni, on 1 tund. Lõikekiirus keskmise kõvadu-sega terasel, mille tõmbetugevus $\sigma_B = 50 \text{ kg/mm}^2$ ja pikenemine $\delta = 25\%$, oleks seega:

$$v = 10 + \frac{\delta^2}{\sigma_B} = 10 + \frac{25^2}{50} = 18 \text{ m/min.}$$

Nagu juba nimetatud, sõltub lõikekiirus treimisel peale materjali omaduste veel mitmest teisest tegurist. Ainult ülevaatlikkuse mõttes toome alljärgneva tabeli treimisel rohkem kasutatavate keskmiste lõikekiirustega.

Tabel 4. Lõikekiirus meetrit/minutis.

Töötluseseme materjal		Raud ja teras, tõmbetugevus kg/mm ²				Töö- riista- teras		Malm			Valgevask ja alumiinium			Pronks	
		40	60	80	90	pehme	kõva	pehme	keskm. kõvad	kõva	pehme	keskm. kõvad	kõva	pehme	kõva
Läbilõikamine	K.	20	18	16	12	10	6	18	12	6	50	35	20	18	10
	T.	12	10	8	6	6	4	12	8	4	30	20	10	12	6
Ruppimine	K.	25	20	15	10	10	6	22	14	8	60	50	40	22	8
	T.	16	12	8	4	6	4	18	12	6	35	30	25	18	6
Lihtimine	K.	30	24	18	12	12	8	26	20	14	80	65	50	26	14
	T.	20	16	12	8	8	6	16	12	8	50	40	30	16	8
Keermelõikamine	K.	10	10	8	6	8	4	10	8	4	30	25	20	12	6
	T.	8	6	4	4	6	3	8	6	3	20	16	12	8	4

Märkus: Tabelis toodud arvud on keskmised suurused; olukorra kohaselt võib neid kas suurendada või vähendada. Eelduseks on, et treitera küllaldaselt jahutatakse. K – tähendab keskmises headuses kiirlõiketerast. T – on hea tööriistateras.

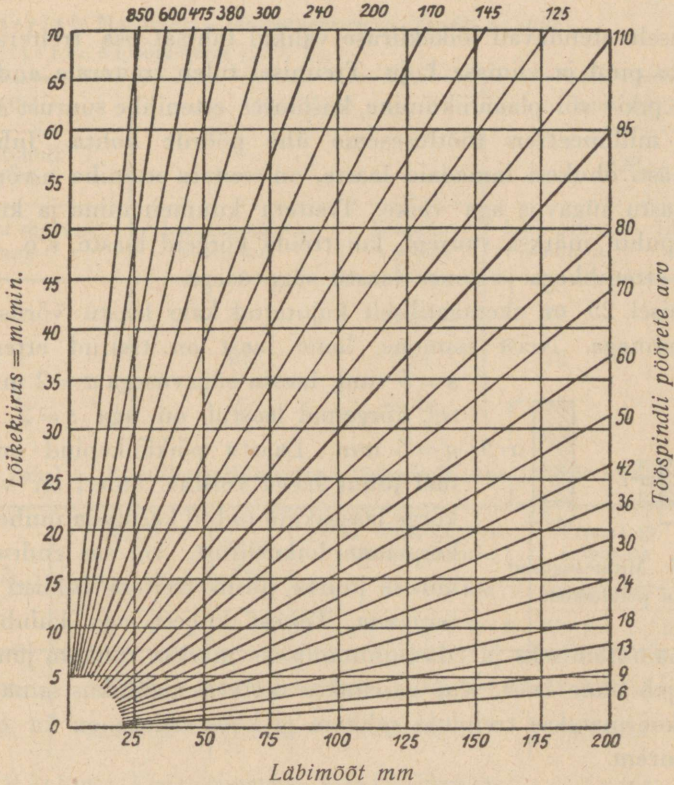
Kõvametallist treiterade kasutamisel on lõikekiirus ruppimisel ja lihtimisel keskmiselt 3 kuni 4 korda suurem lõikekiirusest, mis märgitud tabelis kiirlõiketerasest terade kohta. (vt. osa Kõvametall-terad).

Lõikekiirus ja tööspindli pöörete arv.

Aegaviitvate arvutuste vältimiseks on koostatud graafilisi diagramme, milledest vastavalt töötluseseme läbimõõdule d ja lubatud lõikekiirusele v võib leida sobiva tööspindli pöörete arvu n , või ümberpöörduvalt, kui antud on d ja n , siis leiame diagrammist vastava lõikekiiruse (v).

Säärane graafiline diagramm on toodud joon. 24 ja selle kasutamine sünnib järgmiselt:

Tööspindli pöörete arv



Joon. 24. Lõikekiiruse ja tööspindli pöörete arvu diagramm.

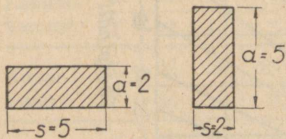
Näide: On antud töötlesuse läbimõõduga $d = 100$ mm ja lõikekiirus $v = 25$ m/min., leida tööspindli pöörete arv n . Läheme läbimõõt $d = 100$ märgitud punkti püstjoonega üles ja vasakpoolselt äärelt 25-ga märgitud lõikekiiruse joonega läheme horisontaalselt paremale. Mõlema joone lõikepunkti läbib kiir 80, tähendab $n = 80$. Satub aga lõikepunkt kahe kiire vahele, siis tuleb n hinnata. Näit., $d = 70$ mm ja $v = 20$ m/min., siis $n = 85$.

Tuleb rõhutada, et toodud diagramm hõlbustab ainult lõikekiiruse valemi $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$ lahendamist. Sobivaima lõikekiiruse määramiseks tuleb loomulikult arvestada ka materjali ja teisi eespool nimetatud tegureid.

Ettenihe ja löikekiirus.

Üldiselt etendavad löikekiiruse valikul tähtsat osa treitera laastu põiklõike pind ja viimase kaju. Treimisel tuleb treiterale anda auto-
maatne piki- või plaanliikumine, kusjuures ettenihke suurust s arves-
tatakse millimeetris töötluseme ühe pöörde kohta. Juhul, kui
treida hästi õhukesti lamedaid laaste, on treitera ettenihke s võrdlemisi
suur, laastu sügavus aga väike. Treitera kuumenemine ja kulumine
on sel puhul märksa suurem, kui treida kõrgeid laaste, s. o. töötada
väikese ettenihkega ja suure laastu sügavusega.

Joonisel 25 on skemaatilisel kujutatud kaks laastu võrdse põik-
lõike pinnaga. Neist esimene, lame laast on treitud ettenihkega



Joon. 25. Mitmesugused
laastu põiklõiked.

$s=5$ mm, laastu sügavusega $a=2$ mm. Tei-
sel, kõrgemal laastul on aga $s=2$ mm ja
 $a=5$ mm. Laastu põiklõikepind on mõle-
mal juhul seega võrdne, ometi on võimalik
kõrge laastukaju puhul kasutada umbes 15%
kõrgemat löikekiirust, või siis endise löike-
kiiruse juures püsib treitera tublisti kauem
teravana. Teisest küljest aga kulub kõrge

laastu painutamiseks ja edasinihitamiseks märksa rohkem jõudu, kui
seda vajab lame laast. Kui soovitakse teatavas ajaühikus sama laastu-
hulka, koormatakse treipinki rohkem ja koos sellega on ka energia-
kulu suurem.

Ettenihke suuruse valik on sõltuv treitava materjali tugevusest ja
töötluseme kujust ja läbimõõdust. Mida tugevam materjal, seda
väiksem tuleb valida treitera ettenihke. Samuti tuleb pikkade peeni-
keste võllide puhul arvesse võtta, et suurema ettenihkega suureneb
ka löikerõhk, mille tagajärjel nad paratamatult läbi painduksid. Suurema
ettenihke puhul on seepärast eelduseks ka küllaldaselt stabiilne tööt-
luse. Lihtimisel võib ettenihke olla ikkagi ainult nii suur, et
oleks saavutatud nõutav täpsus ja pinna puhtus. Üldiselt kõigub ette-
nihke suurus treimisel piirides 0,2 kuni 4 mm. Mõned praktikas ära-
proovitud ettenihke suurused koos löikekiirustega on näitena toodud
alljärgnevais tabelis.

Tabel 5. Lõikekiirus ja ettenihe pikkade võllide treimisel.

Materjal: Martinteras, tõmbetugevusega 50—60 kg/mm².

Treitera: Kiirlõiketeras (18% W).

Võllid	10—25 Ø		kuni 40 Ø	
Laastuhulk cm ³ /min.	13		20	
Laastu sügavus mm	Lõikekiirus $v =$ $=$ m/min.	Ettenihe $s =$ mm	Lõikekiirus $v =$ m/min.	Ettenihe $s =$ mm
2	20	0,32	22	0,45
3	18	0,24	18	0,35
5	15	0,18	15	0,25

Tabel 6. Ettenihe millimeetris tööspindli ühe pöörde kohta.

Töökäik	Malm				Teras- valu		Teras, tõmbetugevu- sega = kg/mm ²						Pronks ja valgevask				Alumi- nium
	pehme		kõva				30—50		50—70		üle 70		pehme		kõva		
	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	
Ruppimine . .	Olenevalt treipingi suuruselt ja töötlusese kujust 0,1—4 mm																
Lihtimine . .	0,05—0,2		0,1—0,2				0,05—0,2						0,1—0,2		0,1—0,2		

Märkus: T = tööriistateras, K = kiirlõiketeras.

Pikkade praktiliste katsete järgi on Saksa AWF koostanud diagramme mitmesuguste materjalide töötlemisvõimaluste iseloomustamiseks. Mõõdupuuna on valitud see lõikekiirus, mida kindla laastu põiklõike juures talub lõiketera, kui ta vahetpidamata ja kuivalt töötab 60 minutit. Pärast nimetatud aega on tera sedavõrd kulunud, et ta põhjaliku käiamise teel tuleb uuesti korrastada. See lõikekiirus kannab nimetust $v_{60} =$ m/min.

Diagramm (joon. 26) on maksev töötamisel kiirlõiketerasest teraga ruppimistödel, s. o. jämetreimisel, kusjuures laastu minimaalseks põiklõikeks on 0,5 mm² ($a = 1$; $s = 0,5$ mm). Treitavaks materjaliks on teras ja terasvalu. Diagrammi praktiline kasutamine sünnib järgmiselt:

Treida tuleb näiteks teras, tõmbetugevusega 50 kg/mm^2 . Oletame, et valitud laastusügavus on 4 mm ja ettenihe $2\frac{1}{2} \text{ mm}$ töötlusese me ühe



Joon. 26. Teraselõike diagramm.

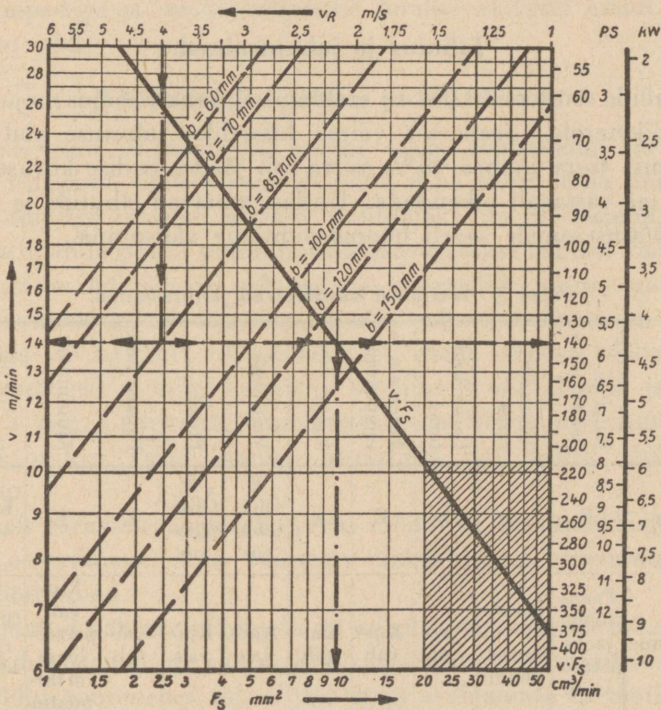
pöörde kohta. Mõlemad jooned satuvad kokku ühel nn. peasingjoontest. Alumisel vertikaaljoonel otsime nüüd tõmbetugevuse 50 kg/mm^2 ja püstitame sealt püstjoone kuni märgitud peasingjooneni. Sellest punktist läheme vasakule ja leiame $v_{60} = 24 \text{ m/min}$.

Käesoleva näite puhul seega, valides lõikekiiruse 24 m/min., võime töötada treitera teritamata vähemalt 60 minutit.

Silmas pidada tuleb ainult ühte, et diagrammist saadud andmed eeldavad korralikult valmistatud ja karastatud treiterasid ja täiesti korras treipinki. Teisest küljest saadud arvud on maksivad treimisel kuivalt ilma jahutuseta. Olenevalt jahutusvedelikust võib lõikekiirus v_{60} tõusta 40–50% võrra, või siis jäädes endise lõikekiiruse juurde pikeneb vastavalt treitera töötamisaeg kuni uue teritamiseni.

Alljärgnevalt veel teine väga praktiline AWF diagramm, milles laastu põiklõige $F_s = \text{mm}^2$ ei ole enam lahutatud laastu sügavuseks ja ettenihke suuruseks. Seevastu aga on antud kõik vajalikud andmed, et olenevalt treipingi jõudlusest leida maksimaalne laastu põiklõige.

Tabel on maksev terase treimiseks, mille tõmbetugevus on piirides 50–60 kg/mm². Treitera materjaliks on kiirlõiketeras (volf-



Joon. 27. Terase lõikedigramm.

ram 16—18%) ja tera töötamisaeg jahutuseta ja ühekordse teritamise-ga on 60 minutit.

Näide: Leida maksimaalne lubatav laastu põiklõige treipingi jaoks, mille rihma laius $b = 85$ mm ja rihma kiirus $v_R = 4$ m/sek.

Lahendus: Valime ülal $v_R = 4$ m/sek. ja tuleme sealt püstjoonega alla kuni lõikumiseni joonega $b = 85$ mm. Pöördume paremale kuni jooneni $v \cdot F_s$ (lõikekiirus \times laastu põiklõige).

Saame siis: Vertikaalselt alla-lubatava laastu põiklõike $F_s = 10$ mm²; horisontaalselt vasakule-lõikekiiruse $v = 14$ m/min.; horisontaalselt paremale-laastuhulk $v \cdot F_s = 140$ cm³/min.

Jõutarvitus = 5,8 HJ ehk 4,35 kW.

Mõlemal kirjeldatud diagrammil on maksivad eeldused, et treitav töötluse on küllalt stabiilne ja võimaldab ilma läbi paindumata ja oma kaju muutmata arvutada laastu lõikamist. Juhul, kui ta sellele ei vasta, määrab töötluse ise lubatava laastu põiklõike suuruse.

Jahutus ja jahutusained.

Metallide töötlemisel (laastu eraldamisel) tekkiv soojus mõjub kahjulikult lõiketerale. Seepärast võime kunstliku jahutuse abil treitera lõikekiirust tõsta umbes 40% võrra või jäädes endise kiiruse juurde, treitera iga vastavalt pikendada. Ühtlasi annavad jahutus- ja määrdeained töötlusesemele sageli hoopis puhtama välispinna.

Tabel 7. Treimisel kasutatavad jahutusained.

	Raud ja pehme teras	Tööriista-terras	Legeeritud teras	Terasvalu ja tempervalu	Malm	Valgevask	Pronks	Punane vask	Alumiinium	Duralumiin	Silumiin
Ruppimine	E	E	E	E	E	E Öhk-jahutus	E Öhk-jahutus	E	E	Kui-valt	E
Peentreimine	Peentööde jaoks petrooleum	Naeri-öli või petrooleum	Nae-riöli	Kui-valt	Kui-valt	Kui-valt	Kui-valt	Kui-valt	Kui-valt, petrooleum või tärpentin	Pet-roo-leum	Nae-riöli

Märkus: E = puurõliemulsioon.

Puurõli läheb lahku harilikest õlidest seepoolest, et ta veega segatult emulgeerub, s. o. tekivad mikroskoopiliselt väikesed vees ujuvad rasvakuulikesed, ja saame piimasarnase valge vedeliku, mis hästi jahutab ega lase seejuures roostet tekkida.

Tavaliselt kasutatakse puurõliemulsiooni, mis koosneb 1 osast puurõlist ja 9 osast külmast veest. Pehme terase treimiseks soovitatakse veel järgmist segu: 2 kg rohelist seepi ja 3 kg kristallilist soodat 100 liitri vee peale.

Paremad treipingid on enamasti varustatud jahutusseadmega, s. o. jahutusvedeliku pumbaga ja vannisarnase kausiga laastude ja jahutusvedeliku püüdmiseks. Rihmveoga treipinkide juures käitatakse pump samuti eraldi rihma abil. Pumba tüübiks on hammasrataspump, s. o. vedeliku tõstmine toimub pöörleva hammasrattapaari abil.

Uuemad üksikveoga treipingid seevastu on varustatud tsentrifugaalpumpadega ja nende käitamine toimub väikeste eraldi elektrimootorite abil.

Töötluspinna puhtus ja löikekiirus.

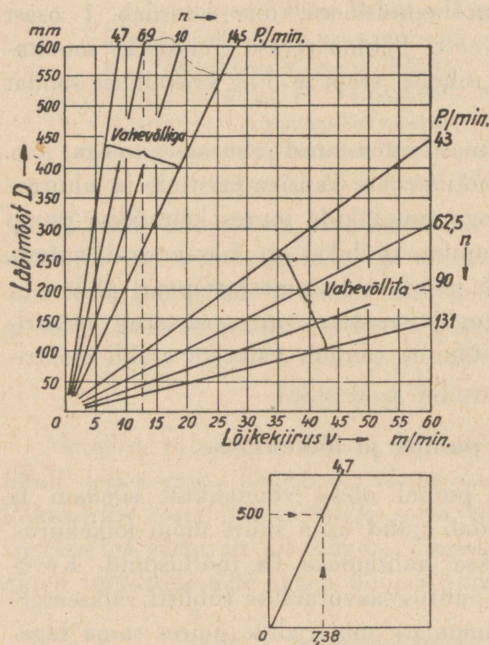
On soovitav, et treitaval pinnal oleks võimalikult siledam ja puhtam välispind. Sellele avaldab nüüd üsna suurt mõju löikekiirus. Viimase tõusuga muutub märksa puhtamaks ka töötluspind. Kõvemate materjalide puhul pinna puhtus saavutatakse tublisti väiksemate löikekiirustega, kui see on pehmemate materjalide juures sama tagajärje saavutamiseks tarvilik. Katseil näit. pehme süsinikteras, tõmbetugevusega 35 kg/mm², tuli selleks, et saada siledat pinda treida löikekiirusega 40 m/min., kusjuures ettenihe s oli 1,2 mm ja laastu sügavus 2 mm. CrNi-teras, tõmbetugevusega 70 kg/mm², sama laastu põiklõike juures vajab samaks otstarbeks aga ainult löikekiirust 20 m/min.

Üldiselt sarnaselt nagu löikekiirus mõjub ka laastupõiklõige: mida suurem on viimane, seda väiksema löikekiirusega saavutatakse ka puhas töötluspind.

Kirjeldatud nähtuse põhjuseks on asjaolu, et suuremate löikekiiruste puhul tekib nagu pidevalt voolav laast, väiksemate kiiruste puhul seevastu laast eraldub murenedes, mis ei jäta mõju avaldamata ka töötluspinna siledusele.

Treipingi löikekiirus kiirtediagrammina.

Eespool toodud arutlustest on selge, kuivõrd tarvilik on teada kasutatava treipingi tööspindli pöörete arve. Neid on kasulik ära



Joon. 28. Treipingi kiirtediagramm.

mõõta ja üles märkida, sest nii arvutuste läbiviimisel kui ka sellekohaste tabelite koostamisel tekib meil nende järele otsekohe vajadus.

Enamikul astmeseibidega treipinkidel on 4 astet ja peale selle vahetsoon, mis võimaldab kiiruste arvu kahekordistada, – saame seega kokku 8 kiirusastet.

Valime näiteks ühe säärase astmeseibidega treipingi, mille tööspindli kiirused on 131; 90; 62,5; 43, ja vahetsooniga 14,5; 10; 6,9 ja 4,7 pöörat minutis. Graafiliselt paberile kantuna moodustavad need nn. „kiirtediagrammi” (joon. 28), mille ehitamine toimub järgmiselt:

Kõigepealt joonistame ruudulise joontevõrgu ja tähendame ära alumisel serval löikekiirused m/min., vasakpoolsel serval aga töötlusese läbimõõdud d millimeetris. Loomulikult ei tarvitse need piirduda näites toodud arvudega, vaid läbimõõdud võivad olla ka suuremad, nagu 650, 700 mm jne. Sama on maksev ka löikekiiruste kohta, mida vajaduse korral võib edasi viia kuni 120 m/min.

Edasi tuleb sisse kanda juba üksikud kiired. Seks otstarbeks valitakse mingi vaba läbimõõt, näit. 500 mm. Kui töötlusese läbimõõt on 500 mm, siis on tema übermõõt $d \cdot \pi = 500 \cdot 3,14 = 1570 \text{ mm} = 1,57 \text{ m}$. Töötlusese ühe pöörde puhul eraldatakse seega 1,57 meetri pikkune laast ja 4,7 pöörde puhul $1,57 \cdot 4,7 = 7,38 \text{ m}$.

Kui treipink teeb 4,7 pööret minutis, siis ka saadud laastu pikkus 7,38 m saavutatakse ühe minuti jooksul ja on seega lõikekiiruseks m/min. Arvu 7,38 otsime diagrammi alumiselt äärelt 5 ja 10 vahel ning saadud punktist läheme püstjoonega ülespoole. Arvust 500 diagrammi vasakpoolsel äärel läheme horisontaaljoonega paremale kuni püstjoone lõikumiseni. Uhendades nullpunkti saadud lõikepunktiga saame esimese kiire treipingi väikseima kiiruse jaoks. Teine kiir (6,9 pööret/min.): lõikekiirus = $500 \cdot 3,14 \cdot 6,9 = 10,83$ m/min. Tähendab: otsime diagrammi alumiselt äärelt 10,83, sealt püstitame püstjoone kuni 500 mm-le viidud horisontaaljoone lõikumiseni. Läbi lõikepunkti läheb teine kiir, tähistades treipingi järgmist kiirusastet = 6,9 pööret minutis.

Säärasel viisil leiame kõik üksikud 8 kiirt. Tuleb ainult silmas pidada, et suuremate kiirusastmete lõikepunktide arvutamisel tuleb töötlusese läbimõõduks valida kas 300 või 100 mm, vastasel korral nad ei satuks enam diagrammi pinnale.

Silmatorikav on diagrammis, et kiired asetsevad kahes grupis, kuna vahepeal on võrdlemisi suur tühi väli. Seletatav on see asjaoluga, et tegemist on vanematüübilise väikese kiirusega treipingiga. Moodsamail treipinkidel säärast suurt hüpet me ei leia üksikute kiirusastmete vahel.

Diagrammi praktiline rakendamine toimub järgmiselt:

Antud on näit. töötlusese, läbimõõduga 150 mm, lõikekiirus = 20 m/min. Leida pöörete arv.

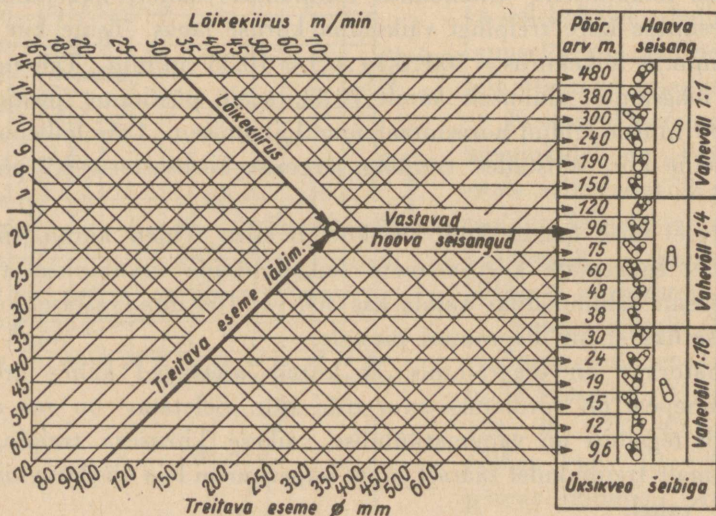
Lahendus: Diagrammi alumiselt äärelt otsime 20 m/min. ja läheme püstjoones ülespoole. Vasakpoolselt äärelt otsime 150 mm ja läheme horisontaaljoonega paremale. Mõlema joone lõikepunktist läheb läbi kiir 43, tähendab rihm tuleb asetada kõige väiksemale astmeseibile. vahevõlli kasutamata. Või on antud läbimõõt 80 mm, pöörete arv $n = 90$; leida sellele vastav lõikekiirus. Lahendus: Vasakult otsime 80 mm ja läheme horisontaaljoonega paremale kuni 90 lõikumiseni. Lõikepunktist alla tulles leiame vastava lõikekiiruse 23 m/min.

Uuemail treipinkidel, mis käitatakse üksikveorattaga või iseseisva elektrimootori abil, on tööspindli kiiruste reguleerimiseks hammasratas-ajam. Sel juhul kiiruste arv on enamasti suurem kui 8 ja nende vahetamine toimub vastava hoova või käepideme ümberlüümisega.

Enamasti on selliseil treipinkidel külge kinnitatud metallist silt, millele on märgitud hoovade asend ja sellele asendile vastava töö-

spindli kiirus. Uhtlasi on ära tähendatud ka löikekiirus, vastavalt tööt-
luseseme läbimõõdule.

Joonisel 29 on toodud säärane masina silt, mida kasutavad VDF
treipingi tehased. Oma lihtsuse ja ülevaatlikkuse tõttu aitab ta töö-
pingi seadeaega tublisti lühendada.



Joon. 29. VDF treipingi lõikekiiruse diagramm.

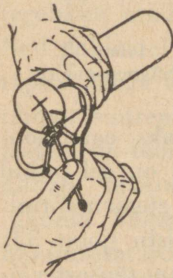
V. Mõõduriistad.

Uheks eelduseks täpsemate treimistööde teostamisel on korralikud mõõduriistad.

Lihtsamaks mõõduriistaks on taster, mis oma ehituselt võib olla sise- või välistaster. Esimest kasutatakse puurete, teist võllide mõõtmiseks.

Siinkohal olgu tähelepanu juhitud sellele, et mõõtmisi tastriga kui ka igasuguste teiste mõõduriistadega tuleb toimetada ainult töödeldava eseme paigalseismise ajal, mitte aga selle pöörlemisel (töötlemisel). Vastasel korral ei ole mõõtmised kunagi õiged ja mõõduriistad muutuvad varsti kõlbmatuks.

Et tastriga mõõtmisel vastavat mõõdet tuleb lugeda eraldi mõõtjoonlaualt, siis mõõtmise täpsus võib olla vahest ~ 0,5 mm, ning seega selline mõõtmisviis on kõlvuline ainult vähemtäpsete tööde juures.



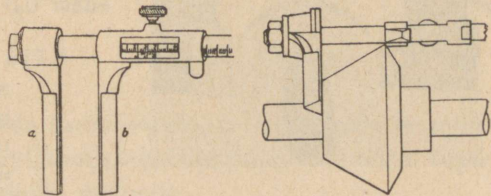
Joon. 30. Taster võllide tsentreerimiseks.

Taster, mida peale üldiste mõõtmistööde edukalt saab kasutada ka treitavate võllide tsentreerimiseks, on kujutatud joon. 30. Tastril on karastatud terasnoel. Viimane liigub liigenditega varustatud hoidjas ja jääb seetõttu tastriharude seisangust hoolimata ikka keskele.

Täpsust kuni 0,1 mm võimaldab nooniussega varustatud nihkkaliiber (supler). Viimased on ehituselt nihästi võllide kui ka puurete läbimõõtude, samuti puurete sügavuste mõõtmiseks. Treimistöödeks väga sobiv, mõõtepindele paralleelselt pööratavate harudega supler on kujutatud joon. 31. Nagu nähtub joonisel toodud näitest, on võimalik toimetada mõõtmisi mitmel viisil, nagu seda tavalise supleriga võimalik ei ole.

Suure läbimõõduga töötlusesemete mõõtmiseks on olemas erimõõduabinõud, sedasama võib saavutada aga ka hariliku supleriga, kui abiks võtta lihtne arvutus. Valem kujuneb järgmiseks:

$$D = \frac{\frac{L^2}{4} + h^2}{h}$$



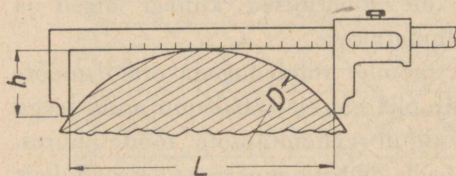
Joon. 31. Pööratavate harudega supler.

Tähistamisviis selgub joon. 32. Säärase mõõtmisviisi täpsus ei saa muidugi olla eriti suur.

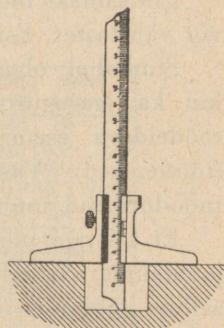
Näide: Mõõtmisel tavalise supleriga, mille harude pikkus $h = 50$ mm, selgus, et mõõt $L = 398$ mm, seega

$$D = \frac{L^2}{h} + h^2 = \frac{398^2}{50} + 50^2 \sim 842 \text{ mm}$$

Sügavmõõtmiseks võib kasutada suplerit, mis on varustatud sellekohase sügavmõõduvardaga.



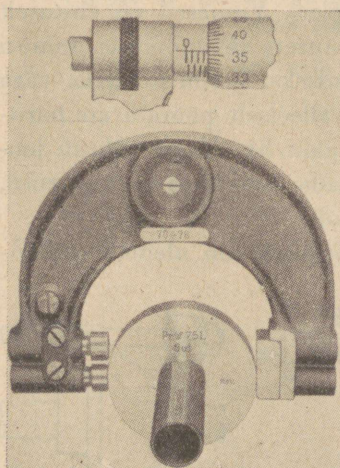
Joon. 32. Suurte läbimõõtude mõõtmine supleriga.



Joon. 33. Sügavusmõõtja.

Suuremate avauste puhul jääb supleri ots aga liiga kitsaks ega moodusta enam küllaldaselt mõõte aluspinda. Kasulikum on sel puhul võtta tarvitusele erilisi sügavmõõtmiseks kohastatud mõõduriistu (joon. 33).

Suplerist palju suuremat täpsust võimaldab mikromeeter. Selle mõõduriistaga võime mõõta läbimõõte juba täpsusega kuni 0,01 mm. Harilikult on mikromeeter ehitatud nii, et selle kruvikeerme tõus on $1/2$ mm, s. t. et ühe täispöördega liigub mikromeetri spindel edasi 0,5 mm võrra.



Joon. 34. Mikromeetri skaala ja harkkatsis.

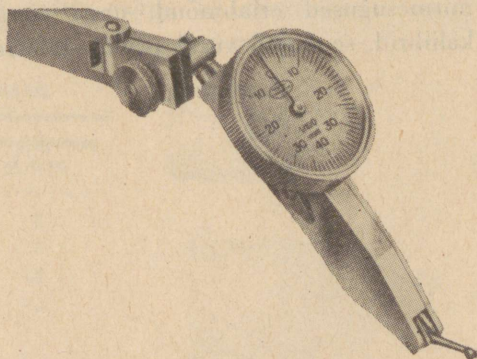
Näide: Joonisel 34 võime horisontaaljoonelt lugeda ära 3 mm ning allolevalt jaotustelt veel $1/2$ mm. Pöörlevale katile tõmmatud jaotustest ühtib varda nulljoonega 36. jaotus. Seega näitab mikromeeter $3,00 \text{ mm} + 0,50 \text{ mm} + 0,36 \text{ mm} = 3,86 \text{ mm}$.

Peale tavalise mikromeetri kasutatakse veel mitmesuguseid eri mikromeetreid näit. sisemiste läbimõõtude, puurete sügavuste, keermete läbimõõtude jne. mõõtmiseks.

Esemete massilisel valmistamisel, kus tööluseseme mõõt tohib kõikuda ainult kitsas piirimõõtude vahemikus, leiavad kasutamist nn. k a t s i s e d. Üks selline harkkatsis on näidatud joonisel 34. Säärane harkkatsis eriliste väga täpsete mõõduplaatide abil seatakse kindla mõõdu peale. Kui tuleb treida näiteks võll, mille läbimõõt peab olema $64_{-0,02}$ mm, siis harkkatsise väline mõõdunupp peab olema reguleeritud nii, et mõõduvahe oleks 64,00 mm, kuna sisemine seevastu on seatud 63,98 mm mõõdule. Mõõtmisel esimesest mõõduvahest võll peab minema läbi, teisest aga mitte.

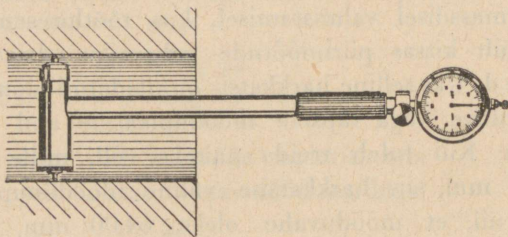
Katsise kasutamine, olgugi et see on võrdlemisi lihtne, nõuab teatavat vilumust. Teiseks ei saa me sel teel kindlaks teha eseme tegelikku mõõtu, vaid ainult kas ta asetseb piirimõõtude vahemikus. Neil põhjustel kerkis esile nõudmine mõõduriista järele, mille mõõdu täpsus oleks väga suur, käsitsemine aga veelgi lihtsam. Seda nõuet täidab suurepäraselt nn. m õ õ d u k e l l (joon. 35). Viimane kujutab taskukella-taolist riista, mille näitaja tavaliselt pannakse liikuma hammaslati ja rea hammasrataste või siis tigu kaudu. Mõõdukella näitamiste täpsus on enamasti 0,01 mm. Joonisel 35 kujutatud mõõdukella seade on eriti praktiline kasutamiseks treipingil. Teda on võimalik kinnitada näit. terahoidjasse, ja väljaulatava kuulipeaga varustatud hoovakese abil võime treipingil kontrollida, kas tööluseseme viskub, toimetada sisemõõtmisi, tsentreerimist ja muid sääraseid mõõtmisi. Kõik kuulihoovakese liigutused kantakse tugevasti suurendatult üle mõõdukella näitajale.

Mõõdukella saab otstarbekalt kasutada ka mitmesuguste puurete



Joon. 35. Mõõdukell.

sisemõõtmiseks. Kõik kõrvalekaldumised seademoõdust on mõõdukellal otsekohe nähtavad (joon. 36). Kirjeldatud mõõduriist võimaldab



Joon. 36. Sisemõõtmine mõõdukellaga.

siiski ainult võrdlevaid mõõtmisi, tema kasutamiseks vahetatavad mõõdupidemed reguleeritakse kas kontrollrõnga või mikromeetri abil nii, et kella osuti jääb nullpunkti. Edasisel mõõtmisel osuti väljalöömised ühele või teisele poole näitavad meile vastavalt puure suurenemist ja vähenemist juba $\frac{1}{100}$ millimeetris.

Peale kirjeldatud mõõduriistade leiavad kasutamist veel väga mitmesugused eriabinõud, nagu nurgamõõtjad, koonuste kontrollkalliibrid, seadmed vindi profiili kontrollimiseks jne.

VI. Mitmesuguseid treimisviise.

Pikitreimine (Tipptreimine).

Tipptreimise all mõistetakse tsentriliselt kahe kärnitipu vahele kinnitatud esemete töötlemist treipingil. Kärnitippudest asetseb üks pingi tööspindlis ja pöörleb koos viimasega, kuna teine asetseb kärnipukis ja tavaliselt seisab paigal.

Asudes treimisele tuleb kõigepealt ära märkida töötlusese karniasend. Seks otstarbeks võib edukalt kasutada eritastrit (vt. joon. 30). Edasi tuleb kärniasemed juba ette puurida ja kooniliselt süvendada.

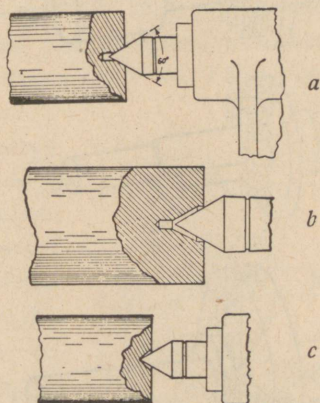


Joon. 37. Süvendpuur.

Sobivaks tööriistaks on eriline astmeline süvendpuur (joon. 37), aga viimase puudumisel võib kasutada ka harilikke spiraalpuure. Olenevalt töötlusese läbimõõdust tuleb valida ka süvendpuur vastava läbimõõduga, milleks juhiseid annab alljärgnev tabel.

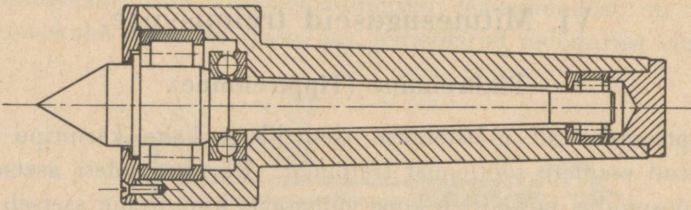
Tabel 8. Süvendpuuri mõõtmed.

Töötlusese Ø mm	Puuriotsa Ø mm	Süvendpuuri Ø mm
5 — 8	1,5	5
9 — 25	2,5	8
30 — 50	3	10
55 — 100	4	12

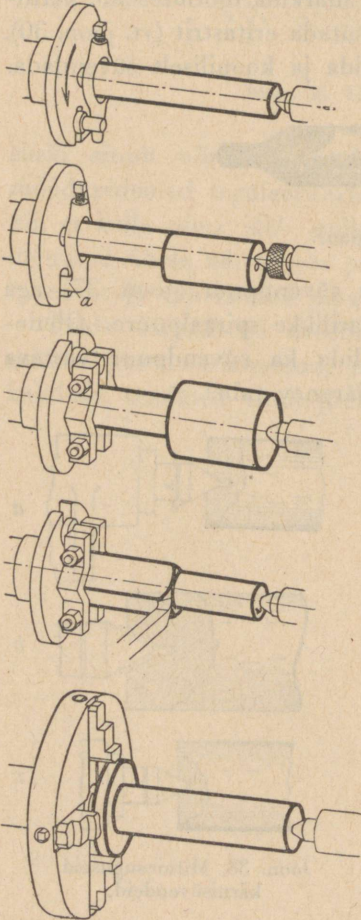


Joon. 38. Mitmesuguseid kärnisüvendeid.

Korralikult tööteldud kärnisüvendit kujutab joon. 38 a. Veaks tuleb lugeda, kui kärniasse puuritakse liiga sügavaks, mistõttu treipingi kärnitipp ei kannu korralikult treitavat eset (joon. 38 b) või jällegi süvendamine toimub ette puurimata, mille tagajärjel kärnipuki kärnitipp rikutakse võrdlemisi



Joon. 39. Pöörlev kärnitipp.



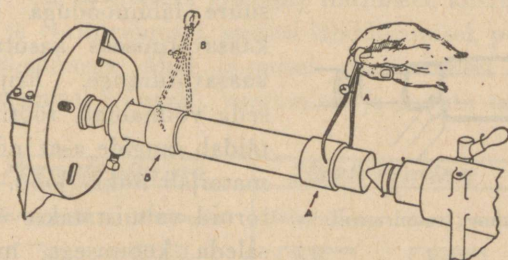
Joon. 40. Kaasavõturingide tüüpe.

kiiresti (joon. 38 c). Kulumise vältimiseks tuleb kärnipuki kärnitippu aeg-ajalt õliga määrada. Töötamisel suurte pöörrete arvuga ja ka raskemate esemete treimisel on kasulikum tarvitada pöörlevat, kuulidel jooksvat kärnipuki kärni, mille juures ei ole karta sissekulumist. Et võimaldada treitavil võllidel ka korralikku otsatreimist, löigatakse sageli kärnitipul üks külg maha, mistõttu treitera ulatub lõikama kuni tsentrini ega jäta järele mingit kärninuppu. Treitava eseme kaasavõtmiseks tipptreimisel kasutatakse väga mitmekujulisi kaasavõturinge (joon. 40). Tugevate ja eriti neljakandiliste võllide puhul on väga otsarbakad lamedast rauast painutatud kinnitusklambrid või siis kasutatakse kaasavõtmiseks plaanseibi (joon. 40).

Kuna treimisel on olulise tähtsusega, et mõlemad treipingi kärnitipud asetseksid täpselt tööspindli telgjoonel ega oleks omavahelisest ühtlusest välja nihutatud, siis on kasulik enne treimisele asumist teostada kontrolli järgmiselt:

Kärnide vahele asetatakse võll ja treitakse selle mõlemale otsale lühikesed

paksendid (joon. 41). Kui paksend *A* on mõõtu treitud, mõõdetakse see tastriga või mikromeetriga täpselt ära. Nüüd treitakse, treitera ette nihutamata ja samas asendis hoides, ka kaelakoht *B* üle. Kui kärnide asend on õige, siis peavad mõlemad paksendid olema võrdse

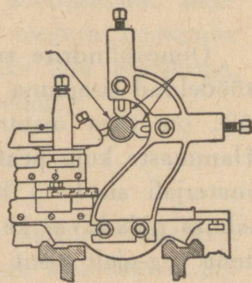


Joon. 41. Treipingi tippude kontroll.

läbimõõduga, vastasel korral tuleb viga kärnipuki nihutamiseega parandada. Kontrollvõll on soovitatav töötoas alal hoida.

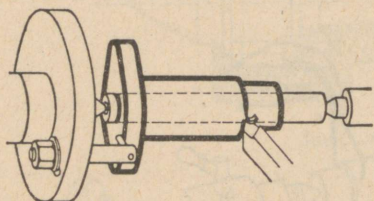
On vana treimise reegel, et treitavad esemed treipingil ei tohi viskuda. Neid tuleb seepärast enne treimisele asumist korraliku jooksu peale kontrollida ja, kui tarvis, õiendada. Kärnitippude vahele kinnitatud töötlusesemel märgitakse viskuv koht kriidiga ära, kuna tegelik õiendamine sünnib erilisel kruvispindliga varustatud õienduspressil. Võll asetatakse kahele terasest aluspakule ja pressi abil painutatakse ta tarviduse järgi läbi. Täiesti lubamatu on, kui õiendamiseks kasutatakse korralikku treipinki, sest et pingi täpsus selle all väga tugevasti kannatab.

Pikemate töötlusesemete toetamiseks kasutatakse tera löikerõhu või eseme omaraskuse mõju vältimiseks treimisel tööspindli ja kärnipuki vahel nihutatavat tugilaagrit ehk lünetti. Tuleb vahet teha paigalseisvate ja kaasaliikuvate lünettide vahel: neist esimene kinnitatakse treipingi süngi, teine aga suporti külge (joon 42). Toetuspakid asetuvad viimasel juhul kogu aja treitud pinnal, treitera vastas. Et võimaldada töötlusesemele paremat liikumist, varustatakse lünettide toepakkide otsad sageli terasrullidega.



Joon. 42. Kaasajooksev lünetti.

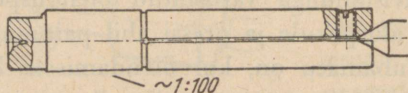
Tippude vahel on võimalik treida ka mitut liiki õõneskehasid, nagu pukse ja rõngaid, kui neid valmistatud avaga asetada treimistornile. Kaasavõtmine sünnib treitava eseme ja torni vahelise hõõrumise tagajärjel. Nõrkade tornide ja suure läbimõõduga töötlusesemete kaasavõtmiseks kasutatakse tavalisi kaasavõturange. Erijuhtumel, kui seda võimaldab töötluseseeme kuju, täidab rangide aset mõni väljaulatuv materjali nukk (joon. 43). Treimistornid valmistatakse enamasti hästi saleda koonusega, mis võimaldab



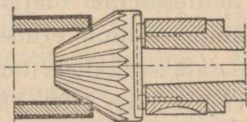
Joon. 43. Treimine treimistornil.

nende kergelt sisse- ja väljapressimist töötluseseeme avast. Praktilisemad on tornid joon. 44 kohaselt, varustatud silindrilise ja nõrgalt koonilise osaga. Silindriline osa on täpselt keskjoonel lõhki saetud ja pärast treitava eseme pealeasetamist aetakse ta kruvi abil mõõdukalt laiali. Soovitav on sel puhul kasutada pöörlevat kärnitippu. Korralikud treimistornid peavad olema karastatud ja lihvitud.

nende kergelt sisse- ja väljapressimist töötluseseeme avast. Praktilisemad on tornid joon. 44 kohaselt, varustatud silindrilise ja nõrgalt koonilise osaga. Silindriline osa on täpselt keskjoonel lõhki saetud ja pärast treitava eseme pealeasetamist aetakse ta kruvi abil mõõdukalt laiali. Soovitav on sel puhul kasutada pöörlevat kärnitippu. Korralikud treimistornid peavad olema karastatud ja lihvitud.



Joon. 44. Lõhkisaetud treimistorn.



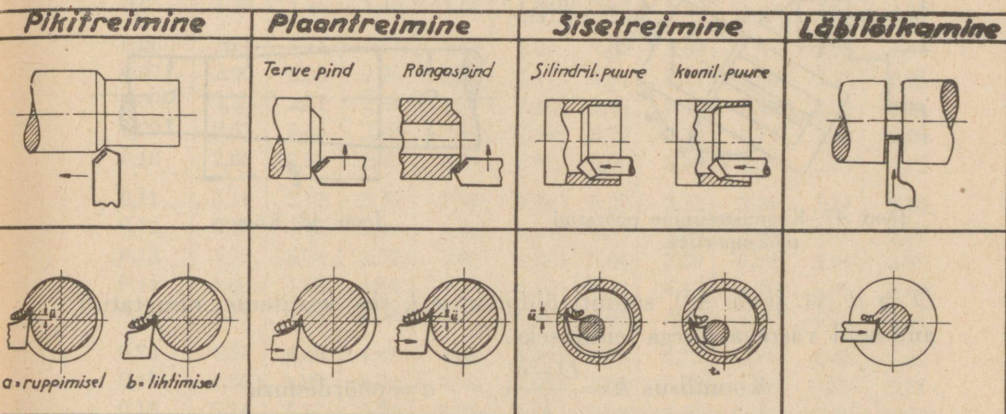
Joon. 45. Hambuline kaasavõtutorn.

Õõnessilindrite treimisel, eriti kui tsentreerimine sünnib toorelt töödeldud sisepinna järgi ja välispind tuleb treida korraga tervenisti üle, on väga otstarbekad hambulised kaasavõtutornid (joon. 45). Hammaste kuju peab neil olema säärane, et nad tungiksid ainult materjali sisse, ei hakkaks aga ise lõikama. Treimisel tuleb vaid silmas pidada, et kärnipuki tipp järele ei annaks, tarbe korral tuleb teda aeg-ajalt pisut järele pingutada.

Treitera kõrgus treimisel.

Treimisel on olulise tähtsusega treitera asetus töötluseseme telgjoone suhtes.

Üldine reegel on, et treitera lõiketera lihtimisel, keermelõikamisel, koonus-, plaan- ja vormtreimisel, samuti läbilõikamisel, peab asetsema töötluseseme telgjoonega ühel kõrgusel. Sisetreimisel (silindrilised puured), plaantreimisel (rõngad), ruppimisel ja soonte treimisel peab



Märkus: Mõõt $\bar{u} = 2/100$ töötluseseme läbimõõdust

Joon. 46. Treitera asetus telgjoone suhtes.

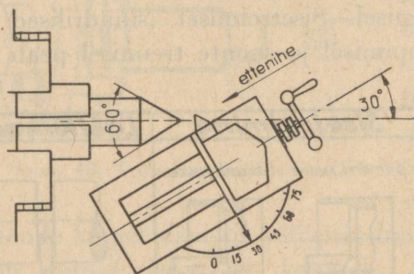
lõiketera seevastu asetsema töötluseseme telgjoonest natuke kõrgemal ja nimelt mõõdu \bar{u} võrra, kusjuures $\bar{u} = 2/100$ -le töötluseseme läbimõõdust (vt. joon. 46). Sel puhul ei ole karta treitera haakimist treitavasse materjalisse, juhul kui töötluseseme peaks läbi painduma, ja lisaks sellele laastude ärajooks sünnib hästi libedalt.

Koonustreimine.

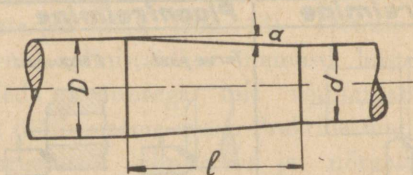
Põiksuporti pööramine. Sageli tekib vajadus kooniliste tappide ja puurete treimiseks. Lühemate järsemate koonuste puhul on see lahendatav sel teel, et suporti pealmist osa, nn. põiksuportit, mille alus on varustatud vastavate jaotustega, pööratakse teatava

nurga võrra. Silmas tuleb pidada, et pöördenurga suurus on vaid pool treitava nurga suurusest (joon. 47). Põiksuportile vajaliku ettenihke andmine sünnib käsitsi.

Kuna koonuse kraadi ei ole alati kerge määrata, küll on aga võimalik kindlaks teha koonuse suurimat ja vähimat läbimõõtu



Joon. 47. Koonustreimine pööratud põiksuportiga.



Joon. 48. Koonus.

D ja d (vt. joon. 48), samuti üldpikkust l , siis kasutame nimetatud andmeid vastava nurga leidmiseks.

$$\text{Koonilisus } k = \frac{D-d}{l}; \quad \alpha = \text{pöördenurk.}$$

Kui näit. $D = 60$ mm, $d = 50$ mm ja $l = 80$ mm, siis

$$k = \frac{60-50}{80} = \frac{10}{80} = 0,125.$$

k väärtust teades leiame tabelist 9 põiksuporti pöördenurga (α).

Tabel 9. Põiksuporti pöördenuk (α) olenevalt treitava
eseme koonilisusest (k).

$k = 2tga$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,02	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83
0,03	0,86	0,89	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06	1,09	1,11
0,04	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,29	1,31	1,34	1,37	1,40
0,05	1,43	1,46	1,49	1,51	1,54	1,57	1,60	1,63	1,66	1,69
0,06	1,71	1,74	1,77	1,80	1,83	1,87	1,89	1,91	1,94	1,97
0,07	2,00	2,03	2,06	2,09	2,11	2,14	2,17	2,20	2,23	2,26
0,08	2,29	2,31	2,34	2,37	2,40	2,43	2,46	2,49	2,52	2,54
0,09	2,57	2,60	2,63	2,66	2,69	2,72	2,74	2,77	2,80	2,83
0,10	2,86	2,89	2,92	2,94	2,97	3,00	3,03	3,06	3,09	3,12
0,11	3,14	3,17	3,20	3,23	3,26	3,29	3,32	3,34	3,37	3,40
0,12	3,43	3,46	3,49	3,52	3,54	3,57	3,60	3,63	3,66	3,69
0,13	3,72	3,74	3,77	3,80	3,83	3,86	3,89	3,92	3,94	3,97
0,14	4,00	4,03	4,06	4,09	4,12	4,14	4,17	4,20	4,23	4,26
0,15	4,29	4,32	4,34	4,37	4,40	4,43	4,46	4,49	4,52	4,54
0,16	4,57	4,60	4,63	4,66	4,69	4,72	4,75	4,78	4,80	4,83
0,17	4,86	4,89	4,92	4,94	4,97	5,00	5,03	5,06	5,09	5,11
0,18	5,14	5,17	5,20	5,23	5,26	5,28	5,31	5,34	5,37	5,40
0,19	5,43	5,45	5,48	5,51	5,54	5,47	5,60	5,62	5,65	5,68
0,20	5,71	5,74	5,77	5,80	5,82	5,85	5,88	5,91	5,94	5,97
0,21	5,99	6,02	6,05	6,08	6,11	6,14	6,15	6,19	6,22	6,25
0,22	6,28	6,31	6,33	6,36	6,39	6,42	6,45	6,48	6,50	6,53
0,23	6,56	6,59	6,62	6,64	6,67	6,70	6,73	6,76	6,79	6,81
0,24	6,84	6,87	6,90	6,93	6,96	6,98	7,01	7,04	7,07	7,10
0,25	7,13	7,15	7,18	7,21	7,24	7,27	7,29	7,32	7,35	7,38
0,26	7,41	7,44	7,46	7,49	7,52	7,55	7,58	7,60	7,63	7,66
0,27	7,69	7,72	7,75	7,77	7,80	7,83	7,86	7,89	7,91	7,94
0,28	7,97	8,00	8,03	8,05	8,08	8,11	8,14	8,17	8,19	8,22
0,29	8,25	8,28	8,31	8,33	8,36	8,39	8,42	8,45	8,47	8,50
0,30	8,53	8,56	8,59	8,62	8,64	8,67	8,70	8,73	8,75	8,78
0,31	8,81	8,84	8,87	8,89	8,92	8,95	8,98	9,01	9,03	9,06
0,32	9,09	9,12	9,15	9,17	9,20	9,23	9,26	9,29	9,31	9,34
0,33	9,37	9,40	9,43	9,45	9,48	9,51	9,54	9,56	9,59	9,62
0,34	9,66	9,68	9,70	9,73	9,76	9,79	9,82	9,84	9,87	9,90
0,35	9,93	9,95	9,98	10,01	10,04	10,06	10,09	10,12	10,15	10,18

Tabel 9 (järg).

$k = 2tg\alpha$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,36	10,20	10,23	10,26	10,29	10,31	10,34	10,37	10,40	10,43	10,45
0,37	10,48	10,51	10,53	10,56	10,59	10,62	10,65	10,67	10,70	10,73
0,38	10,76	10,79	10,81	10,84	10,87	10,90	10,92	10,95	10,98	11,01
0,39	11,03	11,06	11,09	11,12	11,14	11,17	11,20	11,23	11,25	11,28
0,40	11,31	11,34	11,36	11,39	11,42	11,45	11,47	11,50	11,53	11,56
0,41	11,58	11,61	11,64	11,67	11,69	11,72	11,75	11,78	11,80	11,83
0,42	11,86	11,89	11,91	11,94	11,97	12,00	12,02	12,05	12,08	12,11
0,43	12,13	12,16	12,19	12,22	12,24	12,27	12,30	12,33	12,35	12,38
0,44	12,41	12,43	12,46	12,49	12,52	12,54	12,57	12,60	12,63	12,65
0,45	12,68	12,71	12,73	12,76	12,79	12,82	12,84	12,87	12,90	12,93
0,46	12,95	12,98	13,01	13,03	13,06	13,09	13,12	13,14	13,17	13,20
0,47	13,22	13,25	13,28	13,31	13,33	13,36	13,39	13,41	13,44	13,47
0,48	13,49	13,52	13,55	13,58	13,60	13,63	13,66	13,68	13,71	13,74
0,49	13,76	13,79	13,82	13,84	13,87	13,90	13,93	13,95	13,98	14,01
0,50	14,03	14,06	14,09	14,12	14,14	14,17	14,20	14,23	14,25	14,28
0,51	14,31	14,33	14,36	14,39	14,41	14,44	14,46	14,49	14,52	14,54
0,52	14,57	14,60	14,63	14,65	14,68	14,71	14,73	14,76	14,79	14,82
0,53	14,84	14,87	14,89	14,92	14,95	14,97	15,00	15,03	15,07	15,09

Esimeses püstsambas on antud k väärtus kahekohalise arvuna, kuna kolmas koht on toodud ülemises horisontaalreas. Käesoleval juhul $k = 0,125$ jaoks leiame esimeses püstreas 0,12 ja horisontaalreas 5 all, kuid 0,12 kõrgusel arvu 3,57. Nimetatud arvu, s. o. 3,57 kraadi võrra tuleks seega pöörata põiksuportit.

Juhul kui on antud suporti pöördenurk a ja sellest soovitakse leida D , d või l , tuleb tabelist leida antud nurgale vastav k suurus ning edasi leiame otsitud suurused järgmiselt:

$$D = k \cdot l + d$$

$$d = D - k \cdot l$$

$$l = \frac{D - d}{k}$$

Näide: Kui suporti seadenurk $= 15^\circ$, siis tabeli järgi $k = 0,536$.

Kui $d = 40$ mm ja $l = 100$ mm, siis

$$D = 0,536 \cdot 100 + 40 = 53,6 + 40 = 93,6 \text{ mm}$$

Kui aga on antud, et $D = 120$ mm ja $l = 200$ mm, siis 15° suporti pöördnurga juures $d = 120 - 0,536 \cdot 200 = 120 - 107,2 = 12,8$ mm. Kui nõutakse, et $D = 120$ ja $d = 80$ mm, siis on

$$l = \frac{120 - 80}{0,536} = \frac{40}{0,536} = 74,6 \text{ mm}$$

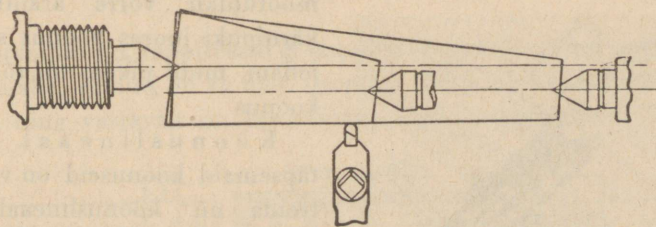
Koonustreimisel vastaspesaga kokkusobitamine on sageli võrdlemisi tülikas, sest viimase laastu sügavuse leidmine katselisel teel on üsna aegaviitev. Alljärgnevalt lihtne arvestusviis, mis selle juures võib kasulik olla:

Olgu koonus järgmiste mõõtmetega: peenem ots 15 mm, jämedam ots 25 mm, koonuse pikkus 100 mm. Nimetatud koonus tuleb kokku sobitada vastas-koonuspesaga (kaliibriga), koonus ulatub välja 2,3 mm. Missuguse laastusügavusega tuleb koonus üle treida, et ta täpselt kokku sobiks koonuspesaga?

$$\text{Tõus 1 mm peale on} = \frac{\text{pool koonuse tõusu}}{\text{koonus pikkus}} = \frac{25 - 15}{2 \cdot 100} = 0,05 \text{ mm}$$

Pikkusele 2,3 mm, seega $0,05 \cdot 2,3 = 0,115$ mm, mis oleks sobivaks laastusügavuseks.

Kärnipuki nihutamine. Pikemate koonuste treimine põiksuporti pööramise teel ei ole võimalik, sest viimase käik on püüratud; sääraste koonuste treimiseks kasutatakse seepärast järgmist



Joon. 49. Koonustreimine kärnipuki äranihutamisega.

võtet: Kärnipuki ülemine pool on nihutatav treipingi sängile risti suunas. Sääraselt algseisust äranihutatud kärnipuki kärnitipul ja töösindli tipu vahel treitud töölusesemel on kooniline kuju (joon. 49).

Kärnipuki äranihutamise mõõtu määrame järgmiselt:

- 1) Kui koonus tuleb treida terve töötluseseme pikkuses, siis tuleb kärnipukk nihutada paigalt suuruse a võrra, kusjuures

$$a = \frac{D-d}{2}; \quad D = \text{koonuse suurim läbimõõt,} \\ d = \text{„ väikseim „}$$

- 2) Kui aga näit. pikemal võllil ainult ots tuleb varustada koonusega, siis jagame töötluseseme üldpikkuse treitava koonuse pikkusega ja saadud arvu korrutame arvuga, mille saame, kui koonuse suurema ja väiksema läbimõõdu vahe jagame pooleks. Lõppresultaat on mõõt, mille võrra tuleb nihutada kärnipukki.

Või lühemalt: $a = \frac{L \cdot (D-d)}{2 \cdot l} = \text{mm, kusjuures}$

a = mõõt (mm), mille võrra tuleb nihutada kärnipukki.

L = terve võlli pikkus mm

l = koonuse „ „

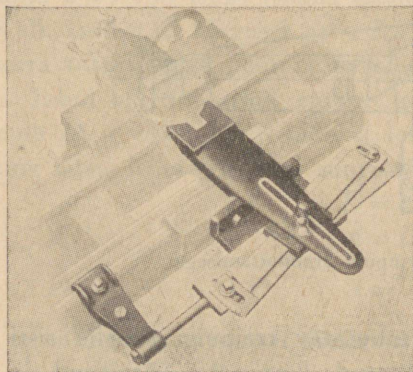
D = koonuse suurim läbimõõt mm

d = koonuse väikseim läbimõõt mm

Näide: Kui $L = 1000$ mm, $l = 100 \dots$, $D = 50$ mm, $d = 45$ mm,

$$\text{siis } a = \frac{1000 \cdot (50 - 45)}{2 \cdot 100} = \frac{5000}{200} = 25 \text{ mm.}$$

Tuleb märkida, et säärane koonustreimine ei ole eriti täpne, sest pöörlemine kahe mitte ühel joonel asetseva kärni vahel ei toimu täiesti korrapäraselt. Nagu näha ka joonisest, on ühe ning sama mõõtühiku võrra äranihutatud kärnipuki juures koonus seda saladam, mida pikem on töödeldav koonus.



Joon. 50. Koonuslineaal.

Koonuslineaal. Hoopis täpsemaid koonuseid on võimalik treida nn. koonuslineaali, s. o. treipingi sāngi külge ehitatud eraldi seadme abil (joon. 50). Nagu joonisest näha, on põiksuport siibri abil ühendatud kindla nurga võrra kallutatava lineaaliga.

Kui suportile juhtspindli abil anda automaatne ettenihe, siis põiksuport, olles lülitatud lineaaliga, saab ka nõutava põik-ettenihke, mille lõppresultaadina saame täpse koonuse. Töötamisel koonuslineaaliga tuleb silmas pidada, et põiksuporti spindel oleks lahti ühendatud, sest vastasel korral põiksuport ei saaks järgneda lineaali juhtimisele.

Seademõõt, s. o. mõõt, mille võrra koonuslineaal tuleb pöörata kindla koonuse treimiseks, leitakse järgmiselt:

$$\text{kui seademõõt} = S \text{ mm}$$

$$\text{treitava koonuse tõus} = a \text{ mm}$$

$$\text{koonuslineaali pikkus} = b \text{ mm}$$

$$\text{treitava koonuse pikkus} = l \text{ mm,}$$

$$\text{siis } S = \frac{a \cdot b}{2 \cdot l} = \text{mm}$$

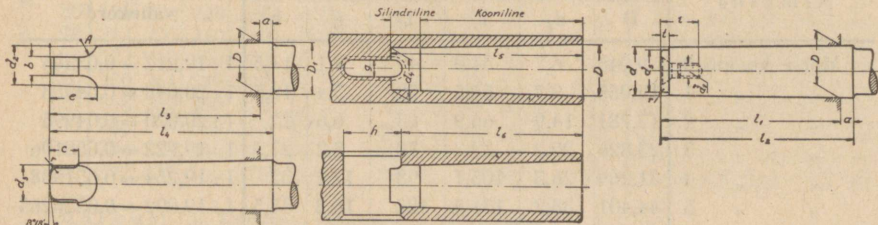
Näide: Treida koonuslineaali abil koonus, mille pikkus on 105 mm, koonuse tõus 1:15 ja koonuslineaali pikkus 750 mm. Kui suur on seademõõt? Et koonuse tõus ei ole antud millimeetreis, siis tuleb see leida kõigepealt.

$$\text{Koonuse tõus: koonuse pikkus} = 1:15, \text{ siit koonuse tõus} = \frac{105}{15} = 7 \text{ mm.}$$

$$\text{Seademõõt } S = \frac{a \cdot b}{2 \cdot l} = \frac{7 \cdot 750}{2 \cdot 105} = 25 \text{ mm.}$$

Meetriline ja morse koonus.

Spiraalpuurid, tappfreesid ja muud säärased tööriistad omavad sageli koonussaba, samuti on ka näit. treipingi tööspindel varustatud koonuspesaga ning vastavalt on koonusekujulised ka kärnitipud. Et säärased



Joon. 51. Morse koonus.

koonused ei või olla juhuslikud, siis on nad normitud ja säärastena koondatud tabelleisse. Rohkesti kasutatakse morse koonuste tabelit, kuid selle kõrval esineb üsna sageli, eriti Euroopa maades, ka meetriline koonuste norm. Allpool on toodud morse koonuste tabel.

Tabel 10. Morse koonuste mõõtmed.

Nimetus	K o o n u s t a p p									
	D	D ₁	d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₅	l ₁	l ₂	l ₃
Morse koonus 0	9,045	9,212	6,401	—	6,115	5,9	5,5	50,8	54	56,3
" " 1	12,065	12,239	9,371	M 6	8,973	8,7	8	54	57,5	62
" " 2	17,781	17,981	14,534	M 10	14,060	13,6	13	65	69	74,5
" " 3	23,826	24,052	19,760	1/2"	19,133	18,6	18	81	85,5	93,5
" " 4	31,269	31,544	25,909	5/8"	25,156	24,6	24	103,2	108,5	117,7
" " 5	44,401	44,732	37,470	3/4"	36,549	35,7	35	131,7	138	149,2
" " 6	63,350	63,762	53,752	1"	52,422	51,3	50	184,1	192	209,6
" " 7	83,061	83,555	69,853	1 3/8"	68,215	66,8	65	254	263,5	285,5

Nimetus	K o o n u s t a p p								
	l ₄	a	b	c	e	i	R	r	t
Morse koonus 0	59,5	3,2	3,9	6,4	10,4	—	4	1	2,5
" " 1	65,5	3,5	5,2	9,5	14,6	15	5	1,25	3
" " 2	78,5	4,0	6,3	11,1	17,1	20	6	1,5	4
" " 3	98	4,5	7,9	14,3	21,3	30	7	2	4
" " 4	123	5,3	11,9	15,9	24,9	35	9	2,5	5
" " 5	155,5	6,3	15,9	19,0	30,0	45	11	3	6
" " 6	217,5	7,9	19,0	28,6	45,6	60	17	4	7
" " 7	295	9,5	28,5	35,0	55,0	80	20	5	8

Nimetus	K o o n u s h ü l s s						Koonuse vahekord
	D	d ₄	l ₅	l ₆	g	h	
Morse koonus 0	9,045	6,7	51,9	49	4,1	14,5	1 : 19,212 = 0,05205
" " 1	12,065	9,7	55,5	52	5,4	18,5	1 : 20,048 = 0,04988
" " 2	17,781	14,9	66,9	63	6,6	22	1 : 20,020 = 0,04995
" " 3	23,826	20,2	83,2	78	8,2	27,5	1 : 19,922 = 0,050196
" " 4	31,269	26,5	105,7	98	12,2	32	1 : 19,254 = 0,051938
" " 5	44,401	38,2	134,5	125	16,2	37,5	1 : 19,002 = 0,0526265
" " 6	63,350	54,8	187,1	177	19,3	47,5	1 : 19,180 = 0,052188
" " 7	83,061	71,1	257,2	241,5	28,8	67	1 : 19,231 = 0,052

Tabel 11. Meetrilise koonuse mõõtmed.

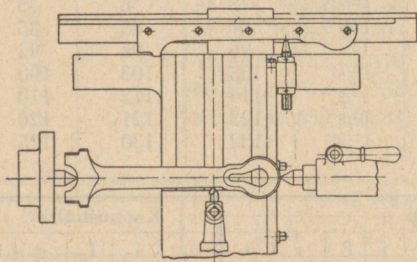
Nime- tus	K o o n u s t a p p						
	D	D ₁	a	d ₁	d ₂	d ₃	d ₅
4	4	4,1	2,85	—	—	—	2
6	6	6,15	4,4	—	—	—	3,5
9	9	9,2	6,5	—	6,2	6	5,5
12	12	12,2	9,4	M 6	9	8,5	8
18	18	18,2	14,5	M 10	14	13,5	13
24	24	24,2	19,6	1/2"	19	18	18
32	32	32,2	26,7	5/8"	26	25	24
40	40	40,2	33,8	3/4"	33	32	30
50	50	50,25	42,9	3/4"	42	41	40
60	60	60,3	52,0	1"	51	49	48
70	70	70,35	61,1	1"	60	58	58
80	80	80,4	70,2	1 3/8"	69	67	65
90	90	90,45	79,3	1 3/8"	78	76	75
100	100	100,5	88,4	1 3/8"	87	85	85
110	110	110,55	97,5	1 3/8"	96	94	92
120	120	120,6	106,6	1 3/8"	105	103	100
130	130	130,65	115,7	1 1/2"	114	112	110
140	140	140,7	124,8	1 1/2"	123	121	120
150	150	150,75	133,9	1 1/2"	132	130	125

Nime- tus	K o o n u s t a p p													Koonushüls				
	1 ₁	1 ₂	1 ₃	1 ₄	a	b	c	c	i	R	r	t	d ₄	1 ₅	1 ₆	g	h	
4	23	25	—	—	2	—	—	—	—	—	0,5	2,2	3	25	21	2,5	8	
6	32	35	—	—	3	—	—	—	—	—	0,5	2,5	4,6	34	29	3,5	12	
9	50	54	56	60	4	3,9	6	10	—	4	1,0	2,5	6,7	52	49	4,3	17	
12	52	56	60	64	4	5	8	13	15	5	1,25	3	9,7	54	51	5,3	20	
18	70	74	80	84	4	6,5	10	16	20	6	1,5	4	14,8	72	68	6,8	24	
24	88	92	100	104	4	8	12	19	25	7	2,0	4	20,0	90	85	8,3	28	
32	106	110	120	124	4	11	14	23	30	9	2,5	5	27,2	109	103	11,3	32	
40	124	128	140	144	4	14	16	27	40	11	3	5	34,4	127	119	14,3	36	
50	142	147	160	165	5	17	18	32	40	14	3	6	43,6	145	136	17,3	40	
60	160	166	180	186	6	20	20	37	50	17	4	7	52,9	164	153	20,3	44	
70	178	185	200	207	7	23	22	42	50	20	4	8	62,1	182	170	23,3	48	
80	196	204	220	228	8	26	24	47	60	23	5	8	71,4	200	186	26,3	52	
90	214	223	240	249	9	29	26	52	60	26	5	9	80,6	219	204	29,3	56	
100	232	242	260	270	10	32	28	58	60	30	6	10	89,9	237	220	32,3	60	
110	250	261	280	291	11	35	30	63	60	33	6	10	99,2	255	236	35,3	64	
120	268	280	300	312	12	38	32	68	60	36	6	11	108,4	274	254	38,3	68	
130	286	299	320	333	13	41	34	73	65	39	8	12	117,7	292	270	41,3	72	
140	304	318	340	354	14	44	36	78	65	42	8	13	126,9	310	286	44,3	76	
150	322	337	360	375	15	47	38	83	65	45	8	14	136,2	329	305	47,3	80	

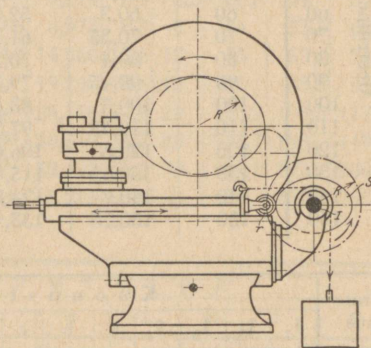
Märkus: 1. Koonuse vahekord 1:20 = 0,05
 2. Mõõdud millimeetris
 3. Tähtede seletus vt. joon. 51

Kopeertreimine.

Juhul kui kõverjoonelise profiiliga esemeid tuleb treida suuremal arvul, on kasulik seda teha kopeerimise teel. Selleks kasutatav seade on üldiselt sarnane juba varem kirjeldatud koonuslineaaliga, lineaali aset täidab siin vaid kujušabloon (joon. 52). Suporti pikikäitamiseks kasutatakse tõmbespindlit. Plaankäitamise otstarbel põiksuportile kinnitatud juhtpide või rull toetub vastu kujušablooni ja selles asendis hoitakse ta pidevalt raskuse või vedru abil. Põiksuportile kinnitatud



Joon. 52. Kopeeršabloon.



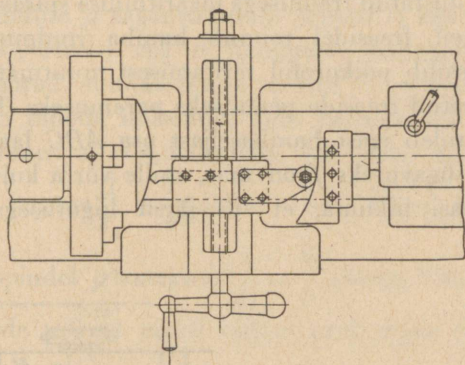
Joon. 53. Ovaaltreimine.

tera on sunnitud kõik juhtrulli liikumised kaasa tegema ja kopeerib sel viisil soovitud kuju ka töötlusesemele. Põiksuporti spindel tuleb kopeertreimise ajaks lahti ühendada või siis täiesti välja võtta.

Teatava liigi kopeertreimist moodustab ka ovaaltreimine. Joon. 53 on kujutatud ovaalsete esemete treimiseks sobitatud treipink. Kujušablooni aset täidab siin pöörlev ovaalne rull, mis oma liikumise saab treipingi tööspindlilt hammasrataste R ja vaheratta kaudu. Põiksuport koos juhtrulliga r tõmmatakse raskuse abil pidevalt vastu ovaalset rulli S . Põiksuporti kütkelise liikumise tagajärjel kantakse siis ovaalne kuju üle ka töötlusesemele.

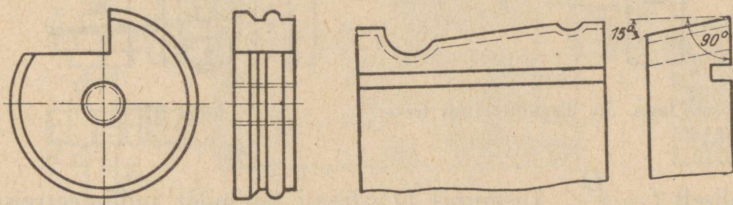
Juhul kui töötluseseme kuju ei ole väga keeruline, on mõnel juhul võimalik ka lihtsamate abinõudega toime saada. Joon. 54 on kopeeršabloon kinnitatud kärnipukile, kuna vastav hoidja ühes rulliga

on omakorda kinnitatud suporti külge. Rull, joostes šablooni pinda mööda, kannab üle soovitud kuulipinna töötlusesemele.



Joon. 54. Kopeertreimine šablooni abil.

Väiksemate osade puhul kopeertreimise asemel kasutatakse sageli kujutreimist, s. o. treitera antakse treitava eseme täpne vastaskuju (joon. 55). Sageli kasutatakse säärast treimisviisi just valgevase kui

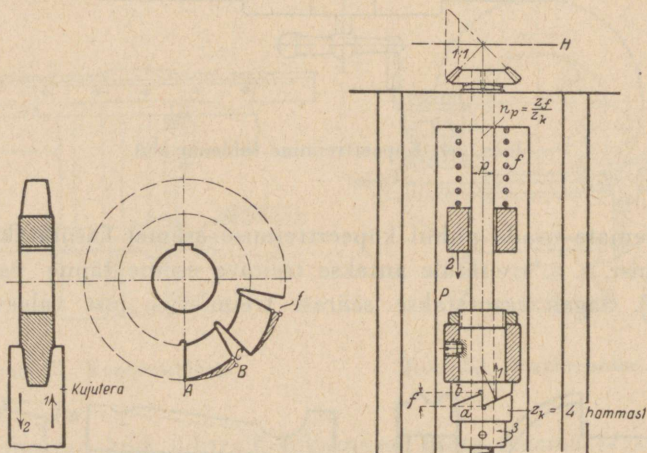


Joon. 55. Kujuterad.

ka teiste metallide treimisel, eriti revolver- ja automaatrevolver-pinkidel. Treitera sel juhul on enamasti kettakujuline ja selle äär moodustab soovitud profiili, mida ei muuda ega moonuta ka treitera teritamine (joon. 55). Kettakujuliste kujuterade puhul löike tasapind peab asetsema ketta tsentrist veidi madalamal.

Taganttreimine (Kukaldamine).

Taganttreitud freesideks nimetatakse sääraseid, millede hammaste selgpind on moodustatud treimisega logaritmilise spiraali järgi (joon. 56). Et teritamine neil freesidel toimub hamba rindpinda lihvides, siis säärasel freesil säilib põikprofiil teritamisest muutmatuna, mida tuleb lugeda taganttreitud freeside peamiseks paremuseks. Freesi hammaste taganttreimisel tuleb igast hambaseljast osa ABC laastudeks muuta. Taganttreimise sügavuseks f on maa, mille võrra kujutera iga hamba puhul peab edasi liikuma, et siis järsu liigutusega tagasi karata.

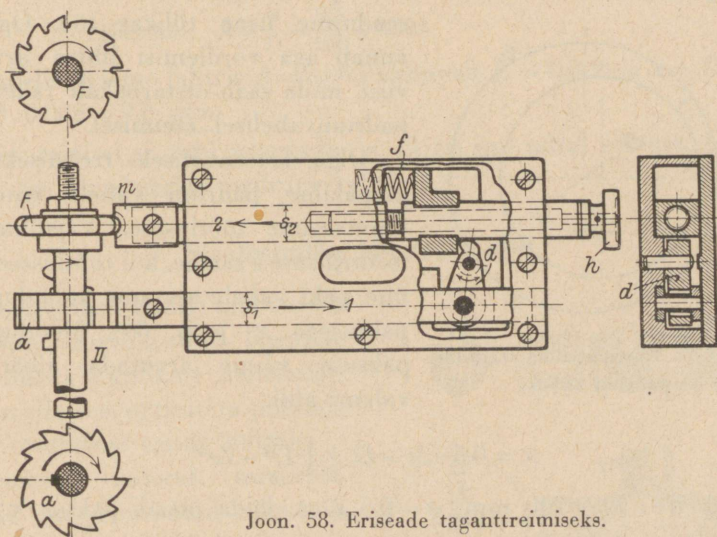


Joon. 56. Taganttreitud frees.

Joon. 57.

Tavaliselt $f = \frac{D}{2 \cdot z}$, kusjuures D = freesi läbimõõt millimeetris, z = freesi hammaste arv. Näit. freesil, mille läbimõõt 75 mm ja hammaste arv 18, on $f = \frac{75}{2 \cdot 18} \cong 2$ mm. Põiksuporti tõukelist ettenihet võimaldavad erilised taganttreimise ehk kukaldamise pingid. Säärsed treipingid üldjoontes sarnlevad tavaliste treipinkidega vaid selle erandiga, et neil peale juhtspindli sängi tagumisel poolel on veel eriline taganttreimise spindel. Viimase ülesandeks on anda erilise mehhanismi

abil põiksuportile tõukeline ettenihe. Nimetatud mehhanism koosneb plaansuporti spindlile p kindlalt ühendatud hammassidurist a (joon. 57) ja vastassidurist b , mis omakorda on kinnitatud plaansuportile P . Kui nüüd spindlile p taganttreimise spindli H kaudu antakse pöörlev liikumine, siis suruvad osa a hammaste kallakpinnad plaansuporti P ühega märgitud suunas, kuna vedru F , niipea kui hambaotsad teineteisest mööda libisenud, teda vastassuunas 2 tagasi tõukab. On hammassiduril $z_k = 4$ hammast, siis peab spindel p iga freesi hamba jaoks tegema $\frac{1}{z_k} = \frac{1}{4}$ pööret. Kui freesi hammaste arv on z_f , siis teeb spindel p vastavalt $\frac{z_f}{z_k} = \frac{z_f}{4}$ pööret. Vahetusrattail, millede arvutuse juurde tuleme tagasi hiljem, peab seega olema üleande suhe $\frac{z_f}{z_k}$; kui freesi hammaste arv on 15, siis käesoleval juhtumil see oleks $\frac{15}{4}$.



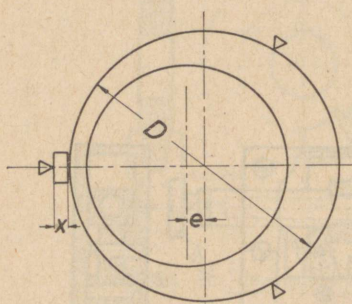
Joon. 58. Eriseade taganttreimiseks.

Nagu eeltoodust näha, vajame taganttreimiseks erilist treipinki. Selleks, et ka tavalistel treipinkidel oleks võimalik läbi viia tööriistade

taganttreimist, ehitab näit. firma Th. Westphal lihtsa pingi peale monteeritava eriseadme (joon. 58). Taganttreitav frees F asetatakse tornile II , viimane kinnitatakse treipingi tippude vahele ja aetakse ringi kaasavõturingide abil. Ratas a iga oma hambaga lükkab l suunas tagasi juhtkangi s . Seejuures hoob d lükkab juhtkangi s_2 ühes kujuteraga m suunas 2 ette, mille tagajärjel sünnib freesi hamba taganttreimine. Niipea kui üks hammas rattast a on möödunud juhtkangist, surub pinge all olev vedru f treitera tagasi ja juhtkangi s_1 uuesti ette. See kordub iga freesi hamba juures. Freesil F ja rattal a peab seepärast olema ühepalju hambaid. Käsiratta h abil on võimalik treitera ulatust töötleseme suhtes täpselt välja reguleerida.

Ekstsentriline treimine.

Mitmesuguste ekstsentriliste treimist toimetatakse enamasti märkimise järgi. Väikese ekstsentrilisuse puhul aga on töötleseme ülesseadmine üsna tülikas töö. Ogloblin annab aga võrdlemisi lihtsa arvutusviisi, mida saab otstarbekalt rakendada padrunitvahelisel treimisel.



Joon. 59. Ekstsentriline treimine padruni vahel.

Olgu ekstsentriliseks treimiseks kolmepakilise padruni vahele kinnitada ümmargune töötleseme. Vajaliku ekstsentrilisuse e saame, kui töötleseme ja ühe paki vahele asetame mõõduplaadi paksusega x (joon. 59). Mõõduplaadi paksuse võime arvutada alljärgneva valemi abil:

$$x = 0,5 (3e - D + \sqrt{D^2 - 3e^2})$$

Näide: $D = 100$ mm; $e = 0,5$ mm; leida plaadi paksus x .

$$x = 0,5 (3 \cdot 0,5 - 100 + \sqrt{100^2 - 3 \cdot 0,5^2}) = 0,8 \text{ mm}$$

Kergema vaevaga jõuame resultaadile, kui kasutada sellekohast tabelit ja lihtsustatud arvutusviisi.

Tabel 12. Vaheplaadi arvutamine.

A	K	A	K	A	K	A	K
0,005	0,008	0,055	0,084	0,105	0,149	0,155	0,215
0,01	0,015	0,06	0,090	0,11	0,156	0,16	0,221
0,015	0,023	0,065	0,095	0,115	0,163	0,165	0,227
0,02	0,030	0,07	0,102	0,12	0,169	0,17	0,234
0,025	0,038	0,075	0,109	0,125	0,176	0,175	0,241
0,03	0,045	0,08	0,116	0,13	0,182	0,18	0,248
0,035	0,053	0,085	0,122	0,135	0,189	0,185	0,254
0,04	0,060	0,09	0,129	0,14	0,195	0,19	0,260
0,045	0,066	0,095	0,136	0,145	0,202	0,195	0,269
0,05	0,073	0,10	0,143	0,15	0,208	0,20	0,276

Algul leiame suuruse: $A = \frac{e}{D}$, kus e = ekstsentrilisus, D = töötluseme see osa, millega ta kinnitatakse padruni vahele. Edasi leiame juba vaheplaadi paksuse valemi põhjal:

$x = K \cdot D$, kus K = suurusele A vastav koefitsient.

Näide: Leida vaheplaadi paksus, mis tuleb asetada padruni ühe paki vahele, kui $D = 100$ mm ja $e = 0,5$ mm.

$$\text{Lahendus: } A = \frac{e}{D} = \frac{0,5}{100} = 0,005$$

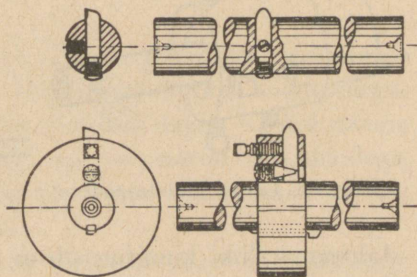
Tabelist leiame lahtris $A = 0,005$ vastavalt $K = 0,008$ ja $x = D \cdot K = 100 \cdot 0,008 = \underline{0,8 \text{ mm}}$

Arvutamisel ei tohi unustada, et D on igal juhul see osa, millega töötlusele kinnitatakse padruni vahele.

Sisetreimine puurvõlli abil.

Sisetreimise eriliigi moodustab treimine puurvõlli abil. Peamine lahkumine harilikust sisetreimisest on siin see, et treitera pöörleb, kuna töötlusele seisab paigal.

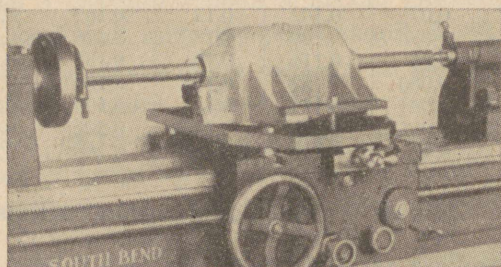
Puurvõll kujutab terasvõlli, millele on kinnitatud üks või rohkem treiterasid, kusjuures treiterale vajalik ettenihe antakse eraldi seadekrugi abil (joon. 60). Töötlusele enamasti kinnitatakse



Joon. 60. Puurvõllid sisetreimiseks.

suportile, kuna puurvõll asetseb tööspindli ja kärnipuki vahel. Ettenihe antakse suportile koos töötlusemelega tõmbespindli abil.

Puurvõlli läbimõõt tuleb valida võimalikult suurem, et vältida läbipaandumisi ja selle tagajärjel tekkivat ebatäpset tööd.

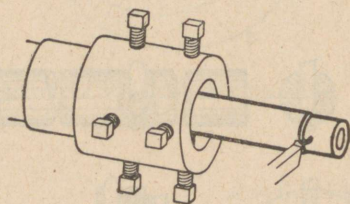


Joon. 61. Treimine puurvõlli abil.

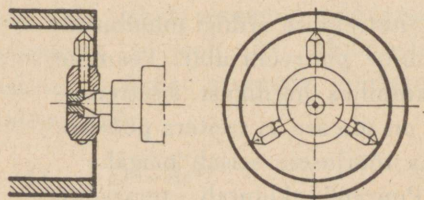
Silmas tuleb pidada veel, et töötluseme ja puurvõlli telgjoon täpselt kokku langeksid, sest vastasel korral tuleb puuritav ava kooniline või siis puurvõlli tera murdub kergesti.

Kinnituspadrunid ja plaanseibid.

Pikitreimisel kasutame töötluseme kandmiseks enamasti kahte kärnitippu. Sageli aga tuleb leida teissugune kinnitusviis, milleks on tarvilusel mitut seltsi kinnituspadrunid ja plaanseibid.



Joon. 62. Lihtne kinnituspadrun.



Joon. 63. Tsentreerimistäht.

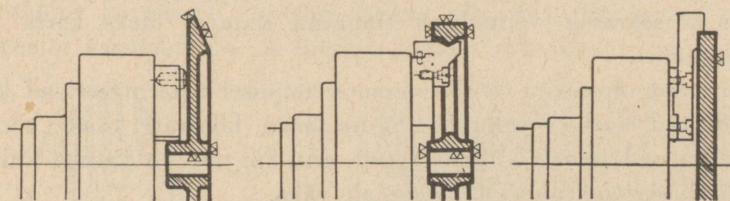
Lihtsamat liiki kinnituspadrun on kujutatud joonisel 62. Säärast padrunit kasutatakse valatud kangidest pukside, seibide ja muude sääraste osade treimisel. Kaheksa kinnituskrivi käsitlemine on küll

natuke tülikas, see-eest aga on kinnitus väga kindel. Teatavaks puuduseks on vaid pikalt väljaulatuvad kruvid, mis võivad põhjustada tööõnnetusi.

Juhul kui valatud õõnessilindrit tuleb treida välispinnalt, sisemine õõnespind aga jääb töötlemata, siis kasutatakse tsentreerimiseks nn. tsentreerimistähte. Viimane kujutab kärnisüvendiga varustatud terasest seibi kolme kärnitaolise otsaga lõppeva kruviga. Ehitus ja kasutamise viis selgub jooniselt 63.

Kolme pakiga kinnituspadruneid kasutatakse enamasti ümmarguste tsentriselt kinnitatavate töötuseemete treimisel. Padruni kinnituspakid liiguvad üheaegselt, ja kui mõnd eset soovitakse kinnitada ekstsentriselt, siis tuleb kasutada sellekohaseid vahetükke. Tavaliste kolme pakiga padrunite juurde kuulub enamasti kaks komplekti karastatud kinnituspakke, neist üks komplekt astmetega sissepoole ja teine väljapoole.

Valmistatakse aga ka padruneid, millede pakid koosnevad kahest osast: alumisest liikuvast poolest ja pealekruvitavast erikujulisest

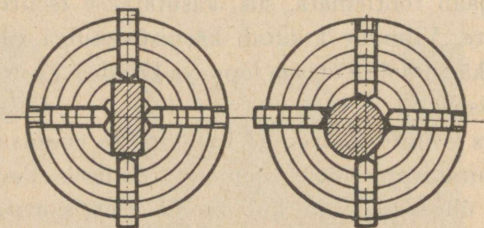


Joon. 64. Kinnituspadrun pealekruvitavate lisapakkidega.

osast. Joonisel 64 on toodud näiteid säärase padrunite kasutamise võimalustest. Vasakul näeme naba kaudu kinnitatud koonusratast, kuna pakid küljelt on varustatud püramispidemetega. Keskel näeme rattakeha kinnitamist, kusjuures pakid on varustatud lisapakkidega, ja lõpuks paremal — suure läbimõõduga ketta kinnitamist, mis on teostatud teissuguste lisapakkide abil.

Padrunite kinnituspakid on üldiselt nii ehitatud, et nad liikumise saavad kas plaankeerme, ekstsentri või hammaslati abil, kusjuures neist esimene on ehituselt kõige lihtsam.

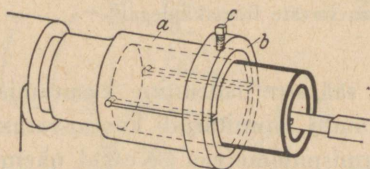
Nelja pakiga kinnituspadrunid valmistatakse enamasti nii, et ikka kaks teineteisele vastasseisvat pakki on üheaegselt nihutatavad (joon. 65). Nendega võib kerge vaevaga kinnitada peale ümmarguste töölus-esemete ka elliptilisi ja kandilisi.



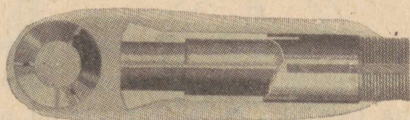
Joon. 65. Nelja pakiga kinnituspadrun.

Õhukeseseinaliste pukside kinnitamisel on sagedaseks nähtuseks, et tööluse kaotab pakki surve läbi oma vormi, ja puure osutub pärast treimist loperguseks. Nimetatud pahe vältimiseks on soovitatav kasutada lõhkisaetud raudrõngast, mille siseläbimõõt vastab puksi välisläbimõõdule. Puks pealeasetatud raudrõngaga kinnitatakse padruni vahele ja sääraselt võimaldub treimine, ilma et oleks karta puksi äramuljumist.

Suurema täpsusega tööluseseemete treimisel isetsentreerivad kinnituspadrunid alati ei rahulda. Suure arvu liikuvate osade tõttu ei tsentreeri nad nimelt küllalt täpselt, eriti kui nad on natuke kulunud või tööluse ulatub veidi pikemalt välja.



Joon. 66. Pingutuspadrun.



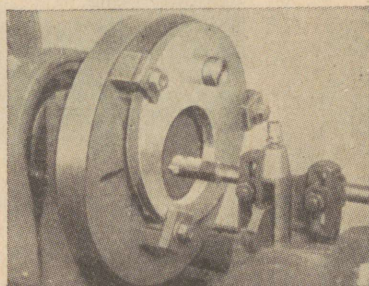
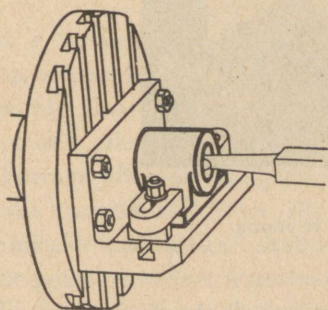
Joon. 67. Kinnitushülss.

Juhul kui tuleb treida suurem arv ühtlasi esemeid, on seepärast sageli kasulik valmistada ise enesele nn. pingutuspadrun (joon. 66). Viimane koosneb ainult kolmest osast: kerest *a*, pingutusrõngast *b* ja pingutuskruvist *c*. Oma suure lihtsuse ja vähesese arvu osade tõttu

tsentreerib see padrun vägagi hästi. Valmistamisel tuleb vaid hoolt kanda, et lõhe sisse lõigataks täpselt keskel, sest muidu mõlemad pooled ei vedruta võrdselt hästi.

Kiireks töötamiseks on väiksema läbimõõduga ümmarguse materjali jaoks eriti sobivad lõhestatud kinnitushülsid ehk haardepihid. Viimased kujutavad kolmest kohast pooleldi lõhkisaetud ja vetruvat terastorukest koonilise peaga ja keerrestatud sabaga (joon. 67). Tööspindlist läbiulatuva ja käsirattaga varustatud tõmbetoru abil surutakse kinnitushülsi kooniline pea tugevasti koonuspesasse, mille tagajärjel hülsi sisemine läbimõõt väheneb, haarates tugevasti treitavat materjali. Ainsaks paheks on, et sääraseid hülsse peab olema mitu, igaüks millimeetri võrra suurema sisemise läbimõõduga. Universaalsemad selles mõttes on kolme või nelja kinnituspakiga isetsentreerivad treipingi padrunid.

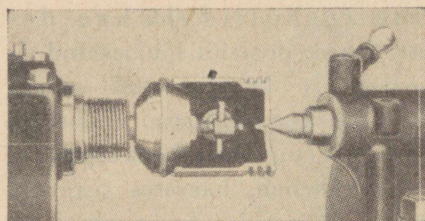
Sageli on aga tegemist töötlusesemetega, mis oma kujult ei võimalda kinnitamist padruni vahele. Siin tuleb appi võtta plaanseib. Töötlusesse kinnitatakse plaanseibile poltide, klambrite ja mitmesuguste teiste abinõudega, ja tihti on tarvis leidlikkust, et kinnitamist kiiresti ja otstarbekohaselt läbi viia. Mõningaid näiteid plaanseibi kasutamisest on toodud jooniseil 68, 69.



Joon. 68, 69. Treimine plaanseibi abil.

Ebakorrapärase vormiga ja seetõttu äranihutatud raskuspunktiga töötlusesemete treimisel plaanseibil, eriti väiksemate läbimõõtude töötlemisel suure pöörete arvu juures, võivad tekkida võnked, mille tagajärjena saame töötlusesemel mitteümmargused puured ja tapid.

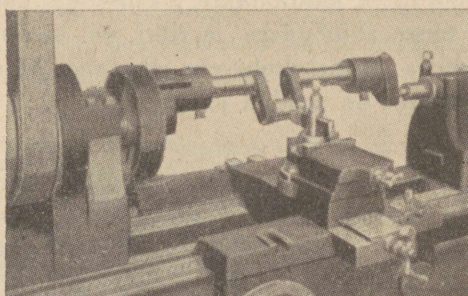
Nimetatud pahet saab vältida sel teel, et plaanseibile kinnitatakse vastukaaluna rauatükke. Tasakaalustamine peab toimuma seda täpselt, mida kõrgem on treimisel töötluseseme pöorete arv.



Joon. 70. Mootorikolvi treimine.

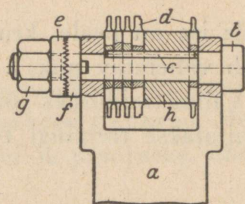
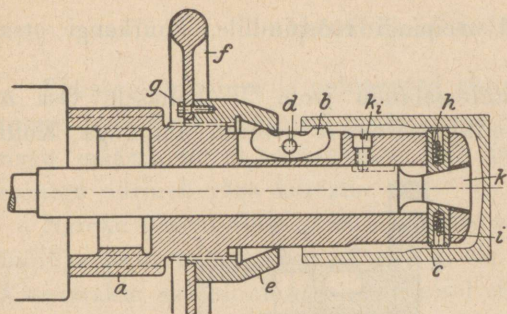
Edasi kasutatakse veel rida eriotstarbega kinnitusabinõusid, näit. mootorikolbide treimisel (joon. 70). Siin tsentreerib kooniline alus, kuna kolvi sisse ulatuv kruvitaoline osa on kaasavõtjaks. Viimane võib ära jääda sel juhul, kui kooniline osa on varustatud väikeste pikuti hammastega. Joon. 71

kujutab väntvõlli treimist erikinnitusmuhvide abil; viimased on kinnitatud võllile kruvidega, kuna otstel asetsevad sobivad kärnisüvendid.

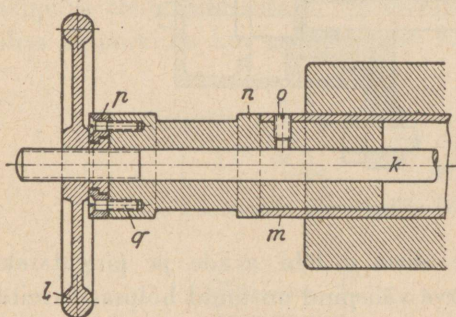


Joon. 71. Väntvõlli treimine.

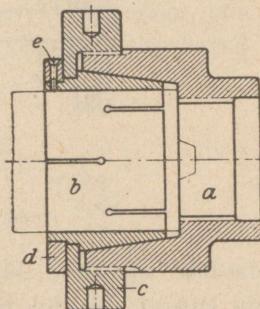
Täielikuma valiku kinnitusabinõusid kolbide treimiseks, nagu neid tasub valmistada ainult suure töötlusesemete arvu puhul, kujutavad näitena joon. 72—76. Kinnitusabinõu joon. 72 koosneb treipingi tööspindlile pealekeeratud kerest *a*. Kolb kinnitatakse kolme kinnitushoova *b* abil. Hoovad omakorda pingutatakse käsiratta *r* ja pingutusmutri *e* abil. Kinnitusabinõu otsas asetseb veel neli juhitud pingutussõrme *c*. Kui pöörata tagumist käsiratast *l*, vajutab koonus *k*



Joon. 73. Soonetreimise terad.

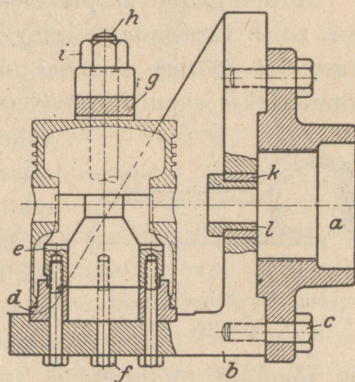


Joon. 72. Kinnitusabinõu kolvi välistreimiseks.



Joon. 74. Kinnituspadrun kolvi sisetreimiseks.

sõrmed *c* vastu kolvi sisetreimiseks. Kolb on säärasel viisil hästi tsentreeeritud ja tugevasti hoitud ja teda võib nüüd väliselt üle treida. Sooned treitakse korruga ühisesse hoidjasse kinnitatud viie treitera abil (joon. 73). Kolvi sisetreimiseks kasutatakse samuti tööspindlile pealekravitavat kinnitusabinõu joon. 74. kohaselt. Rõngasmutri *c* pealekeeramisel surutakse kokku lõhestatud pingutusrõngas *b*, mille tagajärjel kolb istub väga kindlalt.

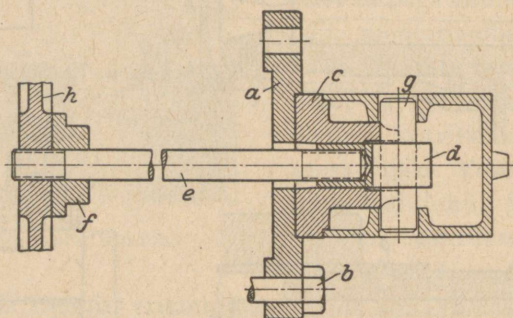


Joon. 75. Kolvisõrmede avade treimise abinõu.

Kolvisõrme avade treimise abinõu on kujutatud joon. 75. Tsentreerib rõngas *d*, kuna avade suunimiseks on osa *e*. Klambri *g* abil hoitakse kolb kinni, kuna kogu

seade ise on peale kruvitud treipingi tööspindlile. Puurkangi otsa juhib vahetatav puks *l*.

Valmistreimiseks on kinnitusabinõu joon. 76 kohaselt. Osa *a* kinnitatakse treipingi tööspindlile sarnaselt eelmise abinõuga. Kolb



Joon. 76. Kolvi välistreimise abinõu.

asetatakse alusele *c*, lükatakse sõrm *g* läbi avade ja pingutatakse kinni käsiratta *h* abil. Kolvi terve välispind on nüüd hõlpsasti treitav.

Rihveldamine.

Mitmesugused käepideme-sarnased esemed, ümmargused mutrid jne. tuleb varustada treipingil kärnilise mustriaga, nn. rihvliga. Selleks kasutatav tööriist on hambuliste terasrullidega varustatud hoidja, mis kinnitatakse suportile tavalise treitera asemel. Rullid ise on kergesti



Joon. 77. Rihveldamise abinõu.

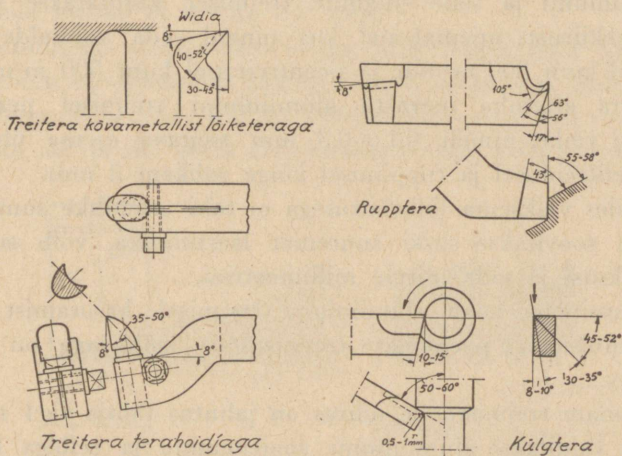
vahetatavad, kuna iga erinev muster nõuab eri rulle. Soovitud töötlusese rihveldamiseks tuleb pingile anda kõige aeglasem käik ja siis pikkamisi suruda rullide hambad kuni 0,5 mm sügavuselt töötlusese pinna sisse. Edasi tuleb anda suportile tõmbespindli abil automaatne pikuti-ettenihe, ja kui tööriist

on jõudnud töötlusese teise otsani, suporti liikumine lülitakse ümber ning tullakse sama teed tagasi, enne surudes rullid jälle umbes 0,5 mm võrra sügavamale. Säärast käsitlemist korratakse, kuni muster saab soovitud sügavuse ja välimuse. Kogu töö kestel tuleb töötlusese pinda määrada rikkalikult õliga.

Alumiiniumi treimine.

Puhas alumiinium ja pehmemad alumiiniumisulamid on harilike terase treimiseks määratud treiteradega vaid raskesti treitavad. Metall nagu määrab, nü et treitav pind jääb karedaks ja praoliseks, ühtlasi treitera nürineb väga kiiresti.

Natuke parem olukord on kõvemate alumiiniumisulamite treimisel harilike treiteradega, kuid ka siin ei ole treitud pind täiesti puhas. Kasutatakse aga alumiiniumi treimisel selle metalli jaoks kohandatud erikujulisi treiterasid sobiva, võrdlemisi väikese kiilunurgaga, siis on puhas alumiinium kui ka kõik selle sulamid väga hästi treitavad.



Joon. 78. Treiterad alumiiniumi treimiseks.

Alumiiniumi treimisel tuleb erilist tähelepanu pöörata sellele, et lõiketera oleks täiesti terav, kusjuures lõppteritamine peab toimuma õlikiviga. Edasi peab treitera rind olema võimalikult sile või, kõige parem, kui see on koguni poleeritud. Sellega tagatakse treilaastude hõõrumiseta ärajooks, missugune omakorda avaldab suurt mõju treitud pinna puhtusele.

Treiterade sobivamaks materjaliks on kiirlõiketeras ja kõvametall, kuna harilik tööriistateras, olgugi et treitav materjal on võrdlemisi pehme, kiire kulumise tõttu ei ole osutunud otstarbekohaseks.

Mõned sobivad treiterakujud, nagu neid soovitatakse alumiiniumi treimiseks, on toodud joonisel 78.

Kujutatud treiteradest on ülal teine sepitsetud, alumised aga on valmistatud neljakandilisest või vastavalt ümmargusest terasest lihvimise teel.

Väga stabiilset treitera, mida eriti palju kasutatakse Ameerika Ühendriikides, kujutab joonisel 78 alt esimene.

Alumiiniumi treimisel kinnitatakse treitera suportile normaalselt nii, et löiketera ots asetseb treipingi tippudega ühel kõrgusel või natuke kõrgemal, kusjuures tuleb tähele panna, et treitera ei vibaks ega oleks liiga pikalt väljas.

Alumiiniumi ja selle sulamite treimisel kasutatakse võrdlemisi suurt löikekiirust; uuemal ajal, kus pingid seda võimaldavad, isegi ruppimisel kuni 300 m/min. ja peentreimisel kuni 500 m/min.

Treitera ettenihe seevastu alumiiniumi treimisel peab olema võrdlemisi väike, nimelt 0,1 ÷ 0,3 mm treitava eseme ühe pöörde kohta peentreimisel ja ruppimisel kõige rohkem 2 mm.

Töötades väiksema löikekiirusega ei tohi ettenihke suurst tõsta; juhul kui soovitakse siiski suuremat laastuhulka, võib suurendada laastu paksust ja seda mitme millimeetrini.

Jahutusainena leiab alumiiniumi treimisel kasutamist seebivesi (puurõliemulsioon), peenemate treimistööde jaoks aga on tärpentin väga sobiv.

Täpsemate treimistööde juures on jahutus tähtis veel sellepärast, et sellega välditakse alumiiniumi soojenemine ja sellega kaasaskäiv tugev paisumine. Et 40° C võrra soojendamisel alumiinium paisub juba 0,1% võrra, siis on loomulikult täpse mõõdu pidamine treimisel raskendatud.

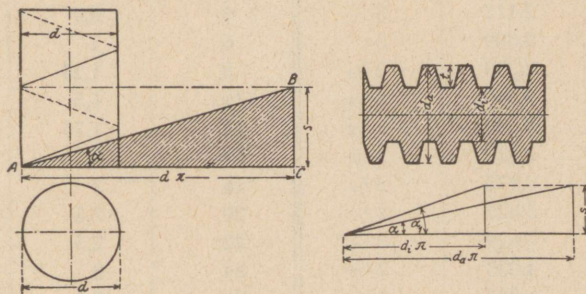
Kokkuvõttes edukaks töötamiseks alumiiniumi treimisel peab olema treiteral väike kiilunurk, väga terav löiketera ja eriti sile treitera rind; edasi tuleb valida suur löikekiirus, treitera väike ettenihe, suur laastupaksus ja hea jahutus.

VII. Kruvikeerme lõikamine treipingil.

Kruvikeermeist üldiselt. Whitworthi ja meetriline kruvikeere.

Kruvikeerme lõikamiseks kinnitatakse töötlusese treipingi kärnide või padruni vahele ja antakse sellele ühtlane pöörlev liikumine. Uheaegselt toimub ka treitera ühtlane ettenihe töötlusese telje suunas, lõigates sel viisil viimase välispinnale kruvijoone. Mõõt, mille võrra treitera töötlusese ühe pöörde juures edasi liigub, on antud kruvikeerme tõus s . Viimast tähistatakse kas millimeetris või tollides, näit. „1/4'' tõus“, või jällegi, nagu see inglissüsteemiliste keermete puhul kombeks, kruvikäikude arvuga ühe tolli peale, näit. 4 käiku 1'' peale, selle asemel et ütelda 1/4'' tõus.

Tõusunurgaks nimetatakse nurka, mille sünnitavad kruvijoont ja übermõõtu moodustavad jooned sirgelt laotatuna. Joonisel 79 on AC übermõõt $= \pi \cdot d$; CB on keermetõus $= s$ ja $AB =$ kruvikeere. Sirgjoonte AB ja AC poolt moodustatud nurk α on tõusunurk, mille



Joon. 79. Kruvijoone laotis. Joon. 80. Kruvi tõusunurgad.

suuruse arvutamine toimub valemi järgi: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi \cdot d}$. Tõusunurga võime hõlpsasti leida ka graafiliselt, kui ehitada kolmnurk ABC (joon. 79), väljudes übermõõdust $\pi \cdot d$ ja tõusust s ; tõusunurka on siis võimalik mõõta nurgamõõtja abil.

Ulaltoodust näeme, et tõusunurk on sõltuv läbimõõdust d ja tõusust s , tähendab ühe ning sama keermetõusu puhul iga keerme läbimõõt annab ka erisuguse tõusunurga. Joonisel 80 on kujutatud

ühe ning sama kruvi jaoks sisemise ja välise läbimõõdu tõusunurgad. Näeme, et vahe on neis üsna tunduv, seepärast kasutatakse praktikas enamasti keskmist tõusunurka. Viimase leiame, kui valemisse asetame keskmise läbimõõdu $d_m = \frac{d_a + d_i}{2}$ või sõnadega väljendatult: keerme sisemine ja väline läbimõõt liidetakse ning saadud summa jagatakse pooleks.

Tabel 13. Keskmised tõusunurgad.

Whitworthi kruvikeere			Meetriline kruvikeere		
Poldi läbimõõt tollides	Tõus $s = \text{mm}$	Tõusunurk kraadides	Poldi läbimõõt mm	Tõus $s = \text{mm}$	Tõusunurk kraadides
1/16	0,423	5 3/4	1	0,25	5 1/2
1/8	0,635	4 1/4	1,2	0,25	4 1/2
1/4	1,270	4 1/4	2	0,4	4 1/4
5/16	1,411	3 3/4	2,3	0,4	3 1/2
3/8	1,588	3 1/2	3	0,5	3 1/2
7/16	1,814	3 1/2	4	0,7	3 1/2
1/2	2,117	3 1/2	4,5	0,75	3 1/2
9/16	2,117	3	5	0,8	3 1/4
5/8	2,309	3	6	1	3 1/2
11/16	2,309	2 3/4	8	1,25	3 1/4
3/4	2,540	2 3/4	10	1,5	3
13/16	2,540	2 1/2	12	1,75	3
7/8	2,822	2 1/2	14	2	2 3/4
1	3,175	2 1/2	16	2	2 1/2
1 1/8	3,629	2 1/2	20	2,5	2 1/2
1 1/4	3,629	2 1/4	22	2,5	2 1/4
1 3/8	4,233	2 1/2	24	3	2 1/2
1 1/2	4,233	2 1/4	30	3,5	2 1/4
1 5/8	5,080	2 1/2	36	4	2 1/4
1 3/4	5,080	2 1/4	39	4	2

Kruvikeermete liigid ja kuju. Olenevalt kasutusotstarbest tehakse vahet väga mitut liiki kruvikeermete vahel.

Kinnituskeermed on rohkem levinud ja neid kasutatakse peamiselt mitmesuguste kruvide ja poltide juures.

Tihenduskeermega on varustatud torud ja armatuuri osad gaasi, vee ja auru jaoks. See kruvikeere on võrreldes töötluseseeme läbimõõduga väga peenike.

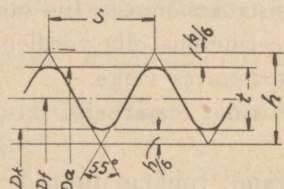
Transport- ehk seadekeermeid kasutatakse mitmesuguste transportspindlite ja muude sääraste osade juures. Et transportkeere on suuresti rippuv vastava masinaosa konstruktsioonist, siis sageli suhteliselt väikese läbimõõdu juures võib keermetõus olla võrdlemisi suur, ja übermõõdult — suurte läbimõõtude juures väike.

Peale nimetatute kasutatakse veel terve rida otstarbelisi kruvi-keermeid.

Keermete kuju võib olla väga mitmesugune; rohkem tuntud on teravnurk-, trapets- ja täisnurkkeere. Neist keermeprofiilidest esinevad kõige rohkem meetriline ja Whitworthi keere, samuti trapetskeere. Profiilinurga suurus on meetrilisel keermel 60° , Whitworthi keermel 55° ja trapetskeermel 30° . Et teha vindilõikamise tööriistu vastupidavaks ja kruvikeeret vähem tundeliseks vigastuse vastu, samuti keermes siseläbimõõdu suurendamiseks, tehakse teravnurkkeerme tipud kas lamedaks või jällegi ümmardatakse (joon. 81).

Lähemad andmed Whitworthi ja meetrilise keermes kohta on toodud tabelis 14 ja 15.

Tabel 14. Whitworthi kruvikeere.

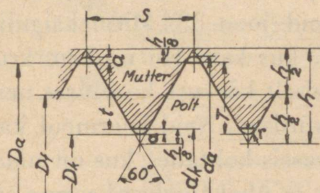


Kolmnurga kõrgus	h	$0,96049 \cdot S$
Keerme sügavus	t	$0,64033 \cdot S$
Tõus	S	$25,40095 : \text{keermete arv}$
Ümmardus		$0,73733 \cdot S$

Joon. 81. Whitworthi kruvikeere.

tollid	Da	Dk	Df	Kruvikäikude arv 1" peale	S	t	Tõusnurk kraadides
	mm						
1/16	1,588	1,045	1,317	60	0,4234	0,271	5 ³ / ₄
3/32	2,381	1,704	2,042	48	0,5292	0,339	—
1/8	3,175	2,362	2,768	40	0,6350	0,407	4 ¹ / ₄
5/32	3,969	2,952	3,461	32	0,7938	0,508	—
3/16	4,763	3,407	4,085	24	1,0584	0,678	—
7/32	5,556	4,201	4,878	24	1,0584	0,678	—
1/4	6,350	4,724	5,537	20	1,2701	0,813	4 ¹ / ₄
5/16	7,938	6,131	7,034	13	1,4112	0,904	3 ³ / ₄
3/8	9,525	7,492	8,509	16	1,5876	1,017	3 ¹ / ₂
7/16	11,113	8,789	9,951	14	1,8144	1,162	3 ¹ / ₂
1/2	12,701	9,990	11,345	12	2,1168	1,355	3 ¹ / ₂
9/16	14,288	11,577	12,933	12	2,1168	1,355	3
5/8	15,876	12,918	14,397	11	2,3092	1,479	3
3/4	19,051	15,798	17,424	10	2,5401	1,627	2 ³ / ₄
7/8	22,325	18,611	20,419	9	2,8223	1,807	2 ¹ / ₂
1	25,401	21,335	23,368	8	3,1751	2,033	2 ¹ / ₂
1 ¹ / ₈	28,576	23,929	26,253	7	3,6287	2,324	2 ¹ / ₂
1 ¹ / ₄	31,751	27,104	29,428	7	3,6287	2,326	2 ¹ / ₄
1 ³ / ₈	34,926	29,505	32,215	6	4,2335	2,711	2 ¹ / ₂
1 ¹ / ₂	38,101	32,680	35,391	6	4,2335	2,711	2 ¹ / ₄
1 ⁵ / ₈	41,277	34,771	38,024	5	5,0802	8,253	2 ¹ / ₂
1 ³ / ₄	44,452	37,946	41,199	5	5,0802	3,253	2 ¹ / ₄
1 ⁷ / ₈	47,627	40,398	44,012	4 ¹ / ₂	5,6447	3,614	2 ¹ / ₄
2	50,802	43,573	47,187	4 ¹ / ₂	5,6447	3,614	2 ¹ / ₄

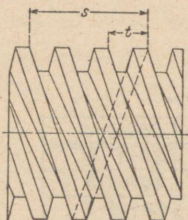
Tabel 15. Meetriline kruvikeere.



Kolmnurga kõrgus	h	$0,8660 \cdot S$
Mäng	a	$0,045 \cdot S$
Keermesügavus	T	$0,6945 \cdot S$
Kandesügavus	t	$0,6495 \cdot S$
Ümmardus	r	$0,0633 \cdot S$

Joon. 82. Meetriline kruvikeere.

P o l t			Läbimõõt D_f mm	Keermetõus S mm	Keermesügavus T mm	M u t t e r	
Kruvikeerme läbimõõt D_a mm	Südamikuläbimõõt D_k mm	Südamiku põikloike pind cm ²				Kruvikeerme läbimõõt d_a mm	Südamiku läbimõõt d_k mm
2	1,444	0,0164	1,740	0,4	0,278	2,036	1,480
3	2,306	0,0418	2,675	0,5	0,347	3,044	2,350
3,5	2,666	0,0558	3,110	0,6	0,417	3,554	2,720
4	3,028	0,072	3,545	0,7	0,486	4,062	3,090
4,5	3,458	0,094	4,013	0,75	0,521	4,568	3,526
5	3,888	0,119	4,480	0,8	0,556	5,072	3,960
5,5	4,250	0,142	4,915	0,9	0,625	5,580	4,330
6	4,610	0,167	5,350	1	0,695	6,090	4,700
7	5,610	0,247	6,350	1	0,695	7,090	5,700
8	6,264	0,308	7,188	1,25	0,868	8,112	6,376
9	7,264	0,414	8,188	1,25	0,868	9,112	7,376
10	7,916	0,492	9,026	1,5	1,042	10,136	8,052
11	8,916	0,624	10,026	1,5	1,042	11,136	9,052
12	9,570	0,718	10,863	1,75	1,215	12,156	9,726
14	11,222	0,989	12,701	2	1,389	14,180	11,402
16	13,222	1,373	14,701	2	1,389	16,180	13,402
18	14,528	1,657	16,376	2,5	1,736	18,224	14,752
20	16,528	2,145	18,376	2,5	1,736	20,224	16,752
22	18,528	2,696	20,376	2,5	1,736	22,224	18,752
24	19,832	3,089	22,051	3	2,084	24,270	20,102
27	22,832	4,094	25,051	3	2,084	27,270	23,102
30	25,138	4,963	27,727	3,5	2,431	30,316	25,454



Joon. 83. Kolmekäiguline kruvikeere.

Transportspindlite juures peale tavaliste ühekäiguliste kruvikeermete kasutatakse sageli veel mitmekäigulisi keermeid (joon. 83). Mitmekäigulised keermed on säärasead, kus kaks või rohkem kruvikäiku jookseb paralleelselt kõrvuti, kusjuures nende kuju ja mõõdud on võrdsed. Neid keermeid kasutatakse peamiselt sääraseis kohtades, kus on nõutav väga suur keermetõus ja ühekäigulise keerme soon seetõttu tuleks liialt sügav.

Keermeterad ja nende käsitlemine.

Kõik varem treiterade kohta öeldu, eriti mis puutub õigete lõikenurkade valikusse, on täiel määral maksev ka keermeterade suhtes. Keermetera kuju on omakorda sõltuv lõigatava keerme kujust,

		<p>Täisnurk- keerme tera</p> <p>Ühekäigul. keermed $\delta_1 \approx 8^\circ, \delta_2 \approx 2^\circ$</p> <p>Mitmekäigul. keermed</p>
		<p>Sise-täisnurk- keerme tera</p> <p>$\delta_1 \approx 5^\circ + \mu$ $\delta_2 \approx 5^\circ - \mu$</p> <p>$\mu$ võrdub keerme tõusunurgaga</p>

Joon. 84. Keermeterad.

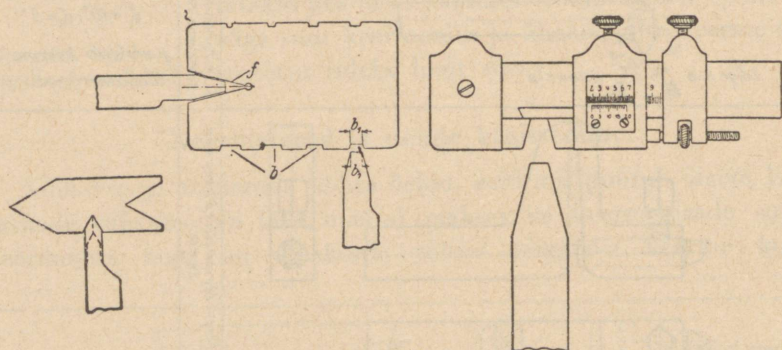
mispärast tehakse vahet ka teravnurk- täisnurk- ja trapetskeerme terade vahel. Rohkem kasutatavad keermeterade kujud ühes tähtsamate mõõtudega on toodud jooniseil 84 ja 85. Tähelepanu väärib keermeterade hulgas vetruv keermetera, mida kasutatakse viimase laastu võtmisel. Harilik keermetera, mil mõlemad küljed lõikavad, hakkab hõlpsasti põrisema, mille tagajärjel lõigatava kruvikeerme profiil ei tule puhas. Vetruva keermetera töötamine on aga elastsem ja töö seetõttu puhtam.

	<p>Whithworthi keere $E = 55^\circ$</p> <p>Meetril. keere $E = 60^\circ$</p>
	<p>Ühekäigul. keere $d_1 = 10^\circ; d_2 = 5^\circ$</p> <p>$\mu$ võrdub keermee tõusunurgaga</p>
	<p>Vetruv teravnurk-keermee terna</p>
	<p>Ühekäigulised keermee: $d_1 = 8^\circ; d_2 = 2^\circ$</p>
	<p>Mitmekäigulised keermee ja tigid $d_1 = 5^\circ + 0,96\mu$ $d_2 = 5^\circ - 0,96\mu$</p> <p>μ võrdub keermee tõusunurgaga</p>

Joon. 85. Keermeterad.

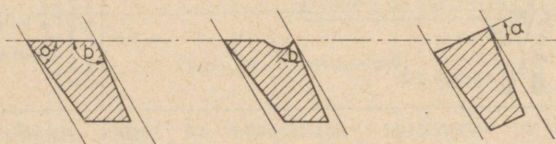
Teraotsa käiamisel on soovitatav kasutada õige profiilinurga saavutamiseks sellekohast šablooni. Sääraseid šabloone teravnurk- ja trapetskeermee jaoks kujutab joon. 86. Trapetskeermee puhul algul käiatakse treitera ots nii, et ta hästi sobiks šablooni väljalõikesse (joon. 86, keskm. šabloon), mis moodustab 30° nurga. Hiljem käiatakse teraotsa

laiusmõõtu vastavalt keermetõusule, kontrollides seda laiust šablooni vastaval sisselõikel *b*. Joonisel 86 paremal on kujutatud supler samaks otstarbeks, mõõtetäpsusega kuni $\frac{1}{20}$ mm. Teraotsa laius *b* harilikult 30° keermenurgaga trapetskeerme puhul arvutatakse valemi järgi: $b = 0,366 \cdot S - 0,134$ mm, kusjuures *S* tähendab keermetõusu millimeetris.



Joon. 86. Šabloonid keermetera kontrollimiseks.

Teravnurkkeerme lõikamisel, kui on tegemist meetrilise või Whitworthi keermega, millede tõusunurk enamasti ei ületa 3° , võib tera profileeritud osa häda korral olla perpendikulaarne. Kui aga tegemist on suuretõusulistega keermetega, näit. trapets- või täisnurkkeermega, tuleb keermetera profiilosa tingimata keerme tõusunurga



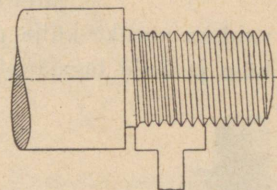
Joon. 87. Keermetera profiilosa kallutamine.

võrra kallutada (vt. joon. 87). Keerme tõusunurga leidmiseks kasutame varem kirjeldatud võtteid. Suure tõusuga keermete puhul keermetera profiilosa kallutamisel on aga see puudus, et nurgad *a* ja *b* (joon. 87) muutuvad väga ebasoodsalt. Nimelt nurk *a* muutub sedavõrd väikeseks,

et tera lõikeserv väga kergesti murdub, nurk *b* aga jälle nii suureks, et ta lõikamise asemel veel ainult kaabib. Selle vältimiseks käitakse tera parempoolne lõikeserv õõnsaks, mille tagajärjel nurk *b* muutub väiksemaks ja seega soodsamaks. Õõnsaks käimine on aga üsna tülikas, eriti väiksemate keermete puhul.

Teise võttena soovitatakse sääraseil juhtumeil treitera pealmist lõikepinda samuti kallutada nii, et ta asetseks perpendikulaarselt kruvi joonele (joon. 87). Mõlemad lõikenurgad on nüüd küll võrdsed, kuid tera laius on väiksem ja lõigatava kruvikeerme profiil võib tulla moonutatult. Treitera profiili kuju on võimalik arvestuse või graafilise kujutuse põhjal parandada (korrigeerida), kuid märksa lihtsam on sääraseil juhtumeil tavalise keerme tõusunurga võrra kallutatud teraga ettelõikamine ja eraldi teraga keerme külgede üelõikamine.

Keermekammid. Tööjõudluse tõstmiseks kasutatakse sageli nn. keermekamme, s. o. keermetera, millel tavalise ühe hamba asemel on neid mitu (joon. 88). Et kõik hambad võtaksid lõiketööst osa ühetaoliselt, on osal hammastel tipud osaliselt maha käiatud.



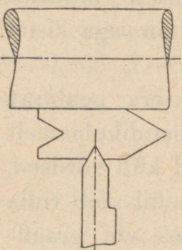
Joon. 88. Keermekamm.

Keermekammi ei saa kasutada, kui on nõutav, et kruvikeere lõpeks järsult ja üleminekuta; samuti tuleb loobuda keermekammide kasutamisest, kui on tegemist eriti täpsete keermetega.

Keermetamise üksikasju.

Tegeliku töö juurde asudes tuleb silmas pidada järgmist: Uldine reegel on, et keermetera ots peab asetsema töötluseseme telgjoonega, või teiste sõnadega treipingi tippudega, täpselt ühel kõrgusel. Hoolitseda tuleb samuti, et keermetera oleks töötlusesemega 90-kraadise nurga all, vastasel korral saame moonutatud keermeprofiili. Treitera ülesseadmisel kasutatakse kontrollimiseks sellekohast šablooni (joon. 89) või veel parem väikest erimikroskoopi (joon. 90). Viimane asetatakse kinnitusprismaga treipingi tippude vahele või siis selles leiduva väljalõikega töötluseseme peale. Mikroskoopi on sisse ehitatud tähtsamate nurkadega, näit. 60° , 55° , $53^\circ 8'$ varustatud joonplaat (joon. 91).

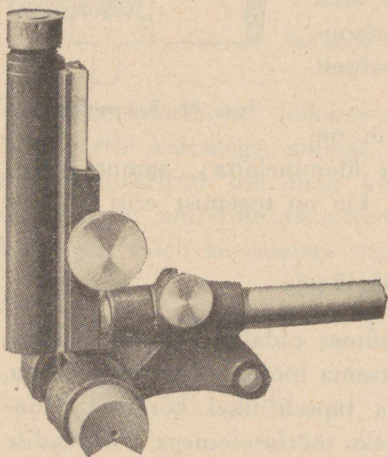
Nurkade poolitaja on kinnitusprisma teljele täpselt 90° nurga all. Vaadates läbi mikroskoobi võime seega samaaegselt kontrollida treitera nurka kui ka ta asetust töötlusese me telgjoone suhtes.



Joon. 89. Keermetera seadmine šab-
looni järgi.

Keermetera kuju ei ole puhta töötluspinna saavutamiseks eriti soodus. Et mõlemad lõikeservad korraga lõikavad, surutakse laastud vastamisi kokku ja neil puudub võimalus vabaks edasijooksmiseks. Tagajärjeks on, et treitera haagib võrdlemisi kergesti treitavasse materjalisse, laast käriseb ja töötluspind ei tule seetõttu ka puhas ja sile. Kirjeldatud nähtuse vältimiseks püütakse rakendada mitmesuguseid võtteid.

Kõigepealt keermelõikamisel treitera iga käigu järel ei nihutata mitte ainult risti töötlusese me teljele, vaid ka natuke külje peale (joon. 92). Nüüd lõikab vaid üks treitera külg ja selle tagajärjel töötluspind on märksa puhtam ja tööjoudlus



Joon. 90. Treipingi mikroskoop.

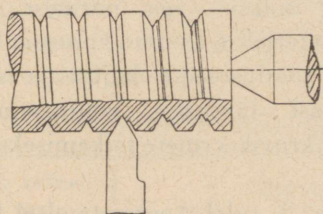


Joon. 91. Treipingi mikroskoobi joonplaat.

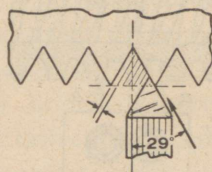
hoopis suurem. Ainult viimaste puhaste laastude lõikamiseks lastakse treiteral töötada terve profiiliga.

Suuremate keermeprofilide puhul on kasulik ettelõikamist toimetada hoopis eraldi teraga, kusjuures tera ettenihutamiseks

kasutatakse järgmist võtet (joon. 93). Põiksuport kallutatakse, s. o. keeratakse välja normaalasendist nurga võrra, mille suurus on pool keermeprofiili nurgast, kuna treitera seejärel kinnitatakse tavalises asendis, s. o. perpendikulaarselt keermetatavale esemele. Kui nüüd



Joon. 92. Keermelõikamine tera külje peale nihutamiseks.



Joon. 93. Keermelõikamine põiksuporti kallutamise abil.

treitera ettenihutamiseks keerata põiksuporti spindlit, siis lõikab ainult treitera vasakpoolne külg. Selle tagajärjel võime töötada märksa suurema laastusügavusega, kuna treitera lõikab täiesti vabalt. Kirjeldatud tööta-

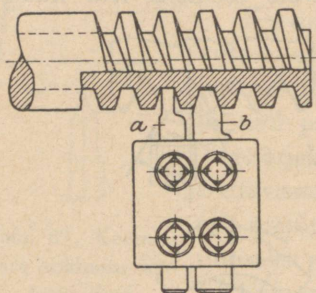


Joon. 94. Kruvisoonest materjali väljalõikamise viisid.

misviis on kasulik etteruppmisel, kui suurem arv ühesuguseid esemeid tuleb varustada kruvikeermega, kuna ülalõikamiseks on soovitatav kasutada vetruvat keermetera.

Olenedes keermetera ettenihutamise viisist kujuneb ka kruvisoonest materjali väljalõikamine mitmesuguseks. Joon. 94 a on tavaline

lõikamisviis, kus lõikavad mõlemad treitera küljed. Samal joonisel *b* all märgitud laastukuju saame, kui rakendada joon. 92 kujutatud lõikamisviisi, ja *c*, kui lõikamine toimub kallutatud põiksuportiga.



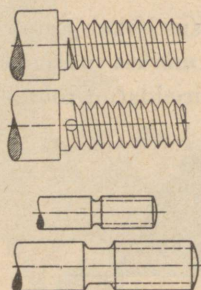
Joon. 95. Trapetskeerme lõikamine.

Trapetskeerme lõikamist toimetatakse sageli kahe teraga korruga (joon. 95). Rupimiseks kasutataval teral *a* on läbilõike-tera kaju ja tema otsa laius võrdub keerme-profiili põhja laiusega. Tera *b* ülesandeks jääb nüüd vaid juba ettelõigatud soontes puhta profiili lõikamine.

Lõikekiirus - keermelõikamisel on üldiselt sõltuv väga mitmest asjaolust, näit. materjalist, treitera kujust ja lõikamise viisist, töötluseseme kujust ja suuruselt, nõutavast täpsusest, jahutusainest jne.

Üldise juhtnõrina võime kasutada kruvikeermete lõikamiseks tabelis 4 toodud lõikekiirust.

Jahutus- ja määrdeaineid tuleb keermetamisel tingimata kasutada, kui soovitakse laitmatu puhta pinnaga kruvikeeret. Erandina võiks nimetada ainult pronksi, valgevaske ja malmi, mida võib lõigata



Joon. 96. Kruvikeerme lõpetamisviisid.

kuivalt. Lihtsamate tööde juures kasutatakse jahutusainena enamasti puurõli-emulsiooni või seebivett, kõvemate teraste puhul looma- või taime-riigi õlisid. Eriti peente tööde puhul tuleb kõne alla rasvõli (lardõli) või kalarasv. Masinaõli on lõikeõlina täiesti kõlbmatu, ja kui ei ole muud õli käepärast, on parem lõigata kuivalt.

Tööjõudluse mõttes on suure tähtsusega kruvikeerme lõpposa. Joonisel 96 on toodud mitmesuguseid keerme lõpetamisviise. Neist ülalt esimest ja teist kasutatakse suuremate kruvide keermestamisel. Halbuseks aga on, et säärane tööviis nõuab treialilt suurt osavust ja asjata ajakulu. Saksa tööstusnormide järgi kasutatakse treitera väljajooksuks kruvide juures, millete läbimõõt ei ületa 11 mm, poolümmargust soont, suuremate läbimõõtude puhul aga juba lamedat soont (joon. 96, kaks alumist kruvi).

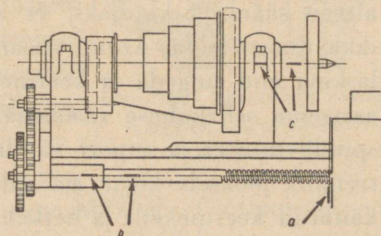
Keermetera tagasiviimine algseisu. Keermelõikamine treipingil nõuab, et pink oleks varustatud seadmega, mis pärast lõikekäigu lõpulejõudmist viiks keermetera täpselt endisse algseisu tagasi. Lihtsaim viis on, et lae-vahevärgile antakse risti asetatud rihma abil vasakut kätt käik. Säärane suporti algseisu tagasitransportimine on aga mõeldav ainult lühikeste kruvikeermete puhul. Pikemate keermete juures on see toiming liialt aeganõudev, isegi sel puhul, kui tagasikäik on kiirendatud. Märksa kiiremini toimub suporti tagasiviimine käsitsi tagasiväntamisega, milleks on tarvis suporti lukk avada. Võimalik aga on säärane käsitsi tagasiväntamine ainult juhtumeil, kui töötlusese keermete käikude arv ühe tolli peale on jäägita jagatav juhtspindli ühe tolli peale arvestatud kruvikäikude arvuga. Sel puhul on suportit võimalik ükskõik kus kohas sisse lülida, treitera pääseb ikka õieti lõikama.

Suporti käsitsi algseisu viimisega on võimalik lõigata:

Juhtspindli käikude arv 1" peale	Töötlusese käikude arv 1" peale
2	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 jne.
3	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 jne.
4	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 jne.

Või kui on juhtspindlil näit. 6-mm tõus, võib suporti lukku ükspuha kus kohas sulgedes lõigata kruvikeermeid, millede tõus on 6; 3; 2; 1,5; 0,75 mm jne.

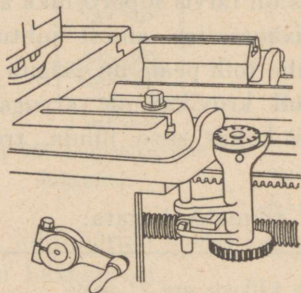
Suur arv kruvikäike, mida ei ole võimalik kirjeldatud viisil lõigata, sunnib otsima abinõusid, mis võimaldaksid siiski suporti käsitsi tagasiväntamist. Üks lihtsaim viis oleks järgmine: Kui suport on algseisus, märgitakse see kriidiga treipingi sängile. Samuti varustatakse kriidimärgiga juhtspindel ja plaan- või kaasavõtja seib joon. 97 kujutatud viisil. Niipea kui keermetera on lõpuni välja joosnud, vändatakse



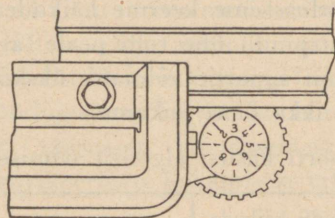
Joon. 97. Suporti algseisu leidmine.

suport käsitsi tagasi, kuni ta kokku langeb kriidimärgiga *a*. Nüüd jälgitakse kriidimärke *b* ja *c*. Niipea kui mõlemad on jõudnud oma algseisu, suletakse silmapilkselt suporti lukk, sest on saavutatud suporti täpne algseis.

Keermelõikamise tööd märksa kiirendada aitab väike suporti külge kinnitatud seade, nn. keermekell. See kujutab püstvõlli, mille alumine ots on varustatud tigurattaga; viimane on ühenduses juhtspindliga (joon. 98). Võlli ülemine ots lõpeb jaotustega, varustatud



Joon. 98. Keermekell.



Joon. 99. Keermekella numbriplaat.

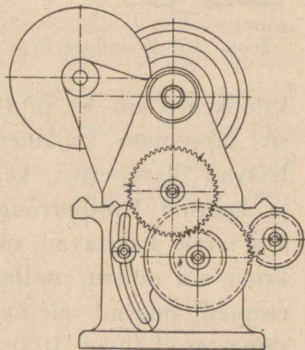
numbrikettaga. Tiguratta hammaste arv on juhtspindli kruvikäikude arvuga võrreldes mitmekordne. Kui näit. juhtspindlil on 4 käiku 1" peale, siis on tigurattal vastavalt 16, 24 või 32 hammast. Numbrikettal on siis nii palju jaotuskriipse, kui seda annab vahekord hammaste arv: käikude arv. Kui juhtspindlil on näit. 4 käiku ja tigurattal 16 hammast, on numbrikettal neli jaotuskriipsu, 24 hamba puhul 6 ja 32 hamba puhul 8 jaotust.

Töötamisviis on järgmine: Esimese löike puhul tehakse suporti algseis sääraselt kindlaks, et seda ilma pikema katsetamiseta võib ikka uuesti leida. Antud seisangus peab juhtspindli poolitatud mutter laskma end sulgeda ja keermekella numbrikettal peab mingi kriips asetsema sellekohase vastasmärgi kohal. Iga löike järel avatakse juhtspindli mutter ja suport vändatakse käsitsi algseisu tagasi, kusjuures treipink jookseb kogu aja edasi. Nüüd jälgitakse juhtspindli poolt käitatud keermekella ja hetkel, mil üks numbriketta kriips langeb vastava märgiga kokku, tuleb juhtspindli mutter sulgeda. Säärane

töötamisviis kindlustab, et treitera ots langeb iga kord täpselt kokku töötluseseme keermesoonega.

Kirjeldatud tööviis on rakendatav juhul, kui lõigatava kruvikeerme käikude arv on täisarv. Kui aga pingil, mille juhtspindlil on 4 käiku 1" peale, tuleb näit. lõigata kruvikeere 12 $\frac{1}{2}$ käiku 1" peale, peab suporti luku sulgemise momendil ka tööspindlil olema sama algseisang.

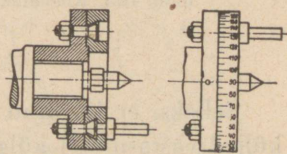
Mitmekäiguliste kruvikeermete lõikamisel tekib vajadus treitera ühest keermekäigust teise üleviimiseks, milleks tuleb töötluseset teatava osa võrra pöörata. Kahekäigulise keerme puhul oleks see $\frac{1}{2}$ pööret, kolmekäigulise puhul aga $\frac{1}{3}$ pööret jne. Säärast töötluseseme pöörast on võimalik läbi viia vahetusrataste abil järgmiselt (joon. 100): Rattaga *b* ühenduses olev esimese ajuratta *a* hammas märgitakse ära kriidimärgiga. Üleminekuks teisele kruvikeermele katkestatakse treipingi kääride abil ühendus rataste *a* ja *b* vahel ja pööratakse ratas *a* koos tööspindliga nii mitme hamba võrra edasi, nagu seda vajab lõigatav kruvikeere. Kahekäigulise keerme puhul oleks see $\frac{1}{2}$, kolmekäigulise puhul aga $\frac{1}{3}$ ratta *a* hammaste arvust. Pärast seda ühendatakse rattad *a* ja *b* uuesti.



Joon. 100. Mitmekäiguliste kruvikeermete lõikamine.

Hammasratas *a* tuleb valida nii, et selle hammaste arv oleks jagatav jäägitult keermekäikude arvuga.

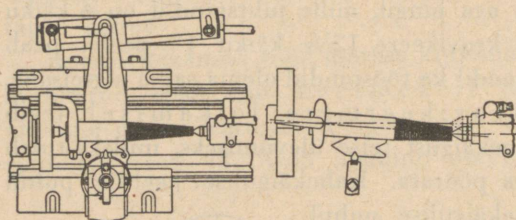
Lihtsam talitusviis on, kui kaasavõtja seibil on vastavalt keermekäikude arvule sellekohased väljalõiked, nii et kaasavõtja saba on võimalik koos töötlusesemega vastavalt edasi tõsta. Või veel lihtsam: kui kaasavõtja seib on seatav ja varustatud vastava jaotusega (joon. 101). Seadumetreid vabastades on võimalik kaasavõtja seibi soovitud suunas ja määral pöörata.



Joon. 101. Kaasavõtja mitmekäiguliste kruvikeermete lõikamiseks.

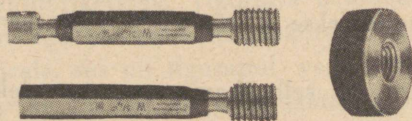
Koonilisi kruvikeermeid on võimalik laitmatult lõigata ainult koonuslineaali abil. Töötamisviis on üldiselt juba varem koonustreimise juures kirjeldatuga sarnane.

Koonuslineaali puudumisel toimub säärase keermelõikamise aga ka kärnipuki nihutamiseaga. Et kaasavõtja pöörlemiskiirus sel juhul aga ei ole ühtlane, vaid vahel suurem või väiksem (liikumisjoon kujutab ellipsit), siis lõigatav kruvikeere tuleb igal juhul laineline, ja viga on seda suurem, mida järsem koonus on keermestamisel.

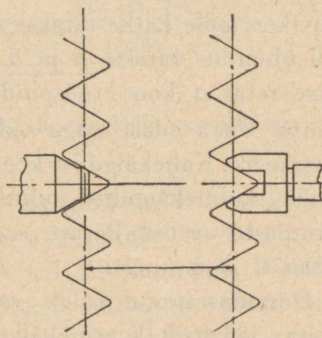


Joon. 102. Kooniliste kruvikeermete lõikamine.

kruvikeere kui ka mutriosa (või ümberpöördult) kokku sobitatakse, siis täpsemate kruvikeermete puhul ei piisa aga sellest, vaid siin leiavad kasutamist keermekaliibrid ja keermekaliiberrõngad. Nii üks kui teine kujutavad täpsemõõdulist kruvi või mutrit, millele töötlus-esemed peavad olema võimalikult samastatud (joon. 103).



Joon. 103. Keermekaliibrid.



Joon. 104. Keermekaliibri mõõtmine erimikromeetriga.

Selleks, et lõigatud kruvikeere korralikult kannaks, peavad keermekaliibri küljed vastasmutri külgedega kokku puutuma. Võib juhtuda, et kruvi, mille väline läbimõõt on täpselt õige, osutub siiski liiga nõrgaks. Nimelt juhul, kui ümmardamine keermekaliibri põhjas on tehtud liiga suur, lõigatava keermekaliibri ja vastasmutri profiili küljed ei puutu kokku. Kontrollimise otstarbel mõõdetakse kruvikeermekaliibri keskmist läbimõõtu, kasutades selleks eriliste mõõduotstega varustatud mikromeetrit (joon. 104).

Vahetusrataste arvutus.

Kui treipingil, mille juhtspindlil on 4 käiku 1" peale, tuleb lõigata kruvikeere täpselt sama käikude arvuga, siis on selge, et nii juht- kui ka tööspindel peavad pöörlema täpselt ühe ning sama kiirusega. Kui aga samal treipingil tuleb lõigata kruvikeere 8 käiku 1" peale, siis tööspindli ühe pöörde puhul tohib juhtspindel teha vaid $\frac{1}{2}$ pööret, sest suporti ettenihe peab siin olema 2 korda väiksem kui eelmisel juhul. Kui esimese näite puhul tööspindlil ja samuti juhtspindlil olev hammasratas on võrdse hammaste arvuga, siis teise näite puhul juhtspindlil hammasratta hammaste arv peab olema kaks korda suurem.

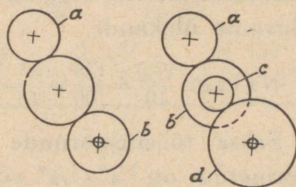
Nagu eespool-kirjeldatust näeme, tuleb iga keermetõusu jaoks vahetada treipingil vastavad hammasrattad, seepärast nimetame neid edaspidi lihtsalt vahetusratasteks. Veel peab märkima, et tööspindlile kinnitatud vahetusratast nimetatakse ajurattaks, sest ta ajab ringi ülejäänud hammasrattaid, kuna juhtspindlil olev hammasratas seevastu on aetav.

Võime ära tähendada järgmise suhte:

$$\underbrace{\frac{\text{Lõigatava kruvikeerme tõus mm-eis}}{\text{Juhtspindli keerme tõus mm-eis}}}_{A} \text{ või } \underbrace{\frac{\text{juhtspindli käikude arv 1" peale}}{\text{lõigatava kruvi käikude arv 1" peale}}}_{B} = \frac{\text{ajuratta hammaste arv}}{\text{aetava ratta hammaste arv}}$$

Meie teise näite puhul oleks seega: $\frac{\text{ajuratas}}{\text{aetav ratas}} = \frac{4}{8}$.

Et säärase hammaste arvuga hammasrattaid treipingil tegelikult pole olemas, siis korrutame murru lugejat ja nimetajat ühe ning sama arvuga, käesoleval juhtumil 10-ga, ning saame tööspindli ratta jaoks 40 hammast ja juhtspindlile 80 hammast. Mõlemad hammasrattad on treipingi vahetusrataste normaalkomplektis olemas, need tuleb vaid omavahel ühendada hammasrattaga vabalt valitud hammaste arvuga, ja ülekanne keerme lõikamiseks (8 käiku 1" peale) on valmis (joon. 105).



Joon. 105. Ühekordne vahetusrataste ülekanne.
a – ajuratas,
b – aetav ratas.

Joon. 106. Kahekordne vahetusrataste ülekanne.

Sageli aga esinevad ülekande-vahekorrad, missuguseid ei ole võimalik läbi viia kahe hammasratta ja vabalt valitud vaheratta abil, näit. kui $\frac{\text{ajuratas}}{\text{aetav ratas}} = \frac{2}{15}$. Et kõige väiksem ratas vahetusrataste komplektis on 20 hambaga, siis tuleks murd kasvatada kümnega ja saaksime $\frac{20}{150}$, kuid jällegi nii suurt ratast, nagu 150, pole komplektis olemas. Tuleb appi võtta murru algtegreiks lahutamine:

$$\frac{\text{ajuratas}}{\text{aetav ratas}} = \frac{2}{15} = \frac{1 \cdot 2}{3 \cdot 5} = \frac{1 (.30) \cdot 2 (.20)}{3 (.30) \cdot 5 (.20)} = \frac{30 \cdot 40}{90 \cdot 100}$$

Hammasrattad 30 ja 40 hambaga a ja c on mõlemad ajurattad vastavalt joonisele 106, hammasrattad 90 ja 100 hambaga on aetavad rattad b ja d .

Ei ole ilmingimata tarvilik, et murrus juhulikult üksteise all olevaid arvusid tuleb korrutada ühe ning sama arvuga; kasutades eelmist näidet oleksime võinud talitada ka järgmiselt:

$$\frac{\text{ajuratas}}{\text{aetav ratas}} = \frac{2}{15} = \frac{1 \cdot 2}{3 \cdot 5} = \frac{1 (.25) \cdot 2 (.35)}{3 (.35) \cdot 5 (.25)} = \frac{25 \cdot 70}{105 \cdot 125}$$

Tähele tuleb panna vaid seda, et korrutades mingit tegurit lugejas tuleb korrutada sama arvuga ka mingit tegurit murru nimetajas. Samuti jagades lugejat tuleb sama arvuga jagada ka nimetajat.

Juhul kui arvutusel saame suhte, milles esinevad murdarvud, näit.: $\frac{\text{ajuratas}}{\text{aetav ratas}} = \frac{17,5}{10}$, siis on kasulik kõigepealt kaotada murdarvud, milleks korrutame käesolevas näites murdu 10-ga; et saadud hammasrattad on liiga suured, siis jagame murru 25-ga ja otsime sobivama ülekande.

$$\text{N ä i d e: } \frac{17,5}{10} = \frac{175}{100} = \frac{7}{4} = \frac{7 (.15)}{4 (.15)} = \frac{105}{60}$$

Saksa tööstusnormide järgi on treipinkidel, millede juhtspindli keermetõus on $\frac{1}{4}''$, $\frac{1}{2}''$ või 3, 4, 12, 24 mm, vahetusrataste komplekt, milledes esinevad kas osaliselt või täielikult järgmised hammasrattad: 20, 22, 24, 26, 30, 32, 35, 36, 40, 42, 44, 45, 48, 50, 51, 54, 55, 57, 60, 65, 68, 70, 72, 75, 76, 80, 84, 85, 89, 90, 95, 96, 97, 100, 105, 110, 112, 114, 115, 120, 125, 127, 140.

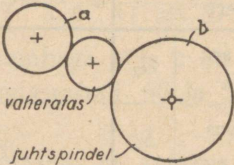
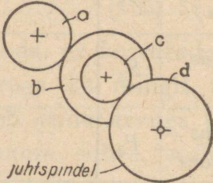
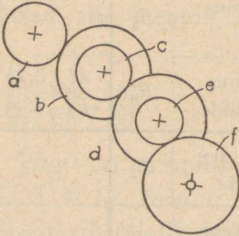
Alljärgnevas tabelis 16 on toodud arvutusvalemid, millede abil, väljudes lõigatava kruvikeerme ja juhtspindli kruvikeerme kohta antud suurustest, saame arvutada nende kruvikeermete tõusu suhte A . Edasi teades, et $A=B$, arvutame välja ja asetame kohale vahetusrattad tabeli 17 kohaselt.

Tabel 16. Arvutusvalemid.

Antud suurused				Lõigatava kruvikeerme ja juhtspindli kruvikeerme suhte A
Lõigatav kruvikeere		Juhtspindli kruvikeere		
Käikude arv 1" peale	G_1	Käikude arv 1" peale	G_2	$\frac{G_2}{G_1}$
		Keermetõus mm	S_2	$\frac{25,4}{G_1 \cdot S_2} = \frac{127}{S_2 \cdot G_1 \cdot 5}$
		Keermetõus inglise tollides	E_2	$\frac{1}{G_1 \cdot E_2}$
Keermetõus mm	S_1	Käikude arv 1" peale	G_2	$\frac{S_1 \cdot G_2}{25,4} = \frac{S_1 \cdot G_2 \cdot 5}{127}$
		Keermetõus mm	S_2	$\frac{S_1}{S_2}$
		Keermetõus inglise tollides	E_2	$\frac{S_1}{E_2 \cdot 25,4} = \frac{S_1 \cdot 5}{E_2 \cdot 127}$
Moodul $S_1 : 3,14$	M	Käikude arv 1" peale	G_2	$\frac{M \cdot G_2 \cdot 3,14}{25,4} = \frac{M \cdot G_2 \cdot 157}{10 \cdot 127}$
		Keermetõus mm	S_2	$\frac{M \cdot 3,14}{S_2} = \frac{M \cdot 157}{S_2 \cdot 50}$
		Keermetõus inglise tollides	E_2	$\frac{M \cdot 3,14}{E_2 \cdot 25,4} = \frac{M \cdot 157}{50 \cdot E_2 \cdot 25,4} = \frac{M \cdot 157}{E_2 \cdot 127 \cdot 10}$
Keermetõus inglise tollides	E_1	Käikude arv 1" peale	G_2	$E_1 \cdot G_2$
		Keermetõus mm	S_2	$\frac{E_1 \cdot 25,4}{S_2} = \frac{E_1 \cdot 127}{S_2 \cdot 5}$
		Keermetõus inglise tollides	E_2	$\frac{E_1}{E_2}$

Pöördesüdamiku ülekande puhul¹ (vt. joon. 107) tuleb tabelis 16 toodud suurused korrutada ülekandesuurusega $i = \frac{Z_2}{Z_1}$.

Tabel 17. Vahetusrataste arvutus ja asetus.

Ülekanne	Hammasrataste asetus	B
1-kordne		$\frac{a}{b}$
2-kordne		$\frac{a \cdot c}{b \cdot d}$
3-kordne		$\frac{a \cdot c \cdot e}{b \cdot d \cdot f}$

¹ S. o. kui tööspindli ja esimese ajuratta pöörete arv ei ole omavahel võrdne.

Näited:

1. ülesanne: Treipingil, mille juhtspindlil on 5 käiku 1" peale, tuleb lõigata kruvikeere, mille tõus on 2 mm.

Lahendus: $G_2 = 5$; $S_1 = 2$

$$A = \frac{S_1 \cdot G_2 \cdot 5}{127} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 5}{127} = \frac{50}{127} = \frac{a}{b};$$

võime kasutada ühekordset ülekannet, mõlemad vahetusrattad on treipingi komplektis olemas ja need tuleb vaid omavahel ühendada sobiva vabalt valitava vaherattaga.

2. ülesanne: Tuleb lõigata kruvi, millel on 30 käiku 1" peale. Treipingi juhtspindlil on 4 käiku 1" peale.

Lahendus: $G_1 = 30$; $G_2 = 4$; $A = \frac{G_2}{G_1} = \frac{4}{30} = \frac{a}{b}$;

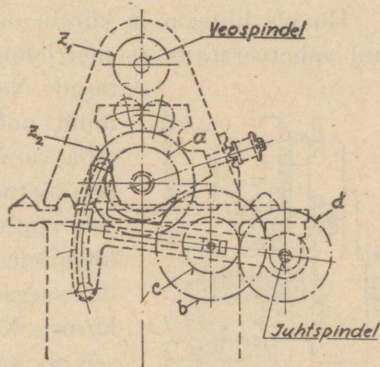
käesoleval juhtumil ühekordne ülekanne ei ole kasutatav, seepärast valime kahekordse ülekande;

$$\frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{4}{30} = \frac{4 \cdot 10}{30 \cdot 10} = \frac{40 \cdot 10}{30 \cdot 100} = \frac{40 \cdot 10 \cdot 3}{30 \cdot 3 \cdot 100} = \frac{40 \cdot 30}{90 \cdot 100};$$

hammasrattad $a = 40$ ja $c = 30$ hammast on ajurattad, $b = 90$ ja $d = 100$ hammast on aetavad rattad. Juhul kui meie treipingil on pöördesüdamikü ülekanne (joon. 107)

$\frac{Z_2}{Z_1} = i = 5$, siis:

$$A = \frac{G_2 \cdot i}{G_1} = \frac{4 \cdot 5}{30} = \frac{20}{30} = \frac{40}{60} = \frac{a}{b}.$$



Joon. 107. Pöördesüdamikü ülekande.

3. ülesanne: Treipingi juhtspindlil on 4 käiku 1" peale; lõigata tuleb tigu, mille moodul = 5.

Lahendus: $M = 5$; $G_2 = 4$.

$$A = \frac{M \cdot G_2 \cdot 157}{10 \cdot 127} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 157}{10 \cdot 127} = \frac{20 \cdot 157}{10 \cdot 127} = \frac{100 \cdot 157}{50 \cdot 127} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d};$$

siin tuleb juba kasutada 157 hambaga vahetusrattast, mida harilikult normaal-komplektis ei ole.

4. ülesanne: Treipingi juhtspindlil on 8-mm tõus; tuleb lõigata kruvi, mille tõus on 6,5 mm.

Lahendus: $A = \frac{S_1}{S_2} = \frac{6,5}{8} = \frac{6,5 \cdot 10}{8 \cdot 10} = \frac{65}{80}$.

Arvutamise teel saadud vahetusrataste sobivust tuleb tingimata kontrollida. Korrutatades saadud avaldust juhtspindli keerme tõusuga peame, kui vahetusrattad on õieti arvutatud, resultaadinna saama lõigatava kruvikeerme tõusu (vindisammu). Näit. ülesandes 2 on treipingi juhtspindlil 4 käiku 1" peale (keermetõus = $\frac{1}{4}$ ") ja lõigataval kruvil on 30 käiku 1" peale (tõus = $\frac{1}{30}$ "). Arvutuse teel saadud vahetusrattad on: $\frac{40 \cdot 30}{90 \cdot 100}$; ülaltoodud reegli kohaselt saame $\frac{1}{4} \cdot \frac{40 \cdot 30}{90 \cdot 100} = \frac{1}{30}$, s. o. lõigatava kruvikeerme tõusu. Vahetusrattad on õieti valitud.

Nortoni-ajam keermealõikamiseks.

Hoopis lihtsam ja kiirem on töötamine, kui treipink on varustatud vahetusrataste asemel hammasratas-ajamiga. Joon. 108 on kujutatud Nortoni-süsteemiline hammasratas-ajam, mille põhimõtteline ehitusviis on kirjeldatud juba varem. Käesoleval juhtumil on võlli peale liikumatult asetatud 8 hammasratas ja nende sidestamine toimub alumise kangi *c* abil. Ajami ülemisele kangile *B* on võimalik anda 3 asendit, seega saame kokku $8 \times 3 = 24$ mitmesugust kiirust. Käepideme *A* lülimisega sisse või välja see arv aga kahekordistub ja saame seega kokku 48 juhtspindli kiirust lihtsa lülimisega teel.

Joon. 108. Nortoni-ajam treipingil.

Näiteks: Kui meil on tarvis säärasel treipingil lõigata kruvikeere, mil on 40 käiku 1" peale, siis leiame hammasratas-ajami kaanele kinnitatud tabelist (joon. 109), et arv 40 asetseb vasakult kolmandas püstreas. Asetame kangi *C* sama rea alla, s. o. vasakult kolmandasse auku. Edasi näeme tabelist, et käepide *A* tuleb välja tõmmata ja kang *B* jätta keskasendisse, ning treipink on valmis kruvikeerme lõikamiseks 40 käiku 1" peale. Kirjeldatud ajam on võrdlemisi väike ja mõeldud

NIIHUTATAV HAMMASRATAS A	ÜLEMINE KANG B	KRUVIKAIKUDE ARV 1" PEALE										
		2	2½	2¾	3	3½	3¾	4	4½	5	5½	6
SISSE	VASAKULE	2	2½	2¾	3	3½	3¾	4	4½	5	5½	6
	KEKSEL	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9
VALJA	PAREMALE	8	9	10	11	11½	12	13	14	15	16	17
	KEKSEL	16	18	20	22	23	24	26	28	30	32	34
	VASAKULE	32	36	40	44	46	48	52	56	60	64	68
	PAREMALE	64	72	80	88	92	96	104	112	120	128	136

Joon. 109. Nortoni-ajami lülitustabel.

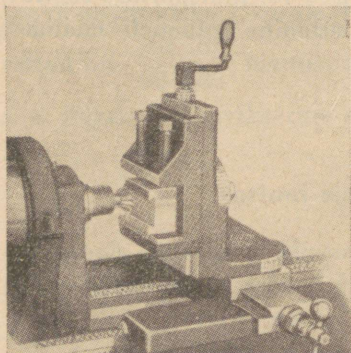
ainult juhtspindli käitamiseks; paremad pingid varustatakse hammas-
ratas-ajamiga, mis võimaldab hoopis suurema kiiruste arvu, samuti
ülekande nii juht- kui ka tõmbespindlile. Viimase kaudu käitatakse
teatavasti suporti nii piki- kui ka plaantreimiseks.

Korralik hammasratas-ajam võimaldab suporti ja seega treitera
ettenihke suurust muuta umbes 0,05 mm — 1,3 mm piirides töötlus-
eseme ühe pöörde kohta. Plaantreimisel ettenihe väheneb enamasti
pikitreimisel kasutatavate suuruste $\frac{1}{3}$ -le.

VIII. Freesimine ja lihvimine treipingil.

Freesimine.

Väiksemais töökodades, kus tööulatus ei tasu iseseisva freespingi muretsemist, võib väiksemate ja lihtsamate freesimistöode jaoks kasutada ka harilikku treipinki. Seks otstarbeks kinnitatakse frees koonustapiga tööspindli koonuspesasse, töötlusese aga suportisse.



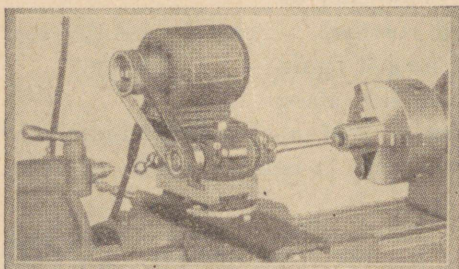
Joon. 110. Freesimise abinõu.

Et suport ei võimalda üles-alla käiku, mis aga freesimistöode juures on tarvilik, siis tuleb kasutada sellekohast lisa-sisseseadet (joon. 110). Viimane on mõne poldi abil suporti külge kinnitatav, omab üles-alla liikumise võimalust ja on lisaks sellele teatava nurga võrra kallutatav. Sää-

rasel viisil võib freesida kiilupesi, samuti mitmesuguseid sooni ja ka pindu.

Lihvimine.

Umbes samadel kaalutlustel, nagu toodud ülal, tuleb treipinki vahel kasutada ka lihvipingina. On kasulik täpsemate treimistöode puhul viimast laastu mitte võtta treiteraga, vaid lihvimiskettaga, sest töö on nii vähem aega nõudev ja, mis peaasi, täpsem.



Joon. 111. Lihvimisseade mootoriga.

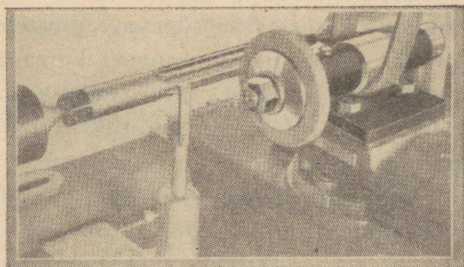
Joon. 111 kujutab suportile ehitatud lihvimisseadet iseseisva väikese elektrimootoriga (käesoleval juhtumil on seade kohandatud siselihvimiseks). Väike

spindlile kinnitatud lihvimisketas teeb umbes mõni tuhat pööret minutis, treipingi padrun ühes selle vahele kinnitatud töötluseselega

aga vaid umbes 50—60 pööret. Eriti sobiv on säärane ülelihvimine karastatud esemete juures, sest tavaliselt karastamisel teras muudab oma mõõte. Sama seade võimaldab aga ka välislihvimist, kui spindlile kinnitada natuke suurem lihvimisketas.

Treipingi lihvimisseadet võib ehitada ka rihmveoga. Selleks kinnitatakse treipingi suurtile väike pukk ühes rihmakettaga, mida aetakse lae-vahevärgist rihma kaudu. Tuleb silmas pidada, et lae-vahevärgi rihmaratas oleks küllaldaselt lai, et võimaldada lihvimisseadele edasitagasi liikumist.

Joonisel 112 sarnase seadega treitakse nüritud reibalit, kusjuures hamba toetamiseks on kitsas terasriba. Treipinki lihvipingina kasutamisel tuleb tähelepanu juhtida ainult ühele asjaolule: lihvimisel tekkiv smirgli-tolm võib kergesti rikkuda suporti ja teised hõõruvad osad, kui neid küllaldaselt ei kaitsta ja pärast lihvimistöö lõpetamist hoolsasti ei puhastata.



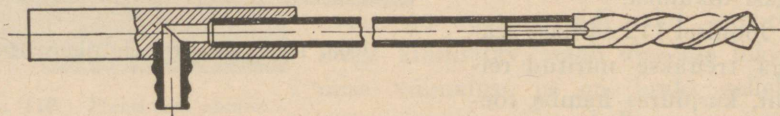
Joon. 112. Lihvimisseade rihmveoga.

IX. Puurimine treipingil.

Uldnõuded ja eripuurid.

Täie materjali sisse puurides hoiab puur soovitud suuna kõige paremini alal, kui töötlusese pöörleb, puur ise aga seisab paigal. Treipingil puurides on seda nõuet lihtne täita, mispärast seda ka rohkesti kasutatakse sügavate puurete läbiviimiseks. Tuleb vaid hoolt kanda, et laastud puuraugust korrapäraselt välja juhitaks, sest ummistuse korral murdub puur enamasti otsekohe. Samuti omab suurt tähtsust korrapärane jahutus, kuna soojuse ärajuhtimine sügavast puuraugust niikuinü on takistatud.

Sügavpuurimise tööde läbiviimiseks treipingil on lihtsaim abinõu spiraalpuur, millele terastoru on varreks otsa joodetud umbes



Joon. 113. Spiraalpuur kohandatud sügavpuurimiseks.

sääraselt, nagu on kujutatud joon. 113. Väga kohaseks tuleb lugeda joon. 114 — II kujutatud spiraalpuuri, mis eriti sobitatud sügavpuurimiseks, sest tal on läbiminevad jahutusvedeliku kanalid. Väga pika spiraaliga spiraalpuuridel on see halb omadus, et tugevamaal kooramisel keerab spiraal ennast nagu lahti, puuri läbimõõt selle tagajärjel suureneb, puur jääb kinni ja murdub kergesti. Sügavate aukude puurimisel üldiselt peab valima ettenihke võrdlemisi väikese ja puuri edasijõudmisel seda järk-järgult veelgi vähendama. Liiga suure ettenihke puhul puuri vars painduks läbi, mille tagajärjel puur paratamatult jookseks soovitud suunast kõrvale.

Suurimat tähelepanu tuleb puurimise algusel pöörata korralikule puuri tsentreerimisele, sest olulise tähtsusega on, et puur ei töötaks pingutatult, vaid jookseks täiesti paindumatult ja vabalt. Iseenesest on puuril püües tsentrumist mitte kõrvale nihkuda, kuid kui puur juba algul kohe viskub, siis edaspidisel puurimisel see viskumine kasvab järjest, mille tagajärjel puur jookseb viltu ja töötlusese võib muutuda kõlbmatuks.

Spiraaluurid, nende teritamine ja löikekiirus.

Tööriistana kasutatakse treipingil puurides mitut liiki eripuure. Et aga spiraaluur, nagu juba varem toonitatud, on ikkagi esikohal, siis käsitleme seda liiki puure täielikumalt.

Mitmesuguste materjalide jaoks valmistatakse erineva ehitusega spiraaluure, mil on antud materjali jaoks soodsaim spiraalitõus.

Joonisel 114 kujutatud spiraaluurid jagunevad oma otstarbelt, järjekorras ülalt alla, järgmiselt:

I — harilik puur terase ja raua puurimiseks.

II — terase puurimiseks, kuid eriti sügavate aukude jaoks; seks ots-
tarbeks läbi-

vad tast kanalid jahutusvedeliku juhtimiseks puuri tera juurde.

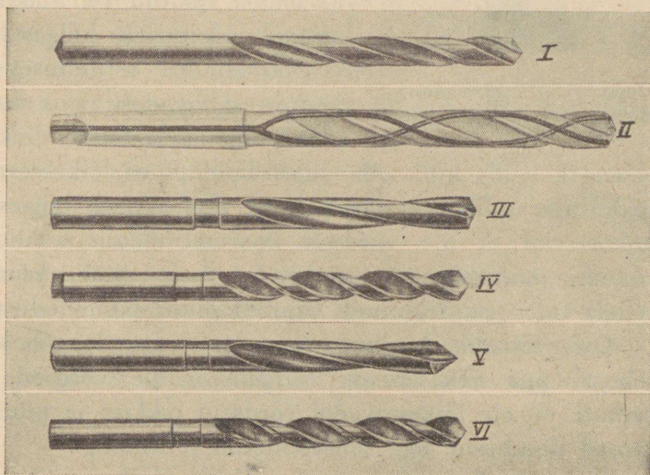
III — messingi (valgevase), pronksi ja duralumiini puurimiseks.

IV — alumiiniumi ja vase (punase vase) jaoks.

V — eripuur bakeliidi, pertinaksi, tselluloidi, sarve ja nende sarnaste materjalide puurimiseks.

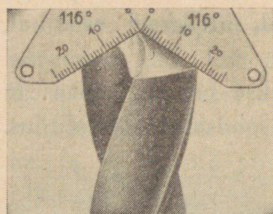
VI — soodsaim spiraaluur puu jaoks.

Väga olulise tähtsusega on nurk, mille moodustab puuriots. Raua ja terase puurimiseks on soodsaim nurk 116° . Kui otsanurk on suurem, siis säärane tõmbima otsaga puur ei tungi korralikult puuritavasse materjali ja nõuab puurimisel suuremat survet, mille tagajärjel puuriots kergesti võib murduda; ka jookseb puur siis väga kergesti soovitatavast suunast kõrvale. Liiga terava otsaga puur see-



Joon. 114. Spiraaluuride eriliike.

vastu tungib küll kergesti puuritavasse materjali, on aga liiga õrn, nürineb ja murdub kergesti ning puuri löikevõime langeb.



Joon. 115. Terase puurimiseks õieti käiatud puur.

Joon. 115 kujutab õieti käiatud puuri terase puurimiseks. Nurga kontrollimiseks kasutatakse vastavat plekist šablooni. Nurk 116° aga on sobiv ainult raua ja terase puurimiseks; alumiiniumi puurimiseks peab puuriots olema käiatud 140° -lise nurga all, kõva kummi puurimiseks kõigest 30° all.

Spiraaluuri teritamisel tuleb hoiduda järgmistest vigadest, mis tunduvalt mõjutavad puuri korralikku lõikamist. Esiteks otsanurk võib küll olla õige, kuid puuri lõikeservad ei ole võrdse pikkusega, mille tagajärjel puuri tipp asetseb telgjoonest eemal. Et lõikeservad ei ole võrdselt koormatud, siis tekib surujõud külje suunas, puurimine on raskendatud ja puur nürineb ruttu; lisaks sellele tuleb puuritav auk suurem puuri läbimõödust.

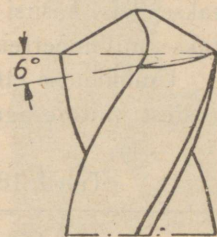
On võimalik ka juhtum, et puuri tipp langeb küll kokku puuri teljega, aga lõikeservade nurgad ei ole võrdsed. Selle tagajärjel samuti ei ole lõikeservadel võrdseid pikkusi ja puurimisel ilmnevad samad puudused, mis eelkirjeldatud juhtumilgi.

Kirjeldatud teritamisvigadest hoidumiseks on väga soovitatav kasutada kontrollimise otstarbel joonisel 115 näidatud šablooni.

Otsa teritamisega on seotud ka nn. lõikemoka kukla käiamine, mille tagajärjel lõikemokk omandab õige taganurga. Puur, mille lõikemoka kukal ei ole maha käiatud (on taganurgata), ei lõika üldse laastu, sest tera toetub kogu pinnaga vastu puuritavat materjali. Soodsaim taganurk on 6° , kui puuritav materjal on väga kõva, keskmise kõvadusega materjali jaoks 8° ja pehme materjali puhul 10° . Liiga väikese taganurga puhul, nagu juba nimetatud, ei lõika puur üldse; liiga suure taganurgaga puuril aga on lõikemokad liiga õhukesed, haakuvad kergesti puuritavasse materjali, ja et nad on väga õrnad, siis enamasti murduvad. Sääraselt käiatud puur põriseb töötamisel tugevasti.

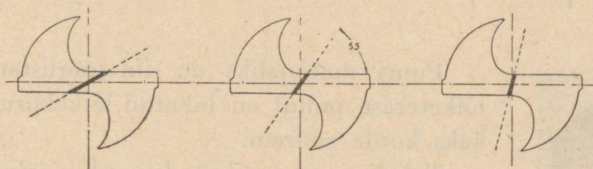
Puuri valmistamisel, nimelt spiraalide freesimisel puuri kehasse, jääb terveks nn. puuri südamik. Viimane peab olema küllaldase

paksusega, et puuril oleks vajalikku tugevust. Otsa teritamise ja kukla käiamise tagajärjel moodustab südamik puuri põiktera, mis õigupoolest ei olegi tera, sest ta ülesanne ei ole mitte materjali lõikamine. Puurile avaldatud surve tagajärjel ta vaid lükkab puuritavat materjali kõrvale, nii et see lõikemokkadest haaratakse. Et kukla käiamisel saame tahapoole langeva kõverpinna, siis põiktera moodustab lõikeservadega mingi nurga. Juhul kui lõikemokkade taganurk on õigeis piirides, s. o. $6-10^\circ$, siis põiktera moodustab lõikeserva projektsiooniga nurga, mille suurus on $\sim 55^\circ$. See nurk läheneb 90° -le, kui taganurk läheneb nullile, s. o. kui lõikemoka kuukalt ei ole üldse käiatud. Seega ka põiktera nurga suuruse järgi võib otsustada, kas lõikemokad on õieti käiatud.



Joon. 116. Õige kõvadele materjalidele kohandatud taganurk.

Et anda puuridele küllaldast tugevust, valmistatakse nad nii, et südamik pakseneb varre suunas; seepärast läheb järk-järgulisel lähenedisel ka põiktera järjest laiemaks, mis asjata nõuaks puurimisel suuremat survet. Seepärast tuleb puuri teritamisel hoida ka põiktera



Joon. 117. Põiktera nurk. Keskel õige, äärtel ebaõige.

endisil laiusel, mis toimub sel teel, et puuri küljed (põiktera otsad) käiakse ettevaatlikult maha väikesel ümarmajaservalisel käial.

Puuritava materjali omadustest sõltuvalt tuleb puurimisel valida soodsaim lõikekiirus ja ettenihe. Lõikekiiruse all mõistetakse seda ringkiirust, millega liigub pöörleva puuri välispinna mingi punkt. Kiirust mõõdetakse meetreis/minutis. Nii puuril, mille $\varnothing = 30$ mm ja pöörete arv minutis $= 400$, saame lõikekiiruse $= 0,03 \cdot \pi \cdot 400 = 37,7$ või ümmarguselt 38 meetrit/minutis.

Puurile peab selleks, et ta pidevalt tungiks puuritavasse materjali, tekitatama kindlalt ühtlast survet. Sellekohast ettenihet tekitatakse kas käsitsi või mehaaniliselt, kusjuures selle suurust mõõdetakse millimeetris puuri pöörde kohta.

Umbkaudse ettekirjutuse õigetest löikekiirustest ja ettenihke suurustest mitmesuguste materjalide puurimisel annab alljärgnev tabel.

Tabel 18. Lõikekiirused ja ettenihe puurimisel.

Jahutusaine	Lõikekiirus m/min.	Töödeldav materjal	Ettenihe mm ühe tiiru kohta puuri läbimõõdu olles:								
			1 mm	2 mm	5 mm	8 mm	12 mm	17 mm	25 mm	40 mm	60 mm
Puurõli	12÷18	süsinikteras, pehme	0,02	0,04	0,10	0,14	0,17	0,20	0,22	0,24	0,26
„	9÷12	süsinikteras, kõva	0,015	0,035	0,08	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21
Kuivalt või puurõli	8÷14	malm	0,025	0,06	0,14	0,19	0,23	0,26	0,30	0,32	0,35
Puurõli	18÷30	messing (sitke)	0,015	0,035	0,08	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21
Kuivalt või puurõli	15÷35	vask	0,02	0,04	0,10	0,14	0,17	0,20	0,22	0,24	0,26
Puurõli	50÷90	alumiiniumi- sulamid	0,03	0,07	0,17	0,23	0,28	0,32	0,38	0,42	0,48



Joon. 118. Liiga suure lõikekiiruse tagajärg.

Puuri materjaliks on siin tööriistateras; kiir-
lõiketerase puhul on lubatud lõikekiirus ligikaudu
kaks korda suurem.

Tabelis on toodud ka sobiv jahutusvedelik,
milleks on enamasti nn. puurõli-emulsioon (pii-
mastis). Sobiv vahekord on 1 osa puurõli 9 osa
külma vee kohta.

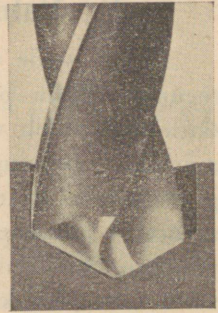
Juhul kui lõikekiirus on valitud liiga suur,
muutuvad lõikeservad tugeva hõõru tagajärjel
puuri ja puuritava materjali vahel varsti nüriks,
kuumenevad seejuures üleliia ja kaotavad oma
kõvaduse (joon. 118).

Kirjeldatud juhul tuleb puurimine kohe katkestada, puur uuesti
käiata ja lõikekiirust vähendada. Vastasel korral rikutakse ka puuri

spiraale (rihve) ja siis tuleks juba puurist pikem tükki maha käiata. Nüisugustel juhtudel sageli arvatakse, et puur on liiga pehme; enamasti on aga süüdi valesti valitud lõikekiirus.

Puurimisel võib juhtuda ka teine viga – ettenihke on liiga suur. Sel juhul liiga tugeva surve tagajärjel murduvad nii puuri põiktera kui ka lõikemokad (joon. 119).

Kui säärase puuriga edasi puurida, siis äramurtud puuri tipp mõjub küllusarnaselt ja puur läheb pikuti hoopis lõhki. Arvamine, et puur on liiga kõva ja habras, ei ole sel korral samuti õige.



Joon. 119. Liiga suure ettenihke tagajärg.

X. Valmistusaja kalkuleerimine treimisel.

Antud eseme valmistamiseks vajalik tööaeg koosneb õige mitmest tegurist. Peale puht-masinaaja, mida pink vajab antud töö täitmiseks, tuleb veel arvesse võtta pingi seadega, mille all mõeldakse treipingi töökorda seadmist ühes kinnitusabinõude, jooniste ja treiterade kohaletoimetamisega. Edasi kõrvalaeg, mille hulka arvatakse peamiselt tööluseseme pingi vahele kinnitamine ja väljavõtmine, mõõtmised üksikute töökäikude vahel, suporti kohalevõtmine, pingi käima- ja seismapanek jne. Lõpuks arvestatakse tavaliselt veel umbes 10% masinaajast kui lisa-aeg, mille hulka arvatakse mitmesuguseid võimalikud ajakaod, isiklikud talitused jne.

Masinaaja kalkuleerimiseks tuleb määrata vastava materjali töötlemiseks sobiv lõikekiirus, ettenihe ja laastude arv, mille järel võib asuda puht-matemaatilisele arvutamisele.

$$\text{Masinaaeg } t_h = \frac{L \cdot d \cdot \pi \cdot i}{s \cdot 1000 \cdot v} \text{ (minuteis).}$$

L = treitav pikkus (mm), d = tööluseseme läbimõõt (mm), $\pi = 3,14$, i = laastude arv, s = ettenihe (mm pöörde kohta), v = lõikekiirus (m/min.)

Olgu treida malmist rihmaratas joon. 120 kohaselt. Masinaaeg kujuneks siis alljärgnevalt:

Joon. 120. Rihmaratas.

Tabel 19. Rihmaratta (joon. 120) valmistamiseks kuluv aeg.

Pind	Töövõte	L	d	v	s	i	Võrdsete pindade arv	Aeg minuteis
a	Ruppimine	600	800	18	0,5	1	1	167,4
	Lihtimine	600	800	18	1,5	1	1	55,8
b	Ruppimine	10	800	18	0,5	1	2	5,6
	Lihtimine	10	800	18	0,5	1	2	5,6
c	Ruppimine	50	180	18	0,5	1	2	4,5
	Lihtimine	50	180	18	0,5	1	2	4,5
d	Sisetreimine:							
	1 laast	120	80	15	0,2	1	2	20,1
	2-4 laastu	120	80	15	0,5	3	2	24,1
e	Ummardamine	—	—	—	—	—	2	6,0
Masinaaeg								293,6
Ülesseadmine } ja mõõtmine }								35
Puht-tööaeg								328,6
Lisaaeg mitmes } kadude arvel }								32,8
umbes 10% puht-tööajast								32,8
								361,4

Arvutus:

Pinna *a* ruppimine:

$$T = \frac{L \cdot d \cdot \pi \cdot i}{s \cdot 1000 \cdot v} = \frac{600 \cdot 800 \cdot 3,14 \cdot 1}{0,5 \cdot 1000 \cdot 18} = \frac{10 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot 1}{0,5 \cdot 1 \cdot 3} = \frac{251,2}{1,5} = 167,4 \text{ min.}$$

Pinna *b* ruppimine:

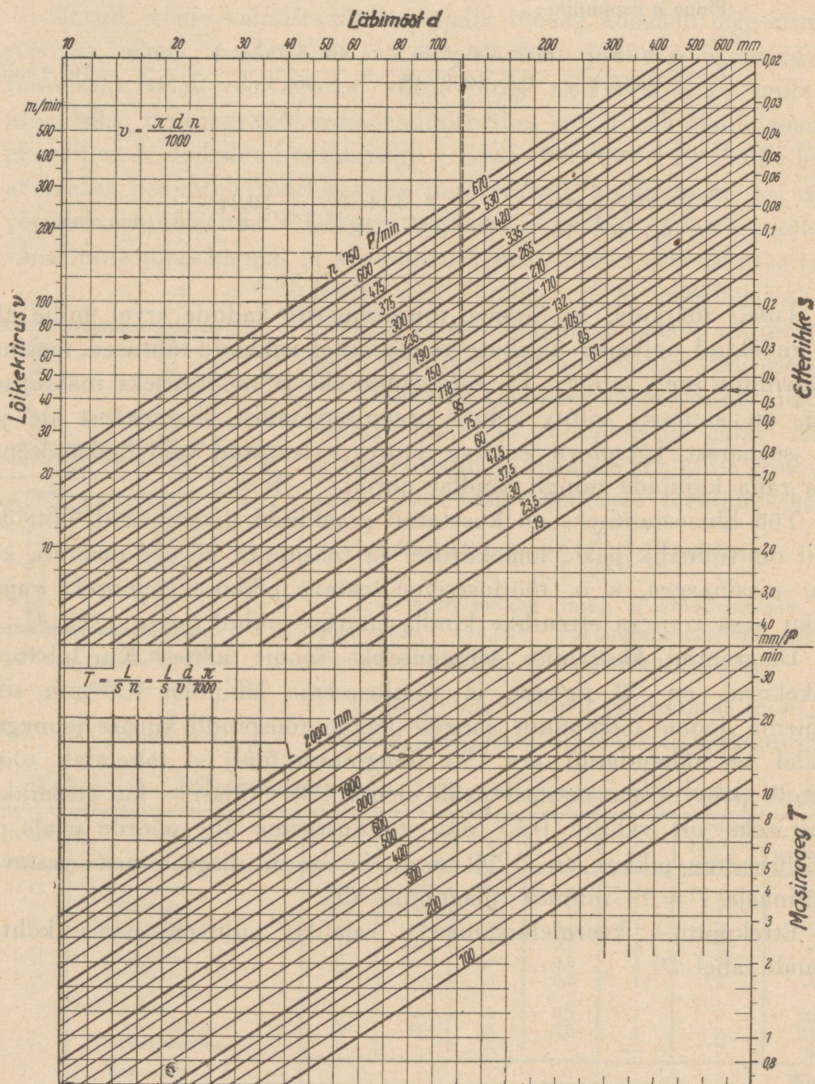
$$T = \frac{10 \cdot 800 \cdot 3,14 \cdot 1}{0,5 \cdot 100 \cdot 18} \cdot 2 = \frac{1 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot 1}{0,5 \cdot 1 \cdot 18} \cdot 2 = \frac{50,24}{9} = 5,6 \text{ min. jne.}$$

Tuleb märkida, et lisaaeg mitmesuguste kadude arvel, mille all on mõeldud ooteajad üksikute tööde vahel, isiklikud talitused, masina määrimine jne., samuti ka ülesseadmiseks ja mõõtmiseks määratud aeg, on suuresti sõltuv tehase organisatsioonist, sisseseadest jne. ja on seepärast käesoleva eelarve juures arvestatud vaid ligikaudsena ega taha kujutada mingit kindlat normi.

Töö lihtsustamiseks on koostatud graafilised diagrammid, millede abil on võimalik peale löikekiiruse ja tööspindli kiiruse määrata ka nn. masinaaega, s. o. töötluseseme teatava pikkuse treimiseks vajalikku aega treitera ettenihke kindla suuruse puhul (joon. 121).

Diagrammi käsitamise selgitamiseks toome näite: Kui lubatud löikekiirus on 72 m/min. ja töötluseseme läbimõõt 120 mm, siis mõlema joone löikepunkt langeb kokku tööspindli kiiruse joonega, millel on tähendatud arv 190 (diagramm ülal) – tähendab, tööspindli pöörete arv minutis peab olema 190. Edasi – kui ettenihke suuruseks on valitud 0,45 mm töötluseseme ühe pöörde peale ja töötluseseme pikkus on 1200 mm, siis saame diagrammist vastava masinaaja $T = 14$ minutit (diagramm all).

Ettekujutuse keermelõikamiseks vajaliku puht-masinaaja kohta annab tabel 20.



Joon. 121. Lõikekiiruse ja masinaaja diagramm.

Tabel 20. Whitworthi kruvikeerme lõikamine treipingil.

Materjal: keskmise kõvadusega ehitusteras. Aeg: minuteis.

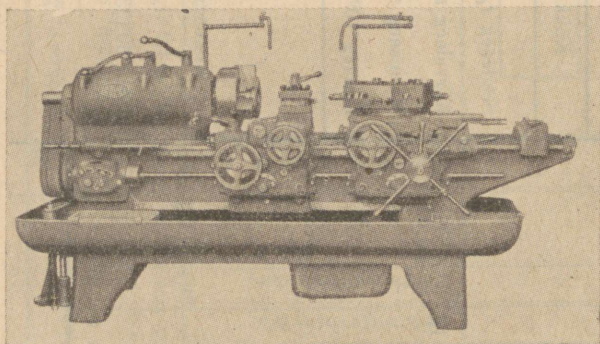
Keerme pikkus mm	K e e r m e m õ õ t t o l l i d e s									
	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 ¹ / ₄	1 ¹ / ₂	1 ³ / ₄	2
15	7	7	8	8	—	—	—	—	—	—
20	8	8	8	9	—	—	—	—	—	—
30	9	9	9	10	10	11	12	12	—	—
40	9	9	10	11	11	12	13	13	15	—
50	10	10	11	12	13	13	14	15	15	16
60	12	12	12	13	14	14	15	16	17	18
80	13	13	14	14	15	16	17	18	19	20
100	15	15	15	16	17	18	19	20	21	22
125	17	17	17	18	19	20	21	23	24	25
150	—	—	19	20	21	22	24	25	26	28
175	—	—	—	22	24	25	27	28	29	30
200	—	—	—	—	—	27	29	30	31	33

Seade- ja kõrvalaegade kohta võime leida mitmesuguseid sellekohaseid tabeleid, kuid nad on suuresti sõltuvad tehase organisatsioonist, sisseseadest jne., mispärast me neid siin lähemalt arutama ei hakka, vaid näitena toome F. W. Hülle järgi ühe tööajakaardi, milles peale masinaaja esinevad ka vajalikud seade-, kõrval- ja lisajad. Tööajakaardi kohta tuleb lisada, et ta on koostatud eeldusel, et töötlemine toimub nn. astmelise treimise teel, s. o. üks ning sama töökäik viiakse läbi treitera vahetamata kõigi töötlusesemete juures. Edasi on eeldatud, et valmisteritatud korralikud treiterad on treialil käes. Treitavaks materjaliks on keskmise kõvadusega ehitusteras, treitera materjaliks kiirlõiketeras.

XI. Revolver- ja automaattreipingid.

Revolvertreipingid.

Massartiklite valmistamiseks on harilik treipink liiga aegaviitev, sest iga töökäigu järel tuleb treitera või vastavat tööriista vahetada, seepärast kasutatakse sääraseil juhtumel revolvertreipinke.



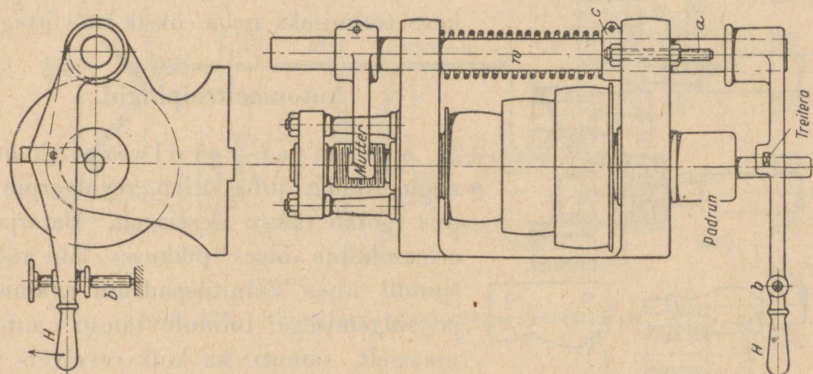
Joon. 122. Revolvertreipink.

kem üksteisele järgnevat töökäiku. Joonisel 122 kujutatud revolverpingil on horisontaalne revolversuport, mille käitamine toimub pika käepidemetega varustatud käsiratta abil. Pea ümberlülitus järgmise töökäigu jaoks toimub suporti tagasitõmbamisel automaatselt. Plaan-
treimiseks ja mahalõikamiseks on ette nähtud eraldi põiksuport, mis ehituselt ja käsitusviisilt ei erine tavalisest treipingi suportist.

Lühemate peenemate kruvikeermete lõikamine toimub revolverpea külge kinnitatud ümmarguse vindiklupiga. Teatavaks puuduseks on seejuures, et vindiklupi mahakeeramiseks pingile tuleb anda vasakut kätt käik, mis on seotud ajakuluga. Teiseks, mahakeeramisega võib kergesti vigastada ka lõigatud kruvikeeret. Märksa paremad on selles mõttes nn. iseavajad vindilõikepead. Viimased kujutavad padrunitaolist osa, millesse on liikuvalt asetatud neli keermekammi-taolist lõiketera. Kangi abil võib lõiketerad seada lõikeasendisse. Kui kruvikeere on soovitud pikkuses lõigatud, tõukab vindilõikepea kang

vastu piirajat ja vedru abil avatakse, s. o. tõmmatakse lõikeasendist tagasi kõik neli lõiketera. Vindilõikepead on võimalik nüüd tagasi tõmmata pingi jooksu takistamata.

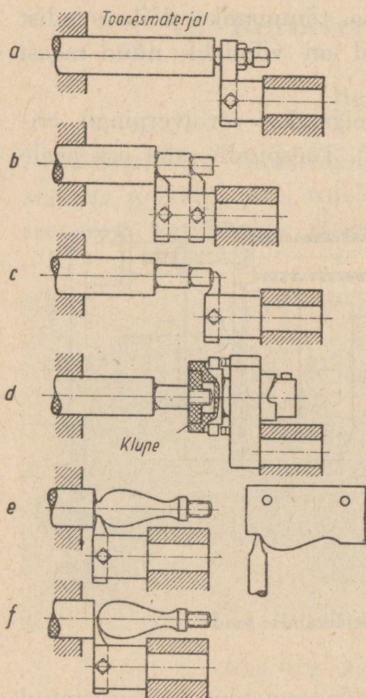
Lühemad jämedamad kruvikeermed lõigatakse revolverpingil erilise padruni ja terahoidja abil (joon. 123). Tööspindli saba osa peale



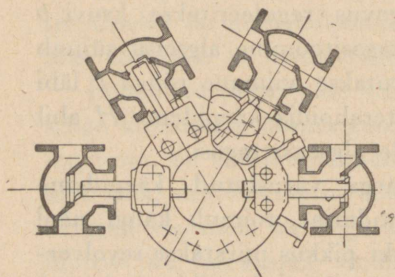
Joon. 123. Revolverpingi keermelõikamise seade.

asetatakse seks otstarbeks lõigatava kruvikeerme tõusuga varustatud padrunitaoline osa, mille peal omakorda jookseb sama keermega varustatud terahoidja käpp. Kui pink jookseb, siis tõmmatakse terahoidja w edasi, saades sel teel keermetõusule vastava ettenihke. Et samaaegselt pöörleb ka töötlusese, lõigatakse viimasele treitera poolt kruvi joon. Lõigatava keerme sügavus reguleeritakse kruvi b ja pikkus kruvi a abil. Terahoidja tagasitoomine algseisu sünnib spiraalvedru mõjul. Töökäigu ajal surutakse viimane rõnga c läbi kokku, ja kui nüüd töökäigu lõpul terahoidja käepideme H abil üles tõsta, tõukab pingutatud vedru selle algseisu tagasi.

Joon. 124 on kujutatud kruvikeermega varustatud käepideme treimine revolverpingil. Materjali etteandmine toimub kangi näol läbi õõnsa tööspindli. Ettenihutatud tüki pikkus piiratakse revolverpeas asetseva piiraja poolt (joon. 124 *a*). Järgneb pikitreimine b kahe teraga korruga. Edasi otsa ümmardamine c ja keermelõikamine d vindiklupi abil. Käepideme kujutremine e toimub kaju-



Joon. 124. Käepideme treimine revolverpingil.



Joon. 125. Ventiili treimine revolverpingil.

šablooni abil, mida mööda liigub juhtpide. Lõpuks järgneb mahalõikamine *f* ja edasi algab juba uue osa jaoks materjali etteandmine.

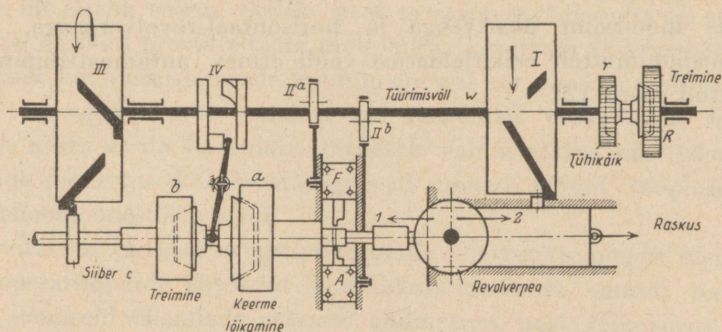
Joon. 125 kujutab skemaatiliselt revolversuportit sisseséatult ventiili kere treimiseks nelja üksik-töövõttega.

Automaattreipingid.

Automaat-revolverpink on, nagu nimigi juba ütleb, revolverpink, mis töötab täiesti iseseisvalt. Materjali etteandmine õiges pikkuses läbi tööspindli ühes kinnituspadruni avamise ja sulgemisega toimub täiesti automaatselt, samuti ka kõik revolver- ja põiksuporti liikumised ja lülitused.

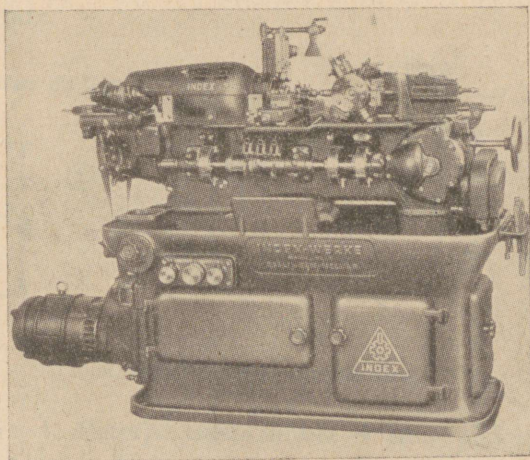
Säärase automaattreipingi tüürimismehhanism on skemaatiliselt kujutatud joon. 126. Masina keres asetseb tüürimisvõll ω , mis tööriistade töökäigul töötab sidurdatud ratta *R* abil aeglaselt ja nende tagasikäigul ratta *r* abil kiiremini. Parempoolsel otsal asetseb trummel *I* ühes pealekrutitud terasliistudega. Viimaste ülesandeks on revolverpead *1* suunas töökäiguks ette nihutada ja *2* suunas tühikäiguks kiiresti tagasi tõmmata. Seejuures revolverpea lahtilukustamine, pööramine ja uuesti lukustamine sünnib täiesti automaatselt. Kirjeldatud võtted korduvad, kuni kõik pikitreimised, puurimised jne. on läbi. Enne keerme lõikamist lülib ketas *IV* sisse aeglase,

ainult keermetamisel kasutatava käigu *a* ja töökäigu lõpul lülib ümber normaalsele treimiskäigule *b*. Vahepeal nihk-ketas II-*a* nihutab kujutreimiseks ette põiksuporti *F* ja seejärel teine nihk-ketas II-*b* mahalõikamiseks põiksuporti *A*.



Joon. 126. Automaattreipingi tüürismehhanism.

Kui valmistreitud töötlusele on maha lõigatud, nihutatakse toormaterjali kang trumli III ja siibri *c* abil ette ja seejärel suletakse padrun uuesti.



Joon. 127. Moodne automaattreipink.

Automaattreipingi tööjõudlus, võrreldes hariliku treipingiga, on muidugi väga suur, kuid arvesse võttes, et ta sisseseadmine teatava eseme valmistamiseks on üsna täpne ja aeganõudev töö, on selge, et väiksemal arvul, s. o. alla mõne tuhande tüki puhul ta ei tasu valmistuskulusid.

Üks moodsaim üksikveoga ja horisontaal-revolverpeaga, kuigi töötamis põhimõttelt eelkirjeldatust veidi erinev automaattreipink on kujutatud joon. 127.

XII. Treimise tööplaan.

Tööplaanidest üldiselt.

Enne tegelikule treimisele asumist peab treialil olema oma töö iseloomu üle täielik selgus. Selleks peab ta vastavat tööjoonist või eeskujuuurima, üksikud töövõtted läbi mõtlema ja koostama endale tööplaanid.

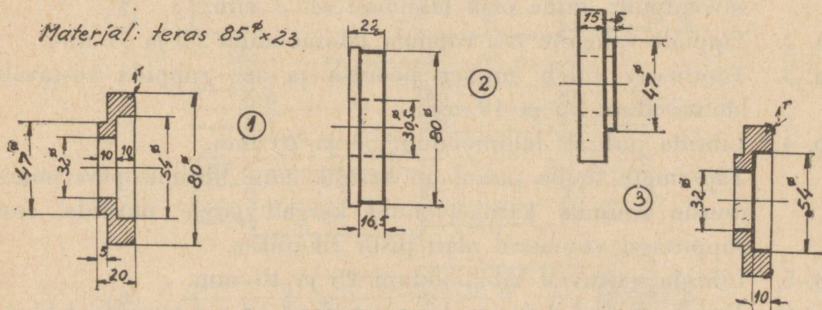
Juhul kui valmistamisele kuulub suurem arv ühesuguseid esemeid, nagu see sageli toimub tehaseis või suuremais töökodades, siis, et treialit mitte asjata koormata, tavaliselt valmistatakse nn. tööoperatsioonide joonestused. Allpool järgnevad mõned näited tööplaanidest operatsioonijoonestuste näol.

Treitavate esemete arvust ja kasutada olevast treipingist olenevalt võib operatsioonide järjekord loomulikult muutuda, samuti on võimalik jooniseid täiendada sääraste andmetega, nagu löikekiirus ühes vastava ettenihke suurusega jne.

Tööplaanide näiteid.

Tööplaan I.

Treida tuleb terasest tihendusflantse (vt. joon. 128). Materjalina on kasutada 85-mm läbimõõduga teraskangist mahalõigatud seibid paksusega 23 mm.



Joon. 128. Tööplaan – tihendusflants.

Operatsioon 1. Materjal tuleb umbes 4 mm pikkuselt padruni vahele kinnitada, kusjuures on kasulik kärnipuki vastu-toetamine pöörleva kärnitipuga.

Ruppida ja puhtalt treida 80-mm läbimõõdule, samuti üle treida esipind.

Kasutades sama ülesseadmist võib 32-mm puuret ette puurida kuni $\varnothing 30,5$ mm. Puur on seejuures kinnitatud kärnikuki hoidjasse.

- Op. 2. Töötlusese tuleb ümber pöörata ja uuesti padruni vahele kinnitada. Ruppida ja puhtalt treida pikkused 5 ja 15 mm ja naba 47-mm läbimõõdule.
- Op. 3. Töötlusese uuesti ümber pöörata ja nabapoolega padrunisse kinnitada. Treida tuleb puure $\varnothing 32$ mm puhtale mõõdule, samuti õõnsus $\varnothing 54$ mm. Lõpuks tuleb nurgad ümmardada kas treiteraga või lihtsalt viili abil.

Tööplaan 2.

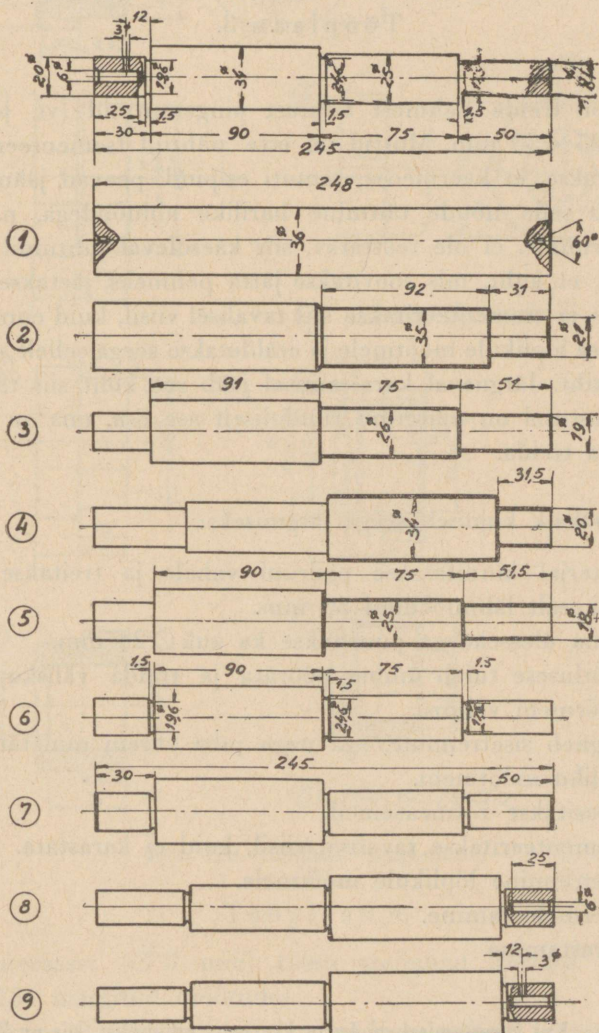
Treida tuleb terasvõlle mõötudes, mis on näidatud joonisel 129. Materjal läbimõõduga 36 mm on lõigatud sobivaiks tükkideks pikkusega 248 mm.

Käesolev töö on tüübiline kärnitippude-vaheline piki- või tipp-treimine.

- Op. 1. Mõlemad otsad tuleb varustada kärnisüvenditega. Et võlli \varnothing on 36 mm, siis tabeli 20 kohaselt tuleb seks otstarbeks valida süvendpuur, mille otsa läbimõõt on 3 mm.
- Op. 2. Tippude-vaheline osa ruppida läbimõõduni 35 ja 31 mm.
- Op. 3. Töötlusese tuleb ümber pöörata ja siis ruppida vastavalt läbimõõduni 26 ja 19 mm.
- Op. 4. Lihtida puhtalt läbimõõduni 34 ja 20 mm. Täpsemate tööde puhul on kasulik enne lihtimisoperatsiooni juurde asumist kärnisüvendid kergelt järele puurida, sest ruppimisel viimaseid alati pisut rikutakse.
- Op. 5. Lihtida vastavalt läbimõõduni 25 ja 18 mm.
- Op. 6. Treida sooned 1,5-mm lauses; viimased on tarvilikud lihvimisel, kuna hiljem on ette nähtud võlli karastamine ja lihvimine.
- Op. 7. Otsmiste tappide pikkus tuleb mõõtu treida; ühes sellega saavutatakse ka võlli õige üldpikkus.

Op. 8. 6-mm läbimõõduga augu puurimiseks tuleb völl kinnitada treipingi padruni vahele ja puurida süvend, kasutades puuririle ettenihke andmiseks kärnipukki.

Materjal: teras 36[#] × 248



Joon. 129. Tööplaan - terasvöll.

- Op. 9. Eelmise operatsiooniga lõpeb õigupoolest treipingi-töö, sest 3-mm augu puurimine peab toimuma puurmasinal.

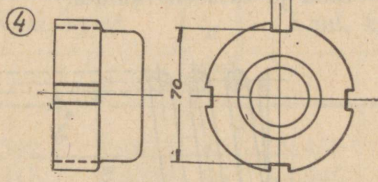
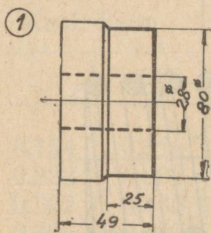
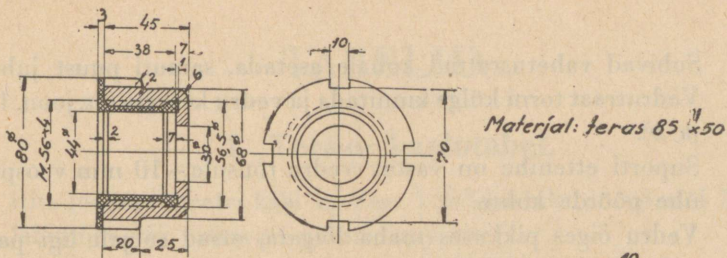
Tööplaan 3.

Antud on treida pehmest terasest pingemutreid (vt. joon. 130). Materjal $\varnothing 85 \times 50$ mm. Mutrid on ette nähtud tsementeerida, kusjuures nõutakse, et keermeseosa, samuti esipind, peavad jääma täiesti pehmeks. Et selle nõude täitmine harilike abinõudega, nagu seest saviga määrimine, ei ole teostatav, siis käesoleval juhtumil on kasutatud võtet, et koht, mis soovitakse jätta pehmeks, jäetakse treimisel jämedamaks ja tsementeeritakse siis tavalisel viisil, kuid enne karastamist treitakse lõplikule mõõtmele ja eraldatakse seega sellelt süsinikuga rikastatud kiht. Järgneval karastamisel jääb see koht siis täiesti pehmeks. Joonestusel on märgitud ruuduliselt see osa, mis on mõeldud hiljem maha treida.

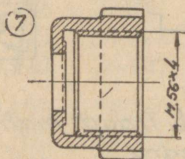
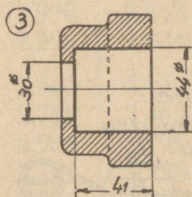
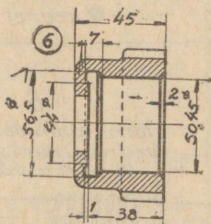
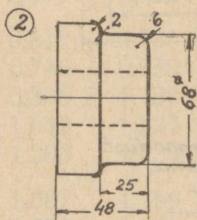
Kogu töökäik kujuneb seega järgmiseks:

- Op. 1. Materjal kinnitatakse padruni vahele ja treitakse 25 mm pikkuselt läbimõõduni 80 mm.
Sama ülesseadega puuritakse ka auk $\varnothing 28$ mm.
- Op. 2. Töötlusese tuleb ümber pöörata ja treida väliskuju lõpliku mõõtmeni valmis.
- Op. 3. Järgneb sisetreimine, aga nagu juba varem nimetatud, mitte lõpliku mõõtmeni.
- Op. 4. Freesitakse võtmeasemed.
- Op. 5. Tsementeeritakse tavalisel viisil, kuid ei karastata.
- Op. 6. Sisetreimine lõplikule mõõtmele.
- Op. 7. Keermelõikamine.
- Op. 8. Karastamine.

Märkus: Kui karastamisel on karta keermete rikkumist, siis on kasulik op. 7 ja 8 omavahel vahetada ja jätta keermelõikamine lõpuks.



5 Tsementeerida



8 Karastada.

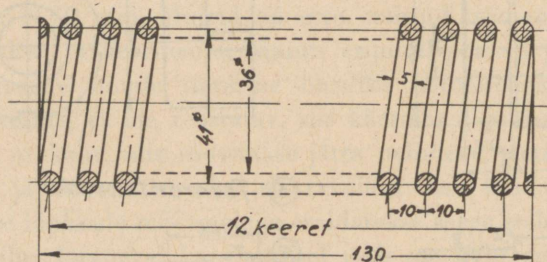
Joon. 130. Tööplaan - pingemutter.

Tööplaan 4.

Vedruterasest ($\varnothing 5$ mm) tuleb treipingil keerata spiraalvedru joonisel 131 märgitud mõõtudes.

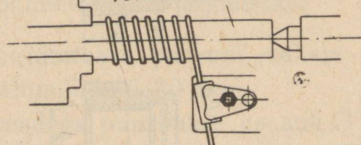
Op. 1. Torn ($\varnothing 30$ mm) treipingi padruni vahele kinnitada ja teine ots tugitada kärnitipuga.

- Op. 2. Sobivad vahetusrattad kohale asetada, samuti puust juhtsaas.
 Op. 3. Vedrutraat torni külge kinnitada ja vedru keerata (vt. joon. 131 a ja b).
 Suporti ettenihe on vastav vedru tõusule – 10 mm veospindli ühe pöörde kohta.
 Op. 4. Vedru õiges pikkuses maha lõigata, otsad soojalt ligi painutada ja tasaseks käiata.



a

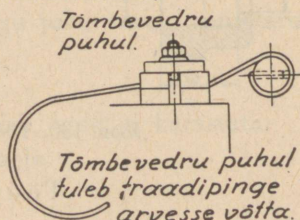
Torni läbimõõt peab vedru sisemisest läbimõödust $\frac{1}{5}$ võrra vähem olema.



b. Traadi mahakerimine.



Survevedru puhul. Survevedru mähkimisel tuleb traadipinge välja lülitada.



Tõmbevedru puhul.

Tõmbevedru puhul tuleb traadipinge arvesse võtta.

Joon. 131. Tööplaan – spiraalvedrude keeramine.

TABELID.

I. Teras kaalutabel.

Uhe jooksva meetri kaal kg-des; 1 m³ kaaluks on võetud 7850 kg;
d – läbimõõt või vastavalt paksus mm-eis.

<i>d</i> mm	Kaal, kg/m		<i>d</i> mm	Kaal, kg/m		<i>d</i> mm	Kaal, kg/m	
	○	□		○	□		○	□
5	0,154	0,196	30	5,549	7,065	80	39,458	50,240
6	0,222	0,283	32	6,313	8,038	85	44,545	56,716
7	0,302	0,385	34	7,127	9,075	90	49,940	63,585
8	0,395	0,502	36	7,990	10,174	95	55,643	70,846
9	0,499	0,636	38	8,903	11,335	100	61,654	78,500
10	0,617	0,785	40	9,865	12,560	105	67,973	86,546
11	0,746	0,950	42	10,876	13,847	110	74,601	94,985
12	0,888	1,130	44	11,936	15,198	115	81,537	103,816
13	1,042	1,327	46	13,046	16,611	120	88,781	113,040
14	1,208	1,539	48	14,205	18,086	125	96,334	122,656
15	1,387	1,766	50	15,413	19,625	130	104,195	132,665
16	1,578	2,010	52	16,671	21,226	135	112,364	143,066
17	1,782	2,269	54	17,978	22,891	140	120,841	153,860
18	1,998	2,543	56	19,335	24,618	145	129,627	165,046
19	2,226	2,834	58	20,740	26,407	150	138,721	176,625
20	2,466	3,140	60	22,195	28,260	155	148,123	188,596
21	2,719	3,462	62	23,700	30,175	160	157,834	200,960
22	2,984	3,799	64	25,253	32,154	165	167,852	213,715
23	3,261	4,153	66	26,856	34,195	170	178,179	226,865
24	3,551	4,522	68	28,509	36,298	175	188,815	240,406
25	3,853	4,906	70	30,210	38,465	180	199,758	254,340
26	4,168	5,307	72	31,961	40,694	185	211,010	268,666
27	4,495	5,723	74	33,762	42,987	190	222,570	283,385
28	4,834	6,154	76	35,611	45,342	195	234,438	298,496
29	5,185	6,602	78	37,510	47,759	200	246,615	314,000

Märkus: Kiirlõiketerase kaal on umbes 10% võrra suurem tabelis toodud arvudest.

II. Tabel tollide ülevõimiseks millimeetreise.

Toll	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	Toll
0	0,000	1,588	3,175	4,763	6,350	7,938	9,525	11,113	0
1	25,401	26,989	28,576	30,164	31,751	33,339	34,926	36,514	1
2	50,802	52,389	53,977	55,565	57,152	58,740	60,327	61,915	2
3	76,203	77,790	79,378	80,966	82,553	84,141	85,728	87,316	3
4	101,60	103,19	104,78	106,37	107,95	109,54	111,13	112,72	4
5	127,00	128,59	130,18	131,77	133,36	134,94	136,53	138,12	5
6	152,41	153,99	155,58	157,17	158,76	160,34	161,93	163,52	6
7	177,81	179,39	180,98	182,57	184,16	185,74	187,33	188,92	7
8	203,21	204,80	206,38	207,97	209,56	211,15	212,73	214,32	8
9	228,61	230,20	231,78	233,37	234,96	236,55	238,13	239,72	9
10	254,01	255,60	257,18	258,77	260,36	261,95	263,53	265,12	10
Toll	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16	Toll
0	12,700	14,288	15,876	17,463	19,051	20,638	22,226	23,813	0
1	38,101	39,689	41,277	42,864	44,452	46,039	47,627	49,214	1
2	63,502	65,090	66,678	68,265	69,853	71,440	73,028	74,615	2
3	88,903	90,491	92,078	93,666	95,254	96,841	98,429	100,02	3
4	114,50	115,89	117,48	119,07	120,65	122,24	123,83	125,42	4
5	139,71	141,29	142,88	144,47	146,06	147,64	149,23	150,82	5
6	165,11	166,69	168,28	169,87	171,46	173,04	174,63	176,22	6
7	190,51	192,09	193,68	195,27	196,86	198,44	200,03	201,62	7
8	215,91	217,50	219,08	220,67	222,26	223,85	225,43	227,02	8
9	241,31	242,90	244,48	246,07	247,66	249,25	250,83	252,42	9
10	266,71	368,50	269,89	271,47	273,06	274,65	276,24	277,82	10

III. Lamekeere.

Kruvi läbimõõt d mm	Tõus h mm	Keerme sügavus t mm	Mutri kõrgus vähimalt mm	Kruvile lubatav koormus kg
20	3,80	1,80	45	324
25	4,25	2,02	50	506
30	4,70	2,23	55	729
35	5,15	2,45	60	992
40	5,60	2,66	67	1296
45	6,05	2,87	73	1640
50	6,50	3,19	78	2025
55	6,95	3,30	84	2450
60	7,40	3,51	90	2916
65	7,85	3,73	95	3422
70	8,30	3,94	100	3969
75	8,75	4,16	105	4556
80	9,20	4,37	110	5184
85	9,65	4,58	116	5852
90	10,10	4,80	120	6561
95	10,55	5,01	126	7300
100	11,00	5,22	132	8100
105	11,45	5,44	137	8900
110	11,90	5,65	143	9801
115	12,35	5,87	150	10712
120	12,80	6,08	160	11664

Seda kruvikeeret tarvitatakse peamiselt liikuvate ja väga koormatud kruvide juures. Harilikult käigu tõus $h = 0,2 d$, käigu sügavus $t = 0,5 h$, mutri kõrgus vähimalt $1,5 d$, liikuvaile ja väga koormatud kruvidele kuni $10 h$.

IV. Puured kruvikeerme lõikamiseks.

Whitworthi kruvikeermele.

Kruvikeermele tollides	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	
Spiraaluuri Ø mm	2,6	3,7	5	6,5	7,9	9,2	10,5	13,5	16,4	19,25	
Kruvikeermele tollides	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2		
Spiraaluuri Ø mm	22	24,7	28	30,5	33,5	36	39	41,5	45		

Whitworthi gaasikeermele.

Kruvikeermele tollides	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2
Spiraaluuri Ø mm	8,8	11,8	15	19	21	24,5	28,5	30,5	39,5	45	57

Meetrilisele kruvikeermele.

Kruvikeermele mm	6	7	8	9	10	11	12	14		
Spiraaluuri Ø mm	5	6	6,7	7,7	8,4	9,4	10	11,7		
Kruvikeermele mm	16	18	20	22	24	27	30	33		
Spiraaluuri Ø mm	13,7	15,1	17,1	19,1	20,5	23,5	26	29		

V. Treipingi vahetusrataste tabel (1).

Juhtspindlil 4 käiku 1" peale.

Märkus: Vahetusrataste tähistamisviis on sama nagu joonisel 106.

Keerme käikude arv 1 tolli peale	Kruvi-keerme tõus tollides	Vahetusrattad				Keerme käikude arv 1 tolli peale	Kruvi-keerme tõus tollides	Vahetusrattad			
		a Töö- spindel	b	c	d Juht- spindel			a Töö- spindel	b	c	d Juht- spindel
1	1	120	20	60	90	10	$1/10$	90	45	20	100
$1^{1/15}$	$15/16$	100	30	90	80	11	$1/11$	35	70	80	110
$1^{1/8}$	$8/9$	120	30	80	90	12	$1/12$	50	75	60	120
$1^{3/13}$	$13/16$	120	30	65	80	13	$1/13$	40	65	60	120
$1^{7/25}$	$25/32$	120	30	50	80	14	$1/14$	40	70	60	120
$1^{1/4}$	$4/5$	120	60	80	50	15	$1/15$	30	75	80	120
$1^{1/3}$	$3/4$	100	40	90	75	16	$1/16$	40	80	50	100
$1^{5/11}$	$11/16$	110	20	50	100	18	$1/18$	30	90	80	120
$1^{1/2}$	$2/3$	100	25	60	90	19	$1/19$	40	95	60	120
$1^{3/5}$	$5/8$	100	20	60	120	20	$1/20$	30	75	60	120
$1^{7/9}$	$9/16$	90	20	60	120	21	$1/21$	80	70	20	120
2	$1/2$	120	30	50	100	22	$1/22$	30	110	80	120
$2^{2/15}$	$15/32$	90	30	75	120	24	$1/24$	30	90	60	120
$2^{1/4}$	$4/9$	120	45	60	90	25	$1/25$	25	100	80	125
$2^{2/3}$	$3/8$	75	25	60	120	26	$1/26$	30	65	40	120
3	$1/3$	90	45	80	120	28	$1/28$	20	70	60	120
$3^{1/5}$	$5/16$	75	30	60	120	30	$1/30$	20	75	60	120
$3^{5/9}$	$9/32$	90	30	45	120	32	$1/32$	25	75	45	120
4	$1/4$	90	45	60	120	33	$1/33$	20	110	80	120
$4^{4/7}$	$7/32$	70	40	60	120	36	$1/36$	30	90	40	120
5	$1/5$	80	50	60	120	40	$1/40$	40	100	30	120
$5^{1/3}$	$3/16$	90	60	55	110	42	$1/42$	20	105	60	120
$5^{1/2}$	$2/11$	90	45	40	110	44	$1/44$	40	110	30	120
6	$1/6$	80	60	55	110	45	$1/45$	25	90	40	125
$6^{2/5}$	$5/32$	75	60	55	110	48	$1/48$	30	105	35	120
7	$1/7$	80	35	30	120	50	$1/50$	40	100	25	125
$7^{1/2}$	$2/15$	60	90	80	100	54	$1/54$	20	90	40	120
8	$1/8$	75	50	40	120	56	$1/56$	30	100	25	105
9	$1/9$	50	75	80	120	60	$1/60$	20	100	40	120

VI. Treipingi vahetusrataste tabel (2).

Juhtspindlil 4 käiku 1" peale.

Töötluseseme keermetõus millimeetris.

Märkus: Vahetusrataste tähistamisviis sama nagu joonisel 106.

Keerme tõus milli- meetris	a Töö- spindel	b	c	d Juht- spindel	Keerme tõus milli- meetris	a Töö- spindel	b	c	d Juht- spindel
0,4	40	100	20	127	4,25	85	100	—	127
0,5	40	120	30	127	4,4	80	50	55	127
0,6	40	100	30	127	4,5	100	50	45	127
0,7	40	100	35	127	4,75	95	80	—	127
0,75	30	90	45	127	4,8	80	50	60	127
0,8	30	75	40	127	5	80	40	50	127
0,9	30	100	60	127	5,4	90	50	60	127
1	50	100	40	127	5,5	55	30	60	127
1,1	30	75	55	127	5,6	80	50	70	127
1,2	45	75	40	127	6	70	35	60	127
1,25	40	80	50	127	6,25	100	40	50	127
1,3	30	75	65	127	6,3	90	50	70	127
1,4	35	75	60	127	6,4	80	25	40	127
1,5	40	80	60	127	6,5	65	30	60	127
1,6	60	75	40	127	6,75	75	25	45	127
1,75	70	50	25	127	7	70	30	60	127
1,8	90	50	20	127	7,5	75	30	60	127
1,9	95	50	20	127	8	80	30	60	127
2	50	75	60	127	8,5	85	30	60	127
2,2	40	50	55	127	9	90	30	60	127
2,4	90	75	40	127	9,5	95	30	60	127
2,5	100	50	25	127	10	80	20	50	127
2,6	40	50	65	127	11	110	30	60	127
2,7	45	50	60	127	12	80	20	60	127
2,8	70	50	40	127	13	80	20	65	127
3	90	75	50	127	14	80	20	70	127
3,2	80	75	60	127	15	100	20	60	127
3,3	110	50	30	127	16	100	25	80	127
3,4	85	50	40	127	18	100	25	90	127
3,5	100	50	35	127	20	100	20	80	127
3,6	90	50	40	127	21	120	20	70	127
3,75	50	40	60	127	22	100	25	110	127
3,8	95	50	40	127	24	120	20	80	127
4	100	50	40	127	25	125	20	80	127
4,2	70	50	60	127	30	120	20	100	127

VII. Treipingi vahetusrataste tabel (3).

Juhtspindel 4 käiku 1" peale.

Töötluseseme keermetõus antud moodulsammuna.

Märkus: Vahetusrataste tähistamisviis sama nagu joonisel 106.

Keerme- tõus $\pi \cdot \text{mm} =$ = moodul	Vahetusratas 97 hambaga on olemas				Vahetusratast 97 hambaga ei ole olemas			
	<i>a</i> Töö- spindel	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i> Juht- spindel	<i>a</i> Töö- spindel	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i> Juht- spindel
0,5	30	75	60	97	25	80	95	120
0,75	45	75	60	97	25	80	95	80
1	40	50	60	97	50	80	95	120
1,25	60	—	—	97	—	—	—	—
1,5	90	75	60	97	75	80	95	120
1,75	70	50	60	97	—	—	—	—
2	80	50	60	97	50	80	95	60
2,25	90	50	60	97	75	80	95	80
2,5	100	50	60	97	125	80	95	120
2,75	110	50	60	97	—	—	—	—
3	120	50	60	97	75	80	95	60
3,5	120	50	70	97	—	—	—	—
4	120	25	40	97	100	80	95	60
4,5	120	25	45	97	75	80	95	40
5	120	25	50	97	125	80	95	60
6	120	25	60	97	100	40	95	80
7	120	25	70	97	—	—	—	—
8	120	25	80	97	100	40	95	60
9	120	25	90	97	75	40	95	40
10	120	25	100	97	125	40	95	60

VIII. Treipingi vahetusrataste tabel (4).

Juhtspindel 2 käiku 1" peale.

Märkus: Vahetusrataste tähistamisviis on sama nagu joonisel 106.

Keermekäikude arv 1 tolli peale	Kruvikeermetõus tollides	Vahetusrattad				Keermekäikude arv 1 tolli peale	Kruvikeermetõus tollides	Vahetusrattad			
		a Tööspindel	b	c	d Juhtspindel			a Tööspindel	b	c	d Juhtspindel
40	—	30	120	25	125	—	$\frac{5}{16}$	50	—	—	80
32	$\frac{1}{32}$	30	120	25	100	3	—	60	—	—	90
28	—	30	105	25	100	—	$\frac{3}{8}$	60	—	—	80
24	—	30	105	35	120	2,5	—	60	—	—	75
20	—	30	105	35	100	—	$\frac{7}{16}$	70	—	—	80
19	—	30	105	35	95	2	$\frac{1}{2}$	40	80	100	50
18	—	30	90	40	120	—	$\frac{9}{16}$	90	—	—	80
16	$\frac{1}{16}$	30	100	50	120	—	$\frac{5}{8}$	100	—	—	80
14	—	30	100	50	105	1,5	—	80	—	—	60
12	—	40	100	50	120	—	$\frac{11}{16}$	110	—	—	80
11	—	40	100	50	110	—	$\frac{3}{4}$	120	—	—	80
10	—	40	90	45	100	—	$\frac{7}{8}$	105	—	—	60
9	—	40	100	50	90	1	1	100	—	—	50
8	$\frac{1}{8}$	30	—	—	120	—	$1\frac{1}{8}$	90	—	—	40
7	—	30	—	—	105	—	$1\frac{1}{4}$	100	—	—	40
6	—	30	—	—	90	—	$1\frac{3}{8}$	110	—	—	40
—	$\frac{3}{16}$	30	—	—	80	—	$1\frac{1}{2}$	120	—	—	40
5	—	40	—	—	100	—	$1\frac{5}{8}$	130	—	—	40
4,5	—	40	—	—	90	—	$1\frac{3}{4}$	70	50	100	40
4	$\frac{1}{4}$	40	—	—	80	—	$1\frac{7}{8}$	75	50	100	40
3,5	—	40	—	—	70	0,5	2	80	50	100	40

IX. Treipingi vahetusrataste tabel (5).

Juhtspindel 2 käiku 1" peale.

Töötluseseme keermetõus millimeetris.

Märkus: Vahetusrataste tähistamisviis on sama nagu joonisel 106.

Keerme- tõus milli- meetris	<i>a</i> Töö- spindel	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i> Juht- spindel	Keerme- tõus milli- meetris	<i>a</i> Töö- spindel	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i> Juht- spindel
0,5	25	125	25	127	2	25	100	80	127
0,6	25	125	30	127	2,5	25	—	—	127
0,7	25	125	35	127	3	30	—	—	127
0,75	25	100	30	127	3,5	35	—	—	127
0,8	25	125	40	127	4	40	—	—	127
0,9	25	125	45	127	4,5	45	—	—	127
1	25	125	50	127	5	50	—	—	127
1,1	25	125	55	127	5,5	55	—	—	127
1,2	25	125	60	127	6	60	—	—	127
1,25	25	100	50	127	6,5	65	—	—	127
1,3	25	125	65	127	7	70	—	—	127
1,4	25	125	70	127	8	80	—	—	127
1,5	25	125	75	127	10	80	40	50	127
1,75	25	100	70	127	12	80	40	60	127

X. Treipingi vahetusrataste tabel (6).

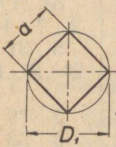

Juhtspindel 2 käiku 1" peale.

Töötluseseme keermetõus antud moodulsammuna.

Märkus: Vahetusrataste tähistamisviis sama nagu joonisel 106.

Keerme- tõus $\pi \cdot \text{mm} =$ $= \text{moodul}$	Vahetusratas 97 hambaga on olemas				Vahetusratast 97 hambaga ei ole olemas			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
	Töö- spindel			Juht- spindel	Töö- spindel			Juht- spindel
0,5	40	100	30	97	—	—	—	—
0,75	45	75	30	97	—	—	—	—
1	40	50	30	97	25	80	95	120
1,25	30	—	—	97	—	—	—	—
1,5	30	50	60	97	25	80	95	80
1,75	35	50	60	97	—	—	—	—
2	40	50	60	97	50	80	95	120
2,25	45	50	60	97	—	—	—	—
2,5	60	—	—	97	—	—	—	—
2,75	55	50	60	97	—	—	—	—
3	90	75	60	97	75	80	95	120
3,5	70	50	60	97	—	—	—	—
4	80	50	60	97	50	80	95	60
4,5	90	50	60	97	75	80	95	80
5	120	—	—	97	125	80	95	120
6	120	50	60	97	75	80	95	60
7	120	50	70	97	—	—	—	—
8	120	50	80	97	100	80	95	60
9	120	25	45	97	75	80	95	40
10	120	25	50	97	125	80	95	60
12	120	25	60	97	100	40	95	80

XI. Treimine nelikandi ja kuuskandi alla.

Visand	Valem	Näide
	$D_1 = 1,414 \cdot a$	Antud: $a = 48$ mm $D_1 = 1,414 \cdot a = 1,414 \cdot 48 =$ $= 67,88$ mm
	$D_2 = 1,155 \cdot a$	Antud: $a = 25$ mm $D_2 = 1,155 \cdot a = 1,155 \cdot 25 =$ $= 28,88$ mm

D_1 ja D_2 suurused, kui $a = 5$ kuni 25 mm

a	D_1	D_2	a	D_1	D_2
5	7,071	5,78	16	22,63	18,48
6	8,48	6,93	17	24,04	19,64
7	9,90	8,09	18	25,46	20,79
8	11,31	9,24	19	26,87	21,95
9	12,73	10,40	20	28,28	23,10
10	14,14	11,55	21	29,70	24,26
11	15,56	12,71	22	31,11	25,41
12	16,97	13,86	23	32,53	26,57
13	18,38	15,02	24	33,94	27,72
14	19,80	16,17	25	35,36	28,88
15	21,21	17,32			

XII. Algtegurite tabel.

1		51	3 . 17	101		151	
2		52	2 ² . 13	102	2 . 3 . 17	152	2 ³ . 19
3		53		103		153	3 ² . 17
4	2 ²	54	2 . 3 ³	104	2 ³ . 13	154	2 . 7 . 11
5		55	5 . 11	105	3 . 5 . 7	155	5 . 31
6	2 . 3	56	2 ³ . 7	106	2 . 53	156	2 ² . 3 . 13
7		57	3 . 19	107		157	
8	2 ³	58	2 . 29	108	2 ² . 3 ³	158	2 . 79
9	3 ²	59		109		159	3 . 53
10	2 . 5	60	2 ² . 3 . 5	110	2 . 5 . 11	160	2 ⁵ . 5
11		61		111	3 . 37	161	7 . 23
12	2 ² . 3	62	2 . 31	112	2 ⁴ . 7	162	2 . 3 ⁴
13		63	3 ² . 7	113		163	
14	2 . 7	64	2 ⁶	114	2 . 3 . 19	164	2 ² . 41
15	3 . 5	65	5 . 13	115	5 . 23	165	3 . 5 . 11
16	2 ⁴	66	2 . 3 . 11	116	2 ² . 29	166	2 . 83
17		67		117	3 ² . 13	167	
18	2 . 3 ²	68	2 ² . 17	118	2 . 59	168	2 ³ . 3 . 7
19		69	3 . 23	119	7 . 17	169	13 ²
20	2 ² . 5	70	2 . 5 . 7	120	2 ³ . 3 . 5	170	2 . 5 . 17
21	3 . 7	71		121	11 ²	171	3 ² . 19
22	2 . 11	72	2 ³ . 3 ²	122	2 . 61	172	2 ² . 43
23		73		123	3 . 41	173	
24	2 ³ . 3	74	2 . 37	124	2 ² . 31	174	2 . 3 . 29
25	5 ²	75	3 . 5 ²	125	5 ³	175	5 ² . 7
26	2 . 13	76	2 ² . 19	126	2 . 3 ² . 7	176	2 ⁴ . 11
27	3 ³	77	7 . 11	127		177	3 . 59
28	2 ² . 7	78	2 . 3 . 13	128	27	178	2 . 89
29		79		129	3 . 43	179	
30	2 . 3 . 5	80	2 ⁴ . 5	130	2 . 5 . 13	180	2 ² . 3 ² . 5
31		81	3 ⁴	131		181	
32	2 ⁵	82	2 . 41	132	2 ² . 3 . 11	182	2 . 7 . 13
33	3 . 11	83		133	7 . 19	183	3 . 61
34	2 . 17	84	2 ² . 3 . 7	134	2 . 67	184	2 ³ . 23
35	5 . 7	85	5 . 17	135	3 ³ . 5	185	5 . 37
36	2 ² . 3 ²	86	2 . 43	136	2 ² . 17	186	2 . 3 . 31
37		87	3 . 29	137		187	11 . 17
38	2 . 19	88	2 ³ . 11	138	2 . 3 . 23	188	2 ² . 47
39	3 . 13	89		139		189	3 ³ . 7
40	2 ³ . 5	90	2 . 3 ² . 5	140	2 ² . 5 . 7	190	2 . 2 . 19
41		91	7 . 13	141	3 . 47	191	
42	2 . 3 . 7	92	2 ² . 23	142	2 . 71	192	2 ⁶ . 3
43		93	3 . 31	143	11 . 13	193	
44	2 ² . 11	94	2 . 47	144	2 ⁴ . 3 ²	194	2 . 97
45	3 ² . 5	95	5 . 19	145	5 . 29	195	3 . 5 . 13
46	2 . 23	96	2 ⁵ . 3	146	2 . 73	196	2 ² . 7 ²
47		97		147	3 . 7 ²	197	
48	2 ⁴ . 3	98	2 . 7 ²	148	2 ² . 37	198	2 . 3 ² . 11
49	7 ²	99	3 ² . 11	149		199	
50	2 . 5 ²	100	2 ² . 5 ²	150	2 . 3 . 5 ²	200	2 ³ . 5 ²

SISUKORD.

Lk.

Eessõna	5
-------------------	---

I OSA.

Treimine.

I. Treipinkidest üldiselt.

Sissejuhatus	7
Treipinkide tüübid	7
Treipingi tähtsamad osad	8
Treipingi ülesseadmine ja hooldamine	14

II. Rihmad ja rihmaülekanne.

Rihmaliigid	17
Nahkrihmade hooldamine	17
Rihma käsitsemisest treipingil	19
Rihmaülekannete arvutus	19

III. Treiterad.

Treitera lõikenurgad	21
Treiterade liigid ja materjal	22
Treiterade valmistamine, karastamine ja teritamine	27
Kõvametall-treiterad	29

IV. Lõikekiirus ja ettenihe.

Lõikekiiruse arvutus ja rohkem kasutatavad lõikekiirused	35
Lõikekiirus ja tööspindli pöörete arv	36
Ettenihe ja lõikekiirus	38
Jahutus ja jahutusained	42
Töötluspinna puhtus ja lõikekiirus	43
Treipingi lõikekiirus kiirteidiagrammina	44

V. Mõõduriistad.

Uld- ja erimõõduriistad	47
-----------------------------------	----

VI. Mitmesuguseid treimisi viise.

Pikitreimine	51
Treitera kõrgus treimisel	55
Koonustreimine	55
Põiksuporti pööramine	55
Kärnipuki nihutamine	59
Koonuslineaal	60

	Lk.
Meetriline ja morse koonus	61
Kopeertreimine	64
Taganttreimine (kukaldamine)	66
Ekstsentriline treimine	68
Sisetreimine puurvõlli abil	69
Kinnituspadrunid ja plaanseibid	70
Rihveldamine	76
Alumiiniumi treimine	77
VII. Kruvikeerme lõikamine treipingil.	
Kruvikeermeist üldiselt. Whitworthi ja meetriline kruvikeere	79
Keermeterad ja nende käsitsemine	84
Keermekammid	87
Keermetamise üksikasju	87
Lõikekiirus	90
Jahutus- ja määrdeained	90
Kruvikeerme lõpposa	90
Keermetera tagasiviimine	91
Keermekell	92
Mitmekäiguliste kruvikeermete lõikamine	93
Kooniliste kruvikeermete lõikamine	93
Kaliibrid	94
Vahetusrataste arvutus	95
Nortoni-ajam keermelõikamiseks	100
VIII. Freesimine ja lihvimine treipingil.	
Freesimine	102
Lihvimine	102
IX. Puurimine treipingil.	
Uldnõuded ja eripuurid	104
Spiraalpuurid, nende teritamine ja lõikekiirus	105
X. Valmistusaja kalkuleerimine treimisel	110
XI. Revolver- ja automaattreipingid.	
Revolvertreipingid	116
Automaattreipingid	118
XII. Treimise tööplaan.	
Tööplaanidest üldiselt	121
Tööplaanide näiteid	121

II OSA.

Tabelid.

	Lk.
I. Terasse kaalutabel	127
II. Tabel tollide üleviimiseks millimeetreisse	128
III. Lamekeere	129
IV. Puured kruvikeerme lõikamiseks	130
V. Treipingi vahetusrataste tabel (1)	131
VI. " " " (2)	132
VII. " " " (3)	133
VIII. " " " (4)	134
IX. " " " (5)	135
X. " " " (6)	136
XI. Treimine nelikandi ja kuuskandi alla	137
XII. Algtegurite tabel	138

Kasutatud kirjandus:

F. W. Hülle. Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen I u. II.

J. J. O'Brien. How to run a lathe.

Mayr-Sidd. Praktische Winke für Drehen u. Fräsen.

Werkstattbücher Heft 1 u. 61.

Schneidstahlnormen.

Lk.

M ä r k m e d

T H U S T E K A T T E N

Enligt följande innehåll
Länk: nr 1. 1898

Metalliska föremål i nödsituation för 1. Överg.
110 R. 104-jon. A. 2. 1898

Första kammaren för 1. Överg.
100 R. 49-jon. A. 2.

Första kammaren för 1. Överg.
100 R. 126-jon.

Andra kammaren för 1. Överg.
100 R. 185-jon. A. 2.

Andra kammaren för 1. Överg.
100 R. 185-jon. A. 2.

Elektroniska I. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

Elektroniska II. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

Elektroniska III. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

Elektroniska IV. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2. 1898

Elektroniska V. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

Elektroniska VI. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

Elektroniska VII. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

Elektroniska VIII. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

Elektroniska IX. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

Elektroniska X. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

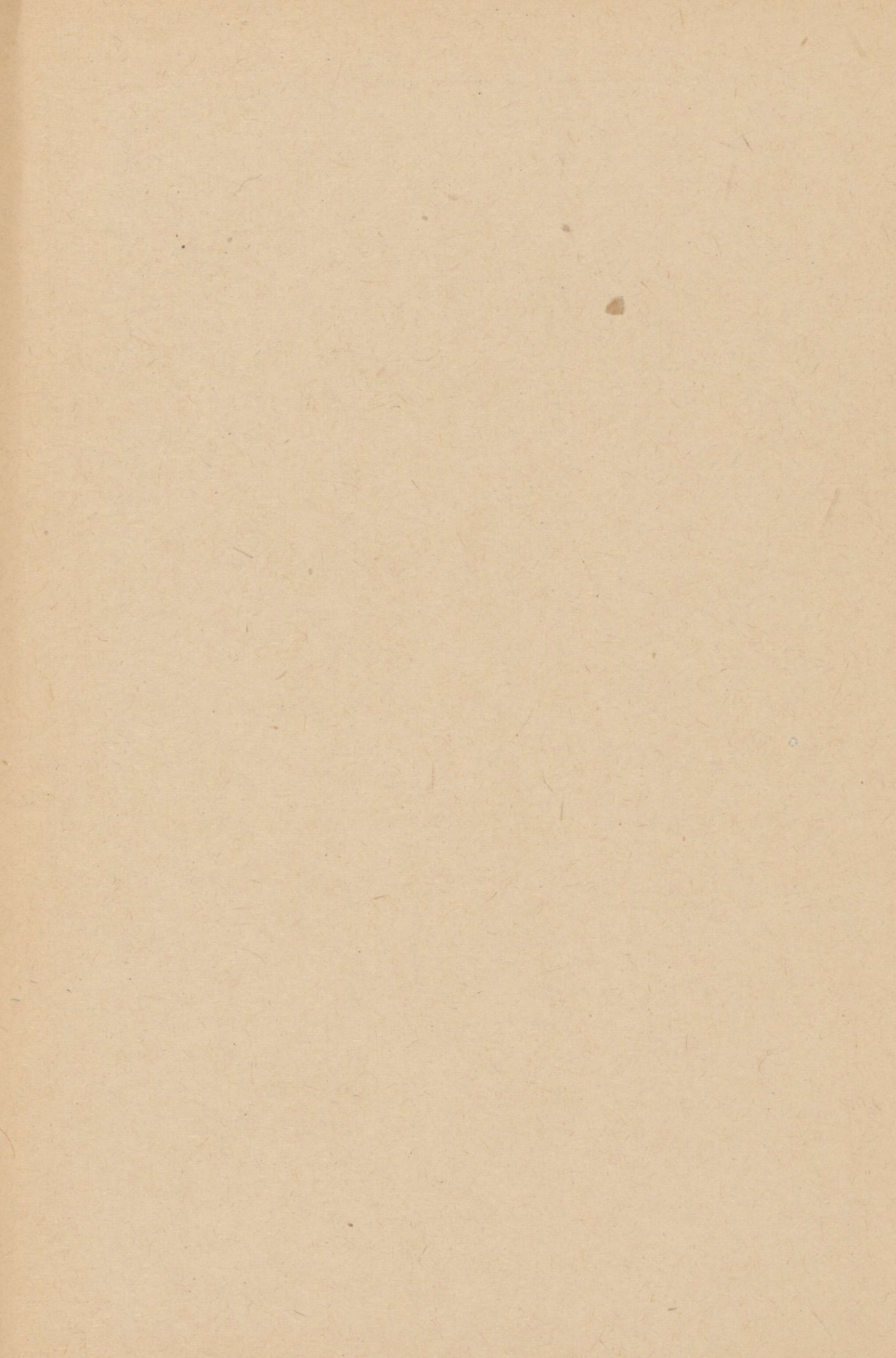
Elektroniska XI. Elektroniska för 1. Överg.
100 R. 40-jon. A. 2.

TEHNILISE KIRJASTUSE

varem ilmunud raamatud

Toim.: ins. A. PÕDRUS.

- Metallide freesimine ja hõõveldamine.** Ins. E. Olving.
110 lk. 104 joon. A 5. Rmk. 2,30.
- Terase karastamine.** Ins. E. Olving.
100 lk. 49 joon. A 5.
- Treiali ja freesija käsiraamat.** Ins. E. Olving.
152 lk. 136 joon.
- Lukksepa käsiraamat.** Tehn. A. Kaskneem.
152 lk. 185 joon. A 5.
- Tehniline joonestamine. Metallitöö.** T. Ussisoo.
61 lk. 128 joon. A 5.
- Elektromontaaž I. Elektriteooria.** Ins. V. Sephans.
80 lk. 40 joon. A 5.
- Elektromontaaž II. Mõõtmistehnika.** Ins. V. Sephans.
72 lk. 51 joon. A 5.
- Elektromontaaž III. Jõujaamad ja vooluallikad.** Ins. V. Sephans.
104 lk. 36 joon. A 5.
- Elektromontaaž V. Elektervalgustus.** Ins. V. Sephans.
63 lk. 25 joon. A 5. Rmk. 1,50.
- Elektromontaaž VI. Elektrimootorid.** Ins. V. Sephans.
103 lk. 51 joon. A 5.
- Maalri käsiraamat I. Maalri materjalid.** Ins. A. Krik.
201 lk. 9 joon.
- Maalri käsiraamat II. Maalritööd.** Ins. A. Krik.
264 lk. 47 joon. Rmk. 2,30.
- Hoonete ehituskonstruksioone.** Arh. K. Bõlau.
210 lk. 231 joon.
- Pottsepa käsiraamat.** Ins. M. Luht ja A. Veski.
229 lk. 164 joon.
- Naha tehnoloogia.** Mag. chem. V. Kangro.
74 lk. 25 joon.



A

14879

216262