E 11169

D. A. KUVAKIN

Lukksepatööd

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN

NSVL TÖÖJÕURESERVIDE MINISTEERIUM

INS. D. A. KUVAKIN
TEHNIKATEADUSTE KANDIDAAT

LUKKSEPATÖÖD

DOTSENT A. S. DARER'I
redigeerimisel

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS" TALLINN 1948

Kinnitatud NSVL Tööjõureservide Ministeeriumi Õppe-Tootmisnõukogu poolt õppevahendiks tööstus- ja raudteekoolidele.

Bibliotheca
Universitatis
Tartuensis
1948: 0500
13931
A-17189

SISSEJUHATUS

Üksikute detailide käsitsitöötlemine ja sobitamine, mitmesuguste mehhanismide ja masinate montaaž ja remont — kõik see kuulub lukksepatöö hulka.

Lukksepatöö peamine eesmärk on selles, et anda töödeldavale detailile vajalik kuju ja mõõted või täpselt töödelda selle detaili pind tema sobitamiseks teise detailiga, millega ta ühendatakse järgneval montaažil.

Masinate, mehhanismide ja detailide arv on nüüdisajal väga suur, mistõttu ka lukksepatöö on väga mitmekesine.

Lukksepatöö on viimasel ajal hakanud spetsialiseeruma vastavalt teostatavate tööde iseloomule: lukksepp-mehaanik, kes tegeleb peamiselt masinaosade ning mehhanismide töötlemise ja valmistamisega; montaažilukksepp, kes on spetsialiseerunud tervete masinate montaažile üksikuist detailidest; tööriistalukksepp, kes valmistab mitmesuguseid tööriistu; lukksepp-peenmehaanik, kelle ülesandeks on täpsete mõõteriistade valmistamine jne.

Aga vaatamata lukksepa kitsamale spetsialiseerumisele on lukksepatöö põhioperatsioonid ikka ühed ning samad: igal lukksepal tuleb saagida, raiuda, viilida, puurida, kaabitseda, keermestada, joota, neetida. Seepärast, olenemata oma tulevasest kitsamast erialast, peab lukksepp kõigepealt omandama põhioperatsioonide teostamise oskust.

Õppeaja alguses peab lukksepp läbima eritreeningu, s. t. tegema niisuguseid harjutusi, kus operatsioonid on lahutatud elementaarvõtteiks.

Lihtsailt võtteilt minnakse järk-järgult üle keerulisemaile ning raskemaile. Seejuures on tähtis tunda algusest peale õigeid töövõtteid. Senikaua, kui pole veel välja kujunenud kindlaid harjumusi,

tuleb hoolega jälgida oma tööd ja kontrollida võimalikult sageli kõikide liigutuste õigsust. Vastasel korral võib kergesti omandada ebaõigeid töövõtteid ning kahjustada seega edasist tööedukust.

Suurema osa töid teostab lukksepp kruustangidel. Ta peab kõigepealt oskama õieti seista kruustangide juures, õieti hoida tööriista (vasarat, viili, meislit jne.) ja oskama koordineerida liigutusi ja jõupingutusi töötamisel. Jõudu, täpsust ja vastavat töötempot võib saavutada ainult eritreeninguga.

Ettevalmistav treening vasara käsitsemises (raiumisel) ja õiges pealesurumises (viilimisel) aitab lukksepal omandada õigeid tööharjumusi.

Et olla suuteline täitma õieti ja kiirelt igasuguseid lukksepatöid, peab tööline omama teatava hulga kindlaid tehnilisi teadmisi ja töövõtteid.

Lukksepa põhiliseks ettevalmistuseks on praktilise tööoskuse õppimine, mis peab õpilasele kindlustama mitmesuguste tööstuslike võtete ja kogemuste omandamist kõikides lukksepatöödes.

Käesoleva raamatu ülesandeks on anda õpilasele vajalikud üldtehnilised teadmised ja olla abiks tööstusliku vilumuse omandamisel.

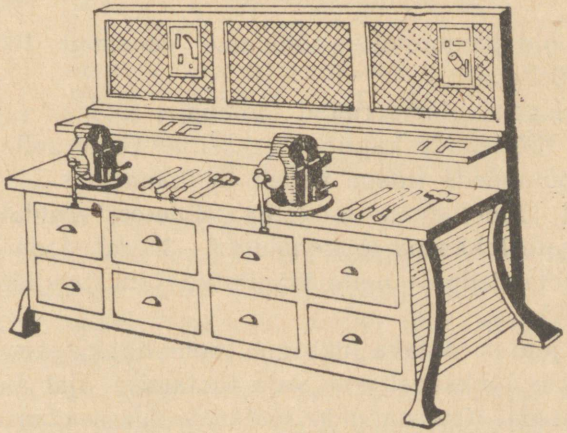
I peatükk

LUKKSEPA TÖÖKOHA ORGANISEERIMINE

Õige kord töökohal on suure tähtsusega kogu töö õigele organiseerimisele. Stahhaanovlaste poolt saavutatud kõrge tööviljakuse üheks tingimuseks on töökoha õige organiseerimine ja kord tööriistade hoidmises.

§ 1. Töölaud ja tema ehitus

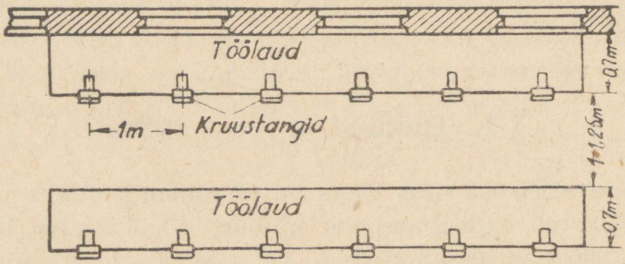
Lukksepa alaliseks töökohaks on ta töölaud. Lukksepa töölaud (joon. 1) kujutab endast tugevat puidust või metallist lauda laiusega 700—800 mm ja kõrgusega 750 mm. Töölaud valmistatakse



Joon. 1. Kahekohalise lukksepatöölaua üldvaade.

tavaliselt 50 mm paksustest laudadest. Pealt kaetakse laud katuseplekiga, et ta ei kuluks löökide mõjul. Töölaua sisse ehitatakse väljatõmmatavad laekad, mis on määratud lukksepatööriistade, joonestiste ja töödeldavate detailide hoidmiseks. Laekad on lukustatavad. Töölaud peab olema küllalt tugev, küllalt vastupidav ja raske selleks, et mistahes lukksepatööde tegemisel (raiumisel, lõikamisel ja viilimisel) ta ei kõiguks ega painduks, sest see võiks kahjustada toodete korralikku töötlemist.

Kui kruustangid on paigutatud töölauale kahelt realt, siis peab laua laius olema 1500 mm ja lukkseppade töökohad on töölaua mõlemalt poolt. Sel juhul peab töölaua keskele üles seadma raudtraadist kaitsevõrk, et töötamisel eemalelendavad metallitükid ei vigastaks vastasseisvat töölist.



Joon. 2. Lukksepa töölaudade ja neile kinnitatud kruustangide asetusplaan töökojas.

Kruustangid paigutatakse töölauale vähemalt 1000—1500 mm kaugusele üksteisest.

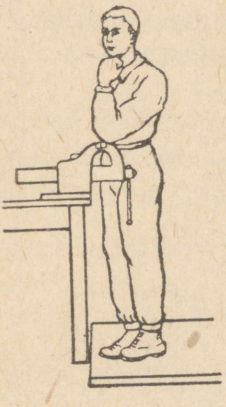
Töökohal peab olema ruumi töölauale, töölaua juures seisvale töölisele ja tööriistade kapile või kastile. Peale selle peab olema ruumi ka töölaudade ridade vahelt läbikäimiseks.

Sõltuvalt töödeldavate toodete mõõdetest eraldatakse tehasepraktikas igale lukksepa töökohale 1,6—3,8 m². Joon. 2 on toodud lukksepa töölaudade ja neile kinnitatud kruustangide asetusplaan töökojas.

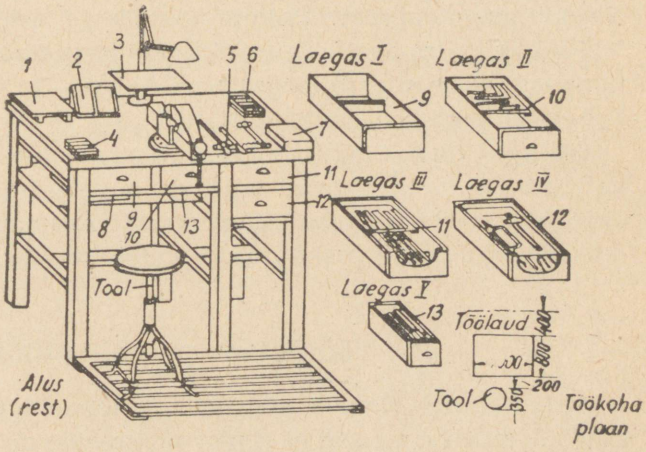
Töölaua juures töötava lukksepa loomulikuks asendiks loetakse niisugune, kus lukksepal pole vaja töötamise ajal küürutada ega ennast venitada. Kruustangide töölauale ülesseadmisel on kruustangide normaalseks kõrguseks allalastud käe küünarnuki kõrgus,

s. t. töötaja küünarnukk peab ulatuma kruustangide mokkadeni, nagu see on näidatud joon. 3. Väikesekasvulistel töötajail on tarvilik jalge alla asetada paigalpüsiv alus (rest) sellise arvestusega, et astudes sellele alusele lukksepp ulatuks küünarnukiga kruustangide mokkadeni.

Stahhaanovliku liikumise arenedes on Aviahimi-nimelises tehases tarvitusele võetud uut tüüpi ühekohaline lukksepa töölaud



Joon. 3. Õige kõrguse määramine kruustangide ülesseadmisel töölauale.



Joon. 4. Uut tüüpi töölaua näidisseadistus ja tööriistade paigutamise kord lukksepa töökohal.
1 — sobitusplaat; 2 — alus joonestise ja dokumentatsiooni jaoks; 3 — riiul mõõteriistade jaoks; 4 — toortükid; 5 — alused tööriistade jaoks; 6 — valmistooted; 7 — rihtplaat; 8 — sobitusplaadi kate; 9 — laegas I dokumentatsiooni ja joonestiste hoidmiseks; 10 — laegas II mõõteriistade hoidmiseks; 11 — laegas III viilide hoidmiseks; 12 — laegas IV teiste lukksepatööriistade ja -tarvete hoidmiseks; 13 — laegas V viilide ja tööpingi puhastusharjade hoidmiseks.

(joon. 4), millel on rida eeliseid võrreldes tavaliselt tarvitatavate mitmekohaliste töölaudadega. Mitme lukksepa töötamisel ühel töölaual sageli üks neist, tehes kruustangidel ühte või teist lihtsat tööd, nagu näit. meisliga raiumist, segab teisi sooritamast täpset märkimist või viilimist.

Uue töölaua juures riistalukksepad võivad töötada istudes, mis vanade töölaudade juures oli võimatu. Suure tähtsusega on siin ka joonestiste, töödeldavate detailide ja tööriistade hoidmiseks ette-

nähtud laualaegaste ümberseadistamine. See ümberseadistamine on läbi viidud arvestades igal töökohal teostatavate tööde eritingimusi. Tööriistade laegaste sisejaotused tehakse niisuguse arvestusega, et igal tööriistal oleks tema mõõtele ning kujule vastav pesa ja et ühtlasi ka tööriista asetus võimaldaks teda vajaduse momendil kiiresti leida.

Lukksepa poolt töökohal kasutatavate tööriistade loetelu (joon. 4) annab näitliku ettekujutuse töökoha seadistamisest ja tööriistade paigutamisest üksikute kohtade ja laegaste järgi.

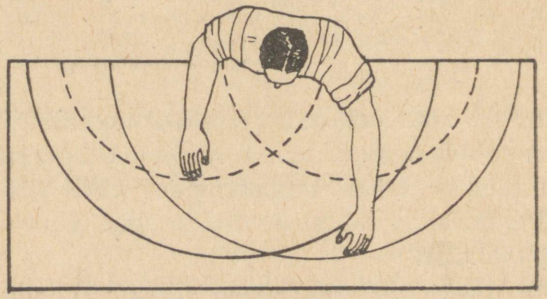
Töö lõppedes asetatakse kõik alaliselt kasutatavad tööriistad tingimata vastavatesse laegastesse. Sobitus- ja rihtplaat jäävad töökohale ja kaetakse puitkatetega.

Mitmeid töid (sobitust, peensobitust jt.) teostab lukksepp harilikult istudes. Neil juhtudel on tool või taburet lukksepa töökohale vajalikuks tarbeesemeks. Mugavamaks kasutamiseks varustatakse tool tõstekruviga istmekõrguse reguleerimiseks.

§ 2. Tööriistade paigutus töölaual

Paigutades töölauale tööriistu ja töödeldavaid esemeid peab kindlalt meeles pidama järgmisi põhireegleid:

Tööriistad, toortükid, tööjoonestised paigutada kindlas järjekorras ja mitte kaugemale, kui ulatub väljasirutatud käsi (joon. 5).



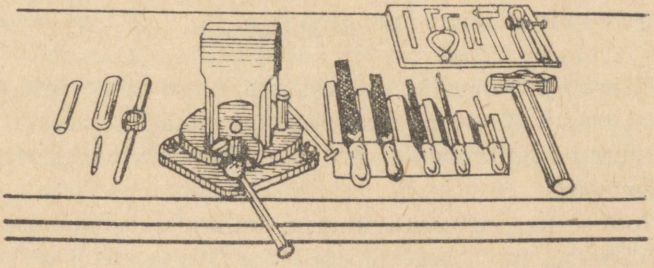
Joon. 5. Tööriistad ja töödeldavad esemed asetatakse mitte kaugemale, kui ulatub väljasirutatud käsi.

Enne töö algust:

Peab tingimata kontrollima toortüki, töökäsu ja joonestise, vajalike lõike- ja mõõteriistade, rakiste ja abimaterjalide olemasolu.

Töö ajal:

1. **Kasutada iga tööriista ainult temale ettenähtud otseseks ülesandeks.**
2. **Kaitsta tööriistu ja rakiseid löökide ja mustumise eest.**
3. **Panna tööprotsessis kasutatavaid tööriistu ja muid esemeid ainult neile määratud kohtadele.**
   Joon. 6 on näidatud töö- ja mõõteriistade asetus töölaual.



Joon. 6. Tööriistade õige asetus töölaual.

Töö lõpetamisel:

1. **Pühkida puhtaks kõik töötamisel kasutatud tööriistad kuiva ja puhta lapiga.**
2. **Ettevaatlikult asetada mustusest puhastatud tööriistad neile määratud kohtadele.**
3. **Hoolikalt koristada töökoht.**
4. **Koomale keerata kruustangide mokad, jättes nende vahele 5—10 mm laiune pilu.**

Peale ülalloeteldud põhireeglite peab kinni pidama ka järgmistest praktilistest juhistest:

1. Töökohal peavad olema ainult need asjad, mis on vajalikud antud töö teostamiseks.

2. Kõik, mida tarvitatakse sagedamini, tuleb asetada töötajale lähemale.

3. Kõik, mida töös vajatakse harvemini, tuleb asetada töötajast kaugemale.

4. Kõik, mis võetakse parema käega, tuleb asetada paremale.

5. Kõik, mis võetakse vasaku käega, tuleb asetada vasakule.

6. Tööriistad, rakised ja materjalid peavad olema paigutatud eri laegastesse, kusjuures pisemad ja tihti tarvitatavad asetsegu ülemistes laegastes, raskemad või harva kasutatavad — alumistes.

7. Kõiki täpseid mõõteriistu peab hoidma eri tohludes või karpides; selline hoidmisekord pikendab tunduvalt mõõteriistade iga.

8. Pärast töö lõpetamist tuleb puhastada mustusest kõik mõõteriistad. Siis kuivatatakse nad hoolega ja kaetakse masinaõli või vaseliini õhukese kihiga nende kaitseks roostetumise vastu.

9. Väikeste hammastega lõikeriistu, nagu näit. viilid ja keermepuurid, ei tohi asetada pealistikku ega metallesemetele, vaid neid peab paigutama puitalustele, sest see pikendab märksa nende kasutamise kestvust.

10. Joonestisi, instruktiivkaarte, tellimusi ja töökäske, millede järgi töötatakse, tuleb asetada töölauale nii, et neid oleks kerge ja hõlpus lugeda.

Loeteldud juhistest kinnipidamisega võib kindlustada kõige kiiremat ja täpsemat tööd ja peale selle pikendada tööriistade iga. Seejuures ei kulutata töötaja energiat asjatuile liigutustele, vaid koondatakse kogu tähelepanu ainult tööülesande täitmisele.

Lukksepa töökoht peab olema hästi valgustatud, sest suurem osa mõõtmisi lukksepatöödel tuleb teostada läbipaistemeetodil, s. o. kontrollides sobitust vastu valgust. Seepärast on soovitav asetada töölaud töökoja välisseina äärde akende lähedale. Peale selle peab igal töökohal olema ümberpaigutatav, varjuga elektrilamp.

Kaasaegse tööjaotuse tehnika juures korduvad ühed ja samad liigutused ja operatsioonid päeva jooksul palju kordi. Kokku hoi-

des igalt liigutuselt kas või murdosa minutit võib tööpäeva lõpuks saavutada ebaproduktiivseile liigutustele kulutatud aja tunduvat vähendamist.

§ 3. Kruustangid, nende ehitus, ülesanne ja korrashoid

Selleks, et käsitööriistadega metallide töötlemisel oleks võimalik õieti ja hõlpsalt töödelda esemeid, on vajalik, et nad püsiksid liikumatuina täpselt nõutavas asendis. Lukksepatöödel saavutatakse see pigistades väheldased esemed rakistesse, mida nimetatakse kruustangideks.

Lukksepatöökodades kinnitatakse kruustangid töölaudadele; nende ülesandeks on töödeldava eseme kinnihoidmine tema töötlemiseks vajalikus asendis.

Lukksepakruustangid jaotatakse sepa- ja paralleelkruustangideks.

Sepakruustangid

Sepakruustangid (joon. 7) koosnevad kahest põhiosast: liikumatust osast 1 ja temaga liigendi abil ühendatud liikuvast osast 2.

Kruustangide liikumatu osa kinnitatakse tugevasti töölaua külge ülemises osas asuvate käppade 10 ja jala 3 abil. Mokkade kokkupigistamine toimub kruvi 5 abil, mida pööratakse kruvi pead läbistava käepidemega 6. Kruvi 5 läbib vabalt kruustangide liikuva osa 2 ja kruvitakse mutrisse 7. Puksikujuline mutter asetseb liikumatu moka 1 pesas ja on varustatud kiiluga, mis takistab mutrit pesas ringi pöörlemast. Kruustangide liikuv osa on pööratav liigendil 8. Pöörates käepideme abil kruvi kellaosuti suunas, ligistuvad kruustangide mokad ja pigistavad töötlus-eseme kinni.

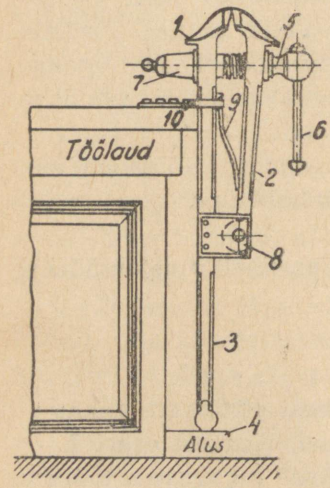
Et kruustangide liikuv mokk eemalduks kruvi lahtikeeramisel liikumatust mokast, selleks on mokkade vahele asetatud lame vedru 9, mis hõlbustab töödeldava eseme vabastamist.

Kruustangide liikumatu mokk kinnitatakse käppade 10 abil töölaua külge, pikendatud tugijalg 3 aga asetatakse otsapidi kas erialusesse 4 või põranda avausse.

Sepakruustangid valmistatakse pehmest terasest sepistamise teel.

Kõva süsinikterast kasutatakse ainult vahetatavate mokkade valmistamiseks, mis töödeldavaid esemeid vahetult kinni pigistavad.

Kindlama kinnipigistuse saavutamiseks on kruustangide mokkade pinnad jämedalt karestatud. Kruustangide kokkupigistamisel surutakse karestuse täkked esemesse, millega rikutakse eseme pind. Seepärast pigistatakse vahetult kruustangide vahele ainult eseme töötlemata osa; esemete töödeldud pindade kinnitamiseks asetatakse mokkadele kaitsepakid. Sepakruustangid on kõige enam levinud jämedate lukksepatööde teostamiseks, sest nad on lihtsa ehitusega, odavad ja tugevad.



Joon. 7. Sepakruustangid ja nende kinnitus töölaua külge.

Sepakruustangide peamine puudum seisab selles, et töödeldavate esemete kinnipigistamine pole ühtlane ja nimelt: peente esemete kinnipigistamisel haaravad mokad eset ainult ülemiste äärtega, jämedate esemete kinnipigistamisel aga ainult alumiste äärtega. Ainult teatud paksusega esemed haaratakse sepakruustangide mokkade kogupinnaga. Seepärast esemete kinnipigistamine sepakruustangides ei kindlusta nende tugevat kinnitust.

Peale ebaõige kinnipigistuse on sepakruustangide puudumiks asjaolu, et kruvikeere on lahtine ning prügistub tööajal rauapuru ja laastudega, mistõttu kruvi ja mutter kuluvad tugevasti ja muutuvad võrdlemisi ruttu kõlbmatuks. Seepärast on tarvis iga päev puhastada kruvi mustusest ja laastudest, määrida ning katta pealt mingi kaitsekattega.

Need sepakruustangide puudumid ei võimalda nende kasutamist täpsete lukksepa-mehaanika tööde teostamisel. Sepakruustangidel on soovitav teostada vaid jämedaid töid, nagu raiumine, neetimine, jämeviilimine.

Õieti valmistatud sepakruustangid peavad rahuldama järgmisi nõudeid:

1. Kruustangide kere peab olema sepistatud kvaliteetterasest.

2. Vahetatavad mokad peavad olema paremat sorti eriterasest ja nii karastatud, et hea viil neid vaevalt kriimustaks.

3. Mokkade kaardumise vältimiseks peab liigendipolt olema sobitatud mulku nii, et liikuval mokal ei oleks külgloksumist, sest vastasel korral võib tekkida kaardumine.

4. Kruustangide kruvikeere peab tihkelt käima mutrikeermesse ja kruvil ei tohi olla pikilõtku, sest see tekitab nõndanimetatud surnudkäigu, mille tagajärjel eset ei saa pigistada küllalt tugevasti kruustangide vahele.

5. Mutter peab olema liikumatult kinnitatud kruustangide keresse, pigistuskruvi aga peab pöörduma mutris kergelt ja sujuvalt, ilma kinnijäämisteta.

6. Mokad peavad kokku minema õieti ja kokku puutuma üheaegselt kogu ülemise serva pikkuses.

Sepakruustangide väline viimistlus piirdub ülevärvimisega kaitseks roostetumise vastu. Sepakruustangide korrashoid seisab liigendi ja pigistuskruvi korralikus puhastamises ja määrimises. Määrimiseks on soovitav tarvitada paksu määret, mis on valmistatud steariini, rasva ja grafiidi segust. See määre püsib väga kaua ega musta kruustangide pinda. Kruustangide määrimiseks tuleb kõigepealt mokad tugevasti kokku siduda, siis välja keerata pigistuskruvi, see määrida ja uuesti sisse keerata, ilma et vedru takistaks ta liikumist.

Kruustange ei tohi tarvitada alasina metalli õgvendamiseks või raiumiseks; ei tohi taguda neid vasaraga.

Paralleelkruustangid

Sepakruustangide puudumid on täielikult kõrvaldatud paralleelkruustangide juures, kus mõlema moka pigistuspinnad jäävad igas asendis teineteisega paralleelseteks, millest on tulnudki nende kruustangide liigi nimetus. Paralleelkruustange valmistatakse mittepööratavaid ja pööratavaid.

Mittepööratavad paralleelkruustangid (joon. 8) koosnevad alusest 1, mis kinnitatakse töölauale nelja poldiga, liikumatust mokast 2 ja liikuvast mokast 3. Pigistuskruvi asub liikuva moka õõnsas prismas, millega välditakse tema mustumist. Moka 2

keres on mulk, millest prisma läbi käib. Kruvi lahti- ja kinnikeeramisel peab prisma kergelt ja sujuvalt liuguma oma juhtpindade vahel. Pigistuskruvi mutter asetseb prisma sees.

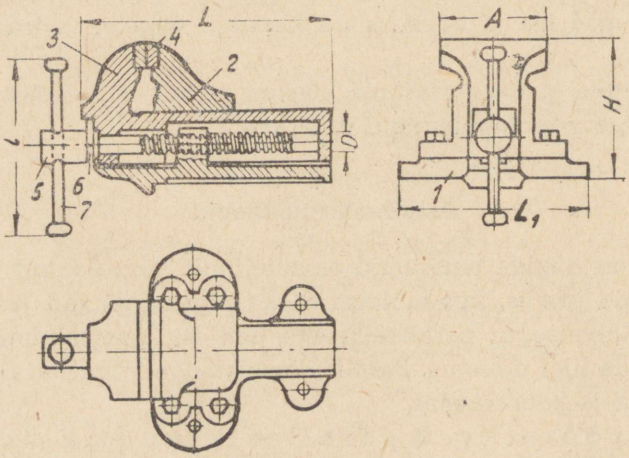
Paralleelkruustangide mõlemad mokad ja nende alus valatakse tavaliselt malmist. Suure kõvaduse saamiseks liikuva ja liikumata mokkade puutekohas kasutatakse vahetatavaid liiste 4, mis valmistatakse kõvast, 0,8% süsinikusisaldusega tööriistaterasest. Nendel liistudel on ristraietis; nad on karastatud ja noolutatud ning kinnitatakse malmkere külge kahe kruvi abil.

Moka 3 edasi-tagasi nihutamine teostub kruviga 5 käepideme 7 abil; kruvi hoitakse liikuvas mokas kinni stopporplaadiga 6.

Paralleelkruustangidel on hõlpus töötada, sest mõlemad mokad jäävad töödeldava eseme kinnipigistamisel alati paralleelseteks ning järelikult on nende vahele kinnitatud detail alati horisontaalasendis.

Paralleelkruustangide paremus seisab veel selleski, et vaatamata nende võrdlemisi väikestele mõõdetele on neisse võimalik kinnitada suuri esemeid.

Kruustangide suuruse määrajaks on mokkade pikkus ja kruustangide kaal. Kõige enam tarvitatavatel kruustangidel on mokkade



Joon. 8. Mittepööratavate paralleelkruustangide ehitus:
1 — alusplaat; 2 — liikumatu mokk; 3 — liikuv mokk; 4 — vahetatavad liistud; 5 — kruvi; 6 — stopporplaat; 7 — käepide.

pikkus 60, 80, 100, 120 ja 150 mm. Esimesi kahte suurust tarvitatakse lukksepa-mehaanika peentöödel, viimaseid kolme aga enamikul lukksepatöödest. Suurim mokkade lahtikäik on 100—175 mm. Harilike lukksepakruustangide käepideme pikkuseks võetakse 200—350 mm. Keermesamm võrdub umbes 6 mm. Kruustangide kaal on viimasel kolmel suurusel umbes 32—50 kg. Paralleelkruustangide muud mõõted on toodud tabelis 1.

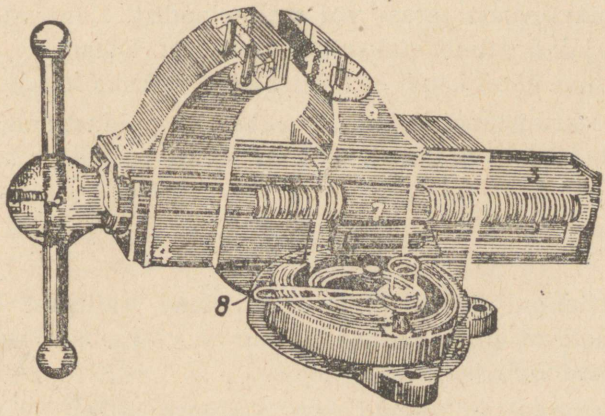
Tabel 1

Paralleelkruustangide mõõted OCT 8205 järgi

(joon. 8 ja 9 juurde)

Kruustangide tüüp	Mudeli nr.	A	L	L_1	H	l	D	Mokkade suurim lahtikäik	Kaal kg
A. Mittepööratavad	1	60	155	120	90	120	12×3	45	3
	2	80	200	150	110	150	16×4	65	5,5
	3	100	250	185	140	180	20×4	95	11
B. Pööratavad	1	120	375	256	250	285	24×5	150	32
	2	150	465	335	295	345	30×6	175	50

Pööratavad paralleelkruustangid (joon. 9) on töötamiseks kõige käepärasemad ja erinevad mittepööratavaist sellepoolest, et neid saab pöörata oma aluse suhtes. Kruustangide alumine osa 2 on



Joon. 9. Pööratavad paralleelkruustangid.

kruvitud töölaua külge. Liikumatu mokk 6 on pööratav alumise osa 2 suhtes ja on kinnitatav hoova 8 abil. Liikuv mokk 4 liigub edasi-tagasi mutris 7 pöörduva kruvi abil. Liikuval mokal on neljakandiline saba 3, mis läbib liikumatu moka 6.

Kruustangide rikkumise vältimiseks on keelatud taguda neid vasaraga või teostada neil kõige väiksemategi esemete õgvendamist. Raiumisel peab püüdma mitte riivata meisliga kruustangide mokki. Selle nõude mittetäitmisel kuluvad mokkade servad ruttu; säärastesse kruustangidesse pole enam võimalik kinnitada peeni esemeid. Töö lõpetamisel peab kruustange harjaga puhastama rauapurust ja laastudest. Paralleelkruustangide vahetatavate mokaliistude kinnitust on vaja sageli pingutada. Kruustangide pigistuskruvi tuleb sageli määrida paksu määrde, tavoti või rasvaga. Ei tohi taguda käepidemele vasaraga või mõne teise esemega; ei tohi ka käepidemele panna toru jätkuks tema pikkuse suurendamiseks, sest kruustangid on arvestatud vaid teatud kindlaile pingutustele.

Kantavad kruustangid

Mõnede suurte agregaatide juures töötamisel, samuti ka montaaž- ja remonttöödel on väga kohased kantavad sepakruustangid (joon. 10).

Kruustangid on täiesti kindlalt laua külge kinnitatud. Laud valmistatakse massiivsest teras- või malmplaadist. Kantavate kruustangide laua jalad valmistatakse gaasitorudest. Ülemisele raudplaadile kinnitatakse ääreliistud, et tööriistad ei kukuks laualt maha.

Kantavate kruustangide lauad tehakse ka puidust sellise arvestusega, et nad oleksid küllalt vastupidavad ja püsivad.

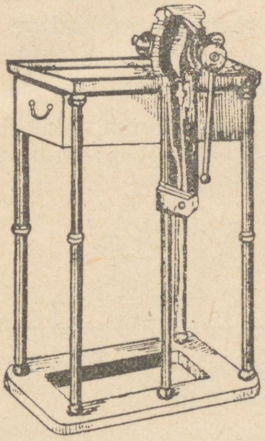
Lauakruustangid

Lauakruustangid (joon. 11) erinevad oma ehituselt harilikest sepakruustangidest ainult sellega, et nad on väiksemad, sest nad on määratud peentööde jaoks.

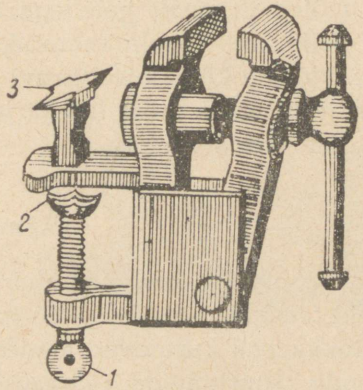
Lauakruustangid on saanud oma nimetuse sellest, et neid lihtsalt kruvitakse laua külge kruvi 1 abil, mis on varustatud sakilise

peaga 2. Peentööde teostamiseks on seesugune kinnitusviis täiesti küllaldane.

Lauakruustangid omavad mõnikord väikest alasit 3, mis on mõeldud peentoodete õgvendamiseks ja neetimiseks.



Joon. 10. Kantavad kruustangid.



Joon. 11. Lauakruustangid.

Käsikruustangid

Peentoodete hoidmiseks nende viilimisel kasutatakse käsikruustange (joon. 12). Oma nimetuse on nad saanud sellest, et nendega töötades enamasti hoitakse kruustangid ühes töötlus-esemega vasakus käes, kuna paremaga tehakse vajalikku lukksepatööd.

Väiksemate esemete viilimisel kinnitatakse käsikruustangid (joon. 12 A) sageli harilikkudesse suurtesse kruustangidesse nii, et käsikruustangide liikuv mokk oleks väljaspool suurte kruustangide mokki ja saaks vabalt edasi-tagasi liikuda. Käsikruustange muide tarvitatakse puurimisel väheldase paksusega esemete kinnihoidmiseks. Käsikruustangid (joon. 12 A ja B) koosnevad kahest mokast, mis on omavahel ühendatud liigendiga. Mokkade ligistamine toimub kruvi ja tiibmutri abil, laialilükkamine aga mokkade vahele asetatud vedru jõul.

Joon. 12 ja 13 on näidatud käsikruustangid puidust või metallist

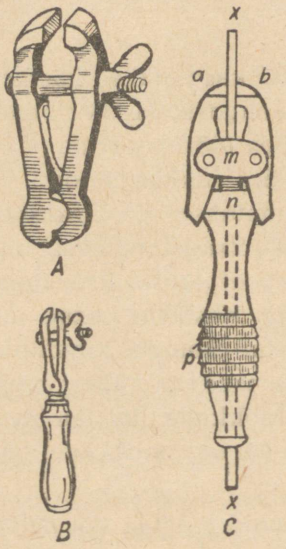
pidemega. Seesuguseid kruustange kasutatakse eriti peente tööde jaoks.

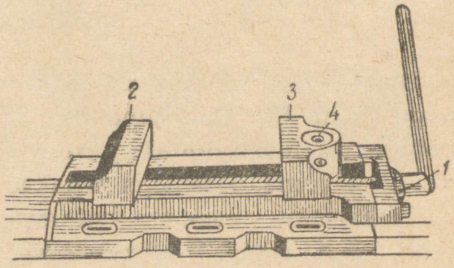
Väikeste vardakujuliste esemete kinnihoidmiseks on kohased joon. 12 C näidatud käsikruustangid. Nendesse kruustangidesse kinnitatud eseme viilimine on võimalik igast küljest, sest neil puudub viilimist segav tiibmutter. Nende kruustangide mokad on ühendatud mõlemalt poolt paledega *m*. Palede vahelt käib läbi õõnes kruvi. Selle kruvi peale keeratakse metallpide *p*, mis lõpeb koonusega *n*. Pideme keeramisel kruvi peale lükkab koonus *n* laiali mokkade *a* ja *b* sabad, mille tagajärjel ese kinnitatakse kindlalt kruustangide mokkade vahele.

Erikruustangid

Peale loeteldud enamlevinud pigistusrakiste kohtame praktikas mitmeid teisigi eriseadiseid. Joon. 13 on näidatud raamkruustangid, mida lukksepad kasutavad suurte esemete töötlemisel.

Nende kruustangide iseärasuseks on, et neil on mõlemad mokad liikuvad; need pannakse liikuma üheaegselt kruvi 1 pööramisega, millel on parem- ja vasakkeermetis. Vasak mokk 2 on ühes tükkis





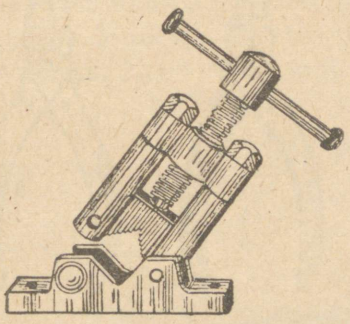
Joon. 13. Raamkruustangid suurte esemete kinnitamiseks.

Joon. 12. Käsikruustangid.

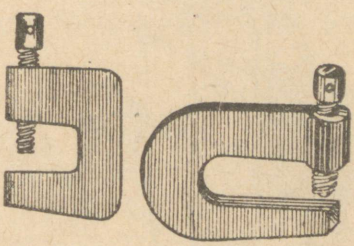
A — tiibmutriga kruustangid; B — pidemega kruustangid; C — koonusega kruustangid; m — paled; p — pide; n — koonus; a ja b — kruustangide mokkade sabad.

mutriga, mis liigub mööda kruvi 1, parem mokk 3 aga on peale selle pööratav tapil 4, mis on ühes tükkis teise mutriga. See mokk võtab toote kinnipigistamisel ise enesele vajaliku asendi. Kruustangid kinnitatakse töölauale või tööpingi töölauale kuue poldiga.

Mitmesuguse läbimõõduga gaasitorude kinnitamiseks tarvitatakse torukruustange, mis on varustatud erikujuliste pakkidega (joon. 14).



Joon. 14. Torukruustangid torude ja pikkade varraste jaoks.



Joon. 15. Pitskruvid.

Kõige lihtsamaks töödeldava eseme kinnitusrakiseks on mitmesugused pitskruvid (joon. 15). Torukruustangide ja pitskruvide pigistusseadised on selgelt nähtavad joon. 14 ja 15.

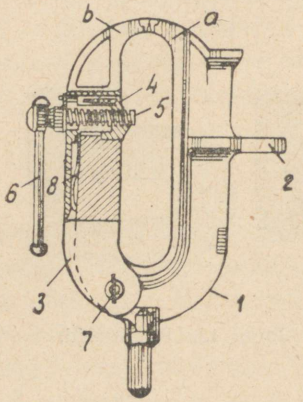
Sügavkruustangid

Lehtmaterjali töötlemisel tarvitatakse nõndanimetatud sügavkruustange (joon. 16).

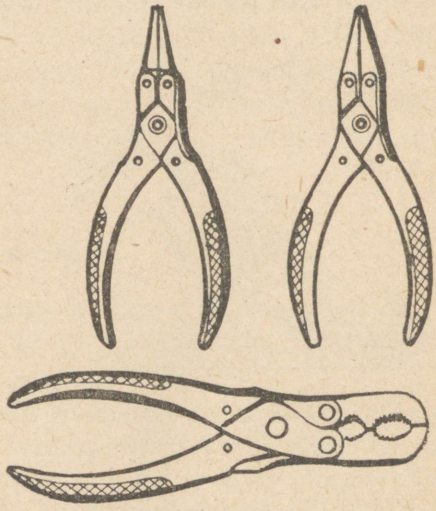
Tavaliste kruustangide kruvi läbib mõlemad mokad ega võimalda kinnitada kruustangidesse pikki või laiu esemeid, nagu näit. plaate, laudu jne. Torusid, latte või ümarrauda ja teisi kitsaid esemeid saab küll kinnitada vertikaalasendisse, kuid pigistus on seejuures ühekülgne, mistõttu kruustangid hakkavad logisema ja riknevad. Seepärast paljudel juhtudel, eriti aga lehtmetalli töötlevais töökodades, kasutatakse sügavkruustange.

Sügavkruustangide (joon. 16) ehitus on järgmine. Nende kruustangide kere on U-kujuline, kere tagumine pool 1 moodustab ühe

terviku tagumise mokaga *a* ja on varustatud käpaga 2, mille abil kruustangid kinnitatakse töölaua külge. Kere eesmine pool 3 on veidi lühem, temasse on kinnitatud mutter 4 ühes kruviga 5, mille pead läbistab käepide 6. Liigendiga 7 on kinnitatud eesmise moka *b* kere, mis vabalt pöördub liigendil.



Joon. 16. Sügavkruustangid.



Joon. 17. Käsihoideriistad — tangid.

Kruvi 5 sissekeeramisel mutrisse 4 surutakse kruvi laiem osa vastu liikuvat mokka, mis ligineb liikumatule mokale ja teostab kinnipigistamist. Kruustangide lahtikeeramisel lükkab vedru 8 eesmise liikuva moka eemale.

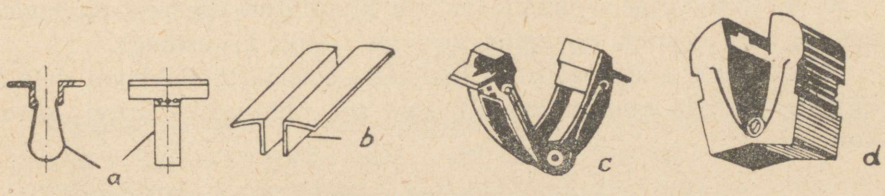
Väga väikeste esemete haaramiseks, kinnipigistamiseks ja hoidmiseks tarvitatakse tange (joon. 17).

Kruustangide kaitsepakid

Nagu oli juba eespool öeldud, varustatakse kruustangide mokad karestatud terasliistudega eseme paremaks kinnipigistamiseks kruustangidesse. Kui ese on valmistatud pehmest metallist või omab juba puhtalt töödeldud pinna, siis tekitab tugev kokkupigistus karestatud pakkide raide muljumist eseme metalli sisse, rikkudes

selle pinda. Seepärast on vajalik muretseda kruustangide jaoks komplekt erilisi kaitsepakke, mis pannakse kruustangide karestatud mokkadele.

Kaitsepakid (joon. 18) võivad olla valmistatud kas pehmest rauast, messingist, punasest vasest, seatinast ja isegi puidust. Ühe või teise materjali valik kaitsepakkide jaoks on sõltuv töödeldava eseme materjali kõvadusest. Kaitsepakkide valmistamiseks võetakse riba kohast materjali. Ribade pikkus võrdub kruustangide mokkade pikkusega, kuna nende laius ületab kaks korda kruustangide mokkade laiuse. Need ribad kinnitatakse kruustangide vahele pooles



Joon. 18. Mitmesuguseid kaitsepakke kruustangidele.

laiuses ja kergete vasaralöökidega painutatakse ribade väljaulatuvad ääred kruustangide mokkade välispindade vastu.

Kui on vaja tugevasti kinnitada kruustangidesse puhtalt töödeldud ümartooteid või keermestatud esemeid, on soovitav tarvitada kõvadest puiduliikidest liiste poolümmarguste või nurklike väljalõigetega, milledesse asetatakse ese. Kasutades selliseid kaitsepakke võib kõvasti kinni pigistada isegi lihvitud pindadega eset, seda rikkumata. Joon. 18 *a* ja *b* näeme kahte tüüpi kaitsepakke; sissepandavad mokad *c* ja *d* on samuti ette nähtud kruustangidesse kinnitatavate esemete kaitseks.

Kruustangide korrashoid

Lukksepakruustangide korrashoid seisab järgnevas:

1. Iga päev enne töö algust kontrollida kruustangide kinnitust töölauale. Lukksepal peavad olema võtmed kruustange töölauale kinnitavate poltide ja mutrite pingutamiseks.

2. Kruustangide kruvi, mutrit ja juhtosa tuleb hoida puhtaina ja määrida neid paksu masinaõli või tavotiga.

3. Iga päev pärast töö lõppu tuleb kruustange puhastada lapiga; enne seda pühitakse jõhvharjaga kõik praht töölaualt ja kruustangidelt.

4. Esemete kinnitamist kruustangide mokkade vahele teostada ainult kruvi käepideme pööramisega, ilma käepideme täiendava jätkamiseta, sest sellega võidakse käepide kõveraks painutada, mutri keermetis maha keerata või kruvi katki rebida.

5. Kruustangide mokkade vahele kinnitatud esemele antakse õige asend ainult käte abil, aga mitte vasaralöökidega eseme pihta, sest see rikuks kruustange.

6. Kruustangide mokkade vahele kinnitatud esemete õgvendamist ei tohi teostada vasaraga, sest see rikuks kruustange.

7. Pärast töö lõpetamist ei tohi jätta seisma töödeldavat detaili kruustangidesse kinnipigistatult, sest see põhjustaks kruvi kiiret kulumist.

§ 4. Lukksepa enamkasutatavad tööriistad, nende ehitus ja ülesanne

Suurem osa lukksepa tööoperatsioonest teostatakse käsitsi lukksepa ja lukksepamontaaži tööriistade ja rakiste abil.

Siinkohal on kirjeldatud ainult tavalised lukksepa tööriistad, teised aga on käsiteldud koos tööoperatsioonidega, millede jaoks need tööriistad on määratud. Lukksepp võib valmistada endale ise mitmeid tööriistu; seepärast anname peale tööriistade ehituse ka nende mõõted ja tehnilised nõuded.

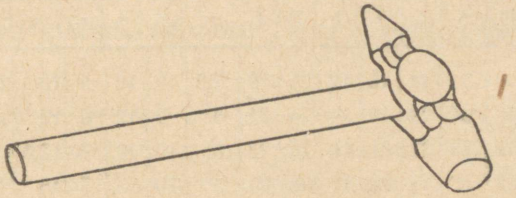
Lukksepavasar

Lukksepavasar (joon. 19), mida vahel nimetatakse käsivasaraks, on määratud löökide andmiseks suurema osa lukksepatööde täitmisel, nagu näit. raiumisel, neetimisel, õgvendamisel, temmimisel jms.

Vasar valmistatakse süsinik-tööriistaterasest, mis sisaldab 0,6—0,8% süsinikku. Vasaral on laup ja pinn; laup on tavaliselt kumer, pinni kuju aga on sõltuv teostatava töö iseloomust: ta võib olla terav, tömp või muu kujuga. Nii laup kui ka pinn peavad

olema hästi karastatud. Laup on kumer selleks, et raiumisel anda tsentraalseid lööke.

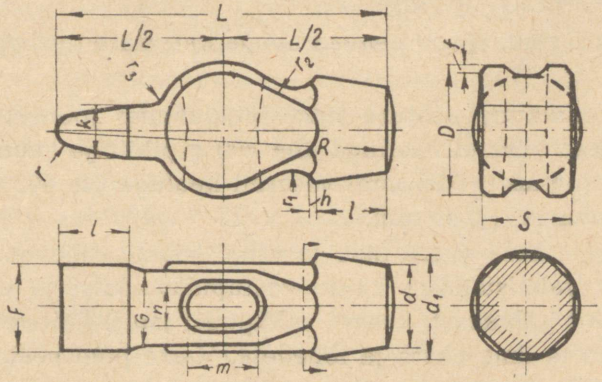
Vasara kaal võib olla mitmesugune: ta sõltub maharaiutava metallikihi paksusest, töötaja füüsilisest jõust ja meisli mõõdetest. Praktikas tarvitatakse kõige sagedamini 300—600 g raskusi vasaraid.



Joon. 19. Lukksepavasar.

Vasara raskuskese peab asetsema mulgu keskpunktist madalamal, et vasar ei pöörleks käes, vaid püsiks kindlalt.

Ümmarguse kerapinnalise laubaga lukksepavasarate (joon. 20) valmistamisel tuleb kinni pidada tabelis 2 toodud mõõdetest.



Joon. 20. Ümmarguse laubaga lukksepavasara mõõted (tab. 2 juurde).

Õieti valmistatud lukksepavasar peab rahuldama rida tehnilisi tingimusi (vt. ОСТ НКТП 7810).

1. Vasarad valmistatakse terasest mark У7 ГОСТ В-1435-42.
2. Lauba ja pinni töötavpinnad peavad olema poleeritud, külgpinnad aga puhastatud.

Tabel 2

Ümmarguse laubaga lukksepavasarate mõõted OCT 7809 järgi
(joon. 20 juurde)

Kaal g	Mõõted millimeetrites																
	d	L	D	S	d_1	l	k	F	G	r	r_1	r_2	r_3	n	m	f	h	R
200	20	80	30	21	24	16	12	21	19	2,5	9	12	6	10	20	1	1,2	200
300	24	90	36	24	29	19	14	24	21	3	9	12	6	12	25	1	1,5	210
400	26	100	39	26	31	21	16	26	23	3	10	15	7	12,5	25	1,2	1,6	220
500	28	105	42	28	33	22	17	28	25	3	10	15	7	15	30	1,2	1,7	230
600	30	110	45	30	36	24	18	30	27	3,5	10	15	7	15	30	1,5	1,8	250
800	32	120	48	32	40	26	20	32	29	3,5	12	16	8	18,5	32	1,5	2	265
1000	34	130	51	34	44	28	22	34	31	3,5	12	16	8	18,5	32	1,5	2	280

3. Vasaratel ei tohi olla pragusid, lahtist pealiskihti, juuspragusid, õõneid, pinnasõmerust ega teisi puudumeid, poleeritud pindadel aga — teravaid viirge.

4. Vasara töötavosad peavad olema karastatud vähemalt 15 mm pikkuselt.

5. Varremulkude asetuse kõrvalekaldumist joonestise mõõdetest lubatakse vasarail kaaluga alla 400 g pikitelje suunas $\pm$1 mm ja risttelje suunas $\pm$0,25 mm; vasarail kaaluga üle 400 g — vastavalt $\pm$1,5 mm ja $\pm$0,35 mm.

Vasar pannakse varre otsa ja kinnitatakse tugevasti ta külge. Vasaravars valmistatakse kõige vastupidavamaist ja elastsemaist puiduliikidest (pihlakast, kasest, tuhkpuust jms.). Puitmaterjal varte jaoks valitakse ilma okste ja lõhedeta. Varre pind peab olema sile ja tasane, et kühmud ja kandid ei hõõruks rakke töötaja käele.

Varre pikkus võetakse võrdne töötaja küünarnuki pikkusega, mis keskmiselt moodustab 275—350 mm.

Varre ristlõige peab olema ovaalne, sest et sel tingimusel vars püsib kindlalt peos ja ei pöörle. Suurema läbimõõdu suhe väiksemale peab olema umbes 2:1. Otsast tehakse vasaravars 1,5 korda paksem kui vasaramulgu poolne osa.

Et vältida vasara ärakargamist varre otsast (mis pole ohutu ligi-

olijaile), taotakse vasara mulgust läbipandud varreotsa sisse 2—3 mm paksused puidust või terasest kiilud, millede mõjul vars võtab vasara mulgule vastava kuju. Vasara mulk tehakse kahekordse koonilise laiendusega, et vars istuks kindlalt ja liikumatult.

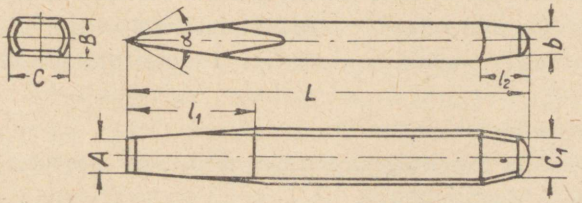
Peab alati jälgima, et vasar oleks tugevasti varre otsa kinnitatud.

Vars peab moodustama täisnurga vasara teljega.

Lukksepatöö praktikas tarvitatakse masinate remontimisel peale terasvasarate ka vasest, seatinast või babiidist vasaraid, millede löögid ei vigasta detaile masinate lahtivõtmisel ja kokkupanekul. Selliste vasarate laubad tehakse enamikel juhtudel lamedad.

Lukksepameisel

Lukksepameisel on määratud metalli raiumiseks. Ta valmistatakse süsinikterasest У7А, s. t. terasest, mis sisaldab 0,7% süsinikku. Et oleks hõlpsam meislit käes hoida, tarvitatakse tema valmistamiseks ovaalse või mitmetahulise ristlõikega latt-terast. Meisli ots taotakse sepikojas lameda labidakese kujuliseks 5—25 mm laiuselt, mille järel teritatakse tera smirgelkäial teatava nurga all, vastavalt metallile, mida kavatsetakse raiuda. Meisli ülemine osa, millele antakse lööke vasaraga, tehakse kergelt koonusekujuline. See kuju on vajalik selleks, et vähendada pindala, mille keskpunkti vasar peab lööma. Sellega muudetakse vasaralöögid tugevamateks ja meisli asendit raiumise ajal püsivamaks. Nii välditakse ebatsentrilisi lööke, mis võivad põhjustada meislitera murdumist (joon. 21).



Joon. 21. Lukksepameisel (tab. 3 juurde).

Lukksepameislite mõõted on toodud tabelis 3.

Lukksepameislitele esitatakse järgmisi tehnilisi nõudeid:

1) meisli külgtahkudel ei tohi olla teravaid servi, mis võiksid haavata töötaja käsi;

2) meisli töötavots peab olema sümmeetriline ja omama siledat ja ühetasast pinda;

3) meisli teritatud osa peab olema lihvitud ja omama ühtlast läiget;

4) meislil ei tohi olla pragusid, lahtist pealiskihti, kiskusid ega teisi puudumeid, lõikeosal aga ei tohi olla muljutusi ega murenenud kohti;

5) töötavosa peab olema karastatud ligi 30 mm pikkuselt; meisli löögiosa peab aga olema kergelt karastatud umbes 15 mm pikkuselt.

Tabel 3

Lukksepameislite mõõted (joon. 21 juurde)

Mõõted millimeetrites							
A	L	B	C	l_1	l_2	b	C_1
5	100	8	12	25	10	5	10
10	125	8	12	35	12	5	10
15	150	10	16	40	15	8	14
20	175	16	25	50	18	12	22
25	200	20	32	60	20	16	28

Meisli tööproov seisab järgnevas: iga proovitav meisel peab läbi raiuma kruustangidesse kinnitatud teraslati mark Ст. 6 paksusega 4 mm ja laiusega 50 mm.

Meisli töötavosal ei tohi pärast proovi leiduda muljutusi, murenenud kohti ega märgatavaid nürinemistunnuseid.

Lukksepameisli valmistamisel on tööoperatsioonide järjekord järgmine:

1) sepistada meisli tera;

2) lahti raiuda lati küljest paraja mõõduga toortükk;

3) sepistada meisli pea;

4) lõõmutada meisel;

5) välja viilida meisli tera ja pea;

6) karastada tera ja pea; puhastada karastatud kohad ja noolutada (tera — õlgkollase muutevärvuseni ja pea — helesiniseni);

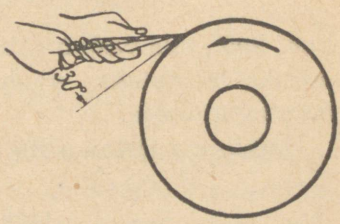
7) teritada tera 70°, 60° või 45° nurga all, sõltuvalt materjalist, mida kavatsetakse raiuda antud meisliga.

Tööriista teritusnurk võetakse vastavalt töödeldava materjali kõvadusele: mida kõvem on metall, seda suurem peab olema teritusnurk, sest liiga terava nurga puhul meisli tera vastupidavus ei oleks küllaldane ja ta võiks kergesti murduda.

Harilikult võetakse järgmised teritusnurgad:

malmi ja pronksi raiumiseks	. . .	70°
terase ja raua „	. . .	60°
messingi ja vase „	. . .	45°
tsingi ja alumiiniumi „	. . .	35°

Meisli teritamist teostatakse smirgel- või liivakäial (joon. 22). Seejuures pole vaja eriti tugevalt suruda meislit käia vastu, sest vastasel korral meisel võib liialt kuumeneda ja tera võib muutuda pehmeks. Meislitera külgtahud peavad olema ühesuguse laiusega ja omama ühesugust kallakut meisli telje suhtes. Lõikeserv peab olema veidi (0,5—1 mm võrra) kumer, sest seesuguse meisliga on kergem raiuda ja ta ei lõiku sisse nurkadega.

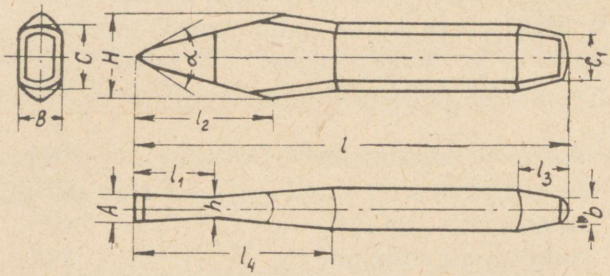


Joon. 22. Lukksepameisli teritamine 60° nurga all.

Ristmeisel

Ristmeisel (joon. 23) on määratud kitsaste uurete, näiteks kiilunuutide raiumiseks, neetide maharaiumiseks ja ka eelraiumiseks enne laia lukksepameisli kasutamist. Ristmeisli tera peab olema laiem järgnevast osast, et tööriist kitsa renni raiumisel ei jääks sinna kinni. Õlisoonte raiumiseks laagritesse kasutatakse eri-ristmeisleid, milledel tera peaaegu alati tehakse poolümmargune. Selliseid ristmeisleid nimetatakse soonemeisliteks.

Ristmeisel valmistatakse nagu harilikki lukksepameisel terasest У7А. Et meisli või ristmeisli tera ei annaks vasaralöökide mõjul järele, allutatakse nad tavaliselt termilisele töötlemisele, mis seisab karastamises ja noolutamises. Terase töötlemiseks määratud meislid ja ristmeislid noolutatakse kuni 285°, mis vastab violetsele muutevärvusele. Malmi töötlemiseks noolutatakse neid tööriistu



Joon. 23. Lukksepa ristmeisel (tab. 4 juurde).

kuni 295°, mis vastab sinisele muutevärvusele. Pehme terase töötlemiseks teostatakse noolutamine 315°-ni, mis vastab helesinisele muutevärvusele.

Lukksepa ristmeislite mõõted on toodud tabelis 4.

Tabel 4

Lukksepa ristmeislite mõõted

Mõõted millimeetrites											
A	L	B	C	H	l_1	l_2	l_3	l_4	h	b	C_1
2	150	8	12	15	15	30	10	55	1,5	5	10
5	150	10	16	20	20	35	12	60	4	8	14
8	175	10	16	20	20	35	12	60	7	8	14
10	175	16	25	30	25	45	15	65	8	12	22
12	200	16	25	35	30	50	15	70	10	12	22
15	200	16	25	40	35	55	18	80	13	12	22

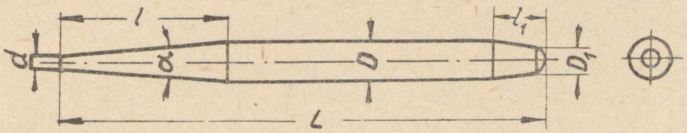
Lukksepa ristmeislitele esitatakse samu nõudeid nagu harilikele meislitelegi. Tööoperatsioonide järjekord ristmeislite valmistamisel on sama, mis lukksepameislitegi valmistamisel.

Vastselt valmistatud ristmeisli tööproov seisab selles, et iga proovitava ristmeisliga tuleb raiuda teraslatti (terasest nr. 6) 40—50 mm pikkune ja vähemalt 3 mm sügavune kiilunuut, mille laius peab vastama lõikeserva laiusele. Pärast tööproovi ei tohi ristmeisli töötavosal leiduda nähtavaid muljutusi, murenenud kohti ega nürinemistundemärke.

Meisli ja ristmeisli valmistamisel on soovitav kinni pidada tabelites toodud mõõdetest.

Lukksepatorn

Torni (joon. 24) kasutatakse mulkude löömiseks metallesemeisse. Torni pea on sama kujuga, nagu meisli ja ristmeisligi pea.



Joon. 24. Lukksepatorn (tab. 5 juurde).

Torni töötavosa tehakse kooniline, selle ots aga lihvitakse ühetasaseks ja torni teljega perpendikulaarseks. Lukksepatorne valmistatakse süsinik-tööriistaterasest mark У7А. Lukksepatornide mõõted on toodud tabelis 5.

Tabel 5

Lukksepatornide mõõted

Mõõted millimeetrites						
d	L	D	D_1	1	l_1	α
1	85	6	5	30	10	9° 30′
2	90	6	5	35	10	6° 30′
3	100	8	6	40	10	7° 10′
4	120	10	8	45	10	7° 30′
6	150	12	10	50	15	6° 50′
8	175	16	13	70	15	6° 30′

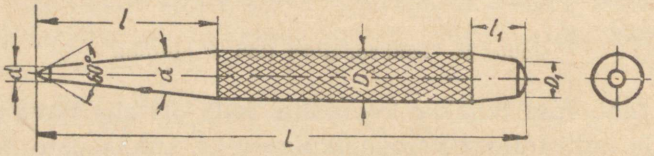
Õieti valmistatud torni töötavosa peab olema karastatud koonuse kogu pikkuses. Torni löögiosa peab olema karastatud kergelt, 15—20 mm pikkuselt.

Lukksepatorni töötavkoonus peab olema üle lihvitud.

Tornidel ei tohi olla mõrasid, lahtist pealiskihti, kiske, muljutud servi ega teisi vigu. Torni kvaliteedi tööproov toimub järgmiselt: võetakse tükk pehmet lehtterast paksusega 0,8—1 mm, pannakse see kõvast puidust klotsile ja lüüakse proovitava torniga 10 mulku. Pärast proovimist ei tohi torni töötavosal leiduda muljutusi, murenenud kohti ega töötavserva tõntsiks muutumise tundemärke.

Kärn

Kärni (joon. 25) ehk märklit kasutatakse teatud punktide pealemärkimiseks töödeldavate esemete pinnale. See on vajalik selleks, et märkimisel pealekantud jooned oleksid hästi nähtavad eseme edasisel töötlemisel.



Joon. 25. Kärn (mõõted vt. tab. 6).

Kärn valmistatakse süsinik-tööriistaterasest mark У 7; kärni terav ots karastatakse. Töötavots teritatakse 45—60° nurga all, et eseme pinda tekkiv lohuke oleks väheldase läbimõõduga, kuid küllalt sügav. Kärni pikkus on 90—100 mm, varre läbimõõt aga 8—13 mm. Kärni külgpinnad valmistatakse sageli mitmetahulistena või nad karestatakse, et kärn töötamisel käest ei libiseks.

Kärnide mõõted on toodud tabelis 6.

Õieti valmistatud kärn peab rahuldama järgmisi tehnilisi tingimusi:

1. Kärni töötavosa peab olema karastatud 20 mm pikkuselt. Löögiosa — kärnipea — peab olema karastatud nõrgalt 15—20 mm pikkuselt.

2. Kooniline osa ei tohi olla telje suhtes viltu.

Tabel 6

Kärnide mõõted

Mõõted millimeetrites						
d	L	D	D_1	l	l_1	α
2	90	8	6	36	10	10°
3	100	10	8	36	10	8° 30′
4	125	12	9	36	15	7° 40′
6	150	13	10	45	15	10°

3. Kärni töötavots peab olema lihvitud.

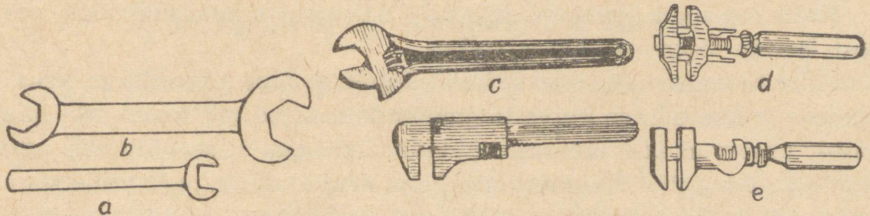
4. Kärni varda välispind mõlema koonuse aluste vahel peab olema kas kaheksatahuline või ümmargune ja karestatud. Karestus peab olema ühetasane, ilma väljakistud kohtade ja teravate servadeta.

5. Kärnidel ei tohi olla pragusid, lahtist pealiskihti ega teisi vigu. Töötavosa teravik ei tohi olla tönts ega muljutud.

Kärni headuse proovimine toimub järgmiselt: proovitava kärniga kärnitakse teraslatile või vardale (Ст. 6) 10 punkti läbimõõduga vähemalt ¼ kärni töötavosa läbimõõdust; pärast proovimist ei tohi kärni töötavosal leiduda murenenud kohti ega nürinemise tundemärke.

Mutrivõtmed

Mutrivõtmed (joon. 26) on määratud mutrite lahti- ja kinnikeeramiseks. Mutrivõtmed võivad olla mitmekujulised, sõltuvalt mutrite kujust. Harilikke mutrivõtmeid valmistatakse ainult kindlamõõteliste kuue- ja neljakandiliste mutrite jaoks (joon. 26 a ja b).

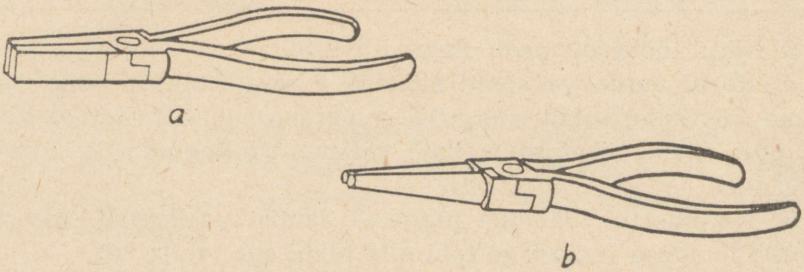


Joon. 26. Mutrivõtmeid: a — ühe otsaga mutrivõti; b — kahe otsaga mutrivõti; c — seatavad rootsi võtmed; d — prantsuse võti; e — ameerika võti.

Seatavad (rootsi, prantsuse, ameerika) võtmed (joon. 26 c, d ja e) kõlbavad igamõõtelistele mutritele. Mutrivõtmed valmistatakse terasest; töötavosad, mis otseselt mutrikantidega kokku puutuvad, karastatakse.

Lapiktangid ja ümartangid

Väiksemate esemete haaramiseks kasutatakse lapiktange (joon. 27 a). Traadi painutamiseks määratud tangide mokad tehakse kitsa koonuse kujulised: nii saadakse nn. ümartangid (joon. 27 b).



Joon. 27. Vahendeid väikeste esemete haaramiseks:
a — lapiktangid; b — ümartangid.

Lapiktangid ja ümartangid valmistatakse terasest; töötavosad karastatakse, mokkade pinnad poleeritakse.

Kruvikeerajad

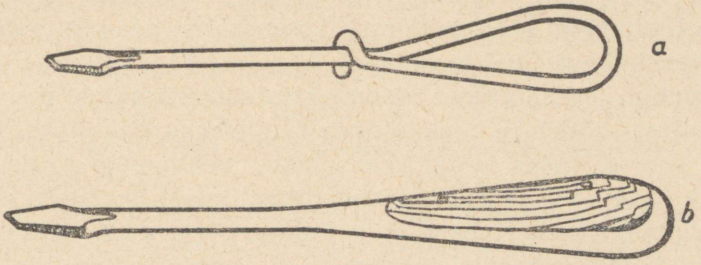
Kruvikeerajaid ehk kruvitsaid (joon. 28) kasutatakse mitmemõõteliste ja mitmekujuliste rauа- ja puidukruvide kinni- ja lahtikeeramiseks. Kruvikeerajaid valitakse vastavalt kruvipea sisselõike mõõdetele.

Kruvikeerajad valmistatakse 0,5—0,6% süsinikusisaldusega terasest; nende töötavosa karastatakse.

Kruvikeeraja tööproov seisab järgnevas: iga proovitava kruvikeerajaga keeratakse kuiva tammepuulaua sisse viis kruvi, mis suuruselt vastavad kruvikeeraja töötavosale. Laua sisse võib ette puurida mulgud, mille läbimõõt on võrdne kruvi mõõduga ja mille sügavus ei ületa 1/4 keermetise pikkusest. Seejuures kruvid keeratakse laua sisse lõpuni.

Välisel ülevaatusel pärast proovimist ei tohi kruvikeeraja töötavosal leiduda muljutusi ega murenenud kohti ja kruvikeeraja vars peab olema sirge.

Kruvikeeraja laius tehakse veidi väiksem kruvipea sisselõike laiusest. Kruvikeeraja külgtahud peavad tihkelt külgnema kruvi-



Joon. 28. Kruvikeerajaid:
a — varbterasest kruvikeeraja; b — stantsitud puitpaledega kruvikeeraja.

pea sisselõike mõlemale küljele. Kruvikeeraja ots peab olema kantis. Kruvide sissekeeramisel tuleb suruda kruvikeerajale, et ta ei tuleks kruvipea sisselõikest välja ega vigastaks eset või töötaja sõrmi.

Joon. 28 a kujutab kruvikeerajat, mis on tervikuna valmistatud ümarterasest. Joon. 28 b aga kujutab sepistatud või stantsitud, puitpaledega varustatud kruvikeerajat.

II peatükk

METALLIDE ÕGVENDAMINE, RAIUMINE JA LÕIKAMINE

§ 5. Toodete õgvendamine ja rihtimine

Õgvendamine kujutab endast lukksepatöö operatsiooni, millega paindunud või kõverdunud metall-toortükid õgvendatakse kas õgvendusvaltsidel, pressidel või käsitsi.

Seadmestik käsitsi õgvendamiseks koosneb tavaliselt ühetasasest malmplaadist, mida nimetatakse õgvendusplaadiks, või sepaalasist ja 600—800 g raskusest lukksepavasarast.

Lööke antakse kas vasara pinni või laubaga. Löökide tugevust tuleb kooskõlastada õgvendatava eseme kumeruse suurusega, samuti ka tema paksusega: mida suurem on eseme kumerus ja paksus, seda tugevamad peavad olema vasaralöögid.

Vasardamist õgvendamise otstarbel alustatakse toote äärtelt ja minnakse siis järk-järgult toote keskkoha poole. Vasaralööke antakse toote kogu laiuses. Pärast õgvendamist peavad toote ääred olema keskkohaga ühel tasapinnal.

Paindunud ja kaardunud toodete parandamist pärast mehaanilist või termilist töötlemist nimetatakse rihtimiseks. Rihtimisel on tööriistaks samuti vasar ja rakiseks plaat. Peentoodete rihtimisel on võimalik saavutada täpsust kümnendikmillimeetrite piirides.

Rihtimine on laialt kasutatav lukksepa- ja eriti riistlukksepatöös. Detailide tööpinkidel töötlemise protsessis ja termilisel töötlemisel tooted sageli kaarduvad niivõrd, et neid on võimata edasi töödelda ilma eelneva rihtimiseta. Praktikas eristatakse toorete ja karastatud toodete rihtimist.

Ümmarguse, ruudukujulise ja täisnurkse ristlõikega toortoodete rihtimist teostatakse järgmiselt. Toode asetatakse plaadile kumerusega ülespoole ja taotakse sellele vasaraga.

Lehtmaterjali rihtimisel, kus kumerusi leidub mitmes kohas toote kogu laiuses, lüüakse vasaraga mitte kumeruste pihta, vaid nende kõrval olevatele kohtadele, et pikendada ja välja venitada nende pealmist kihti.

Vasaralöökide jõud peab olema väheldane. Nõrgemaid lööke antakse väheldase kumerusega kohtadele, tugevamaid lööke aga — suurema kumerusega kohtadele.

Paksude karastatud toodete rihtimist (paksusega vähemalt 8 mm) teostatakse samuti kui toortoodete rihtimist. Asi seisab selles, et paksud tooted, eriti kui nad on valmistatud süsinikterasest, ei kuumene kogu paksuses, vaid ainult 2—3 mm sügavuselt ja omavad küllaltki sitket ja pehmet südamikku, mistõttu neid on üsna kerge rihtida. Seepärast õgvendatakse ja rihitakse neid kui prismakujulisi toortooteidki, tagudes vasaraga kumeruste pihta.

Õhukesed tooted (õhemad kui 7 mm) harilikult kuumenevad karastamisel kogu paksuses, nende sitkus ja kõvadus on peaaegu ühesugused kogu ristlõike ulatuses. Seepärast teostatakse selliste

toodete rihtimist mitte kumeratelt, vaid, vastupidi, nõgusatelt kohtadelt, et välja venitada ja pikendada nende pealmist kihti. Kui nõgususepoolne kiht on küllaldasel määral välja venitatud ning võrdne pikkuselt kumera poolega, tõmbub toode sirgeks.

Niisiis rihitakse karastatud esemeid järgmiselt: pakse kumeratelt, õhukesi aga nõgusatelt kohtadelt. Löögid antakse esimesel juhul vasara laubaga, teisel aga — pinniga.

Toodete kaardumine karastamisel tekib kas tasapinna või kitsaste kantide järgi.

Toote rihtimisel, mis on kaardunud tasapinna järgi, antakse lööke vasara pinniga toote nõgusa osa kogu laiuses. Rihtimist alatakse nõrkade löökidega keskele ning suurendatakse löökide tugevust äärtel.

Toodete rihtimisel, mis on kaardunud kitsastelt kantidelt, antakse lööke vasara pinniga laiale tasapinnale nõgusa kandi juures. Alustatakse nõrkade löökidega äärtele ja lõpetatakse tugevate löökidega toote suurima kaardumise keskkohale. Sellisel rihtimisel suureneb nõgusa osa kandi pikkus järk-järgult, mistõttu toode õgveneb vähehaaval.

Tooted kaarduvad sageli kahte viisi: tasapinna ja kitsa kandi järgi; rihtimist teostatakse sel juhul eraldi kahes järgus: esiteks rihitakse tasapinna ja alles siis kantide järgi.

Tooteid, mis on kaardunud karastamisel, peab õgvendama kuumas olekus. Seesugust toodet kuumutatakse uuesti kuni 700° ja õgvendatakse siis õgvenduspressil või plaadil vaskvasara abil. Pärast kuumalt õgvendamist karastatakse toode uuesti ja siis saadakse ta juba küllalt õigena. Üldiselt peab püüdma toodete karastamist teostada nii, et nad ei kaarduks ega nõuaks rihtimist pärast karastamist.

Toodete õgvendamisel ja rihtimisel tekib praak järgmistel juhtudel:

a) kui vasara pinniga tugevate löökide andmisel jäävad õgvendatava toote pinnale sügavad mõlgid;

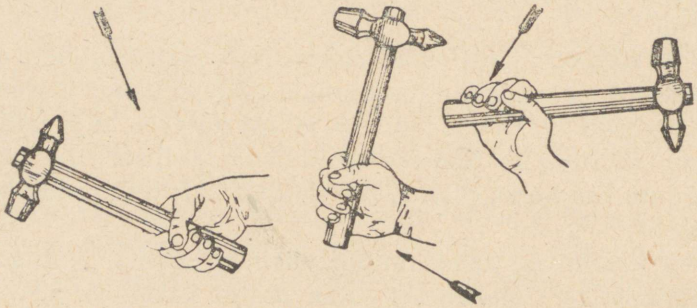
b) kui tugevate löökide andmine õhukeste karastatud toodete kumerale poolele põhjustab nende purunemist.

Praagi vältimiseks peab õgvendamist ja rihtimist teostama ülalloeteldud järjestuses, löökide tugevust aga kohastama toote kaardumise iseloomule.

§ 6. Metallide raiumine

Meisliga raiumine

Detailide nüüdisaegsete töötlemismeetodite juures osutub raiumine abi-töötlemisviisiks. Harilikult võetakse metalli paksemad kihid maha tööpinkidel, kuid siiski peab lukksepp mõnelgi töötlemisjuhul ja masinate kokkupanekul kasutama käsitsi raiumist meisli või ristmeisliga.



Joon. 29. Vasara haaramine.

Valatud ja sepistatud toortükkidel on tavaliselt krobeline välispind ja kõva kooruke.

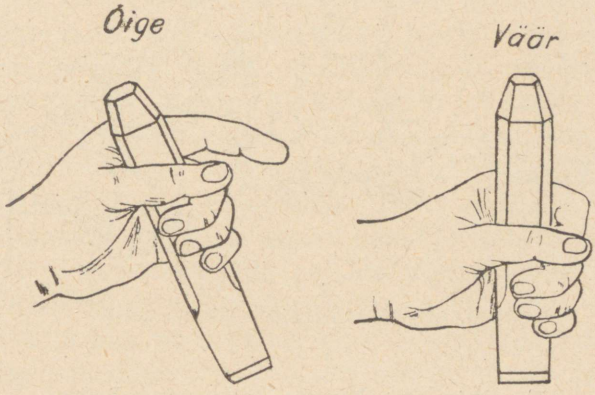
Raiumist kasutatakse sepistatud pindade esialgseks tasandamiseks, valanditelt kiskude ning kõva koorukese eemaldamiseks, kiilunuutide või õlisoonte väljaraiumiseks, samuti ka siis, kui on vaja eraldada tarviline osa metalli suurema metallitüki või -lehe küljest.

Raiumiseks kasutatakse meislit või ristmeislit, kusjuures nende peade pihta antakse lööke vasaraga.

Raiumistööd peab sooritama kiirelt ja kindlalt, vältides detailide rikkumist. Seepärast on vajalik küllaldasel määral harjutada raiumist, et välja kujundada parema käe õigeid liigutusi vasara käsitamisel, löökide tugevust, täpsust ja kiirust.

Raiumisel on väga tähtis osata tööriistu õieti käes hoida. Tööriistadeks on raiumisel vasar ja meisel.

Joonis 29 näitab vasaraga töötamist kõigis asendites (hoovõtmine, löök). Vasar haaratakse parema käega varre otsa ligidalt, ilma et teda peos tugevasti pigistataks. Väikese meisliga töötamisel kasutatakse kerget vasarat, ent normaalmõõtelise meisliga töötamisel kasutatakse 500—600 g raskust vasarat.



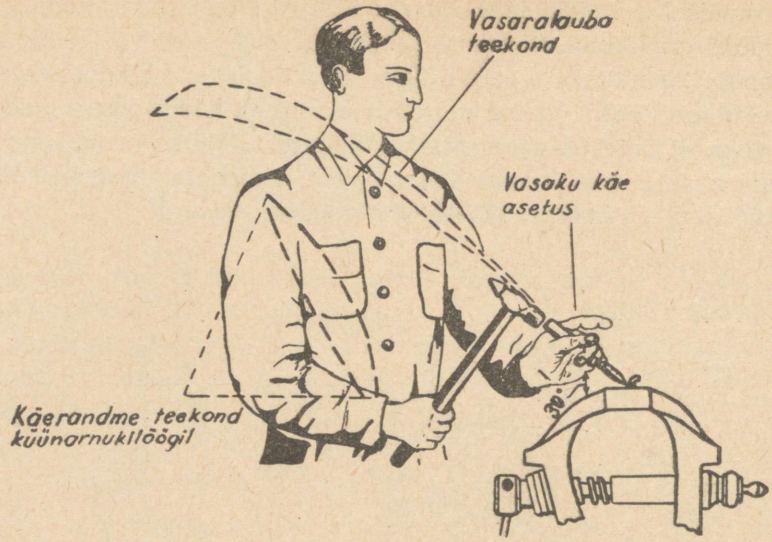
Joon. 30. Lukksepameisli haaramine.

Meisliga töötamine (joon. 30). Meisel haaratakse vasaku käega varre keskkohalt (meislipeale veidi lähemalt). Pole vaja meislit tugevasti peos suruda.

Töötaja kehahoiak

Töötaja kehahoiak on näidatud joonisel 31. Seistakse kindlalt, veidi harkisjalu (joon. 32). Vasak jalg asetatakse poole sammu võrra ette ja nurga alla, mille suurus on ligi 70° kruustangide pigistusjoone A—B suhtes. Parem jalg asetatakse paralleelselt kruustangide mokkade tasapinnaga; telje CD suund peab poolitama parema labajala. Parem jalg on peamiseks toeks töötaja kehale.

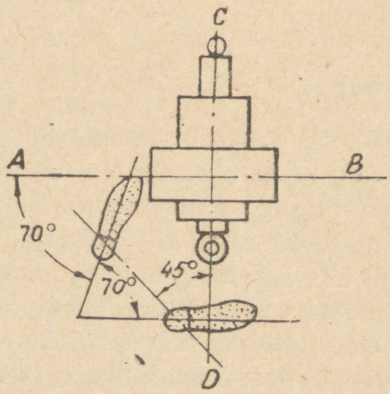
Õigel kehahoiakul peab töötaja rind asetuma umbes 45° nurga all kruustangide telje suhtes. Raiumisel hoitakse keha täiesti liikumatuna; liigutusi tehakse ainult kätega.



Joon. 31. Töötaja kehahoiak raiumisel.

Toodete kinnitamine kruustangidesse

Raiumisel peab toode olema kindlalt kinnitatud kruustangidesse, et ta ei saaks paigast nihkuda ka kõige tugevamate vasaralöökide tagajärjel meisli pihta.



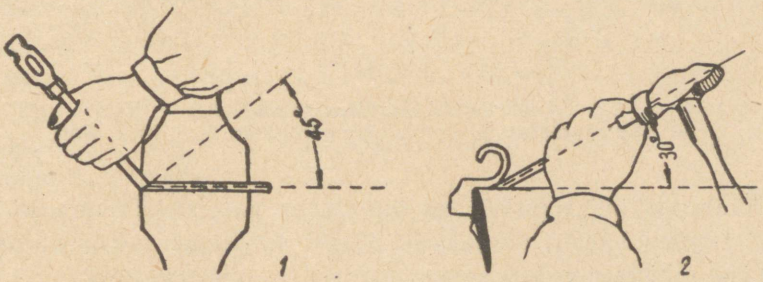
Joon. 32. Jalgade asend raiumisel.

Kinnipigistamisel peab toodet seadma selliselt, et märgitud raidejoon asetseks võimalikult lähemal kruustangide mokkade pinnale. Lühemate toodete kinnipigistamisel tuleb nende alla paigutada alustükid, et tooted raiumisel ei vajuks alla. Korras kruustangid kindlustavad toote kindla kinnipigistuse, ilma et oleks vaja jätkata kruustangide käepidet.

Toodete kinnitamisel ei tohi lüüa vasaraga kruustangide pigistuskruvi käepidemele.

Meisli asend

Töötamisel hoitakse meisel nii (joon. 33), et ta alumine teritustahk asetseks mahavõtmiseks märgitud joonel. Õige asendi puhul peab meisel olema 30° nurga all kruustangide mokkade pealmise pinna suhtes ja 45° nurga all kruustangide mokkade kokkupigistusjoone suhtes. Muuta meisli kaldenurka raiumisel ilma erilise vajaduseta pole lubatav, sest selle tagajärjel saadakse ebasile, laineline pind. Meisli liiga püstse asendi puhul ta lõikub metalli sisse rohkem kui vaja. Liiga kaldse asendi puhul ta hakkab vasaralöökide mõjul maha libisema. Meislile antakse püstne asend ainult raiumise algul. Iga löögi mõjul meisel nihkub mööda töötlemisjoont edasi ja iga 2—3 löögi järel on soovitav meislit veidi tagasi tõmmata. Niisuguse võtte puhul väsib vasak käsi vähem ja töö tuleb puhtam. Mahavõetava laastu sügavust reguleeritakse löögi jõuga.



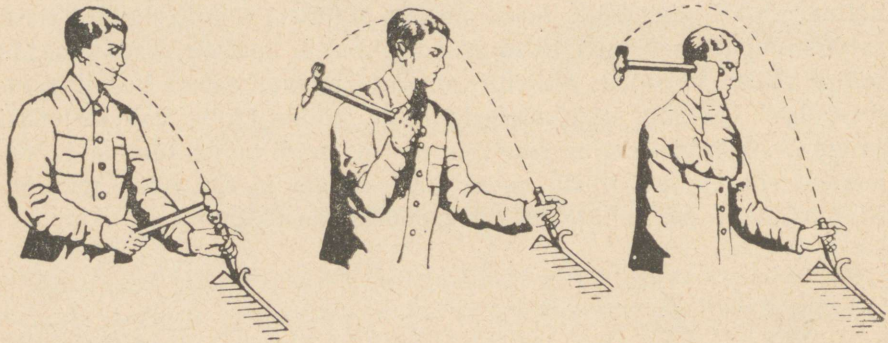
Joon. 33. Meisli õige asend kruustangidel raiumise puhul:
1 — meisli asend kruustangide telje suhtes (pealtvaade); 2 — meisli kallak kruustangide mokkade pealmise pinna suhtes.

Mitte toetuda meislile; seista kindlalt harkisjalu.

Meisliga raiumisel eristatakse lööke randmest, küünarnukist ja õlast (joon. 34). Randmelöögil on tegevuses ainult käelaba, kuna käsivars jääb liikumatuks. Käsivars on küünarnukist painutatud; ta ei tohi puutuda keha külge ja moodustab kruustangide mokkade pinnaga 90° nurga.

Sel kombel toimub randmelöök ainult käerandme jõuga ja vasara raskusega. Maharaiutava laastu paksus randmelöögil ei pea ületama 0,5—0,75 mm.

Kui on omandatud vilumust randmelöögi tehnikas, s. t. kui löök on rütmiline ja ühtlase tugevusega, võib üle minna löögile küünarnukist.



Joon. 34. Löögivõtted raiumisel:
1 — löök randmest; 2 — löök küünarnukist; 3 — löök õlast.

Küünarnukilöögi puhul on tegevuses parem käsivars küünarnukist saadik. Laastu võetakse 1,0—2,0 mm paksuselt, sest sellisel raiumisel meisel murdub harvemini ja tera püsib kauem terav, mistõttu töö edeneb jõudsamalt.

Kui löök küünarnukist on kätte õpitud, minnakse üle löögile õlast, kus on tegev terve käsi. Löögiks hoovõtt õlalöögil teostatakse nii, et käelaba tõstetakse vähemalt kõrva kõrguseni; töötaja keha seejuures ei tohi liikuda. Löögiks hoovõtt peab kogu töö kestel olema ühesugune; vasar ei tohi käes pöörelda. Laastu paksus õlast raiumise puhul on 1,5—2,5 mm.

Meisliga raiumisel peab tähelepanu pöörama löögiks hoovõtu tugevusele, vasara liikumise sujuvusele ja meisli õigele kallakule.

Malmi raiumisel on nõutav meislit hoidva vasaku käe eriline kindlus ja püsivus. Malm on kõva ja rabe metall, tema laast pole terviklik, vaid mureneb ja raskendab seega õigest raiumissuunast kinnipidamist.

Toote puhtalt raiumisel võetavą laastu paksus on 0,5—1,0 mm; meisel võetakse terav ja löögid peavad olema kerged.

Raiumise edu sõltub:

1) vasarat hoidva parema käe õigetest liigutustest;
2) liigutuste tempost;
3) meislile antavate vasaralöökide täpsusest;
4) löögi jõust;
5) meisli kallakust raiumisel.

Raiumise edukust hinnatakse ühes ajaühikus mahavõetud laastu hulga järgi. Seejuures töötajal ei pea ilmnema ülepingutust, kuna see tekitaks vajadust pikemate puhkuste järele. Hea töö saavutatakse õige kehahoiaku ja töötaja parema käe õigete liigutustega.

Parema käe ja vasara liikumine peab alati toimuma samas vertikaaltasapinnas, sest niisugusel juhul edeneb töö kõige hõlpsamini: käsi ei väsi ja vasaralöögid tulevad õiged ja tugevad.

Raiumisel võib anda 35—60 vasaralööki minutis, olenevalt töötaja füüsilisest jõust.

Vasara laup ja meisli pea tehakse väikese (1—2 mm) kumerusega, mis kindlustab nende õiget, tsentraalset kokkupuutumist.

Vasaralöögid võivad olla kahesugused: nähtavale märgile ja nähtamatule märgile.

Kõverdunud esemete õgvendamisel, neetimisel ja sepistamisel löögisihtpunkt on näha ja löögid juhitakse täpselt märki. Sellistel juhtudel löögitabavus omandatakse võrdlemisi täpselt ja ruttu. Seepärast tuleb alustada raiumise harjutamist niisugustest töödest, kus löögid antakse nähtava märgi pihta. Harjutuseks pigistatakse kruustangidesse tükk puitu, hiljem rauda ja antakse nende otstele vasaraga lööke.

Lukksepa raiumisel ja temmimisel pole löögi märk (s. t. meisli pea) nähtav, sest töötaja peab kogu aja jälgima meisli lõiketera õiget edasiliikumist toote pinnal. Sel kombel lukksepp peab andma

lööke nähtamatule märgile ning selleks peab ta omandama puhtmehaanilist (automaatset) tabavust. Seesugune tabavus areneb aeglaselt. Õppeaja algul, kui tabavus pole veel küllaldaselt välja kujunenud, lööb töötaja üsna sageli mööda ja tabab vasaraga oma vasakut kätt. Seepärast on vajalik tarvitusele võtta abinõusid vasaku käe kaitseks vigastuste vastu.

Algajale on kasulik raiuda esialgu kergete löökidega ja alles siis, kui tabavus on küllaldaselt arenenud üle minna jõuliste löökidega raiumisele.

Vasara normaalkaal raiumisel on järgmine:

õpilastele 13—15 a.	0,4 kg
õpilastele 16—17 a.	0,5 kg
täiskasvanud töötajaile	0,6 kg
tugevaile töötajaile	0,8 kg

Löögijõud sõltub ka vasara varre ja töötaja käe pikkusest: mida pikemad nad on, seda suurem on löögijõud. Löögi tugevdamiseks peab hoidma vasarat alati varre otsa lähedalt. Raiumise algul on löögijõud suurem kui raiumise lõpul.

Et löögitugevus oleks kogu raiumisaja kestel ühtlane, peab töö korrapäraselt vahelduma puhkusega.

Raiumisel suunatakse löögid kruustangide liikumatu moka sihis, millega saavutatakse detaili parem paigalpüsivus ja väiksem kruustangide riknemine.

Tavaliselt võetakse raiumisel maha väikese paksusega laastu (1—3 mm). Kui on vaja maha võtta paksemat laastu, tehakse seda mitme võttega, võttes järk-järgult maha mitu laastu. Kui kiht on pealegi veel lai, siis esiteks aetakse ristmeisliga nuudid ette ja siis raiutakse kiht meisliga ära.

Kogemused näitavad, et metallikihi ühe korraga 3 mm paksuselt lahtiraiumine võtab rohkem aega kui kahe kihi mahavõtmine 1,5 mm paksuselt. Terase raiumisel laastu paksus peab olema umbes 1,5—2 korda väiksem kui malmi puhul. Sageli juhtub, et rabeda metalli (näiteks malm, pronks) raiumisel metall mureneb pinna äärtelt: seepärast ei tohi kunagi minna raiumisega servani, vaid tuleb jääda 10—25 mm kaugusele servast; ülejäänud metallikiht raiutakse maha vastassuunas.

Sitkete metallide raiumisel, nagu pehme teras või vask, on kasulik määrida meisli tera rasvaga või masinaõliga, või niisutada aegajalt seebiveega: see kergendab raiumist ja pind tuleb siledam ning ühtlasem. Malmi raiumist teostatakse alati määrdeta.

Raiutavate tasapindade kontrollimine toimub harilike joonlaudade või nurgikute abil.

Peale tavalise käsitsi raiumise kasutatakse veel mehaanilisi meisleid, kus löögid antakse meisli pea pihta suruõhul töötava vasaraga. Mehaanilisi vasaraid tarvitatakse ka neetimistöödel, kus on vaja anda õige sagedaid ja jõulisi lööke.

Suurt tähtsust omavad raiumisel kasutatavate tööriistade — meisli ja ristmeisli — hea kvaliteet ja õiged mõõted.

Raiumine meisliga kruustangide tasemel. Lattmaterjali raiumist teostatakse kõige lihtsamalt kruustangide mokkade tasemel (joon. 33). Toode pigistatakse kindlalt kruustangidesse; toote ülemine kant peab olema paralleelne kruustangide mokkadega ja asetsema neist 2—3 mm kõrgemal. Raiumiseks võetakse 600—800 g raskune vasar ja 60° teritusnurgaga meisel. Meislit hoitakse nii, nagu on näidatud joon. 33. Laast raiutakse maha randme- või küünarnukilöögiga, rangelt jälgides, et meisli tera ei lõikuks kruustangide mokkadesse. Raiumine peab teostuma täiejõuliste löökidega õlast, meisli tera keskkohaga. Meisel hoitakse, nagu oli eespool öeldud, toote pikisuunale 45° nurga all ja kruustangide mokkadele 30° kallakuga. Peale iga vasaralöögi põrkab meisel tagasi; seda tagasipõrget tuleb kasutada meisli õige asendi taastamiseks. Raiumise kergendamiseks on soovitav meisli tera mineraalõliga määrida.

Sõltuvalt mahavõetava kihi paksusest teostatakse raiumist järkjärgult 2—3 ja isegi 4 laastu võtmisega.

Laiade tasapindade üleraiumine

Laiade tasapindade üleraiumist teostatakse algul ristmeisliga ja siis meisliga. Raiumine toimub üksikute kitsaste ribadena, sest sel kombel tasapinna üleraiumine toimub hõlpsamalt, kiiremalt ja täpsemalt.

Enne üleraiumise algust toode märgitakse.

Ristlõikes märgitud jooned näitavad maharaiutava kihi sügavust, töödeldava toote pinnale märgitud jooned näitavad aga ribade laiust ja suunda.

Pärast märkimist kinnitatakse toode kruustangidesse, kusjuures märkjooned peavad olema paralleelsed kruustangide mokkadega ja asuma neist 2—3 mm kõrgemal. Kõigepealt raiutakse meisliga toote esiküljele sisselõige ristmeisli hõlpsamaks kohaleseadmiseks. Kui raiutakse malmi, siis tehakse kaks sisselõiget: esimene ja tagumine. Viimane on selleks, et malm ei murduks äärelt ega rikuks toodet. Siis asutakse ristmeisliga kitsaste 5—8 mm laiuste soonte väljaraiumisele. Iga töökäiguga võetakse maha 0,5—1 mm paksune laast. Et ristmeisel raiuks hõlpsamini ja puhtamalt, määritakse tema tera õliga. Väljaraiutava soone seinad peavad olema õiged. Ristmeisli viimasel töökäigul peab märkjooneni jääma vahet 0,5—1 mm.

Kui kõik sooned on ristmeisliga välja raiutud, raiutakse maha meisliga kõik väljaulatuvad ribad. Seejuures võetakse meisli iga töökäiguga maha 1—2 mm paksune laast. Pärast kõikide väljaulatuvate kohtade jämedat maharaiumist toimub kogu töödeldava pinna puhtaksraiumine meisliga. Kuid märkjooneni jäetakse raiumata 0,25—0,5 mm: see kihi paksus jäetakse tasapinna edasiseks viiliga töötlemiseks.

Pärast lõplikku üleraiumist kontrollitakse pinda joonlauaga. Pilu joonlaua ja tasapinna nõgususte vahel peab olema võimalikult väiksem: mitte üle 0,5—1,0 mm.

Lehtmetalli raiumine

Lehtmetalli raiutakse enamasti raskel plaadil või alasil. Selleks otstarbeks võetakse 20—25 mm laiune meisel ja 500—600 g raskune vasar. Kõigepealt kantakse toortükile toote piirjooned, siis toimub raiumine märgitud jooni mööda, meislit vertikaalasendis hoides, kahe töövõttega: esiteks tehakse laia meisliga kerge sisselõige märgitud jooni pidi (neist 2—3 mm eemal), et oleks kergem seda mööda meislit edasi nihutada edasisel lõplikul raiumisel. Raiumist teostatakse kas mitme töökäiguga lehe ühelt poolt või siis mõlemalt poolt

$^3/_4$ lehepaksuse sügavuselt, mille järel leht murtakse katki plaadil või kruustangide vahel.

Hea töö puhul peavad märkjooned jääma terveks ja toortükk ise ei tohi olla kaardunud.

Raiumine märkjoonte järgi

Märkjoonte järgi raiumises vilumuse omandamiseks on soovitav toimida nii: võetakse plaat, mille ülemisel äärel mõõdetakse välja ja tõmmatakse mitu joont 5—6 mm laiuste vahedega. Siis kinnitatakse plaat kruustangidesse selliselt, et jooned oleksid paralleelsed mokkade pinnaga ja ulatuksid üle mokkade 2—3 mm võrra. Et raiumist oleks kergem teostada, lõigatakse toortüki serv längu maha märkjoonte sügavuselt. Asetanud meisli toortüki otsale, märgitakse silmaga laastu paksus märkjoone järgi, kallutatakse meisel 45° võrra toortüki otsa suhtes ja 30° võrra kruustangide mokkade pinna suhtes ning raiutakse õlalöögiga. Seejuures jälgitakse, et laastu paksus oleks ühesugune kogu plaadi pikkuses. Märkjoont ei raiuta ära, vaid hoidutakse sellest veidi eemale. Plaadi raiumine peab toimuma ühe võttega iga märkjoone kohta. Laast peab olema ühes tükkis. Nii toimitakse mitu korda, kuni on saavutatud kiire, puhas ja täpne töö märkjoone järgi.

Meisliga töötamisel tuleb kinni pidada järgmistest põhireeglitest:

1. Raiumisel jälgida meislitera suunda, aga mitte vaadata meisli pead.
2. Hoida meislit nii, et tera alumine (töötlus-eseme poolne) külgtahk moodustaks 5—8° nurga tasapinnaga, mida soovitakse saada pärast töötlemist.
3. Raiumisel tuleb seista kindlalt ja hoida keha sirge; vältida viltust asendit ja kõikumist.
4. Raiuma peab alati kruustangide liikumatu moka suunas.
5. Vasaraga peab lööma julgelt, ilma kergete ettevalmistuslöökideta. Löögid juhtida meisli telje suunas.
6. Sitkete metallide raiumisel (pehme teras, vask) on kasulik meislit aeg-ajalt masinaõliga määrida. Malmi tuleb raiuda määrimatult.

7. Puhtalt raiumiseks võetakse teravam meisel ja antakse nõrgemaid lööke.

8. Rabedaid tooteid (näiteks malmvalandeid) raiutakse äärelt keskkoha poole, vastasel korral võib toote äärest tükk välja murduda.

9. Sitkete metallide raiumisel peab püüdma saada pidevat, katkestamatut laastu. Lähenedes äärele jäetakse laast lõpuni võtmata ja raiutakse ta ära teiselt poolt vastu raiudes, et ei tekiks mõlki.

10. Vähendada löögijõudu enne laastu lõplikku eraldamist.

11. Õigel kehahoiakul ja rütmilisel raiumisel peab löökide arv minutis olema 35—60.

Kui ollakse hästi vilunud meisliga raiumisel, võib saavutada pinna töötlemistäpsust kuni 0,5—0,3 mm.

Ohutustehnilised nõuded metallide raiumisel

1. Raiumisel lendab toote küljest metallitükke, mis võivad vigastada lähedalseisvaid töölisi. Tööõnnetuste vältimiseks ja töötaja silmade kaitseks, peab raiumist teostama prillidega; kruustangide ette, mida kasutatakse metalli raiumiseks, peab üles seadma kaitsevõrk või kilp. Võrk või kilp püüavad metallitükid kinni ja kaitsevad ümberolijaid kildudega vigastamise eest (vt. joon. 1).

2. Et vältida meisli pea laiakstagumist, tuleb meisli valmistamisel karastada meisli pead õlis ja noolutada kuni 400—500°. Kui sellele vaatamata meisli pea muljub laiaks tööprotsessi kestel, tuleb kohe maha käiata tekkinud kisud.

3. Nüri meisliga raiumisel on lukksepp sunnitud andma väga tugevaid vasaralööke. Selle tagajärjel ta väsib kiirelt ja kaotab õige löögi, mistõttu vasaralöök tihtipeale satub käele. Õnnetusjuhtude vältimiseks peab kasutama eranditult teravaid meisleid.

4. On vajalik rangelt jälgida meisli tera õiget teritamist ja vaadata, et külgtahud oleksid ühelaiused ning täiesti sümmeetrilised meisli teljega. Vastasel korral nihkub meisel kõrvale, vasar libiseb meisli pealt ja löök satub käele.

5. Peab alati jälgima, et vasar seisaks kindlalt varre otsas ega omaks mingisuguseid defekte laubal.

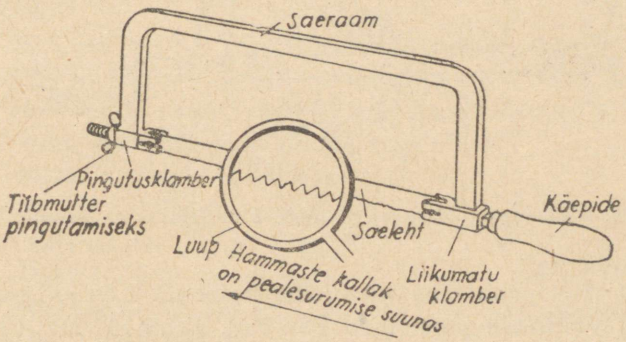
§ 7. Metallide lõikamine

Profiilmetalli lõikamist teostatakse käsisaega, õhukese lehtmaterjali lõikamist kääridega, torude lõikamist torulõikajaga ja traadi lõikamist lõiketangidega.

Käsisaega lõikamine

Metallide külmas olekus käsitsilõikamiseks kasutatakse käsisaagi.

Käsisaag (joon. 35) koosneb saelehest, mis on kinnitatud saeraami ja mida saab pingutada tiibmutri abil.



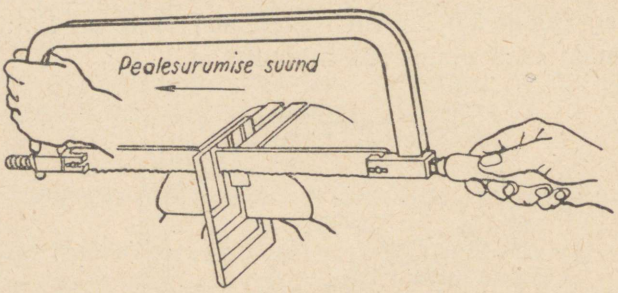
Joon. 35. Saelehe asend saeraamis.

Saelehe otstes on mulgud tema kinnitamiseks ja pingutamiseks saeraamis. Saeleht valmistatakse tööriistaterasest У10А; ta kujutab endast õhukest teraslehte, millel ühele poolele on lõigatud hambad. Joon. 35 näitab sae hambaid suurendatud kujul. Kinnijäämise vältimiseks on käsisaelehe hambad räsatud kahele poole, mille tagajärjel saetee laius tuleb 0,25—0,5 mm võrra suurem saelehe paksusest.

Saelehe raamid tehakse harilikult seatavad. See lubab muuta vastavalt saelehe pikkusele kaugust tihvtide vahel, millede ülesandeks on saelehe kinnihoidmine saeraamis. Et kinnitada saelehte raami külge, pistetakse tihvtid raamis ja saelehes leiduvaist mulkudest läbi. Saelehe pingutamist teostatakse tiibmutri abil.

Saelehti karastatakse selliselt, et hambad oleksid kõvad, ülemine aga, sae seljaks nimetatav osa, oleks pehme. Mõnikord valmistatakse saelehti terasest; sel juhul sae hambad tsementeeritakse ja karastatakse.

Hammaste esimesed, s. o. lõiketahud peavad olema teatud nurga all saelehe kandile, kuna sisselõike nurk on tavaliselt 60°. Saelehe hammaste suurus valitakse vastavalt toote suurusele ja kujule, samuti ka ta kõvadusele. Mida paksem on läbilõigatav toode, seda suuremad peavad olema saelehe hambad; vastupidi, mida õhem on



Joon. 36. Käsisaega töötamine ja toote kinnitamine kruustangidesse.

toode, seda väiksemad peavad olema hambad. Kõvade materjalide lõikamiseks valitakse peenemad hambad, pehmete materjalide lõikamiseks aga suuremad.

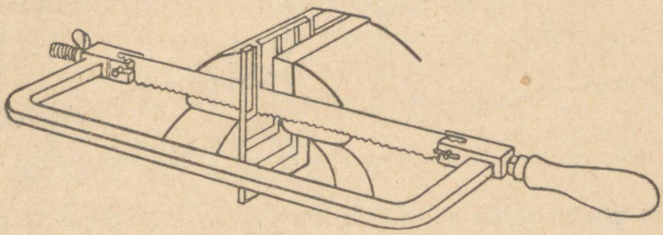
Saelehtede mõõted antakse mulkude vahekauguse järgi, millega saelehed kinnitatakse raami külge. Käsisaed tehakse harilikult pikkusega 150, 250, 300, 350 ja 400 mm. Saelehe laius on 10—25 mm, paksus 0,5—0,8 mm.

Saelehe iga 10 mm kohta tuleb 6—12 hammast.

Käsisaega töötamisel peab pöörama tähelepanu järgmisele asjaolule: kui metalli lõikamise algul saag libiseb, tehakse lõikekohta ettelõige kolmekandilise viili servaga; kui saagimise kestel saag põikab kõrvale, peab katkestama töö, pöörama detaili $^1/_4$ pöörde võrra oma telje ümber ja algama saagimist uuesti; vastasel korral võib saeleht murduda.

Käsisae õige asend ja eseme kruustangidesse kinnitamise viis saagimisel on näidatud joonisel 36.

Toodet peab kindlalt kinnitama kruustangidesse, et ta ei liiguks töötamise ajal. Vastasel korral saag lõikab viltu või sae hambad murduvad. Surve õige jaotus käsisae mõlemale otsale saavutatakse kõige paremini saelehe horisontaalse asendi puhul.



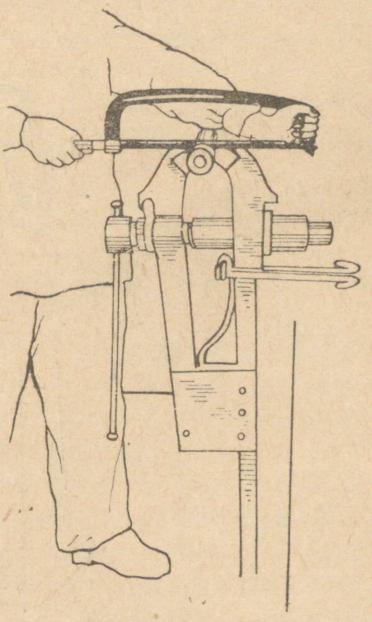
Joon. 37. Saelehe kinnitus sügavsaagimisel.

Jõu suurus, millega peab suruma käsisaele, oleneb peamiselt lõigatava metalli kõvadusest ja eseme mõõteist: mida pehmem on metall, seda nõrgem peab olema surve, ja vastupidi, mida kõvem on metall, seda tugevam peab olema surve.

Tuleb meeles pidada, et ebaõige surve käsisaele põhjustab sageli hammaste murdumist. Liiga tugev surve õhukeste toodete ja pehmete metallide käsisaega saagimisel põhjustab saelehe murdumist. Sama juhtub, kui survet ei vähendata läbisaagimise lõpul.

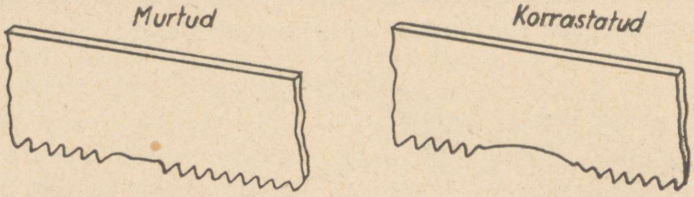
Pealesurumise jõudu tuleb vähendada ka pärast murdunud või kulunud saelehe asendamist uuega. Uus saeleht, olles eelmisest paksem, ei mahu nii kergesti saetee pilusse; tugeval pealesurumisel ja ettevaatamatul lõikamisel võivad sae hammad murduda.

Sitkete metallide (terase, vase, alumiiniumi jt.) käsitsisaagimisel peab tingimata määrima saelehte õliga.



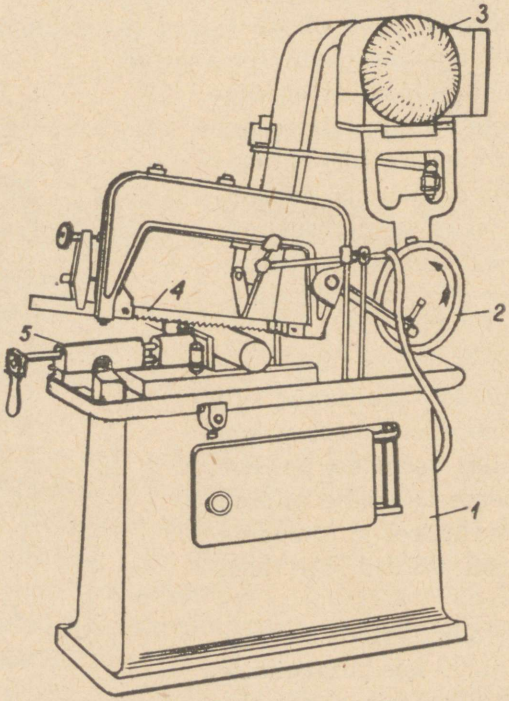
Joon. 38. Töötaja käte asend käsisaega töötamisel.

Sügavamate läbilõigete tegemisel seatakse saeleht risti, s. t. perpendikulaarselt saeraami tasapinnaga (joon. 37).



Joon. 39. Saelehe korrastamine mitme hamba murdumisel.

Saeleht peab olema sisse pandud nii, et lõikamine toimuks sae liikumisel töölisest ettepoole (vt. joon. 36). Saeleht peab olema vajalisel määral pingul: nõrgalt pingule tõmmatud saeleht paindub töötamisel ja võib murduda; liiga pingutatud saeleht võib katkeda.



Joon. 40. Mehaaniline saag:
1 — alus; 2 — vändaketas; 3 — elektrimootor; 4 — saeleht; 5 — kinnitusrakis.

Joonisel 38 on näidatud töölise õige kätehoiak käsisaega töötamisel. Kaugus töölise keha ja kruustangide vahel peab olema umbes 200 mm. Keha hoitakse sirgelt ja vabalt, toetudes seejuures vasakule jalale. Käsisae käepide on paremas käes, kuna vasak hoiab kinni raamist. Käsisaele tuleb suruda mõlema käega; seejuures vasaku käe surve peab olema tugevam. Sae edasi-tagasi nihutamine toimub aga peamiselt parema käe abil.

Et käsisae hammaste kallak on ühele poole, siis lõikavad nad ka ainult etteliikumisel; seepärast on vaja käsisaele peale suruda ainult töökäigul, s. t. etteliikumisel.

Ühe hamba murdumine põhjustab sageli ka naaberhammaste murdumist. Seepärast, et käsisaag töötaks rahuldavalt, tuleb sae korrastamisel maha käiata katkise hamba kõrvalt veel kaks-kolm hammast (joon. 39).

Peale käsisaagide on lukksepatöökodades laialt levinud mehaaniliste saagide (masinsaagide, joon. 40) kasutamine.

Mehaaniline saag on ehitusviisilt lihtne. Raami kinnitatud saeleht saab liikumise elektrimootorilt vänt-ajami kaudu. Mehaanilise sae lõikamiskiirus on 2—5 korda suurem kui käsisael. Mehaanilise sae töötamisel peab saelehte tingimata seebiveega jahutatama.

Töökäikude arv käsitsisaagimisel on 45—50 käiku minutis, masinsaagimisel aga, sõltuvalt jahutamisest, 60—120 käiku minutis.

Ex bibl. univ.

Praktilisi juhiseid käsisaega töötamiseks

1. Saelehe valikul peab alati arvestama tööd, mille jaoks teda tuleb tarvitada.

2. Torude lõikamiseks ja õhukese materjali saagimiseks ei või tarvitada suurte hammastega saelehti (6—7 hammast 1 sm peale). Kui pole käepärast head väikeste hammastega saelehte, siis on parem kasutada selleks vana, kulunud saelehte.

3. Vana saelehe murdumise puhul töö ajal peab meeles pidama, et vana saeleht on kestvast töötamisest muutunud õhemaks ja et seetõttu saetee on uuele saelehele liiga kitsas. Niisugusel juhul peab kas pöörama toodet ja algama lõikamist teisest kohast või ettevaatlikult laiendama vana saeteed uue saelehega ja alles siis hakata normaalselt edasi saagima.

4. Kui käsisaag jääb kinni käigu lõpul, siis on see tingitud sellest, et mõned hambad on valesti räsatud. Selle vea kõrvaldamiseks tuleb sae hambaid käial veidi maha käiata sealt kohast, kus saag jääb kinni.

5. Õhukese lehtmaterjali saagimisel toimitakse järgmiselt: saetav metallileht pigistatakse kahe puulaua vahele ja saetakse läbi need lauad ühes metallilehega. Seejuures lauad suunavad lõikamist ja hoiavad ära hammaste kinnijäämist.

6. Et lahti lõigata pikka, kuid kitsast metalliriba, tuleb saeleht asetada perpendikulaarselt saeraami tasapinnaga. Sel kombel võib lahti lõigata kui tahes pikka riba, kui ainult ta laius ei ole suurem saeraami kõrgusest.

7. Saagimise lõpul tuleb olla ettevaatlik ning peale suruda vaid kergelt, sest vastasel korral võib saeleht murduda.

8. Saelehe katkemisel või hammaste osalisel murdumisel jäävad killud sageli saetee sisse: seepärast enne töö alustamist uue saelehega peab saeteelt eemaldama murdunud saelehe tükid. Vastasel korral rikutakse uus saeleht kohe.

9. Kogemused on näidanud, et metallitükki on kergem läbi saagida tema kitsamalt küljelt, ja et mida pikem on sae töökäik, seda kiiremini lõigatakse materjal läbi.

10. Töötamisel ei tohi käsisaagi kõigutada kahele poole, sest see suurendab saetee pindala, millel saag liigub, ja pikendab saagimise kestvust.

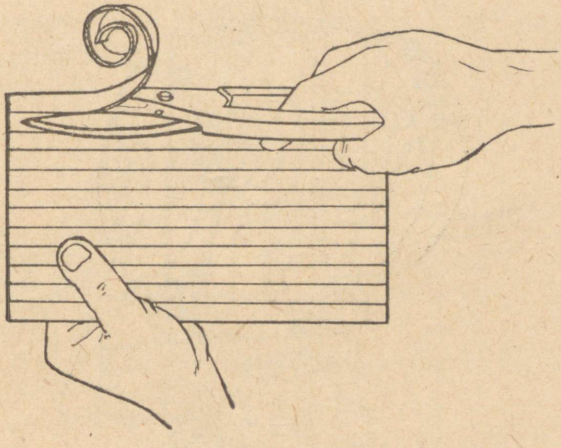
11. Sisselõigete tegemiseks kruvipeadesse tarvitatakse kas erilisi saelehti paksusega 1,5—3 mm või kinnitatakse saeraami sisse kõrvuti 2—3 normaalpaksusega saelehte.

12. Käsisaega lõikamisel pole vaja teha rohkem kui 50 töökäiku minutis, sest kogemused tõendavad, et suurema arvu käikude puhul töö edeneb halvemini.

Kääridega lõikamine

Õhukese lehtmaterjali lõikamiseks kasutatakse käsikääre. Käsikäärid valmistatakse tööriistaterasest У8А. Kääride lõikeservad karastatakse tugevalt ja teritatakse hästi teravaks.

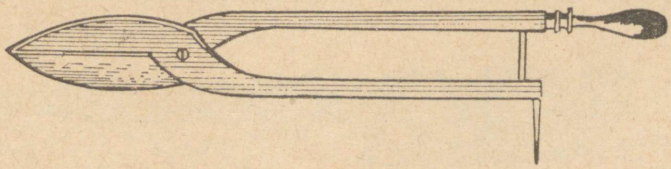
Uueltvalmistatud või remonditud kääride katsetamine seisneb 1 mm paksuse ja 500 mm pikkuse lehtrauatüki proovilõikamises. Lõikamine peab toimuma kogu tera pikkuses, ühe käega ja ilma erilise jõupingutuseta. Äralõigatud ribadel (joon. 41) peavad olema siledad servad.



Joon. 41. Käsikääridega lõikamine.

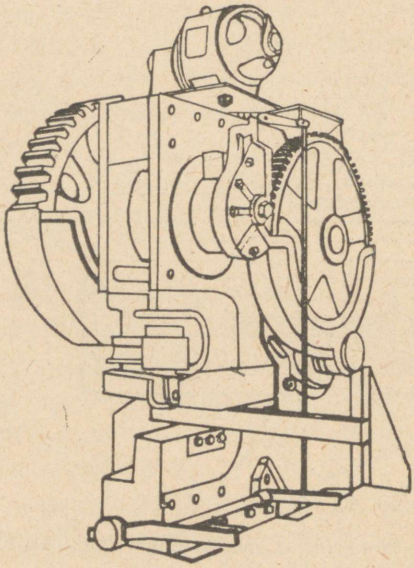
Pärast katsetamist ei tohi kääride lõikeservadel olla murenemise ega sissemuljumise jälgi. Lõikeservad ei tohi olla märgatavalt nürinenud, liigend peab olema korras ja käepidemed ei tohi olla paindunud.

2—3 mm paksuse lehtmaterjali käsitsilõikamisel kasutatakse sepakääre (joon. 42).



Joon. 42. Sepakäärid.

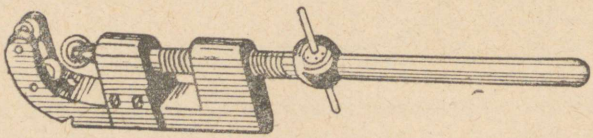
Peale käsitsilõikamise kasutatakse töökodades sageli mehaanilisel jõul töötavaid kääre (joon. 43), mis võivad, olenevalt nende võimsusest, lõigata mis tahes paksusega metalli.



Joon. 43. Mehaanilised käärid.

Torulõikajaga lõikamine

Torude läbilõikamiseks kasutatakse erilist tööriista, mida nimetatakse torulõikajaks (joon. 44). Torulõikaja kujutab endast klambrit, mis on varustatud kolme ümmarguse kettakujulise lõiketeraga; neist on üks seatav. Töötamisel asetatakse torulõikaja torule, seatav tera lükatakse vastu toru seina ja pööratakse tööriista ümber toru.

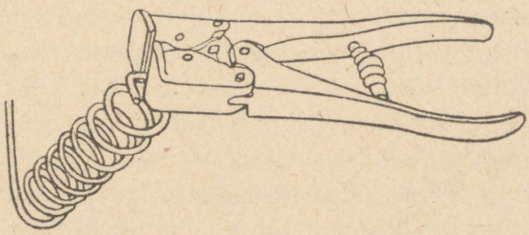


Joon. 44. Torulõikaja.

Torulõikajaga torude lõikamisel on rida paremusi võrreldes käsisae abil saagimisega. Puuduste hulka torulõikajaga lõikamisel kuulub kiskude tekkimine; pärast läbilõikamist peab need eemaldama viiliga või erilise süvispuuriga.

Lõiketangidega lõikamine

Traadi lõikamiseks kasutatakse lõiketange. Joon. 45 on näidatud üks lõiketangide tüüpe.



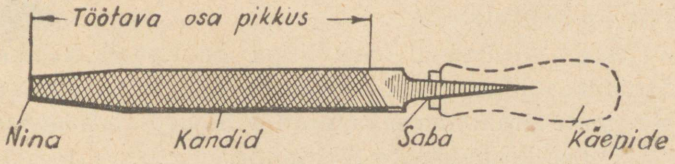
Joon. 45. Traadi lõikamine lõiketangidega.

III peatükk

VIILIMINE

Metallide viilimine kujutab endast lukksepaoperatsiooni, mille juures detaililt — temale õige geomeetrilise kuju või vajaliku profiili andmiseks — võetakse maha väheldane metallikiht lõikeriista — viili abil (joon. 46).

Igal viilil on töötavosa, nina, kandid ja saba. Viilisaba otsa pannakse käepide.



Joon. 46. Viili üldvaade.

Viilimisoperatsioon osutub paljudel juhtudel lõplikuks töötlemisviisiks, millega detailile antakse vajalik kuju ja mõõted. Mõningaile täpsustoodetele on viilimine vaid eeltöötlemiseks, kuna lõplikud täpsed mõõted saavutatakse kaabitsemise, sobitamise või lihvimise teel.

Viilimisega töödeldud detailipindade täpsus oleneb kasutatavaist viilidest ja moodustab 0,25—0,05 mm.

Pärast viilimist on mõnikord vajalik anda pinnale ühetasane, sile välimus ja kaotada viilimisest jäänud viirgude võrk. Seda operatsiooni teostatakse peenviiliga, mis asetatakse tootele risti. Surudes viilile ühtlaselt mõlema käega, liigutatakse viili edasi-tagasi, paralleelselt toote külgedele.

Malm on töödeldav peenviiliga paremini kui teised metallid.

Tehakse vahet kõvade ja pehmete metallide viilimise vahel. Kõvade metallide viilimisel kasutatakse kahekordse raidega viili, sest sellise viiliga on kergem töötada ja pind tuleb puhtam. Esimene viiliraie ristub teise raidega 70—80° nurga all. Selle tagajärjel tekivad viilipinnale üksikud teravad hambad, mis murendavad mahavõetava laastu peeneks puruks — viilmeteks.

Pehmete metallide (alumiiniumi, babiidi, vase, messingi, pronksi jne.) viilimisel ei saa kasutada kahekordse raidega viili, sest väikesed vahed hammaste vahel ummistuvad väga ruttu sitkete viilmetega, mida on raske kõrvaldada. Pehmete metallide töötlemisel kasutatakse erilisi viile ühekordse raidega, mis on palju sügavam kui harilikel viilidel, ja palju laiemate raidevahedega. Seetõttu nad ei ummistu nii ruttu.

Enne vasktoodete ja vasesulamite viilimise alustamist on soovitav niisutada viili kange soodalahusega, mis kaitseb viiliraiet vasega ummistamise eest ja hõlbustab tööd. Samaks otstarbeks tarvitatakse pehmete metallide viilimisel kriiti ja stearriini, millega viilihambad üle hõõrutakse.

Pehme terase viilimisel peenviiliga hakkavad viilihammaste vahele sattunud viilmed mõnikord kriimustama töödeldava toote pinda. Selle pahe ärahoidmiseks peab viili aeg-ajalt puhastatama, millega vältitakse kriimustuste tekkimine.

Enne malmtoodete viilimist peab neilt meisli abil eemaldama

väline koorik. Väline koorik viilitavail esemeil põhjustab viili kiiret kulumist.

Ettevalmistatud toote viilimist tuleb teostada viili liikumissuuna sagedase muutmisega.

Metalli viilimise oskus nõuab suurt vilumust ja kauaaegset praktikat, arvestades viilimistööde suurt mitmekesisust tehasetingimustes.

§ 8. Viili valik

Viili edasiliikumisel tungivad kõik raidehambad töödeldava materjali sisse ja võtavad temalt maha üleliigse kihi peene viilipuru näol. Viilile pealesurumise jõust oleneb mahavõetava metallikihi paksus.

Vastavalt kihi paksusele, mida kavatsetakse maha võtta, valitakse kas jämeda või peene raidega viil. Raide järgi jaotatakse viilid järgmistesse liikidesse:

1) kõige jämedama raidega viilid — *rasplid* —, mida kasutatakse jämedaks koorimiseks; need viilid on harilikult neljakandilise ristlõikega;

2) jämeda raidega viilid (hammaste vahe 1,2—1 mm), mida nimetatakse *jämeviilideks*; neid kasutatakse, kui töödeldavalt tootelt on vaja maha võtta vähemalt 0,5—1 mm paksune kiht; jämeviilidega töötlemise täpsus ei ületa 0,1—0,3 mm;

3) peene raidega viilid ehk nõndanimetatud *peen-* ja *sametviilid*, mida kasutatakse töödeldavalt tootelt mitte üle 0,3 mm paksuse kihi mahavõtmiseks. Nad annavad töötlemistäpsuse 0,02—0,03 mm.

Üleliidulise standardiga on kindlaks määratud kuus viiliraide klassi: 1. klass — jämeviilid; 2. klass — peenviilid; 3., 4., 5. ja 6. klass — sametviilid. Mida kõrgem on klass, seda suurem raiete arv tuleb viili pikkuse 1 sm peale ja seda väiksemad on üksikute hammaste mõõted.

Peale eristamist raiete järgi eristatakse viile veel ristlõikepinna kuju, kantide ja viilinina kuju ning geomeetriliste mõõdete järgi. Praegusel ajal on kindlaks määratud järgmine viilide klassifikatsioon vastavalt ristlõikepinna kujule.

1. Lamedad { tömbininalised, teravaninalised, ovaalsete kantidega
2. Neljakandilised
3. Kolmekandilised
4. Noakujulised
5. Rombikujulised
6. Poolümmargused
7. Ovaalsed
8. Ümmargused

Kõige enam kasutatavad viilid on kujutatud joonisel 47, kus on näidatud viilide väline kuju ja toodete näidiskontuurid, millede töötlemiseks neid kasutatakse.

Viilide valmistamiseks tarvitatakse süsinik- ja kroomterast. Süsinikteras sisaldab vähemalt 0,8% süsinikku. Kroomterases on vähemalt 0,9% süsinikku ja mitte üle 0,7% kroomi. On lubatav ka süsinikuvaestest terasesortidest viilide valmistamine, ühes sellele järgneva viilide tsementeerimisega.

Mõõdete järgi võivad viilid palju erineda üksteisest, alates kõige pisemaist, pikkusega 50 mm, ja lõpetades suurtega, pikkusega 450 mm. Viili pikkuse mõõtmisel mõõdetakse ainult tema raideosa.

Viiliraie võib olla ühekordne ehk lihtraie ja kahekordne ehk ristraie (joon. 48).

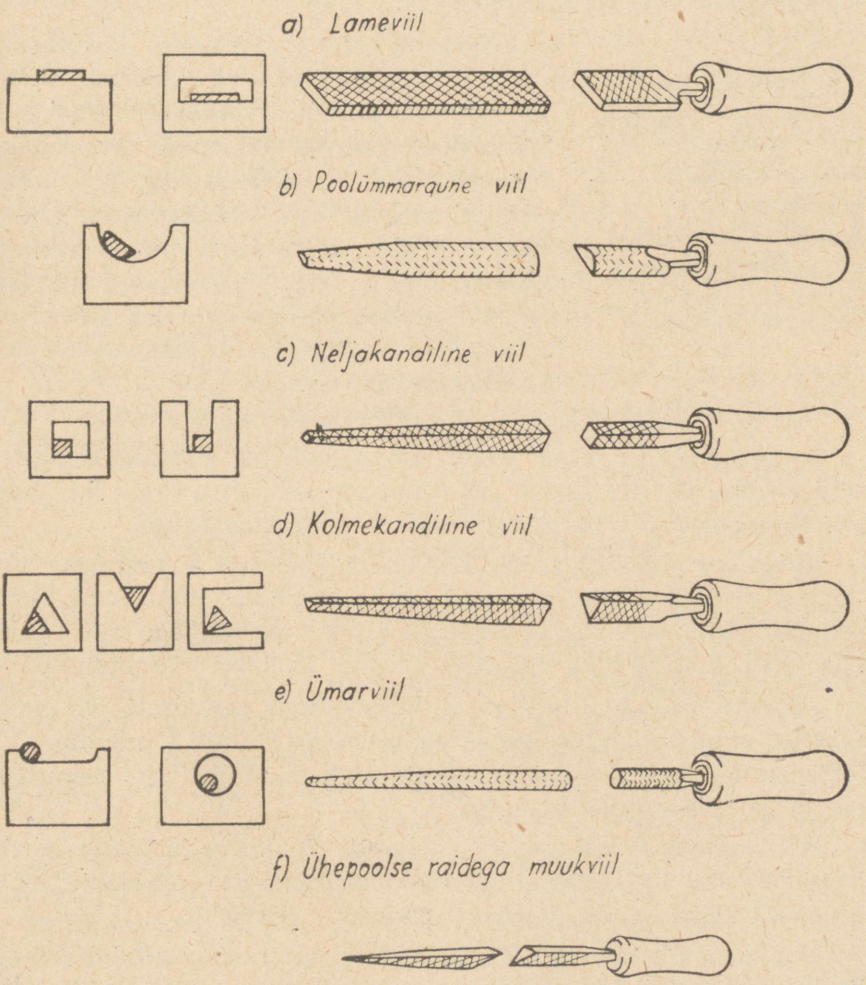
Rist- ehk kahekordse raidega viili pinnal on kaks rida paralleelsoonekesi. Mõlemad read lõikuvad vastastikku ning moodustavad viili telgjoonega järgmisi nurki: alumine raie 55° ja ülemine raie 70°.

Tehaste poolt väljalastavate viilide mõõted ja raidevormid on standarditud.

Pikad viilid omavad palju jämedamat raiet kui lühikesed. Kõigil juhtudel, kus peab maha võtma paksu materjalikihti, kasutatakse jämeda raidega viile. Sealjuures tuleb pind kare, kriimustustega kaetud ja ebatäpne. Kui on vajalik saada siledat ja täpsemat pinda, kasutatakse peenema raidega viile. Seepärast, kui on tarvis maha võtta paksu metallikihti ning saada siledat pinda, viilitakse toodet enne jämedaraidelise viiliga ja alles siis viimistellakse peeneraidelisega.

On olemas veel pisiviilid, milledel on samad profiilid, kui harilikkudelgi viilidel ja mida kasutatakse fasongmulkude viilimiseks. Niisuguseid viile nimetatakse muukviilideks.

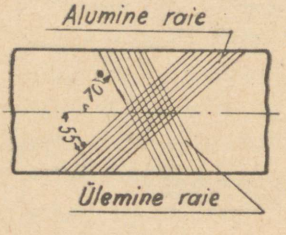
Viil peab omama õiget kuju ja head raiet, ta peab olema hästi karastatud ja temas ei tohi olla pragusid. Seepärast kontrollitakse



Joon. 47. Enam levinud viilid ja nende kasutamine.

viile välimuse ja heli järgi. Alasi või mõne muu metallasja vastu lüües peab hea viil andma puhta heli. Tärisev heli tõendab pragude olemasolu.

Viil ei tohi olla kõveraks paindunud, mis võib juhtuda karastamisel. Viili hambad peavad olema teravad, kallakuga viilinina suunas. Raie peab olema ühetasane, ilma lünkadeta. Viili pind peab olema puhas, ilma roosteplekkideta.



Joon. 48. Viiliraided.

Sõltuvalt toote materjalist kasutatakse ühe või teise raidega viili. Pehmete metallide töötlemisel, mis avaldavad lõikamisele võrdlemisi väikest takistust, kasutatakse jämeda, ühereal ise raidega viile. Nii näiteks alumiiniumi või vase töötlemiseks kasutatakse eriti jämeda raidega viili, mida nimetatakse raspliks. Kõvemate metallide (terase, malmi) töötlemisel, mis avaldavad lõikamisele suuremat takistust, kasutatakse kahekordse ristraidega viile.

Vastavalt ristlõikele eristatakse järgmisi viilide profiile:

Lameviil (joon. 47 a) on kõige rohkem kasutatav. Lameviili pikkus võrdub 25—45 sm. Tema servad võivad olla kas õiged või ümardatud või üks äär on õige ja teine ümardatud.

Kõige levinumaiks raideliikideks on jämeraie ja peenraie. Ühekordse raidega viilid annavad palju siledama pinna kui samasugused viilid kahekordse raidega. Ühekordse raidega viili kasutamisel ei pea mitte liiga tugevasti suruma töödeldavale pinnale.

Toodete treipingil viilimisel kasutatakse peamiselt ühekordse raidega viile. Lameviile kasutatakse ühetasaste või kumerate, töötlemiseks hõlpsalt juurdepääsetavate pindade viilimiseks, samuti ka sisselõikesoonte üleviilimiseks.

Poolümmargune viil (joon. 47 b). Poolümmarguse viili lamedat poolt kasutatakse samaks otstarbeks kui lameviili. Kumerat poolt kasutatakse nõgusate pindade viilimiseks.

Neljakandiline viil (joon. 47 c). Seda kasutatakse tavaliselt väheldaste neljakandiliste ja täisnurksete mulkude viilimiseks. Ta sobib ka kitsaste lamedate pindade viilimiseks, s. t. neis kohta-

des, kus laia lameviiliga pole võimalik töötada, — soonte, sisselõigete, pesade jms. lõplikuks väljaviilimiseks.

K o l m e k a n d i l i n e v i i l (joon. 47 d). Seda kasutatakse samuti kui neljakandilistki raskelt juurdepääsetavais kohtades, eriti just kolmekandilistes sisselõigetes, samuti ka omavahel nurga all ristuvate pindade lõplikul viimistlemisel. Raie on harilikult kahekordne kõigil kolmel tahul.

Ü m a r v i i l (joon. 47 e). Ümarviili kasutatakse ümmarguste ja ovaalsete mulkude viilimiseks, samuti ka nõgusate pindade jaoks, mida pole võimalik töödelda poolümmarguste viilidega.

M u u k v i i l i d. Selle nimetuse all (joon. 47 f) tuntakse pikkuse ja ristlõike poolest kõige väiksemaid viile. Neid kasutatakse eriti peentööde jaoks, nagu näiteks peentoodete viilimisel, milliste sobitamine nõuab erilist täpsust. Muukviili harilik pikkus on 10—15 sm; raidega on kaetud vaid üks osa või pool kogu muukviili pikkusest. Ülejäänud osa on sile. Muukviile valmistatakse sama kuju ja ristlõikega kui harilikkegi viile.

Ülalpool loeteldud viilid on vaid põhitüüpideks. Tehased valmistavad ka mitmesuguseid eriviile igas profiilis, mõõtes ja raides, vastavalt viili ülesandele.

§ 9. Viili käepideme otsapanek

Uued viilid tuuakse töökotta ilma käepidemeta. Viiliga edukaks töötamiseks on vajalik omada kohast käepidet. Käepide valitakse vastavalt viili mõõtele. Viilide käepidemed valmistatakse puidust. Kõige enam levinud käepidemed on kõvast poleeritud puidust ja metallvõruga kaela ümber. Viili puitkäepideme pikkus on harilikult 1½ korda suurem viili saba pikkusest.

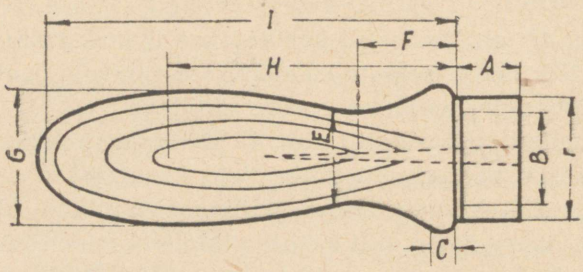
Müügil on standardmõõdetega (tab. 7) käepidemeid (joon. 49).

Käepideme otsapanek viilile peab toimuma ettevaatlikult, et käepidet mitte lõhestada.

Tehasepraktikas toimub viili käepideme otsapanek harilikult järgmiselt: viil võetakse vasakusse kätte, käepide aga paremasse ja aegapidi surutakse viilisaba pöörleva liigutusega käepideme kaela puuritud väikese mulgu sisse. Viilisaba teravad kandid puurivad sel

kombel käepideme sisse vajaliku augu. Üheaegselt pööramisega koputatakse käepideme peaga kergelt vastu töölauda (joon. 50).

Kui viilisaba on tunginud käepidemesse $^2/_3$ võrra oma pikkusest, tuleb käepide ära võtta ja kõrvaldada temast puupuru. Siis tuleb jätkata käepideme otsapanekut ülalkirjeldatud kombel, kuni käepide istub kindlalt ja ulatub viili alumiste äärteni.



Joon. 49. Viili käepide (mõõted tabeli 7 juurde).



Joon. 50. Käepideme otsapanek.

Tabel 7

Puidust käepidemed viilidele

Viili pikkus mm	Käepideme nr.	Käepidemete mõõted millimeetrites								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
100	1	20	25	5	25	22	19	33	67	96
150—200	2	20	25	5	35	25	21	37	73	105
250—300	3	20	25	5	40	25	22	40	79	113
300—400	4	20	30	7	40	27	25	43	81	124
400—450	5	27	30	7	40	29	27	46	84	135
500	6	25	35	9	45	33	29	50	89	150

Kui on karta, et käepide võib otsapanekul lõheneda, siis puurimise asemel põletatakse temasse mulk hõõguvpunase raudvarda või kuumutatud vana viilisaba abil.

§ 10. Viili headuse määramine

Viili headuse määramisel on vaja tähelepanu pöörata tema kujule ja raidenurgale.

Viili karastuse kõvadus tehakse kindlaks järgmisel kombel. Hästi karastatud ja juba töös proovitud teise viili otsaga viilitakse katsetatava viili raiet mööda. Kui katsetatava viili raie peab hästi vastu või mureneb vaid vähe, loetakse karastamine rahuldavaks. Kui raie nürineb (läigib), näitab see nõrka karastust ja seesugune viil kulub töötamisel ruttu.

Hea viili värvus peab olema helehall. Tume värvus näitab pinna oksüdeerumist või nõrka karastust.

Viili raie peab olema ühetasane, hammaste tipud peavad olema ühekõrgused, raidesügavus peab olema täiesti ühtlane.

Uue viili hammastel on küljes kisud, mis teevad hambad väga teravaks. Kui hakata uue viiliga kohe töötlema kõvu metalle (terast, malmi), siis kisud murduvad kohe lahti ja viil kulub ruttu ära. Seepärast on soovitav kasutada uusi viile esiteks pehmete metallide (pronksi, vase, messingi) viilimisel: kisud kuluvad siis aegamööda ega esine viili kiiret nürinemist ja hammaste murenemist.

Alles pärast mõneaegset viiliga pehmete metallide töötlemist minnakse üle kõvade metallide töötlemisele.

§ 11. Viili hooldamine ja alalhoidmine

Viili pikk iga pole sõltuv ainult tema headusest, vaid ka tema ratsionaalsest kasutamisest ja heast hooldamisest.

Viili peab hoidma korralikult: teda ei tohi visata korratult teiste tööriistade hulka. Viilid paigutatakse tööriistade kasti ühelt realt, aga mitte üksteise peale, ja hoitakse neid mustuse, õli, vee ja eriti just smirgeltolmu eest, mis viilimisel sööbib tootesse ja nüritab viili raiet.

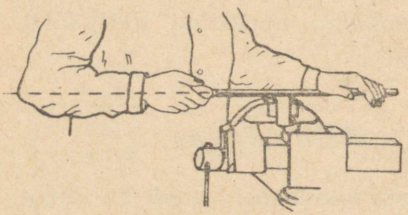
Viili puhastamist mustusest ja metalli osakestest teostatakse terasharjade abil. Viile ei tohi puhastada vasktraadi kimbukesega, sest seejuures viili hammastik ummistub vasega ja nürineb. Puidu-, kautšuki- ja fiibripuruga ummistunud viilid kastetakse kõigepealt 10—20 minutiks tulisesse vette ja puhastatakse siis terasharjaga.

Viili töötamis-eale mõjub viilitava toote kõvadus. Kõvad tooted, eriti kõva koorikuga, nüritavad ruttu viili ja muudavad ta kõlbmatuks, kui hea kvaliteet temal ka oleks. Seepärast tuleb malmvalanditelt ja sepistelt enne koorik meisliga maha raiuda ja siis alles asuda viilimisele.

Harilik jäme lameviil kulub malmi, pronksi ja peentoodeteks tarvitatava pehme terase katkestamatul töötlemisel umbes 8—10 päevaga, kõva (tööriista-) terase viilimisel 4—5 päevaga, vase ja alumiiniumi viilimisel aga 12—15 päevaga. Peenviil peab vastu tavaliselt kaks korda kauemini kui jämeviil. Kui viil on nürinenud, antakse ta ümberraiumisele (taastamisele). Seda võib teha üks või kaks korda, sõltuvalt viili paksusest.

§ 12. Töötaja keha hoiak ja käte asend viilimisel

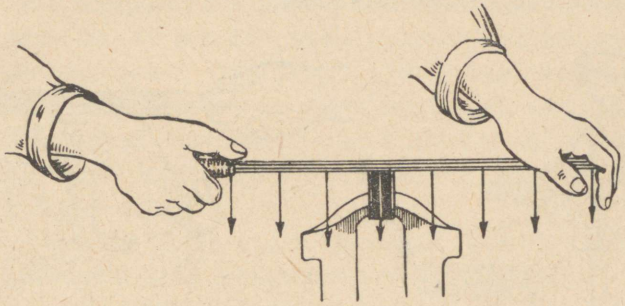
Nagu nähtub jooniselt 51, hoitakse töötamisel viili kahe käega. Parema käega võetakse viili käepidemest kinni selliselt, et pöial oleks välja sirutatud pealtpoolt piki viilitelge, kõik teised sõrmed aga haaraksid käepidet altpoolt. Käepideme ots peab toetuma peopesa vastu. Seesugune haare võimaldab surumist mõlemas viilimisel vajalikus suunas. Vertikaalsurvet viilile teostatakse pöidlaga ja reguleeritakse nelja ülejäänud sõrmega. Horisontaalsurvet, mille abil viili edasi lükatakse, teostatakse peamiselt peopesaga, mis toetub käepideme otsale. Vasak käsi asetatakse peopesaga viilile risti, kusjuures sõrmed võtavad poolkõverdunud asendi. Iga töökäik viilimisel koosneb kahest osast: 1) etteliikumine (töölisest ettepoole) ja 2) tagasiliikumine.



Joon. 51. Käte ja viili asend viilimisel.

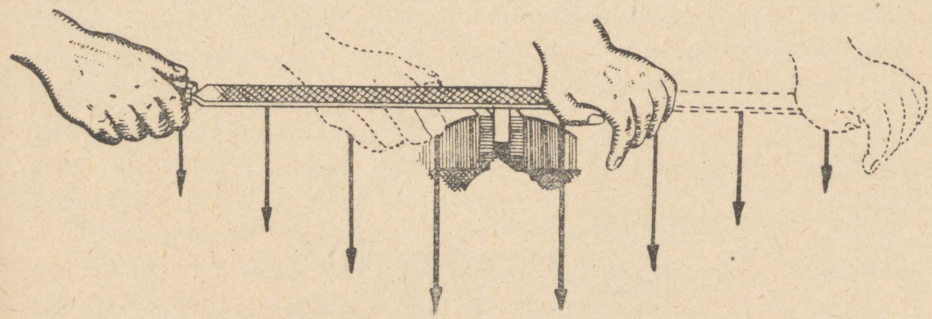
Viilimisel lükatakse viili edasi-tagasi töödeldavat pinda mööda, surudes viilile etteliikumisel suurema või väiksema jõuga. Tagasikäigu ajal ei suruta viilile, sest tema hambad, nagu rauasaelgi, on raiutud ainult ühes suunas ja viilimine toimub ainult etteliikumisel.

Samuti pole tarvis tagasikäigul viili tootelt üles tõsta, vaid tagasi tõmmata tuleb täiesti vabalt. Seejuures libiseb viil kergelt mööda toote pinda, ilma temalt metalli maha võtmata.



Joon. 52. Ühtlane surve viilile viilimisel.

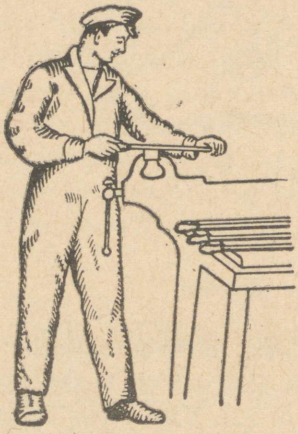
Viiliga töötamisel peavad liigutused olema horisontaalsed. Seejuures peab suruma viili mõlemale otsale. Kui viil on keskel, peab mõlema käe surve olema ühesugune (joon. 52). Viili edasilükkamisel peab parema käe surve järk-järgult suurenema, vasaku käe oma aga vähenema ja vastupidi (joon. 53). Kui surve jääb kogu aeg muutmatuks, hakkab viil kalduma ühe või teise otsaga allapoole ja töödeldava toote pind tuleb äärtelt madalam.

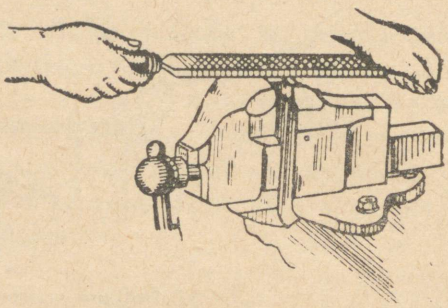


Joon. 53. Survetungide skeem viili ettepoole liikumisel: parema käe surve suureneb, vasaku käe surve väheneb.

Töötaja keha peab olema sirge ja moodustama töölaua servaga 45° nurga (joon. 54). Seesugune kehahoiak on kõige parem, sest seejuures võivad tegutseda nii parem kui ka vasak käsi ilma keha puudutamata. Jalad peavad olema labajala laiuselt harkis, kusjuures

põlvest kergelt kõverdunud vasak jalg asetatakse ettepoole. Töötamisel peab vasak jalg kergelt nõtkuma, kuna parem jalg peab olema põlvest sirge. Kogu keha on veidi ettepoole kallutatud, kuna vasaku jala kinganina suunatakse töölauale.

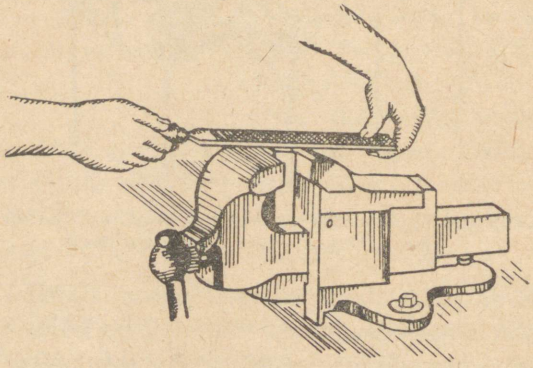




Joon. 55. Töötaja käte asend jämeviilimisel.

Joon. 54. Õige kehahoiak ja jalgade asend viilimisel.

Parem jalg viiakse vasakust 200—300 mm tahapoole, pöörates teda nii, et ta labajala keskkoht oleks umbes vasaku jala kanna vastas. Viili käepide hoitakse kõvasti kinnipigistatult paremas käes, asetades seejuures pöial käepideme peale viili telje suunas. Jämeviilimisel haaratakse vasaku käega kindlalt viili otsast kinni (joon. 55). Peenviilimisel (lõplikul viimistlemisel peen- või sametviiliga)



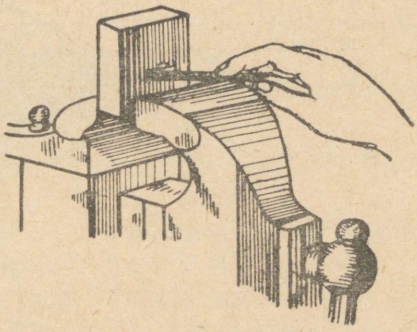
Joon. 56. Töötaja käte asend peenviilimisel.

jääb parema käe asend endiseks, vasaku käe asend aga muutub (joon. 56).

Töötamisel surutakse viilile mõlema käega mõõdukalt ja sujuvalt ainult viili ettepoole liikumisel, kuni viiliraide tagumine äär on jõudnud umbes 30—40 mm kaugusele töödeldavast esemest. Siis toimub surveta tagasikäik (tühikäik). Viili edasiliikumisel ei tohi lubada lööke viili käepidemega vastu toodet või vastu kruustange, sest viil võib kergesti käepideme otsast ära karata ja töölist vigastada. Viilimist peab teostama selliselt, et viil liiguks täiesti ühtlaselt, ilma kõikumisteta.

Kogu keharaskus lasub viilimisprotsessi kestel ainult vasakul jalal; see hõlbustab keha kõigutamist töötamise ajal.

Viili hoitakse paremas käes, mis on küünarnukist painutatud 90° nurga all. Vasak käsi peab olema välja sirutatud; ta hoitakse võimalikult sirge. Ettepoole suunatud töökäigu ajal peab säilitama ühte ja sedasama käteasendit; tagasiliikumisel paindub keha tahapoole ja käed ühes viiliga tulevad lähteasendisse tagasi. Tagasiliikumisel vähendatakse survet viilile, mis võimaldab pingutatud käelihastele teatavat puhkust. Väikeste viilidega töötamisel võib neid hoida kas kahe või ühe käega (joon. 57).



Joon. 57. Väikese viiliga ühe käega töötamine.

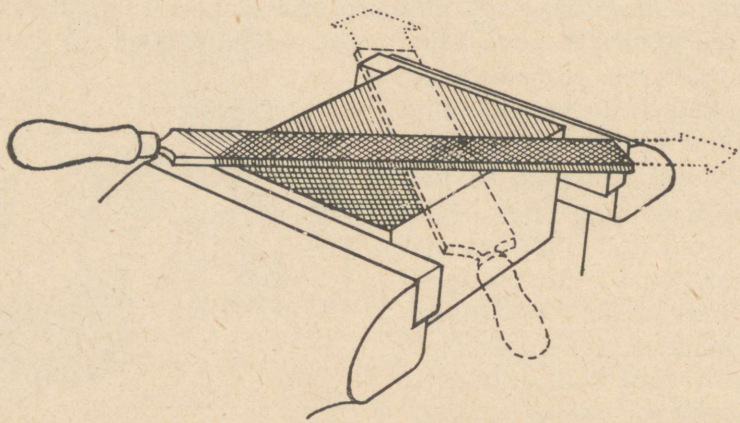
Töökogemuste ja õigete töövõtete omandamine viilimisel on vajalik selleks, et tarvilikud tööliigutused ei valmistaks lukksepale edaspidi mingit raskust ja teostuks automaatselt.

§ 13. Viiliga töötamine

Viilimisel pigistatakse toode kindlalt kruustangidesse. Seejuures töödeldav pind peab asetsema horisontaalselt; tema kõrgus kruustangide mokkadest peab olema seesugune, et toode ei painduks.

Viilimise edu ja täpsus on sõltuvad mõlema käe liigutuste õigest ühtlustamisest, õigest survest viilile ning viili hoidmisest rangelt horisontaalses asendis.

Vilumuse saavutamiseks viiliga töötamisel peab palju harjutama. Neid harjutusi sooritatakse õppeaja algul laiadel lamedatel, puidust või metallist plaatidel, mis kinnitatakse kruustangidesse. Mida suurem on viilitava tasapinna pindala, seda hõlpsam on õieti töötada, sest viilitav tasapind on siis ise heaks juhtpinnaks. Seepärast korraldatakse esimesi harjutusi ikka sedaviisi, et viilil oleks küllalt hea juhtpind.



Joon. 58. Viili liikumissuundade ristumine tasapinna viilimisel.

Viilimise vilumus seisab oskuses reguleerida survet ja anda töökäigule õige pikkus vastavalt viilitava pinna mõõteile ja kujule.

Viilimine toimub kiiremini, kui liigutuste tempo on aeglasem, surve viilile aga suurem.

Kui detaili laius on suurem, toimub töö kindlamini, sest viili on kergem tasakaalus hoida ning on võimalik paremini kasutada tema töötavpinda. Kuid see on õige ainult teatud piirini, mis oleneb viili pikkusest. Suurem laius vähendab viili liikumise ulatust.

Harilikult võetakse viilimise algul maha paks metallikiht võimalikult jämedamaraidelise viiliga. Selleks kasutatakse jämeviile pikkusega vähemalt 300 mm. Seesugust viilimist nimetatakse jäme- või koorimisviilimiseks. Ta on ettevalmistavaks operatsiooniks ja kasu-

tatav sellepärast, et jämedaraidelise viiliga on hõlpsam metalli maha võtta. Viirude sügavuse vähendamiseks tootel muudetakse viilimisel tavaliselt viili liikumissuunda toote suhtes (joon. 58); seejuures viirud ristuvad, mis annab palju ühetasasema pinna. Selline viilimissuuna muutmine kindlustab suurt töötlemistäpsust. Pärast jämeviilimist teostatakse sageli täpsusviilimist peenviilide abil. Selle töötlemisega antakse tootele lõplikud mõõted ja kuju.

§ 14. Millest peab hoiduma viiliga töötamisel

1. Mitte kasutada liiga kulunud ja mustunud viile, sest nad rikuvad toodet.
2. Mitte töödelda uue viiliga detaili kitsaid ääri, sest seejuures viil langeb ruttu rivist välja.
3. Mitte kasutada häid viile roostetunud malmdetailide viilimiseks.
4. Mitte kasutada peen- või sametviile jämeviilimiseks ja pehmete metallide viilimiseks.
5. Mitte kasutada jämeviile toodete lõplikuks viimistlemiseks.
6. Vältida viili lööke vastu kruustange või vastu toodet.
7. Vältida kahe viili kokkupuutumist nende hoidmisel.
8. Viilimisel mitte maha võtta liiga paksu metallikihti enne töötlus-eseme tegelike mõõdete eelnevat kontrollimist.
9. Enne viiliga töötamise algust kontrollida, kas käepide seisab kindlalt viilisaba otsas. Halvasti otsapandud käepide võib kergesti otsast ära tulla ja viili saba võib siis töölist vigastada.
10. Töö lõpetamisel puhastada viil mustusest ja viilmetest.

§ 15. Viilimise praktika

Viilimise praktikas tuleb ette kolm põhilist tööde eriliiki:

a) prismaliste toodete viilimine (mitmesugused tasapindadega piiratud plaadid, latid ja tahukad);

b) keeruliste või fassong-pindadega toodete viilimine, mis on moodustatud lamedaist ja kumeraist pindadest;

c) tühemete, soonte ja nukkide viilimine toodetesse ja nende sobitamine üksteisele.

Viilimist tuleb alustada tasapinnast ning siis järk-järgult üle minna keerulisemaile pindadele.

Tasapindade töötlemise näidiseks võib olla plaadi ja nurgiku viilimine.

P l a a d i v i i l i m i n e. Ülesandeks on üle viilida täpselt igast küljest malmplaadike suurusega 150×150 mm ja paksusega 30 mm. Viilimiseks võetakse kaks viili: jäme lameviil pikkusega 350 mm ja peen lameviil pikkusega 300 mm.

Seesuguste toodete viilimise järjestus ja plaan on tavaliselt järgmised. Esiteks viilitakse üle üks laiadest tasapindadest, mis edaspidi võetakse lähtealuseks teiste tasapindade mõõtmisel. Valmis viilinud plaadi laia tasapinna, minnakse üle vastastasapinna töötlemisele, mõõtes seejuures tastriga plaadi paksust joonestise järgi, viilitud tasapinna täpsust aga joonlauaga. Pärast mõlema laia tasapinna väljatöötlust, töödeldakse plaadi kitsad tasapinnad. Seejuures peetakse silmas, et nurgad moodustaksid 90° varemtöödeldud pindadega ja et vastasolevad pinnad oleksid paralleelsed.

Plaat kinnitatakse viilimisel kruustangidesse laiade tasapindadega selliselt, et viilitav tasapind oleks horisontaalne ja asetseks kruustangide mokkade tasapinnast 5—7 mm kõrgemal.

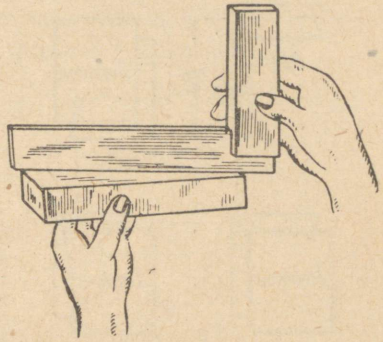
Viilima peab külgliigutustega ning selliselt, et toote parema ääre töötlemisel viil liigub paremalt vasakule ja vastupidi. Pinna viilimisel peab korrapäraselt vahetama viili liikumissuunda, s. t. viilida õigete ja viltuste lüketega 45° nurga all kruustangide mokkade joonele.

Esiteks teostatakse jämeviiliga kõikide tasapindade jämeviilimist ja siis peenviili abil peenviilimist täpsusega, mis on tootelt nõutav joonestise järgi.

Jämeviilimisel kinnitatakse toode vahetult kruustangide mokkade vahele; peenviilimisel peab toode olema kinnitatud kruustangide kaitsepakkidesse (mis on valmistatud vasest, seatinast või papist), et mitte muljuda ega rikkuda eseme pinda kruustangide karastatud mokkadega.

Viilimise tulemust on vaja kontrollida joonlauaga. Et kindlaks teha, kas tasapind on õieti viilitud, asetatakse temale kontrolljoon-

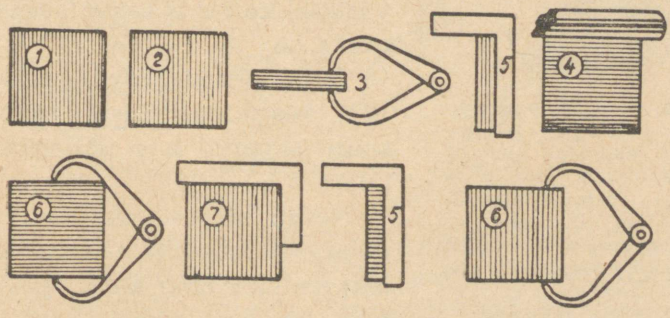
laud (joon. 59) paralleelselt kõigile kantidele (pikkuselt, laiuselt ja diagonaalselt nurgast nurka) ning vaadatakse vastu valgust. Kui esineb läbipaistmist, näitab see tasapinna ebatasasust (läbipaisted näitavad nõgusust — lohke). Siis märgitakse ära kühmukesed ja viilitakse nad ettevaatlikult maha; seega püütakse saavutada kõige paremat joonlaua ligihoidumist töödeldavale pinnale ja kõige väiksemaid läbipaisteid.



Joon. 59. Tasapinna kontrollimine nurgikuga.

Joonlauda peab paigutama (aga mitte nihutama) mitmesugustesse asenditesse tasapinnale — piki, risti ja diagonaalis.

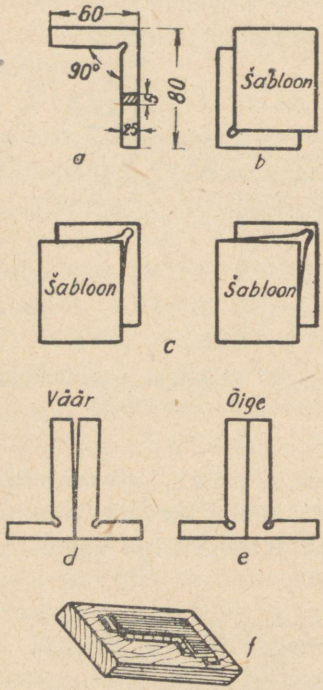
Kitsaste tasapindade (plaadi servade) kontrollimist teostatakse esiteks joonlauaga (joon. 60) ja pärast seda nurgikuga, kontrollides laia tasapinna ja plaadi servavahelist nurka; lõpuks kontrollitakse nurgikuga naaberservade-vahelist nurka. Vastasservade paralleelsust kontrollitakse tastriga või varbsirkliga[1], sõltuvalt antud mõõdete täpsusest.



Joon. 60. Mõõtmise järjekord ja mõõdete kontrollimine plaadi tasapindade viilimisel: 1 — plaadi esimene lai külg; 2 — plaadi teine lai külg; 3 — plaadi paksuse kontrollimisviis; 4 — plaadi kitsa tasapinna kontrollimine joonlauaga; 5 — plaadi kitsa tasapinna kontrollimine nurgikuga; 6 — üksteise vastas olevate tasapindade paralleelsuse kontrollimine; 7 — tasapindade perpendikulaarsuse kontrollimine.

[1] Varbsirkliga töötamise meetodid on kirjeldatud allpool.

Nurgiku viilimine. Ülesandeks on valmistada 90° nurgik (joon. 61 a). Materjaliks on lehtteras nr. 6—8, paksusega 7—10 mm. Väheldasel teraslehel märgitakse nurgik joonestise järgi[1]. Nurgiku toortükki ei tule mitte meisliga välja raiuda, vaid parem on puurida märkjooni mööda väheldase läbimõõduga (3—5 mm) mulgud.



Joon. 61. Nurgiku valmistamine: a — nurgiku joonestis; b — sisenurga kontrollimine šablooni järgi; c — sisenurga viilimisdefektid; d — ebaõige välisnurk; e — õige välisnurk; f — nurgiku kinnitus külgtasapindade viilimisel.

Kui nurgiku toortükk on valmis, teostatakse kõigi tema servade tasapindade jämeviilimist ning külgpindade lihvimist. Pärast seda teostatakse 90° sisenurga tasapindade lõplik täpsustamine šablooni järgi (joon. 61 b). Enne kui alustada sisenurga täpsustamist tuleb puurida sellesse nurka mulk, veidi kaugemale nurga tipust, ja pärast seda ettevaatlikult teha rauasaega sisselõige diagonaali mööda. See sisselõige tehakse kahel põhjusel:

1) et anda viilile võimalus juurdepääsuks nurga päris algusele, kuna vastasel korral ei saavutata täpset täisnurka, ja

2) et kõrvaldada metalli sealt kohast, kus karastamisel võiks tekkida suuri pingeid, mis põhjustaksid pragusid.

Nurga täpsustamine šablooni järgi nõuab vilumust ja täpsust töötamisel, sest viilides ühte külge, peab vältima teise külje rikkumist.

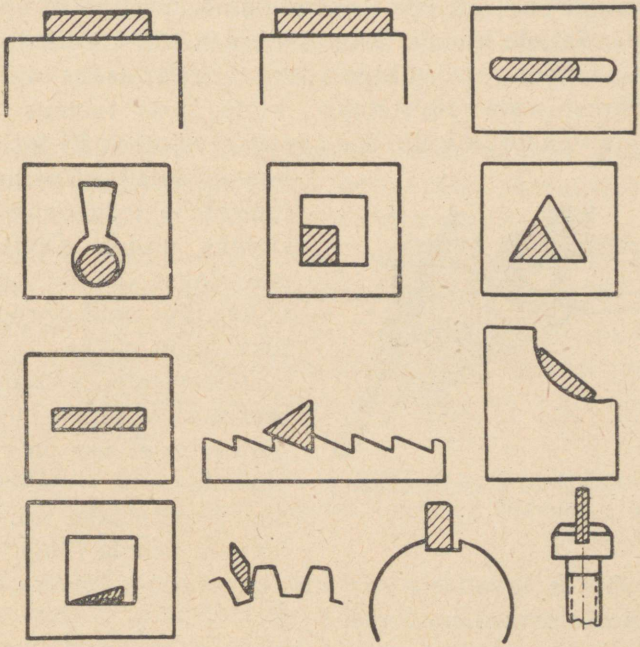
Joonisel 61 c on näidatud viilimisel rikutud nurgad. Et mitte lubada säärast praaki, tuleb kasutada lameviili, millel üks küljekant on ilma raideta.

Nurgiku välisnurkade lõplik täpsustamine teostatakse sobitus-

[1] Joonestise järgi märkimine on kirjeldatud allpool.

plaadil. Seejuures tuleb saavutada selline töötlustäpsus, kus kahe sobitusplaadile asetatud nurgiku külgservade kokkupassimisel poleks nende vahel läbipaistmist (joon. 61 e).

Nurgiku sobitamisel plaadi peal on soovitav nihutada teda mitmes suunas; see annab lukksepale võimaluse jälgida viirude asetust, s. o. sobituskäiku, nagu seda harilikult tehakse viilimisel.



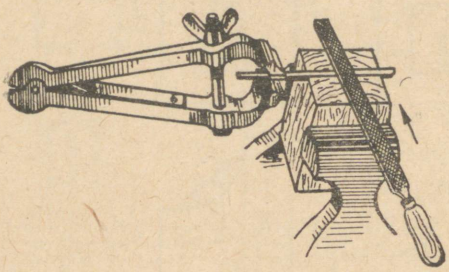
Joon. 62. Tasapindade ja kõverpindade viilimise näiteid.

Pärast nurgiku lõplikku täpsustamist tuleb kõik teravad kandid külgedel veidi nüritada luisu abil. Siis puhastatakse nurgik puhta lapiga ja kontrollitakse uuesti hoolikalt nurkade täpsust. Kui ollakse kindel, et valmistatud nurgiku nurgad on õiged ja küljed paralleelsed, siis määritakse nurgik kergelt õli või vaseliiniga ja esitatakse üleandmiseks.

60°, 45° ja 30° nurgikuid valmistatakse peaaegu samal viisil. Nurgiku kinnitamine külgtasapindade puhasviilimisel on näidatud joon. 61 f.

Peale tasapindade viilimise, mis praktikas esineb kõige sagedamini, tuleb tegemist teha ka nõgus- ja kõverpindade viilimisega, mida teostatakse samade reeglite järgi kui tasapindadegi viilimist. Seesuguseid viilimisviise näitab joon. 62.

Eriti peab märkima peenikeste ja lamedate toodete viilimise juhtusid. Näiteks joonlaua, tastri, sisetastri ja teiste mõõteriistade külgpinnad töödeldakse siledaks hööveldatud puitklotsil paksusega 25—50 mm. Sellele klotsile kinnitatakse toode kitsastelt kantidelt peenikeste naeltega niivõrd kindlalt, et toode ei saaks viilimise ajal liikuda. Pärast seda pigistatakse klots koos tootega tugevasti kruustangide vahele ja viilitakse tavalisel kombel. Et toode tihkelt lamab klotsil, ei paindu ta viilimisel ja teda on üsna kerge sirgeks viilida. Õhukesi lehtmaterjalist detaile on kergem viilida, kui neid ühendada 3—5 tükki ühte pakki.



Joon. 63. Peentoodete kinnitusviis viilimisel.

Peenikeste silindrikujuliste esemete viilimist teostatakse puitklotsidel, mis on varustatud kolmnurksete väljalõigetega ja mis kinnitatakse suurte kruustangide vahele (joon. 63). Pikki tooteid hoitakse tavaliselt vasakus käes, kuna lühemaid pigistatakse kinni käsikruustangidesse.

Viilimisel ei pigistata tooteid liiga tugevasti kruustangidesse, et mitte rikkuda esemete pinda; pealegi võivad siis kruustangid hakata logisema. Kruustangid peavad töötama nii, et normaalsel kinnipigistamisel ei saaks toodet mokkade vahelt välja võtta ega seda käega üles- või allapoole pöörata. Kruustangid loetakse halvaks, kui nad ei pigista toodet kogu mokkade pinnaga. Niisugusel puhul peab lukksepp toodet palju suurema jõuga kinni pigistama ja seda sageli ümber seadma.

Kontrollriistadena kasutatakse viilimisel tasapindade mõõtmiseks joonlauda, keeruliste pindade jaoks vastavaid šabloone ja lekaale; nurkade kontrollimiseks — nurgikuid või nurkšabloone; tasapindade paralleelsuse kontrollimiseks jämeviilimisel — välis-

ja sisetastreid, täpsusviilimisel — varbsirkleid, mikromeetreid, piirkaliibreid — klambreid ja indikaatoreid (nad on täpselt kirjeldatud 17. peatükis).

Käsiviilimise operatsioon sõltub peamiselt viilimiseks jäetud töötlusvarust. Mida väiksem on töötlusvaru, seda kiiremini läheb viilimine. Peentoodetel ei ületa viilimiseks jäetav töötlusvaru tavaliselt 0,3—0,25 mm, suuremail esemeil aga 0,5 mm. Kui töötlusvaru on suurem kui 0,25—0,5 mm, peab seda enne vähendama ülaltähendatud mõõdeteni meisliga raiumise teel ja alles siis alustama viilimist.

Töönormi võib tõsta tööjaotusega, tehes näiteks jämeviilimine ülesandeks vähemkvalifitseeritud lukksepale, täpsusviilimine aga kõrgelt kvalifitseeritud 6.—7. järgu lukksepale.

Töönormi suurendamine oleneb väga palju viilide headusest. Mida teravam on viil, seda kiiremini läheb viilimine.

Mehaaniline viilimine. Toodete käsitsiviilimine nõuab palju aega ja suurt füüsilise jõu kulutust. Seepärast on viimasel ajal hakatud viilimiseks kasutama mitmesuguse konstruktsiooniga mehaanilisi tööpinke.

Viilimispingid jagunevad statsionaarseiks ja kantavaiks. Tööriistad mehaanilistel viilimispinkidel omavad tavaliselt sirgjoonelist edasi-tagasikäiku.

Neis tööpinkides võib lõiketeradena kasutada mitmekujulisi viile, smirgeltahke ja kettaid. Sel kombel võib viilimispinkidel teostada läbilõikamist kui ka toodete välis- ja sisepindade viilimist ja lihvimist. Viilimispinkide töö jõudlus ja täpsus on palju kõrgem ja ökonoomsem kui käsitsiviilimisel.

§ 16. Viilide taastamine

Viilid on teatavasti levinumaid ja vajalikumaid lukksepatööriistu: seepärast on viilide õige hooldamine ja nende töökõlblikkuse pikemaks ajaks säilitamine väga tähtis.

Mõned metallid, näiteks vask, tsink ja teised pehmed metallid

rikuvad viilimisel tunduvalt viili: nad ummistavad viilmetega viili hammaste vahed, eriti niisuguste metallpindade viilimisel, mis on mustunud määrdeõli, rasva või tõrvaga. Seepärast tuleb selliseid tooteid esiteks viilida vanade kulunud viilidega või jämedamaraidelise viiliga, ja alles pärast seda jätkata viilimist hea viiliga. Tööprotsessis viilmetega ummistunud viiliraiet peab puhastatama terasharjaga.

Rasva ja õliga määrdunud viile, mida terasharjaga puhastada ei saa, tuleb esiteks pesta petrooleumi või seebikivilahusega (kaustilise soodaga) ja alles siis terasharjaga üle puhastada.

Ainult ülaltoodud, õigete viili töö- ja hooldamistingimuste silmaspidamisega võib viile säilitada pikemaks ajaks.

Parema säilimise otstarbel hõõrutakse viile sageli kriidi või söega.

Täiesti nürisid viile taastatakse praegusel ajal kolmel eri viisil.

M e h a a n i l i n e viis. Selle viisi järgi taastatakse kulunud viil liivapritsi abil või ümberraiumise teel.

E l e k t r o k e e m i l i n e viis. Viilide taastamine elektrokeemilisel teel sooritatakse eriseadisel. See taastamisviis koosneb põhiliselt järgmistest protsessidest: esiteks puhutakse viil liivapritsiga üle ning pestakse vees; siis söövitatakse keemilises vannis, mida läbib alalisvool. Lõplik viimistlus antakse liivapritsi abil.

K e e m i l i n e viis. Viilide taastamine keemilisel teel on leidnud laialdast kasutamist reas ettevõtteis. See viis seisneb selles, et kulunud (nürid) viilid söövitatakse lämmastik- ja väävelhappe vesilahuses (80 osa vett, 10 osa lämmastikhapet ja 10 osa väävelhapet). Keemilisel viisil puhastatakse viiliraide vahed hästi viilmetest ja mustusest, ning raie muutub hapete mõjul teravamaks.

Suurtes masinaehitustehastes on viilide kulu väga suur ja viilide taastamine annab tunduvat kokkuhoidu. Paljud tehased taastavad vanu viile mehaanilisel viisil, kusjuures kulunud raie võetakse maha smirgelkäiadel ja raie uuendatakse erilistel viiliraiumis- või viililõikamismasinatel.

IV peatükk

MULKUDE PUURIMINE, HÕÕRITSEMINE JA SÜVITAMINE

§ 17. Mulkude puurimise protsess

Lukksepatöös, samuti ka montaažtöödel on väga sageli vajalik puurida mulke metallisse. Seda operatsiooni võib teostada kas käsitsi eriliste seadmete ja tööriistade abil või mehaanilisel teel puurimismasinatel.

Käsitsipuurimine tõrjutakse käesoleval ajal välja masinatel puurimisega; seepärast iga lukksepp on kohustatud tundma puurimismasina konstruktsiooni ja tööd.

Puurimisprotsessis kasutatakse tööriistadena mitmetüübilisi puure. Vaatamata erinevale konstruktsioonile osutuvad kõik puurid lõikeriistadeks ja peavad seepärast omama lõiketera põhielemente.

Kaasaegsetes töökodades toimub puurimine peamiselt puurimismasinatel. Erilist täpsust mittevajavate väikeste mulkude puurimist, mis asetsevad kohtadel, kuhu puurimismasinaga on raske juurde pääseda, teostatakse käsitsipuurimise teel.

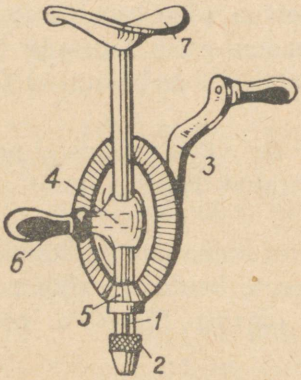
Käsitsipuurimise seadmetest on kõige enam levinud trill. On olemas käsitrillid ja mehaaniliselt (elektrimootorilt) käitatavad trillid; viimaseid nimetatakse elektritrillideks.

Koonus-hammasratastega käsitrill on toodud joonisel 64. Trilli pöörlevat osa 1, millesse puur kinnitatakse padruni 2 abil, nimetatakse spindliks. Spindel pannakse pöörlema käepideme 3 abil, mis on ühendatud koonus-hammasrattaga 4; viimane hambub väikesse koonus-hammasrattasse 5, mis on kinnitatud spindlile 1.

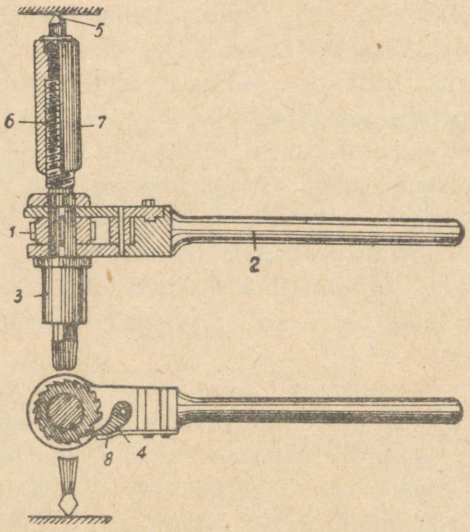
Töötamisel hoitakse trilli käepidemest 6 kinni vasaku käega, kuna paremaga pööratakse käepidet 3; seejuures surutakse rinnaga ülemisele tugiplaadile 7.

Sellise trilliga saab puurida ainult väikesi mulke läbimõõduga kuni 6 mm. Kui on vaja puurida suurema läbimõõduga mulke ja kui töötingimused ei luba kasutada puurmasinat, siis kasutatakse käristipuuri (joon. 65).

Käristipuuri spindel 3 pannakse pöörlema käepideme 2 abil. Selleks otstarbeks on spindlile kinnitatud kärisratas 1 (hammasratas ühele poole pööratud hammastega); käepidemel 2 on lukustaja 4, mis käepideme pööramisel ühele poole satub kärisratta hammaste vahele ja pöörab teda. Käepideme pööramisel teisele poole libiseb lukustaja kärisratta hambaid mööda ja pöörlemine ei kandu rattale



Joon. 64. Koonushammastega käsitrill.



Joon. 65. Käristipuur.

üle. Kärisratas on kinnitatud spindli otsa. Seepärast pöörleb ühes kärisrattaga ka spindel ning sellesse kinnitatud puur.

Käristipuur seatakse kohale koonuse 5 abil, mis toetub klambrile. Koonuse 5 varrel on keere 6, mille peale on keeratud mutter 7. Kui mutrit 7 töötamise ajal veidi lahti keerata, hakkab puur lõikuma metallisse.

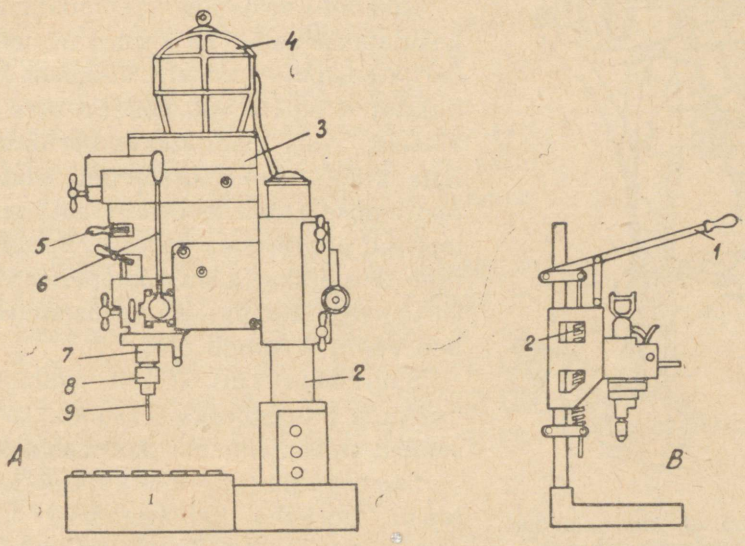
Käristipuuriga töötatakse järgmiselt: pööratakse käepidet 2 veerandpöörde võrra; seejuures lukustaja pöörab kärisratast ja järelikult spindli kaudu ka puuri; siis lükatakse käepidet vastassuunas (sel ajal puurimist ei toimu) jne. Käristipuuri käepide tehakse küllalt pikk (300—400 mm), et kergendada jõupingutust töötamisel.

Käsitsipuurimise vahendite abil edeneb töö väga aeglaselt ja selle kiirendamiseks kasutatakse sageli elektri- või suruõhutrille.

§ 18. Puurmasin

Täpseimad mulgud saadakse puurmasinatel, mida laialdaselt kasutatakse igas mehaanikatöökojas.

Puurmasinad jagunevad vertikaalseteks ja horisontaalseteks (sõltuvalt spindli asetusest), lauapuurmasinateks (kantavateks) ja statsionaarseteks puurmasinateks.



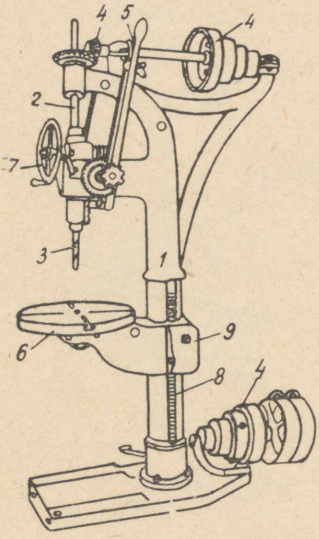
Joon. 66. Puurmasinad. A — lauapuurmasin: 1 — puurmasina alusplaat; 2 — sammas; 3 — karbikaas; 4 — elektrimootor; 5 — käivituskäepide; 6 — puuri ettenihke käepide; 7 — spindel; 8 — padrun; 9 — puur. B — kantav puurmasin: 1 — puuri ettenihke käepide; 2 — vedru.

Puurmasin (joon. 66 A) on ette nähtud 1—13 mm läbimõõduga mulkude puurimiseks. See puurmasin seatakse üles lukksepa töölauale, mispärast teda nimetataksegi „lauapuurmasinaks". Ta koosneb alusplaadist 1 ja sambast 2, mille külge on kinnitatud elektrimootor 4 ja spindel 7. Spindli otsas asetseb padrun 8, millesse kinnitatakse puur 9.

Pöörlemine kantakse spindlile üle elektrimootorilt kahe silinder-hammasratta kaudu. Üks hammasratas on ühendatud elektrimootori võlliga, teine aga on vabalt asetatud puurmasina spindlile ja kinnitatakse liikuva kiiluga. Seetõttu spindel võib liikuda piki oma telge, s. o. üles ja alla.

Puurimisel toimuvat spindli liikumist allapoole nimetatakse ettenihkeks; see teostatakse käsitsi (käepideme abil) või automaatselt (eri-ettenihkemehhanismi abil).

Töödeldav toode asetatakse puurimisel puurmasina alusplaadile, mis peab olema täpselt horisontaalne ning puurmasina spindliga perpendikulaarne.



Joon. 67. Ühe spindliga statsionaarne puurmasin.

Remont-koostamis- ja montaažtöödel kasutatakse laialt ka kantavaid mehaanilisi ja käsipuurmasinaid. Joonisel 66 B on kujutatud elektritrill, mis on üles seatud alusele. Alus kinnitatakse harilikult töölaua külge. Puurimisspindel saab oma pöörlemise elektrimootorilt, mis on monteeritud puurmasina keresse. Spindli ettenihe teostatakse käsitsi käepideme 1 allasurumisega. Käepideme vabastamisel tõmbab vedru 2 spindli üles.

Suuremate kui 13 mm läbimõõduga mulkude puurimiseks kasutatakse võimsamaid statsionaarseid puurmasinaid.

Sambaga puurmasinat kujutab joon. 67. Masin koosneb kandesambast 1 ühes spindliga 2, mis on varustatud padruniga 3 puuri jaoks. Spindel saab pöörlemise astmeliselt rihm-ajamilt 4—4. Spindli ettenihet teostatakse käepideme 5 või käsiratta 7 abil. Laud 6 on töödeldava toote paigutamiseks. Laua kõrgust saab muuta vastavalt töödeldava toote suurusele. Laua kõrguse seadmiseks on hammaslatt 8 ühes ajamiga, mis on paigutatud laua kronsteini sisse ja mida pannakse liikuma nelikantpeale 9 otsa pandava käepideme pööramisega. Töölauale 6 võidakse kinnitada kruustange töödeldava toote kinnitamiseks.

§ 19. Puurid

Mitmesuguste läbimõõtudega mulkude puurimiseks kasutatakse tööriistadena puure. Lukksepatöös on kõige rohkem kasutatavad kahte liiki puurid: lamepuurid ja spiraalpuurid.

Lamepuuri (joon. 68) võib valmistada iga lukksepp terastraadist või -vardast, tema otsa lamakstagumise teel. Lamepuurid valmistatakse süsinik-tööriistaterasest. Puuri üks ots viilitakse neljakandiliseks, mille abil puur kinnitatakse trilli, käristipuuri või puurmasina padrunisse. Puuri teine ots taotakse lameda labidakese kujuliseks. See ots viilitakse üle ning karastatakse; siis teritatakse ta mõlemad lõikeservad nii, nagu see on näidatud joon. 68.

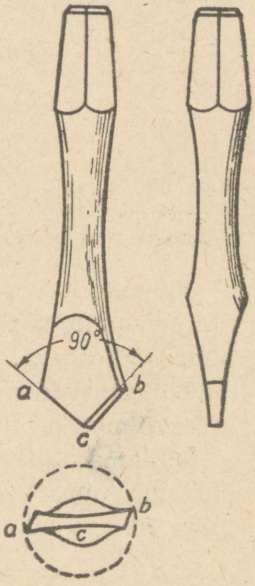
Kõige rohkem levinud on spiraal- ehk nõndanimetatud ameerika puurid. Spiraalpuurid kindlustavad puhtamaid ja täpsemaid mulke.

Spiraalpuur kujutab endast silindrit kahe spiraalsoonega, millede äärtel on lõikeservad. Selliseid puure valmistatakse süsinikterasest või erilisest legeeritud terasest.

Spiraalpuurid võivad olla koonilised ja silindrilised sabadega. Silindrilise sabaga tehakse väikesed, kuni 12 mm läbimõõduga puurid; sellest suuremad puurid tehakse tavaliselt koonilise sabaga. Joon. 69 on kujutatud spiraalpuur koonilise sabaga ja toodud tema üksikosade nimetused.

Puuride mõõted on standarditud.

Spiraalpuuri kõrge lõikevõime saavutatakse seega, et esitahud tekivad spiraalsoonte püsiva kallakuse tõttu puuri teljele. Spiraalsoonte kallak puuri teljele moodustab 20—30°; selle tagajärjel puuri lõikeservade lõikenurk on 70—60°, mis kindlustabki puuri head lõikevõimet.



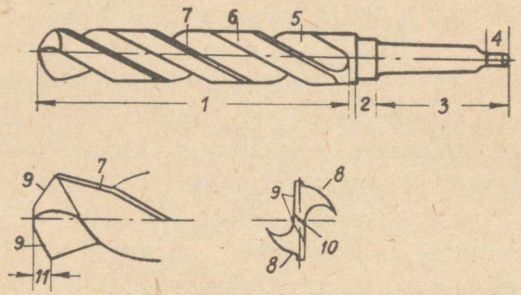
Joon. 68. Lamepuur.

Puuri lõikeservade taganurgad tekivad tagatahkude mahalihvimise teel. Mahalihvimist teostatakse nii, et puuri lõikeservade vaheline nurk (nn. tippnurk) oleks 116°.

Lõikeservade õige teritamine peab olema selline, et nad oleksid sirgjoonelised ja annaksid keskmise põiktera, mis asuks lõikeservadele 55° nurga all.

Puuri töötavosa kujutab endast silindrit, millesse on tehtud kaks fassong-profiiliga spiraalsoont. Spiraalsooned võivad olla kas parem- või vasakpoolsed. Parempoolne soon läheb alt üles pare-

male, vasak soon alt üles vasakule. Parempoolsete soontega puure nimetatakse parempoolseteks, vasakpoolsete soontega aga vasakpoolseteks. Spiraalsooned on puurimisel tekkivate laastude väljajuhtimiseks.

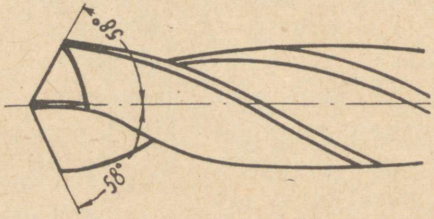


Joon. 69. Spiraalpuur. 1 — puuri töötavosa; 2 — kael; 3 — koonussaba; 4 — lame sabaots; 5 — soon; 6 — putk; 7 — juhtserv; 8 — lõikeosa tagatahk; 9 — lõikeservad; 10 — põiktera; 11 — lõikeosa.

Puuri töötavosa lõpeb kahe koonilise pinnaga — tipu koonusega. Spiraalsoontega ristumiskohas moodustavad koonilised pinnad kaks puuri lõikeserva.

Lõikeservad peavad olema sirgjoonelised. See kindlustab head lõikevõimet ja puuri suurt vastupidavust töös.

Mõlemad lõikeservad peavad olema võrdse pikkusega ja moodustama puuri teljega ühesuguse nurga, nagu see on näidatud joon. 70.



Joon. 70. Õieti teritatud puur.

Kui nimetatud tingimusi ei täideta, ei kindlusta puur töötamisel mulgu õiget mõõdet ja murdub sageli.

Lõikeservad moodustavad omavahel puuri tippnurga. Selle nurga suurus on erinev sõltuvalt töödeldavast materjalist.

Nii näiteks:

puur terase ja malmi puurimiseks omab tippnurka, mis on võrdne 116°—118°;

puur alumiiniumi puurimiseks omab tippnurka, mis võrdub 140°;

puur punase vase puurimiseks omab 125°—130° tippnurka; puur messingi, elektroni ja silumiini puurimiseks omab tippnurka, mis võrdub 100—110°;

puuril bakeliidi, marmori, tahvelkivi ja söe puurimiseks on tippnurk võrdne 80—90°;

puuril eboniidi ja plastiliste masside puurimiseks on tippnurk võrdne 50—60°.

Silindriliste sabadega puurid valmistatakse väikesemõõtelised — läbimõõduga 0,2—30 mm; kooniliste sabadega — läbimõõduga 3—80 mm.

Kõik puuri mõõted (puuri pikkus, saba koonilisus ja puuri nurgad) on standarditud.

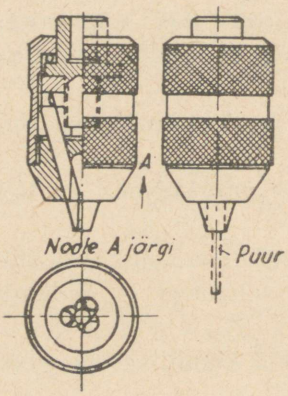
§ 20. Toodete ja tööriistade ülesseadmise ja kinnitamise võtted puurimisel

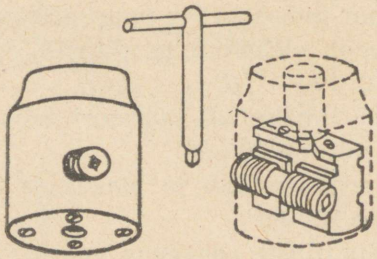
Tööriistade ülesseadmine ja kinnitamine

Puurmasinal töötades tekib sageli vajadus vahetada tööriista selleks, et puurida eri läbimõõtudega mulkusid või et kasutada järgemööda mitmesuguseid tööriistu (puuri, hõõritsat, süvispuuri). Kõige hõlpsamat tööriista kinnipigistamist võimaldab isetsentreeruv padrun. Väikesed tööriistad pigistatakse kinni kolme pakiga padruni abil (joon. 71). Padruni keres on kolm väljalõiget, milledesse asetatud pigistuspakid on varustatud välispinnal keermetisega. Pakkide ümber on mutter, mis on ühendatud välisrõngaga. Välisrõnga karestatud pind hõlbustab tööriista kinnitamist ja vabastamist. Tööriista saba pannakse allosas olevasse mulku ja kinnitatakse pakkidega.

Kahe pakiga padrunit (joon. 72) kasutatakse suuremate tööriistade kinnitamiseks. Mõlemad pakid liiguvad kere alumises osas asetsevas väljalõikes parema ja vasaku keermetisega kruvi abil sel-

liselt, et kruvi üks osa paneb liikuma ühte pakki, teine aga — teist pakki. Pöörates kruvi võtmega, ligistuvad või eemalduvad pakid, mille tagajärjel tööriista saba kas pigistatakse kinni või vabasta-





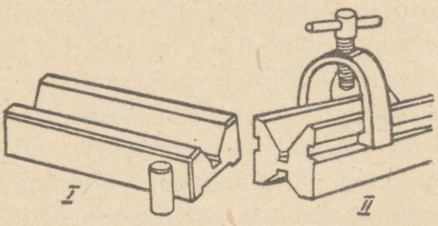
Joon. 72. Kahe pakiga padrun.

Joon. 71. Kolme pakiga padrun.

takse. Kõige täpsemat puuride ülesseadmist ja kõige kindlamat kinnitamist puurmasina spindlisse saadakse kooniliste sabadega puuride kasutamisel.

Toodete ülesseadmine ja kinnitamine

Täpsete mulkude saamiseks toimetatakse puurimisel toodete õiget ülesseadmist ja kinnitamist kruustangide, pitskruvide, pigistusplaatide, konduktorite, haarmete ja teiste rakiste abil.



Joon. 73. Silindriliste detailide kinnitamine puurimisel: I — harilik prisma; II — surveklambriga prisma.

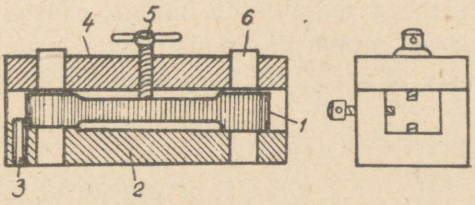
Silindriliste detailide ülesseadmise ja kinnitamise võte nendesse mulkude puurimisel on toodud joonisel 73. Sel juhul pannakse toode prismalisele alusele ja pigistatakse kinni poldi abil või hoitakse kinni käega.

Terve partii ühesuguste detailide puurimisel kasutatakse nende ülesseadmiseks ja kinnitamiseks erilist rakist, mida nimetatakse

konduktoriks. Konduktori ülesandeks on samaaegselt toote kinnitamine kui ka puuri juhtimine. Joon. 74 kujutab konduktorit lamedate täisnurksete toodete puurimiseks.

Konduktoriga töötamisel pannakse toode 1 alusplaadile 2 ja lükatakse toe 3 vastu. Siis suletakse kaas 4 ja pigistatakse kinni kruvide 5 abil. Konduktori kaas 4 omab juhtpuksidega mulku, mille läbi toimub puurimine.

Toote paigaltnihkumise ärahoidmiseks konduktoris puurimise ajal kasutatakse tugesid ja klambreid.



Joon. 74. Konduktor lamedate detailide puurimiseks.

Puurimise praktika

Puuritud mulgud võivad olla kas läbiulatuvad või umbsed ja määratud kas keermestamisele või hõõritsemisele. Kõigi nende puurimisliikide teostamise meetodid on ühesugused puurmasina ja puuri valikus kui ka toote kinnitusviisis. Vahe seisab ainult vastava läbimõõduga puuri valikus, millele peab pöörama erilist tähelepanu. Läbiulatuvate ja umbsete mulkude puurimisel võetakse puuri läbimõõt harilikult võrdne mulgu läbimõõduga, mis on märgitud töödeldava toote joonestisel.

Siiski tuleb arvestada, et puur laiendab mulku ja suurendab ta läbimõõtu. Keskmiselt on mulgu laienemine sõltuvalt puuri läbimõõdust järgmine:

Puuri läbimõõt mm	5	10	25	50	75
Mulgu laienemine mm	0,1	0,15	0,25	0,30	0,40

Seepärast, kui puurimisel on vaja saada täpsemate mõõdetega mulkusid, peab valitava puuri läbimõõt olema selle laienemise võrra väiksem. Nii näiteks kui on nõutav puurida 50 mm läbimõõduga mulk, tuleb võtta puur läbimõõduga 49,7 mm.

Mida suurem on puuri pöörlemiskiirus, seda suurem on mulgu laienemine. Kõvade materjalide puurimisel saadakse väiksem mulgu laienemine kui pehmete materjalide puurimisel.

Järgnevale keermestamisele määratud mulkude puurimisel valitakse puuri läbimõõt eritabelite järgi, et kindlustada õiget keermestamist keermepuuriga.

Hõõritsemisele määratud mulkude puurimisel valitakse puuri läbimõõt 0,5—2 mm võrra väiksem hõõritsa läbimõõdust, et jätta teatavat metallikihti mulgu edasiseks töötlemiseks hõõritsatega; pärast mulgu töötlemist jäme- ja peenhõõritsatega tõusevad tunduvalt nii mulgu töötluspuhtus kui ka täpsus.

§ 21. Puurimine märkimise järgi

Märkimise järgi puurimist teostatakse järgmisel kombel. Eelnevalt sirkliga märgitud mulk kärnitakse märkimiskärni abil mulgu ümbermõõtu mööda ja tsentris. Siis suurendatakse tsentris olev lohuke suure kärni abil nii, et sinna mahuks puuri tipp. Pärast seda pannakse toode puurmasina lauale, kinnitatakse kindlalt kruustangide vahele ja nihutatakse puuri alla. Puuri tipp peab tulema mulgu tsentri kohale. Puuri tipu asetuse paremaks äratundmiseks pannakse puur pöörlema. Puuri õigel asetusel kinnitatakse kindlalt puurmasina laud, et ta ei saaks liikuda puurimise ajal.

Siis pannakse puur pöörlema ja nihutatakse käsitsi aeglaselt ette. Puuri süvenedes umbes $^1/_4$ võrra oma läbimõõdust tõstetakse puur üles ja vaadatakse, kuidas asetseb puuritud augu ümbermõõt mulgule ettemärgitud ümbermõõdu suhtes.

Kui mõlemad ringid on kontsentrilised, jätkatakse puurimist kuni lõpuni. Kui aga puuritud augu ümbermõõt on võrreldes mulgule ettemärgitud ümbermõõduga ekstsentriline, s. t. kaldub kõrvale, siis parandatakse seda, raiudes maha veidi metalli augu sellelt küljelt, kuhu puur peaks nihkuma. Niisuguseid parandusi tehakse senikaua, kuni puuri ja mulgu ringjooned on rangelt kontsentrilised. Niipea kui puur on seatud õieti, hakatakse puurima normaalse ettenihkega, tarvitades selleks käsitsi- või automaatettenihet, kui selline puurmasinal on olemas.

Läbiulatuvate mulkude puurimisel ja käsitsi-ettenihkel võib puuri mulgust väljumisel juhtuda, et kohates töödeldava materjali vaid väheldast vastupanu murrab puur läbi materjali viimase kihi,

mille tagajärjel tekib ebatäpne mulk. Ebatäpne mulk pigistab puuri kinni, mistõttu see sageli murdub. Seesuguse puuride murdumise ärahoidmiseks on vajalik käsitsi-ettenihkega puurimisel anda puurile mulgust väljatulekul minimaalseim ettenihe.

§ 22. Puurimise liigid

Sügavate mulkude puurimine. Sügavate mulkude puurimisel puurisooned süüvides tootesse ummistuvad laastudega. Selle tagajärjel puur kuumeneb üleliia, noolutub ja nürineb. Selle vältimiseks tarvitatakse kahte meetodit:

a) puuritakse ühe puuriga, seda tihti mulgust välja võttes ja laastudest puhastades, ja

b) töötatakse kahe puuriga: esiteks puuritakse teatava sügavuseni suure puuriga, siis jätkatakse puurimist kuni lõpuni väikese puuriga, mille läbimõõt on ligikaudu 2 korda väiksem kui suurel puuril, ja lõpetatakse operatsioon suure puuriga. Suure puuriga puurimisel tulevad laastud välja väikese puuriga puuritud mulgu kaudu.

Ühe detaili puurimine teise järgi

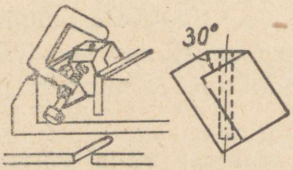
Kui on vaja puurida ühesuuruse mõõtega mulkusid mitmesse ühesugusesse lamedasse detaili, on soovitav toimetada ainult ühe detaili märkimist ja saadud mulku kasutada juhtmulguna teistesse detailidesse mulkude puurimiseks.

Ühe detaili puurimisel teise järgi toimetatakse järgmiselt: läbipuuritud detail asetatakse läbipuurimata detaili peale selliselt, et nende ääred langeksid ühte; siis kinnitatakse mõlemad detailid kas pitskruviga või mõnel muul viisil, et nad ei libiseks teineteisel. Puurimist teostatakse läbi ülemise detaili mulgu. Kui tootesse on tarvis puurida mitu mulku, siis on vajalik kokkukinnitatud detailidesse esimese mulgu sissepuurimisel panna tema sisse vastava läbimõõduga tihvt, mis läbistaks mõlemaid detaile. Tihvt kaitseb detaile kõige kindlamini paigaltnihkumise eest teiste mulkude puurimisel.

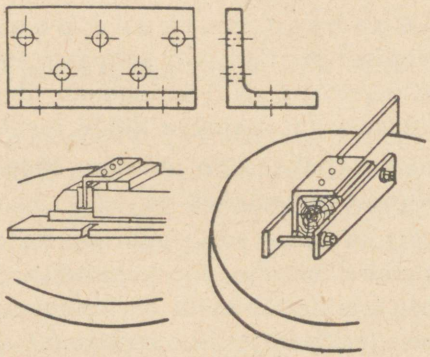
Mulkude puurimist nurga all tugipinnale (joon. 75) teostatakse kas pööratavate universaal-kruustangide või pitskruvide abil.

Kinnitusviis mulkude puurimisel nurkraua külgedesse on näidatud joonisel 76. Nagu joonisest on näha, kasutatakse ühel juhul puidust, teisel aga metallist alustükki.

Õhukeste lehtede puurimine. Suure partii õhu-



Joon. 75. Mulkude puurimine nurga all.



Joon. 76. Mulkude puurimine nurkraua külgedesse.

keste lehtede puurimisel pigistatakse nad harilikult pitskruvide või plaatide abil kokku ühte pakki ja puuritakse siis.

Üksik õhuke leht pigistatakse puurimisel kahe puitlauakese vahele ja puuritakse siis.

§ 23. Puuride murdumise juhtumid

Puurimispraktika näitab, et puuride murdumine toimub järgmistel tingimustel:

1. Kohates oma teel õõnsaid kohti kaldub puur liialt kõrvale ja murdub (joon. 77 a).

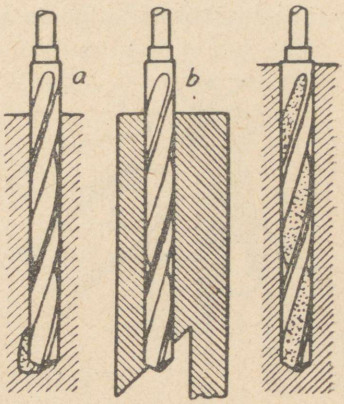
2. Kui mulgu alumine avaus tootes ei ole piiratud horisontaalse, vaid kallaku tasapinnaga, siis puur väljub tootest mitteühtlaselt, jääb mulku kinni ja murdub (joon. 77 b).

3. Sügavate mulkude puurimisel, kui puurimise sügavus ületab

puuri lõikava osa pikkuse, ummistuvad spiraalsooned töötamise ajal metallilaastudega. Seejuures puur soojeneb üleliia, nürineb ja murdub (joon. 77 c).

4. Puuri tootest väljumise ajal, s. o. puurimise lõpul, kui puuri ettenihe toimub käsitsi. Et ära hoida puuri murdumist tema väljumisel mulgust, on vajalik puurimise lõpul aeglustada ettenihet umbes poole võrra.

5. Peale kõigi loeteldud juhtude juhtub sageli puuride murdumist nüri puuriga töötamisel. Seepärast peab alati jälgima, et puur oleks terav ja õieti teritatud.



Joon. 77. Puuride murdumise juhtumid.

Kui töötamise ajal on märgata, et puur kiiresti nürineb lõikeservade äärtelt, s. o. silindrilise osa alguses, ja puuri juhtservades (sest need soojenevad alati rohkem kui puuri ülejäänud mass), siis näitab see, et puuri pöörlemiskiirus on liiga suur ja et seda peab vähendama. Kui aga puur nürineb või mureneb kogu lõikeservade pikkuselt või kui nürineb põiktera, siis tõendab see, et ettenihe on liiga suur.

§ 24. Puuride teritamine

Puuri teritamine on küllalt keerukas operatsioon ja nõuab lukksepalt teatavat vilumust. Seepärast kaasaegsetes hästi seadistatud töökodades teostatakse puuride teritamist eri tööpinkidel, kus kohaste rakiste abil võib täpselt saavutada puuri lõiketahu soovitavat nurka.

Puuri õiget teritamist kontrollitakse šablooni abil (joon. 78), mille ülesandeks on tippnurga ja teritusnurga kontroll. Asetades šablooni puuri peale kontrollitakse teritusnurkade täpsust.

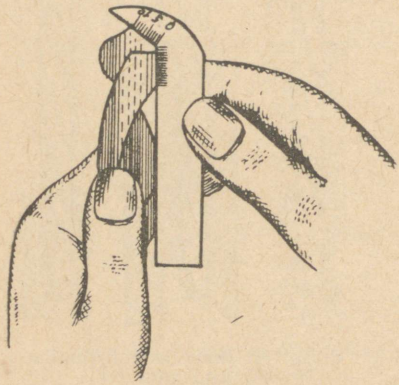
Spiraalpuuride teritamisel tuleb silmas pidada järgmisi põhireegleid:

a) lõikeservad peavad olema ühesuguse nurga all puuri telgjoonega;

b) lõikeservad peavad olema täpselt ühepikkused;

c) põikteral (s. o. puuri töötavosa moodustavate koonuspindade ristumiskohal) peab keskpunkt asuma puuri telgjoonel.

Nende nõuete mittetäitmisel põikub puur kõrvale, mulk tuleb suurema läbimõõduga ja puur läheb ruttu korrast ära.



Joon. 78. Puuride teritamine šablooni järgi.

Spiraal- (ameerika) puurid on laialt levinud seepärast, et neil on võrreldes lamepuuridega rida eeliseid:

1) spiraalpuuril on hea tsentreerumine ja hea juhtimine puuritavas mulgus spiraalsete juhtpindade tõttu;

2) spiraalpuuri läbimõõt pärast mitmekordset teritamist ei muutu, ja puuri võib kasutada senikaua, kui spiraalsooned pole tunduvalt maha käiatud;

3) spiraalsooned soodustavad laastude automaatset kõrvaldamist, mis puudub lamepuuril;

4) spiraalpuuriga saavutatakse täpsem töö kui lamepuuriga;

5) vaatamata kõrgemale hinnale on spiraalpuur siiski lamepuurist ökonoomsem, sest ta on palju vastupidavam ja tõhusam töötamisel, võimaldab suurte tungide ülekandmist ja tõstab tööjõudlust.

§ 25. Täpsus puurimisel

Puurimisel on peaülesandeks õigete mulkude saamine; puurimistäpsus seisab selles, et mulgu telgjoon ühtiks ettemärgitud tsentriga. Puuri läbimõõt peab vastama puuritava mulgu läbimõõdule. Nende nõuete täitmist saavutatakse puuri õige teritamisega, toote korraliku ülesseadmisega, tema kindla kinnitamisega ja puurmasina täpsusega. Toode tuleb tugevasti kinnitada puurmasina

lauale või kruustangide vahele. Kui puur hakkab töötamise ajal kõrvale kalduma, siis peab teda kontrollima, nagu see oli näidatud eespool. Kontrollitakse enne, kui puur on tunginud sügavale metalli sisse. Sama sihiga teostatakse puurimist esiteks väiksema läbimõõdulise puuriga ja siis mulgu läbimõõduga võrdse puuriga. Ka sel juhul tuleb mulgu läbimõõt peaaegu alati veidi suurem puuri läbimõõdust; seda peab alati arvesse võtma. Kuni 10 mm läbimõõduga puuril suureneb mulk üldiselt 0,02—0,03 mm võrra. Kui mulgu läbimõõt ületab 10 mm, on mulgu suurenemine 0,05—0,1 mm. Mulgud peavad olema eriti täpsed, kui neid puuritakse edasise hõõritsemise otstarbel.

Nii kooniliste kui ka silindriliste sabadega spiraalpuuride mõõted on standarditud. Silindrilise sabaga puurid võivad omada 90 mitmesugust läbimõõtu 3—12 mm piirides, koonilise sabaga puurid aga 146 läbimõõtu 6—60 mm piirides.

Puuri jahutamine ja määrimine.

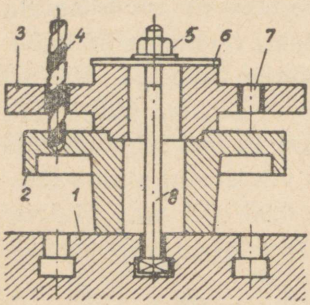
Puurimisel soojeneb puur; seejuures soojenemine võib ulatuda kuni 300—400°, nii et puur kaotab karastamisel saadud kõvaduse. Selle vältimiseks tarvitatakse jahutusvedelikke. Terase, tempermalmi, punase vase ja messingi puurimisel tarvitatakse mineraalõli või seebivett. Alumiiniumi puurimisel annavad häid tulemusi seebivesi ja petrooleum.

Hallmalmi ja pronksi puurimist teostatakse kuivalt, ilma jahutuseta, sest peenlaastud, eriti just malmil, moodustavad määrdega sitke massi, mis suurendab puuri hõõrdumist ja soojenemist.

§ 26. Puurimine konduktori järgi

Et sooritada mulgu puurimist, selleks teostatakse eelnevalt ettemärkimist. Märkimisoperatsioon nõuab suurt ajakulu ja kõrge kvalifikatsiooniga töölisi; seepärast toodete puurimine eelneva ettemärkimisega läheb väga kalliks. Erilist tähtsust omab see siis, kui puuritakse suurel arvul ühesuguseid detaile. Sel juhul osutub tun-

duvalt kasulikumaks kasutada konduktoreid, s. o. rakiseid, mis võimaldavad puurida mulke ilma eelneva ettemärkimiseta.



Joon. 79. Konduktor mulkude puurimiseks muhvipoolesse: 1 — puurmasina laud; 2 — muhvipool (detail); 3 — konduktor; 4 — puur; 5 — poldimutter; 6 — seib; 7 — karastatud terasest puks puuri juhtimiseks; 8 — polt detaili laua külge kinnitamiseks ja konduktori surumiseks detaili vastu.

Konduktor kujutab endast šablooni, milles on juhtpuksidega mulgud. Ta pannakse toote peale ja teostatakse siis puurimist läbi šabloonis olevate mulkude. Sel kombel on võimalik piirduda ainult ühekordse märkimisega, nimelt konduktori kaane märkimisega. Siis pole enam vaja märkida toodet.

Peale selle, et jääb ära toote märkimine, on tähtis ka asjaolu, et konduktor on puurile juhtrakiseks, mis ei luba puuril töötamise ajal kõrvale põikuda. Sel kombel saadakse konduktori abil palju täpsemad mulgud kui ilma konduktorita töötamisel.

Konduktori kuju ja ehitus sõltuvad töödeldava toote kujust. Joonisel 79 on näidatud konduktor mulkude puurimiseks muhvipoolesse, mille ülesandeks on kahe võlliotsa ühendamine. Sellesse konduktorisse on asetatud karastatud puksid.

Konduktori kasutamine tunduvalt lihtsustab ja odavdab tööd.

§ 27. Praktilisi juhiseid mulkude puurimiseks

Puurmasinal töötades tuleb silmas pidada järgmisi nõudeid:

1. Enne puurimise algust peab suure kärniga süvendama ettemärgitud mulgu tsentrit.

2. Iga mulgu märkimine peab toimuma selliselt, et puur lõikaks maha ainult poole pealemärgitud kärniaukudest, kuna teine pool jääks puurimise õigsuse kontrollimiseks.

3. Kruustangidesse kinnitatud toote poltidega laua külge kinnitamist peab teostatama selliselt, et ese ei kaarduks ega painduks kinnitamise tagajärjel; vastasel korral mulgud tulevad ebatäpsed.

Puurimist teostatakse kas märkimise järgi või konduktoriga.

Esimest viisi tarvitatakse individuaaltootmisel, teist aga masstootmisel.

4. Toote kinnitamine laua külge peab olema niivõrd kindel, et ta ei muudaks töötamise ajal oma asendit. Igasugune, isegi kõige väiksem toote paigaltnihkumine tekitab mulgu ebatäpsust ja vildakust.

5. Puur peab olema kindlalt kinnitatud puurmasina padrunisse; väiksemgi lõtk ja logisemine mõjutab mulgu täpsust ja põhjustab puuri murdumist.

6. Puurmasina spindli, puuri ja töödeldava toote telgjooned peavad ühtima; igasugune kõrvalekaldumus tekitab mulgu vildakust, suurendab tema läbimõõtu ja võib põhjustada puuri murdumist.

7. Suure läbimõõduga mulkude puurimisel on hõlpsam esiteks läbida mulk väikese puuriga, mille läbimõõt peab võetama ligikaudu võrdsena suure puuri põiktera paksusega, ja pärast seda juba puurida suure puuriga.

8. Puurmasina laud peab olema õiges tasapinnas, s. t. peab olema perpendikulaarne puurmasina spindli telgjoonega; kui seda tingimust ei täideta, tulevad mulgud viltused.

9. Mulgu täpsus on seda suurem, mida jäigem on puurmasin. Kerge ja nõrk puurmasin, mille spindel või kere vetruvad töötamise ajal, annab vähem täpse mulgu; seepärast tuleb säärasel puurmasinal töötada väiksema pöörlemiskiirusega ja vähemate puuri ettenihetega.

§ 28. Mulkude hõõritsemine

Puuri abil ei saada täpseid ega siledaid mulkusid. Seepärast neil juhtudel, kui on tarvilik saada täpseid ja puhtaid mulkusid, toimub töötlemine kõigepealt puuriga ja pärast seda hõõritsaga.

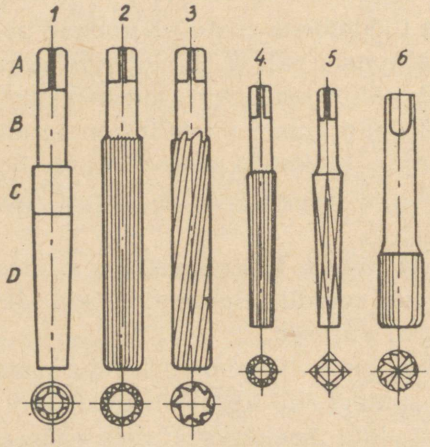
Hõõritsemist võib teostada käsitsi, pöörates hõõritsat pööraga, aga ka puurmasinatel või treipinkidel.

Remont-koostamistöödel tuleb lukksepal sagedamini kasutada käsihõõritsat.

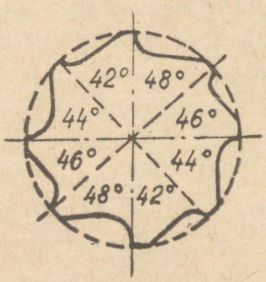
Hõõrits kujutab endast karastatud terasest varrast lõikeservadega, mis on suunatud piki telge või mööda spiraaljoont (joon. 80). Hõõritsa ühte otsa on tehtud neljakandiline pea A, millele järgnevad

silindriline kael B, silindriline osa C ja kooniline lõikeosa D. Hõõritsat pööratakse pööra abil, mis pannakse tema pea A otsa. Osad C ja D on varustatud lõiketahkudega. Hõõritsa osal D on ülesandeks laiendada mulku, osal C aga — ainult teda kalibrida.

Hõõritsad valmistatakse mitme lõiketahuga (joon. 81). Mõnikord asetsevad nende hambad erineval kaugusel üksteisest. See tehakse selleks, et hõõritsa pööramisel hambad ei saaks sattuda eel-



Joon. 80. Hõõritsaid: 1 — harilik; 2 — silindriline; 3 — spiraalne; 4 ja 5 — koonilised; 6 — lühike.



Joon. 81. Hõõritsa hammaste asetus.

mistesse, nende eneste poolt tehtud süvenditesse ja sellega rikkuda hõõritsetavat mulku. Tahkude arvu suurenemisel suureneb ka lõikeservade arv ja järelikult paraneb hõõritsa juhtimine ning mulk tuleb täpsem. Pikitelge lõigatud hammastega hõõritsad pole töötamiseks sobivad, sest nad annavad ebapuhta mulgu. Siledama mulgu annavad hõõritsad, millede lõikeservad asetsevad spiraalselt. Koonilised hõõritsad võivad olla väga mitmesugused. Sõltuvalt nende ristlõikest kasutatakse neid väikeste mulkude puhastamiseks ja õgvendamiseks koonustihvtide alla.

Hõõritsa hammaste arv sõltub tema läbimõõdust ja kõigub kuuest (3—13 mm läbimõõdu puhul) kuni kuueteistkümneni (75 mm läbimõõdu puhul). Sooni on alati paarisarv, et oleks kergem mõõta hõõritsa läbimõõtu.

Silindriliste hõõritsate alumine osa on koonusekujuline, kuna ülejäänud osa on silindrikujuline.

Koonilised hõõritsad valmistatakse peaaegu alati väikeste hammastega. Nad tehakse kogu töötavosa pikkuses ühtlase kallakuga, nii et pikkuse iga 50 mm kohta väheneb läbimõõt 1 mm võrra. Niisiis hõõrits hakkab töötama peene otsaga ja tungib surve mõjul järk-järgult sügavamale.

Hõõrits pannakse alumise otsaga puuritud mulku. Tema neljakandilise pea otsa pannakse pöör ja, vajutades kergelt allapoole, hakatakse pöörama hõõritsat ainult ühes suunas, s. o. sinnapoole, kuhu on suunatud hammaste teravikud. Pööramine vastassuunas mõjub hõõritsale kahjulikult ja võib rikkuda pinna töötluspuhtust. Kinnijäämise vältimiseks peab hõõritsale peale vajutama ühtlaselt kogu töö kestel.

Töötamisel piirdutakse enamikel juhtudel ühe hõõritsaga. Ent kui mulgule esitatakse kõrgeid täpsuse ja tasapinna puhtuse nõudeid, siis kasutatakse kahte hõõritsat: jäme- ja puhthõõritsat. Mulkude puurimisel peab hõõritsemise jaoks jätma töötlusvaru 0,1—0,5 mm. Jämehõõritsemine suurendab läbimõõtu, puhthõõritsemine aga annab nõutava mõõte ja pinna töötlemispuhtuse.

Määrdeks ja jahutuseks tarvitatakse mulkude hõõritsemisel terase ja tempermalmi puhul mineraalõli; hallmalmis, pronksis ja messingis hõõritsetakse mulkusid kuivalt.

§ 29. Mulkude süvitamine

Et laiendada mulgu ülemist osa, rakendatakse töötlemisprotsessi, mida nimetatakse süvitamiseks. Mulkusid süvitatakse harilikult poltide ja kruvide peade alla.

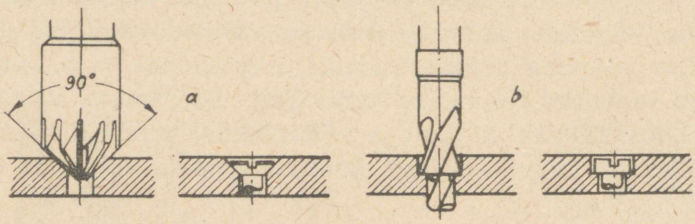
Süvitamist toimetatakse lõikeriistaga, mida nimetatakse süvisehk senkpuuriks. Mulkude koonuse peale süvitamisel kasutatakse mõnikord puure suurema läbimõõduga kui süvitatava mulgu läbimõõt.

Mulkude süvispuuriga süvitamise protsess ei erine millegi poolest puuri või hõõritsaga töötamisest. Silindrilised süvispuurid omavad erilist, mulgu sisse käivat juhttappi. Süvispuuridega töödeldud mulkusid näitab joon. 82.

Niisiis teostatakse süvitusega järgmisi töid:

1) mulkude lauptöötlemine — sileda pinna kujundamine mutri, seibi, poldi- või kruvipea alla;

2) silindrilise süvispuuriga süvitamine — astmeliste mulkude saamine salapäi monteeritavaile poldipeadele;



Joon. 82. Kooniline ja silindriline süvitamine. a — kooniline süvitamine; b — silindriline süvitamine.

3) mulkude süvitamist koonuse peale teostatakse koonilise salapeaga kruvide alla.

Süvispuuriga mulkude töötlemine toimub kas puurmasinal (kui süvispuur oma sabaga on asetatud hariliku puuri asemele) või käsitsi — pööra abil.

V peatükk

KEERMESTAMINE

§ 30. Kruvijoone kujundamine

Kui ekspluatatsiooni tingimuste kohaselt tuleb detaile sageli koost lahti võtta, kasutatakse nende ühendamiseks polte, kruve ja tihvtkruve.

Poldid, kruvid ja tihvtkruvid kujutavad endist silindrilisi vardaid, millede pinnale on lõigatud kruvikeere.

Kruvid ja tihvtkruvid kruvitakse otseselt detaili mulku, millesse on lõigatud sisekeere. Poldiga ühendamisel keeratakse poldi otsa mutter, mille mulgu sisse on lõigatud kruvikeere. Niisiis poldid varustatakse välise, mutrid aga sisekeermega.

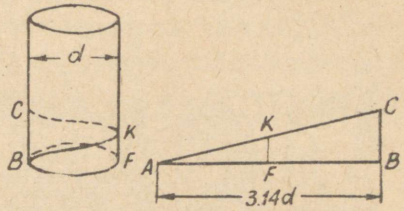
Keermestamine toimub eriliste keermestamisriistade: keermepuuride, -pakkide või lõiketera abil. Seda operatsiooni teostatakse käsitsi ja mehaanilisel teel tööpinkidel.

Keermestatud tooted esinevad alati paariviisi: mutter ja polt. Seepärast on olemas keermestusriistu sisekeerme lõikamiseks (näiteks keermepuurid) ja väliskeerme lõikamiseks (näiteks keermepakid).

Keermestamine on levinumaid lukksepatöö alasid.

Keerme kujundamise aluseks on kruvijoon.

Kruvijoone tekkimist võib kujutada järgmiselt. Võtame silindrilise varda (joon. 83) läbimõõduga *d* ja paberist väljalõigatud täisnurkse kolmnurga ABC, mille külg AB võrdub silindri ümbermõõduga (3,14 *d*). Kui kolmnurk ABC keerata ümber silindri niimoodi, et külg AB ühtiks silindri alumise põhja ümbermõõduga, siis kolmnurga teine külg BC paikneb silindri moodustajal, hüpotenuus AC aga kujundab kruvijoone. Seejuures kolmnurga külg BC moodustab kruvijoone sammu, joon AC aga — ühe keeru pikkuse ehk kruvijoone ühe keeru.



Joon. 83. Kruvijoone kujundamine.

Toodud näites omab kruvijoon tõusu vasakult paremale. Sellised kruvijooned moodustavad parempoolse keerme. Kui kruvijoon omab tõusu paremalt vasakule, siis ta moodustab vasakpoolse keerme.

Keere võib olla ühekäiguline, kahekäiguline ja mitmekäiguline. Keermed võivad erineda nii oma kujult kui ka suuruselt.

Vastavalt ülesandele kasutatakse mitmesuguseid keermesüsteeme. Keerme põhitüübid on: kolmnurkne Whitworth'i keere, meeterkeere ja gaasitorukeere. Nad on NSV Liidus standarditud.

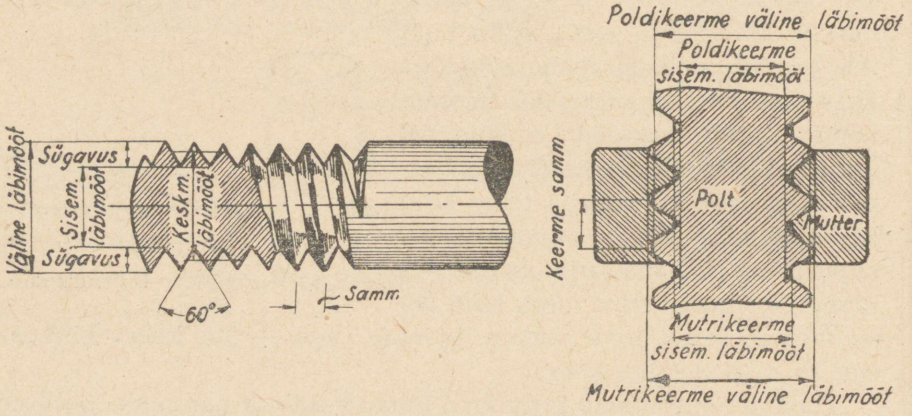
§ 31. Keerme-elemendid

Vaadeldes, mis tahes keermetüüpi, peab tähelepanu pöörama järgmistele elementidele: keermesammule, keermeprofiili nurgale ja keerme läbimõõdule.

Poltide ja mutrite läbimõõdud, samuti ka keerme-elemendid: samm, soonesügavus ning harjakõrgus ja profiilinurk on standarditud.

Keermesammuks nimetatakse kruvijoone ühe täispöörde alg- ja lõpp-punktide vahet piki silindri telgjoont. Meeterkeermel mõõdetakse sammu harilikult millimeetrites, tollkeermel aga keermeniitide arvuga keermestatud varda või mutri pikkuse 1 tolli kohta.

Ühekäigulisel kruvil võrdub samm keermeprofiili kahe naaberharja vahelaiusega, kahekäigulisel — kahe vahelaiusega, kolmekäigulisel — kolmega jne.



Joon. 84. Keerme-elemendid.

Keermeprofiili nurgaks nimetatakse nurka kolmnurga külgede vahel, mis tekib kruvi lõikamisel tema teljejoont läbiva tasapinnaga.

Keermes eristatakse kolme põhilist läbimõõtu: väline, sisemine ja keskmine (joon. 84). Keerme sisemine läbimõõt on välimisest väiksem kahekordse keermesügavuse võrra.

Torukeeret, mida varemalt nimetati gaasikeermeks, kasutatakse torude keermestamisel. Torukeermetise omapärasuseks on see, et tema mõõt käib toru sisemise läbimõõdu kohta. Keerme väline läbimõõt võrdub seega toru sisemise läbimõõduga pluss kaks seinapaksust. Näiteks torukeermele 1″ (25,4 mm) vastab keerme väline läbimõõt 33,25 mm.

Standard-keermeteks loetakse meeter- ja kolmekandilisi Whitworth'i süsteemi keermeid. Erinevus meeter- ja Whitworth-keermete vahel seisneb profiilnurga suuruses. Meeterkeermel on tippnurk 60°, Whitworth-keermel aga see nurk võrdub 55°.

Valmistamise kergendamiseks ja kokkupaneku hõlbustamiseks on keerme harjad tehtud nürid, sooned aga ümardatud, mistõttu harjadel ja soontes tekivad pilud.

Tabelis 8 on toodud standarditud kinnituskeermed, milledega varustatakse kinnitusdetaile.

Praktikas tuleb kõige sagedamini kasutada keeret OCT 32 ja OCT 33-6.

OCT-ides on näidatud poldi ja mutri väline ja sisemine läbimõõt.

Keermestamise tööriistad on väga mitmesugused. Nad sõltuvad nii keermeprofiilist kui ka keermestatava eseme mõõdetest ja kujust. Poldile ja mutrile võib keeret lõigata käsitsi või tööpingil.

Tabel 8

Standarditud kinnituskeermed

Järj. nr.	Keerme tüüp	OCT	Ting-märk	Välisläbimõõdu piirid
1	Whitworth'i süsteemi tollkeere, piludega harjadel ja soontes . . .	33-6	—	3/16—4"
2	Normaalne meeterkeere .	94	M	1— 5 mm
3	„ „ .	32	M	6— 68 „
4	„ „ .	193	M	72—600 „
5	Meeterkeere 1. peenike .	271	M 1	1—400 „
6	„ 2. „ .	272	M 2	6—300 „
7	„ 3. „ .	4120	M 3	8—200 „
8	„ 4. „ .	4121	M 4	9—150 „
9	„ 5. „ .	4122	M 5	42—125 „
10	Torukeere	226	Toru	1/8— 18"

Kõige õigemat, täpsemat ja keermeliitide arvu ja välismõõtude poolest kõige mitmekesisemat keeret saab valmistada treipinkidel, mis on varustatud keermestamisseadisega. Seesuguseid pinke nimetatakse treimis-keermestamispinkideks. Lukksepatöökojas kasuta-

takse keermestamiseks peamiselt vastavaid käsitsi keermestamise riistu.

Keermestamise tööriistad jaotatakse kolme liiki:

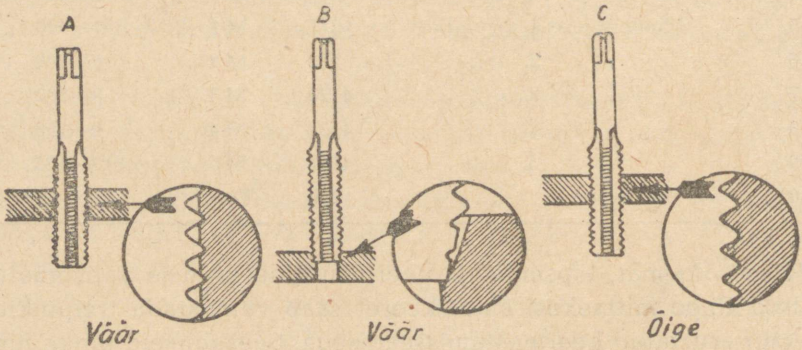
1) tööriistad mulkude keermestamiseks — keermepuurid;
2) tööriistad varraste keermestamiseks — keermepakid;
3) lõiketerad välis- ja sisekeerme lõikamiseks.

§ 32. Keermestatavate mulkude puurimine

Enne keerme lõikamist keermepuuriga peab tegema mulgu, mis vastaks antud keermepuurile. Keermestatava mulgu läbimõõdul on keermepuuri töös väga suur tähtsus, sest alamõõduline mulk raskendab keermepuuri tööd, suur mulk aga ei kindlusta täiskeerme saamist ega taga detailide kindlat ühendamist.

Keermepuuriga keermestamisel peab mulgul olema õige läbimõõt (joon. 85), veidi suurem keermepuuri keerme sisemisest läbimõõdust.

Kui mulgu läbimõõt on liiga suur, ei tule keere küllalt sügav ja poldi pingutamisega võib keeret hõlpsasti üle keerata (joon. 85 A). Kui mulk on liiga väike, ei mahu keermepuur tema sisse, jõuga sissekeeramisel aga jääb keermepuur kinni või koguni murdub (joon. 85 B).



Joon. 85. Keermestatava mulgu õige ja ebaõige suurus.

Pehmete ja sitkete metallide keermestamisel mulgu läbimõõt olgu suurem kui kõvade ja rabedate metallide puhul.

Suuremale osale detailidele on kruviühendite kindlus küllaldane, kui mutrikeere moodustab $^3/_4$ mutri üldsügavusest. Mitmesugustes käsiraamatutes ja õpikuis tuuakse valemeid, mis näitavad keermeelementide seost keermestatava mulgu läbimõõduga. Näitena toome järgmise valemi:

$$d = d_0 - 0{,}9\,S,$$

kus d — keermestatava mulgu läbimõõt;

d_0 — keerme välisläbimõõt;

S — keermesamm.

Peab õppima kasutama selliseid valemeid, ent praktikas võib tunduvalt kiiremini ja hõlpsamini kasutada eritabeleid, mis toovad mulkude läbimõõte mitmesuguste keermete jaoks.

Tabel 9

Puuride läbimõõt keermestatavatele mulkudele

Whitworth'i keere		Meeterkeere	
Keerme välisläbimõõt tollides	Puuri läbimõõt millimeetrites	Keerme välisläbimõõt millimeetrites	Puuri läbimõõt millimeetrites
$^1/_4$	5	5	4,2
$^5/_{16}$	6,5	6	5
$^3/_8$	7,9	8	6,7
$^7/_{16}$	9,2	10	8,4
$^1/_2$	10,5	12	10
$^5/_8$	13,5	14	11,7
$^3/_4$	16,4	16	13,7
$^7/_8$	19,25	20	17,1
1	22	22	19,1
$1^1/_4$	28	24	20,5
$1^1/_2$	33,5	27	23,5
$1^3/_4$	39	30	26
2	45	33	29
		36	31,5
		42	37
		45	40
		48	42
		52	46

Tabelis 9 on toodud puuride läbimõõdud meeterkeerme ja Whitworth'i keerme mitmesuguste läbimõõtude jaoks.

Neid tabeleid tuleb kasutada keermestatavate mulkude läbimõõtude valikul.

§ 33. Keermestamisvõtted keermepuuridega töötamisel

Keermepuur kujutab endast silindrilist terasvarba, millele on lõigatud keere. Piki keermepuuri on mõned sooned, mis moodustavad tema lõikeservi ning soodustavad laastude väljatulekut. Saba lõpus on nelikant, mille otsa seatakse pöör.

Keermepuurid võivad olla kas koonilised või silindrilised. Läbiulatuvate mulkude keermestamiseks kasutatakse koonilisi keermepuure, umbsete (mitteläbiulatuvate) mulkude jaoks aga silindrikujulisi keermepuure.

Lukksepa keermepuure kasutatakse tavaliselt komplektidena, mis koosnevad kolmest keermepuurist; see hõlbustab tööd ja annab puhtama keerme.

Keermepuuri nr. 1 nimetatakse eelpuuriks, sest temaga vaid alustatakse keerme lõikamist.

Keermepuuri nr. 2 nimetatakse keskmiseks; ta süvendab keeret.

Keermepuuri nr. 3 nimetatakse puhtaks, sest ta annab keermele vajaliku lõppkuju.

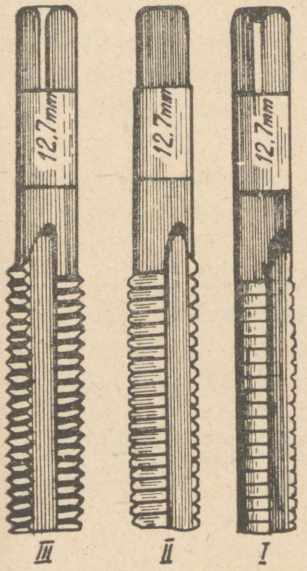
Lukksepa keermepuuride komplekt on näidatud joonisel 86. Keermepuurid jagunevad käsi- (lukksepa-) ja masinapuurideks, s. t. käsitsi ja pinkidel kasutatavateks.

Enamkasutatavate keermepuurisoonte kuju näitab joon. 87.

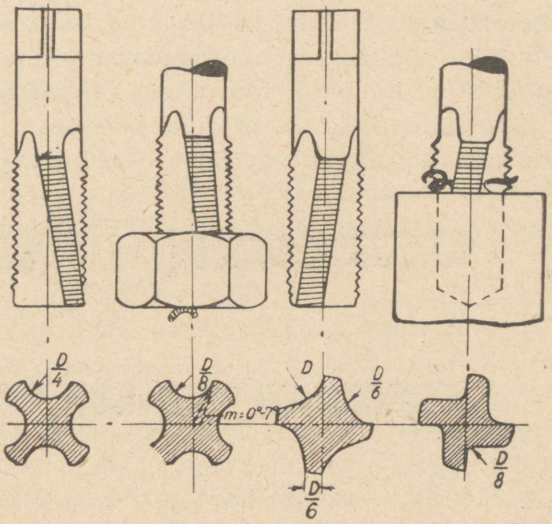
Käsitsi keermestamisel pole võimalik saavutada ühekorraga (ühe töökäiguga) täiskeeret, sest sel juhul keermepuur hakkaks võtma paksu laastu ja murduks ülepingutuse tõttu. Et ära hoida keermepuuri murdumist, tehakse esimene keermepuur kooniliseks sellise arvestusega, et tema ots mahuks vabalt keermestamise jaoks puuritud mulku. Selleks, et ühes keermepuuri tungimisega metalli sisse tõuseks järk-järgult ka pinge, peaks koonilisus ulatuma 40—50 keermeniidile. Selline pikk keermepuur osutub töös ebapraktiliseks;

seepärast valmistatakse neid kaks — esimene ja teine, kusjuures üks on teise töö jätkajaks.

Kooniliste keermepuuridega võetakse maha jämelaast, kuna silindriline (kolmas) keermepuur puhastab ja tasandab keeret. Kooniliste keermepuuride töötavosa tehakse esimesel puuril võrdne kogu lõikeosa pikkusega, teisel — selle poole pikkusega. Peamise, jämedama ja raskema töö teostab keermestamisel esimene keermepuur. Teine teostab vaid poole sellest tööst ja annab tootele täiskeerme, kolmas aga ainult tasandab, kalibreerib keeret. Seepärast võib vähem täpsete mulkude keermestamise puhul piirduda kahe esimese keermepuuriga ja ainult täpsete mulkude jaoks kasutada kolmandat keermepuuri.



Joon. 86. Komplekt lukksepa keermepuure: I — eelpuur; II — poolpuhas; III — puhas.



Joon. 87. Lukksepa keermepuuride enamkasutatavate soonte kuju.

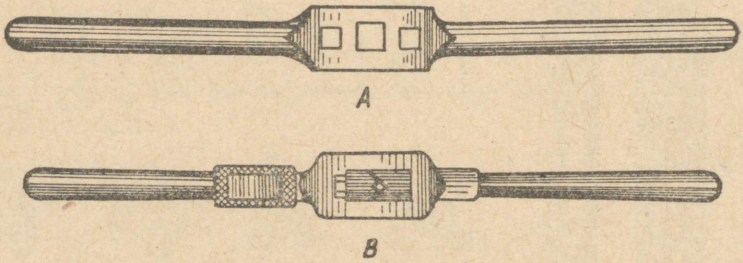
Silindrilised keermepuurid umbmulkude keermestamiseks tehakse silindrilise kujuga, väikeste sisseminekukoonustega, mis võrduvad esimesel keermepuuril kuue keermeniidiga, teisel — neljaga ja kolmandal — ainult kahega.

Silindriliste keermepuuride läbimõõdud tehakse samuti mitmesugused, ja nimelt: kolmanda keermepuuri läbimõõt tehakse suurem, esimese ja teise keermepuuri läbimõõdud aga väiksemad keerme normaalmõõdust.

Et keermepuurid lõikaksid kergelt, on vaja neil maha viilida või maha käiata hammaste tagapinnad (kuklad) nii koonilisel kui ka silindrilisel osal. Peale selle keermepuuride silindrilise osa hõõrdumise vähendamiseks keermestatavates mutrites on kasulik teha keere veidi kooniline (0,02—0,05 mm võrra). Seda saavutatakse keermepuuri läbimõõdu vähendamisega sabapoolses osas.

Käsi- (lukksepa) keermepuurid erinevad masinpuuridest selle poolest, et lõike-(töötav)osa on neil pikem.

Keermepuurid gaasitorude keermestamiseks tehakse komplektidena kahest puurist: esimene — eelpuur ja teine — puhas.



Joon. 88. Pöör: A — umbpöör; B — seadpöör.

Esimene, eelpuur peab andma 0,5—0,6 keerme sügavust, teine aga, puhas keermepuur, peab maha võtma ülejäänud 0,4—0,5 sügavust. Seepärast esimese keermepuuri väline läbimõõt peab olema 0,8 keermesügavuse kuni kogu keermesügavuse võrra väiksem teise läbimõõdust. Kõik teised läbimõõdud ja mõõted tehakse mõlemal keermepuuril ühesugused. Tehaste poolt väljalastavate keermepuuride mõõted on standarditud.

Peale ülaltoodud keermepuuride tüüpide kasutatakse lukksepatöö praktikas veel nõndanimetatud ema- või pakkide keermepuure keermepakkide keermestamiseks. Ema-keermepuur valmistatakse samuti kui mutri-keermepuur pika sissemineva osaga, et ta annaks puhta ja täpse keerme. Tema töötavosa pikkus on kaks korda suu-

rem kui masin-keermepuuridel. Ema-keermepuur võtab maha väga õhukest kihti; seepärast ta annab väga puhta ja täpse keerme.

Keermepuuri soonte kuju ja mõõted peavad rahuldama järgmisi nõudeid:

1) sooned peavad moodustama normaal-lõikamistingimustele vastavaid nurki;

2) soonte profiil peab olema selline, et keermepuuri mulgust väljakeeramisel laastud ei ummistaks ega rikuks keeret;

3) sooned ei tohi üleliia nõrgendada keermepuuri.

Keermepuurid valmistatakse heast süsinik-tööriistaterasest (margid У9—У12), 0,9—1,2% süsinikusisaldusega. Keermepuurid karastatakse ja noolutatakse õlgkollase muutevärvuseni. Keermepuurile märgitakse alati keerme läbimõõt, samm, number jne.

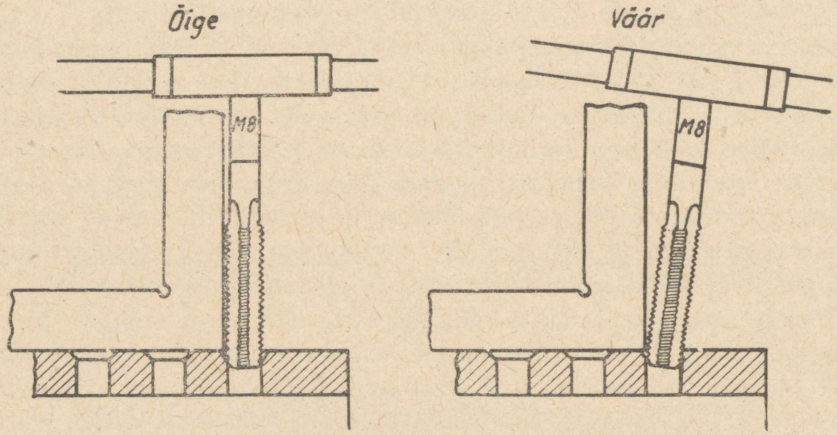
Keermestamise protsess seisneb järgnevas: keermepuur asetatakse puuritud mulku ja pööratakse keermepuuril oleva keerme suunas. Sisselõikuv keermepuur moodustab oma hammastikuga mulgus keermelisi sooni — keeret.

Praktiliselt sooritatakse keermestamist järgmisel kombel: toode kinnitatakse kindlalt kruustangide vahele. Mulku asetatakse kergelt õlitatud eel-keermepuuri ots. Keermepuuri sabale asetatakse pöör (joon. 88). Pööra otstest võetakse kinni mõlema käega ja, surudes tugevamini pöörale, hakatakse seda pöörama kellaosuti suunas (nõrgal surumisel keermepuur ainult koorib laastu, kuid ei lõika keeret). Kui keermepuur hakkab lõikama, vähendatakse survet, sest keermepuur hakkab ise igal täispöördel keermesammu ulatuses metalli sisse lõikuma. Paigale seadmisel ja keermepuuriga keerme lõikamisel peab pöörama tähelepanu sellele, et keermepuuri telgjoon ühtiks keermestatava mulgu telgjoonega. Kui see mulk asetseb täisnurga all keermestatava toote ülemisele tasapinnale, kontrollitakse õiget asendit nurgiku abil, nagu näitab joon. 89. Peab rangelt jälgima, et ei tekiks kaardumist. Selleks peab aeg-ajalt asetama nurgikut keermepuuri külje vastu ning kontrollima keermepuuri asendi perpendikulaarsust toote tasapinnaga. Töötamisel peab kätesurve pööra käepideme otstele olema täiesti ühesugune.

Kui keermestamise otstarbeks puuritud mulk on veidi suurem keermepuuri sisemisest läbimõõdust ja kui keermepuuril on õigekujulised sooned ning teravad lõikeservad, siis lõikab ta kergelt

ja vabalt. Aga kui millegipärast üks neist nõudeist pole täidetud, toimub keermestamine raskelt. Vahel juhtub isegi keerme ülekeeramist või keermepuuri murdumist.

Keermestamisel pööratakse keermepuuri harilikult järgmisel kombel: üks pööre paremale, siis poolpööret tagasi, siis uuesti ühe pöörde võrra edasi ja poolpööret tagasi jne. Edasi-tagasi pööramise tõttu lõikab keermepuur kergelt, sest sellega peenendatakse laastud.



Joon. 89. Keermepuuri õige ja väär asend keermestamisel.

Samal kombel teostatakse keermestamist ka keskmise keermepuuriga nr. 2 ja pärast seda juba puhta keermepuuriga nr. 3. Pärast keermestamise lõpetamist kontrollitakse keeret poldi või keermekaliibri abil.

Keerme headus keermepuuridega töötamisel sõltub õigest lõikenurgast, soonte profiilist, nende arvust, keermestatava mulgu läbimõõdust ja keermepuuri asendist keermestamisel.

Keermestamine muutub kergemaks ja keere tuleb puhtam, kui tarvitatakse määret. Terasest ja messingist toodete keermestamisele mõjub soodsalt seebivee tarvitamine. Muudest materjalidest toodete keermestamisel tarvitatakse tavaliselt värnitsat. Alumiiniumist detailide keermestamisel soovitatakse jahutamiseks tarvitada petrooleumi.

Malm- ja pronksesemeid keermestatakse ilma määrimata.

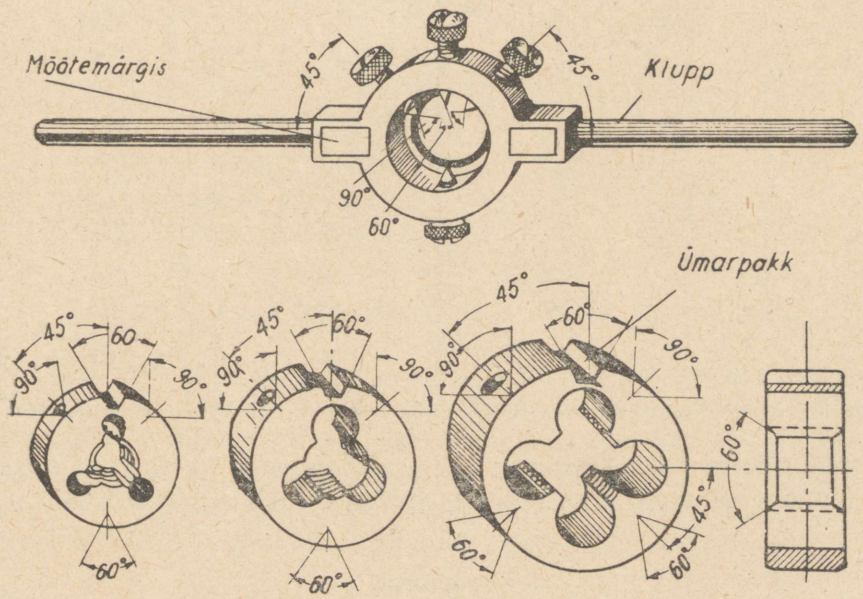
§ 34. Tööriistad väliskeerme lõikamiseks

Väliskeeret toodetel (kruvidel, poltidel) lõigatakse keermepakkidega või keermeplaatidega käsitsi või tööpinkidel. Varraste keermestamiseks kasutatakse keermepakke ja kluppe.

Ümarpakid

Ümarpakk kujutab endast ketast, millel keskel on kohase keermega varustatud mulk. Pakid valmistatakse ühest terasetükist.

Et pakk saaks lõigata, varustatakse tema keere mitme läbilõikega, mis moodustavad lõikeservadega väljaasteid (joon. 90).



Joon. 90. Mitmemõõtelised ümarpakid ja klupid nendele.

Mida suurem on keerme läbimõõt, seda rohkem läbilõikeid tavaliselt tehakse pakis. Et pakid saaksid keermestamisel varrast haarata, on pakkide pealemineku osa maha võetud.

Et pakkidega lõikamisel, samuti kui keermepuuridega lõikami-

sel tekib veidi metalli väljapressimist, peab keermestatava varda läbimõõt olema veidi väiksem keerme välisest läbimõõdust.

Tabelis 10 on toodud varda läbimõõdud vastavate keermete jaoks.

Tabel 10

Varraste läbimõõt keermestatavate poltide jaoks

Whitworth'i keere		Meeterkeere	
Keerme väline läbimõõt tollides	Varda läbimõõt millimeetrites	Keerme väline läbimõõt millimeetrites	Varda läbimõõt millimeetrites
1/4	6,19	5	4,89
5/16	7,7	6	5,86
3/8	9,3	8	7,83
7/16	10,8	10	9,8
1/2	12,4	12	11,7
5/8	15,6	14	13,7
3/4	18,7	16	15,7
7/8	21,8	20	19,6
1	25	22	21,6
1 1/4	31,3	24	23,6
1 1/2	37,6	27	26,6
1 3/4	43,8	30	29,5
2	50	36	35,4
		45	44,4
		52	51,3
		60	59,3

Näitena toome märkimisviisi meeterkeermega M 16 paki jaoks kluppidele nr. 3 või nr. 4: pakk M 16×24 OCT, pakk M 16×35.

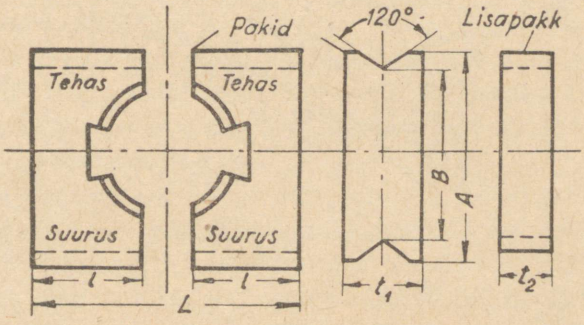
Seadpakid

Käsitsi keermestamisel kasutatakse kõige sagedamini seadpakke (joon. 91); nad koosnevad kahest poolest, milledesse on lõigatud keere ja milledes on olemas lõikeservi moodustavad sooned.

Sooned on teravate või ümardatud nurkadega. Viimane kuju on parem, sest et teravais nurkades võivad karastamisel tekkida praod (joon. 91).

Töötamiseks pannakse pakid klupi sisse (joon. 92), kus nad 120° uuretega vastavate juhtservade peale käivad. Pakipoolte ligistamine toimub poldi abil.

Igale keermemõõtele on olemas vastav paar pakke. Seadpakid valmistatakse ühes tükkis heast tööriistaterasest. Seejuures puuritakse sellesse terasetükki mulk, see keermestatakse ja siis lõigatakse terasetükk rauasaega pooleks. Pakke valmistatakse ka kahest tükist, mis keermestatakse ema-keermepuuridega lõplikult kokkupandud kujul klupi sees. Seejuures mõlema pakipoole vahele pannakse vaheleht. Esimest valmistusviisi tarvitatakse pakkide masstootmisel, teist aga — üksiktootmisel.



Joon. 91. Lukksepa seadpakid keermelõikamiseks (tab. 11 juurde).

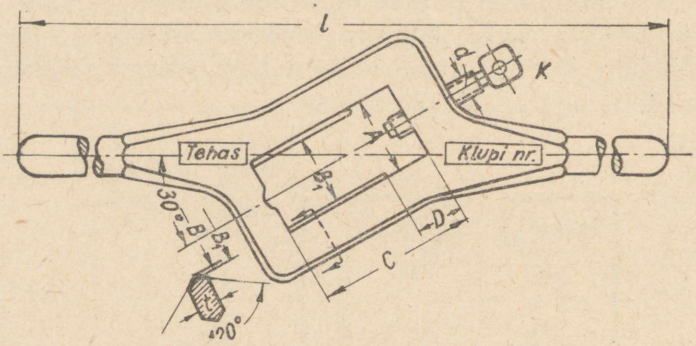
Ümmargused lahtilõikamata pakid annavad täiskeerme ühe töökäiguga, kuid selleks peavad nad olema valmistatud väga kõrgeväärtuslikust metallist ning pööramine peab toimuma suure jõuga. Neil kaalutlustel on käsitsi keermestamisel kasulikum kasutada seadpakke (kahest poolest); neile antakse mitmesugune kuju, sõltuvalt klupi ehitusest, millesse pakke töötamisel kinnitatakse.

Klupid

Klupp ümarpakkide jaoks on näidatud joonisel 90. Selle klupi raamil on ümarpakkidele vastav kuju; viimased kinnitatakse külgmulkudesse käivate kooniliste otstega kruvide abil.

Seadpakkide jaoks kasutatakse täisnurksete raamidega kluppe. Suurimat levikut omavad kaldraamiga Strubbsi pakid (joon. 92);

raami sisse pannakse täisnurksete pakkide mõlemad pooled. Klupiraam moodustab harilikult käepidemetega ühe terviku; kruvi K ülesandeks on pakkide ligistamine, mida teostatakse pärast iga töökäiku, kuni saadakse nõutavate mõõdetega keere. Kaldsed juhtservad klupi raamis vastavad pakkide nuutidele. Selline seadeldis annab võimaluse õieti tsentreerida pakke ja hoida neid töötamise ajal horisontaalasendis.



Joon. 92. Klupp lukksepa seadpakkide jaoks (tab. 12 juurde).

Lisapakk (joon. 91, paremal) seatakse äärmise paki ja klupikruvi vahele. Niisiis kruvi surve antakse pakile edasi lisapaki kaudu.

Pakipoolte ligistamist ja nende seadmist teatud läbimõõdule sooritatakse kruvi K abil.

Tavaliselt valmistatakse pakid selliselt, et nad võivad lõigata ainult ühes suunas, s. o. kellaosuti suunas pööramisel; seepärast, keerme ülekeeramise ärahoidmiseks ei soovitata tagurpidi pööramisel pakke kokku pigistada, s. o. tagurpidi keermestada.

Klupi mõõted on toodud tabelis 12.

Sulgudes toodud keerme läbimõõtude kasutamist tuleb võimaluse piirides vältida.

Lukksepal tuleb sageli endal valmistada pakke ja kluppe. Toome tabeli pakkide, lisapakkide ja kluppide mõõdetest, mis on määratud OCT-i järgi nende valmistamiseks (tab. 11 ja 12).

Lukksepa seadpakid valmistatakse legeeritud tööriistaterasest 0,8—1,5% süsinikusisaldusega.

Seadpakkide valmistamine toimub tavaliselt järgmiselt: võe-

takse kohaste mõõdetega terasetükk, valmistatakse kummagi pakipoole toortükid ja sobitatakse nad klupiraami sisse. Siis puuritakse keskkohta keermestatav mulk ja lõigatakse läbi õlisooned. Pärast seda toimub keermestamine.

Sellisel kombel valmistatud pakid karastatakse ja noolutatakse. Pakkide karastamist peab teostama vastavalt terase keemilisele koostisele, millest on valmistatud pakid. Karastamise temperatuur moodustab tavaliselt 750—780°, noolutamise temperatuur aga 200—250°.

Karastamisel tuleb silmas pidada järgmisi põhinõudeid: pakkide mõlema poole kuumutamine ning jahutamine peab toimuma üheaegselt, et saavutada ühesuguseid tulemusi.

Kuumutamise otstarbel on soovitav asetada pakid gaasitorusse puusüte sisse, mis kaitseb neid süsinikuvaeseks muutumise eest.

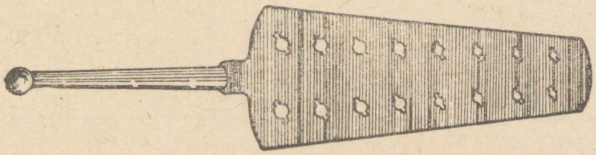
Nimetatud tingimuste mittetäitmisel saadakse karastamisel praaki või pakkide kasutamise iga lüheneb. Väär termiline töötlemine rikub esmajoones keeret.

Et vältida keerme rikkumist karastamisel, täidetakse sead- või ümarpakkide mulk enne karastamist asbesti või saviga; selle tagajärjel pakkide headus ja lõikevõime tõuseb tunduvalt pärast karastamist.

Keermeplaadid

Peenkruvide, läbimõõduga $^1/_8$—$^1/_4$ tolli (või kuni 6 mm), keermestamiseks kasutatakse keermeplaate. See tööriist kujutab endast (joon. 93) tööriistaterasest plaati, millesse on keermestatud rida mitmemõõdulisi mulke.

Lõikehammastiku moodustamiseks tehakse kaks soont. Pärast keermestamist ja soonte moodustamist kõigis mulkudes karastatakse keermeplaat.



Joon. 93. Keermeplaat keerme lõikamiseks.

Tabel 11

Lukksepa seadpakkide ja lisapakkide mõõted millimeetrites OCT 4259 järgi

Keerme nimi-läbimõõt		Pakid					Lisapakk	Klupi nr.
Tollkeere	Meeterkeere OCT 32-94	B	A	t_1	L	l	t_2	
1/4	M 6 (M 7)	16	19	7	24	11	5	1
5/16						10		
1/4; 5/16;	M 6 (M 7)					15	7	2
3/8	M 8 (M 9)	20	25	10	34			
	M 10							
(7/16); 1/2	(M 11) M 12					14		
3/8;	M 8 (M 9)							
	M 10					18		
7/16; 1/2;	(M 11) M 12	24	30	12	40	—	10	3
	M 14					17		
(9/16); 5/8	M 16					16		
5/8;	M 16, M 18					24		
3/4;	M 20	35	42	15	56	23	10	5
7/8; 1	M 22, M 24					22		4
1	M 24					35		
1 1/8;	M 27	50	60	22	82	34	12	
1 1/4.	M 30 (M 33)					33		
(1 3/8); 1 1/2	M 36 (M 39)					32		
1 1/2 (1 5/8);	(M 39) M 42					45		
1 3/4 (1 7/8);	(M 45) M 48	65	78	28	108		15	6
2	(M 52)					42		

Tabel 12

Kaldklupi mõõted millimeetrites (OCT 4258 järgi)

Klupi nr.	Nimi-mõõt	Klupp						Kruvi
		B_1	A	C	D	t	L	d
1	16	17	20	40	12	7	280	6
2	20	21	26	55	16	9	380	10
3	24	25	31	66	19	11	480	10
4	35	36	43	86	25	12	750	14
5	50	52	62	125	36	20	900	16
6	65	68	80	165	46	25	1000	20

Märkus: Pakid ja lisapakid on toodud tabelis 11. Klupi nr. 4 tähistamise näide: „Kaldklupp nr. 4 OST 4258."

§ 35. Praktilisi juhiseid väliskeerme lõikamiseks pakkidega

Seadpakkidega toimub keermestamine samuti kui keermepuuridegagi. Selleks pigistatakse polt kõvasti kruustangide vahele ja määritakse ta õliga. Siis pannakse poldi otsale pakid koos klupiga ja keeratakse kruvi, kuni pakkide hambad tungivad metallisse 0,2—0,5 mm sügavuselt. Edasi pööratakse klupp ühe täispöörde võrra ühele poole ja poolpöörde võrra tagasi, s. o. tehakse sedasama, mis mutri keermestamisel keermepuuriga. Jõudnud keerme lõpuni, keeratakse klupp tagasi tema algseisu. Nüüd pingutatakse jälle kruvi pakipoolte ligistamiseks ja läbitakse keere teiskordselt. Seda korratakse kuni täiskeerme saamiseni.

Keerme puhtus sõltub lõigatava laastu paksusest: mida õhem on laast, seda puhtamalt toimub lõikamine. Seepärast peab viimasel kahel töökäigul lõikama õhukest laastu (mitte üle 0,1 mm paksusega).

Peale seadpakkide kasutatakse ka tervikpakke, s. o. ühest tükist pakke (ümmargusi), milledega keermestamine toimub ühe töökäiguga. Pööramise kiirus peab sel juhul olema väga väike, õlitamine aga rikkalik, et vältida toote kuumenemist ja keerme rikkumist.

Pakkide kasutamiskõlblikkuse kestus on järgmine: hästi karastatud pakid hakkavad nürinema alles siis, kui nendega on lõigatud keermeid üldpikkusega 2000—3000 paki läbimõõtu; pärast seda antakse pakid ümberkeermestamisele.

Et hõlbustada tööd ja saavutada puhtamat keeret, tarvitatakse määrimiseks harilikult samu vedelikke kui keermepuuridega keermestamiselgi.

Pakkide kaardumise ärahoidmiseks on soovitav (kuni omandatakse küllaldane vilumus) hakata polti keermestama mitte otsast, vaid teda paki mulgust läbi pista kogu paki paksuselt. Korduval ühesugusel keermestamisel (mitu ühesugust polti, kruvi või tihvtkruvi) soovitatakse kriipsuga ära märkida pakkide asetus klupis.

Kui keermestatava varda läbimõõt on suurem, kui see on keermestamiseks nõutav, peab varrast parajaks viilima (kuni saadakse keermestamiseks vajalik normaalmõõt).

Et vältida pakkidega keermestamisel viltukiskumist, tuleb pöö-

rata erilist tähelepanu pakkide õigele asetamisele keermestatava varda otsa.

Mõnikord kasutatakse järjestikku keermestamise võtet: esimene töökäik toimub seadpakkidega, aga teine (lõplik, millega antakse vajalikud mõõted) ühest tükist valmistatud ümarpakiga. Seejuures tervikpakk peab tingimata sattuma seadpakkidega tehtud keermesammu sisse.

Keermepuuride ja poltide keermeprofiilid mõõdetakse šabloonide abil või erimõõteriistadega, mida nimetatakse keermekaliibriteks.

Kinnitamine keerme abil on igas tööstusharus kõige levinumaks kinnitusviisiks. Keerme valmistamise keerulisus seisab selles, et keerme headus ja täpsus on sõltuvad reast tegureist. Neist on järgmised kõige tähtsamad:

1) keermeprofiil,
2) keermesamm,
3) poldi välisläbimõõt,
4) poldi siseläbimõõt,
5) poldi keskläbimõõt.

Et hoida keermestamistööriistu korras ning saada kõrgekvaliteedilist keeret, peab nende tööriistadega hoolikalt ümber käima. Töö lõpul tuleb keermepuurid, -pakid ja -plaadid igakord hästi puhastada õlist ja mustusest. Pakid tuleb pärast tööd tingimata välja võtta klupi raamist. Pakid ja keermepuurid hoitakse puitkastides, kusjuures igale tööriistale peab tingimata olema ette nähtud oma pesa, mis oleks kohane temale kujult ja suuruselt.

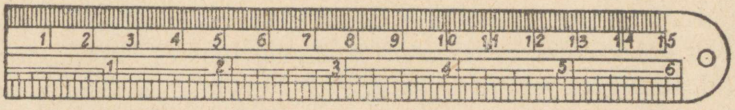
Käsitsemise hõlbustamiseks ja vigade vältimiseks peavad kõik rakised ja tööriistad, mida kasutatakse keermestamiseks, olema varustatud vastava märgisega, mis näitaks ära tööriista mõõted ja tema numbri komplektis. Tähelepanelik lukksepp ei eksi siis kunagi töö juures.

LIHTSAMAID KONTROLL-MÕÕTERIISTU

§ 36. Mõõtejoonlaud

Pikkuse mõõtmiseks kasutatakse lukksepatöös mõõtejoonlaudu, kokkupandavaid meetreid ja mõõtelinte.

Mõõtejoonlaudadel, kokkupandavail meetreil ja mõõtelintidel

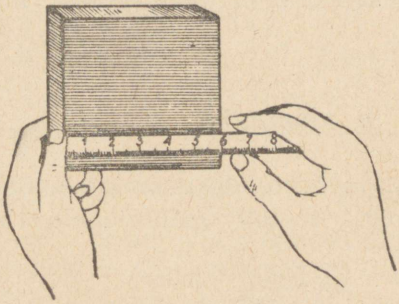


Joon. 94. Mõõtejoonlaud.

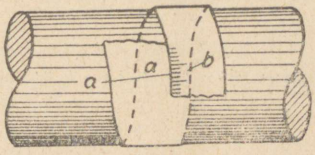
on meeterjaotused (sentimeetrid, millimeetrid), vahel aga ka tollijaotused.

Joon. 94 on kujutatud mõõtejoonlaud, kus ühel poolel on millimeetrid, teisel aga — tollid. Tollid pikkusmõõduna on käesoleval ajal harva kasutusel; neid kasutatakse peamiselt poltide ja mutrite keerme mõõtmiseks.

Mõõtmine toimub mõõte-



Joon. 95. Pikkuse mõõtmine mõõtejoonlauaga.



Joon. 96. Ümbermõõdu mõõtmine mõõtelindiga.

joonlaua või mõõtelindi asetamise teel tootele, kusjuures jaotuste algpunkt ehk null peab ühte langema mõõdetava toote ühe otsaga (joon. 95). Siis loetakse, millisele joonlaua jaotusele tuleb toote teine ots. Väga sageli tuleb toote teine ots joonlaua jaotuste vahekohta. Sel juhul mõõdetakse silmaga jaotuse murdosa. Mõõtmise

täpsus sõltub joonlaua nulli õigest ühtimisest toote äärega ja ka vaatamise õigest suunast. Jaotused loetakse mõõtmisel ühe joone keskkohast teise joone keskkohani. Joonte laius joonlaual võib olla mitmesugune: 0,2—0,3 mm. Mida peenemad nad on, seda suurem on täpsus.

Mõõtmise täpsuseks nimetatakse vahet mõõtejoonlaualt loetud tulemuse ja toote tegeliku mõõte vahel.

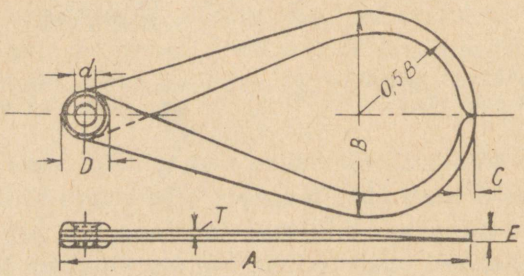
Seejuures meeterjaotustega terasjoonlaudadel on mõõtmise ebatäpsus 1 m pikkuse kohta lubatav kuni 0,75 mm ja 0,5 m pikkusele kuni 0,35 mm. Kulunud mõõtejoonlaudade mõõtmistäpsus on uutega võrreldes kaks korda väiksem. Kokkupandavad mõõtejoonlauad annavad väiksema mõõtmistäpsuse kui terviklikud, sest nende liigendühendused kuluvad (lõdvenevad) kiiresti, mille tulemusena mõõdetud pikkus on suurem kui ta tegelikult peaks olema.

Suurte mõõdete mõõtmiseks kasutatakse pikki mõõtejoonlaudu või terasmõõtelinte. Mõõtelindiks on 1—2 m pikkune lint, mis tavaliselt asetseb metallkarbikeses.

Peale pikkusmõõdete saab metallmõõtelindiga kindlaks määrata kaare pikkust täpsusega kuni 0,5 mm. Metall-lint keeratakse ümber silindri (joon. 96) ja loetakse ümbermõõt sealt kohalt, kus kriips puutub kokku nullpunktiga.

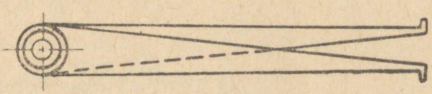
§ 37. Välistaster ja sisetaster

Väli- ja sisetastrite ülesandeks on mõõdete ülekandmine mõõtejoonlaualt tootele või ka, vastupidi, tootelt mõõtejoonlauale.



Joon. 97. Välistaster.

V ä l i s t a s t e r ehk kobisirkel (joon. 97) on kasutusel toote välismõõdete mõõtmisel, s i s e t a s t e r ehk augusirkel (joon. 98) — sisemõõdete mõõtmisel. Välis- ja sisetaster valmistatakse 0,2—0,4% süsinikusisaldusega konstruktsiooniterasest. Tastrite harud sageli tsementeeritakse, et suurendada nende kõvadust ning vähendada kulumist mõõtmisel. Välis- ja sisetastrite liigendid ei tohi olla liiga lõdvad ega liiga kanged. Välistastri harudel peab olema selline kuju, et nad ei saaks vetruda. Et lukksepal endal tuleb sageli valmistada välis- ja sisetastreid, toome siinkohal nende põhimõõdete tabeli.



Joon. 98. Sisetaster.

T a b e l 13

Välis- ja sisetastrite mõõted (millimeetrites)

A	75	100	125	150	200	250	300	400	500	750	1000
B	39	52	65	78	104	130	156	208	260	390	520
D	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45
C	2	2,5	3	3,5	4	4	4,25	5	5	6	6
T	1	1,25	1,5	1,7	2	2	2,25	2,25	2,5	3	3,5
E	2	2,5	3	3,5	4	4	4,5	4,5	4,5	5	5
d	4	5	6	6	8	8	10	10	12	12	15

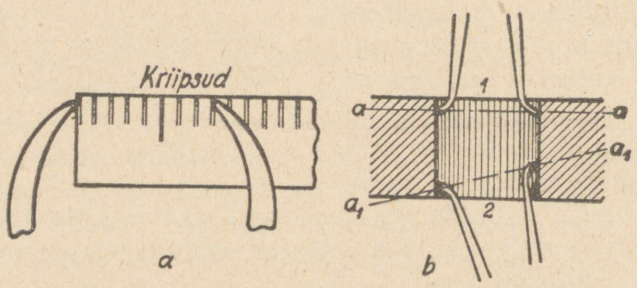
Tabelis on tähtedel järgmine tähendus:

A — välis- või sisetastri üldpikkus;
B — välistastri laius;
C — välistastri haruotsa laius;
D — liigendiseibi läbimõõt;
T — välis- ja sisetastri harude paksus;
E — välistastri haruotsa paksus;
d — needi (liigendi) läbimõõt.

Harud on ühendatud ühise teljega, mis needitakse seibides. Harud peavad liikuma kangelt, et nad saaksid alal hoida neile mõõtmisel antud asendi; seepärast peab nende telg olema korralikult välja trei-

tud ja tihkelt sobitatud harude ja seibide mulgule. Et teha sujuvaks harude liikumist teineteise suhtes, võib panna nende vahele kollasest vasest seib paksusega 0,25—0,5 mm.

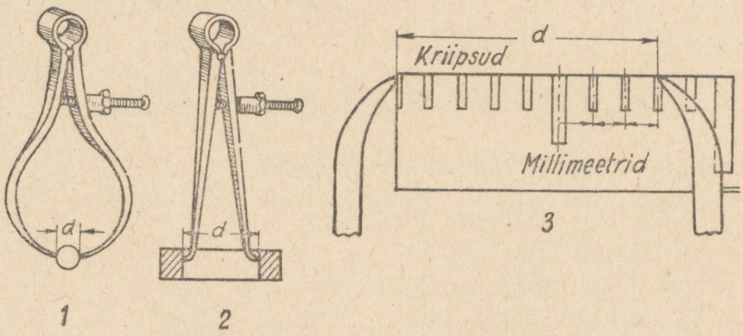
Liigendi telg tehakse sageli õõnes (torukujuline), et oleks ker-



Joon. 99. Välis- ja sisetastriga mõõtmine:
a — välistastri harude õige asetamine mõõtejoonlauale; b — sisetastri harude asetus mulkude mõõtmisel: 1 — õige; 2 — väär.

gem suurendada tema läbimõõtu, kui mõõteriista harud hakkavad lõdvenema. Liigendi läbimõõdu suurendamist teostatakse sel puhul hariliku lukksepatorni abil.

Välis- ja sisetastri valmistamisel peab pöörama erilist tähele-



Joon. 100. Välis- ja sisetastri kasutamine:
1 — välistastriga mõõtmine; 2 — sisetastriga mõõtmine; 3 — mõõtetulemuste lugemine mõõtejoonlaualt.

panu sellele, et harude otsad puutuksid teineteisega kokku kogu nende paksuses, sest sellest sõltub mõõtmise täpsus. Kui välis- ja sisetastri harud liiguvad paigalt kerge käepuudutuse või toote riiva-

mise tagajärjel, suurendatakse harudevahelist hõõrdumist, tagudes laiemaks telge seibides või lüües teljeõõnsusesse koonilist torni.

Välistaster on paksuse mõõtmiseks. Välistastri harude õige asetamine mõõtejoonlauale on näidatud joon. 99 a.

Sisetastri kasutamisel peab teda asetama mulgu sisse püstloodis. Mulgu õige mõõt saadakse ainult siis, kui sisetaster ei ole viltu, s. o. kui tastri harude otsi läbiv joon *aa* (joon. 99 b) on perpendikulaarne mõõdetavate tasapindadega. Olenevalt töölise tähelepanelikkusest ja silmanägemisest võib mõõtmise täpsus kõikuda 0,1—0,5 mm piirides.

Joon. 100 on toodud vedruga välis- ja sisetaster. Mõõtmistel lastakse laiali mutri abil välis- ja sisetastri harud ning seatakse nad mõõdetavale tootele. Saadud vahemaa kantakse üle mõõtejoonlauale, asetades ühe haru joonlaua otsa vastu ning teise haru joonlaua pinnale, ja loetakse siis joonlaua näide.

§ 38. Sirkel, rismus ja tallaga nurgik

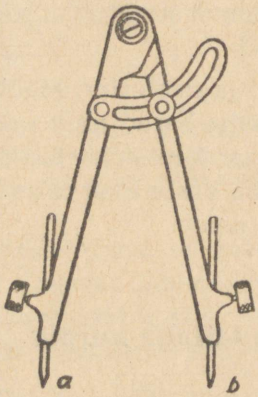
Sirkel (joon. 101) ja rismus (joon. 102) kuuluvad mõõteriistade gruppi; nende ülesandeks on peamiselt pikkusmõõdete ülekandmine detailidele nende märkimisel.

Sirkel peab olema raskelt liikuv; seepärast harilikud liigendpead, millised on välis- ja sisetastritel, siin juba ei kõlba, sest nad ei kindlusta harude vahekauguse alalhoidmist töötamisel. Et sirkliga tuleb tõmmata jooni metallist detailidele, on tema harude poolt ületatav takistus üsna tunduv. Selleks, et sirkliga töötamise ajal vahemaa tema harude vahel ei saaks muutuda, varustatakse sirkel segmendi ja kruviga, mis lubavad hargistatud harusid tugevasti kinni keerata.

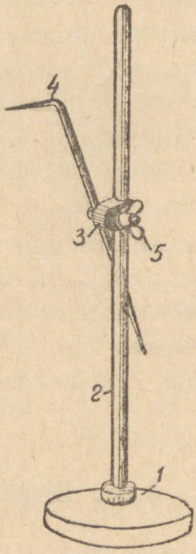
Märksirkli harude teravikud tehakse mõnikord vahetatavad. See võimaldab korrastada ning vahetada harusid ja sel teel pikendada sirkli kasutamise iga, vähendamata märkimise täpsust.

Rismus ehk sammasmärgits on märkimislaua pinnaga paralleelsete joonte tõmbamiseks. Rismus koosneb massiivsest lihvitud

alusest 1, mille keskel on sammasvarras 2 liikuva nõelahoidjaga 3; viimase ülesandeks on märknõela 4 kinnitamine. Kui lahti keerata tiibkruvi 5, mis kinnitab nõelahoidjat 3, võib seda ühes märknõelaga 4 alla lasta, tõsta, ümber horisontaaltelje pöörata ja mis tahes asendis kinnitada sammasvardale 2. Sel kombel saavutatakse märknõela teraviku vajalik kõrgus laua pinnast.



Joon. 101. Märksirkel: a ja b — sissepandavad vahetatavad teravikud.



Joon. 102. Rismus.

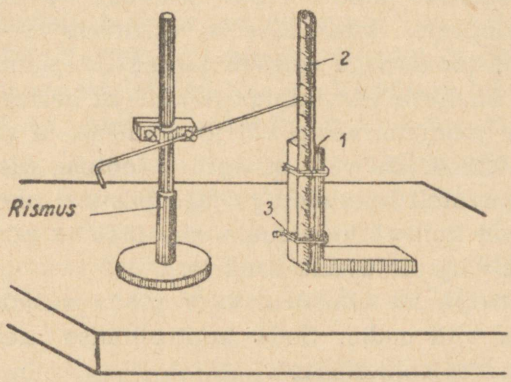
Kui nihutada rismuse alust mööda lauda edasi, saab märknõela teravikuga tõmmata märgitavale tootele laua pinnaga paralleelseid jooni.

Rismuse märknõel ja sammasvarras 2 peavad olema jäigad ega tohi painduda märkimise ajal. Peale selle peab märknõel olema terav; mida peenemaid jooni ta tõmbab, seda täpsem on märkimine.

Tallaga nurgikut (joon. 103) kasutatakse vertikaalmõõdete märkimisel; ta on rismusega töötamisel käepärane käsitseda.

Tallaga nurgik koosneb massiivse aluse külge kinnitatud mõõtejoonlauast; talla alumine pind tehakse täiesti sile, et ta tihkelt ligi hoiduks märkimisplaadi pinnale. Märkimisel seatakse rismuse märk-

nõela teravik joonlaua vastavale jaotusele ja siis tõmmatakse selle jaotuse kõrgusi horisontaaljooni märgitavale tootele.

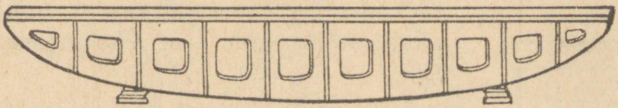


Joon. 103. Rismuse kasutamine: 1 — malmist nurgik; 2 — mõõtejoonlaud; 3 — pitskruvi.

§ 39. Mõõteriistad tasapindade kontrollimiseks

Enamkasutatavad mõõteriistad tasapindade kontrollimiseks on: kontroll-joonlauad, plaadid, nurgikud, kaabitsemisplaadid ja vesilood.

K o n t r o l l - j o o n l a u d a (joon. 104) kasutatakse suurte tasapindade õigsuse kontrollimiseks (väikesi tasapindu kontrollitakse lihtsa täisnurkse või fassongterasest joonlaua abil). Kontroll-joonlauad valmistatakse malmist.



Joon. 104. Kontroll-joonlaud.

Pärast valamist hööveldatakse kontroll-joonlaua töötavpinnad jämedalt üle. Siis hoitakse joonlauda laos 1—2 aastat, et vältida töötlemisele järgneda võivat kaardumist. Pärast seda toimub puhtakshööveldamine ja täppiskaabitsemine kontroll-plaatidel. Vaja-

liku tugevuse saavutamiseks varustatakse kontroll-joonlauad rea ribidega.

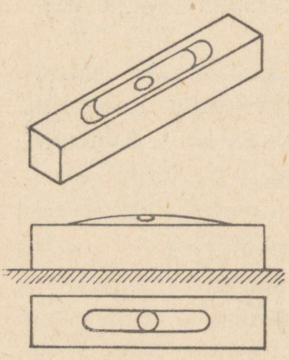
Kontroll-joonlaua pikkus võib kõikuda vajaduse kohaselt 500—3000 mm piirides, kuna laius on vastavalt 40—90 mm.

Töö kontroll-joonlauaga seisneb järgnevas. Kontrollitava toote pind kaetakse õhukese värvikihiga (tavaliselt berliinisinisega). Siis seatakse toode joonlaua vastu või joonlaud toote vastu ja libistatakse neid vastamisi. Kui värv oli kantud tootele, siis ta hõõrutakse maha väljaulatuvatelt kohtadelt ja jääb püsima ainult lohkudesse; kui aga värv oli kantud joonlauale, siis jääb ta püsima kontrollitava tasapinna väljaulatuvaile osadele.

Pärast kontrollimist võetakse värv pinna väljaulatuvailt kohtadelt kaabitsa abil maha. Seda kontrollimise meetodit nimetatakse „värviga kontrollimiseks".

K o n t r o l l p l a a d i d valmistatakse nagu suured kontroll-joonlauadki keskmise kõvadusega malmist. Kontrollplaadid võivad olla kas ruudu- või rööpkülikukujulised. Tavaliselt peetakse kinni järgmistest mõõdete vahekorrast:

Laius	0,45 pikkust
Raami kõrgus	0,15 „



Joon. 105. Toote horisontaalasendi kontrollimine vesiloodi abil.

Kontrollplaatide valmistamise kord ja nendel töötamine on samasugune nagu ülalkirjeldatud kontroll-joonlaudadel.

V e s i l o o d. Toote pinna horisontaalsuse kontrollimiseks ja horisontaaljoonest kõrvalekaldumise suuruse kindlaksmääramiseks kasutatakse mõõteriista, mida nimetatakse vesiloodiks ehk vaaderpassiks (joon. 105).

Vesiloodi kasutatakse esemete seadmisel horisontaalasendisse, mis on väga sageli nõutav seadmestiku kokkupanekul (montaažil). Vesilood koosneb metallkarbikesest, millesse on paigutatud kaks või kolm õhumulliga klaastorukest. Need õhumulliga torukesed on asetatud selliselt, et oleks hõlpus vaadata õhumullide liikumist. Kui torukesel

on vastav kuju, hakkab õhumull torukese kallutamisel liikuma, jäädes igal juhul püsima kõige kõrgemasse punkti. Vesiloodi torukesed täidetakse piirituse, eetri või veega. Eelistatakse eetrit või piiritust nende madala külmumistemperatuuri tõttu (eetril —118° ja piiritusel —110°). Piirituse või eetriga täidetud vesiloodid võimaldavad töötamist temperatuuridel alla 0°. Vedelikku võetakse niipalju, et torukesse jääks peale mõlema otsa kinnijootmist väike õhumull.

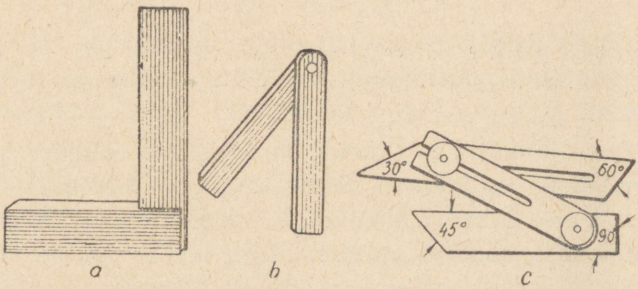
Kontrollimisel pannakse vesilood kontrollitavale tasapinnale ja kui õhumullikese keskkoht peatub klaasi söövitatud kriipsu kohal, siis tähendab see, et tasapind on horisontaalne ning vastab vesiloodi kere telgjoone suunale. Horisontaalsuse igakülgseks kontrollimiseks asetatakse vesilood kontrollitavale tasapinnale mitmes kohas ja suunas.

Vertikaalsuunda kontrollitakse painduvale niidile riputatud tinaloodiga.

§ 40. Mõõteriistad nurkade kontrollimiseks ja mõõtmiseks

Lukksepatöö praktikas tekib sageli vajadus kontrollida ja mõõta mitmesuguseid nurki.

N u r g i k 90° (joon. 106 a) on kasutatav välimiste ja sisemiste täisnurkade kontrollimiseks. Nurgik peab olema hoolikalt valmis-

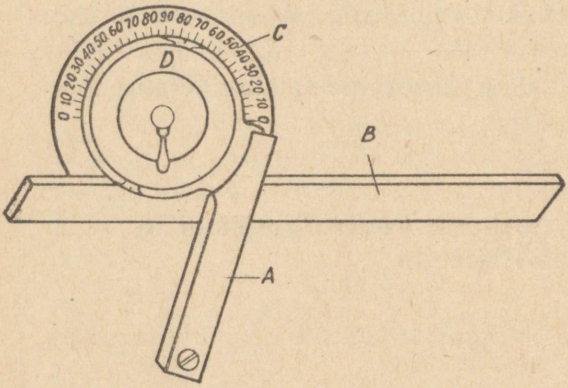


Joon. 106. Lihtsaimad mõõteriistad nurkade mõõtmiseks: a — nurgik täisnurkade mõõtmiseks; b — lihtne seadnurgik nurkade mõõtmiseks; c — kombineeritud seadnurgik 30°, 45°, 60° ja 90° nurkade mõõtmiseks.

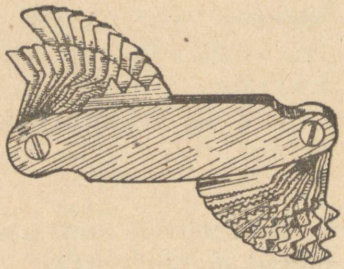
tatud. Nurgiku servad kaabitsetakse kuni 0,01 mm täpsusega, tasapinnad aga lihvitakse hästi siledaks.

S e a d n u r g i k. Terav- ja nürinurkade mõõtmiseks kasutatakse nurgamõõtjaid. Lihtsamaks nurgamõõtjaks on seadnurgik (joon. 106 b). Seadnurgik kujutab endast kahte täpselt väljatöötatud joonlauda, mis on ühest otsast liigendiliselt ühendatud. Mõnikord kasutatakse ka kombineeritud seadnurgikuid (joon. 106 c).

U n i v e r s a a l n u r g a m õ õ t j a. Täiuslikumaks nurkade mõõteriistaks on universaalnurgamõõtja (joon. 107), mille abil saab mõõta igasuguseid nurki kuni $^1/_{12}°$ (5') täpsusega. Universaalnurga-



Joon. 107. Universaalnurgamõõtja; A — liikuv joonlaud; B — liikumatu joonlaud; C — liikumatu rõngas; D — liikuv rõngas.



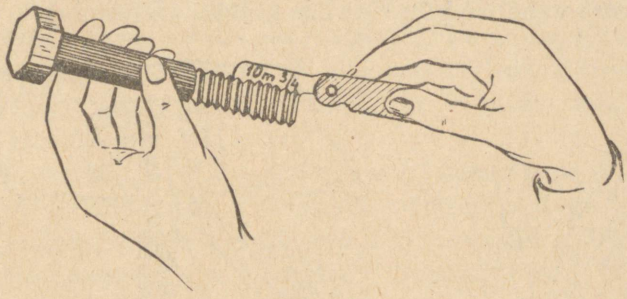
Joon. 108. Keermekaliiber meeterkeerme mõõtmiseks.

mõõtja kujutab endast kombinatsiooni seadnurgikust ja mallist (180 osaks jaotatud poolringist). Mõõdetava nurga suurus loetakse malli skaalalt.

K e e r m e k a l i i b e r (joon. 108) kujutab endast komplekti õhukesi teraslehti, milledesse on lõigatud standardsete Whitworth-keermete või meeterkeermete profiilid. Keerme kontrollimisel valitakse vajalik leht, asetatakse ta kontrollitavale poldile või mutrile ja vaadatakse vastu valgust kõrvalekaldumist keermesammus (joon. 109).

Keermekaliibri kasutamise puhul toote keerme kindlakstegemi-

seks tuleb keermele asetada järgemööda mitu lehte. Passitatakse, kuni leitakse vajaliku keermesammuga lehtplaadike. Igal keermekaliibri lehtplaadikesel on pealkiri keermemõõdete äratähendamisega.



Joon. 109. Tollikeerme kontrollimine keermekaliibriga.

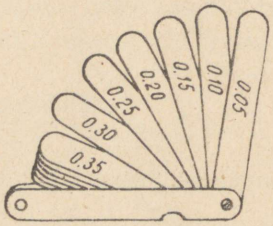
§ 41. Lehtkaliiber

Lehtkaliibrit (joon. 110) kasutatakse pilu suuruse kindlakstegemiseks kahe ühendatud detaili vahel. Lehtkaliiber kujutab endast komplekti karastatud teraslehti mitmesuguses paksuses. Lehed on liigendiliselt ühendatud pidemega, kusjuures lehtkaliibri iga lehte saab välja keerata nagu liigendnoa tera. Lehtede paksus antakse millimeetri osades: 0,04; 0,05; 0,08; 0,10; 0,15; 0,20 mm jne. kuni 1 mm. Lehtkaliibri lehtede arv on 8—22. Lehtede pikkus kõigub 60—75 mm piirides, 10—12 mm laiuse puhul.

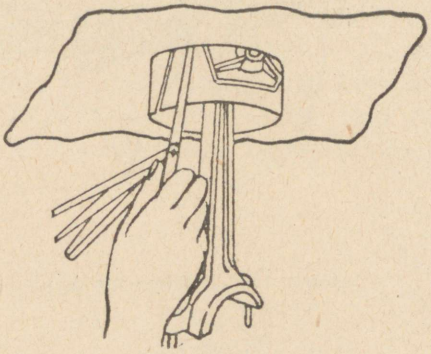
Lehtkaliibri kasutamise viis on väga lihtne. Kui on vaja kindlaks määrata pilu suurust, võetakse välja lehtkaliibri leht, mis oma paksuselt näib silma järgi sobivat mõõdetavale pilule. Hoides kinni lehtkaliibri käepidemest, katsutakse pista lehte mõõdetavasse pilusse detailide vahel. Kui leht läbib pilu vabalt, „mänguruumiga", tuleb katsuda torgata pilusse järgmine paksem leht. Kui esimene, silma järgi võetud leht ei mahu pilusse, katsutakse torgata pilusse järgmist, õhemat. Selliselt valides leitakse vajalik leht, mis mahub pilusse tihkelt ning logisemata. Tema paksus näitabki mõõdetava pilu suurust. Lehe paksuse valikul võib kasutada mitte ainult iga

lehte eraldi, vaid ühekorraga ka mitu lehte kokkupandult. Viimasel juhul kokkupandud lehtede paksuse summa näitabki mõõdetava pilu suurust.

Joon. 111 on toodud näide lehtkaliibri kasutamisest mootori silindri ja kolvi vahelise pilu suuruse kindlaksmääramisel.



Joon. 110. Lehtkaliiber pilude mõõtmiseks.



Joon. 111. Lehtkaliibriga pilu kindlaksmääramine mootori silindris.

Lehtkaliibrite kasutamisel peab hoolitsema lehtede korrashoiu eest. Lehed peavad olema puhtad. Lubamatu on lehtedel mõlkide olemasolu. Samuti on lubamatu kasutada kõverdunud või paindunud lehti.

VII peatükk

TOODETE KAABITSEMINE

§ 42. Kaabitsemise kasutamine masinaehituses

Praktiliselt on võimata saada toote täpset ja õiget pinda tööpingil või viili abil töötlemisega.

Suurem osa töötavpindu valmistatakse malmist, terasest või pronksist. Nende töötlemine ainult tööpinkidel (trei-, höövel- ja freespinkidel) ei vasta nõuetele, mida esitatakse neile pindadele, sest lõiketeraga töödeldud pind jääb karedaks. Selle põhjuseks on,

et isegi kõige paremini teritatud lõiketööriist jätab järele lõiketera või viilihammaste jälgi ega anna siledat pinda, mis on nõutav detaili töötingimuste kohaselt.

Kaabitsemine võetakse abiks peamiselt järgmistel juhtudel:

1. Kui on vaja saavutada siledaid hõõrde- ja tugipindu, kas lamedaid või silindrilisi. Lamedate pindade näitena võiks nimetada tööpinkide sängide juhtpindu või aurumasina liuguri (ristpea) paralleele. Silindriliste pindade näiteiks on võllide või tööpinkide spindlite laagrid jms.

2. Kui masina töötingimused nõuavad lisaks sellele veel kokkupuutuvate pindade tihkust. Näitena võiks siin tuua aurumasina lamedat jaotussiibrit ja aurusilindrite tihenduskarpe. Mõnikord on jällegi vaja saavutada mitte tihkelt liuguvat, vaid lihtsalt tihket kokkupuutumist, näiteks aurumasina või diisli silindrite kaane juures.

3. Kui on vaja saavutada tihket kokkupuutumist suure koormuse juures, mida toode peab töös vastu võtma (tugipind), näiteks aurumasina vändad või diisli kepsud, milledel kaabitsetakse peade kokkupuutetasapinnad.

4. Kui on vaja saavutada lukksepa peensobitamisega toote või mingi masinaosa õige asend, näiteks treipingi spindlikasti juures, millel tuleb kaabitseda tugipinda, kui tööpingi spindel ei asetse rangelt paralleelselt sängi telgjoonega.

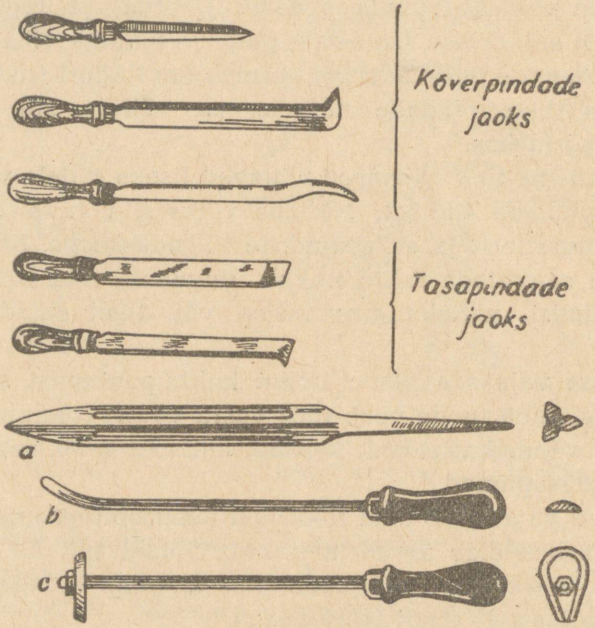
§ 43. Kaabitsad

Kui tasapind peab tihkelt liibuma ja libisema mööda teist temaga kokkupuutuvat tasapinda (tööpinkide alused, lauad, supordid, teljed, võllid ja laagrid), siis seesugust lõplikku kohaldamist teostatakse tööriista abil, mida nimetatakse kaabitsaks. Vastav tööprotsess kannab kaabitsemise nimetust. Kaabitsaga töödeldava materjali silumine ei toimu viilimise teel, nagu viili puhul, vaid kaapimise teel. Kaabitsaid on mitmekujulisi (joon. 112); neid kasutatakse vastavalt töödeldava pinna kujule.

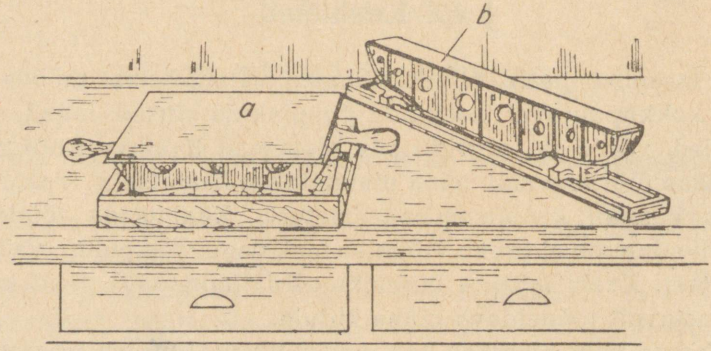
Kaabitsad valmistatakse kõrge süsinikusisaldusega terasest, mis sisaldab 1,0—1,3% süsinikku (margid У10—У12); nad karastatakse

ilma noolutamiseta. Sägeli valmistatakse neid ka vanadest kulunud viilidest.

Tasapinna kaabitsemiseks peab olema peale kaabitsa veel kontrollplaat ja kontroll-joonlaud (joon. 113). Kontrollplaat valmista-



Joon. 112. Kaabitsaid tasa- ja kõverpindade kaabitsemiseks: a) kolmekandiline kaabits; b — poolümmargune painutatud kaabits; c — vahetatava lõikenoaga kaabits.



Joon. 113. Kaabitsemisel kasutatavad kontrollriistad: a — kontrollplaat; b — kontroll-joonlaud.

takse malmist. Tema pealispind hööveldatakse ja kaabitsetakse suure täpsusega siledaks. Plaatide mõõted on 100×150 mm kuni 600×1000 mm, kusjuures väiksemamõõtelised kontrollplaadid on kantavad, kuna suured asetatakse kindlalt erialustele.

Kontrollplaadi ülesandeks on pinna töötlemisheaduse kontrollimine. Kontroll-joonlauda kasutatakse peamiselt metallilõikamispinkide juhtpindade viimistlemiseks ja teisteks samalaadilisteks töödeks.

§ 44. Tasapindade kaabitsemine

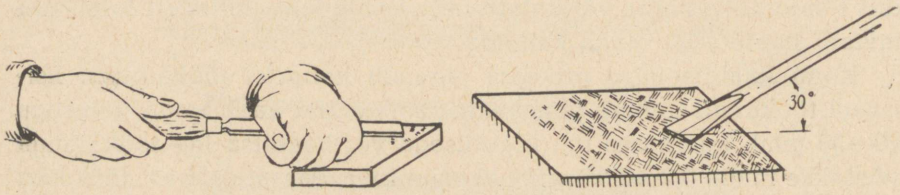
Kaabitsemisel kantakse plaadi pealispinnale õhuke värvikiht (õliga segatud menning või tahm). Siis asetatakse töödeldava detaili tasapind plaadile ja hõõrutakse teda mööda plaati mitmes suunas, ühtlasi detailile kergelt peale surudes. Seejuures kandub värv plaadilt töödeldava pinna väljaulatuvaile kohtadele, milledelt tuleb osa metalli kaabitsaga maha kaapida.

Kogu kaabitsemise protsess jaguneb kolmeks töökäiguks. Esimesel töökäigul toimub jämekaabitsemine laia kaabitsaga (laiusega 20—30 mm), kusjuures iga liigutusega või kaabitsa iga töökäiguga võetakse maha 0,2—0,05 mm paksune kiht. Pärast esimest töökäiku peab kogu plaadi kaabitsetav tasapind olema kaetud ühtlaselt kogu pindala ulatuses suurte täppidega, arvult 1—2 ühele ruutsentimeetrile. Teisel töökäigul toimub palju täpsem kaabitsemine kitsa kaabitsaga, laiusega 15—20 mm, kusjuures ühe töökäiguga mahavõetava metallikihi paksus peab olema 0,01—0,02 mm piirides. Pärast seda töökäiku kogu kaabitsetav tasapind kattub pisemate täppidega, arvult 3—4 ühele ruutsentimeetrile. Paljudele toodetele, nagu näiteks tööpinkide sängid, rakiste plaadid jms., on selline kaabitsemistäpsus küllaldane ja selle töökäiguga võibki kaabitsemist lõpetada.

Kolmandal töökäigul, mida teostatakse väga täpsete tasapindade ja plaatide puhul, toimub kaabitsemine äärmiselt peente viirgudena kõige kitsamate kaabitsate abil, millede laius on 5—12 mm. Seejuures ühe töökäiguga mahavõetava metallikihi paksus peab olema äärmiselt õhuke, 0,005—0,01 mm piirides. Et saavutada suurt täpsust, kantakse kontrollplaadile väga õhuke värvikord, kuna kaks

viimast täpsuse kontrolli teostatakse tärpentiiniga või kuivalt, ilma mingi värvita. Mõlemal juhul on tasapinna väljaulatuvad kohad tugevama läikega kui ülejäänud pind; seepärast on neid kerge eristada ja kaabitseda. Et pinna väljaulatuvad osad paistaksid välja reljeefsemalt, soovitatakse asetada kaabitsetava toote ette valgusepoolsest küljest 500×250 mm suurune kilp, mis tehakse vaha- või õlitatud paberist. Pärast kolmandat töökäiku peab kaabitsetava pinna täpsus olema 4—5 täpi piirides 1 sm^2 peale.

Kaabitsetav pind peab olema eelnevalt hästi tasandatud. Kaabits võetakse paremasse kätte käepideme kohalt, aga vasak käsi asetatakse kaabitsa rauale selliselt, et käerandmega suurendatakse survet kaabitsale (joon. 114). Kaabitsale antakse niisugune kallakuse nurk, mis võimaldaks kõige paremat lõikamist. Tavaliselt hoitakse kaabitsat 25—30° nurga all kaabitsetavale pinnale. Tasapindade kaabitsemisel on kaabitsa töökäiguks edasikäik.



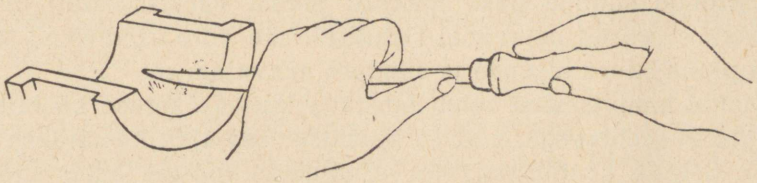
Joon. 114. Plaadi kaabitsemine lameda kaabitsaga.

Pärast seda, kui kõik töödeldava pinna väljaulatuvad (värvitud) osad on kaabitsa abil eemaldatud, hõõrutakse värv maha nii plaadilt kui ka tootelt. Pärast seda kaetakse plaat uuesti õhukese ühtlase värvikihiga ning korratakse eseme hõõrumist vastu plaati. Värviga märgitud kohad kaabitsetakse uuesti, kuid 45° all eelmisele suunale jne. Korrates seda operatsiooni mitu korda märgatakse, et täpid muutuvad iga töökäiguga väiksemaks, nende arv aga kasvab, misjuures nad paiknevad üha ühtlasemalt kogu pinna ulatuses. Kui täpid on kogu töödeldaval tasapinnal täiesti ühtlaselt hajutatud ja kui nende vahekaugus ei ületa 5 mm, võib tööd lugeda lõpetatuks.

Kui me püüaksime anda kaabitsetud pinnale siledat ning läikivat välimust lihvimise või poleerimise teel, võiks selle all kannatada sobituse täpsus.

§ 45. Kõverpindade kaabitsemine

Kõverpindade kaabitsemise tüüpilise näitena võib tuua laagrikausside kaabitsemist (joon. 115). Selline kaabitsemisprotsess toimub järgmisel kombel. Esiteks valmistatakse täpselt mõõdu järgi sile võll ning siis sobitatakse temale laager või laagrikauss. Selleks otstarbeks kantakse võlli peale õhuke värvikiht, asetatakse laagrikauss võllile ja pööratakse seda võlli peal kord ühes, kord teises suunas. Juhul, kui masina liikumatuks osaks on laagrikauss, pannakse tema sisse võll, mille pind on kaetud õhukese värvikihiga. Võlli pööramisel jääb värvi jälgi laagrikausi pinnale. Kaabits võe-



Joon. 115. Laagrikausi kaabitsemine.

takse selleks otstarbeks kolmekandiline, poolümmargune või õige, 90° nurga all painutatud otsaga, mille lõiketera on teritatud laagri läbimõõdule vastava kõvera järgi.

Kaabitsemisel on vaja silmas pidada järgmist: töötada ainult hästi korrastatud (mitte liiga teravaks teritatud) kaabitsaga, vajutades sellele ühtlaselt, kuid mitte liiga tugevasti. Tugev surve kaabitsale ei kiirenda tööd, vaid vastupidi, põhjustab praaki, sest et tugevate vajutustega võib kohati maha võtta suuremat metallikihti, kui kaabitsemisele jäetud töötlusvaru.

§ 46. Kaabitsemisvaru

Surudes kaabitsale keskmise tugevusega, saab tema abil maha võtta 0,01—0,03 mm paksust metallikihti. Kaabitsemisvarud võetakse järgmised (sõltuvalt kaabitsetava detaili pikkusest):

Kaabitsetava detaili pikkus mm	60	125	250	500	750	1000	1500	2000
Kaabitsemisvaru mm	1,0	0,12	0,15	0,21	0,23	0,25	0,28	0,3

Toodud varud loetakse maksimaalseteks, nende suurendamisel aeglustub kaabitsemisprotsess ja langeb täpsus. Pikkade detailide kaabitsemise näitena võib nimetada treipinkide sängide juhtpindade kaabitsemist.

Peale õige töötlusvaru peab kaabitsemisel tõsist tähelepanu pööratama ka lukksepa töökoha organiseerimisele. On tingimata vajalik, et kõik mõõteriistad, nagu plaadid, nurgikud ja joonlauad, oleksid käepäraselt paigutatud ja alati kättesaadavad. Kaabitsate korrastamist ja teritamist peab teostama nii, et nad oleksid alati teravad; ülelihvimist toimetatakse sobitusplaadil või tahul iga 15—20 minuti järel.

Viirgude suunda peab igakord pärast värvikontrolli muutma selliselt, et viirud omavahel ristuksid: see võte kindlustab töödeldava pinna suure täpsuse ja sileduse saavutamist.

Malmi kaabitsemist tuleb teostada kuivalt, terase kaabitsemist aga paksu seebiveega, milleks kaabitsat aeg-ajalt kastetakse vedelikku. Selline kaabitsemisvõte kindlustab tootele hästi sileda ja puhta pinna.

Kaabitsa käigu pikkus kõigub 2—10 mm piirides, sõltuvalt kaabitsemise vajalikust täpsusmäärast. Mida kõrgem peab olema kaabitsemise täpsus, seda lühem on kaabitsa käik. Kaabitsemisprotsessi loetakse lõpetatuks, kui 75—90% kaabitsetavast pinnast kontrollimisel plaadi peal või šablooni järgi ühtlaselt kattub värviga.

Stahhaanovlaste poolt kasutatavad kaabitsad. Stahhaanovlased kasutavad kaabitsemise praktikas kaabitsaid vahetatava lõikeosaga, mis kujutab endast terasplaadikest mõõdetega 60 × 25 × 3 mm. Vahetatava kaabitsplaadikese ühes otsas on lame labidakujuline tera; teine ots asetatakse käepideme mulku ja kinnitatakse kruvi abil. Et kaabits nurkadega ei saaks toote sisse lõikuda, vaid kaabitseks ainult oma keskmise osaga, ümardatakse kaabitsatera teatava raadiuse järgi.

Vahetatavad kaabitsad on kerged, käepärased ja odavad, sest nende valmistamiseks kulub vaid väike tööriistaterasest plaadike.

Kolme plaadi kaabitsemine stahhaanovlike meetoditega. Mõningaid täpseid kontrollriistu, nagu näiteks kontrollplaate, kaabitsetakse harilikult kolmest plaadist koosnevate komplektidena. Enne kaabitsemist valmistatakse kõik kolm

plaati ette ja siis algab nende vastastikune sobitamine. Sobitamist peab teostatama selliselt, et igal üksikul juhul võetakse üks kolmest plaadist kontrollplaadiks ja tema järgi kontrollitakse ülejäänud kahte plaati. Siis kaabitsetakse neid mõlemaid plaate üksteise vastu ning võetakse üks neist kaabitsetud plaatidest järgmiseks kontrollplaadiks. Tema järgi kaabitsetakse kaht teist plaati, mis siis sobitatakse üksteisele.

Kolme plaadi kaabitsemise tulemusena loeteldud järjekorras tulevad kõik kolm plaati täiesti täpsed ja ühetasased. Mõningaid täpseid kontrollriistu kaabitsetakse samuti nimetatud meetodi järgi komplektina kolmest tükist, nagu näiteks pikki, õhukesi kontrolljoonlaudu.

Kasutatav kaabitsemismeetod suurendab tööviljakust ja tõstab plaatide täpsust.

Sisenurkadega prismade kaabitsemine. Sisenurkadega prismade kaabitsemist alatakse prisma ühelt tasapinnalt. Seejuures kontrollitakse ainult tasapinna õigsust. Pärast prisma esimese tasapinna sobitamist sobitatakse temale teine tasapind, kontrollides ühtlasi tasapinna ja sisenurga õigsust. Et saavutada prisma nurga tipu täpset sobitust joonlauale, tuleb seda tippu veidi madaldada hööveldamise teel või rauasaega läbi lõigata. Sel kombel saadakse piki toote nurga tippu madaldatud pinnad laiusega 4—5 mm, mis ei avalda mõju sobituse täpsusele, kuid tunduvalt lihtsustab kaabitsemisprotsessi. Kaabitsemismäärana sisenurkadega toodetes võetakse tavaliselt 2—3 täppi ühele ruutsentimeetrile.

§ 47. Praagi liigid kaabitsemisel

Toodete kaabitsemisel tekib kahte liiki praaki:

1. Kaabitsetavaile pindadele jääb sügavaid kriimustusi, kiske ja pinnakaredusi.

2. Kaabitsetava pinna täpsus osutub väga madalaks, s. o. pinnale jääb kühmukesi ja lohke.

Sügavad kriimustused tekivad tugeval vajutamisel kaabitsale ja temaga paksu metallikihi mahavõtmisel. Need kriimustused tekivad tavaliselt just töö algul, jämekaabitsemisel. Et neid vältida,

on vaja pinda kaabitsemiseks hästi ette valmistada, nii et läbipaisted ei ületaks kontrollimisel 0,02—0,05 mm, ja iga töökäiguga maha kaabitseda vaid õhukest laastu (0,01—0,03 mm). Pinna karedus tekib kaabitsa ebaõigest liikumisest ja lõikamisest, nimelt siis, kui ta laastuvõtmisel ei tõuse üles toote tasapinnalt, vaid jääb seisma laastu all. Seda pahet saab vältida, kui tõsta üles kaabits tootelt iga töökäigu lõpul.

Peale selle ilmneb karedus kaabitsatera väära ja hooletu terituse tagajärjel, kui ta omab hambaid ja viirge. Terav, ühetasane ja ilma hammasteta kaabitsatera annab sileda, läikiva ja ühetasase pinna.

Kaabitsetava pinna ebatäpsus tuleb ebatäpsete kontrollriistade (plaadi või joonlaua) kasutamisest, toote ebaõigest liikumisest kontrollpinnale sobitamise puhul (või kontrollriista väärast liikumisest toote pinnal), või ka liialt suure kaabitsemisvaru tõttu. Praagi vältimiseks loeteldud põhjustel tuleb jälgida kontrollriistade täpsust, hoolitseda toote ja tööriista pinna puhtuse eest ja teostada värvisobitusel toote õiget liikumist kontrollplaadil.

§ 48. Praktilisi juhiseid kaabitsemiseks

1. Mitte puudutada sõrmedega kaabitsetavat pinda.

2. Suuri kumerusi on hõlpsam ja kiirem viiliga maha võtta. Kuid seda peab tegema ettevaatlikult, tööd rikkumata, sest ka üksik kõige pisem süvendus sunnib maha võtma liigse kihi kogu kaabitsetava pinna ulatuses.

3. Töö kiirendamiseks, kuni pind pole veel küllalt täpne, võib surve kaabitsale olla tugevam, kui aga juba on märgata, et kriipsud kaovad ja täpid hakkavad paiknema ühtlasemalt, siis peab kaabitsale survet nõrgendama.

4. Kaabitsa liikumissuund töödeldava pinna suhtes võib olla ükskõik milline, kuid kaabitsemist peab teostama nii, et tema jäljed oleksid ligikaudu nelinurgakujulised; eriti on see vajalik just töö algul. Kaabitsaga töötlemise suunda peab kogu aeg muutma. See teeb täpid silmapaistvamaks järgneval asetamisel kontrollplaadile.

5. Värvi peab enne kaabitsemist peale kandma pintsli või

pehme lapiga. Jämekaabitsemiseks kantakse peale paksemat värvikihti kui lõplikul kaabitsemisel.

6. On vaja silmas pidada, et kontrollplaadile mingil tingimusel ei satuks mustust, smirgeltolmu jms. Seepärast soovitatakse enne kontrollplaadi asetamist kaabitsetava toote pinnale seda hoolikalt puhta lapiga kuivaks hõõruda. Et koos värviga ei satuks peale mustust, peab värvinõu olema kaanega suletav.

7. Kontrollplaat kaabitsemise jaoks peab olema sile ja ilma riketeta. Kasutama peab kogu plaadi pinda, aga mitte ainult ühte osa temast.

8. Kaabits tuleb hoida terav: nüri kaabits jätab toote pinnale kriimustusi, ent kriimustused rikuvad ja tühistavad kaabitsemistöö tulemused.

VIII peatükk

LIHVIMINE JA POLEERIMINE

Käsitsilihvimist teostatakse järgmisel viisil: lamedad ja figuursed tooted kinnitatakse kruustangide vahele nagu viilimise puhul, kuna ümmarguste toodete lihvimine toimub lihvimisketastel. Praktikas teostatakse lihvimist smirgelpulbri, smirgelpaberi või smirgelriide, tahkude ja lihvimisketaste abil.

§ 49. Pulbriga lihvimine

Pulbriga lihvimisel toimitakse järgmiselt: toote pinnale kantakse õliga segatud peene smirgelpulbri kord ning hõõrutakse mööda toote pinda lameda puit- või metall-liistu abil. Liistu käsitsetakse nagu viili, s. o. asetatakse ta toote pikkusele risti ja libistatakse pikisuunas edasi-tagasi mööda toote kogu pinda. Liistule antakse töödeldavale pinnale vastav kuju. Selle lihvimisviisiga saab üsna siledat pinda, kuid töö täpsus on madal.

§ 50. Smirgelriide või -paberiga lihvimine

Smirgelriide või smirgelpaberi abil lihvitakse järgmiselt: toode kaetakse õhukese masinaõlikihiga. Smirgelriie või -paber surutakse

vastu toote pinda sõrmedega või mähitakse ta ühekordselt ümber puitliistu või lameda viili. Kõiges muus toimub töö nagu pulbriga lihvimisel.

Mehaanilise lihvimisega antakse esemele kõrge täpsusaste ja väga sile pind. Tehastes kasutatakse lihvimist kui lõplikku viimistlusoperatsiooni detailide töötlemisel; seda teostatakse erilistel lihvimispinkidel. Lihvimist võib edukalt kasutada kaabitsemise asemel, kui on olemas vastav seadmestik. Sellega saavutatakse vajalik täpsus vähema ajakuluga.

Lihvimismaterjal võtab toote pinnalt metalli ainult tingimusel, et ta on sellest metallist kõvem. Lihvimiseks kasutatakse nõndanimetatud lihvimiskettaid või tahkusid, samuti ka pulbreid, mis koosnevad abrasiivaine üksikuist teradest. Praktikas seotakse neid teri tavaliselt mõne sideainega (liimiga) ja vormitakse siis tahkudeks või ketasteks, või kleebitakse linasele riidele või paberile. Riidele või paberile kleebitavaks lihvimismaterjaliks võib olla klaas, räni, smirgel või karborundum. Klaasi ja räniga kaetud riiet ja paberit kasutatakse puidu, eboniidi, fiibri ja teiste pehmete materjalide lihvimiseks, kuna smirgel- ja karborundumriidega lihvitakse metalle.

Valmistatakse mitmesuguste numbritega lihvimisriideid ja pabereid, vastavalt nende teralisuse (kareduse) astmele (tabel 14).

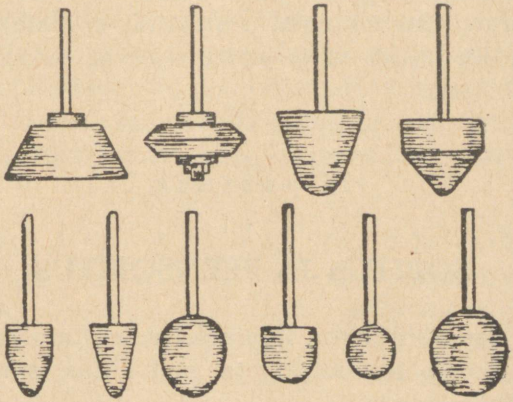
Tabel 14

Lihvimisriide või paberi numbrid Iljitši-nimelise tehase nomenklatuuri järgi	0000	000	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neile vastavad teralisuse numbrid	250	220	180	150	120	100	80	60	48	40	36	30	24	20

Numbreid 20—24 kasutatakse kõige jämedama lihvimise jaoks, 30—48 — keskmise lihvimise, 60—120 — peenlihvimise ja 150—250 — kõige peenemate lihvimistööde jaoks. Lehtede suurus on harilikult: lihvimispaberil — 310 × 230 mm, lihvimisriidel — 284 × 210 mm.

§ 51. Tahkudega lihvimine

Tahkudega lihvimine on töötlusviisiks, mis käib karastatud toodete sobituse eel ja mida rakendatakse peamiselt tööriistade valmistamisel. Lihvimiseks kinnitatakse toode kruustangide vahele ja tahku käsitsetakse samal viisil kui viilimisel viili. Tahkudele antakse sama kuju nagu viilidelegi. Tahkude mõõted on järgmised: pikkus 100—300 mm, laius 6—50 mm ja paksus 5—20 mm.



Joon. 116. Käsitsilihvimisel kasutatavaid mitmesuguse kujuga lihvimiskettaid.

Mitmesuguste figuursete pindade lihvimiseks stantsidel, pressivormidel ja metallmudelitel kasutatakse käsi-lihvimisseadmeid, kuhu võib kinnitada mitmesuguse kujuga lihvimiskettaid. Joonis 116 kujutab mitmesuguseid lihvimiskettaid, mida kasutatakse käsitsilihvimisel.

§ 52. Toodete poleerimine

Poleerimiseks nimetatakse operatsiooni, millega tootele antakse lihvimismaterjalide abil sile ning läikiv välimus, ilma et toote mõõted muutuksid märgatavalt. Poleerimine on kas lõpptöötlemise operatsiooniks, mille järel ese loetakse viimistletuks, või ettevalmistavaks operatsiooniks edasistele protsessidele, nagu nikeldamisele, kroomimisele või kuldamisele, s. o. toote katmisele mõne teise

metalli õhukese korraga, mis annab tootele ilusa välimuse või kaitseb teda oksüdeerumise eest.

Toodete ettevalmistavat poleerimist teostatakse puidust või nahast poleerimisketastel, mille pind kaetakse mõne lihvimisainega. Toodete lõpp-poleerimist toimetatakse vildist, kalevist, harjastest või linasest riidest valmistatud ketaste abil.

Toodete poleerimist alustatakse suurematerialiste ja kõige kõvemate pulbritega ja lõpetatakse kõige peeneteralisemate materjalidega. Seejuures iga järgnev poleerimine toimub risti eelnenud poleerimisoperatsiooni suunale. Poleerimine loetakse lõpetatuks, kui toote pind on täiesti vaba kriimustustest ja kriipsudest ning omab ühtlast läiget.

IX peatükk

SOBITUS JA PEENSOBITUS

Sobitus ja peensobitus on lõplikeks viimistlusoperatsioonideks, mis annavad tootele lihvimisainete abil kõige suuremat täpsust profiilis ja mõõdetes.

Üksteisega ühendatavaid detaile sobitatakse hõõrudes neid vahetult üksteise vastu, kusjuures võetakse abiks lihvimisaineid. Sel viisil sobitatakse laagreid võllidele, kolvirõngaid mootori silindritele, kraane ja ventiile oma pesadele jne.

Seda töötlemisviisi kasutatakse, et saada gaasi- või vedelikutihedust.

Peensobitus on lõppoperatsiooniks, millega antakse tootele lõplik profiil ja lõplikud mõõted. Peensobitusega töödeldakse neid detaile, milledelt nõutakse suurimat täpsust (kuni 0,001—0,002 mm), nagu näiteks mõõteriistu ja mõningaid täpseid masinaehituse detaile.

Lihvimispulbritena tarvitatakse jahvatatud klaasi, smirglit ja teisi kõvu aineid. Lihvimismaterjalid peavad evima küllaldast kõvadust ja nende üksikud terad peavad olema kujult nurgelised, teravate kantidega, mis on nagu lõikeriistadeks. Mida kõvem on pulber, seda suurem on ta lõikevõime ja seda kiiremini ta töötleb eset.

Lihvimispulbreid liigitellakse numbrite järgi, olenevalt terade suurusest. Mida väiksem on lihvimispulbri number, seda suurema teralisem ta on.

Lukksepatöödel on kõige levinumaiks lihvimispulbreiks järgmised: nr. 80, 100, 150, 180, 200 ja 220. Neid pulbreid saadakse jahvatatud aine sõelumisega. Näiteks nr. 80 osutab, et antud pulber on läbinud sõela, mil on 80 auku 1 sm^2 kohta.

Kasutusel on ka pulbrid nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7, mida saadakse sadestamise teel. Pulber raputatakse umbes 250 mm kõrgesse anumasse, mis on täidetud vee või õliga. Seejuures kõige raskemad ja järelikult kõige suuremad terad langevad kiiresti anuma põhja (sadestuvad), kuna kergemad ning väiksemad jäävad vedelikus hõljuma. Seepärast oleneb sadestunud pulbri terade suurus ajast, mille vältel toimub pulbri sadestumine anumas. Harilikke pulbrisorte jaotatakse nii:

nr. 1	5-minutiline
nr. 2	10-minutiline
nr. 3	15-minutiline
nr. 4	20-minutiline
nr. 5	60-minutiline
nr. 6	120-minutiline
nr. 7	300-minutiline

Niisiis pulbrid nr. 5, 6 ja 7 on kõige peenemad; töötamisel nad osutavad kõige kõrgemat ühtlust terade suuruse suhtes. Need pulbrid võimaldavad kõige peenemat ja täpsemat peensobitust.

Lukksepatöös kasutatakse enamasti pulbreid nr. 1, 2, 3, 4 ja 5. Pulbriga nr. 1 teostatakse ettevalmistavat jämesobitust, minnes siis järk-järgult üle pulbritele nr. 2, 3 ja 4 ning lõpetades pulbriga nr. 5.

Pulbrid nr. 6 ja 7 leiavad rakendamist eriti tööriistade valmistamisel, täpsete mõõteriistade peensobituseks.

Praktikas toimub sobitamine järgmisel viisil. Sobitamiseks ettevalmistatud pinnad määritakse õliga või mõne muu vedelikuga ja raputatakse neile lihvimispulbrit. Siis asetatakse sobitatavad pinnad üksteise vastu ja nihutatakse neid, kergelt peale surudes. Seejuures lihvimispulber võtab esemelt maha väga õhukest metallikihti. Klappide sobitamine on vajalik, kui klapid hakkavad läbi

laskma gaasi või vedelikku (juhul, kui klappidele ja nende pesadele tekib tagikord või kui nad on kulunud).

Sobitus ja peensobitus peab toimuma määrdeaine lisamisega; kuivalt töötamine põhjustab lihvimismaterjali kiiret kulumist ning tööprotsess venib pikale. Peale selle ei kindlusta kuivalt sobitamine toote küllalt siledat pinda. Kuival sobitamisel ja peensobitamisel toode kuumeneb kiiresti, mistõttu ta võib kaarduda. Selle all kannatab täpsus. Märjal sobitamisel töö edeneb kiiremini, toode ei kuumene ega kaardu nii palju ja välispinna viimistlus on puhtam.

Sobitamisel tarvitatakse määrdeainena mitmesuguseid vedelikke, nagu näiteks petrooleumi, masinaõli, bensiini, gasoliini, tärpentiini, rasva ja vett. Määrdeaine valik oleneb töödeldavast materjalist. Praktikas on kindlaks tehtud järgmised määrdeained, mis soodustavad töötamise kiirust ja edukust mitmesuguste materjalide puhul:

a) malmi sobitamiseks — petrooleum ja gasoliin;
b) terase sobitamiseks — masinaõli;
c) pronksi sobitamiseks — sitke õli.

Kõiki ülalnimetatud määrdeaineid kantakse eseme pinnale ühtlase kihina, kasutades selleks pintslit või lappi.

Olenevalt töödeldavast tootest kasutatakse mitmesuguseid lihvimismaterjale: terastoodete sobitamiseks valitakse smirgel ja korund, kuna malmi ja pronksi sobitamiseks võib kasutada peeneksjahvatatud klaasi.

Toodete tasapindade sobitamist toimetatakse liikumatuil plaatidel, mida tavaliselt nimetatakse sobitusplaatideks. Neid plaate valmistatakse enamasti heakvaliteedilisest hallmalmist või (peenemate esemete puhul) punasest vasest. Plaadi kuju ja suurus olenevad sobitatavate toodete mõõdetest ja kujust.

Kasutatakse järgmiste mõõdetega sobitusplaate (mõõted millimeetrites):

Pikkus	150	200	300	400	500	600
Laius	100	150	200	275	350	400

Et saada sobitamisega hästi siledat pinda, peab silmas pidama järgmisi nõudeid:

1) töödeldava pinna ühetaoline katmine määrdeaine ja lihvimismaterjaliga;

2) sobitatava eseme nihutamine mitmes suunas;

3) ühtlane, mitte tugev surve sobitatavale esemele.

Nende nõuete mittetäitmine põhjustab sügavate ringikujuliste kriimustuste tekkimist sobitatavaile pindadele, mille tagajärjel kogu detail võib osutuda praagiks.

Õieti ja hästi sobitatud tooted omavad ühtlast matti pealispinda; üksikuid läikivaid kohti tuleb uuesti määrida õliga, katta lihvimispulbriga ning jätkata sobitamist. Kui pulbriga sobitamine on lõpetatud, tuleb töödeldud pindu kuivaks hõõruda või neid bensiini või petrooleumiga pesta. Selliselt saadakse täitsa heakvaliteedilisi pindu, mis on hästi sobitatud ja liibuvad tihedasti teineteise külge.

Töötlemisvaru mõjub sobitamise operatsiooni puhul mitte ainult töö kiirusele, vaid ka täpsusele. Pärast peenlihvimist ulatub sobitusvaru 0,02—0,05 mm. Mida väiksem on see töötlemisvaru, seda kiiremini edeneb töö ja seda täpsemad on valmistoote mõõted. Sobitamise jõudlust mõjutab kasutatava lihvimismaterjali liik. Käesoleval ajal peetakse tõestatuks, et kõige paremaks lihvimis- ja poleerimisaineks on ГОИ-pasta (ette pandud Riikliku Optilise Instituudi poolt). Selle pasta kasutamine kindlustab kõrget tööjõudlust ja sobitatavate esemete suurt täpsust ning siledust.

Eellihvimiseks tarvitatava ГОИ-pasta koostis on järgmine: 81% kroomoksüüdi, 2% ränimulda, 10% steariini, 5% rasva ja 2% petrooleumi. Lõplikuks poleerimiseks tarvitatav pasta sisaldab 74% kroomoksüüdi. ГОИ-pastat müüakse kuubikutena. Poleerimiseks segatakse ta õli või petrooleumiga, kuni saadud mass on tainasarnane ning kantakse siis pintsliga poleerimiskettale.

Eseme lõpp-poleerimist teostatakse vildist, kalevist, harjastest või linasest riidest valmistatud ketastel. Ketaste läbimõõt on harilikult 150—400 mm, laius peab olema võrdne toote laiusega või pisut ületama seda. Kettale antav ringkiirus peab olema 15—20 m/sek.

X peatükk

JOOTMINE JA LAAGRITE VALAMINE

§ 53. Jootmise protsess

Lukksepatööde puhul on üsna sageli vaja kindlalt ühendada omavahel metalltoodete üksikuid osi. Sellistel juhtudel kasutatakse jootmist, s. t. liidetakse metalli pinnad sulametallide abil, mida nimetatakse joodisteks.

Jootmine põhineb sellel, et ühendatavate pindade vahel tekib soojendamisel õhuke kiht sulatatud joodist, mis seobki liidetavad metallid teineteisega. Seejuures joodis täidab kõik vahed liidetavate pindade vahel, andes pärast jahtumist üksikute metallosade kindla ühenduse.

Jootmisel on soojendustemperatuur harilikult madalam kui joodetavate metallide sulamistemperatuur; kuid ta peab olema kasutatava joodise sulamispunktist veidi kõrgem.

Olenevalt töötemperatuuri kõrgusest eristatakse kahte jootmise viisi: jootmine pehmejoodisega, mis toimub võrdlemisi madalal temperatuuril, ja jootmine kõvajoodisega, mida teostatakse kõrgemal temperatuuril. Seoses sellega jaotatakse joodised pehmejoodisteks ja kõvajoodisteks. Ühe või teise jootmisviisi valik oleneb liidetavaist metallidest ja ka sellest, missuguste omadustega jooteõmblust tahetakse saada. Pehmejootmine ei talu üldiselt väga suuri pingeid; kõvajootmine aga annab enamasti tugevamaid liitekohti. Kuid metallide ühendamine pehmejoodise abil on tunduvalt lihtsam kui kõvajoodise kasutamise puhul.

Jootmise protsess koosneb järgmistest järkudest:

1) toote mehaaniline ettevalmistus (puhastus),
2) jootekoha soojendamine töötemperatuurini,
3) oksüüdide eemaldamine räbustajate abil,
4) joodise pealepanek, sulatamine ning jootekoha jahutamine ja
5) jootekoha järgnev puhastamine.

Jootekoha korralik täitumine joodisega on võimalik ainult sel juhul, kui mõlema detaili vahel ei ole mingisuguseid võõrkehi, nagu

mustust, rasva, oksüüde jms. Vastasel korral joodis ei hakka jootepindade külge. Seepärast tuleb enne töö alustamist korralikult puhastada jootepinnad. Kõik metallid kattuvad õhu käes kõrge temperatuuri mõjul oksüüdikorraga. Kuna jootmine toimub kõrgel temperatuuril, tekib selline oksüüdikord joodetavaile pindadele vahetpidamata kogu jootmise protsessi ajal, takistades jootmist. Seepärast tuleb enne jootmise alustamist mitte ainult puhastada pinnad mustusest ja õhukesest oksüüdikorrast, vaid tuleb tarvitusele võtta ka abinõud oksüüdi tekkimise vastu jootmise ajal.

Seda saavutatakse peitside ja räbustajate abil.

Terase ja pronksi jootmisel kasutatakse peitsina kloortsinki, malmi ja tsingi jootmisel — soolhapet, messingi ja pleki jootmisel — salmiaaki. Pärast peitsimist kange soolhappe abil loputatakse toode hoolikalt veega, et katkestada happe sööbivat mõju.

Peitsid kantakse joodetavaile pindadele pintsli abil ning lastakse maha nõrguda.

Kloortsinki saadakse soolhappest (kangusega 20° Baumé), mis lahjendatakse veega pooleks ning millele lisatakse siis väikeste tükikestena harilikku tsinki, koguhulgas $^1/_8$—$^1/_7$ kasutatud happe kaalust. Tsinki lisatakse happele seni, kui ta enam ei lahustu ja kuni happe keemine lakkab. Et vältida rooste tekkimist toote pinnale kloortsingi mõjul, lisatakse sellele salmiaagipiiritust umbes $^1/_3$ koguses võetud peitsihulgast. Salmiaagipiiritust lisatakse tilkhaaval, segades peitsimisvedelikku kuni ta muutub piimjasvalgest läbipaistvaks. Salmiaaki kasutatakse kas pulbrina või puuõliga segatult. Räbustajana kasutatakse tavaliselt booraksit, kampolit, stearііni või krüoliiti. Booraksit kasutatakse räbustajana jootmisel kõvajoodistega, kuna ülejäänud räbustajaid kasutatakse harilikult kergemini sulavate metallide puhul. Booraksit kasutatakse kas puhtal kujul või keedusoolaga segatult.

Kampol tuleb kasutamisele kas puhtal kujul või jootmisrasvana; see koosneb 5 osast sulatatud kampolist, millele lisatakse 5 osa rasva ja 1 osa salmiaagipulbrit.

Stearііni võib kasutada kas pulbristatult või küünlana, millega hõõrutakse joodetavate metallide pinda.

Alumiiniumi jootmiseks kasutatakse harilikult räbustajana kloortsingi ja kloornaatriumi segu.

Vedelaid räbustajaid kantakse liidetavate osade pinnale pintsli abil, kuna pulbritaolisi räbustajaid võetakse labidakeste abil või lihtsalt puistatakse neid õmblusele.

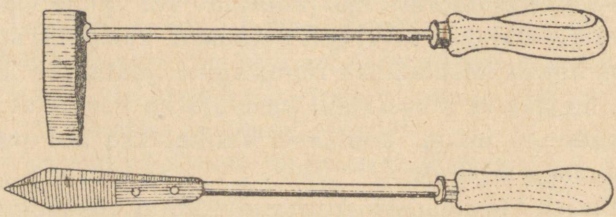
§ 54. Jootmisel kasutatavaid tööriistu ja seadmeid

Jootekoha soojendamiseks töötemperatuurini kasutatakse vasarakujulisi tõlvikuid, jootetorusid, jootelampe ja elektritõlvikuid.

Tõlvikuid kasutatakse kergesti sulavate joodistega jootmisel. Tõlvik koosneb metallitükist (enamasti punasest vasest, sest see on kõige parema soojusejuhtivusega), mis on kinnitatud käepidemega varustatud varre otsa. Alumiiniumi jootmiseks on tõlviku materjaliks alumiinium.

Tõlviku kuju ja suurus olenevad joodetavaist toodetest. Praktikas enamtarvitatavaiks tõlvikuiks on vasarakujuline tõlvik tavalise teravakandilise labaga ja teravaotsaline otstõlvik (joon. 117). Viimast kasutatakse raskesti ligipääsetavate kohtade jootmiseks, kus pole võimalik töötada vasartõlvikuga. Eriotstarbelisteks töödeks on olemas erikujulisi tõlvikuid. Mida suurem on tõlvik, seda kauem ta püsib soe; see kiirendab tööd. Ent liiga raske tõlvik ei sobi peenema töö jaoks.

Tõlviku töötavosa viilitakse üle ning kaetakse inglistinakihiga (tinutatakse), et oleks võimalik võtta tõlviku abil joodist.



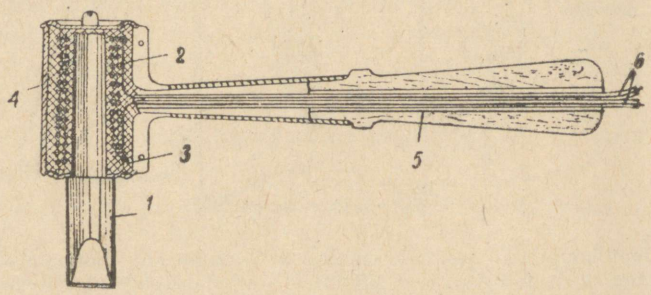
Joon. 117. Tõlvikuid.

Tõlvikuga töötatakse järgmisel viisil. Tõlvik soojendatakse ääsil või jootelambi abil 400—500 kraadini, pühitakse tõlviku ots puhta kaltsuga üle ning hõõrutakse salmiaagitükiga. Siis võetakse tõlviku otsaga tilk joodist ja viiakse see joodetava toote õmblusele. Libis-

tades tõlvikut aeglaselt mööda õmblust soojendatakse pinda 200—260 kraadini, misjärel joodis katab õmblust õhukese kihina seest- ja väljastpoolt. Pärast hangumist ühendab joodis tugevasti kokkujoodetud pinnad.

Mõnikord sulatatakse joodis raudkopas ja kastetakse sinna soojendatud tõlvikut. Joodis hakkab tõlviku otsa külge ning kantakse joodetavale tootele. Tõlviku aeglasel libistamisel mööda liidetavaid pindu jääb joodis nende külge kinni.

Joodise kiht peab olema ühtlane ja õhuke, sest see tõstab liitekoha tugevust ja annab puhtama töö. Kui joodis ei jää kohati toote külge pidama, tähendab see, et toode ei olnud küllalt puhas. See-



Joon. 118. Elektritõlvik: 1 — töötavosa (vasksüdamik); 2 — takistusmähis (nikeliintraat); 3 — isolatsioon; 4 — tõlviku kest; 5 — tõlviku käepide (puidust); 6 — voolujuhtmed.

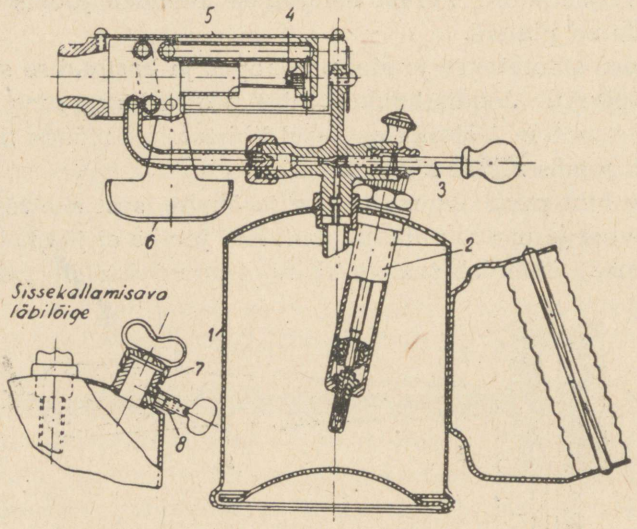
pärast tuleb eset veel kord puhastada kaabitsa, noa või viiliga, katta räbustajaga ja korrata jootmist.

Peale tavaliste tõlvikute kasutatakse veel elektritõlvikuid. Nad hõlbustavad tööd, sest nendega saab töötada vahet pidamata.

Vooluvõrguga ühendatavad elektritõlvikud (joon. 118) soojenevad nikeliintraadi mõjul. Töötemperatuur ulatub 400 kraadini. Väiksemaid tõlvikuid võib ühendada 120 või 220 V valgustusvõrguga.

Tõlvikut kasutatakse, nagu eespool öeldud, võrdlemisi väikeste soojushulkade edasiandmiseks ja mitte väga kõrgete temperatuuride (mitte üle 300°) saamiseks jootekohal. Seepärast tõlvik ei kõlba raskeltsulavate tinajoodise sortidega jootmiseks; sel puhul tuleb tõlvikut asendada jootelambi leegiga. Jootelambid (joon. 119) võimaldavad toote soojendamist 700—950 kraadini. Jootelambid tööta-

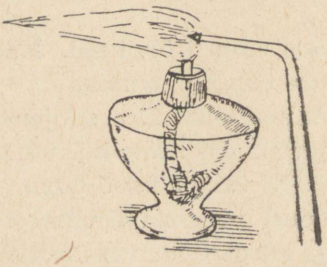
vad mõne vedela põletisega (piiritus, bensiin, petrooleum). Lampide konstruktsioon erineb olenevalt põletise liigist; seejuures teatud



Joon. 119. Jootelamp: 1 — petrooleuminõu; 2 — pump õhu pumpamiseks nõusse; 3 — sulgkraan; 4 — pihusti; 5 — põleti; 6 — denatureeritud piirituse kausike; 7 — sissekallamisava; 8 — õhusurve reguleerija.

kindla põletise jaoks konstrueeritud lamp ei kõlba teiste põletistega töötamiseks.

Töötamisel jootelambiga juhitakse leek jootmiseks ettevalmistatud kohtadele, kuhu on asetatud joodise tükikesi. Need kohad soojendatakse aeglaselt kogu õmbluse pikkuselt. Kui joodis on sulanud, täites kogu õmbluse, katkestatakse soojendamine.



Joon. 120. Jootetoru.

Väiksemate esemete jootmiseks raskeltsulavate joodistega kasutatakse jootetoru (joon. 120). See valmistatakse messingist; töötamisel hoitakse toru ots küünla- või lambileegi keskel. Puhudes torust õhku läbi saadakse kõrgeid temperatuure (kuni 800—900°).

§ 55. Joodised

Nagu ütlesime juba eespool, jagunevad joodised kõvajoodisteks ja pehmejoodisteks. Kasutatava joodisesordi valik oleneb liidetavaist metallidest ja tugevusest, mida nõutakse kokkujoodetud toodetelt. Kõvajoodiseid tuleb kasutada seal, kus tahetakse saada väga tugevat jootekohta, mille tugevus ei oleks väiksem kui metalli tervetel kohtadel, või kus ese peab taluma suuri mehaanilisi pingeid, kõrget temperatuuri või keemiliste ainete mõju. Pehmejoodised ei rahulda neid nõudeid; kuid, nagu juba öeldud, nendega töötamine on hõlpsam. Seepärast nad on kõige eelistatumad neil juhtudel, kus toode ei pea alluma tugevaile pingeile ega kõrgele temperatuurile.

Kõikidel juhtudel peab kasutatav joodis kergemini sulama kui liidetavad metallid.

Pehmejoodiseid koostatakse inglistinast ja seatinast mitmesugustes proportsioonides. Mida enam inglistina joodis sisaldab, seda kergemini ta sulab.

Tabel 15 näitab kasutatavate pehmejoodiste koostist ning nende otstarvet.

Tabel 15

Inglistina ja seatina sisaldavate pehmejoodiste levinumad sordid ja nende kasutusotstarve

Mark	Keemiline koostis %-des			Sulamistemperatuur °C	Kasutusotstarve
	Inglistina	Seatina	Lisandid		
ПОС—33	33	65	kuni 2	260	Tsinkpleki ja tsingitud pleki, tsingist ja tsingitud metallist valmistatud toodete jootmiseks
ПОС—40	40	58	kuni 2	240	Messingpleki ja valgepleki jootmiseks
ПОС—50	50	48	kuni 2	218	Radiaatorite, messingpleki, valgepleki ja elektrijuhtmete jootmiseks
ПОС—64	64	34	kuni 2	181	Kergesti sulavaist metallidest valmistatud detailide (tinatorude jms.), juhtmete ja kontaktide jootmiseks

Peale loeteldud joodiste kasutatakse eriotstarveteks mõnikord veel kergemini sulavaid joodiseid, sulamistemperatuuriga 60° ja üle selle (Wood'i sulam, Rose sulam jt.).

Wood'i sulam (pehmejoodis)

Inglistina	13%
Seatina	26%
Vismutit	48%
Kadmiumi	13%

Joodis alumiiniumi jootmiseks

Alumiiniumi	67%
Inglistina	21%
Vaske või hõbedat	12%

Tabel 16 näitab kõvajoodiste koostist ja kasutusotstarvet.

Tabel 16

Kõvade vask-tsink- ja hõbejoodiste koostis ja kasutusotstarve

Mark	Koostis %-des			Sulamistemperatuur °C	Kasutusotstarve
	Vask	Tsink	Hõbe		
ПМЦ—36	36	64	—	810	60% ja enam vaske sisaldava messingi jootmiseks
ПМЦ-42	42	58	—	830	
ПМЦ—51	51	49	—	870	67% ja enam vaske sisaldava messingi jootmiseks, samuti vase ja pronksi jootmiseks
ПМЦ—65	65	35	—	910	Raud- ja terastoodete jootmiseks
ПСр—12	36	52	12	785	58% ja enam vaske sisaldava messingi jootmiseks
ПСр—25	40	35	25	765	Peentöödeks, kus jootekoht peab olema puhas ilma järeltöötluseta; samuti vask- ja pronksosade, niplite ja elektrijuhtmete jootmiseks
ПСр—45	30	25	45	710	

Kõvajoodise valikul peab silmas pidama, et joodise sulamistemperatuur peab olema veidi madalam kui liidetavate metallide sulamistemperatuurid. Vask-tsinkjoodiste temperatuur on, nagu tabelist

nähtub, seda madalam, mida suurem on tsingisisaldus. Seepärast tarvitatakse suure tsingisisaldusega joodiseid vasesulamite jootmiseks, vähema tsingisisaldusega joodiseid aga malmi ja terase jootmiseks.

Hõbeda lisamine vask-tsinkjoodistele suurendab nende tugevust ja sitkust, alandades ühtlasi sulamistemperatuuri. Hõbejoodiseid kasutatakse neil juhtudel, kus on vajalik saada eriti tugevat liitekohta.

Pehmejoodistega jootmisel kasutatavad räbustajad ei kõlba kõvajoodiste puhul, sest need räbustajad keevad kõvajoodiste sulamistemperatuuril. Kõvajoodisega jootmisel võetakse räbustajaks booraksit või boorhapet. Neid mõlemaid räbustajaid kasutatakse pulbri kujul, millega kaetakse kuum õmbluskoht enne selle täitumist joodisega.

Jootmiseks kõvajoodisega soojendatakse toodet jootelambi abil, gaasipõletil või ääsitulel.

Vask-tsinkjoodiseid tarvitatakse traadi kujul, hõbejoodiseid aga 2—4 mm suuruste terakestena.

Tabeli 16 andmeist võib järeldada, et mida suurem on joodise vasesisaldus, seda tugevam on joodis, kuid seda raskemini ta sulab.

Punane vask on kõige tugevam joodis raua ja terase jootmiseks. Punase vase sulamistemperatuur on umbes 1080°.

Malmi jootmiseks kasutatakse harilikult pulbritaolisi joodiseid, mis koosnevad metallioksüüdide ja booraksi segust. Head joodist saab, kui segada 75% rauapulbrit ja 25% boorhaput naatriumi.

Alumiiniumi jootmiseks kasutatakse hõbedat, vaske, tsinki ja teisi alumiiniumiga hästi kokkusulavaid sulameid.

Hõbejoodiseid kasutatakse peentöödeks ja selliste esemete jootmiseks, mis ei võimalda järeltöötlust. Hõbejoodiste kõrge hind kompenseerub kuhjaga töötlemisel saavutatava kokkuhoiu ja jootmisprotsessi produktiivsuse arvel.

§ 56. Joodiste valmistamine

Joodiseid valmistatakse tabelites 15 ja 16 näidatud metallide kokkusulatamise teel. Seejuures sulatatakse kergesti sulavaid metalle raudkoppades, raskesti sulavaid aga — grafiidist või tulekind-

last savist tiiglites. Joodise koostamisel sulatatakse kõigepealt raskemini sulav metall ning lisatakse sellele siis kergemini sulavad metallid. Saadud sulam segatakse hästi läbi ja valatakse ta käepärase kujuga vormidesse. Joodise sulatamist on soovitav teostada puusütest kaitsekihi all, mis takistab tina ja seatina väljapõlemist sulami koostisest.

Mõnikord ei täideta metalltoodete õõnsusi ja pragusid jootmisega, vaid mitmesuguste kittide abil. See on lubatav siis, kui õõnsused ja praod ei mõjuta toote tugevust. Allpool toome mõnede kittide koostised.

Kittide koostisi õõnte ja pragude täitmiseks

Terastoodete jaoks

I.	Rauapuru	100	kaaluosa
	Ammoniaaki	3	„
	Vett	10	„
II.	Rauapuru	100	„
	Harilikku savi . . .	50	„
	Keedusoola	10	„
	Kvartsliiva	20	„

Täidetavaid kohti tuleb enne kuumutada.

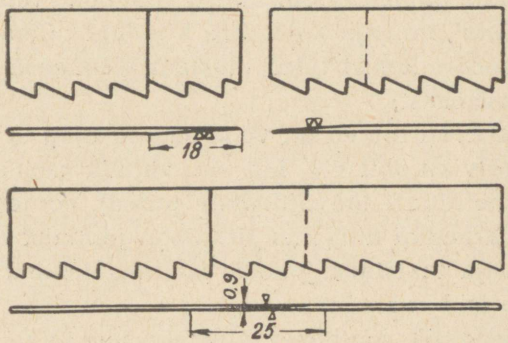
Malmtoodete jaoks.

III.	Rauapuru	3	kaaluosa
	Grafiiti	2	„
	Väävlit	5	„
IV.	Rauapuru	100	„
	Salmiaaki	1	„
	Keedusoola	1	„
	Vett lisatakse kuni segu on poolvedel.		
V.	Malmipuru	95	kaaluosa
	Salmiaaki (peene pulbrina) . . .	4	„
	Väävlit	1	„

Kitt soojendatakse, täidetakse sellega parandatavad kohad (õõned või praod) ja silutakse hõõguva rauatükiga.

§ 57. Jootmise praktika

Enne jootmist puhastatakse toodete joodetavad kohad mustusest, oksüüdist, roostest ja rasvast. Peale selle peavad liidetavate pindade ääred olema korralikult kokku sobitatud viilimise teel. Neid ühendava joodise kiht on siis hästi õhuke. Pärast seda peitsitakse liitekohad happega, tinutatakse nad üle või kaetakse räbustajaga ja teostatakse jootmine tõlviku abil või jootelambiga soojendades. Niipea kui joodisetükikesed on sulanud ning täidavad õmbluse, lõpetatakse soojendamine ja lastakse tootel pikkamisi jahtuda. Õmbluse lõpptöötlemisel eemaldatakse liigne joodisekord kaabitsa või viili abil; seejärel pestakse õmbluskohta sooja lubjaveega, mis kõrvaldab happejäägid.



Joon. 121. Lintsae jootmise näide.

Lintsaagide jootmist teostatakse järgmiselt (joon. 121):

1) lõigatakse saelehe otsad sirgjooneliselt maha;

2) viilitakse saelehe otsad teravnurkselt õhemaks, neid kokku sobitades;

3) surutakse sae otsad eriliste kinnituspakkide vahele, kaetakse jootekoht kõvajoodise ja vees peeneks hõõrutud booraksi seguga ning joodetakse;

4) lihvitakse jootekoht ja teritatakse saehambad.

Et saada jootmisel rahuldavaid tulemusi, peab silmas pidama järgmisi reegleid:

1) peitsimist toimetatagu jootmisel väga ettevaatlikult, sest erituvad happeaurud kahjustavad töölise tervist ja rikuvad tunduvalt metallesemeid ja tööriistu, kattes neid roostekorraga;

2) jootmine viidagu läbi kohe pärast pindade puhastamist;

3) tõlviku kuumutamisel tuleb jälgida, et ta ei kuumeneks üle (ei oleks hõõguvpunane); vastasel korral tõlviku töötavosa kattub oksüüdikorraga, muutudes töötamiskõlbmatuks;

4) tsinki, seatina, õhukesi metall-lehti ja traati joodetagu võimalikult kiiresti, kusjuures tõlviku temperatuur hoitagu madal; vastasel korral nimetatud materjalid võivad sulada.

5) kui toodet ei tohi kuumutada peale joodetavate kohtade, kaetagu ta märja lapiga või kastetagu osaliselt vette;

6) raskesti joodetavate metallide (raua ja terase) jootmisel ja neil juhtudel, kus pinnad ei ole täiesti puhtad, tuleb jootekohad enne üle tinutada[1], millega tagatakse kindlaid tulemusi;

7) tõlviku soojendamist tuleb alustada kannaosast, s. o. tõlviku kõige paksemast osast;

8) kui joodetavad tooted on väga suured ning ei võimalda läbisoojendamist tõlviku abil või kui on vajalik saada väga kõrget jootekoha temperatuuri (kõvajoodiste puhul), soojendatagu toodet enne ääsil 200 kraadini ning siis jätkatagu jootmist tõlviku abil;

9) kui on vaja takistada joodise mahavoolamist, kaetagu toote pind jootekoha ümber savikorraga;

10) bensiinipaakide jootmisel täidetagu nad enne ääreni veega. Siis valatagu vesi välja ja alles seejärel alustatagu jootmist; vastasel korral võib paagis leiduv bensiini- või petrooleumiauru ja õhu segu põhjustada jootmisel plahvatuse.

§ 58. Tinutamine

Õhu, vee, niiskuse ja hapete mõjul oksüdeeruvad peaaegu kõik metallid; nad kattuvad oksüüdide korraga (roostega). Oksüdeerimisprotsess levib aja jooksul laiusse ja sügavusse ning metall hävineb järk-järgult.

---

1 Tinutusprotsessi kirjeldatakse allpool.

Raud ja teras muutuvad rooste mõjul hapraks ja kergesti murduvaks, kuna vask lahustub isegi päris nõrkade hapetega kokkupuutumisel.

Et kaitsta metalle hävinemise eest, tuleb neid katta teiste metallidega, mis ei allu niiskuse ja hapete oksüdeerivale toimele. Parimaks metalliks oksüdeerimise ärahoidmiseks on inglistina, mida tavaliselt kantaksegi õhukese kihina kaitstava toote pinnale.

Operatsiooni, kus metalle kaetakse inglistinaga, nimetatakse tinutamiseks. Nagu eespool öeldud, kasutatakse tinutamist selleks, et kaitsta metalle oksüdeerimise eest ja ka selleks, et tooteid (näiteks laagrikausse) ette valmistada babiidiga täisvalamiseks. Ületinutamise teel valmistatakse ette toodete pindu ka jootmisele.

Tinutamist saab edukalt teostada ainult sel tingimusel, et tinutatav pind on vaba mustusest, rasvast ja oksüüdidest.

Tinutusprotsessi järjekord on järgmine. Kõigepealt puhastatakse tinutatavat pinda hoolikalt viili, kaabitsa või terasharja abil, kuni pind hakkab metalliliselt läikima. Siis valmistatakse tinutise segu. Selleks sulatatakse kopas inglistina või selle sulamit, mis tavaliselt koosneb 5 osast inglistinast ja 3 osast seatinast. Järgnevalt peitsitakse puhastatud pinda soolhappelahusega, raputatakse salmiaagipulbriga üle ja kastetakse toode sulatatud tinutisse. Kui kogu tinutamisele kuuluv pind on kokku puutunud sulatatud tinutisega, võetakse toode kiiresti välja.

Üleliigse tinutise kõrvaldamiseks ja tinutise ühtlaseks jaotamiseks mööda eseme pinda kasutatakse õliga niisutatud linast lappi või puuvillaseid narmaid, millega tuleb kiiresti hõõruda tinutatud pinda.

Suuremaid tooteid, mida tahetakse tinutada ainult osaliselt, ei kasteta üleni sulatatud tinutisse, vaid soojendatakse neid ääsil puusüte tulel ning visatakse siis nende pinnale inglistina tükikesi. Kui inglistina on hakanud sulama, hõõrutakse seda ühtlaselt mööda pinda laiali.

Pärast tinutamist loputatakse toode hoolikalt sooja veega, et kõrvaldada happe ja salmiaagi jäänused. Tuleb püüda saavutada jootmisel väga õhukest, ühetasast tinutisekorda.

Peale inglistina kasutatakse toodete kaitsmiseks roostetumise vastu veel tsinki (tsinkimine) ja niklit (nikeldamine). Et aga inglis-

tina, tsink ja nikkel on kallid ja defitsiitsed metallid, kasutatakse praegu laialdaselt toodete värvimist mitmesuguste keemiliste ainetega, mis kaitsevad neid roostetumise (korrosiooni) eest.

§ 59. Antifriktsioon-sulamitega (babiidiga) katmine või täisvalamine

Remondipraktikas tuleb sageli ette hõõrduvate pindade katmine ja laagrite täisvalamine babiidiga. Sellise katmise või täisvalamise protsess koosneb kahest operatsioonist:

1) pinna puhastamine vana babiidi jälgedest; peitsimine; tinutamine;

2) metalli sulatamine ja täisvalamine.

Pinna puhastamine vanast babiidist võib toimuda tema väljasulatamise teel jootelambiga või laagri kastmise teel sulatatud babiidiga täidetud vanni.

Pinna peitsimine ja tinutamine on vajalik, et kindlustada babiidi head külgehakkamist. Enne peitsimist kastetakse laager või laagrikauss 1—2 minutiks keevasse 15-protsendilisse seebikivilahusesse, et eemaldada mustuse ja rasva jäljed. Siis loputatakse laager puhta keeva veega. Babiidiga katmiseks või täisvalamiseks määratud pindade peitsimist teostatakse värskelt valmistatud soolhappe ja tsingi lahusega. Siis soojendatakse laagrikausid jootelambi leegiga 200—250 kraadini (kusjuures hoidutakse täisvalatavat pinda leegiga puudutamast) ja kastetakse nad 1—2 minutiks vanni sulatatud joodisega temperatuuril mitte alla 330° (joodise koostis on 64% inglistina ja 36% seatina). Siis võetakse laagrikausid kiire liigutusega vannist välja, raputatakse neid ja hõõrutakse puhta linase lapiga üle. Selle toiminguga ongi lõppenud laagrikausi pinna ettevalmistamine babiidiga katmiseks või täisvalamiseks.

Babiidi sulatamiseks kasutatakse erilisi paksude seintega nõusid — tiigleid, mida soojendatakse ääsitulel, bensiinilampide abil või elektriahjudes.

Valatava babiidi temperatuur peab olema 400—450°.

Tugevam temperatuuritõus või sulami kauakestev kuumutamine kõrgel temperatuuril põhjustab koostisosade (peamiselt inglistina)

väljapõlemist. Babiidiga täisvalatud kihi sisemuses tekib sageli õõnsusi ja poore. Treimisel tulevad need õõnsused ja poorid nähtavale ja ese läheb praaki. Nende vigade kõrvaldamiseks tuleb laagrikausse eelnevalt jootelambiga soojendada.

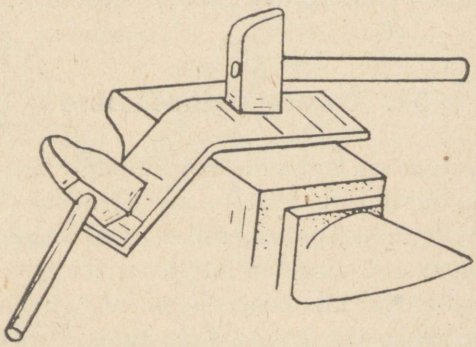
Tööohutuse mõttes tuleb babiidiga katmisel ja täisvalamisel hoolega jälgida, et täisvalatavale pinnale ei satuks vett, sest vastasel korral tekib metallipritsmeid, mis võivad tekitada töölistele põletushaavu.

XI peatükk

PAINUTAMINE, VALTSIMINE JA SISSEPRESSIMINE

§ 60. Materjalide painutamine

Toodete valmistamisprotsessis tuleb sageli kasutada materjalide painutamist, et anda neile nõutavat kuju. Metallide painutamiseks on olemas mitmeid viise, olenevalt paindekoha kujust ja materjali profiilist; painutada saab külmas või kuumas olekus. Painutamiseks kuumutatud latt asetatakse alasile (joon. 122) selliselt, et painuta-



Joon. 122. Lati painutamine alasil.

misele tulev ots ulatuks üle alasi ääre. Siis surutakse latt vasara abil vastu alasit ja lüüakse teise vasaraga toortüki väljaulatuvale otsale, kuni see paindub. Painutamise otstarbel kuumutatakse materjali ainult selles kohas, mis kuulub painutamisele. Kui me näi-

teks kuumutame teraslatti (joon. 122) kogu pikkuselt, ta väljaulatuv ots paindub kõverjooneliselt, mistõttu tekib vajadus seda hiljem õgvendada.

Nurgeti painutamist võib teostada ka järgmist viisi: varb pistetakse alasi august läbi selliselt, et kuumutatud koht oleks augu ääre kohal ning painutatakse varva teine ots alasi poole alla. Varva painutamisel ta väliskihid venivad, kuna sisemised kihid surutakse kokku. Seepärast väliskihis tuleb painutamisel metallist puudu, paindekoha siseküljel aga tekib volte. Varva ristlõige on paindekohas väiksem kui painutamata osas. Kui metalli kuumutamine on olnud puudulik ja järelikult metall ei ole küllaldaselt plastiline, võib paindekoha välisküljele tekkida pragusid. Sel põhjusel on soovitav paindekohta jämendada ristlõike vähenemise võrra. Painutamist ja jämendamist teostatakse vaheldumisi. Materjali painutamine toimub kas käsitsi, lihtsaimate seadiste abil (plaat sissepistetavate pulkadega) või painutusmehhanismidega (lehtterase painutusvaltsid või seadmed armatuurterase painutamiseks). Materjali painutamisel tekib praaki peamiselt pragude, rebestuste ja kihtideks eraldumise näol.

Tööline peab materjali painutamisel väga tähelepanelikult ja ettevaatlikult jälgima painutatava metalli elastsustungide mõju.

§ 61. Torude painutamine

Torusid saab painutada kuumalt või külmalt. Esimest viisi kasutatakse käsitsi painutamisel, teist — mehaanilisel painutamisel.

Et toru ei läheks mõlki painutamisel ega vajuks kokku, vaid et paindekoht hoiaks alal esialgse läbilõike, täidetakse toru liivaga. Selleks võetakse jõeliiva, mis peab olema kuiv, puhas ja peeneteraline, läbimõõduga mitte üle 2 mm; seda saab, lastes liiva läbi sõelast, mille augud on umbes 2 mm läbimõõduga. Mäeliiva selleks ei kasutata, sest ta pind pole nii sile nagu jõeliival, mistõttu ta vaba edasinihkumine painutatavas torus on takistatud.

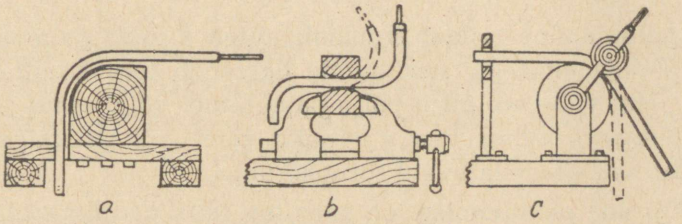
Liivaga täidetud toru suletakse puitkorgiga. Korgi ja kuiva liiva vahele on soovitav panna väike vahekiht märga liiva. Pärast ühe toruotsa liivaga täitmist, täidetakse samal viisil ka teine toruots.

Liiv peab olema kuiv seepärast, et niiske liiva kuumendamisel tekkivad veeaurud võivad lõhkuda toru või paisata eest toru otstes olevad korgid. Kuumutamisel tuleb jälgida, et kuumeneks ainult painutatav toruosa; kui kuumenemine levib kaugemale, tuleb toru jahutada vee abil, sest vastasel korral on raske saada vajaliku raadiusega kaart ettenähtud kohas.

Toru kuumutamisel ääsil peab jälgima toru värvust soojendatavas kohas, et vältida metalli ärapõlemist. Soojendada tuleb kirsspunase värvuseni.

Torude painutamisel ei tohi kaare raadius olla väiksem kui toru neljakordne läbimõõt. Kuumutatava torulõigu pikkus oleneb paindenurgast ja toru läbimõõdust. Kui nurk on 90°, peab kuumutatav lõik olema ligikaudu võrdne toru kuuekordse läbimõõduga. Kui toru tuleb painutada 60°, 45° nurga all jne., peab kuumutatava osa pikkus olema väiksem.

Asetades kuumutatud toru kruustangide vahele või mõnesse teise painutusseadmesse, on vajalik silmas pidada, et toru õmblus ei satuks üles- ega allapoole, vaid tingimata toru külje peale; vastasel korral võib toru rebeneda piki õmblust, sest õmbluse ülemise

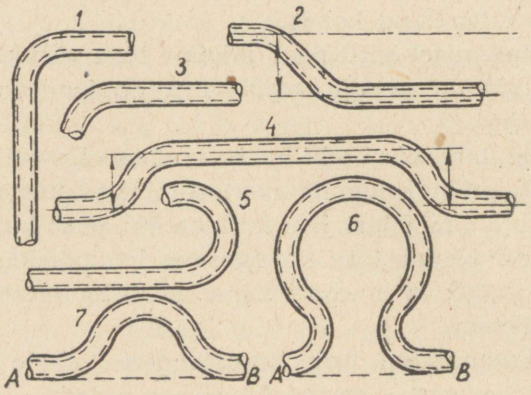


Joon. 123. Seadeldisi raudtorude painutamiseks. a — puidust; b — malmist; c — rullidega.

asendi puhul ta venitatakse välja, alumise asendi puhul aga surutakse kokku.

Painutuse täpsust kontrollitakse šablooniga, mis valmistatakse aegsasti ümarraua tükist. Pärast ühe toruosa painutamist jahutatakse toru ning jätkatakse painutamist. Väiksema läbimõõduga torusid saab painutada otsekohe kruustangides, kuna suure läbimõõduga torude painutamiseks kasutatakse erilist seadeldist, nõnda-

nimetatud torupainutit (joon. 123). Torupainuti koosneb tavaliselt 2—3 rullist. Toru asetatakse torupainuti rullide vahele ja painutatakse teda liikuva rulliga vastava kangi abil. Rullid on vahetatavad ning neid valitakse vastavalt kaare raadiusele.



Joon. 124. Raudtorude painutusi. 1 — ristpaine; 2 — kaksik-kaldpaine; 3 — kaldpaine; 4 — kahekordne kaksik-kaldpaine; 5 — kaar; 6 — kompensaator; 7 — möödumiskoht.

Kui painutamine toimub kuumalt, tuleb torusid painutada ühekordse soojendamisega, sest muidu halveneb toru kvaliteet. Kui toru on pisut vähe või pisut palju painutatud, võib saada soovitud nurka jahutades külma veega põlviku välis- või sisekülge. Joonis 124 näitab enamtarvitatavaid torupainutusi.

Vasktorude painutamisel on soovitav täita nad kampoliga.

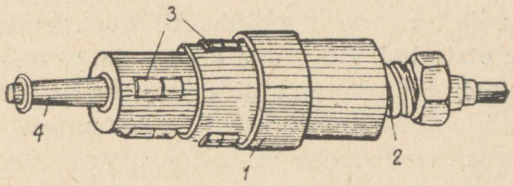
§ 62. Torude valtsimine

Üksikuid torutükke ühendatakse omavahel muhvide või äärikute abil. Äärikühenduse puhul valtsitakse toruotstele terasest äärikud.

Seda tehakse toruotsa seinte külma sissepressimise teel ääriku augu soontesse nõndanimetatud toruvaltsi abil (joon. 125).

Toruvalts koosneb kerest 1, tigust 2, koonusrullidest 3 ja koonusspindlist 4.

Valtsimise käik on järgmine: kruustangidesse kinnitatud toruotsale asetatakse raudäärik. Siis pannakse toru sisse toruvalts. Pöörates tigu võtme abil lükatakse koonusspindel kaugemale torusse; seetõttu rullid suruvad suure jõuga toru seintele. Koonuse edasisel



Joon. 125. Toruvalts: 1 — kere; 2 — tigu; 3 — koonusrullid; 4 — koonusspindel.

pööramisel rullid valtsivad toru laiemaks, vajutades laiali toru seinad ning surudes neid ääriku soontesse. See toimub toruseina paksuse arvel: sein muutub seeläbi veidi õhemaks.

Valtsimist korratakse mitu korda, kuni äärik on lõplikult peale valtsitud.

§ 63. Sissepressimine

Praktikas tuleb sageli sisse pressida pukse kahe kokkukäiva detaili vahele. Mehhanismide konstruktsioonid näevad sageli ette pukside rakendamist; pukside sissepressimist tuleb sageli abiks võtta ka lõtkude kõrvaldamiseks, mis tekivad ekspluatatsiooni jooksul.

Sissepressimist teostatakse mitmel viisil:

1) pneumaatiliste või käsipresside abil;

2) käsitsi sissetagumise teel;

3) mulgu kuumutamise teel, millesse tuleb asetada puks, või tapi otsa asetatava õõnespuksi kuumutamise teel;

4) detaili (tapi) või puksi jahutamise teel (mulku asetamise korral).

Igaühel neist viisidest on oma paremusi ja puudumeid.

Presside ja käsitsi sissetagumise abil sissepressimine on oma teostamisviisilt lihtne, mis on eriti oluline individuaalsete remonttööde puhul. Kuid neil viisidel on ka rida olulisi puudumeid, nagu

näiteks: presside abil sissepressimise tagajärjel puks võib deformeeruda, kuna käsitsi vasardamine võib põhjustada äärte paksenemist ja rebestusi.

Head ühendust saab kuumutamise või jahutamise rakendamisel, millega luuakse vajalik lõtk põhidetaili ja sissepressitava detaili vahel nende detailide kokkupanemise ja järgneva kindla liitmise otstarbel. Tuleb aga arvestada, et detailide kuumutamine võib tekitada tagi. Ka metallide füüsikalised omadused võivad muutuda detailide sissepressimiseks kuumutamisel.

Pukside kohaleseadmiseks on kõige otstarbekam kasutada jahutamist. See viis ei anna ülalnimetatud defekte, nagu keha geomeetrilise kuju muutusi, struktuuri muutumist, pinnalisi vigastusi jne.

Kuumutamisel tekkiv paisumine või jahtumisel tekkiv kokkutõmbumine tekitavad vajalikud lõtkud liidetavate osade vahel ning hõlbustavad ühe detaili asetamist teise sisse. Normaalse temperatuuri taastamisel pärast kuumutamist (jahutamist) lõtkud vähenevad ja ühendatavate osade vahel tekib vajalik liitumine. Liitumise tugevust tingivad igal üksikjuhul keha soojuspaisumise koefitsient ja materjali sitkus, samuti ka pealispinna seisukord. Pealispind peab jahtumisel ja sellega kaasuval kokkutõmbumisel (või kuumenemisel ja sellega kaasuval paisumisel) suruma detailid nõutava jõuga üksteise vastu.

XII peatükk

TÖÖRIISTADE KORRASTAMINE JA TERMILINE TÖÖTLEMINE

§ 64. Tööriistade korrastamine

Tööprotsessi jooksul muutuvad tööriistad osaliselt kõlbmatuks ja vajavad seetõttu parandamist — korrastamist.

Lukksepp teostab ise selliste tööriistade korrastamist, nagu meisel, ristmeisel, lamepuur, kärn, märknõel, kruvikeeraja, kaabits ja paljud teised tööriistad.

Põhilisteks töödeks tööriistade korrastamisel on: lõõmutamine, sepistamine, viilimine, termiline töötlemine ja teritamine.

Tööriistade ekspluatatsioonis kõige sagedamini esinevaiks korratusteks on terade nürinemine või murenemine, peade laiakstagumine vasaralöökide tagajärjel jne. Tööriistade defektide parandamine ehk tööriistade korrastamine toimub kindlas järjekorras.

§ 65. Lõõmutamine

Lukksepa tööriistu kasutatakse tavaliselt karastatult. Et saaks parandada defekte, tuleb enne kaotada tööriista karastus: tööriist tuleb lõõmutada. Nagu teada, nimetatakse lõõmutamiseks metalli termilise töötlemise protsessi, mille juures tööriista kuumutatakse 750—800 kraadini ning jahutatakse ta siis väga aeglaselt (ühes ääsi või ahjuga).

Et vältida süsinikusisalduse langust ja tööriista riknemist, on soovitav teostada lõõmutamist puidusöeküttega ääsil või puidusöega täidetud gaasitorus. Lõõmutamisega kaotatakse eelnenud termilise töötluse (karastamise) tulemused, tunduvalt vähendatakse kõvadust, muudetakse materjali ühtlasemaks ning parandatakse terase struktuuri.

§ 66. Sepistamine

Pärast lõõmutamist teostatakse sepistamise teel defektide parandamist, s. o. tööriistade päris-korrastamist.

Sepistamine toimub korrastamisel harilikul viisil, üldkasutatavate sepatööriistade abil (pihid, vasar, meisel ja siluja). Tähtsamaiks sepistamisvõtteiks tööriistade korrastamisel on jämendamine, venitamine, raiumine ja silumine. Pärast sepistamist teostatakse sageli tööriistade korrastatavate kohtade parajaksviilimist.

§ 67. Karastamine ja noolutamine

Kõik lukksepatööriistad (näiteks meisel ja ristmeisel) vajavad pärast sepistamist termilist töötlemist: karastamist ja noolutamist.

Seda tehakse nii uute tööriistade valmistamisel kui ka vanade korrastamisel.

Meisli karastamist ja noolutamist teostatakse vahel ühekordse kuumutamisega ääsil, ahjus või soolavannis, seejuures kuumutatakse 760—780 kraadini. Meislil ja ristmeislil kuumutatakse karastamise otstarbel ainult töötavosa 15—30 mm pikkuselt. Kuumutamisel tuleb jälgida, et üleminek hõõguva ja tumeda osa vahel ei oleks järsk. Seda nõuet tuleb tähele panna kõigil juhtudel, kus ei soojendata kogu töötluseset, vaid ainult ta otsa. Sellest nõudest mittekinnipidamisel võib eseme lõplikul jahtumisel vees tekkida pragu hõõgutatud osa piirjoonel.

Kuumutatud meisel asetatakse otsapidi 15—20 mm sügavuselt vette. Seejuures hoitakse ta vertikaalselt, teraga allapoole, ja liigutatakse üles-alla, veest täiesti välja võtmata. Seetõttu ei teki järsku piiri meisli karastatud ja karastamata osade vahel. Selle tingimuse mittetäitmisel meisel võib töötamisel murduda mööda joont, kus oli vee tase.

Kui meisli hõõguv osa on tumedaks muutunud, võetakse meisel veest ja puhastatakse kiiresti karastatud osa, et saaks jälgida muutevärvuste ilmumist.

Kuna meisel ei olnud lõplikult jahutatud, toimub alalhoidunud soojuse arvel meisli otsa soojenemine. Meislit noolutatakse violetse, sinise või helesinise värvuseni, olenevalt sellest, missuguse metalli raiumiseks ta on määratud (pehme või kõva teras, malm).

Kui meisel on määratud kõikide metallide raiumiseks, noolutatakse ta sinise värvuseni. Soovitud muutevärvuse ilmumisel meisli terale kastetakse meisel teiskordselt vette ning jahutatakse lõplikult.

Töötamisel selgub, kas meisel on õieti karastatud: kui meisel mureneb, tähendab see, et ta on liiga nõrgalt noolutatud ja et teda tuleb noolutada järgmise muutevärvuseni. Näiteks meisel on noolutatud violetse värvuseni, kuid mureneb töötamisel. Järelikult tuleb teda noolutada sinise värvuseni.

Liiga tugev noolutus vähendab meisli lõikeosa kõvadust ning tera nürineb kiiresti töös. Sellist meislit tuleb uuesti kuumutada karastustemperatuurini ja karastada, noolutades eelkäiva muutevärvuseni, s. o. kui meisel oli enne noolutatud sinise värvuseni,

tuleb teda nüüd noolutada violetse värvuseni. Teiste tööriistade karastamine, milledel karastada ja noolutada tuleb ainult otsa (näiteks lõiketerad, kaabitsad, puurid, kruvikeerajad, märknõelad jne.), toimub üldjoontes samal viisil, nagu meisli ja ristmeisli karastamine.

Keermepuuride ja keermepakkide korrastamisel toimub nende karastamine temperatuuril 760—780° ja noolutamine temperatuuril 200°, mis vastab pruunikas-kollasele muutevärvusele. Et keermepakkide pooled ja keermepuuride komplektid oleksid ühesuguse kõvadusega, tuleb neid kuumutada koos nii karastamise kui ka noolutamise puhul.

Kuumutamist karastamise otstarbel tuleb teostada karastusahjus, soolavannis või ääsil. Kui kuumutamine toimub ääsil, tuleb keermepakid ja keermepuurid asetada puidusöega täidetud veetorusse, sest sellega saavutatakse ühtlast kuumenemist ja metall ei oksüdeeru liiga palju.

Pärast kuumutamist jahutatakse pakid ja puurid lõplikult vees või õlis. Sel juhul teostub noolutus teiskordse soojendamise arvel, mis toimub õli- või liivavannis või hõõguval pliidil. Viimasel juhul saab väga hästi jälgida muutevärvusi keermeosadel.

Lukksepavasarate korrastamisel toimub karastamiseks vajalik kuumutamine 760°—780° temperatuurini. Seejuures tavaliselt ei noolutata.

Vasar kuumutatakse üleni. Kõigepealt karastatakse vasara kitsas ots, asetades ta vette ning jättes ta sinna, kuni vesi lakkab keemast. Siis pööratakse vasar kiiresti ümber, suputatakse ta laupapidi vette ja hoitakse kuni vee keemine lakkab. Selle aja jooksul jõuab vasara keskmine osa jahtuda 500—600 kraadini, s. o. tumepunase hõõgumiseni. Siis kastetakse vasar üleni vette ja jäetakse ta sinna täieliku jahtumiseni.

Kiirlõiketerase termiline töötlemine

Süsinikuterasest valmistatud lõikeriistad kuumenevad tööprotsessis hõõrdumise mõjul. Seetõttu väheneb nende kõvadus ja kaob nende lõikevõime.

Viimasel ajal kasutatakse lõikeriistade valmistamiseks laialda-

selt eriteraseid volframi, koobalti ja teiste elementide lisandusega. Volframi lisamine terasele annab viimasele erilise omaduse säilitada kõvadust kuumenemisel punase hõõgvärvuseni.

Suure lõikekiiruse puhul tööriistade lõikeservad kuumenevad tugevasti ja süsinikterasest valmistatud tööriistad kaotavad kiiresti oma kõvaduse, muutudes kõlbmatuks edasiseks tööks. Seevastu volframisisaldusega terasest valmistatud tööriistad ei kaota oma lõikevõimet soojenemisel 600 kraadini. Seepärast volframisisaldusega eriterast nimetatakse kiirlõiketeraseks.

Kiirlõiketerasest valmistatud tööriistade karastamisel peab kuumutustemperatuur olema kõrge; ta peab olema lähedane temperatuurile, mille juures algab metalli sulamine (1300—1350°). Kui kiirlõiketerast kuumutatakse karastamisel temperatuurini alla 1300°, kaotab ta oma kõvaduse noolutamisel ja edasises töös. Soovitatakse järgmist kiirlõiketerase termilise töötlemise režiimi: aeglane kuumutamine 800 kraadini (et vältida tugevaid pingeid) sellele järgneva kiire kuumutamisega 1300 kraadini. Ebaküllaldane kuumutus põhjustab kõvaduse vähenemist, ülekuumutus aga — haprust. Kiirlõiketeraste kuumutamiseks kasutatakse soolavanne.

Karastustemperatuurini kuumutatud kiirlõiketerast jahutatakse õhus (seetõttu teda nimetatakse „isekarastuvaks" teraseks) või, veel parem, soojendatud õlis.

Pärast karastamist omab kiirlõiketeras väga kõrge kõvaduse.

Kiirlõiketerase noolutamine toimub temperatuuril 500°, mille tulemusena terase kõvadus tõuseb 600—650 ühikuni Brinelli järgi.

Kiirlõiketerase noolutamisel tuleb silmas pidada järgmist iseärasust: noolutamine temperatuuril alla 450° vähendab kõvadust, kuna noolutamine kõrgemail temperatuuridel (kuni 600°) uuesti suurendab õieti karastatud kiirlõiketerase kõvadust.

§ 68. Tööriistade karastamisel esinevaid defekte

Tööriistade karastamisel kõige sagedamini esinevaid defekte on toodud tabelis 17.

Lukksepatööriistade ja teiste tööriistade karastamine nõuab väga suurt tähelepanelikkust ja kindlaid töökogemusi ning oskusi.

Karastamisel tekkivaid defekte ja nende kõrvaldamisviise

Esinev defekt	Murdepinna iseloom	Ebarahuldava karastuse põhjus	Karastuse parandamisviis
1. Kõvadus ei ole kasvanud või on kasvanud liiga vähe. Tagi ei pudene. Pind laseb end hästi viilida.	Murdekoha pind on kiuline, sarnleb karastamata terase pinnaga.	Toote kuumutus oli ebaküllaldane, s. o. ei saavutatud vajalikku temperatuuri.	Karastamist tuleb korrata kõrgema temperatuuri juures.
2. Kõvadus on suur, pind ei ole viilitav. Tagi pudeneb. Toode praguneb kergesti karastamisel ja murdub töös.	Murdekoha pind on läikiv, vaheldumisi peene- ja jämedateraline.	Toodet on kuumutatud kõrgema temperatuurini, kui see oli karastamiseks vajalik.	Karastamist tuleb korrata madalamal temperatuuril. Kui toodet on kuumutatud väga kõrge temperatuurini, tuleb ta korduvalt läbi taguda.
3. Kõvadus on küllaldane; tagi pudeneb. Viil ei hakka pinnale peale. Toode praguneb kergesti karastamisel ja murdub töös.	Murdekoha pind on suureteraline, tugeva valge läikega.	Toodet kuumutati liiga kõrge temperatuurini ja hoiti sel temperatuuril pikemat aega.	Toode on ära põletatud ja seda ei saa enam parandada.
4. Näiliselt ebaküllaldane karastus, tagi ebatäielik pudenemine. Viil hakkab peale ainult pinnalt. Pehme süsinikuvaese pinna all on kõrge kõvadus.	Olenevalt süsinikusisalduse vähenemise astmest on olemas tugeva läikega väliskiht, mille all on näha peeneteralist murdekohta, mis vastab karastatud terasele.	Kuumutamise ajal toode ei olnud küllaldaselt kaitstud süsiniku väljapõlemise eest pinnapealsest kihist.	Süsinikuvaene kiht eemaldatakse mehaanilise töötlemisega. Vastasel korral tuleb toodet tsementeerida.
5. Kõvadus on ebaühtlane: ta on suurem kantidel ja väiksem pindadel. Tagi ei pudene täielikult. Viil hakkab kohati peale. Toode kaardub ja praguneb kergesti. Nurgad ja hambad murenevad.	Murdekoht ei ole ühtlane; kohati on näha karastamata, kohati õieti karastatud teri; kantidel ja õhemais kohtades võib tähele panna ärapõletatud teri.	Toodet kuumutati liiga kiiresti ja ebaühtlaselt.	Lõõmutamine ja teiskordne, õige karastamine.

Esinev defekt	Murdepinna iseloom	Ebarahuldava karastuse põhjus	Karastuse parandamisviis
6. Ebaküllaldane kõvadus, eriti suurtes läbilõigetes. Kandid on enamasti kõvad, kuid viil hakkab peale. Tagi pudeneb hästi.	Hästi karastatud teri on ainult kantidel ja õhemais kohtades. Toote ülejäänud kohtades, eriti pinnal, on karastamata terad (jämedateralisus).	Jahutava keskkonna ülekuumenemise tagajärjel toote karastatavad kohad ei jahtunud küllaldaselt, sest toote ja jahutava keskkonna vahel tekkis aurusärk.	Korrata karastamist energilisema jahutusega, kasutades selleks pritseseadmeid või toote vastavat liigutamist jahutavas keskkonnas. Keerulise kujuga tooteid tuleb lõõmutada enne teiskordset karastamist
7. Ebaküllaldase kõvadusega kandid ja kõvemad õhukesed kohad; viil hakkab kohati peale; tagi pudeneb hästi.	Murdekoht on jämedateraline pehmeis ja karastatud kohtades.	Toodet jahutati ebasobivas jahutavas keskkonnas.	Korrata karastamist, kasutades tugevamat jahutusvahendit.
8. Hea, väga kõrge kõvadus; viil ei hakka peale; tagi pudeneb hästi. Tekib karastus-pragusid; ese kaardub tugevasti ning on liiga habras.	Hästi karastatud, peeneteraline struktuur. Karastatud kiht on väga sügav, ulatudes vahel tootest läbi.	Toodet jahutati ebasobivas jahutavas keskkonnas (jääkülm vesi, soolvesi).	Toote kõvadust saab vähendada tugeva noolutamisega.

Kõige pisema hooletuse või nõutavatest tingimustest mittekinnipidamise puhul saame praaki.

Et osata eraldada tundemärkide järgi head karastust halvast, tuleb läbi uurida kõige sagedamini esinevad ebarahuldava karastuse põhjused tabeli 17 järgi.

§ 69. Tööriistade teritamine

Tööriistu tuleb teritada korrastamisel pärast termilist töötlemist või neil juhtudel, kus tera on nürinenud.

Lõõmutamisele või sepistamisele järgnev eelviilimine ei võimalda saavutada täpseid nurki ega küllalt siledat tera pealispinda. Seda saavutatakse tööriistade teritamise teel.

Meislid ja ristmeislid nürinevad töötamisel, seepärast toimitakse nende tööriistade korrastamisel järgmiselt:

1. Lõõmutatakse. 2. Sepistatakse tera. 3. Sepistatakse pea. 4. Viilitakse tera ja pea. 5. Karastatakse tera ja pea. 6. Noolutatakse tera ja pea. 7. Teritatakse tera vajaliku nurga all.

Meislitera teritatakse smirgelkäial; meislit ei tule suruda eriti kõvasti vastu käia, sest siis meisel kuumeneb tugevasti ja tera kõvadus langeb.

Et kaitsta meislit kuumenemise eest teritamise ajal, tuleb rakendada veega jahutamist või teritada veega niisutatud käial.

Igal juhul peab jälgima, et tera kuumenemine ei ületaks 100°. Tera kuumenemine üle selle temperatuuri põhjustab noolutust ning vähendab tera kõvadust, mille järeldusena tööriist nürineb kiiresti ega ole töös vastupidav.

Tera hoitakse teritamisel 30° nurga all smirgelketta või käia moodustaja suhtes ning libistatakse tera aeglaselt käia kogu laiuses. Meislitera mõlemad tahud peavad olema ühelaiused ja ühesuguse kaldenurgaga meisli telje suhtes.

Lamepuuri korrastamisel peetakse kinni järgmisest operatsioonide järjekorrast:

1) lõõmutamine; 2) puuriotsa sepistamine ja nurkade maharaiumine; 3) lõikeservade ja neljatahulise puuripea viilimine; 4) karastamine; 5) noolutamine; 6) puuri lõikeservade teritamine.

Karastamisel kuumutatakse puuriotsa aeglaselt kirsspunase värvuseni, kastetakse külma vette 10—20 mm sügavuselt, võetakse veest välja ja puhastatakse kiiresti puuri lõikeservad (puuri ots). Siis noolutatakse tumesinise muutevärvuseni. Noolutamist võib teostada kas pannes karastatud toode hõõguva metallitüki peale või täielikult jahtumata toote sisemise soojuse arvel. Toode jahutatakse täielikult, kui soovitud muutevärvus on saavutatud.

Kärni korrastamisel kordub üldiselt ülalnimetatud operatsioonide järjekord ja nimelt:

1) lõõmutamine;

2) kärni koonilise osa ja kärni pea treimine (valtsitud osa jäetakse puutumata);

3) kärni kooniline osa ja kärni pea karastamine ja noolutamine.

Kaabitsa teritamiseks tarvitatakse keskmise teralisusega

smirgelkäia või, veel parem, liivakäia, misjärel kaabits teritatakse üle peeneteralisel õliluisul.

Teritamisel peab surve kaabitsale olema suhteliselt nõrk, et mitte põhjustada tera kuumenemist ja kaabitsa riknemist.

Lõplikul luisul teritamisel asetatakse kaabits otsapinnaga luisule ning hoitakse ta selles, luisule perpendikulaarses asendis kogu teritamise ajal.

XIII peatükk

TOODETE MÄRKIMINE ENNE TÖÖTLEMIST

§ 70. Märkimise otstarve

Märkimist kasutatakse peamiselt esemete töötlemisel tööpinkidel, kuid mõnikord võetakse seda tarvitusele ka käsitsi töötlemise puhul.

Asi seisab selles, et sepistamise või valamise teel on võimata valmistada väga täpsete mõõdetega detaile. Selliste toodete pind on pealegi alati ebatasane ja krobeline. Et anda neile täpsed mõõted ja muuta nende pind siledaks, tuleb neilt maha võtta teatava paksusega metallikiht. Sepistamisel ja valamisel tehakse esemed meelega selle metallikihi võrra suuremad. Kõige lihtsamail juhtudel võib üleliigset metalli lihtsalt vastavate tööriistade abil maha võtta, kontrollides töötlemise ajal mõõteid, kuni on käes nõutavad mõõted. Palju kohasem (ja keeruka kujuga detaili puhul isegi hädavajalik) on aga märkida veel enne töötlemise algust toote pinnale piirid, mis määratlevad metalli mahavõtmise ulatust.

Märkimine seisab tegelikult joonestise mõõdete ülekandmises toortükile. Toortükiks võib olla valand, sepis, leht- või lattmaterjal. Peale töötlemise piiride märgitakse tootele ka teljed (horisontaalsed ja vertikaalsed) ja mulkude keskkohad. Viimased on vajalikud puuride õigeks asetamiseks mulkude puurimisel; mis aga puutub telgedesse, siis läheb neid vaja toote järgneval ülesseadmisel mitmesugustesse tööpinkidesse, et kontrollida töötlemise ajal selle täpsust. Telgi on vaja ka kokkupaneku protsessidel. Joonte tõmbami-

sel toortükile tuleb silmas pidada mõõteid, mis peavad olema valmisdetailil.

Märkimise teostamiseks kasutatakse rida tööriistu ja rakiseid. Märkija peab oskama lugeda ja mõistma märgitava toote joonestist. Joonestis annab tootest kõige täpsema pildi, kujutades eset mitmest küljest ja mitmes läbilõikes. Olenemata sellest, et joonestis valmistatakse kindlas mastaabis (kas mitu korda vähendatult või suurendatult; seda näidatakse alati joonestisel endal), kirjutatakse joonestisele kõik mõõted arvudega. Märkimisel peabki pöörama peamist tähelepanu joonestisel olevaile arvudele ning kandma vastavaid mõõteid toortükile ainult mõõtejoonlaua abil.

Joonestisel näidatud mõõted jagunevad kolmeks kategooriaks:

1) p õ h i l i s e d m õ õ t e d, mis näitavad kaugust oluliste punktide või joonte vahel. Põhilised mõõted kindlustavad täpsust montaažil. Kõik põhilised mõõted mõõdetakse väljudes telgjoontest, mis on sageli ka sümmeetriajoonteks ning millest kummalgi pool toote üksikud osad paiknevad ühesuguselt (sümmeetriliselt); detaili põhilised mõõted peavad olema kooskõlastatud tööjoonestiste vastavate mõõdetega ja seepärast on nendest täpne kinnipidamine väga suure tähtsusega.

2) e s i m e s e j ä r g u m õ õ t e d, s. o. mõõted, mis on joonestisel arvudega tähistatud;

3) t e i s e j ä r g u m õ õ t e d, s. o. kõik ülejäänud mõõted, mis ei ole arvudega tähistatud, kuid mida saab kindlaks määrata joonestise järgi.

Põhiliste ja esimese järgu mõõdete täpsusest oleneb detailide tugevus ja nende õige koostöö. Teise järgu mõõdetest olenevad ainult õiged proportsioonid ja seepärast võib sallida vähemaid kõrvalekaldumisi neist.

§ 71. Märkimisel kasutatavad tööriistad

Märkimisel kasutatakse järgmisi rakiseid ja tööriistu: märkimisplaat, rismus, tallaga nurgik, sirkel, märknõel, kärn, aluspakud ja kruvipakud.

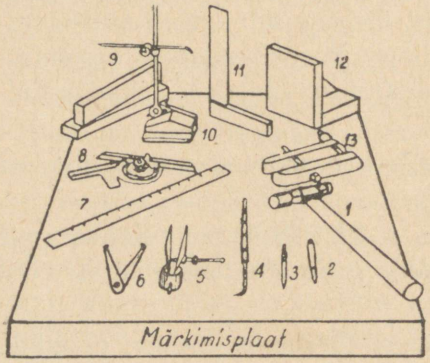
Joon. 126 kujutab märkimisplaati ühes sellele asetatud tööriistadega, mida kasutatakse märkimisel.

M ä r k i m i s p l a a t (joon. 127) on tavaliselt malmist valatud. Tema pealispinda ja külgi töödeldakse hoolikalt, tasapind kontrollitakse kontroll-joonlauaga, kandid aga -nurgikuga. Plaat asetatakse kindlale alusele või tugevaile puitpukkidele; tavaliselt seisab plaat töökoja akende lähedal, et töö juures oleks küllalt valgust.

Märkimisplaati tuleb kohelda hoolikalt, vältides tugevaid lööke plaadi tasapinnale ja nurkadele. Pole ka soovitav nihutada märgitavaid esemeid mööda plaadipinda, et mitte tekitada sellel kriimustusi ega mõlke.

Töötamise vaheajal peab plaat olema kaetud puitkaitsekattega, kaitseks tolmu ja juhuslike löökide vastu.

Plaat on põhiliseks rakiseks märkimise juures; tema heast seisukorrast ja õigest ülekandmisest oleneb toodete märkimise kvaliteet. Joon. 127 näitab märkimisplaadi ja selle aluslaua mõõteid.



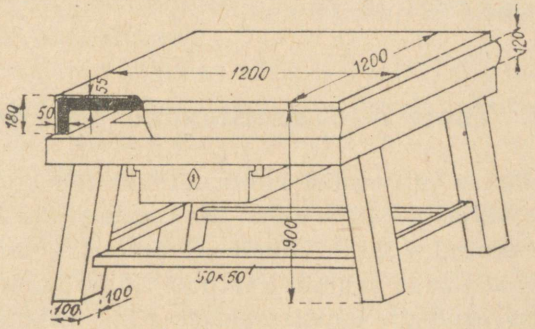
Joon. 126. Märkimisplaat tööriistadega: 1 — vasar; 2 — tsenterkärn; 3 — märkimiskärn; 4 — märknõel; 5 — märkimissirkel; 6 — taster; 7 — mõõtejoonlaud; 8 — seadnurgik; 9 — paralleelaluspakud; 10 — rismus; 11 — nurgik; 12 — tallaga nurgik; 13 — pitskruvid.

R i s m u s, tallaga nurgik, sirkel ja märknõel on juba kirjeldatud ülalpool (§ 38), kus on toodud nende mõõted ja ehitus ühes nende kasutusviisiga.

K ä r n. Detaili peale kantud jooned ei püsi kaua. Märgitud detaili järgneval töötlemisel nad võivad kergesti kustuda. Et alal hoida märkjooni, tavaliselt kärnitakse neid. Selleks võetakse märkimiskärn ning lüüakse sellega koonusekujulised lohud.

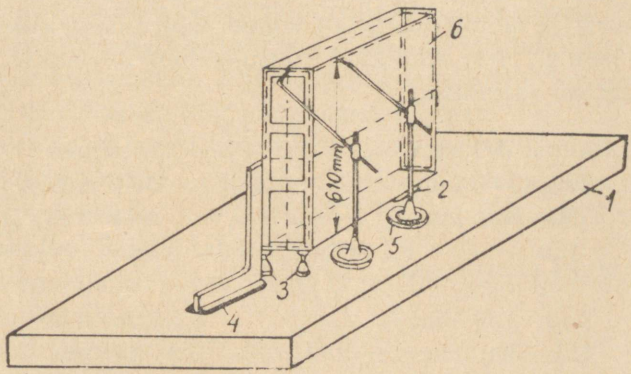
Kärn hoitakse töötamisel perpendikulaarselt (püstloodis), teravikuga täpselt toote peale märgitud joonel, ning lüüakse kärni laubale kerge löök tavalise vasaraga. Tuleb jälgida, et kärni teravik asetseks täpselt märgitava joone keskel ja et vasaralöögid ja järelikult lohkude süga-

vus oleksid ühesugused. Lohkude vahe võib olla erinev; pikemail sirgjoontel on vahe 15—25 mm; lühemail ning kõverail joontel tuleb aga kärnida lühemate vahedega — iga 5—10 mm järel.



Joon. 127. Märkimisplaat (ehitus ja mõõted).

Aluspakud ja kruvipakud. Et märkimisel oleks võimalik üles seada toodet küllalt kindlalt ja et mitte tekitada mõlke märkimisplaadile, kasutatakse mitmesuguse kujuga aluspakke ja kruvipakke, milledele asetatakse toode märkimise ajal.



Joon. 128. Märkimistööriistad töös: 1 — märkimisplaat; 2 — aluspakk; 3 — kruvipakk; 4 — tallaga nurgik; 5 — rismused; 6 — märgitav toode.

Aluspakkude suurus ja kuju on järgmised: pikkus 50—250 mm, laius ja kõrgus 50—100 mm.

Aluspakke valmistatakse komplektidena või paaridena; seepärast on kõrgus, laius ja väljalõigete sügavus kogu komplektil ühe-

sugused. Aluspakkude ja kruvipakkude pinnad peavad olema töödeldud.

Joon. 128 kujutab toote märkimise näidist aluspakkude, kruvipakkude, rismuste ja nurgiku abil.

§ 72. Toote ettevalmistamine märkimiseks

Enne märkimise alustamist kontrollitakse toodet hoolikalt, vaadeldakse teda väljastpoolt, et näha, kas temas ei ole kahanemisõõsi, puudulikult valatud kohti, tühimikke, pragusid, murdunud nurki ega ribisid; vaadatakse samuti, kas pole kõverdunud pindu ja kas metalli töötlusvarud on küllalt suured. Kõik valandite ja sepiste vead ning puudumid mõõdetakse hoolikalt, et oleks võimalik täie kindlusega öelda, kas neid saab kaotada järgneval töötlemisel või nad säilivad tootel töötlemata kohtade näol. Kui loeteldud vigu ei saa kaotada järgneva töötlemisega, tuleb vastavad toortükid välja praakida.

Varud mehaaniliseks töötlemiseks võetakse olenevalt toortükkide suurusest ja nende enam või vähem keerulisest kujust. Malmist valanditel alltoodud suuruste puhul (pikkus või läbimõõt) varud on järgmised:

kuni 200 mm	2—5 mm
200—300 mm	2—6 mm
300—500 mm	3—8 mm

sepiste jaoks suurusega:

kuni 150 mm	1,5—3,5 mm
151—300 mm	2,0—4,0 mm
301—500 mm	2,5—4,25 mm

Toodete mulkudes peab varu olema kaks korda suurem kui välispindadel.

Väiksemaid varusid ei tule jätta, iseäranis mitte malm- ja terasvalu puhul, sest neil juhtudel on väliskooruke peaaegu alati väga kõva ja selle koorukese paksus on tavaliselt 1—2 mm. Et töödelda

sellist pealispinda, peab lõikeriistaga (lõiketeraga, meisliga) ulatuma kihini selle karastatud koorukese all.

Märkjooned peavad toodetel olema hästi nähtavad; seepärast tavaliselt kaetakse märgitavad kohad kriitvärviga. Tööle võib asuda, kui värv on kuivanud.

Kui toode on õõnes (näiteks äärik või toru), siis lüüakse mulgu sisse puitkork või -liist, kuna puutüki keskele kinnitatakse plekitükk, millele märkimisel asetatakse sirkliharu.

Enne märkimisele asumist tuleb hästi tutvuda joonestisega, et omandada selget ettekujutust põhiliste joonte asetusest märgitaval tootel. Väga soovitav on, kui märgitava toote üks pind oleks eelnevalt töödeldud; see võetakse siis töötlemise lähtepinnaks.

On toode selliselt ette valmistatud, asutakse tema märkimisele. Kõigepealt asetatakse toode tema kujule vastavaile aluspakkudele ja kruvipakkudele, siis kontrollitakse vesiloodi või kõige sagedamini rismuse abil pindade horisontaalsust. Seejuures kasutatakse 90° all painutatud märknõela otsa ning tõmmatakse rismusega joon piki toote pealispinda. Kui märknõel jätab tasapinnale katkematu jäljendi, siis on toote asend aluspakkudel horisontaalne (paralleelne märkimisplaadi tasapinnaga). Siis asutakse märkimisele. Kõigepealt kantakse tootele põhilised jooned, milledest lähtudes siis pannakse maha ülejäänud mõõted. Kui tööprotsessis tekib vajadus toodet pöörata, kontrollitakse horisontaalsust uuesti.

Praktikas on vaja teostada kas lihtsate detailide märkimist tasapinnal või siis keeruka geomeetrilise kujuga detailide märkimist. Esimesel juhul teostatakse märkimist toote lamedatel külgedel või lehtedel; seejuures kasutatakse neidsamu võtteid, mis on kasutusel paberil joonestamise puhul, kuid jooned tõmmatakse mitte pliiatsiga, vaid märknõelaga.

Selgituseks toome märkimise näidise.

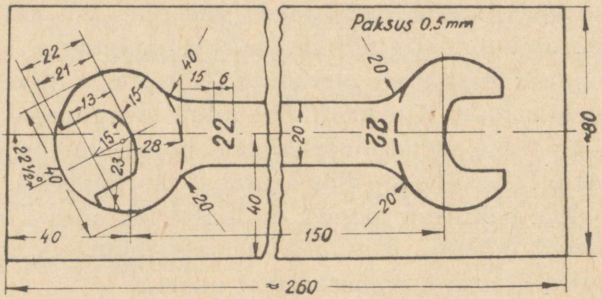
§ 73. Mutrivõtme märkimine

Mutrivõtme märkimine on üheks tasapinnal märkimise juhuks.

Sepistamise teel saadud mutrivõtme toortükk asetatakse märkimisplaadile ja värvitakse kriitvärviga, mis on lahjendatud piima-

paksuseks. Mutrivõtme mokkade vahele lüüakse puitliist ja joonestatakse võtmele pikitelg. Sirkliga tõmmatakse joonestisel näidatud läbimõõduga ringjoon ning jagatakse see kuueks võrdseks osaks (ringjoone jagamist kuueks võrdseks osaks teostatakse sirkli abil, kandes ühest teatavast punktist ringjoonele kuus korda selle raadiuse). Siis ühendatakse ringjoonel saadud punktid sirgjoontega ning kärnitakse nad. Võtme vastaspinnal korratakse sama toimingut. Mutrivõtme pea teised mõõted kantakse üle samuti sirkli abil. Toortükile märgitud joonte järgi hakataksegi töötlema mutrivõtit. Töötlemine toimub tavaliselt nii, et märkjoone üks pool võetakse maha, kuna teine pool jäetakse tootele.

Suurema hulga ühesuguste detailide märkimisel tuleb kasutada šabloone. Šabloon kujutab endast terase (tavaliselt lehtterase)



Joon. 129. Mutrivõtme märkimise šabloon.

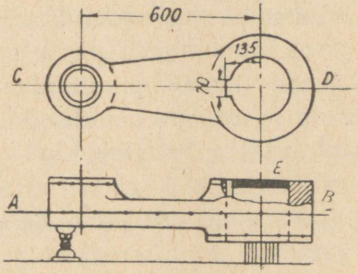
tükki, millele pärast hoolikat märkimist kantakse täpselt joonestiselt vastavad toote kontuurid. Asetades šablooni märgitavale toortükile, tõmmatakse märknõelaga piki šablooni piirjooned ning saadakse sel teel nõutav toote märkimine. Joon. 129 kujutab mutrivõtme märkimise šablooni.

Sellise šablooni saamiseks tuleb 1—2 mm paksusest lehtterasest lõigata 260 × 80 mm suurune toortükk, õgvendada see ning puhastada kiskudest. Seejärel joonestatakse ja kärnitakse võtme kontuur joonestise järgi ning viilitakse märkjoonte järgi välja.

§ 74. Vända märkimine

Olgu vaja märkida sepistatud vänta (joon. 130). Vända suur mulk E valmistatakse sepistamisel, kuna väiksema mulgu koht on jäetud massiivseks.

Toortükk kaetakse värviga ülalkirjeldatud kombel. Siis tõmmatakse keskjoon AB selliselt, et ta kulgeks vända kere keskelt. Edasi kontrollitakse sirkliga, kas vänt on sepistatud küllaldase töötlemisvaruga. Kui veendutakse, et kõik joonestisel näidatud mõõted mahuvad sepisele, asutakse teostama märkimist ennast. Vänt pannakse lapiti märkimisplaadile, asetades suure mulgu E rummu alla aluspakk, teise rummu alla aga kruvipakk. Reguleerides kruvipakku, püütakse saavutada telje AB horisontaalsust. Seda horisontaalsust kontrollitakse rismusega. Asetanud vända selliselt plaadile, asutakse mulkude otspindade märkimisele; tallaga nurgiku abil pannakse maha teljelt AB mõlemale poole rummu paksus ning tõmmatakse nende ümber märknõelaga horisontaaljooned. Siis, asetanud mulgu E sisse korgi, leitakse rummu keskpunkt ning märgitakse sellest väljudes treitava mulgu suurus. Pärast seda läheb vänt treipingile, kus treial asetab ta plaanseibile, kasutades seejuures telge AB. Kui mulk E on välja treitud ja rummuotsad servatud, annab treial vända märkimisele tagasi. Nüüd tuleb märkida teise rummu mulk ja kiilunuut juba väljatreitud mulgus. Suuremasse mulku E lüüakse puitkork, leitakse eelnevalt sirkliga väiksema rummu keskpunkt ja tõmmatakse rismuse abil telg CD, mis läbistab mõlemad keskpunktid. Leitud keskpunkt on väikese rummu keskpunktiks. Kui see keskpunkt on leitud, võib asuda puuritava mulgu märkimisele. Jääb märkida kiilunuut. Selleks tõmmatakse teljele CD (kuid mitte sellel poolel, kuhu peab tulema nuut, vaid vastaspoolel) sirkliga ring, mis võrdub kiilu laiusega. Siis tõmmatakse märknõelaga ülalt ja alt kaks horisontaalset puutujat ringjoonele, jätkates



Joon. 130. Vända märkimise näidis.

neid mulgu teisele poolele ja ka mulgu sisse. Seejärel kantakse mulgu E keskpunktist teljele CD vahemaa, mis võrdub raadiusega pluss nuudi sügavus, ning tõmmatakse antud punktist nurgiku abil vertikaaljoon. Sel kombel on märgitud kiilunuudi sügavus ning märkimine loetakse nüüd lõppenuks.

Nagu nähtub ülalolevast kirjeldusest, on märkimine võrdlemisi keerukaks operatsiooniks, mis tõstab tunduvalt toote hinda. Seepärast püütakse alati asendada käsitsi märkimist mitmesuguste rakiste kasutamisega. Näiteks paljudel juhtudel on võimalik teostada märkimist šablooni abil, mis asetatakse toortükile ja mille järgi tõmmatakse piirjooned. Sel kombel võib saada mitte ainult eseme väliseid piirjooni, vaid ka märkida mulkusid. Peale šablooonide kasutatakse mulkude puurimisel hea eduga konduktoreid, s. t. rakiseid, milledesse kinnitatakse toode ning mille mulkude kaudu on võimalik puurida toote mulkusid.

Rakiseid või šabloone kasutatakse ainult sel juhul, kui on vaja valmistada suuremal hulgal ühesuguseid detaile. Üksikute esemete valmistamisel rakiste kasutamine ei tasu end, mispuhul tuleb kasutada märkimist.

Kõigest ülaltoodust võib kokku võtta järgmisi märkimisreegleid:

1) Enne märkimise alustamist tuleb tutvuda märgitava toote joonestisega ning kavastada joonestise järgi märkimise plaan.

2) Mõõdete toortükile ülekandmisel ei tule võtta neid mõõteid sirkliga vahetult joonestiselt, vaid mõõta neid mõõtejoonlaual ning alles siis üle kanda toortükile.

3) Mulkudega tasapindade märkimisel tuleb mulgud alati puitpulgaga või -korgiga kinni lüüa.

4) Suurema täpsuse ja selguse saavutamiseks tuleb märgitavad pinnad värvida.

5) Märkimist alustatakse telgjoonte kandmisest tootele; neist telgjoontest väljudes teostatakse edasine märkimine.

6) Enne põhimõõdete joonte pealekandmist tuleb kontrollida töötlemisvarud toote kõikidel pindadel.

7) Et põhiliste mõõdete jooned säiliksid detaili töötlemisel, tuleb neid märkimisel üle kärnida.

8) Märkimisel tuleb väljuda ühest kindlast nn. lähtepinnast, mis peab olema töödeldud paremini teistest pindadest.

9) Et oleks kergem kontrollida valmistooteid, märgitakse peale ka kontroll-märkjooned. Viimaseid reeglina ei kärnita ja nad peavad säilima pärast töötlemist.

XIV peatükk

MÕISTEID MASINADETAILIDEST

Nüüdisaja tööstusettevõtted on varustatud mitmesuguste masinatega, mis koosnevad järgnevaist, üksteisest oluliselt erinevaist osadest: 1) jõumasin, 2) ülekandemehhanism (transmissioon), 3) masina töötavosad (tööd tegev mehhanism).

Jõumasin paneb liikuma kogu masina. Seejuures liikuma panev mehhanism võib olla kas vahetuks energiaallikaks (näiteks aurumasin jne.) või niisugune, mis saab energiat väljastpoolt (näiteks elektrimootor jne.).

Ülekandemehhanism koosneb pöörlevatest võllidest, rihmaseibidest, hammasratastest jne., millede abil jõumasina liikumine antakse üle masina töötavmehhanismile.

Kaasaegseis masinais omab otsustavat tähtsust masina töötavosa.

Kõik loeteldud masinaosad koosnevad üksikuist detailidest, mis on omavahel teatud järjekorras ühendatud üheks tervikuks. Masinaehituses on olemas kahte liiki detaile: ühed esinevad kõigis masinais või enamikus neist, kuna teisi kasutatakse ainult erimasinates. Esimese grupi masinadetaile võib nimetada tüüpdetailideks, kuna teise grupi detaile — eridetailideks.

Üksikute masinadetailide valmistamisel peab lukksepp meeles pidama järgmist:

1) Detailid peavad töötama kindlalt; neil peab olema küllaldane täpsus, mis kindlustaks kogu mehhanismi õige töö. Seda nõuet tuleb silmas pidada detailide valmistamisel viisil, mis võimaldab kõige suuremat kokkuhoidu materjalis ja töökulus.

2) Masinadetailidesse mõjuvad tungid ja nende tungide poolt põhjustatud pinge ei tohi ületada antud materjalile lubatavaid piire.

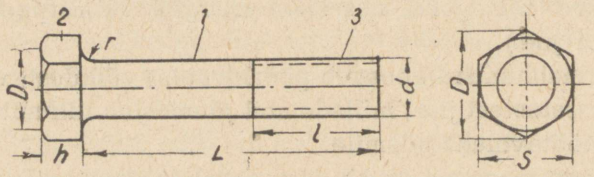
3) Masinadetailide konstruktiivsed vormid ei tohi põhjustada tööprotsessis takistusi. Paljude masina-tüüpdetailide konstruktsioon ja mõõted on normaliseeritud.

Masina õige töö põhitingimuseks on detailide omavaheline õige sobitus ning ühendus. Masinadetailide ühendid jagunevad kinnisteks ja lahtivõetavateks.

§ 75. Lahtivõetavate ühendite detailid

Poldid

Polte kasutatakse ühe või mitme detaili lahtivõetavaks ühendamiseks. Poldiks nimetatakse ümmargust varba, millel ühes otsas on keere, teises otsas aga pea (joon. 131).



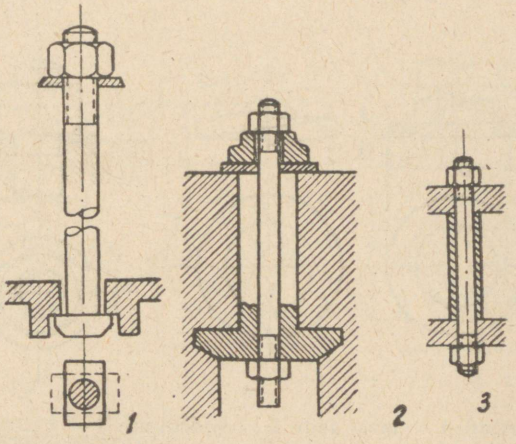
Joon. 131. Kuuskantpeaga normaalpolt: 1 — varb; 2 — pea; 3 — keere; d — varva läbimõõt; l — varva keermeosa pikkus; L — varva üldpikkus; h — pea kõrgus; D ja S — pea laius tahkude vahel; r — kõveruse raadius ülemineku kohas.

Töötluse astmelt jagatakse poldid mustadeks (s. t. selliseiks, mis on peale stantsimist ainult keermestatud ilma mingi teise töötluseta) ja puhasteks, treitud poltideks, mis on treipingil ümberringi töödeldud.

Poldi pikkuseks on varva pikkus peast keermestatud osa lõpuni.

Poltide elemendid on normaliseeritud, s. t. nende suurus teatud keermetüübi kohta on alati ühesugune. See võimaldab asendada kulunud või murdunud polte uutega. Poldipeadele antakse mitmesugune kuju: nad võivad olla neljakandilised, kuuekandilised või poolkerakujulised. Poldid on ette nähtud metalsete ja mittemetalsete detailide ühendamiseks. Peale standardsete kinnistuspoltide esineb praktikas ka mittestandardseid polte, nagu näiteks vahepol-

did, vundamendipoldid, peaga ankurpoldid ja peata ankurpoldid (joon. 132). Igal poldil peab tavaliselt olema vastava suurusega mutter ja seibid.

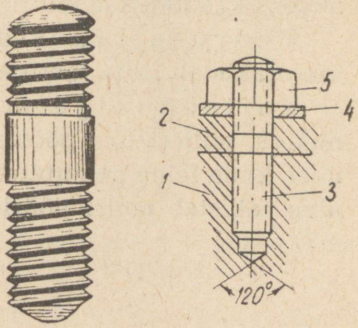


Joon. 132. Eripoldid: 1 — peaga ankurpolt; 2 — peata ankurpolt; 3 — vahepolt.

Tihvtkruvid

Detailide liitmiseks kasutatakse vahel tihvtkruve. Tihvtkruviks nimetatakse ümmargust varba, millel mõlemas otsas on keere. Tihvtkruvi üks ots keeratakse ühe liidetava detaili keresse ja teisele otsale keeratakse mutter (joon. 133). Tihvtkruvi keermeosa pikkus, mis kruvitakse detaili sisse, peab olema:

terasele ja pronksile 1,2 tihvtkruvi läbimõõtu
malmile . . . . . 2 „ „
pehmetele metallidele 3 „ „

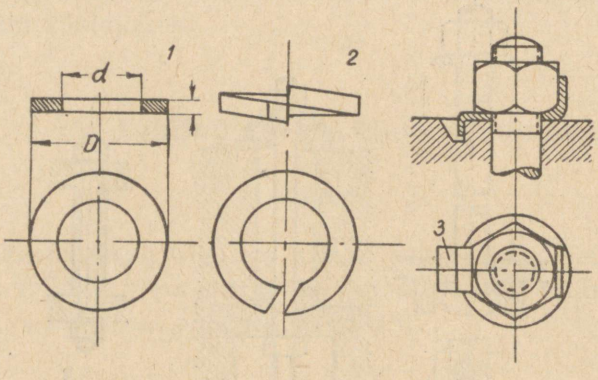


Joon. 133. Tihvtkruvi: vasakul — tihvtkruvi kuju; paremal — tihvtkruvi kokkupandult; 1 — üks ühendatavaist detailidest, millesse kruvitakse tihvtkruvi; 2 — teine liidetav detail; 3 — tihvtkruvi; 4 — seib; 5 — mutter.

Seibid

Seib pannakse mutri alla; ta ülesanne on vältida muljumist, mis võib tekkida mutri all poltidega toodete

ühendamise puhul. Seibid (joon. 134) võivad olla mustad ja puhtad. Mustad mutriseibid stantsitakse, nad ei kuulu edasisele töötlemisele; puhtad ehk treitud mutriseibid töödeldakse treipinkidel, kusjuures neid servatakse ühelt poolt.



Joon. 134. Seibid: 1 — must seib; 2 — vedruseib; 3 — kaitsenukiga seib.

Mutrilukud

Poltide mutrid, mis taluvad sagedasi põrutusi või lööke, lõdvenevad aja jooksul ja võivad lahti keerduda. Lahtikeerdumise vältimiseks kasutatakse mutrilukke.

Vedruseibid. Vedruseib liibub vetruvuse tõttu mutri külge ning takistab selle lahtikeerdumist.

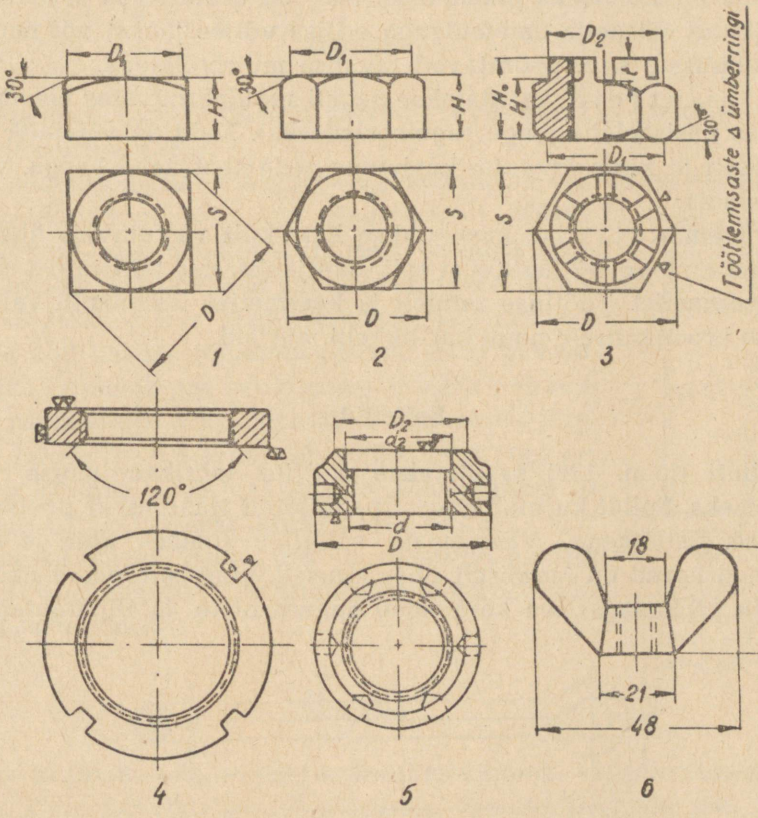
Kaitsenukiga mutrilukk-seib on varustatud kahe nukiga, millest üks pööratakse alla ja takistab mutriseibi pöörlemist, kuna teine painutatakse pärast mutri kinnikeeramist ülespoole ning takistab mutri pöörlemist.

Mutrid

Mutrid jagunevad oma kujult ja kasutusotstarbelt kuuskant- ja nelikantmutriteks, seademutriteks, tiibmutriteks ja kroonmutriteks (joon. 135).

Poltühendites kasutatakse kõige sagedamini kuuskantmutreid. Neil on kuuetahulise prisma kuju, mille ülemine äär on servatud

30° nurga all. Kõik mutrite mõõted on normaliseeritud. Mutrite keere võib olla kas meeter- või tollkeere. Oma töötlusastmelt jagunevad kuuskantmutrid mustadeks, poolpuhasteks ja puhasteks. Musti mutreid ei töödelda pärast stantsimist ja keerme lõikamist,



Joon. 135. Mutrid: 1 — nelikantmutter; 2 — kuuskantmutter; 3 — kroonmutter; 4 — seademutter; 5 — reguleermutter; 6 — tiibmutter.

poolpuhtaid töödeldakse ainult aluse pinnalt, kus nad puutuvad kokku mutriseibiga või teise mutriga. Puhtaid mutreid töödeldakse ümberringi.

Nelikantmutrid on kõige sagedamini mustad, meeter- või tollkeermega.

Seademutritel on silindriline kuju. Neil on neli või kuus sisselõiget erilise mutrivõtme jaoks. Seademutrid valmistatakse ainult puhtad.

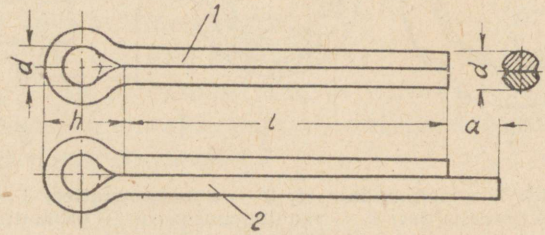
Reguleermutreid kasutatakse tugitsentrite ja teiste detailide nihutamiseks pikisuunas. Neil on samuti kas silindriline kuju (kuue või nelja umbmulguga erilise võtme jaoks) või nad on kuuetahulised, s. o. pööratavad tavalise mutrivõtmega.

Tiibmutreid kasutatakse sageli reguleeritavates ühendites (näiteks käsisaelehe pinge reguleerimiseks). Neid on võimalik kiiresti lahti ja kinni keerata, kusjuures seda saab teha käega, võtit tarvitamata.

Kroonmutreid kasutatakse harilikult vastutavais ühendites. Neil on 6 või 12 läbilõiget splintide jaoks, mis takistavad mutri lahtikeerdumist. Töötluse astmelt ja keermetise iseloomult valmistatakse kroonmutreid nagu harilikkegi mutreid.

Splindid

Splinti (joon. 136) kasutatakse mutrite lahtikeerdumise ärahoidmiseks. Splint kujutab endast painutatud traaditükki poolringikujulise ristlõikega. Väiksemate splintide (umbes kuni 4 mm) mõlemad harud on tavaliselt ühepikkused, kuna suuremail nad on erineva pikkusega; see kergendab splindi otste laialipainutamist.



Joon. 136. Splindid: 1 — väiksemad; 2 — suuremad.

Splindi paigale asetamiseks tuleb puurida poldi sisse selle telgjoonele perpendikulaarne mulk ning kuus mulku mutri külgedesse (kui mutter ei ole krooniga). See võimaldab pingutada mutreid korraga 60° võrra: selleks võetakse splint välja, pingutatakse mut-

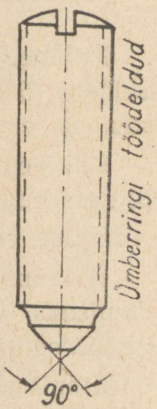
reid selliselt, et mutrimulk tuleks poldimulgu kohale; siis asetatakse splint uuesti kohale ja painutatakse selle otsad laiali. Vähemvastutavate ühenduskohtade puhul asetatakse splint lihtsa mutri peale (sellisel korral mutris pole mulkusid splindi jaoks).

Kruvid

Olenedes kasutusotstarbest võivad kruvid olla kas kinnitus- või seadekruvid (joon. 137).

Metalldetailide ühendamiseks valmistatakse kas teras- või messingkruvid, mis erinevad oma peade kujult. Kruvipead võivad olla poolkerakujulised, silindrikujulised, salapead, poolsalapead või kuuskantpead. Kruvi keere lõigatakse kas keermelaudade või keermepakkide abil käsitsi või siis tööpingil. Kruvipea varustatakse sisselõikega kruvi sisse- ja väljakeeramiseks kruvikeeraja abil. Sisselõike mõõted on järgmised: laius 0,2—0,3 kruvi läbimõõtu ning sügavus 0,6 pea kõrgust poolkerakujuliste peade puhul ja pool pea kõrgust teisekujuliste peade puhul.

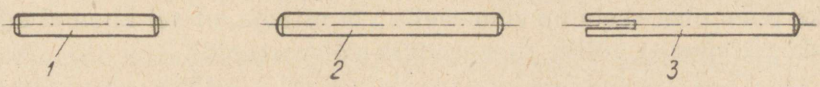
Erilise keermega kruve, mis on määratud puidust detailide ühendamiseks, nimetatakse puidukruvideks või sepakruvideks.



Joon. 137. Seadekruvi.

Tihvtid

Tihvtid (joon. 138) valmistatakse kas silindri- või koonusekujulistena. Neid kasutatakse käepidemete, kinnitusrõngaste jne. kinnitamiseks. Peale selle kasutatakse tihvte montaaztöödel, et fikseerida ühendatavate detailide täpne asend üksteise suhtes. Sel juhul nimetatakse neid seadetihvtideks.



Joon. 138. Tihvtid: 1 — silindrilised; 2 — koonilised; 3 — lõhestatud.

Silindrilisi tihvte töödeldakse ümberringi, tihvtide otsad servatakse.

Tihvtide läbimõõt võib olla 1—25 mm, nende pikkus 10—200 mm. Praktikas esineb tavalisi ja lõhestatud koonilisi tihvte. Tihvtide koonilisus tehakse $^1/_{50}$. Koonilisuseks nimetatakse suure ja väikese läbimõõdu poole vahe suhet koonuse pikkusega. Lõhestatud tihvtide otsas on läbilõige; selliste tihvtide harud painutatakse laiali, et ära hoida tihvtide väljakukkumist põrutuste mõjul mehhanismi töös.

Kiilühendid

Kiilühendid on nagu poltühendidki lahtivõetavateks ühenditeks. Selliste ühendite eelised on selles, et nad võimaldavad masina sõlmede elementide kiiret ja kerget kokkupanekut ja lahtivõtmist.

Kiilühendeid kasutatakse laialdaselt mitmesuguste masinate lihtsais kui ka keerulistes, vastutavais sõlmedes.

Kiilud võivad olla kahesugused:

1) kinnituskiilud, mida kasutatakse üksikute masinaosade ühendamiseks, ja 2) seadekiilud, mida kasutatakse üksikute sõlmede täppisreguleerimiseks või kogu masina õigeks ülesseadmiseks.

Kinnituskiilude hulka kuuluvad:

a) pikikiilud, millede telg on paralleelne ühendatavate masinaelementide teljega;

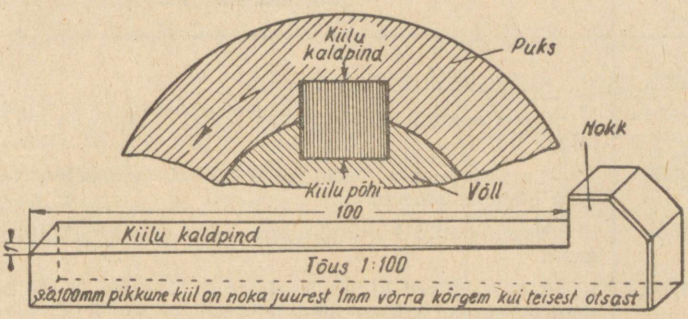
b) ristkiilud, millede telg on perpendikulaarne ühendatavate detailide teljega. Ristkiilusid kasutatakse paigalpüsivate ning sirgjooneliselt edasi-tagasi liikuvate masinaelementide kokkuliitmiseks.

Kiilud

K i i l u s i d (joon. 139) kasutatakse harilikult võlli ühendamiseks tema otsa asetatud rihmaseibi või rattaga, et sel kombel edasi anda pöörlemist võllilt rihmaseibile või vastupidi.

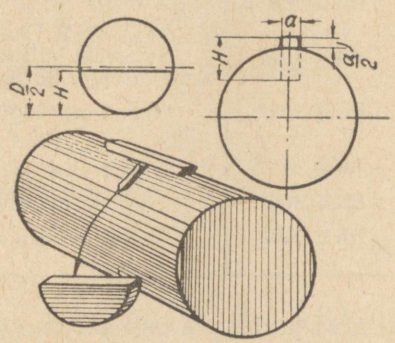
On olemas mitmesugust tüüpi kiilusid: sisselõigatud kiilukujulisi, kiilukujulisi, nuutkiilusid, hõõrdekiilusid, prismakujulisi ja seg-

mentkiilusid. Harilikul kiilukujulisel kiilul on tõus 1:100. Sisselõigatud kiilud on täisnurkse ristlõikega; nad asetatakse kiilusoone sisse, mida moodustavad võlli ja puksi nuudid. Nuutkiilu ristlõige



Joon. 139. Nokaga kiil.

on samuti täisnurkne, kuid nuutkiilu kõrgus on umbes 1½ korda väiksem sisselõigatud kiilu kõrgusest ühesuguse laiuse juures. Nuutkiil asetseb puksi nuudis, kuna ta alumine pool on tihedalt surutud vastu eriliselt töödeldud tasapinda võllil. Hõõrdekiil lõigatakse puksi sisse; ta liibub vastu võlli kumerpinda.



Joon. 140. Woodruff'i kiil.

Võlli ja puksi kõige kindlamat ühendust on võimalik saada sisselõigatud kiiluga, vähem kindlat ühendust — nuutkiiluga ja kõige nõrgemat — hõõrdekiiluga. Võlli nõrgenemine on kõige suurem sisselõigatud kiilu puhul; väiksem on ta nuutkiilu puhul.

Kiilud võivad olla lamedate või ümardatud otstega, nokaga või ilma.

Kõikide kasutatavate kiilutüüpide mõõted on standarditud.

W o o d r u f f'i s e g m e n t k i i l (joon. 140) kujutab enesest segmenti, mis asetatakse võlli või puksi sees olevasse nuuti. Nuu-

Tabel 18

Masinaehituses kasutatavate kiilude standardkuju ja mõõted

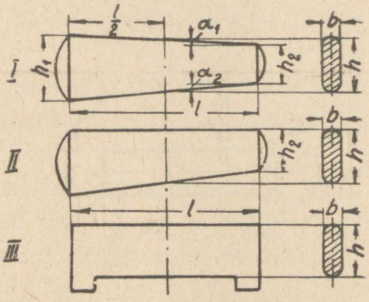
Standardi indeks ja number	Standardi nimetus
HKM 4078	Kiilühendid. Kiilude tüübid.
HKM 4079	Sisselõigatud kiilukujulised kiilud. Kiilude ja nuutide ristlõige.
HKM 4080	Sisselõigatud kiilukujulised kiilud ümardatud või lamedate otstega. Sortiment.
HKM 4081	Sisselõigatud kiilukujulised kiilud nokaga (kõrged). Sortiment.
HKM 4087	Kiilukujulised kiilud (sepistatud). Kiilude ja nuutide mõõdete lubatavad kõrvalekaldumised.
HKM 4082	Kiilukujulised nuutkiilud nokaga (madalad). Kiilude ja nuutide ristlõige. Kiilukujulised nuutkiilud nokaga (madalad). Sortiment.
HKM 4083	
HKM 4083	Prismakujulised kiilud. Tolerantsid ja isted.
HKM 4086	Prismakujulised juhtkiilud. Kiilude kinnitusdetailid kiilu laiuse puhul 14 kuni 36 mm kaasaarvatult.
HKM 4084	Tavalised prismakujulised kiilud ja prismakujulised juhtkiilud. Kiilude ja nuutide ristlõige.
HKM 4085	Prismakujulised kiilud tavalised ja ümardatud või lamedate otstega. Sortiment.
HKM 4091	Woodruff-tüüpi segmentkiilud. Kiilude ja nuutide ristlõige.
HKM 4092	Woodruff-tüüpi segmentkiilud. Sortiment.
HKM 4089	Normaalsed tangentsiaalkiilud. Kiilude ja nuutide ristlõige.
HKM 4090	Tugevdatud tangentsiaalkiilud. Kiilude ja nuutide ristlõige.

dist väljaulatuva osa kõrgus võrdub kiilu poole kõrgusega. Nuudid valmistatakse freesimise teel. Woodruff'i kiil annab kindla ühenduse, kusjuures kiilu ning nuudi valmistamine on lihtne.

Ristkiilud

Ristkiilusid (joon. 141) kasutatakse tungide edasiandmiseks ja detailide ühendamiseks. Ristkiilude abil liidetakse üksikuid detaile, mis alluvad tõmbele või survele. Ristkiilud võivad olla ühepoolse

(joon. 141 II) või kahepoolse (joon. 141 I) tõusuga. Igal üksikjuhul määratakse kiilühendi mõõted täpsete arvestustega, mida tuleb rangelt silmas pidada. Vastasel korral kiilühend tuleb ebakindel ja võib põhjustada masina korratut töötamist (kloppimist) või koguni masina purunemist.



Joon. 141. Ristkiil.

Kiilud alluvad töötamisel paindele ja nihkele. Et kiil ei tuleks oma pesast välja temasse mõjuvate vahelduvate löökide tagajärjel, antakse temale kooniline kuju tõusuga 1:20—1:40. Seega saavutatakse tunduvaid hõõrdumistunge kiilu ja detaili tugipindade vahel.

Seadekiilusid kasutatakse, nagu eespool öeldud, neil juhtudel, kui peab teostama täpset seadmist või reguleerimist. Seadekiiludel on tavaliselt täisnurkne ristlõige; nende tõus on 1:10 kuni 1:50.

Paralleelsete tugipindadega kiilusid, s. o. ilma tõusuta kiilusid (joon. 141 III), nimetatakse nagakiiludeks. Neid kasutatakse detailide ühendamiseks, mis alluvad ainult tõmbele, näiteks vundamendipoltides.

§ 76. Kinniste ühendite detailid

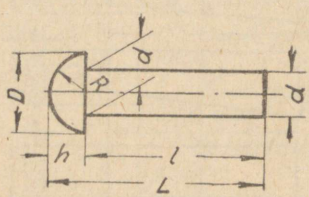
Needid

Harilik neetühend koosneb neetidega ühendatud lehtedest või fassongprofiiliga materjalidest.

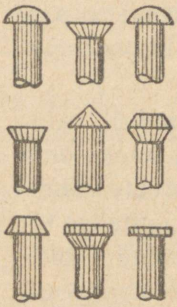
Neet (joon. 142) kujutab endast metallvarba, mille ühes otsas on nõndanimetatud algpea, kuna teine pea (lõpp-pea) valmistatakse neetimise teel. Needipeade kuju võib olla kerataoline, kooniline, lame, nn. „salapea" jne. (joon. 143).

Needid võivad asetseda kindlas järjekorras ridadena, mis moodustavad koos liidetavate osadega neetõmblusi (joon. 144). Neetühendid kuuluvad kinniste ühendite hulka.

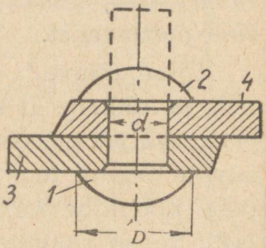
Viimaseil aastail, ühenduses suurte saavutustega metallide keevitamise alal, on neetühendite tähtsus tunduvalt vähenemas.



Joon. 142. Needi mõõted: d — varva läbimõõt; D — pea läbimõõt; h — pea kõrgus; l — varda pikkus; L — kogu needi üldpikkus.



Joon. 143. Needi algpeade kujusid.



Joon. 144. Neetõmbluse moodustamine: 1 — algpea; 2 — varva väljaulatuva osa kokkuneetimisel tekkiv pea (lõpp-pea); 3 ja 4 — ühendatavad detailid.

§ 77. Pöördliikumise ja sirgjoonelise edasi-tagasi liikumise detailid

Pöördliikumist antakse masinates edasi võllide ja telgede kaudu. Võllid alluvad töötamisel väändele ja paindele, kuna teljed alluvad peamiselt paindele.

Tapid (otstapid ja kaelad)

Telgede ja võllide kandvaid osi nimetatakse tappideks, kuna nende tappide aluseid nimetatakse laagriteks.

Võllid ja teljed asetsevad töötamisel kandvatel osadel, täpselt kindlaksmääratud asendis.

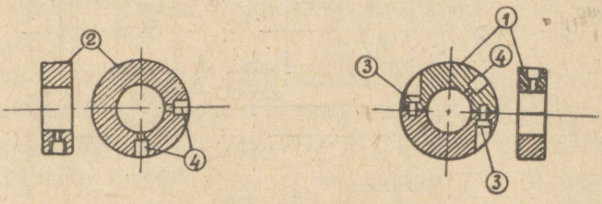
Olenedes tapile mõjuva surve suunast eristatakse kahte liiki tappe:

a) Tapid, millede kandesurve on perpendikulaarne pöörlemisteljega, nimetatakse o t s t a p p i d e k s (kui nad asetsevad võlliotstel) või k a e l t e k s (kui nad asetsevad võlli keskkohas). Tappide ja kaelte kandealuseid nimetatakse laagriteks.

b) Tapid, millede kandesurve suund langeb ühte pöörlemisteljega, nimetatakse *tugitappideks*, nende tappide kandealuseid aga tugilaagriteks. Tapp peab olema küllaldaselt tugev, s. t. ta ei tohi painduda ega puruneda temasse mõjuvate tungide toimel. Tapil peab olema korrapärane silindriline kuju, võimalikult sileda pinnaga.

Surve kandelaagri pooltele ei tohi ületada kindlaksmääratud normi; sellega välditakse hõõrduvate pindade kiire kulumine ja laagri seisukorra halvenemine.

Liiga suur kandesurve halvendab määrimistingimusi ja põhjustab hõõrduvate pindade kuumenemist. Kui tapp asetseb võlli keskel, nimetatakse ta kaelaks. Võlli kaelal on laiemad ääred, millede ülesandeks on takistada võlli liikumist piki telge. Kaelaks nimetatakse ka veel väntvõlli tappi.



Joon. 145. Piirderõngad: 1 — lahtivõetavad; 2 — mittelahtivõetavad; 3 — ühenduskruvid; 4 — stopporkruvid.

Siledale võllile tehakse kael kas treimise teel või (et mitte nõrgestada võlli) nn. *piirderõngaste* rakendamise teel. Piirderõngad võivad olla kas ühest tükist või lahtivõetavad (joon. 145). Lahtivõetavaid rõngaid ühendatakse kahe kruvi abil, millede nelikantpead süvitatakse rõnga sisse.

Piirderõngaste paremaks ühendamiseks võlliga on soovitav võlli kergelt süvitada sellest kohast, kuhu tuleb kinnituskruvi (stopporkruvi). Kinnituskruvi ots karastatakse ja noolutatakse.

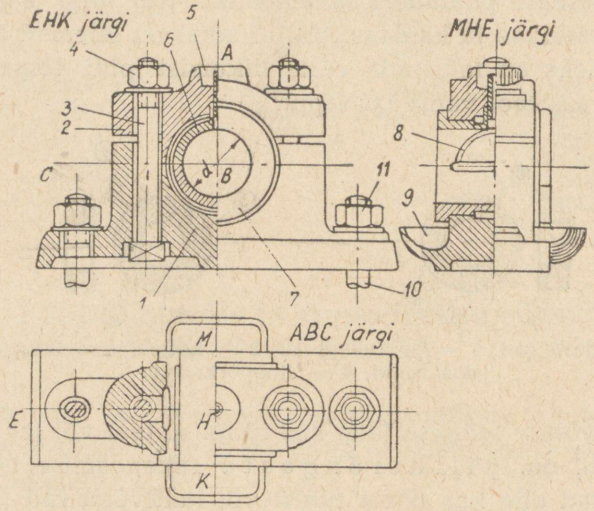
Liuglaagrid

Kandealust, millele toetub võllitapp või -kael, nimetatakse *laagriks*. Olenevalt laagris esineva hõõrdumise liigist jaotatakse laagrid liuglaagriteks (laagrikaussidega) ja veerelaagriteks (kuul- ja rull-laagrid). Laager peab kindlustama: 1) laagris pöör-

leva võllitapi minimaalse kulumise; 2) minimaalse hõõrdumise võllitappide ja laagrikausside vahel; niisiis laager peab ära hoidma tappide ja laagrikausside kuumenemist ning võimaldama väiksemat energiakulu masina töös. Nimetatud nõudeid saab rahuldada sel teel, et hoolikalt valitakse laagrikausside materjali, peetakse silmas õiget lõtku tapi ja laagrikausi vahel ning tarvitatakse head määrdeõli.

Vaatleme enamkasutatavate laagrite ehitusviisi.

Tavaline lahtivõetav normaal-liuglaager (joon. 146) koosneb järgmistest põhiosadest: 1 — laagrikere; 2 — laagrikaas; 3 — kaane



Joon. 146. Normaal-liuglaagri ehitus.
1 — kere; 2 — kaas; 3 — kaane ja kere ühenduspoldid; 4 — poltide 3 mutrid; 5 — õlitoos; 6 — ülemine laagrikauss; 7 — alumine laagrikauss; 8 — õlisooned; 9 — õli kogumisruum; 10 — vundamendipolt; 11 — vundamendipoldi mutter.

ja kere ühenduspoldid; 4 — poltide mutrid; 5 — õlitoos; 6 — ülemine laagrikauss; 7 — alumine laagrikauss; 10 — vundamendipoldid ühes mutritega ja 9 — õli kogumisruum.

Laagri kere ja kaas valmistatakse malmist; laagrikausid aga malmist või pronksist; laagrikausid valatakse sageli täis babiidiga. Sedamööda kuidas laagrikausid kuluvad, pingutatakse neid, hiljem aga asendatakse uutega. Poltide arv ja läbimõõt kaane ja kere ning kere ja vundamendi ühendamiseks olenevad võlli läbimõõdust.

Tabel 19

Kinnitus- ja vundamendipoltide läbimõõdud normaal-laagrite kinnitamiseks

Võlli läbimõõt mm	Vundamendipoltide läbimõõt mm	Kaane kinnituspoltide läbimõõt mm
30— 35	12	10
40— 50	16	12
55— 65	20	16
70— 80	22	20
90—100	24	22

Kui võlli läbimõõt ei ületa 100 mm, pannakse üks vundamendipolt ja üks kinnituspolt kummalegi laagri küljele. Kui aga võlli läbimõõt ületab 100 mm, pannakse kummaltki poolt kaks polti mõlemast liigist.

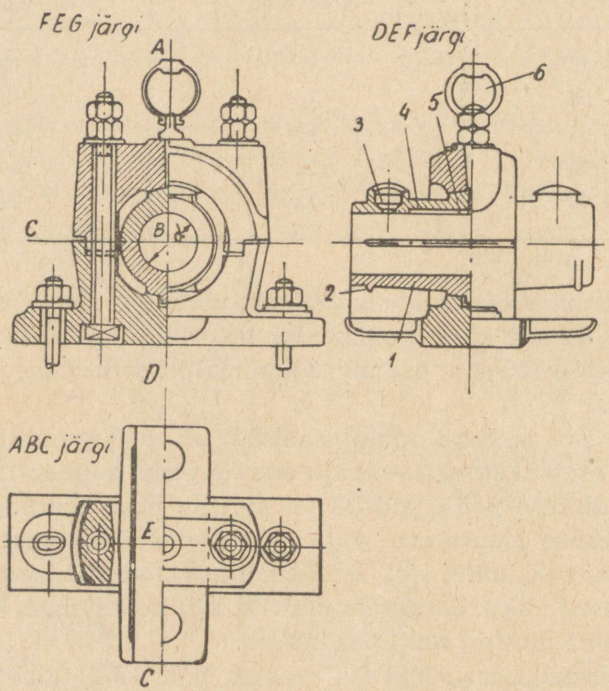
Laagrikaane ja kere kinnituspoldid on neljakandilise peaga. Need pead asetsevad vastavakujulistes süvendites laagri talla sees; sellega välditakse poldi pöörlemist mutrite pealekeeramisel. Alumise ja ülemise laagrikausi vahel asetsevad õhukesest messingplekist vahelehed, mille abil on võimalik reguleerida laagrikausside ja võllivahelist lõtku. Et vältida mutrite lahtikeerdumist, keeratakse poltidele teine mutter, nn. kontrmutter.

Normaal-laagri määrimiseks vajalik määrdeõli tuleb võlli pinnale õlitoosist vastava torukese ja tahi kaudu. Seda tüüpi õlitoose nimetatakse t a h i g a õ l i t o o s i d e k s. Selle määrimisviisi puudumiks on asjaolu, et õli kulub mitte ainult võlli töö ajal, vaid ka siis, kui võll ei pöörle. Töötanud õli valgub laagrist erilisse õli kogumisruumi 9 (vt. joon. 146).

Normaal-laagri peamiseks puudumiks on liikumatud laagrikausid; seepärast surutakse võlli paindumisel õli välja ning hõõrdumine kasvab tunduvalt, mis põhjustab laagri ja võlli kiiremat kulumist.

Sellersi laager (joon. 147) on täiuslikum: tal on malmist laagrikausid 1 ja 4, mis on varustatud kerataoliste kühmudega 5. Need kühmud lähevad laagri kere ja kaane vastavatesse süvenditesse. Sellise ehituse tõttu võivad laagrikausid Sellersi laagris muuta oma

asendit vastavalt võlli paindumisele. Õli läheb Sellersi laagrites õlitoosist torukese kaudu laagri sisemusse. Laagri põrumine töötamisel kandub nõelale, mistõttu õlitoosist jookseb tilkhaaval õli. Seda



Joon. 147. Sellersi laager: 1 ja 4 — malmist laagrikausid; 2 — õli äravoolu serv; 3 — tagavararuumid paksu määrde jaoks; 5 — kerakujuline kühm; 6 — õlitoos.

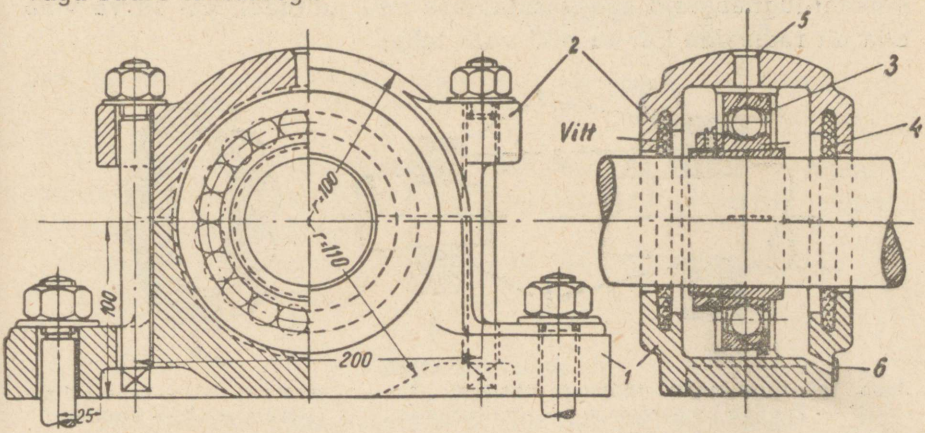
tüüpi õlitoosid annavad õli ainult võlli töötamise ajal; neid nimetatakse nõelaga õlitoosideks.

Laagri ülemises laagrikausis on kaks tagavara-õlitoosi 3 (joon. 147), mis täidetakse paksu määrdega. Neid on varuks selliseks juhuks, kui õlitamine on ebaküllaldane, millal võlli ning laagri kuumenemise puhul määre hakkab sulama ja alumise avause kaudu võlli kaelale valguma.

Praktikas esineb ka teistsuguseid liuglaagrite tüüpe, nagu näiteks rõngasõlitusega laagrid, Wülfeli laagrid jt.

Vaatamata liuglaagrite täiustamisele laagrikausside asendi muutmise ja määrdeõli juurdevoolu suhtes on neil see põhiline puudum, et neil hõõrdumiskaod on väga suured.

Et vältida suuri hõõrdumiskadusid, kasutatakse praegusel ajal laialdaselt kuul- ja rull-laagreid. Kuul- ja rull-laagreis on liughõõrdumine asendatud veerehõõrdumisega. Seetõttu kuul- ja rull-laagrite hõõrdumiskaod on ligikaudu viis korda väiksemad kui liuglaagritel. Peale selle lubavad kuul- ja rull-laagrid tunduvalt suurendada võlli pöörete arvu, mis on kaasaegsete masinate juures väga suure tähtsusega.



Joon. 148. Kuullaager: 1 — kere; 2 — kaas; 3 — kuulid ja nende kanderõngad; 4 — ringsooned viltihendi jaoks; 5 — määrdeõli sissevalamise ava; 6 — määrdeõli väljalaskmise ava.

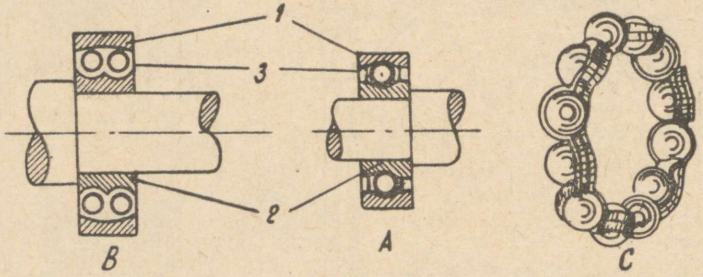
K u u l l a a g e r (joon. 148) koosneb kerest 1 ja kaanest 2, millede vahele surutakse kuulide väline kanderõngas 3. Kere ülemises ja alumises osas on ringsooned 4, milledes on vildist kaitsetihendid. Enne tihendite kohaleseadmist tuleb neid immutada soojendatud vaseliini või paksu õliga. Selline eelnev immutamine kindlustab tihendite tõhusust. Kuullaagreid tuleb määrida. Värske õli valatakse laagrisse ava 5 kaudu, kõige alumise kuuli keskkoha tasemeni, kuna töötanud õli lastakse välja ava 6 kaudu.

Kuullaagri tähtsamaks osaks on kuulid ja nende kanderõngad (joon. 149): välisrõngas ja siserõngas. Kuulid asetsevad ringsoones

mõlema rõnga vahel. Seejuures monteeritakse kuulid erilise hoiderõnga sisse.

Kuullaagrite rõngad ja kuulid valmistatakse erilisest kroomterasest; nad karastatakse ja poleeritakse. Hoiderõngas stantsitakse lehtterasest. Laagrikere ja -kaas valmistatakse malmist.

Oma ehituselt jagunevad kuullaagrid kõigepealt kuulide ridade arvu järgi ühereallisteks ja kaherealisteks, ja peale selle surve iseloomu järgi — radiaalseiks laagriteks, tugilaagriteks ja kombineeritud radiaal-tugilaagriteks. Radiaalseid kuullaagreid kasutatakse, kui surve suund on mööda võlli raadiust, tugilaagreid aga — kui surve suund on piki võlli telge. Radiaal-tugilaagreid aga kasutatakse neil juhtudel, kui surve võib olla nii radiaalne kui ka piki võlli telge.

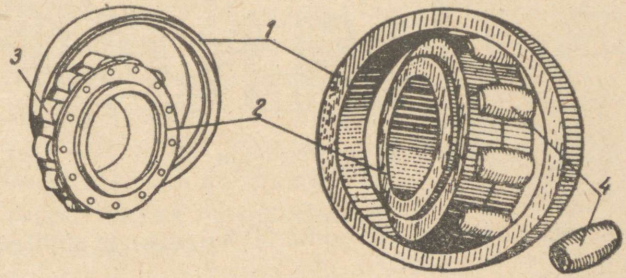


Joon. 149. Kuullaagrite tüüpe ja üksikosi: A — ühereallne; B — kaherealine; C — kuulide hoiderõngas; 1 — välisrõngas; 2 — siserõngas; 3 — kuulid.

Kuullaagri õige töötamine ja pikk kasutamisiga olenevad peamiselt sellest, kuivõrd hästi kuullaager on kaitstud mustuse ja tolmu vastu. Mustus ja tolm põhjustavad laagri kiiret kulumist ning suurendavad hõõrdumist. Kahjuliku mõjuga on ka vesi ja muud roostetamist soodustavad vedelikud. Seepärast laagrikaas peab olema väga hästi sobitatud laagrikere külge.

Rull-laagril (joon. 150) on võrreldes kuullaagriga oluline eelis, mis seisneb selles, et rull-laager talub suuremat koormust ja on ka kasutamisel vastupidavam. Selle põhjuseks on asjaolu, et kuullaagri kuulid toetuvad aluspinnale ainult ühe punktiga, rull-laagri rullid aga tervete külgjoontega. Seepärast — muude võrdsete tingimuste juures — on erisurve rull-laagrile tunduvalt väiksem.

Rull-laagreid valmistatakse kas pikkade või lühikeste rullidega. Rullid pöörlevad telgedel, millede otsad asuvad külgmistes ketastes. Viimasel ajal on ilmunud ka vaadikujuliste rullidega rull-laagreid. Need rullid taluvad 30% suuremat koormust kui tavalised rullid.



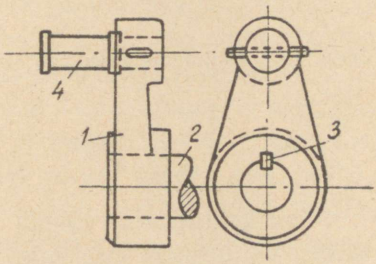
Joon. 150. Rull-laager: 1 — välisrõngas; 2 — siserõngas; 3 — tavaline rull; 4 — vaadikujuline rull.

Oma ehituselt jagunevad rull-laagrid järgmiselt: a — silindriliste rullidega rull-laagrid; b — vaadikujuliste rullidega rull-laagrid; c — koonilised rull-laagrid.

Koonilisi rull-laagreid kasutatakse, kui tuleb arvestada piki võllitelge mõjuvaid tunge.

Väntmehhanism

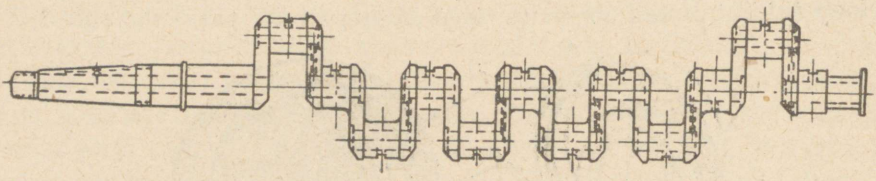
Pöördliikumise muundamiseks sirgjooneliseks edasi-tagasi liikumiseks kasutatakse väntmehhanismi (joon. 151), mis koosneb vändast 1, võllist 2, kiilust 3 (mis ühendab võlli vändaga) ja sõrmtapist 4. Vända sõrmtapid valmistatakse kõvemast terasest ning kinnitatakse vända külge mutri või kiilu abil. Vänta saab kasutada ainult sel juhul, kui ta asub lõpus. Kui aga vänt peab asetsema võlli keskkohas, tuleb rakendada väntvõlle (joon. 152).



Joon. 151. Vänt: 1 — vändakere; 2 — võll; 3 — kiil; 4 — sõrmtapp.

Väntmehhanismi töö skeem nähtub jooniselt 153. Kujutleme, et vänt või väntvõll OA pöörlevad punkti O ümber, mis on võlli

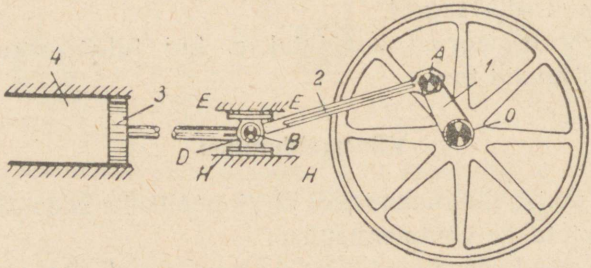
keskpunktiks. Vända vaba ots A on liigendiliselt ühendatud kepsuga AB. Keps on omakorda ühendatud (samuti liigendiliselt)



Joon. 152. Väntvõll.

liuguriga D, mis saab vabalt edasi-tagasi liikuda juhtpindade EE ja HH vahel.

Sellise konstruktsiooni tulemusena võlli pöördliikumine muundub liuguri ja temaga ühendatud kolvivarre ning kolvi sirgjooneliseks edasi-tagasi liikumiseks või vastupidi.



Joon. 153. Väntmehhanismi töö skeem: 1 — vänt; 2 — keps; 3 — kolb; 4 — silinder.

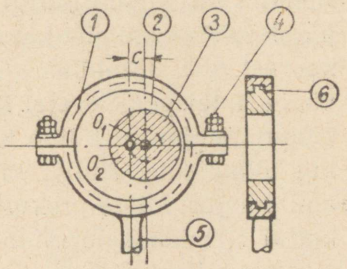
Ekstsenter

Väntmehhanismi üheks teisendiks on ekstsentermehhanism, mida kasutatakse presside ja teiste masinate juures. Ekstsenter (joon. 154) kujutab endast ümmargust ketast 2, milles on ringikujuline mulk 3. Seejuures ketta keskpunkt O_2 ja mulgu keskpunkt O_1 ei ühti. Ekstsenter pöörleb lahtivõetava rõnga sees, mille mõlemad pooled ühendatakse poltide 4 abil.

Et rõngas ei tuleks ekstsentrilt maha, on ketas varustatud ringkühmuga, rõngas aga ringsoonega 6.

Ekstsentri võlli pööreldes liigub ketta keskpunkt võlli keskpunkti O_2 ümber mööda ringjoont, mille raadiust C nimetatakse ekstsentrilisuseks. Kepsuga 5 liigendiliselt ühendatud liuguri käik oleneb ekstsentrilisusest ning võrdub 2C.

Nagu nähtub ülalkirjeldatust, on ekstsentri abil võimalik muundada võlli pöördliikumist liuguri sirgjooneliseks edasi-tagasi liikumiseks.

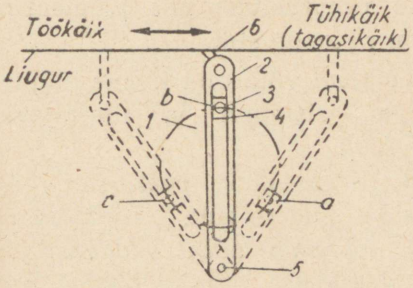


Joon. 154. Lahtivõetava rõngaga ekstsenter: 1 — lahtivõetav rõngas; 2 — ekstsenter; 3 — võll; 4 — rõnga poolte kinnituspolt; 5 — keps; 6 — ketta ringkühm; O_1 — võlli keskpunkt; O_2 — ekstsentri ketta keskpunkt; C — ekstsentrilisus.

Kulissmehhanism

Kulissmehhanismi kasutatakse laialdaselt höövelpinkide ja püsthöövelpinkide juures. Höövelpingi tööliikumise teostamiseks kasutatakse kiikuvat kulissi, püsthöövelpinkidel aga pöörlevat kulissi.

Need mõlemad mehhanismid töötavad samal põhimõttel, erinedes teineteisest oma lülide suuruse ja kulissi pöörlemistelje asendi poolest.



Joon. 155. Kulissmehhanismi töötamise põhimõte.

Kiikuva kulissi kiikumistelg asub väljaspool vända pöörlemise ringjoont, kuna pöörleva kulissi telg on selle ringjoone sees.

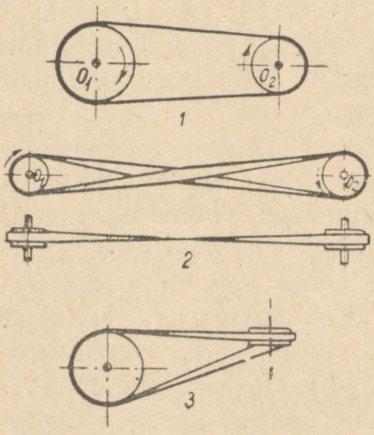
Joon. 155 kujutab skemaatiliselt kulissmehhanismi (kiikuva kulissi) tööd, mida kasutatakse höövelpingi liuguri käitamiseks. Kulissmehhanism koosneb vändakettast 1 (mis asub liikumatult elektrimootori poolt ringiaetaval võllil), kulissist 2 ja sõrmtapist 3, millele on vabalt asetatud terasest kulissikivi 4. Kulissikivi liugleb kulissi 2 pilus ning ketta 1 pöörlemisel lükkab kulissi kordamööda

vasakule ja paremale liikumatu telje 5 ümber. Kui ketas pöörleb kellaosuti vastassuunas, liigub kuliss äärmisest parempoolsest asendist äärmisse vasakpoolsesse asendisse: seejuures kulissikivi 4 läbistab kaare *abc*. Ketta edasisel pöörlemisel sama kiirusega ning samas sihis, liigub kuliss vasakult paremale, kusjuures kulissikivi liigub mööda alumist kaart *ca*, mis on umbkaudu kaks korda lühem kaarest *abc*. Järelikult pingi liugur teeb kulissi võnkumise mõjul vända 1 täispöörde ajal kaks käiku: töökäigu ja tühikäigu (tagasikäigu). Seejuures kulub tühikäigule umbes kaks korda vähem aega kui töökäigule. Kuliss ühendatakse liuguriga kiige või kahvli 6 abil. Liuguri käigu pikkust saab muuta, asetades ümber sõrmtappi 3 kettal 1; mida kaugemal ketta keskpunktist asub sõrmtapp, seda pikem on liuguri käik.

§ 78. Liikumise ülekande detailid

Rihm-ajam

Pöördliikumise ülekandmist ühelt võllilt teisele rihmade abil nimetatakse rihmajamiks. Seejuures võllid võivad asetseda kas paralleelselt või mõnesuguse nurga all üksteise suhtes. Kummalegi võllile asetatakse rihmaseibid, mis pannakse liikuma rihmade abil.



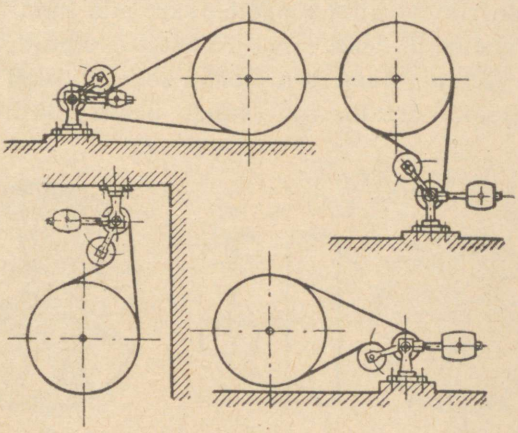
Joon. 156. Rihmajami liike: 1 — otseajam; 2 — ristajam; 3 — nurkajam.

Rihmajam võib olla kolme tüüpi: otseajam, ristajam ja nurkajam (joon. 156).

Iga rihmaseibide paar, mis on omavahel ühendatud rihmajami kaudu, koosneb ühest vedavast ja ühest veetavast rihmaseibist. *Vedavaks* nimetatakse rihmaseibi, mis saab liikumist võllilt ja annab seda rihmale edasi. *Veetavaks* nimetatakse rihmaseibi, mis saab liikumist rihmalt ja annab seda edasi teisele võllile. Pöördliikumise suunda määratakse tavaliselt

võrreldes seda kellaosuti liikumise suunaga. Niisiis, kui rihmaseibi liikumine langeb ühte kellaosuti suunaga, siis öeldakse, et rihmaseib pöörleb kellaosuti suunas; vastasel korral aga rihmaseib liigub kellaosuti vastassuunas.

Otseajami puhul mõlemad rihmaseibid pöörlevad samas suunas. Ristajami puhul rihmaseibid pöörlevad kumbki isesuunas; nurk-



Joon. 157. Pingutusrullide asetus.

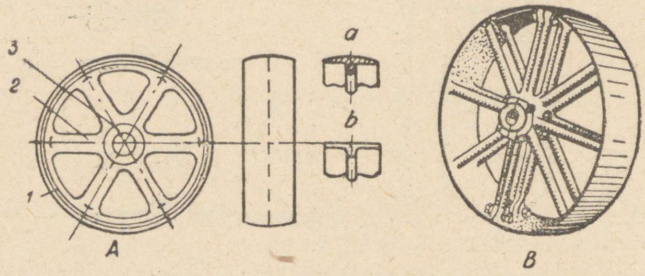
ajamit kasutatakse ainult sel juhul, kui võllid asetsevad üksteisele perpendikulaarselt või teatava nurga all.

Rihmajami peamiseks puudumiks on rihmade libisemine, mis moodustab keskmiselt 2,5%. Rihma libisemine oleneb rihma pingutusest ja rihma ning rihmaseibi puutekaare suurusest. Mida väiksem on rihmaseib, seda suurem on libisemine. Et suurendada rihma pingutust ja suurendada väikestel rihmaseibidel puutekaart, kasutatakse pingutusrulle, millede asetus nähtub jooniselt 157.

Rihmaseibid

Rihmaseibid võivad olla üheastmelised ja mitmeastmelised, lahtivõetavad ja mittelahtivõetavad, puidust ja metallist. Mittelahtivõetavad rihmaseibid on lihtsamad; kuid selleks, et neid võllile ase-

tada, peab olema vaba juurdepääsuvõimalus võlli otsa juurde. Sellevastu lahtivõetavaid rihmaseibe võib asetada võllile mis tahes kohas. Rihmaseib (joon. 158) koosneb pöiast 1, kodaraist 2 ja rummust 3. Rihmaseibi pöid võib olla lame või kumer. Pöia kumerus takistab rihma mahalibisemast, kuid soodustab rihma kiiremat kulumist selle ebaühtlase pingutuse tagajärjel. Seepärast tehakse kumeraid pöidi ainult veetavaile rihmaseibidele. Tehtava töö iseloomu järgi jaotatakse rihmaseibid tööseibideks, mis kinnitatakse kiilude abil, ja tühijooksu-seibideks, mis on vabalt asetatud võllile. Tööseib pöörleb ühes võlliga, kuna tühijooksu-seib pöörleb võllist olenematult. Rihmajami korralik töö oleneb peaasjalikult rihmaseibide



Joon. 158. Rihmaseibid: A — mittelahtivõetav; B — lahtivõetav; a — kumer pöid; b — lame pöid; 1 — pöid; 2 — kodarad; 3 — rumm.

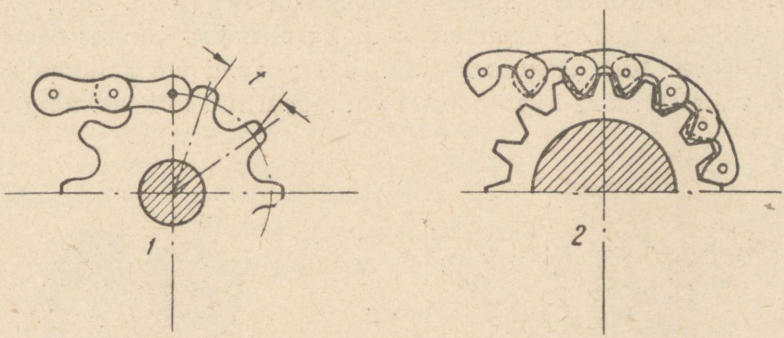
õigest valmistusviisist ning asetusest. Rihmaseibide valmistamisel mehaanikatöökojas tuleb jälgida, et rihmaseibid oleksid tasakaalustatud. Rihmaseibide kokkupanekul toimub tingimata nende b a l a n s s e e r i m i n e. Rihmaseibide balansseerimiseks (tasakaalustamiseks) võib kas vähendada selle raskema osa kaalu mulkude puurimise teel või suurendada vastasoleva pöiaosa kaalu, puurides pöia sisse umbmulke, mida täidetakse tinaga kui raskema metalliga.

Ajamirihmad

Ajamirihmadena kasutatakse tavaliselt nahkrihmu, puuvillaseid (tekstiil-) rihmu ja kummeeritud rihmu, mis tehakse kummeeritud puuvillasest riidest. Parimateks ajamirihmadeks on nahkrihmad.

Küllaldase hõõrdumise saamiseks rihmaseibi ja rihma vahel tuleb tugevalt pingutada ajamirihma. See põhjustab võlli paindumist ja liigset survet laagritele. Kettajam võimaldab kõrvaldada neid puudumeid.

Kettajam on oma olemuselt hammasajami teisendiks, ent ta eeliseks on asjaolu, et temaga saab edasi anda liikumist võllide vahel, mis asetsevad üksteisest võrdlemisi kaugel. See ajami liik nõuab võrreldes rihmajamiga tunduvalt väiksemat pingutamist.



Joon. 159. Kettajami ehitus: 1 — Hall'i liigendkett; 2 — Renolds'i hammaskett; t — kettajami samm.

millega kergendatakse võlli ja laagri töötingimusi. Seetõttu võib kettajam edukalt töötada kõrgetel temperatuuridel ja niiskeis, mustuse- ning tolmurikkais tööruumides.

Kettajami põhidetailideks on kett ja hammastega varustatud ketiratas. Ketilülid hambuvad ketiratta hammastesse (joon. 159).

Ketid jagunevad liigendilisteks (Hall'i kett ja rullkett) ja hammaskettideks (Renolds'i kett), Hall'i liigendkettide ehitus on lihtne, kuid nad kuluvad kiiresti ning venivad tunduvalt.

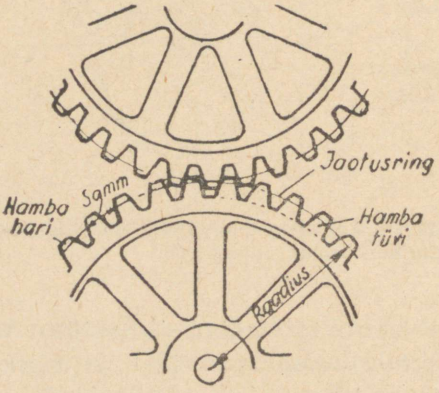
Rullkett on konstrueeritud selliselt, et üksikuid plaate ühendavate võllikeste otsa asetatakse vabalt pöörlevad puksid. Sellega kergendatakse keti tööd tunduvalt ning pikendatakse tema kasutamise kestvust.

Renolds'i ketid koosnevad hammastega varustatud plaadikestest,

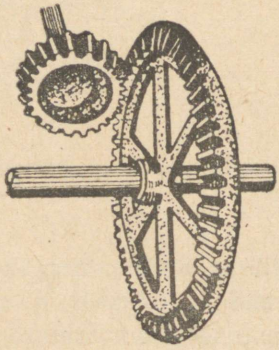
mis on omavahel ühendatud võllikestega. Keti laius oleneb ühes reas asuvate plaadikeste arvust. Renolds'i hammaskett töötab vaikselt ja käratult; sel põhjusel teda nimetatakse vaikse töötamisega ketiks.

Hammas-ajam

Kõige levinumaks ajamiks on hammasajam. Hammasrataste ülesandeks on pöördliikumise ülekandmine paralleelsete või ristuvate võllide vahel. Kahe paralleelselt asetseva võlli vahelises hammasajamis kasutatakse silinder-hammasrattaid (joon. 160). Ristuvate võllide vahelises hammasajamis kasutatakse koonus-hammasrattaid (joon. 161). Hammasrattaid, mis peavad üle kandma suuri tunge, valmistatakse kvaliteetsest või legeeritud terasest ning allu-



Joon. 160. Hammasajami skeem.



Joon. 161. Koonus-hammasrattad.

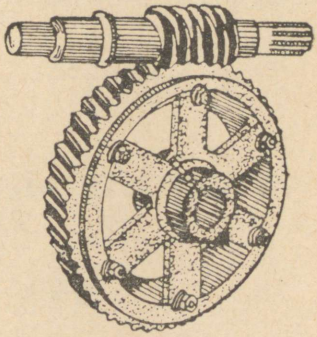
tatakse termilisele töötlemisele. Hammasrataste mehaaniline töötlemine peab kindlustama hammaste täpset profiili. Seepärast allutatakse vastutavamaid hammasrattaid pärast hammaste sisselõikamist lihvimisele või ülerullimisele.

Hammasajami tähtsamaks puudumiks on hammaste ebaühtlane kulumine ning sellest tulenev hambumise lõtk, müra töötamisel ja muud defektid.

Hammasrataste töös tuleb pöörata erilist tähelepanu üksteisesse hambuvate hammasrataste õigele kokkupassimisele ning jälgida, kas need ei ole kulunud. Kui on märgata tugevat müra, kloppimist või muid ebanormaalsusi hammasajami töös, tuleb hammasrataste hambad üle vaadata. Üksikute hammaste tugeva kulumise ilmnemisel remonditakse nad pealekeevitamise teel.

Tigud ja tiguajamid

Liikumise ülekandmiseks ristuvate võllide vahel ja suurte ülekandearvude puhul kasutatakse tiguajamit.



Joon. 162. Tiguajam.

Tiguajam on kujutatud joonisel 162.

Tigu asetseb vedaval võllil, kuna tiguratas on veetav. Tiguajamit kasutatakse laialdaselt paljudes mehhanismides, näiteks puurmasina ettenihkemehhanismis, treipingi supordi mehhanismis, freespingi jagamispeas jne.

Hõõrd-ajam

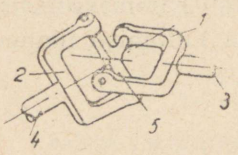
Hõõrdajam koosneb kahest siledast silindrist, mis asetsevad võllidel ning surutakse tihkelt teineteise vastu. Ühe võlli pööreldes hakkab pöörlema ka teine võll (silindritevahelise hõõrdumise tagajärjel). Seesugust ajamit nimetatakse hõõrdajamiks. Hõõrdajam on kõige lihtsamaks ajamiks, kuid tal on rida puudusi, nagu näiteks: libisemine, suurendatud surve laagritele ja asjaolu, et hõõrdumise läbi läheb kaduma osa töötava mehhanismi kasulikku energiat.

Hooke'i liigend

Hooke'i liigendit kasutatakse pöördliikumise ülekandmiseks mitmesugustes tasapindades asuvate võllide vahel.

Hooke'i liigendi ehitus nähtub jooniselt 163. Ühendatavate võl-

lide otsad on varustatud kahvlitega 1, 2. Kahvlite harudes on mulgud, milledesse on kinnitatud ristmik 3. Ühe võlli pöörlemisel pöörleb ka kahvel ning ühes temaga ristmik, mille kaudu pöörlemine kandub kahvlile 2 ja teisele võllile.



Joon. 163. Hooke'i liigendi ehitus: 1, 2 — kahvlid; 3, 4 — ühendatavad võllid; 5 — ristmik.

Hooke'i liigend võimaldab pöördliikumise ülekandmist ühelt võllilt teisele, kusjuures on võimalik ühe või mõlema võlli paigalt nihkumine teatud piirides. Hooke'i liigendi abil teostub pöördliikumise ülekandmine autode ja üksikute metallitöötlemispinkide mehhanismides.

XV peatükk

TÜÜPILISTE MEHHANISMI ÜHENDITE KOKKUPANEKU NÄITEID

§ 79. Lahtivõetavad ühendid

Lahtivõetavad ühendid võimaldavad mehhanismide lahtivõtmist detaile purustamata. Nad jagunevad järgmiselt:

a) kergesti lahtivõetavad ühendid, mida saab hõlpsalt lahti võtta ja uuesti kokku panna; sellisteks ühenditeks on ühendid poltide, kruvide, kiilude ja tihvtide abil;

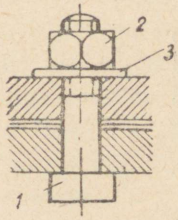
b) raskesti lahtivõetavad ühendid, mida saab äärmisel vajadusel lahti võtta üks või mitu korda, detaile vigastamata.

Praktikas kasutatakse kõige sagedamini kergesti lahtivõetavaid ühendeid poltide, kruvide, tihvtkruvide ja kiilude abil, mis kujutavad endist kinnitusdetailide põhiliike.

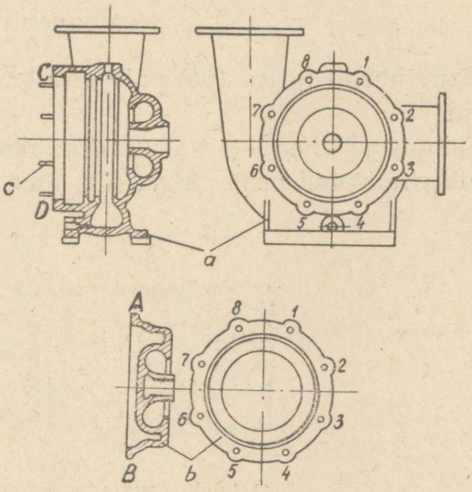
Poltühend

Üksikuid detaile ja sõlmi võib kokkupanekul ühendada ühe või mitme poldiga. Detailide ühendamisel ühe poldiga (joon. 164) seisneb kokkupaneku töö selles, et küllalt tugevasti kokku suruda

ühendatavaid detaile, vältides ühtlasi poldi katkemist. Kui aga detailid ühendatakse mitme poldi abil, tuleb püüda pingutada kõiki polte ühesuguse jõuga. Kui poltide pingutus ei ole ühtlane, siis võib nõrgem ühendatavaist detailidest kaarduda, praguneda või hoopiski puruneda. Seepärast on soovitav pingutada polte või mutreid kolme üksteisele järgneva võttega. Esimesel võttel keeratakse kõik mutrid kinni kuni seibidega kokkupuutumiseni; teisel võttel pingutatakse mutreid juba teatava jõupingutusega; lõpuks, kolmandal võttel pingutatakse kõik mutrid



Joon. 164. Detailide ühendamine ühe poldiga.



Joon. 165. Tsentrifugaalpumba kere ja kaane kokkupanek: a — kere; b — kaas; c — tihvtkruvi.

lõpuni. Seejuures tuleb meeles pidada, et polte või mutreid tuleb pingutada paariviisi ja et iga selline paar peab asetsema sirgjoonel, mis läbistab liidetavate detailide keskpunkti. Niisiis detailide ühendamine mitme poldiga nõuab erilisi võtteid.

N ä i d i s. Vaatleme tsentrifugaalpumba kaane kinnitamist pumba kerele (joon. 165).

Kaane AB ja kere CD puutepinnad on pingil siledaks töödeldud. Nagu nähtub joon. 165, teostatakse ühendus 8 tihvtkruvi abil, mis on sisse keeratud pumba keresse. Kokkupaneku järjekord on järgmine: kaas asetatakse kere peale ja mõlema detaili pinnad kohaldatakse selliselt, et tihvtkruvid 1—8 läheksid kaane mulkudesse. Siis hakatakse mutreid kinni keerama. Seda tehakse kõigepealt kaanega

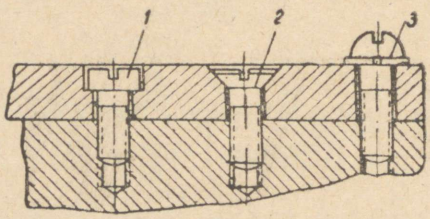
kokkupuutumiseni ja siis lõpuni; seejuures pingutatakse paariviisi samal läbimõõdul asetsevaid mutreid, näiteks esiteks mutreid 1 ja 5, siis 3 ja 7, siis 2 ja 6, ja lõpuks 4 ja 8.

Mutrite või poltide kinnikeeramise kiirendamiseks ja hõlbustamiseks massilistel montaažtöödel kasutatakse pneumaatilisi ja elektrilisi mutrivõtmeid.

Kruviühend

Kruviühend (joon. 166) võib olla kas salapeaga või ümmarguse peaga.

Salapeaga ühendeid kasutatakse neil juhtudel, kus ühendatava detaili pealispind peab olema sile, ilma kühmudeta.



Joon. 166. Detailide ühendamine kruvidega: 1 — neljakandiline salapea; 2 — koonusekujuline salapea; 3 — poolkumer väljaulatuv kruvipea.

Kruvi- ja poltühendeile esitatavad nõuded

Kruvikeere peab olema korras ja õige profiiliga. Kruvi peab käima mutrisse tihkelt.

Mehhanismide osi ühendavad poldid või kruvid peavad olema valmistatud erilise hoolega. Poldipea ja mutri valmistamisel tuleb silmas pidada pea ja varda kontsentrilisust ning üksteise vastasolevate mutritahkude paralleelsust.

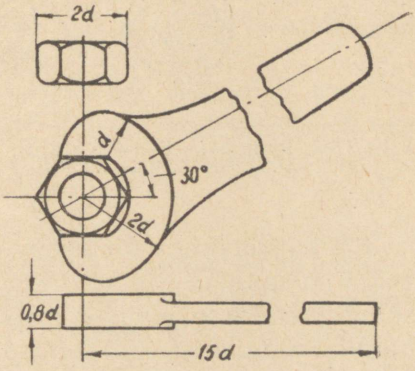
Kui mutrialus ei ole perpendikulaarne polditeljega, kisub mutter viltu ning ühend tuleb ebakindel. Poldikeerme pikkus peab olema selline, et poldi kohaleseadmisel ja kinnitamisel jääks mutriseibi alla teatav keerme osa mutri järgnevaks lisapingutamiseks.

Roostetunud mutreid määritakse eelnevalt petrooleumiga ja alles siis asutakse nende lahtikeeramisele.

Poltide pingutamist tuleb teostada ühtlase jõuga. Pärast lõplikku pingutamist tuleb veel kord kontrollida, kas varemkinnitatud mutrid ei ole järele andnud.

Mutrivõtmed ja kruvikeerajad

Mutrite ja tihvtkruvide kinnikeeramiseks kasutatakse võtmeid. Kruvide kinni- ja lahtikeeramiseks, millede pead on varustatud sisselõigetega, kasutatakse kruvikeerajat.



Joon. 167. Mutrivõtme mõõted.

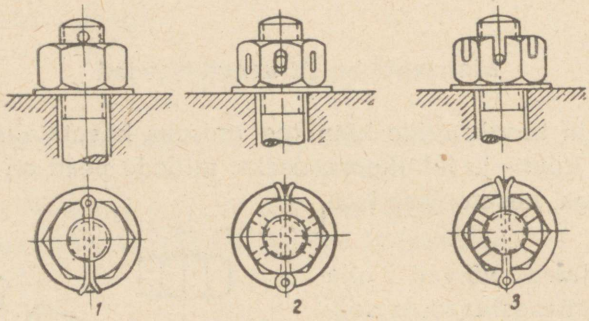
Mutrivõtmed võivad olla tavalised mitteseatavad ja seatavad. Mitteseatavad, tavalised võtmed kõlbavad ainult kindla mõõduga mutrite jaoks. Seatavaid võtmeid võib aga kasutada mitmemõõduliste mutrite keeramiseks.

Seatavail võtmeil on üks mokk liikumatu, kuna teist mokka saab nihutada kruvi abil. Rootsi mutrivõtme juures keeratakse pöidla ja nimetissõrme abil hammasmutrit, mis paneb liikuma hammaslati ning selle külge kinnitatud alumise moka. Prantsuse ja ameerika mutrivõtmeis keeratakse võtme käepidet ning sellega seatakse alumist mokka vajalikku asendisse.

Iga tööriista tuleb kasutada ainult selle otseseks ülesandeks. Tihvtkruvide ja mutrite pingutamiseks tuleb valida vastava suurusega mutrivõtmeid (joon. 167); vastasel korral võib kergesti rikkuda nii võtme kui ka mutri või vigastada käsi. Kui mutrivõti ei sobi täpselt mutrile, võib see põhjustada mutritahkude muljumist.

Kinnistatud mutri lahtikeeramist takistab hõõrdumine, mis tekib keermes mutri ja poldi vahel, ning hõõrdumine mutri ja detaili puutepindade vahel.

Lihtsamaks mutrilukuks on kontrmutter, *s.* t. teine mutter, mis keeratakse esimese mutri peale ja mis liibub tihkelt selle külge. Ehkki kontrmutreid kasutatakse üsna sageli, ei anna nad täielikku kindlust ning nõuavad alalist järelevalvet.

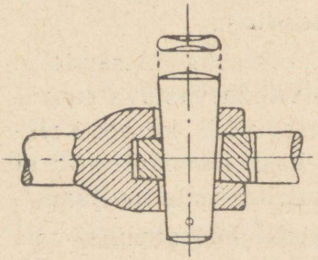


Joon. 168. Splindi asetus: 1 — lihtsa mutri puhul; 2 — läbi mutri; 3 — kroonmutri puhul.

Kindlamaks ja levinumaks vahendiks mutrite lahtikeerdumise vastu on splindid. Splindi jaoks puuritakse poldi sisse eriline mulk; splint asetatakse sellesse mulku ning painutatakse laiali splindi harud. Splintimine võib toimuda mitmel viisil (joon. 168).

Ristkiilu-ühend

Kahe detaili ühendus ristkiilu abil on näidatud joonisel 169. Selline ühend on küllaltki kindel, kui kiilul on õige kallak ja õiged mõõted. Kui kiilu mõõted või kallak on väiksemad, kui seda nõuab ühendatavate detailide mulgu suurus, saame nõrga ühenduse, mis ei kindlusta mehhanismi korrapärast tööd.



Joon. 169. Ristkiil-ühend dünaamilise koormuse jaoks.

Ristkiilud töötavad paindele ja nihkele. Kiilude väljakukkumise vältimiseks kasutatakse kinnituskruve (lukke) või splinte.

Kiilühend

Nagu eespool öeldud (§ 75), kasutatakse kiilusid detailide ühendamiseks, mis annavad pöördliikumist edasi võllilt rihmaseibile või rattale ja ümberpöördult. Kokkupanekul harilikult asetatakse kiil nuudi sisse ning surutakse siis peale teatava jõupingutusega rihmaseibi või ratta rumm. Oma otste kujult võivad kiilud olla kas lamedate või ümardatud otstega.

Kiilühend on kindlaks detailide kinnitusviisiks ning lubab teostada lahtivõtmist kiiresti ja detaile vigastamata.

T ö ö s e i b e, hammasrattaid ja muhve kinnitatakse kiiludel. Selleks peavad võllid olema varustatud kiilunuutidega, mis töödeldakse tööpinkidel. Mõnel juhul peab aga lukksepp teostama neid töid käsitsi detailide kokkupaneku protsessis.

K i i l u d e v a l m i s t a m i s e n ä i t e i d. Prismalise kiilu valmistamiseks lõigatakse teraslati otsast vastava pikkusega tükk otste töötlemiseks vajaliku varuga. Otsad viilitakse täisnurkseks või ümardatakse.

Oletame, et meil on vaja valmistada kiilu, mille kõrgus on 12 mm, töötavosa pikkus 80 mm ja kallak 1 : 100. See tähendab, et kiilu kõrgus peab olema ühes otsas 12 mm, teises otsas aga pisut vähem kui 12 mm, nii et tekiks vajalik kallak. Kallak 1 : 100 tähendab seda, et kiilu pikkuse iga 1 mm kohta peab kiilu kõrgus vähenema 0,01 mm võrra. Järelikult peab vähenema kiilu kõrgus 80 mm pikkuse kohta $0{,}01 \times 80 = 0{,}8$ mm võrra. Niisiis peab kiilu kõrgus olema ühes otsas 12 mm, teises aga $12 - 0{,}8 = 11{,}2$ mm.

Vaatleme kaht näidist kiilude valmistamisest.

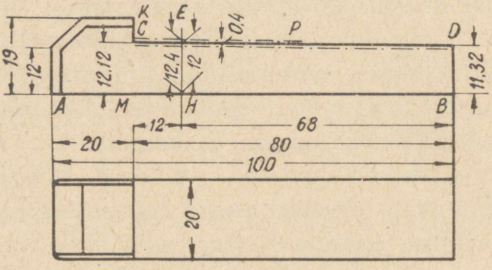
N ä i d i s 1. Valmistada sisselõigatav nokaga kiil $20 \times 12 \times 80$ mm, vastavalt ОСТ НКМ—4081 (joon. 170).

Materjaliks on tükk sepistatud süsinikterast, mark Ст. 35.

Töötlemise järjekord on harilikult järgmine:

1. Viilida kiilu selg AB joonlaua järgi tasaseks.
2. Viilida kiilu üks külg täisnurga all kiilu seljale AB.
3. Märkida kiilu teine külg vastavalt kiilu laiusele (20 mm).
4. Viilida kiilu teine külg vastavalt laiusele (20 mm).
5. Märkida kiilu otsad nende viilimise otstarbel. Märkida kiilu

kaldpind CD; selleks tuleb enne teha järgmine arvestus. Kiilu kõrgus EH võrdub 12 mm; ta mõõdetakse samuti 12 mm kaugusel noka tasapinnast KC. Järelikult on vahekaugus joonest EH kiiluotsani B võrdne 68 mm, tasapinnani KC aga 12 mm. Kiiluotsa B suunas kiilu kõrgus väheneb 0,01 mm võrra kiilu pikkuse iga 1 mm kohta. See kõrguse vähenemine moodustab 68 mm kohta $0{,}01 \times 68 = 0{,}68$ mm. Seepärast on kiilu kõrgus punktis B võrdne $12 - 0{,}68 = 11{,}32$ mm. Kiilu noka suunas kõrgus suureneb taolise arvestuse kohaselt. Järelikult on kiilu kõrgus noka tasapinnal, s. o. kõrgus CM võrdne



Joon. 170. Sisselõigatava nokaga kiilu töötlemine.

12,12 mm. Vastavalt sellele arvestusele märgitakse kiilu ülemine pind (kaldpind) ja tõmmatakse märkjoon.

6. Kindlustada täisnurk KCP, hoides CM võrdne 12,12 mm.

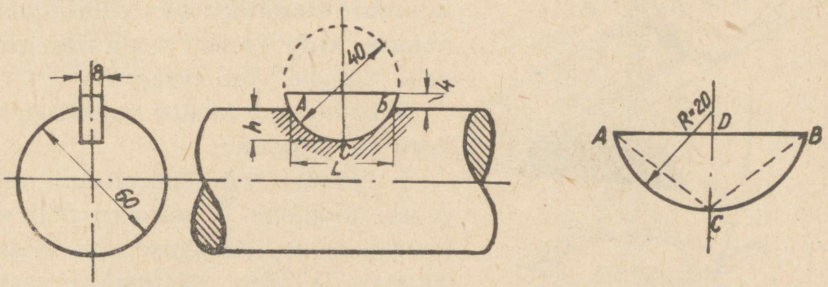
7. Viilida kiilu ots B (kiilu saba) täisnurga all kiilu selja ja külgede suhtes, kusjuures pikkus MB peab võrduma 80 mm.

8. Töödelda kiilu ülemine pind vastavalt mõõdetele 11,32 mm kiilu otsas ja 12,12 mm kiilu noka kohal, p. 5 toodud märkimise järgi.

Näidis 2. Valmistada Woodruff'i kiil võllile läbimõõduga 60 mm, valmis nuudi järgi (joon. 171).

Võllist väljaulatuva kiiluosa kõrgus peab võrduma poole kiilulaiusega. Kiilu laius peab olema võrdne nuudi laiusega, mis antud juhul on 80 mm. Et määrata kiilu kumeruse raadiust, tuleb mõõta nuudi pikkus ja sügavus, mis vastavad sirgjoontele AB ja h (joon. 171). Siis leitakse geomeetrilise ehitamise teel punkte A, C ja B läbiva kaare keskpunkt ja raadius. Oletame, et raadius võrdub 20 mm.

Nüüd võetakse tükk lehtterast paksusega ligikaudu 10 mm ja joonestatakse sellele kaar, mis moodustaks poole 20 mm raadiusega tõmmatud ringjoonest. Pärast seda raiutakse või viilitakse välja see kaar. Ta vastab kiilu kumerusraadiusele. Jääb veel leida kiilu kõrgus ja töödelda ülemine tasapind. Selleks toimitakse järgmiselt: kaare keskkohast tõmmatakse raadius ning kantakse sellele (kaarega lõikumiskohast lähtudes) nuudi sügavus pluss pool kiilulaiust. Mõõtnud sügavusemõõtjaga nuudi sügavuse, saame antud juhul 12,3 mm; pool kiilulaiust (s. o. väljaulatuv osa) võrdub 4 mm. Järeli-



Joon. 171. Mõõdete vahekorrad Woodruff'i kiilu valmistamisel.

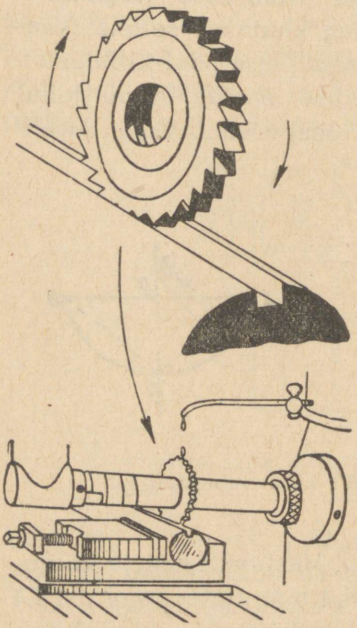
kult on kiilu kogukõrgus 12,3+4=16,3 mm. Vastavalt sellele kõrgusele märgitakse (maha pannes pikkuse 16,3 mm alates punktist C) ning töödeldakse kiilu ülemine tasapind. Viimaseks mehaanilise töötlemise operatsiooniks kiilu valmistamisel on kiilu külgede viilimine kiilunuudi laiuseks.

Praktilisi juhiseid kiilude valmistamiseks. Mitmesuguse konstruktsiooniga kiilude valmistamiseks tarvitatakse vigadeta lõõmutatud terast markidest Ст. 4—5.

Kiilu valmistamiseks tarvitatava materjali ristlõige valitakse sellise arvestusega, et töötlemiseks jääks vaid väike varu; samal ajal aga valmis kiiludele ei tohi jätta defektseid ega töötlemata kohti. Kiil deformeerub võlli ja puksi survel, millest võib tekkida lubamatu lõtk. Selliste defektide vältimiseks tuleb jälgida, et kiil läheks tihkelt ja kindlalt oma pesasse võlli ja puksi sees.

Kiilunuutide valmistamine. Võllidel saab kiilunuute valmistada höövel- ja freespinkidel ning ka käsitsi, kuna pukside

kiilunuute valmistatakse vertikaalsel höövelpingil, höövelpingil, kammlõikepingil või käsitsi. Töö iseloom kiilunuutide valmistamisel on alati ühesugune. Joonis 172 näitab kiilunuudi valmistamist freesimise teel.



Joon. 172. Kiilunuudi valmistamine võllil freesimise teel.

Allpool toome näiteid kiilunuutide käsitsi valmistamisest võllidel ja puksides.

Näidis 1. Valmistada 80 mm läbimõõduga võllil 150 mm pikkune kiilunuut sisselõigatava kiilukujulise nokaga kiilu jaoks, kusjuures nuut peab algama võlli otsast.

Sellise nuudi käsitsi valmistamise kord on järgmine:

1. Nuudi profiil märgitakse võlli otsale joonlaua ja nurgiku abil või märkimisplaadil rismuse abil. Nuudi sügavus ja laius määratakse vastavalt üleliidulise standardi tabelitele, sõltuvalt võlli läbimõõdust.

Meie näidises nuudi laius võrdub 20 mm, sügavus aga 6 mm. Kanname nuudi sügavuse raadiusele OC, lähtudes punktist C (joon. 173). Sellega saame punkti A, mille läbi tõmbame võlli raadiusele OC perpendikulaarse joone. Siis mõõdame välja kummaltki poolt punkti A pool nuudi laiust (s. o. 10 mm kummaltki poolt) ning saame punktid B ja D. Nende punktide B ja D läbi tõmbame raadiusele OC paralleelsed jooned ja saame selliselt kiilunuudi profiili piirjooned.

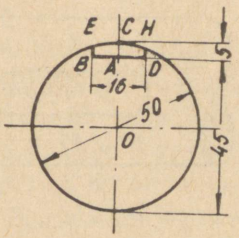
2. Märkinud nuudi profiili, asutakse nuudi külgpindade ja pikkuse märkimisele. Seda võib teha kas nurgiku abil või märkimisplaadil rismuse kasutamisega (joon. 173). Kui märkimine toimub märkimisplaadil, asetatakse võll aluspakkudele selliselt, et joon OC oleks horisontaalne. Siis seatakse rismusnõela ots punkti E kohale ning tõmmatakse joon EK. Samal viisil tõmmatakse joon HM läbi punkti H. Märkinud joonele EK kiilu pikkuse, saame vajaliku kiilunuudi

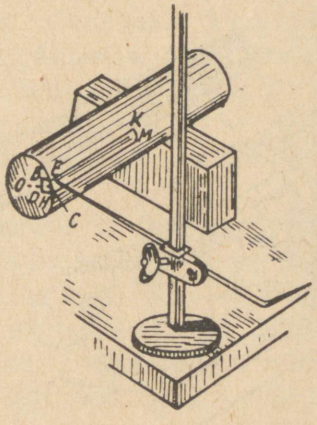
täieliku märgistuse. Enne mehaanilisele töötlemisele asumist tuleb kärnida kõik pealemärgitud jooned.

3. Ettevaatuse mõttes — et mitte teha laiemat nuuti, kui seda nõuavad kiilu mõõted — raiutakse terava meisli abil joontele EK ja HM soonekesed, millede vahelaius peab olema umbes 14 mm.

4. Ristmeisli abil raiutakse välja 14 mm laiune nuut; seejuures hoitakse ristmeisel nuudi pikkuse suunas.

5. Laiendatakse nuut nõutava mõõteni; seda tehakse kas meisliga, mis peab olema ühelt poolt hästi terav, või kitsa (8—10 mm) ristmeisliga.





Joon. 173. Kiilunuudi märkimine: vasakul — profiil võlli otsal; paremal — külgpinnal.

Nuudi viimistlemine lõpetatakse viili abil. Kontrollimise otstarbel passitakse nuudi sisse kiilu; ta peab sobima tihkelt ega tohi logiseda.

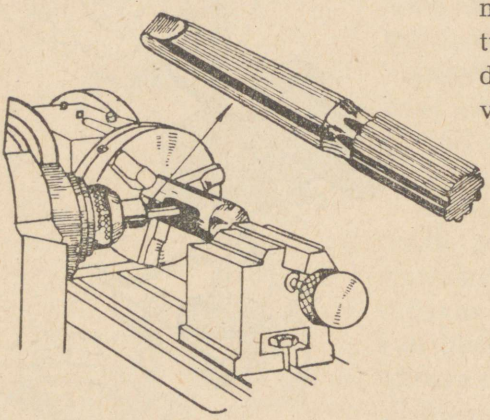
Näidis 2. Teha 40 mm läbimõõduga võlli sisse kiilunuut sisselõigatava prismalise ümardatud otstega kiilu jaoks. Seejuures kiilunuut ei pea ulatuma võlli otsani. OCT HKM—4085 tabeleist leiame, et kiilu laius peab olema 12 mm ja sügavus 4,5 mm.

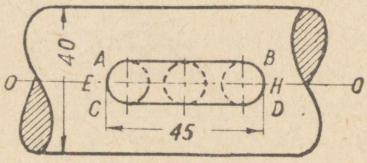
1. Teostatakse kiilunuudi märkimine. Selleks tõmmatakse keskjoon EH ning külgjooned AB ja CD, kumbki 6 mm kaugusel keskjoonest. Jooned tõmmatakse keskjoonest lähtudes nurgiku, joonlaua ja rismuse abil. Märkinud kiilu pikkuse, tõmmatakse sirkliga poolringid. Selliselt saadakse kiilunuudi täielik piirjoon võlli pinnal (joon. 174).

Siis märgitakse puuritavate umbmulkude tsentrid. Neiks tsentriteks on kiilu ümardatud otsi piiravate poolringide keskpunktid,

kuna teiste mulkude tsentrid asuvad teljel EH ning nende arv võib olla mitmesugune, olenevalt kiilu pikkusest. Tuleb silmas pidada, et puuritavad mulgud ei tohi üksteist katta ega isegi omavahel kokku puutuda. Nende mulkude äärte vahele peavad jääma metallseinad laiusega 1—2 mm, mõõdetult telje EH pealt. Käesolevas näidises piirdume kolme mulguga, s. o. peale kahe äärmise puurime veel ühe mulgu, mille keskkoht on kiilunuudi keskel.

Märkimisel tuleb tähelepanelikult jälgida, et pealemärgitud ja kärnitud tsentrid ei kalduks teljest EH ristsuunas kõrvale.





Joon. 174. Kiilunuudi valmistamine võlli sisse prismalise sisselõigatava ümardatud otstega kiilu jaoks: vasakul — valmistamine tööpingil; paremal — käsitsi valmistamine.

2. Umbmulkude puurimisel asetatakse võll puurpingi töölauale selliselt, et ta oleks horisontaalne, raadius OE aga vertikaalne. Võlli horisontaalsust kontrollitakse tööpingil rismusega, vertikaalsust aga töölauale asetatud nurgikuga, mis lükatakse võlli tsentri vastu. Seejuures pööratakse võlli ümber oma telje, kuni võlli raadius OE langeb ühte nurgiku küljega.

3. Umbmulkude puurimiseks kiilunuudi valmistamisel võib kasutada spiraal- või lamepuuri. Esimesel juhul on nuudi põhi koonusekujuline, teisel juhul aga tasane. Kuid lamepuuriga töötamisel võib tekkida puuri kõrvalekaldumine õigest suunast. Seepärast on soovitav — kui seda lubab nuudi sügavus — puurida mulku spiraalpuuriga vähemalt nii sügavale, et mulgu silindrikujuline osa ula-

tuks vähemalt 1—2 mm pinna sisse, ja siis lõpetada puurimine lamepuuri abil.

4. Pärast puurimist raiutakse ristmeisliga välja puurimisest jäänud mulkude vahed ning laiendatakse nuut lõplikkude mõõdeteni, mis vastavad kiilu suurusele.

Nuutide valmistamine puksides toimub samas järjekorras nagu nuudi valmistamine võllil. Kõigepealt märgitakse puksi sisse tehtav nuut. Selleks lükatakse T-kujulise nurgiku õlad tihedalt vastu puksi otsa ning tõmmatakse puksi sisepinnale kaks paralleelset joont, millede vahe võrdub nuudi laiusega. Need jooned piiravad nuuti külgedelt. Nuudi sügavus märgitakse puksi otsale. Pärast märkimist raiutakse nuut jämedalt välja ristmeisli abil. Raiumine toimub õhukese laastuga, kusjuures jäetakse viilimiseks vajalik varu.

Kiilunuudi viilimine toimub järgmises järjekorras: esiteks viilitakse nuudi põhi, kontrollides seda joonlaua abil, siis viilitakse üks külg ja lõpuks teine külg, ühtlasi kiilu sisse sobitades. Neil juhtudel, kus kiil on juba valmis ja kus nuuti sobitatakse kiilule, tuleb viilimist toimetada väga ettevaatlikult ja kontrollida võimalikult sageli. Tuleb alati silmas pidada, et kiil peab sobima võlli ja puksi nuutidesse tihkelt ja logisemata.

Torud ja toruühendid

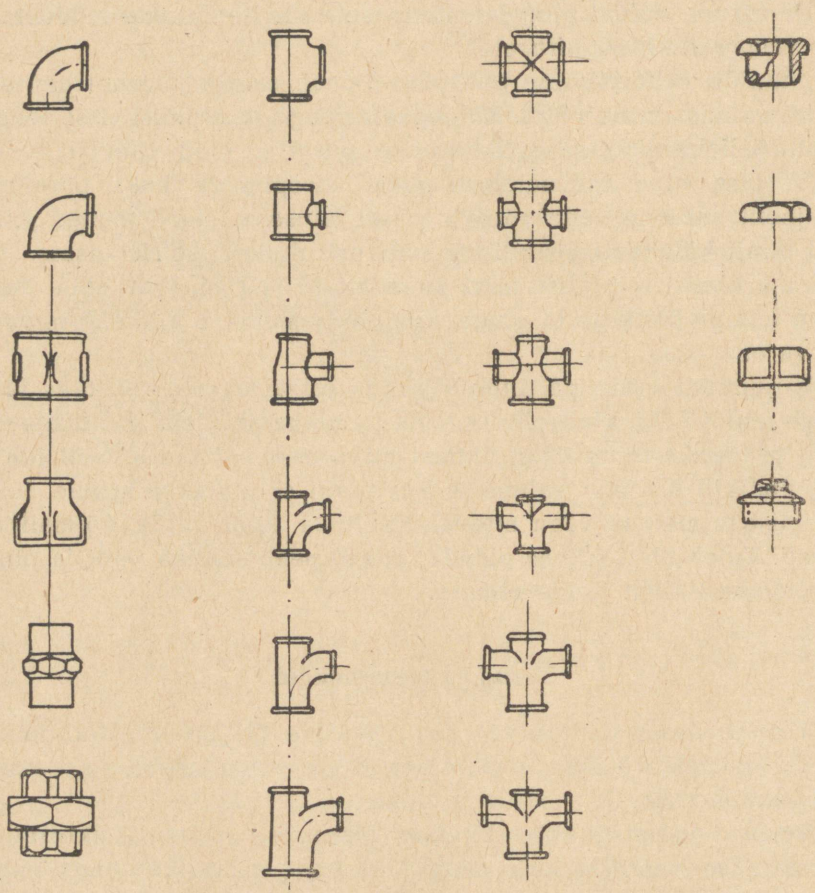
Torude ülesandeks on vee, auru, gaaside, õli jms. edasijuhtimine.

Torude materjaliks on malm, teras ja — harvemini — messing või punane vask.

Torusid valmistatakse kindlas pikkuses. Neist üksiktorudest koostatakse vajaliku kuju ning pikkusega torustikud, mis puhul kasutatakse torude ühendusosi. Torude ühendamine toimub äärikute, keerme, jootmise või sobivate ühendusosade abil (joon. 175).

Ühendusosade abil ühendatakse terastorusid läbimõõduga kuni 4 tolli. Ühendusosad valmistatakse tempermalmist ja varustatakse torukeermega. Samasuguse keermega varustatakse ka toruotsad. Torukeere on standarditud. Mitmekujuliste ühendusosade abil on võimalik ühendada nii ühesuguse kui ka erineva läbimõõduga torusid ja toruharusid. Võrdse läbimõõduga torusid ühendatakse sirge

ühendusmuhviga, erineva läbimõõduga torusid aga üleminekumuhviga. Keerukohtades ühendatakse torud sirgete või üleminekunurgikute abil.

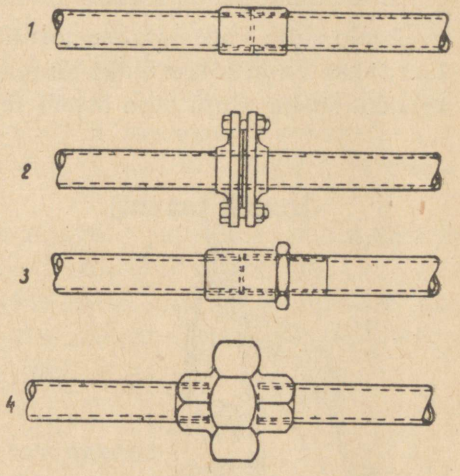


Joon. 175. Torustikkude tähtsamaid ühendusosi.

Terastorud valmistatakse pehmest terasest; neid nimetatakse gaasitorudeks. Gaasitorude ühendamisel püütakse saavutada suuremat hermeetilisust sel teel, et keerme ümber mähitakse menninguga niisutatud linaseid takke või asbesttihendeid (kuumade torustikkude ühendamisel).

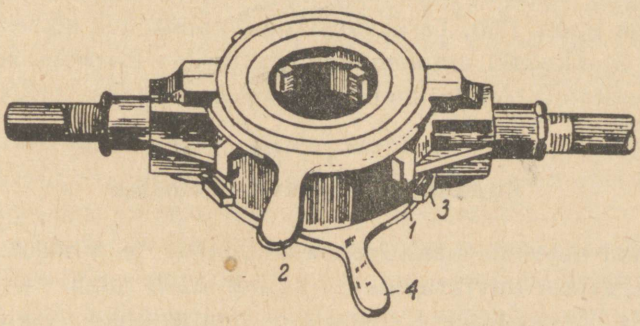
Andmed torude keerme, mõõdete ja kaalu kohta tuleb võtta eri tabelitest või käsiraamatutest.

Jämedamad ja kõrgele rõhumisele määratud terastorud varustatakse pealekeevitatud või pealevaltsitud äärikutega, mis ühendatakse poltide abil. Äärikühendite kokkupanekul pannakse ühendatavad osad teineteise vastu, jättes nende vahele paraja laiusega lõtku tihendi kohaleasetamiseks. Kui tihend on kohale asetatud, pannakse poldid sisse ja lükatakse äärikud koomale, nii et nad pigistaks tihendi kokku. Siis keeratakse mutrid kinni. Torude ühendamisviisid on näidatud joonisel 176.



Joon. 176. Gaasitorude ühendusviisid: 1 — muhviga; 2 — äärikuga; 3 — kontrmutter-muhviga; 4 — ühendusmutriga.

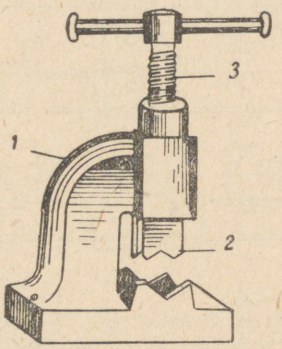
Torude töötlemisel peab lukksepp kasutama mõningaid eriseadmeid ja eri tööriistu. Nii näiteks keerme lõikamisel torudele kasutatakse erilist torukluppi, mis lõikab nõndanimetatud toru- ehk gaasikeeret. Gaasikeere on väiksema sammuga kui tavaline meeterkeere. Toruklupp (joon. 177) erineb oma ehituselt harili-



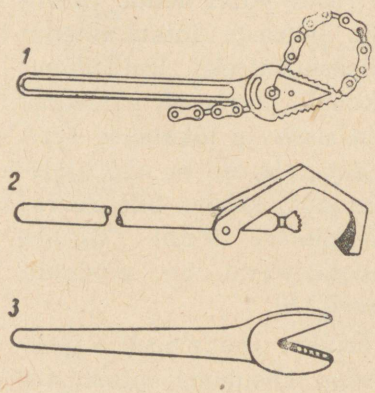
Joon. 177. Toruklupp gaasikeerme lõikamiseks torudele.

kest kluppidest. Toruklupi hoiderõnga piludes on neli terasest lõikekammi 1. Ülemise käepideme 2 pööramisega on võimalik muuta lõikekammide vahekaugust. Tänu sellele võib kasutada sama kluppi erineva läbimõõduga torude keermestamiseks.

Peale selle varustatakse toruklupp juhtplaatidega 3. Neid reguleeritakse nagu lõikureidki alumise käepideme 4 abil ning kindlustatakse seega klupi õige asend toruotsa keermestamisel.



Joon. 178. Torukruustangid: 1 — kere; 2 — liikuv mokk; 3 — tigu.



Joon. 179. Erivõtmeid torude keeramiseks: 1 — ketiga toruvõti; 2 — klambriga toruvõti; 3 — kahvelvõti.

Torude töötlemisel on neid raske kinnitada harilike lukksepakruustangide vahele; seepärast kasutatakse selleks erilisi torukruustange (joon. 178). Torukruustangid koosnevad alusest ja väljalõigetega mokkadest mitmemõõduliste torude kinnitamiseks.

Keermestatud torude ühendamiseks kasutatakse erilisi võtmeid (joon. 179).

Puutepindade ettevalmistamine

Et saada detailide kokkupanekul kindlat ja tihedat ühendust poltide, kruvide, tihvtkruvide ja kiilude abil, tuleb vastavalt ette valmistada ühendatavate detailide puutepinnad, õieti puurida poldimulgud jne.

Hea ettevalmistuse tunnuseks detailide kokkupanekul on kõikumiste puudumine ühendatavate detailide asetamisel vabalt üksteise peale. See ettevalmistus oleneb puutepindade töötlusastmest. Valandi või sepise pinda ei töödelda vahel üldse; mõnel juhul piirdutakse hööveldamise või freesimisega ja mõnikord viilitakse, kaabitsetakse või koguni sobitatakse. Nii näiteks kaabitsetakse ja sobitatakse puutepindu, et saada hästi tihket ühendust. Täpsemad töötlusviisid garanteerivad ka puutepindade täpsemat kokkupassimist, mistõttu ühendus tuleb tihedam, s. o. tõuseb ta vedeliku- ja gaasikindlus.

On kindlaks tehtud, et ühendatavate detailide puutepindade tihke ühtimine pikendab toote kasutamiskõlblikkuse iga.

Ühenduse tihkust võib saavutada mitte ainult puutepindade vastava töötlemisega, vaid ka mitmesugustest tihendusmaterjalidest valmistatud tihendite kasutamise teel.

Tihendite kasutamine

Materjalina tihendite valmistamiseks kasutatakse kartongi, klingeriiti, nahka, kummit, asbesti, vask-asbesttihendeid, puldanit, fiibrit ja vasest või seatinast lehti ning rõngaid.

K l i n g e r i i t on eriline liik kartongi. Ta on kartongist tihedam ja kõvem; teda kasutatakse ainult laiemate puutepindade jaoks.

A s b e s t i kasutatakse tihendamiseks pressitud lehtede kujul.

V a s k - a s b e s t t i h e n d i d kujutavad endist asbestlehti, mille sisse on pressitud vasktraadist võrk või õhuke vaskleht.

Puldanit kasutatakse tihendamiseks määritult tinavalgega.

Tihendusmaterjali valik oleneb ühendatavate detailide otstarbest ja keskkonna iseloomust, millega tihendid peavad kokku puutuma.

Veevärgi (külmavee-) torude ühendamiseks kasutatakse tihendusmaterjalina nahka, kummit ja klingeriiti. Tuleb aga märkida, et nahk mädandub pikemaajalisest veesolemisest.

Kuumaveetorude ühendamisel on kõige sobivamaks tihendusmaterjaliks värnitsas keedetud kartong, tinavalgega määritud puldan või vaskrõngad. Klingeriit on sel juhul vähem sobiv. Asbesti ei kasutata puhtal kujul, küll aga kasutatakse vaskvõrguga asbesti.

Aurutorude ühendamiseks kasutatakse tihenditena vaskrõngaid, asbest- ja vask-asbestrõngaid või klingeriiti.

Õlitorustikkude puhul on kasutamisel punasest vasest rõngad või õliga immutatud kartong. Peale selle võib kasutada ka fiibrit. Sellised tihendusained, nagu nahk, kummi, klingeriit ja asbest ei kõlba õlitorude jaoks, sest nad kaotavad õli mõjul oma tihendusvõime.

Tihendusmaterjalid valmistatakse lehtedena; neist lõigatakse või raiutakse välja ühendatavate detailide puutepindadekujulised tihendid, aukudega poltide jaoks ja teiste vajalike väljalõigetega.

Tihendusmaterjalid immutatakse värnitsaga, et pikendada nende kasutamiskõlblikkust ja tõsta nende tihendusvõimet. Tihedat kartongi niisutatakse eelnevalt veega, et avada poorid ja kiirendada värnitsa sisseimbumise protsessi. Kohedat kartongi võib jätta veega niisutamata.

Värnits aetakse keema, võetakse tulelt ja asetatakse temasse 20—30 minutiks valmistehtud tihendid. Tihendi poltidega kokkupigistamisel surutakse ülearune värnits kartongist välja. Ülejäänud värnits täidab kõik puutepindade ebatasasused ja aja jooksul moodustab koos kartongiga tugeva tahke massi, mis teeb ühenduskoha hermeetiliseks.

§ 80. Kinnised ühendid

Kinnisteks ühenditeks nimetatakse seesuguseid ühendeid, mida ei saa pärast kokkupanekut enam lahti võtta ühendusosi purustamata. Sellisteks ühenditeks on neetühendid ja keevitusühendid.

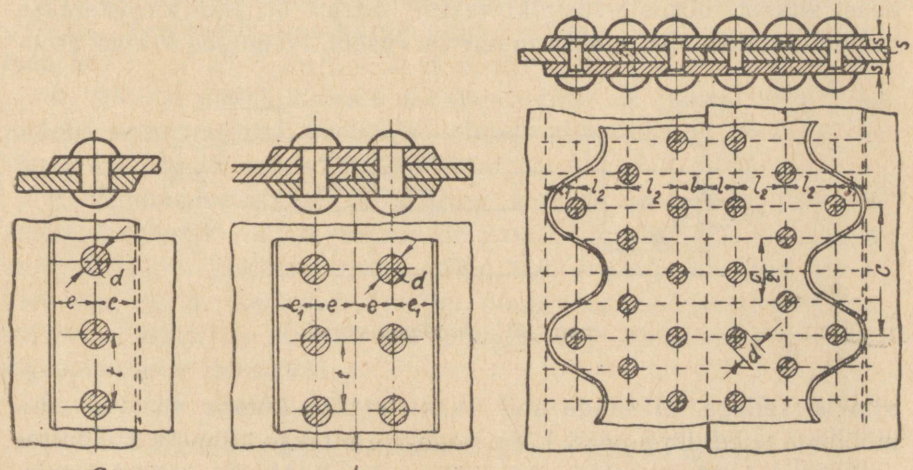
Neetühendid

Neetimise abil ühendatakse peamiselt tooteid ja konstruktsioone, mis on valmistatud leht-, profiil- ja lattmaterjalidest. Neetidega ühendatud kohta nimetatakse *neetõmbluseks*. Neetõmblused jagunevad tugevaiks, tihedaiks ja tugevtihedaiks. Tugevõmbluselt nõutakse ainult tugevust, s. t. küllaldast vastupidavust temale mõjuvaile tungidele. Tiheõmblus ei tohi läbi lasta vedelikke ega gaase, temale ei esitata aga mingeid erilisi tugevusnõudeid. Kui

aga üheaegselt suurte tugevusnõudeiga õmblus peab olema läbitungimatu vedelikele ja gaasidele, tuleb kasutada tugevtihedaid õmblusi. Õmbluse tugevus saavutatakse ühe või teise õmblusliigi kasutamise teel ühe või mitme needireaga. Tihedus saavutatakse samade vahenditega ja — lisaks nendele — erilise operatsiooniga, mida nimetatakse temmimiseks, või siis tihendite asetamisega lehtede vahele. Õmblused võivad olla kas pealistikku asetsevate äärtega või vastakõmblused, s. o. kui nende ääred asetsevad vastakuti ja kaetakse ühe või kahe lapiga, millest siis käivad needid läbi. Olenevalt õmblusele esitatavaist nõudeist võivad needid asetseda ühelt, kahelt või kolmelt realt ja õmblust nimetatakse vastavalt ühe-, kahe- või kolmerealiseks.

Needimulgud lüüakse torniga või puuritakse. Esimene viis on odavam, kuid mulgud tulevad koonilised ja nende ääred on käristatud, ebatasased, jäigad ning haprad. Puurimisega välditakse need vead, ent puurimine on kulukam.

Needitavad detailid pannakse kokku selliselt, et needimulgud satuksid täpselt kohakuti, mispeale pannakse needivarb mulgu sisse. Kui mulgud ei ole kohakuti, tuleb neid hõõritseda koonushõõritsa abil.



Joon. 180. Neetühendite liike: a — üherealine pealistikõmblus; b — kahe lapiga üherealine vastakõmblus; c — kahe lapiga kolmerealine õmblus neetide malejärjestusega.

Needivarva väljaulatuva osa pikkus peab moodustama $^3/_4$—$^7/_8$ needi läbimõõdust.

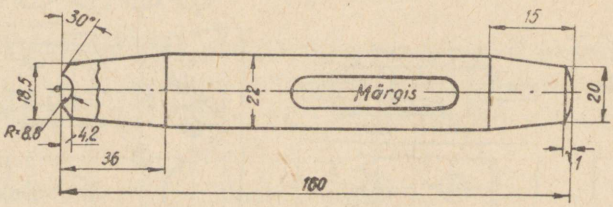
Neetide materjal ja mõõdud on standarditud.

Joonis 180 kujutab mitmesuguseid neetõmbluste liike: a — ühe needireaga pealistikõmblus; b — kahe lapiga kaherealine vastakõmblus; c — kahe lapiga mitmerealine malejärjestusega vastakõmblus.

Needid valmistatakse väga pehmest terasest (margid Ст. 2 ja Ст. 3), mis ei sisalda kahjulikke lisandeid — fosforit ega väävlit. Need nõuded neetide materjalile ja kvaliteedile on vajalikud seepärast, et needid peavad taluma suuri pingeid. Mida suurem on neetõmblusele mõjuv pinge, seda rohkem neediridu tehakse. Needid asetsevad kas üksteise vastas või malejärjestuses.

Et moodustada löökide abil needi lõpp-pead, asetatakse algpea alasile. Kui aga ühendatavate detailide kuju ja mõõted ei luba seda, tuleb kasutada erilisi neetimisaluseid.

Neetimiseks kasutatakse harilikke lukksepa- ja sepatööriistu ning ka erilisi tööriistu — needipea vorme (joon. 181) ja temmpeitlit. Needipea vormi õigest tööst oleneb needipea korrapärane kuju ning neetõmbluse tugevus. Needipea vorm ja temmpeitel valmistatakse heast sitkest tööriista-süsinikterasest (mark У 8). Nad karastatakse ja noolutatakse siis punase muuteväruseni. Needipea vorme proo-



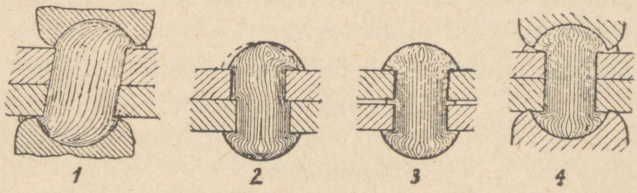
Joon. 181. Needipea vorm.

vitakse sellega, et nende abil valmistatakse kümne vastava läbimõõduga needi lõpp-pead. Lõpp-pead vormitakse külmalt, kusjuures nad peavad tulema algpeadega ühesugused. Vormi välisel järelevaatusel pärast proovimist ei tohi ilmneda mõlke ega murenemisi tööriista töötavosal.

Neetõmbluste kvaliteet oleneb neetide materjali headusest, nende mõõdetest ja neetimise kvaliteedist.

Neetõmbluse peamisteks defektideks on:

1) Needipea ebaõige kuju. Sel juhul ei liibu needipea tihkelt lehe vastu, mistõttu õmbluse tugevus loomulikult väheneb.



Joon. 182. Neetõmbluse tähtsamaid defekte: 1 — needipea kuju moonutus, mille põhjuseks on viltune needimulk; 2 — moonutatud needipea, mille põhjuseks on mittekokkusattuvad needimulgud; 3 — needi keskmise osa tungimine ühendatavate lehtede vahele lehtede ebaküllaldase kokkusurumise tagajärjena; 4 — needipea vormi tungimine lehe sisse — needivarva lühiduse tõttu (all) ja vigane lõppea — liiga pika needivarva tõttu (ülal).

2) Viltu puuritud needimulk. Sel juhul needipea omandab joon. 182, 1 näidatud kuju ja leht hoitakse kinni ainult ühe needipoolega.

3) Needimulkude mitteühtimine (joon. 182, 2) ühendatavais detailides. Needivarb on rikutud ning õmbluse tugevus on seetõttu madal.

4) Lehtede ebaküllaldane kokkusurumine neetimisel võib põhjustada needimaterjali tungimist lehtede vahele (joon. 182, 3); see alandab tunduval määral ühendi tihedust.

5) Needivarva pikkus on suurem, kui see on vajalik needipea moodustamiseks; sellest tekkiv materjali liigrohkus takistab lehtede vajalikku kokkusurumist (joon. 182, 4 ülal). Kui aga needivarb on liiga lühike, tuleb lõpp-pea nõutavaist mõõdetest väiksem; sel juhul needipea vorm võib tungida lehe materjali sisse ning vigastada seda (joon. 182, 4 all).

Praktilisi juhiseid neetõmbluste valmistamiseks

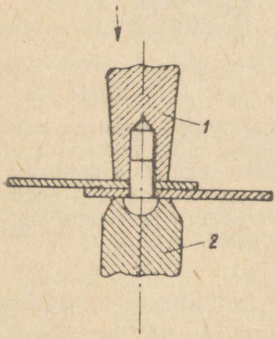
Neetimisel tuleb õieti valida antud töö jaoks vajalikud tööriistad ning kontrollida nende korrasolekut.

Külmneetimist kasutatakse tavaliselt õhukeste metall-lehtede ühendamisel väikese läbimõõduga neetide abil; seejuures tuleb needid eelnevalt lõõmutada.

Õmbluse tugevus ja tihedus olenevad õigest märkimisest ja lehtede pinna seisukorrast.

Needimulkude puurimisel tuleb jälgida, et mulgu ääred ei ületaks pealemärgitud kontrollpiirjooni.

Kuumneetimisel tuleb kogu töö organiseerida selliselt, et needi lõpp-pea vormimine lõpetataks temperatuuril, mis vastab needi tumepunasele hõõgumisele.



Joon. 183. Lehtede kokkusurumine: 1 — kokkusurumise torn; 2 — neetimisalus.

Neet soojendatakse helepunase hõõgumiseni, pistetakse kiiresti needimulku ja asetatakse neetimisalusele. Siis antakse vasaraga mitte väga tugevaid, kuid sagedaid lööke sellise arvestusega, et needivarb ei kõverduks ja et lõpp-pea esialgne kuju võimaldaks vormida teda algpea sarnaseks.

Lõpp-pea vormimisel tuleb keerata vormi ja teostada kogu töö sama kiiresti, nagu vasaraga neetimisel.

Needipeade temmimisel peab temmpeitli töötavosa oma kujult vastama needipea suurusele ja kujule.

Tihedal neetimisel peavad pikiõmblused olema kogu pikkuselt temmitud.

Lehtmaterjali kokkuneetimisel tuleb eelnevalt tugevasti kokku suruda üksteisega ühendatavad lehed kohaleasetatud needi ümber. Seda operatsiooni teostatakse kokkusurumise torni abil (joon. 183) järgmiselt: kokkusurumise torn hoitakse selliselt, et needivarb asetseks torni mulgus, mispeale antakse vasaralööke senikaua, kui lehed surutakse kokku võimalikult tihedalt ja needivarb tungib mulku võimalikult sügavalt. Siis võetakse torn ära ja hakatakse lööma vasaraga vastu needivarva väljaulatuvat osa. Esimesed vasaralöögid neetimisel peavad olema veidi tugevamad, et needivarb jämeneks ning täidaks tervelt needimulgu ühendatavais detailides. Siis lamestatakse varvaots kergete vasaralöökidega ja lõpuks viimistellakse

needipea vormi abil (vaata joon. 181). Seejuures hoitakse needipea vormi esmalt püstloodis ja siis kaldu, kusjuures ühtelugu muudetakse tema asendit needipea ümber.

Keevitusühendid

Keevitamine on üheks metallosade ühendamise liigiks.

Keevitamine erineb jootmisest sellega, et kokkukeevitatavad pinnad soojendatakse plastilise (pehme) või vedela olekuni. Seejuures ei kasutata keevitamisel muud metalli; mõnel juhul aga viiakse ühendatavate osade vahele sulatatud lisametalli, mis on oma koostiselt ühesugune keevitatavate detailide metalliga. Õieti valmistatud keevitusõmblus on peaaegu sama tugev kui terve koht. Keevitamise otsese ülesande kõrval — milleks on üksikosade ühendamine üheks tervikuks — kasutatakse keevitamist remondi ja montaaži puhul sageli ka tühemete (kahanemisõõnsuste või mullide) täitmiseks ja detailide muude defektide kõrvaldamiseks. Vastavaid operatsioone nimetatakse siis kinnikeevitamiseks. Keevitamist kasutatakse ka kulunud pindade taastamiseks pealekeevitamise teel.

On olemas mitu keevitusviisi: ääskeevitus (ehk sepakeevitus), gaaskeevitus, elektriline kaarkeevitus, elektriline kontaktkeevitus ja termiitkeevitus.

Keevitamise kasutusala on väga laialdane. Elektrilist kaarkeevitust kasutatakse jõustikkonstruktsioonides (sarikad, kraanad, silla kandekaared), laevaehituses, reservuaaride, tsisternide ja katelde valmistamisel, samuti ka masinaaluste ja vundamendiplaatide, autode, lennukite, tankide jne. osade valmistamisel ning väga mitmesugustel remonttöödel.

Elektriline kontaktkeevitus (takistuskeevitus) omab tähtsat kohta mitmesuguste esemete masstootmisel plekist ja lehtning lattmaterjalist.

Gaaskeevitust kasutatakse peamiselt remonttöödel. Lõikamine gaasipõleti leegiga asendab pinkide tööd ja raiumist lukksepatööriistade abil.

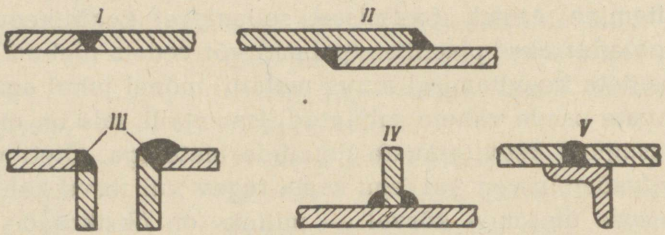
Termiitkeevituse peamiseks kasutusalaks on tänavraudteeröö-baste otste kokkukeevitamine.

Ülaltoodud loetelust — mis ei ole kaugeltki täielik — nähtub, et

suure hulga mitmesuguste toodete valmistamiseks kasutatakse keevitamist, eriti aga elekterkeevitust.

Elekterkeevitusõmblused jagunevad oma konstruktsioonilt (joon. 184) järgmisteks liikideks:

1) vastakõmblus; 2) pealistikõmblus; 3) nurkõmblused; 4) T-kujulised õmblused ja 5) elekterneetide abil ühendatavad õmblused.



Joon. 184. Elekterkeevitusõmbluste konstruktsioone: I — vastakkeevitus; II — pealistik-keevitus; III — nurkkeevitus; IV — T-kujulised õmblused; V — elekterneetidega ühendatud õmblused.

Keevitusõmblused jagunevad nagu neetõmblusedki tugevaiks, tihedaiks ja tugevtihedaiks.

Viimastel aastatel on elekterkeevitus muutumas üheks põhiliseks tehnoloogiliseks protsessiks masina- ja laevaehituses ning teraskonstruktsioonide valmistamisel ehitusalal; ta on välja tõrjumas neetimist ja osalt ka malm- ja terasvalu.

Pukside sissepressimine

Praktikas tuleb sageli kasutada pukside sissepressimist kahe ühendatava detaili vahele. Seda tehakse kahe üksiku osa ühendamiseks või ka selleks, et likvideerida ekspluatatsiooniprotsessi jooksul tekkinud suuremat lõtku, mis kahjustab masina töövõimet. Pukse kinnitatakse kruvidega, salapoltidega või tiheda sissepressimisega.

Sissepressimiseks on olemas mitu viisi: 1) pneumaatiliste või käsipresside abil, 2) käsitsi sissetagumisega, 3) mulgu soojendamisega, millesse peab tulema puks, või puksi soojendamisega, kui puks asetatakse telje otsa, ja 4) detaili või puksi jahutamisega (mulgu sisse asetamisel).

Igaühel neist viisidest on eeliseid ja puudusi. Käsitsi või pressidel sissepressimine harilikul temperatuuril on oma teostusviisilt lihtne; see on eriti oluline individuaalsete remonttööde puhul. Selle viisi puuduseks on aga asjaolu, et pressidel sissepressimisega võib tekkida ebaühtlane kokkusurumine, kuna käsitsi sissetagumisega võib kergesti jämendada puksi servi või neid rebestada. Ühendi eriti suur tugevus saavutatakse pukside soojendamise või jahutamise teel, mille sihiks on moodustada montaaži momendiks vajalik lõtk põhidetaili ja puksi vahel, mis hiljem muutub nõutavaks pingulolekuks. Ent peab arvestama asjaolu, et detailide kuumutamine võib tekitada tagi ja muuta metalli füüsikalisi ning mehaanilisi omadusi.

Kõige otstarbekohasemaks kõigist sissepressimise viisidest on sissepressimine jahutamise teel. See viis ei põhjusta eespool loendatud vigu, nagu puksi geomeetrilise kuju või tema struktuuri muudatusi, pinnapealseid vigastusi jne.

Paisumisest soojenemisel ja kokkutõmbumisest jahtumisel tekivad ühendatavate osade vahel vajalikud lõtkud, mis kergendavad detailide asetamist üksteise sisse. Normaaltemperatuuri taastumisel pärast jahtumist või soojenemist vähenevad lõtkud ja ühendatavate detailide vahel tekib kinnitamiseks vajalik pingulolek. Ühenduse tugevus oleneb igal üksikjuhul materjali joonpaisumise koefitsiendist ja sitkusest.

§ 81. Pöörlevate detailide kokkupanek

Pöördliikumist antakse edasi võllide ja telgede abil. Pöörlevate detailide hulka kuuluvad ka sidurid, rihmaseibid, hammasrattad jt. Ka laagrite kokkupanek ja võllide ühendamine sidurite abil kuuluvad pöörlevate detailide kokkupanemistööde hulka.

Võllide ühendamine sidurite abil

Üksikute võllide otsad ühendatakse sidurite abil. Oma ehituselt jagunevad sidurid hõõrdumis-, nurk- ja mittelahutatavateks siduriteks.

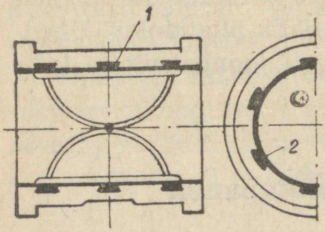
Sidur koosneb kahest poolest. Kumbki siduripool kinnitatakse võlli otsa kiilu abil. Kui siduripool on võllile kinnitatud, asetatakse

võll laagritesse. Taoliselt toimitakse ka teise võlliotsaga. Siis lükatakse võlliotsad kokku ja kinnitatakse mõlemad siduripooled teineteise külge. Sel kombel teostatakse võlliotste ühendus. Järelikult on sidurid pöörlevad detailid, mille ülesandeks on pöördliikumise edasiandmine ühelt võlliotsalt teisele, kusjuures mõlemal võllil telgjoon peab ühtima.

Liuglaagrite kokkupanek

Laagritelt nõutakse, et nendes pöörlevad tapid kuluksid võimalikult vähe. Peale selle püütakse vähendada hõõrdumist, mis tekib liuglaagreis otstappide või võllikaelte ja laagrikausside vahel, ja hoida sellega kokku energiat ning vältida võllitappide ja laagrikausside soojenemist. See saavutatakse vastava materjali valimisega laagrikausside valmistamiseks, õige lõtkuga võllikaela ja laagrikausi vahel ja ratsionaalse õlitamisega.

Laagrite õlitamisel on erakordselt suur tähtsus. Laagrite kokkupaneku praktikas tuleb püüda vältida hõõrduvate pindade vahetut kokkupuutumist. Laagri õige kokkupanek kindlustab püsivat määrdekihti, mis takistab mõlemaid hõõrdepindu vahetult kokku puutumast. See saavutatakse õige lõtku ja sobiva paksusega määrdeaine valiku teel. Määrdeaine juurdevool peab toimuma laagri koormamata osas.



Joon. 185. Laagrikausi õlisoonte kuju.

Peab püüdma jaotada laagrisse valguvat määrdeainet ühtlaselt mööda hõõrduvat pinda. Selleks lõigatakse laagritesse ja teistesse hõõrdepindadesse õlisooned, millede suund on piki telge. Need sooned ei tohi ulatuda laagri või hõõrdepinna ääreni, sest õli valguks siis maha ja me saaksime püsiva õlikihi moodustamiseks ebasoodsaid tingimusi.

Hõõrduvate osade õigel kokkupanekul on võimalik saavutada olukord, kus hõõrduvad pinnad ei puutu üldse kokku; sellega saavutame v e d e l h õ õ r d u m i s e tingimused. Kuid sageli määrdeaine ei võta vastu kogu survet, vaid osa sellest kandub edasi

tapi ja laagrikausi vahetu kokkupuutumise kaudu. Selle tagajärjeks on poolvedel hõõrdumine. Praktikas — halva kokkupaneku või ülekoormatud detailide puhul — on meil tegemist ka poolkuiva hõõrdumisega; see tekib tavaliselt siis, kui määrdeaine surutakse lõtkudest välja. Jääks veel nimetada kuivhõõrdumist, mis on masinate töös lubamatu.

Laagrite kokkupaneku puhul peab lukksepp teostama peale kokkupaneku veel niisuguseid töid, nagu laagrite täisvalamine, õlisoonte valmistamine ja laagrikausside kaabitsemine.

Et kaitsta võllitappe kulumise eest, valatakse laagrikausid mõnikord babiiti täis. Õlisooni võib valmistada kas freespingil või käsitsi. Kuna määrdeõli juurdevool toimub ülemise laagrikausi kaudu, tehakse ka õlisooned sellesse laagrikaussi, mis on tavaliselt laagri vähemkoormatud osaks. Õlisooned on enamasti X-tähe kujulised, mille keskosas on määrdeõli juurdevoolu ava (joon. 185).

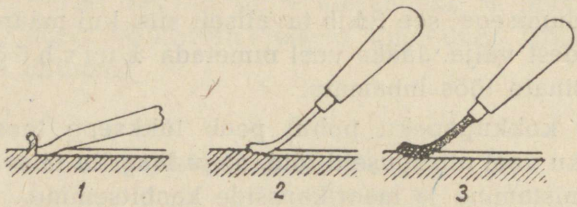
Kõigepealt märgitakse õlisooned märknõelaga nii, et nad ei ulatuks laagrikausi äärteni. Õlisooned raiutakse sisse ja viilitakse siis parajaks. Sisseraiumine toimub erilise ristmeisli abil, mille lõikeserv ümardatakse vastavalt õlisoone profiilile (joon. 185). Laagrikauss kinnitatakse kruustangide vahele ja hakatakse raiuma õli juurdevooluava juurest laagrikausi äärte suunas. See raiumissuund võimaldab kergemini parandada viga, kui ristmeisel juhtub õigest sihist kõrvale kalduma.

Väljaraiutud õlisooned viilitakse üle või viimistellakse erilise kaabitsaga (joon. 186, 2) või selle asemel painutatud ümarviiliga (joon. 186, 3). Sel otstarbel soojendatakse viiliots ääsil ning painutatakse, mispeale soojendatakse uuesti punase hõõgvärvuseni ja karastatakse.

Õlisooned võivad olla mitmesuguse ristlõikega (vt. joon. 185), olenevalt laagrikausside mõõdetest. Näiteks keskmise suurusega laagrikaussidel on õlisoonte laius 4—6 mm ja sügavus 2—3 mm. Õlisoonte ääred ümardatakse.

Laagrikausi õlisoonte valmistamist võib kokkupaneku protsessis mehhaniseerida; selleks kasutatakse painduva võlliga puurmasinat. Sel puhul kinnitatakse painduva võlli otsa freesviili-nimeline tööriist ja freesitakse siis õlisooned käsitsi, ettemärgitud joonte

järgi. Töösuunaks on seejuures suund õliavast laagrikausi äärte poole, nagu seda tehakse õlisoonte väljaraiumisel ristmeisliga.



Joon. 186. Tööriistu laagrikausi õlisoonte valmistamiseks: 1 — ristmeisel; 2 — kaabits; 3 — viil.

Laagrikausside kaabitsemine ja sobitamine

Laagrikausside kaabitsemist teostatakse siis, kui töötavate laagrite sisepinnale on tekkinud sööbimist või kui valmistatakse uusi laagrikausse. Reegliks on, et tugevasti kulunud laagrikausid asendatakse uutega. Seepärast ongi kasulik valmistada kergesti vahetatavate laagrikaussidega laagreid. Vahetades laagrikaussi, hoiame alles teised laagriosad. Laagrikausside materjaliks on tavaliselt pronks või malm. Laagrikausid võivad olla ühest tükist või lahti lõigatud, s. o. kahest poolest koosnevad. Laagripooli nimetatakse harilikult ülemiseks ja alumiseks laagrikausiks, olenevalt nende asendist kokkupandud laagris. Babiidiga täisvalatavad laagrikausid valmistatakse töötlemise hõlbustamiseks ühest tükist; siis treitakse neid treipingil ja lõigatakse keskelt pooleks.

Laagrikausside lukksepatöötlemine toimub järgmises järjekorras:

1. Laagrikausside puute-(poolitus-)pinnad viilitakse või kaabitsetakse hoolikalt.

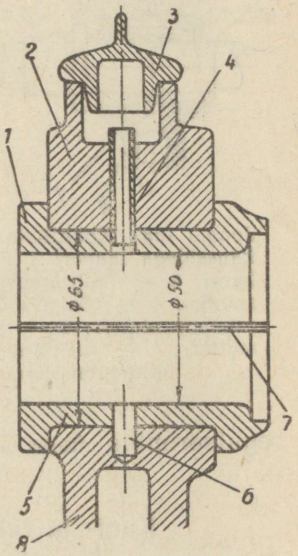
2. Võetakse maha kaas 2 (joon. 187) ja pannakse laagrikeresse paigale alumine laagrikauss 5; seejuures vaadatakse, et kausside puutepind oleks horisontaalne. Et laagrikauss istuks kindlalt oma kohal, taotakse ta sisse vask- või seatinavasara löökidega. Alumise laagrikausi peale asetatakse ülemine laagrikauss 1, pannakse kohale kaas 2 ja keeratakse kinni ühenduspoltide mutrid.

3. Kui laagrikauss on kokku pandud, puuritakse õlitoosi kaudu kanal õli juurdevoolu torukese jaoks; selleks puuritakse läbi korraga kaanest ja laagrikausist.

4. Alumisse laagrikaussi puuritakse mulk tihvti 6 jaoks. Selle mulgu läbimõõt võrdub õli juurdevoolutorukese välise läbimõõduga. Seepärast peab puuri pikkus olema selline, et saaks ühekorraga läbi puurida ülemist ja alumist laagrikaussi ning teha laagrikeresse mulk tihvti jaoks.

Alumise laagrikausi mulk puuritakse kas läbiulatuv või umbne. Kui laagrikaussi puuritav tihvtimulk on läbiulatuv, siis peab tihvt sobima mulku sedavõrd tihedalt, et ei oleks mingit õlikadu. Parem on, kui mulk tehakse umbne; sel juhul tihvt peab kindlalt istuma laagri keres ja sobima laagrikausi mulku minimaalse lõtkuga.

Umbmulgu puurimisel tuleb täpselt märkida alumise laagrikausi mulk. Märkimiseks võib kasutada paberist šablooni.



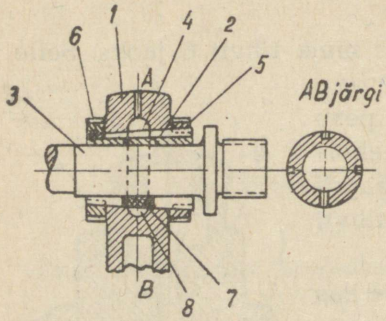
Joon. 187. Laager: 1 — ülemine laagrikauss; 2 — kaas; 3 — õlitoosi kaas; 4 — õli juurdevoolutoruke; 5 — alumine laagrikauss; 6 — tihvt alumise laagrikausi pöördumise ärahoidmiseks; 7 — alumise ja ülemise laagrikausi vaheline vaheleht; 8 — laagri kere.

5. Kui õli juurdevoolukanal on läbi puuritud, võetakse laager lahti ja viilitakse laagrikausside ääred maha, kujundades seega ruumi õli kogumiseks.

6. Märgitakse ja raiutakse õlisooned ülemises ja alumises laagrikausis. Sooned märgitakse nõelaga ette ja siis raiutakse nad ristmeisliga välja, kusjuures nad ei pea ulatuma laagrikausi äärteni.

7. Enne kaabitsetakse võlli järgi alumist laagrikaussi ja siis ülemist. Ülemise laagrikausi kaabitsemine on tülikam, sest värviprooviks tuleb iga kord kokku panna ja lahti võtta kogu laager, s. o. asetada võll alumisele laagrikausile, panna selle peale ülemine laagrikauss ühes vahelehtedega ja, kohale asetanud kaane, keerata mutrid kinni; seejärel pööratakse võlli mitu ringi, et kindlaks teha

kaabitsemise headust. Ülemise laagrikausi kaabitsemist jätkatakse, kuni ta pind on ühtlaselt kaetud värvitäppidega. Metallilõikamispinkides kasutatakse sageli kooniliste laagrikaussidega laagreid (joon. 188). Selliste laagrite kokkupanek ja reguleerimine toimub järgmises järjekorras. Laagrikauss 2 vilditükikesega 7 asetatakse laagrikere sisse. Laagri õõnde pannakse spindel 3. Laagri mõlemasse otsa kruvitakse mutrid 5 ja 6. Laagri reguleerimine toimub järgnevalt: kui spindel istub liiga lõdvalt, tuleb pingutada mutrit 6 ja lõdvemaks lasta mutter 5, ja vastupidi, kui spindel on liiga pingul, tuleb lõdvendada mutrit 6 ja pingutada mutrit 5. Sel kombel toimub kooniliste laagrikaussidega laagrite reguleerimine üsna hõlpsalt ja kiiresti.



Joon. 188. Kooniliste laagrikaussidega laager: 1 — laagri kere; 2 — laagrikauss; 3 — spindel; 4 — rõngassoon; 5 — esimene mutter; 6 — tagumine mutter; 7 — vilttihend; 8 — õlikogumisruum.

Kuul- ja rull-laagrite kokkupaneku üldmõisteid

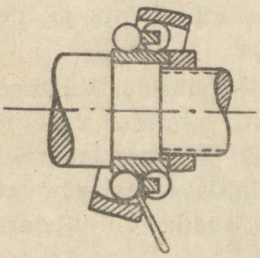
Kuul- ja rull-laagrite korrapärase töö tingimuseks on nende õige kokkupanek ja hoolikas korrashoid.

Uusi laagreid ei tule pakendist välja võtta enne, kui võll on ülesseadmiseks valmis.

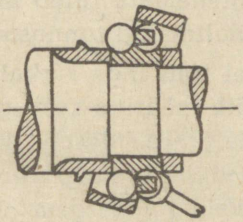
Vahetult enne ülesseadmist pestakse laagri osad bensiiniga puhtaks; sellega kõrvaldatakse neilt segu, mis kaitses neid roostetumisest transportimisel ja hoidmisel. Petrooleum sobib sel juhul vähem, sest ta sisaldab sageli vett, mis võib põhjustada kuulide ja rullide roostetumist ning kahjustada laagri tööd.

Kuul- või rull-laagri siserõnga kinnitamine võib toimuda mitmel viisil. Lihtsaim viis seisab selles, et laager soojendatakse õlis temperatuurini 70—80° ja asetatakse soojendatult võlli otsa. Selleks soojendatakse õli mingi anuma sees ülalnimetatud temperatuurini ja kastetakse laager sinna 15—20 minutiks. Laager aetakse võlli otsa vaskhaamrilöökidega vastu laagri siserõngast. Ei tohi taguda

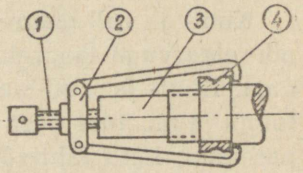
vastu välisrõngast, laagri kuule ega rulle. Vaskhaamri puudumisel võib kasutada harilikku terasest lukksepavasarat; sel juhul lüüakse aga vastu puit- või vaskliistu, mis toetub ühe otsaga laagri siserõnga äärele. Löögid ei pea olema tugevad; neid antakse mööda kogu rõnga ümbermõõtu. Kui rõnga alt ilmub nähtavale 3—4 keermeniiti, keeratakse neile mutter ja rõnga edasine kohalesurumine toimub mutri pingutamise teel, kuni rõngas toetub vastu võlli laie-



Joon. 189. Kuullaagri lahtivõtmine.



Joon. 190. Kuullaagri kokkupanek.



Joon. 191. Seadis siserõnga mahavõtmiseks võllilt: 1 — kruvi; 2 — klamber; 3 — võll; 4 — kuullaagri siserõngas.

mat äärt. Seda kinnitusviisi kasutatakse siis, kui võllil on olemas vastav laiem äär ja kruvikeere. Kui aga võll on sile ja laagri siserõngast peab kinnitama teatud kauguses võlli otsast (nagu näiteks vahevõllide juures), siis teostatakse kinnitamine lahtilõigatud koonuspuksi abil.

Õieti ülesseatud kuul- ja rull-laagrid võivad ilma mingi korrashoiuta töötada täiesti kindlalt 6—12 kuud. Kui laagril pannakse tähele roostet, võetakse ta lahti ning pestakse bensiiniga. Lahtivõtmise otstarbel pööratakse välisrõngast, nagu seda näitab joon. 189; siis lükatakse kuulid välja teravatipulise vaskvarda abil. Kuullaagri kokkupanek on näidatud joon. 190, kuna joonis 191 näitab rakist laagri siserõnga mahavõtmiseks võllilt. Kui üksainuski kuul või rull on rikutud, tuleb terve komplekt vahetamisele. Selle tingimuse mittetäitmisel ei ole kuulid või rullid enam ühesuguse läbimõõduga, mis põhjustab nende ebaühtlast kulumist ja võib lõppeda nende purunemisega.

Aeg-ajalt kontrollitakse laagri õiget tööd. Defektide kindlaksmääramiseks laagri töös toimitakse järgmiselt. Kui asetada kruvikeeraja ots vastu laagri keret ja panna kõrv vastu kruvikeeraja käepidet, siis ühe või mitme kuuli (rulli) purunemise korral kostab laagrist lööke. Vihin laagri sisemuses osutab ebaküllaldast määrimist. Kõvad tolmuosakesed (rauapuru, liiv) põhjustavad kraapivat häält, kuna rooste tekitab tumedat kõminat. Kogenud isikud võivad väliste tunnusmärkide järgi täpselt kindlaks määrata ühe või teise defekti põhjused; sellest olenemata tuleb laager lahti võtta ja üle vaadata, kui on märgata ülaltoodud tunnusmärke.

Kuul- ja rull-laagreid ei tohi liiga rikkalikult määrida. Väikese pööretearvuga laagreid võib määrida rasvaga või tehnilise vaseliiniga. Kuul- ja rull-laagrite kere ülesandeks on kaitsta laagreid tolmu ja mustuse eest. Terviklikud laagrikered täidavad seda nõuet paremini, kuid lahtivõetavaid on kergem üles seada võlliotstest kaugemal olevaisse kohtadesse.

§ 82. Sirgjooneliselt liikuvate detailide kokkupanek

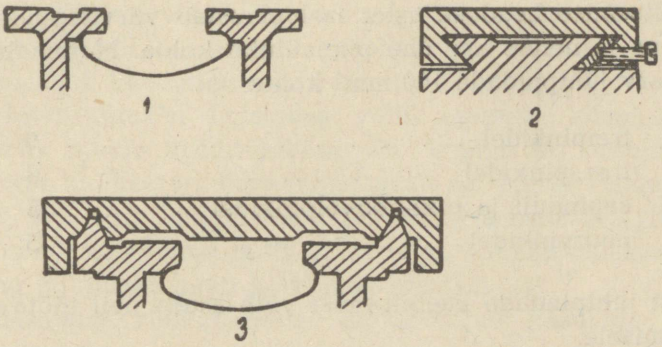
Tööpingi supordi liikumist või kolvi liikumist mootori silindris nimetatakse sirgjooneliseks liikumiseks. Sirgjooneliselt liikuvate detailide puutepinnad võivad olla silindrilised või nad koosnevad tasapindadest.

Mõnel juhul peab sirgjooneliselt liikuvate detailide kokkupanek olema hermeetiline, s. o. ta peab olema tehtud nii, et detailide puutekohad oleksid vedeliku- ja gaasikindlad (kolvid ja kolvivarred). Olenevalt hermeetilisuse nõudeist, millele peavad vastama sirgjooneliselt liikuvad detailid, kasutatakse mitmesuguseid viise puutepindade sobitamiseks ja võetakse abiks tihendusmaterjale.

Tööpingi supordi juhtsängile kinnitamisel püütakse saavutada selline olukord, kus supordi liikumine juhtsängil oleks sujuv ja võimalikult väiksema hõõrdumisega. Tööpingi supordi ja juhtsängi puutepinnad töödeldakse höövel- ja freespinkidel, sellele järgneva lihvimise või kaabitsemisega. Lihvimise ja kaabitsemise tagajärjel saavutatakse õiged pinnad.

Juhtpinnad

Juhtpindadeks nimetatakse pindu, mida mööda liigub treipingil suport, frees- või höövelpingil töölaud jms. Olenevalt oma ülesandest võivad juhtpinnad olla mitmesuguse kujuga (silindrilised, lamedad, kalasabakujulised või prismalised, joon. 192.



Joon. 192. Juhtpindade profiile: 1 — lame; 2 — kalasabakujuline; 3 — prismaline.

Juhtsängile, suportide ja töölaudade juhtpinnad valatakse tavaliselt malmist. Masinais, millede juhtpinnad peavad taluma suurt rõhumist pinnaühikule, on viimastel aastatel hakatud kasutama juhtpindadena pealepandavaid karastatud terasprismasid.

Juhtpindade kaabitsemine

Reegliks on, et juhtpindu kaabitsetakse remondi puhul. Tasapindade kaabitsemisel kasutatakse kühmude kindlakstegemiseks kontrollplaati, mida nihutatakse mööda juhtpindu.

Head kaabitsemist iseloomustavad väikesed värvitäpid, mis peavad olema võimalikult ühtlaselt hajutatud kogu hõõrdumispinnal. Nende täppide lugemiseks kasutatakse ruudukujulise väljalõikega šablooni, kusjuures ruudu külg võrdub 1 sm. Ruudu pindala on järelikult 1 sm^2 ehk 100 mm^2. Asetades šablooni kaabitsetavale pinnale mitmes erinevas kohas loetakse ruudusse sattunud täppide arvu. Seda tehakse mitu korda ning võetakse siis keskmine arv. Näiteks, asetanud šablooni kontrollitavale pinnale neljas erikohas, saadi

vastavalt 9, 7, 6 ja 10 täppi. Kui liidame need arvud ja jagame summa vaatluste arvuga, s. t. neljaga, siis saame keskmise täppide arvu 1 sm^2 ehk 100 mm^2 peale.

$$9 + 7 + 6 + 10 = 32;$$
$$32 : 4 = 8.$$

Kaabitsemise headuse astet iseloomustab värvitäppide ühetaoline jaotus ja nende arv ühe pinnaühiku kohta. Normaalne värvitäppide arv juhtpindade 100 mm^2 kohta on:

treipinkidel	9
freespinkidel	6
šepinguil ja piki-höövelpinkidel	5
puurpinkidel	5

Pärast juhtpindade kaabitsemist võib asuda neil töötava detaili kaabitsemisele.

Et oleks võimalik reguleerida lõtku liuguvate pindade vahel ja ka seetõttu, et neid on raske üksteisele sobitada, tehakse liuguv detail tavaliselt pisut laiem juhtpindadest. Tekkinud vahemikku asetatakse kontrollplaadi järgi kaabitsetud kiil, mis kinnitatakse mõne reguleerkruviga.

Sirgjooneliselt liikuvate detailide määrimise otstarbeks on lahutada hõõrduvad pinnad üksteisest määrdeõli korraga. Õli paremaks jaotamiseks raiutakse ühe hõõrdepinna sisse õlisooned, mis võivad olla laine- või rõngakujulised. Õlisoonte valmistamine toimub analoogiliselt ülalkirjeldatud laagrikausside õlisoonte valmistamisele.

§ 83. Ajamite kokkupanek

Liikumise ülekandmine ühelt võllilt teisele teostub mehhanismides rihmade, kettide, hammasrataste jne. abil.

Rihmajami korrapärane töö oleneb õieti valitud rihmaseibi läbimõõdust, mis võimaldab nõutavat ülekandearvu, rihmaseibide õigest ülesseadmisest ja balansseerimisest, rihmaotste õigest ühendamisest ning võimalikult väiksemast libisemisest.

Liikumise ülekandemehhanismide kokkupanek paralleelsete võllide vahel

Liikumise ülekandemehhanismide kokkupanekul tuleb pöörata erilist tähelepanu võlli telje õigele asendile.

Esiteks, võllid peavad olema paralleelsed. Võllide paralleelsuse kindlaksmääramise kõige lihtsamaks viisiks on täpse vahemaa mõõtmine võlliotste vahel: kui vastav vahemaa on mõlemas otsas ühesugune, siis võllid asetsevad paralleelselt.

Teiseks, õieti ülesseatud võll ei tohi „visata".

Seda kontrollitakse ligistades võllil asetseva rihmaseibi või hammasratta põiale kriiditükikese või indikaatori nupu. Kriiditükikese või indikaatori ligistamine peab sel katsel toimuma ettevaatlikult. Kui võll viskab, siis kriiditükike märgib ära rihmaseibi väljaulatuvad osad, kuna indikaatori nupp hakkab edasi-tagasi liikuma ning põhjustab osuti kõikumist numbrilaual.

Hammasajami kokkupanekul on soovitav kasutada järgmist tööde järjekorda:

1. Hammasrattad asetatakse võllide otsa, mille järel teostatakse ülesseadmise õigsuse kontroll.
2. Võllid peavad asetsema üksteisega paralleelselt.
3. Mõlemad hammasrattad peavad teineteisesse hambuma nii, et hambumist moodustavad jaotusringid veereksid hammasratta töötamisel üksteisel.

Enne kokkupanemist tuleb eemaldada kisud hammasrataste hammastelt. Siis asetatakse hammasratas võlli ülemisele otsale ning vajutatakse kohale vaskhaamri löökidega rummu pihta. Pärast hammasratta kohalepanekut kontrollitakse treipingi tsentrite vahel, kas võll ühes hammasrattaga ei viska. Peale viskamise kontrollimise kontrollitakse ka hammasrataste perpendikulaarsust võlliteljele; seda tehakse täisnurkse kolmnurga abil.

Liikumise ülekandemehhanismide kokkupanek ristuvate võllide vahel

Koonilise hammasajami puhul asetsevad võlli teljed täisnurga all üksteisele.

Võllide omavahelist asendit võib määrata nurgiku abil. Kui üks võllidest on horisontaalasendis, toimub kontrollimine vesiloodi abil. Koonilise hambumise puhul peavad võllide teljed ristuma. Võllidele monteeritud koonus-hammasrataste asendi õigsuse määramiseks on olemas eri rakiseid.

Tiguajami kokkupanekul peavad tigu ja hammasratta teljed olema teineteisega perpendikulaarsed, nende vahe peab võrduma tigu ja hammasratta jaotusringide läbimõõtude poole summaga.

Hammaslati ja hammasratta hambumine nõuab õige vahemaa silmaspidamist hammasratta keskpunkti ja hammaslati jaotuspinna vahel. See vahemaa võrdub jaotusringi raadiusega.

Õigel kokkupanekul peab hammaslati jaotuspind olema hammasratta jaotusringi puutujaks. Kui hammas-ajamilt nõutakse eriti suurt täpsust, teostatakse hammasrataste ülerullimist.

H o o k e'i l i i g e n d i t kasutatakse pöördliikumise ülekandmiseks kahe võlli vahel, mis asetsevad teatava nurga all teineteisele; seejuures on lubatav nende võllide paigaltnihkumine teatavates piirides.

Hooke'i liigendi kokkupanekul on peamiseks nõudeks, et õõnsa ja massiivse võlli kahvlid asetseksid tingimata samas tasapinnas.

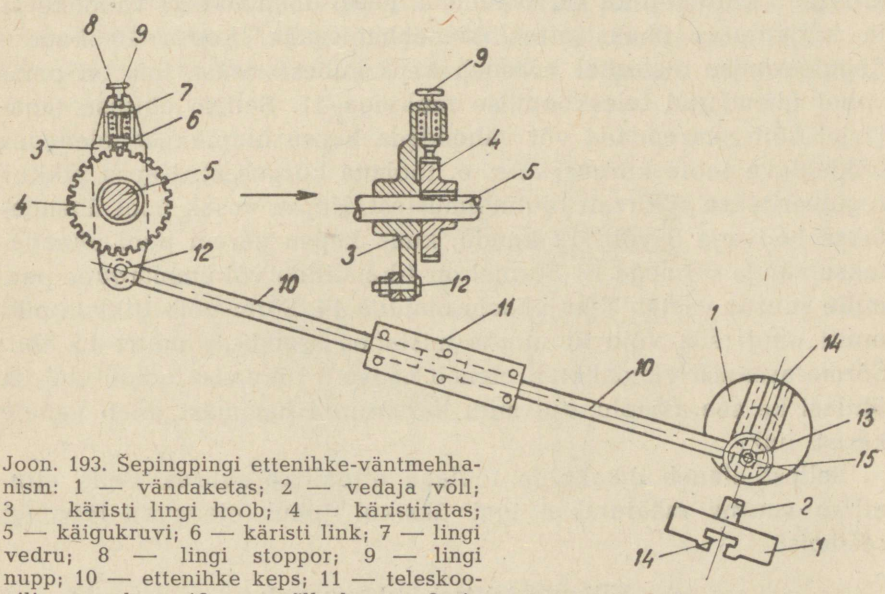
§ 84. Liikumist muundavate mehhanismide kokkupanek

Masinais esineb sageli mehhanisme, mille ülesandeks on muundada pöördliikumist translatoorseks liikumiseks või sirgjooneliseks edasi-tagasi liikumiseks. Nii näiteks, kui liikumine kandub üle kruvilt mutrile, siis sel juhul kruvi pöördliikumine muundatakse mutri translatoorseks liikumiseks. Harvemini esineb liikumise ülekandmine mutrilt kruvile, millisel juhul mutri pöördliikumine muundub kruvi translatoorseks liikumiseks. Põhiliseks ning levinuimaks mehhanismiks, mille abil pöördliikumine muundatakse sirgjooneliseks edasi-tagasi liikumiseks, on väntmehhanism.

Väntmehhanismi kokkupanek

Šepingpingi ettenihkemehhanism põhineb väntmehhanismi põhimõttel. Selle abil teostatakse töölaua automaat-ettenihet. Seda ette-

nihet saavutatakse, keerates käigukruvi perioodiliselt suurema või väiksema nurga võrra. Käigukruvi pööramine ja järelikult ka töölaua edasiliikumine piki käigukruvi peab teostuma liuguri tühikäigu ajal. Mehhanismi ehitus ja selle osade nimetused nähtuvad jooniselt 193. Vändaketas 1 asetseb liikumatult võllil 2, mis on tööpingi vedajaks võlliks.



Joon. 193. Šepingpingi ettenihke-väntmehhanism: 1 — vändaketas; 2 — vedaja võll; 3 — käristi lingi hoob; 4 — käristiratas; 5 — käigukruvi; 6 — käristi link; 7 — lingi vedru; 8 — lingi stoppor; 9 — lingi nupp; 10 — ettenihke keps; 11 — teleskoopiline muhv; 12 — võll hoova 3 ja ettenihke kepsu 10 liigendiliseks ühendamiseks; 13 — vända sõrm; 14 — ketta T-kujuline nuut; 15 — mutter sõrme 13 kinnitamiseks.

Selle võlli pöörete arv peab olema võrdne vändaketta pöörete arvuga, mis paneb kulissi liikuma. Seejuures käristi lingi hoob 3 teeb vändaketta 1 ühe täispöörde ajal 2 võnkeliikumist paremale ja vasakule. Üks neist liikumistest moodustab töökäigu, sest sel ajal link pöörab käristiratast 4 teatava nurga võrra; sama nurga võrra pöördub ühes käristirattaga ka käigukruvi 5, millega käristiratas on ühendatud kiilu abil. Järelikult kulissmehhanismi hammastega vändaketta ühe pöörde ajal ettenihkemehhanismi vändaketas 1 teeb samuti ühe täispöörde ja kang 3 — kaks võnkeliikumist. Nende liikumiste ajal tööpingi liugur teeb kaks käiku: töökäigu ja tühikäigu,

kusjuures tühikäigu ajal käigukruvi pöördub teatava nurga võrra ning põhjustab töölaua ettenihke. Mehhanismi kokkupanek teostub järgmises järjekorras: võlli 2 otsa asetatakse liikumatult vändaketas 1; hoob 3 monteeritakse kokku käristi lingiga 6, vedruga 7, stopporiga 8 ja lingi nupuga 9 ning asetatakse kokkumonteeritud kujul vabalt käigukruvi 5 otsa. Siis asetatakse samale käigukruvile 5 kiilu abil ka käristiratas 4. Edasi ühendatakse vändaketas ja käristiratas üheks ettenihkemehhanismiks kepsu 10 kaudu. Reguleerimise otstarbel koosneb keps kahest osast, mis on omavahel ühendatud teleskoopilise muhviga 11. Sellise ehituse tagajärjel võib suurendada või vähendada kepsu üldpikkust, olenedes töödeldava toote kõrgusest, s. o. töölaua kõrgusest. Kepsu pikkus reguleeritakse sõltuvalt töötingimustest. Kepsu vasak pool ühendatakse hoovaga 3 võlli 12 kaudu, kuna kepsu parem pool ühendatakse vända sõrmega 13. Sõrmel on 4-kandiline või ümmargune pea, mille suurus vastab T-kujulisele nuudile 14. Sõrm võib liikuda piki nuuti ning teda võib kinnitada mistahes asendisse mutri 15 abil. Sõrme asendist vändakettal oleneb hoova 3 liikumise amplituud, ja ühtlasi ka see asjaolu, kui mitu käristiratta hammast jätab vahele käristi link.

Sellest oleneb omakorda töölaua ettenihke suurus. Selle ettenihke suurus määratakse igal üksikul juhul olenevalt tööpingi režiimist.

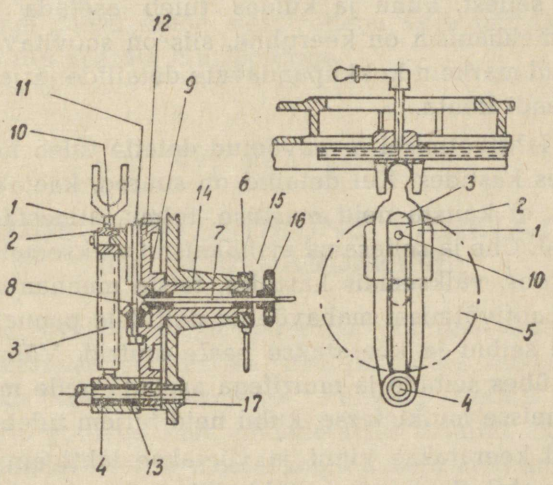
Kiikuva kulissi kokkupanek

Risthöövelpingil (šepingul) on tööliikumiseks sirgjooneline edasi-tagasi liikumine, mida teostatakse kiikuva kulissi abil. Tööpink saab oma liikumise transmissioonilt või individuaalmootorilt.

Uhel võllil veetava rihmaseibiga asetseb vändakettaga ühendatud hammasratas. Ketta juhtplaatidel võib liikuda liugur sellesse kinnitatud sõrmega, millele monteeritakse kulissikivi. Kulissmehhanismi ehitus nähtub jooniselt 194. Kulissmehhanismi kokkupanek toimub tavaliselt järgmises järjekorras: kõigepealt monteeritakse kokku ketas 5, laagrikauss 6, võll 7, koonushammasratas 8, ja kruvi 11 sõrmega 10 ning asetatakse need osad kokkupandult pingi kere mulku. Siis asetatakse kulissi telje 4 otsa hammasratas 17 ja kuliss 1 puksiga 13. Seejuures peab sõrm 10 minema

kulissipilusse, kuna kulissipea peab mahtuma liuguri seinte vahele. Siis asetatakse kivi 2 sõrmele 10 ning kinnitatakse vastava kruvi abil. Viimases järjekorras asetatakse puksi 14 otsa ekstsenter 15, kuna võlli 7 keermele keeratakse stoppormutter 16.

Kokkupaneku ajal tuleb jälgida, et kulissikivi 2 sujuvalt liiguks juhtpindade 3 vahel. Selleks töödeldakse juhtpinnad lihvimispinkidel või sobitatakse kulissikivid nendele juhtpindadele käsitsi kaabitsemise teel. Kulissi juhtpinnad peavad asetsema kulissi teljele perpendikulaarselt. Õieti ülespandud tööpingil peab kulissi



Joon. 194. Kiikuv kuliss: 1 — kuliss; 2 — kulissikivi; 3 — kulissipilu juhtpinnad; 4 — kulissi telg; 5 — hammastega vändaketas; 6 — laagrikausid võlli 7 jaoks; 7 — võll sõrme nihutamiseks koonushammasrataste 8—9 abil; 8 — võlli otsas asetsev koonushammasratas; 9 — kruvi 11 otsas asetsev koonushammasratas; 10 — vända sõrm kulissikivi kinnitamiseks; 11 — kruvi kivi nihutamiseks piki kulissi; 12 — hammasratas, mis kannab liikumist üle vändakettale 5; 13 — kulissipuks; 14 — vändaketta puks; 15 — ettenihkemehhanismi ekstsenter; 16 — stoppormutter võlli kinnitamiseks; 17 — hammasratas, mis kannab liikumist üle vändakettale 5.

telg 4 olema horisontaalne, kuna kulissi juhtpinnad 3 peavad asetsema vertikaaltasapinnas. Seda kontrollitakse vesiloodi abil. Tööpingi õige töö ja vastupidavuse tingimuseks on kulissikivi hea määrimine.

Kulissi kokkupaneku õigsust kontrollitakse pöörates käsitsi rihmaseibi. Seejuures kulissikivi peab liikuma sujuvalt, mille tunnuseks on rihmaseibi pööramiseks vajaliku tungi ühesugune suurus.

Üldisi juhiseid valmistatavate ja remonditavate mehhanismide lahtivõtmiseks ja kokkupanekuks

1. Lahtivõtmisele kuuluvad ainult need detailid, mis on ühendatud remonditava detailiga. Ei tohi maha monteerida ühtki ülearust detaili: sellega lihtsustatakse ja kiirendatakse tunduvalt kokkupaneku protsessi.

2. Tuleb kindlalt meeles pidada lahtivõtmise järjekorda. See võimaldab vastupidise protsessi puhul, s. o. kokkupanekul, kindlat ettekujutust sellest, kuhu ja kuidas tuleb asetada üht või teist detaili. Kui mehhanism on keeruline, siis on soovitav teha detailidele vastavaid märkeid kokkupandavate detailide järjekorra ja vastastikuse asendi kohta.

3. Kõiki lahtivõtmisel mahavõetud detaile tuleb hoolikalt säilitada kinnistes kastides. Kui detailid on suured, kaetakse nad hästi igast küljest, et kaitsta neid mustuse, tolmu, atmosfääriliste sademete jms. eest. Ühe ja sellesama mehhanismi väiksemaid detaile hoitakse alati koos, väiksemais kastides, teiste mehhanismide detailidest eraldi. Lahtivõtmisel mahavõetud poltidele pannakse otsekohe tagasi nende seibid ja keeratakse peale mutrid. Võimaluse korral tuleb poldid ühes seibide ja mutritega asetada neile määratud kohtadele, s. t. neisse mulkudesse, kuhu neid hiljem tuleb kinnitada.

4. Mutrid keeratakse kinni ja võetakse lahti ainult vastavate mutrivõtmete abil. Seejuures ei tohi abiks võtta mingisuguseid teisi tööriistu (näiteks meisleid või vasaraid). Sööbinud mutreid puhastatakse mustusest, niisutatakse petrooleumiga ja keeratakse siis mutrivõtme abil lahti. Kui mutter ei taha järele anda, võib teda keerata pisut kinnikeeramise suunas; selle järel on teda kergem lahti keerata. Raskelt käivaid mutreid võib ka lahti keerata kuni 500—600° soojendatud mutrivõtme abil, mis tunduvalt kergendab lahtikeeramist.

5. Pärast lahtivõtmist tuleb kõik detailid hoolikalt pesta, kuivaks hõõruda ja õlitada.

6. Õige kokkupanek nõuab järgmiste tingimuste täitmist: kõigepealt on vajalik, et üksikud osad oleksid õieti töödeldud ja et neil oleks kindlaksmääratud tolerantsidele vastav suurus. Siis tuleb nad üksteisele korralikult sobitada. Õige sobituseta ei saa

olla õiget kokkupanekut. Sobitamisel ja kokkupanekul tähelepandud üksikud vead tuleb kõrvaldada.

Kui üksikud osad valmistatakse joonestisel näidatud mõõdete järgi, võib tooteid kokku panna ilma parandusteta ja sobitusteta. Ent sobituse iseloom muutub olenevalt täpsuse astmest ja detailide kohaleseadmise viisist. Mitmesugused kohaleseadmise viisid on kirjeldatud § 85 lõpposas.

7. Poltide ja tihvtkruvide mutrid pingutatakse kokkupanekul lõpuni ja siis nad splinditakse. Seejuures ei tohi pingutada polti ega tihvtkruvi liiga suure jõuga, sest sellega võib murda mutrivõtme või poldi või üle keerata mutrikeerme.

XVI peatükk

DETAILIDE VASTASTIKUNE VAHETATAVUS JA STANDARDIMINE

Kaasaegne seeria- ja masstootmine põhineb detailide vastastikuse vahetatavuse põhimõttel. See põhimõte seisneb selles, et uute masinate kokkupanekul ja kulunud detaili vahetamisel remondi korral sobivad kõik ühendatavad detailid üksteisele ilma igasuguse täiendava töötlemiseta, sobitamiseta ning annavad nõutavaid mehhanismide ühendeid.

Sellise töösüsteemi juures võib iga kulunud või katkiläinud detaili asendada samasuguse uuega (tagavaraosaga). Viimane peab sobima kokkupaneku gruppi sama täpselt, kergelt ja kiirelt nagu reast väljalangenud detailgi.

Võimalust masinate remontimisel ja kokkupanekul asendada samanimelisi ja samamõõtelisi detaile uutega ilma täiendava sobitamiseta nimetatakse vastastikuseks vahetatavuseks.

Vastastikune vahetatavus alandab masina hinda tänu kokkupaneku lihtsustumisele ja odavnemisele.

Standardimiseks nimetatakse mõistete, tähistuste, tunnuste, val-

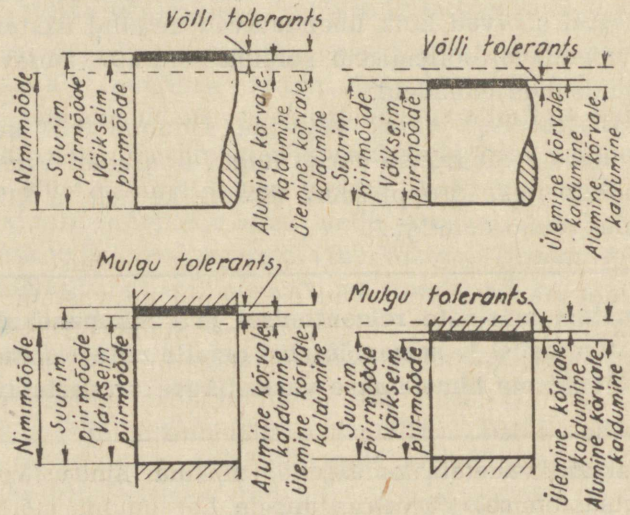
mistoodete täpsete mudelite, toormaterjali headuse ja üksikute valmistusprotsesside ühtluse kindlaksmääramist. Meie maal juhitakse standardimise töid keskendatult NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuva Üleliidulise Standardimiskomitee poolt, kes vaatab läbi ja kinnitab riiklikud üleliidulised standardid (lühendatult ОСТ või ГОСТ).

Üleliiduliste standardidega ettenähtud normid ei puuduta mitte ainult toote gabariitmõõteid, vaid ka materjali ja tema töötlemisheadust. Nõuded töötlemisheadusele on väga suure tähtsusega.

Standardimise sihiks on piirata väljalastavat produktsiooni teatava tüüpide arvuga, mis omavad kindla kvaliteedi, kuju ja mõõted. Standardide kasutamine rahvamajanduses annab riigile suurt kokkuhoidu toodete valmistamiseks vajalike materjalide, seadmestiku ja rakiste abil. Standardimine on abinõuks detailide vastastikuse vahetatavuse võimaldamiseks masstootmisel ja remonttöödel.

§ 85. Tolerants ja iste

Võimata on valmistada detaili absoluutse täpsusega teoreetiliste või nimimõõdete järgi, mis on saadud konstruktori põhiarves-



Joon. 195. Mulgu ja võlli tolerantsid ja kõrvalekalded.

tuste tulemusena. Konstruktor võtab juba ette arvesse vältimatuid ebatäpsusi (kõrvalekaldeid nimimõõtest) detailide valmistamisel ja määrab kindlaks lubatavad kõrvalekalded nimimõõtest, mis kindlustavad konstruktsiooni täpsuse. Tegelikuks mõõteks nimetatakse mõõdet, mis saadakse vahetul mõõtmisel. Detaili, mille mõõted ületavad nimimõõtele lubatavate kõrvalekallete piire, tuleb välja praakida. Mõõted, mis piiravad nimimõõtest kõrvalekallete suurust, nimetatakse suurimaks ja vähimaks piirmõõteks (joon. 195).

Kõrvalekalde suurust, mis võrdub suurima piirmõõte ja nimimõõte vahega, nimetatakse ülemiseks kõrvalekaldeks.

Hälbe suurust, mis võrdub väikseima piirmõõte ja nimimõõte vahega, nimetatakse alumiseks kõrvalekaldeks.

Suurima ja väikseima lubatava mõõdete vahet nimetatakse tolerantsiks.

Näide. Joonestisel on näidatud mõõde $40^{+0,05}_{-0,03}$. Leida tolerantsi suurus.

Tolerantsi suurus on:

$$(40 + 0,05) - (40 - 0,03) = 40,05 - 39,97 = 0,08.$$

Tolerants võib olla sümmeetriline ja asümmeetriline.

Kui ülemine ja alumine kõrvalekalle on suuruselt ühesugused, kuid märgilt vastupidised, nimetatakse tolerantsi sümmeetriliseks.

Joonestisel antud $15^{+0,03}_{-0,03}$ tähendab, et ülemise ja alumise kõrvalekalde suurused võrduvad 0,03, kuid on vastupidised märgilt; järelikult tolerants on sümmeetriline. Sümmeetrilise tolerantsi puhul tähistatakse mõõdet joonestistel järgmiselt: $15 \pm 0,03$. Sümmeetrilist tolerantsi kasutatakse detailide jaoks, milledel pole ühendeid teiste detailidega, või siis jämeühendite puhul.

Kui ühe (alumise või ülemise) kõrvalekalde suurus võrdub nulliga või kui mõlemal kõrvalekaldel on ühesugune märk, või kui kõrvalekalded on erimärkidega ja erisuurusega, nimetatakse tole-

rantsi asümmeetriliseks. Asümmeetriline tolerants on kõige levinum mootoriehituses ja täpses masinaehituses.

Tolerantsi suurus sõltub peamiselt kolmest tegurist: toote läbimõõdust (geomeetrilistest mõõdetest), vajalikust töötlemistäpsusest ja sobitusviisist.

Tolerantsi sõltuvust toote läbimõõdust võib määrata kindla valemi järgi tolerantsi ühikuis ED, mis on väljendatud mikronites, s. o. tuhandikmillimeetrites.

$$1\ \text{ED} = 0{,}001\sqrt[3]{d},$$

kus d on toote nimiläbimõõt millimeetrites.

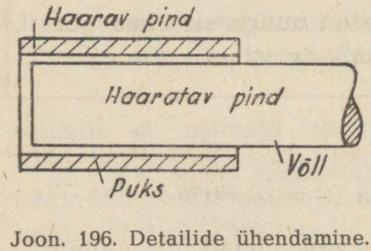
Tolerantsi määramise lihtsustamiseks on toodete mõõted ühendatud gruppidesse ja igale grupile on antud tolerantsi väärtused mikronites (tab. 20).

Tabel 20

Tolerantsi suuruse määramine sõltuvuses toodete suurusest

Toodete läbimõõdud mm	kuni 6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180
ED mikronites	1,65	2	2,41	2,88	3,42	4,02	4,54	5,31

Näide. Detaili läbimõõt on 15 mm, kuna tolerants moodustab 2,41 mikronit ehk 0,0024 mm. Järelikult, detailil võib töötlemisel olla ülemine või alumine kõrvalekalle 0,0024 mm.



Joon. 196. Detailide ühendamine.

Ühendatavate detailide kokkupanekul eristatakse kahte liiki pindu: haarav pind ehk puks ja haaratav pind ehk võll (joon. 196).

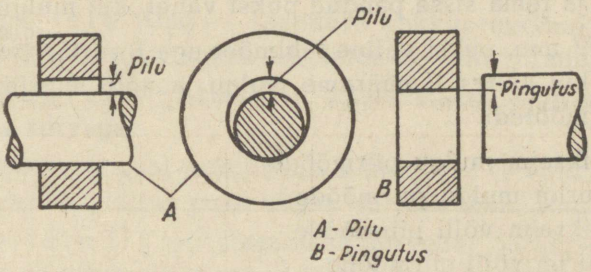
Haaravat pinda nimetatakse mulguks ja tähistatakse tabelites tähega A. Haaratavat pinda nimetatakse võlliks ja tähistatakse tähega B. Ühendatavad detaili pinnad — mulk ja võll — peavad olema ühe ja sama nimimõõtega. Ühendatavate pindade sobitamist võib niisiis teostada kas võlli vähendamise või mulgu suurendamise teel. See-

pärast on olemas kaks tolerantside süsteemi: võllisüsteem ja mulgusüsteem.

Võllisüsteemi juures, sõltumata sobitamisviisist, antakse võlli mõõde tolerantsi arvestusega töötlemise ebatäpsusele, sobitamine aga saavutatakse mulgu arvel.

Mulgusüsteemi juures, sõltumata sobitamisviisist, antakse mulgu mõõde tolerantsi arvestusega töötlemise ebatäpsusele, kuna sobitamine saavutatakse võlli arvel.

Kui on nõutav, et võll pöörleks mulgus kergelt, peab tema läbimõõt olema veidi väiksem mulgu läbimõõdust (võlli ja mulgu nimimõõted on võrdsed); siis jääb mulgu ja võlli pindade vahele väike vahe — lõtk ehk pilu (joon. 197).



Joon. 197. Lõtk ja pingutus.

Lõtkuks nimetatakse positiivset vahet mulgu suurima piirläbimõõdu ja võlli väikseima piirläbimõõdu vahel.

Näide 1. Määrata lõtku suurus, kui joonestise järgi puksi mõõde on $A = 20^{+0,019}$, ja võlli mõõde $B = 20^{-0,045}_{-0,075}$.

Määrame mulgu ja võlli suurimad ja väikseimad piirmõõted:

väikseim mulgu piirmõõde	20,000 mm
suurim mulgu piirmõõde	20,019 mm
väikseim võlli piirmõõde	19,925 mm
suurim võlli piirmõõde	19,955 mm

Määrame lõtku:

suurim lõtk $20{,}019 - 19{,}925 = +0{,}094$ mm
väikseim lõtk $20{,}000 - 19{,}955 = +0{,}045$ mm

Liikumatuis ühendeis, kui üks detail pannakse teise sisse suure surve all (pressi all või sissetagumisega), tehakse mulgu läbimõõt veidi väiksem võlli läbimõõdust. Sel juhul tekib pingutus.

Pingutuseks nimetatakse negatiivset vahet mulgu väikseima piirläbimõõdu ja võlli suurima piirläbimõõdu vahel.

Näide 2. On vaja määrata pingutuse suurus kepsu ülemise pea mulgu ja tema sisse pandud puksi vahel, kui mulgu mõõde on: $A = 45^{+0{,}027}$ mm, puksi väline läbimõõt aga $B = 45^{+0{,}085}_{-0{,}065}$ mm.

Samuti kui näites 1 määrame mulgu ja võlli suurimad ja väikseimad piirmõõted:

väikseim mulgu piirmõõde	45,000 mm
suurim mulgu piirmõõde	45,027 mm
väikseim võlli piirmõõde	45,065 mm
suurim võlli piirmõõde	45,085 mm

Määrame pingutuse:

suurim pingutus $45{,}000 - 45{,}085 = -0{,}085$ mm
väikseim pingutus $45{,}027 - 45{,}065 = -0{,}038$ mm

Vaadeldud detailide ühendeil võib erinevate suuruste juures olla lõtk või pingutus. Lõtku või pingutuse suurus ühendis on iste iseloomustajaks ja kindlustab detailide ühendile vajaliku liikumisvabaduse või liikumatuse.

Isted, milledel ühend on lõtkuga, nimetatakse liikuvaiks isteteks. Isted, milledel ühendus on pingutusega, nimetatakse liikumatuiks isteteks.

Eristatakse mitut liiki liikuvaid isteid:

1. Liuguv iste (C), mis võimaldab õlitatud detailide nihkumist ilma tunduva pingutuseta.

2. Liikuv iste (Д) — ilma märgatava lõtkuta detailide ühendamiseks, milledel on suhteline liikumine.

3. Käiguiste (Х) — märgatava lõtkuga. OCT-i järgi võetakse see iste detailide jaoks, mis töödeldakse II ja III täpsusklassi järgi.

4. Kergekäiguiste (Л) — tunduva lõtkuga. OCT-i järgi võetakse ta detailide jaoks, mis töödeldakse II täpsusklassi järgi.

5. Laiakäiguiste (Ш) — suure lõtkuga. OCT-i järgi võetakse ta detailide jaoks, mis töödeldakse II ja III täpsusklassi järgi.

Liikumatud isted jaotatakse samuti mitmesse liiki:

1. Kuum-iste (Гр.) — teostatakse külma sõrmtapi (võlli) sissepressimisega soojendatud rõngasse (mulku).

2. Press-iste (Пр.) — saadakse kokkupressimisega külmas olekus; pärast kokkupressimist on detailide lahtivõtmine võimatu.

3. Kergepress-iste (Пл.) — teostatakse nagu press-istegi, kuid vähema survega.

Nendes istetes ei tohi puksi pikkus ületada $1^1/_2$ võlli läbimõõtu, kuna puksi seinte paksus peab olema $^1/_2$ võlli läbimõõtu.

4. Umb-iste (Г) — teostatakse survega; järgnev detailide lahtivõtmine on võimalik vastava jõupingutuse rakendamisel.

5. Jäik-iste (Т) — saavutatakse vasaralöökide jõuga.

6. Pingeline iste (Н) — teostatakse käsihaamri löökide mõjul.

7. Tihke iste (П) — teostatakse käsitsi puitvasara löökide mõjul.

§ 86. Täpsusklassid

Standardsed tolerantsid, mis on määratud vastavalt pingutuste ja lõtkude suurusele kõikide läbimõõtude ja kõiginimeliste istete jaoks, grupeeritakse klassidesse sõltuvalt ühendatavate detailide töötluse täpsusastmest. Neid klasse tähistatakse joonestistel araabia numbritega (kõige sagedamini esinevail istetel — II täpsusklassist — jääb number „2" tavaliselt märkimata).

Ühes ja samas täpsusklassis on tolerants seda suurem, mida suurem on toote läbimõõt. On olemas viis põhilist täpsusklassi.

Istete loetelu igas neist viiest põhilisest täpsusklassist üleliiduliste standardide järgi ja istete tingmärgid on toodud tabelis 21.

I täpsusklassi järgi valmistatakse eriti täpseid tooteid, nagu näiteks mõõteriistu, kuullaagrite rõngaid jms. Töötlemist esimese täpsusklassi järgi kasutatakse harva selle töökalliduse tõttu.

II täpsusklassi järgi töödeldakse metallitöötlemis-pinkide detaile ja rida auto- ja traktoridetaile, nagu silindrid, kolvid, väntvõllid, jaotusvõllid jne.

III täpsusklassi järgi töödeldakse autode, traktorite ja teiste masinate vähemvastutavaid detaile.

IV täpsusklassi järgi töödeldakse põllutöömasinate detaile, vedurite ja vagunite üksikuid detaile jms.

V täpsusklassi järgi valmistatakse mittevastutavaid detaile põllutööriistade masinaehituses ja igasuguseid jämemehhanisme.

Täpsusklasside järgi jaotatud tolerantside ja istete standardtabelites on näidatud mulgu või võlli mõõte kõrvalekalded (alumine ja ülemine) igale läbimõõdule ja igale isteliigile, kusjuures kõrvalekallete suurused on antud mikronites (1 mikron=0,001 mm).

I klassi täpsus saavutatakse pinna kõige hoolikama töötlemise teel.

II klassi täpsus saavutatakse hariliku lihvimisega.

III klassi täpsus saavutatakse mehaanilise või käsitsitöötlemisega lõikeriistade abil; seejuures ei tohi olla nähtavaid kriimustusi.

IV klassi täpsus lubab töötlemistööriista poolt tekitatud vähemaid kriimustusi.

Detailide mehaaniline töötlemine võimaldab kõrvalekallete saamist 0,2—0,001 mm piirides, võrreldes nimimõõdetega (täpne lihvimine).

Käsitsitöötlemisel võib saavutada kõrvalekaldeid alates 1 mm kuni pindade täieliku ühtimiseni (sobitus).

Nii näiteks töötlemine meisliga annab täpsuse alates $\pm 0{,}5$ kuni $\pm 1{,}0$ mm.

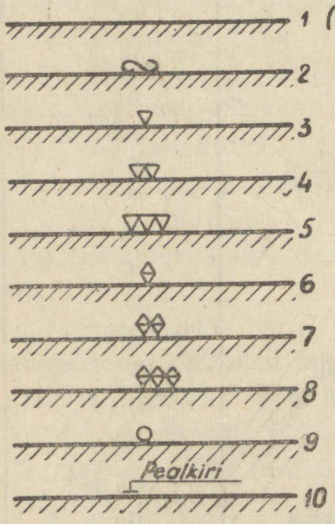
Tabel 21

Istete loetelu ja nende tingmärgid

Täpsuse klass	Iste nimetus	Iste iseloom	Iste tingmärk
I klass (väga täpne)	Umb-	Liikumatud	Г1
	Jäik-		Т1
	Pingeline		Н1
	Tihke		П1
	Liuguv	Liikuv	С1
II klass (täpne)	Kuum-	Liikumatud	Гр
	Press-		Пр
	Kergepress-		Пл
	Umb-		Г
	Jäik-		Т
	Pingeline		Н
	Tihke		П
	Liuguv	Liikuvad	С
	Liikuv		Д
	Käigu-		Х
	Kergekäigu-		Л
	Laiakäigu-		Ш
III klass (keskmine)	1. press-	Liikumatud	Пр 1з
	2. press-		Пр 2з
	3. press-		Пр 3з
	Liuguv	Liikuvad	Сз
	Käigu-		Хз
	Laiakäigu-		Шз
IV klass	Press-	Liikumatu	Пр4
	Liuguv	Liikuvad	С4
	Käigu-		Х4
	Kergekäigu-		Л4
	Laiakäigu-		Ш4
V klass	Liuguv	Liikuvad	С5
	Käigu-		Х5

Töötlemine jämeviiliga — alates ±0,10 kuni ± 0,25 mm.
Töötlemine peenviiliga — alates ±0,025 kuni ±0,05 mm.
Töötlemine sametviiliga — alates ±0,005 kuni ±0,02 mm.
Poleerimine ja lihvimine — alates ±0,005 kuni ±0,01 mm.
Sobitustöötlemise — pindade täielik ühtimine.

Vastavalt OCT 7540-39 üldiselt tarvitusele võetud toodete pindade töötlemise mitmesuguste liikide tingmärgid joonestistel on näidatud joon. 198.



töötlemata pind
puhastatud pind
jämedalt töödeldud pind
peenviiliga töödeldud pind
lihvitud, poleeritud pind
lihvitud peegelpind
lihvitud ja peensobitatud pind
lihvitud ja peensobitatud peegelpind
läikiv pind
juhendid termiliseks töötlemiseks või pinna katmiseks

Joon. 198. Toodete pindade liikide ja töötlemiskvaliteedi tingmärgid.

Töötlemata (jäme-) pindadel pole tingmärke.

XVII peatükk

TÄPSED MÕÕTERIISTAD JA TOODETE MÕÕTMINE

§ 87. Toodete valmistustäpsuse kontrollimine

Tootmistingimustes on detailide valmistamise ja mõõtmise protsessid omavahel tihedalt seotud. Mõõtmisega lõpeb iga üksik operatsioon ja kogu toote valmistamise tehnoloogiline tsükkel.

Mõõtmisega määratakse valmistatud eseme täpsuse aste, milleks võrreldakse vahetul mõõtmisel saadud suurused joonestise andmetega.

Kontrollmõõtmiste abil tehakse kindlaks detaili töökõlblikkus.

Mõõtmise täpsus sõltub mõõteriistade täpsusest ja tundlikkusest ning mõõtmise meetodist. Igal üksikul juhul tuleb silmas pidada mõõtmistäpsuse praktilist otstarbekust. Mitteotstarbekohane oleks näiteks täpselt mõõta jämedalt töödeldud või hoopis töötlemata detaile.

Kõige täpsemaid tulemusi saab korduvate mõõtmistega, mille alusel tuletatakse keskmised suurused.

Mõõtmistäpsusele mõjuvad järgmised tegurid:

1. Mõõteriista headus.
2. Mõõtmise meetodi vead.
3. Mõõdetava pinna ebatasasused.
4. Mõõtmise surve.
5. Ümbritseva keskkonna temperatuur (normaaltemperatuuriks loetakse +20° C).
6. Oskus kasutada mõõteriista.
7. Töötingimused (näiteks valgustus).

Enne täpsete mõõtmiste algust on vaja kontrollida mõõteriistu etaloonide järgi ja kõrvaldada ebatäpsused (kui riista konstruktsioon seda võimaldab) või võtta neid arvesse mõõtmiste tulemuste korrektiivina.

Mõõteriistade ja aparaatide korrastamine ja reguleerimine on mõõtmisel erakordselt suure tähtsusega ning usaldatakse tavaliselt vilunud kvalifitseeritud töötajaile.

Kõik mõõteriistad ja aparaadid kuluvad mõõtmisel. Seepärast tuleb aeg-ajalt kontrollida laboratooriumis kontroll-(etaloon-)riistu, millede järgi toimub mõõteriistade kontrollimine.

Surve, mis rakendatakse mõõteriistale, ning mõõteriista surve mõõdetavale detailile peab olema konstantne. Seda saavutatakse kas mõõteriista konstruktsioonis ettenähtud erirakistega või mõõtmist toimetava töölise vilumusega. Surve muutumine korduvatel

mõõtmistel võib tuua mõõtmise tulemusse suure vea. Ümbritseva keskkonna (s. o. tööruumi) temperatuur peab olema +20° C, mis on vajalik toote ja mõõteriista temperatuuride võrdsustamiseks.

Ei tohi ka toimetada täpseid mõõtmisi kohe pärast detaili töötlemist lõikeriistaga, sest metall soojeneb lõikamisprotsessis ja mõõtmise tulemused saadakse üleliigselt suured. Ühte ja sama mõõdet võib mõõta ühe ja sama mõõteriistaga, kuid erinevate meetoditega, või mitmesuguste mõõteriistadega ja erinevate meetoditega. Mõõtmise tulemused võivad tulla erinevad; seepärast on vajalik kas tuletada mõõtmiste keskmist või alati kasutada antud mõõtmiste jaoks üldtarvitatavat mõõteriista ning mõõtmismeetodit.

Mõõtmise meetodi määramine sõltub peamiselt mõõteriista tüübist. Käesoleval ajal on kõige laiemalt levinud kontaktmõõtmismeetod. See meetod põhineb mõõdetava eseme ja mõõteriista vahetul kokkupuutumisel.

Kontaktmeetodi headeks omadusteks on ta kasutamise lihtsus ja mõõteriistade mõõdukas hind. Puudumiks on sõltuvus ülesseadmise õigsusest ja mõõtepindade võrdlemisi tugev kulumine.

Mõõtmise täpsus oleneb mõõdetavate välispindade töötluse puhtusest, nende korrapärasest kujust ja mõõteriista ning mõõdetava eseme kokkupuutumisel tekkivaist deformatsioonidest.

Mõõtmisel võib esineda süstemaatilisi, individuaalseid ja juhuslikke vigu.

S ü s t e m a a t i l i s e d v e a d tekivad mõne alalise põhjuse mõjul ning on seepärast ühesugused või ligikaudu ühesugused kõigil korduvail mõõtmistel. Süstemaatilisi vigu saab vältida ainult neid tekitava põhjuse kindlakstegemise ja kõrvaldamise teel.

I n d i v i d u a a l s e d v e a d on regulaarsed ja esinevad alati ühes suunas. Individuaalseid vigu on võimalik kaotada mõõtmistulemuste korrigeerimise teel.

J u h u s l i k u d v e a d ei oma alalist iseloomu. Need parandatakse mitmekordsete mõõtmiste võrdlemisel, milledest tuletatakse keskmine väärtus.

Et täpselt mõõta, peab oskama kasutada mõõteriistu.

Iga mõõtmise tulemuseks on arv, mis määrab detaili suurust. Mõõtmise tulemused kirjutatakse üles. Üleskirjutused süstematiseeritakse selliselt, et nende alusel oleks võimalik kindlaks teha detaili töökõlblikkust (välja selgitada ovaalsus, koonilisus, seinte ebaühtlane paksus jne.).

§ 88. Täpsed mõõte- ja kontrollriistad

Lukksepal tuleb töö juures alati tegelda mõõtmistega, sest et õieti toimetatud mõõtmised omavad esmajärgulist tähtsust. Esemete mõõted väljendatakse suuremalt jaolt millimeetrites.

NSV Liidus on mõõduühikuna kasutusel meeter, mis võrdub tuhandele millimeetrile (1 m = 1000 mm). Inglismaal ja Ameerikas on mõõduühikuks toll (1 toll = 25,4 mm). Tolli tähistatakse märgiga ".

Eristatakse kontroll- ja mõõteriistu.

Mõõteriistadeks nimetatakse seesuguseid riistu, mis on määratud toodete mõõdete ja nurkade suuruse kontrollimiseks ja nende, mõõduühikutes väljendatud arvsuuruste kindlakstegemiseks.

Mõõteriistu võib jaotada nende mõõtmistunnuste järgi järgmistesse gruppidesse:

1) paljumõõdulised mitteseatavad riistad pikkuse mõõtmiseks: mõõtejoonlauad, kokkupandavad meetrid, mõõtelindid jne.;

2) ülekande-mõõteriistad: välis- ja sisetastrid;

3) paljumõõdulised seatavad riistad: varbsirklid, süvikumõõtjad, mikromeetrid jms.;

4) ühemõõdulised kontrollriistad: kaliibrid, korgid, klambrid jt.;

5) riistad etaloonist kõrvalekallete määramiseks, nagu näiteks indikaatorid.

Paljumõõdulised seatavad mõõteriistad (varbsirklid, mikromeetrid jt.) erinevad ühemõõdulistest ning mitteseatavaist seepoolest, et nad koosnevad kahest harust: ühest liikumatust, jaotustega harust ja ühest liikuvast harust, millega on ühendatud kriipsudega liikuv osa.

Kontrollriistadeks nimetatakse riistu, mida kasutatakse pindade õigsuse ja nurkade suuruse kontrollimiseks. Kõik need riistad

annavad võimaluse toimetada töötlemisel saadud pindade ja nurkade võrdlemist riistadel enestel esinevate pindade ja nurkadega. Kontrollriistade eriliseks iseärasuseks on seejuures asjaolu, et kontrollimisel ei määrata ega olegi võimalik määrata suuruste ja mõõdete arvtähendusi. Kõik operatsioonid piirduvad pindade kvaliteedi nurkade vastavuse kindlakstegemisega.

Kõiki mõõte- ja kontrollriistu on kombeks jaotada järgmisse seitsmesse gruppi sõltuvalt konstruktsioonist ja mõõtmise täpsusest (tab. 22).

Mitteseatavail joonmõõtudega riistadel on joonekesed, mis on paigutatud kindlas mastaabis. Mõõted loetakse jaotustelt mõõteriista skaalal.

Joontega mõõteriistade kasutamine on äärmiselt lihtne ja mõõtmiste arv on piiramatu. Puudustena tuleb nimetada väikest mõõtmistäpsust ja selle sõltuvust mõõtmist toimetava isiku võimetest (mõõted loetakse silma järgi, mõõteriista ülesseadmine toimub käsikaudu jne.). Neid mõõteriistu kasutatakse jämemõõtmisel.

Ülekande-mõõteriistad. Nende nimetus tuleb sellest, et detaililt võetud toote mõõde loetakse mõõteriista ühtepanekul mõõtejoonlauaga; sel kombel toote mõõde justkui kantakse üle joonlauale, ülekanderiistade mõõtmistäpsus on samuti ebaküllaldane. Ülekande-mõõteriistu kasutatakse esialgsel jämemõõtmisel.

Nurgamõõtmise riistad on määratud nurkade kontrollimiseks ja mõõtmiseks. Nurgad mõõdetakse kraadides.

Tasapinna kontrollimise riistad on määratud tasapindade ja nende vastastikuse asetuse kontrollimiseks. Neid kasutatakse toodete mehaanilisel töötlemisel. Nendega ei saa määrata arvulisi suurusi.

Ühemõõdulised kontrollriistad (piirkaliibrid) on määratud ühe- ja samamõõteliste detailide mõõtmiseks. Neid kasutatakse masstootmisel; nad on väga lihtsad käsitseda. Nende puuduseks on võrdlemisi kiire kulumine mõõdetavate esemetega kokkupuutumisel. Mõõtmistäpsus sõltub riista headusest. Mõõtmise tulemus kujutab enesest vahepealset väärtust suurima ja väikseima piirmõõte vahel. Teda võib kasutada ainult toote kõlblikkuse või kõlbmatuse näitajaks, kuid ta ei näita detaili tegelikku mõõtu.

Tabel 22

Mõõte-kontrollriistade gruppide loetelu

Grupp	Riista nimetus	Mõõtmistäpsus mm	Täpsuse määramise tunnus
Mitteseatavad mõõdujoontega riistad	Mõõtejoonlaud	0,5—1,0	—
	Kokkupandav meeter	0,5—1,5	1 m pikkusele
	Metall-mõõtelint	1,0—3,0	—
Ulekande-mõõteriistad	Välistaster	0,5—1	Sõltuvalt mõõtejoonlauast
	Sisetaster	0,5—1	
	Rismus	0,1	Varbsirkli järgi seadmisel
	Märksirkel	0,1	
Nurgamõõtmise riistad	Nurgik	kuni 1°	Valguse pilu järgi
	Universaal-nurgamõõtja	5' kuni 1°	—
	Keermekaliiber	—	Valguse pilu järgi
	Seadnurgik	—	
Tasapinna kontrollriistad	Kontrollnurgik	—	Valguse pilu järgi
	Kontroll-joonlaud	—	
	Kontrollplaat	—	Pinna täppide arvu järgi
	Kaabitsemisplaat	—	
	Vesilood (vaaderpass)	1' kuni 1°	Läbipaiste
	Tinalood	—	Sõltuvalt valmistuse täpsusest
Uhemõõdulised kontrollriistad	Kaliiber	0,1—0,001	
	Klamber	—	
	Lekaal (šabloon)	—	
	Lehtkaliiber	—	
	Kontrollplaadid		
Seatavad mõõdujoontega riistad (paljumõõdulised)	Varbsirkel, lihtne	0,1	
	Varbsirkel, täpne	0,02	
	Mikromeeter	0,01	
	Sisemikromeeter	0,01	
Indikaatorid	Süvikumõõtja	0,01	
	Indikaator	0,01—0,001	
	Passimeeter (välismõõtmiseks)	0,01—0,001	
	Passimeeter (sisemõõtmiseks)		

Seatavad mõõdujoontega riistad erinevad mitteseatavaist seepoolest, et mõõdetav detail pigistatakse mõõteriista palede (mokkade) vahele, milledest üks on harilikult liikuv, teine aga liikumatu.

Sellise konstruktsiooni tõttu saavutatakse suur mõõtmistäpsus. Nende riistade puuduseks on asjaolu, et mõõtmistäpsus (muil võrdseil tingimusil) oleneb täiel määral mõõtmist teostava isiku vilumusest, kes reguleerib survet mõõtmistel. Sedaliiki riistu kasutatakse laialt metallide mehaanilisel töötlemisel.

Indikaatorid on riistad, millede ehitus põhineb ühe või mitme mittevõrdse hoova kasutamisel, mis mõõtmisprotsessis annavad üle mõõtetihvti nihkumist vajaliku suurendusega. Indikaatorite ehitus võib põhineda ka hammasrattaga ühendatud liikuva hammasvarda kasutamisel. Hammasratta valikul arvestatakse numbrilaual liikuva osuti näidu vajalikku suurendust. Hoovaga mõõteindikaatorid on laialt kasutatavad oma lihtsa käsitsemise ja juhuslike vigade puudumise tõttu töötamisel. Indikaatori numbrilaua osuti näidud ei anna detaili absoluutseid mõõteid, vaid nimimõõtest kõrvalekaldumist, s. o. määravad ülemise ja alumise kõrvalekalde.

§ 89. Varbsirkel mõõtmistäpsusega kuni 0,5 mm

Varbsirkli põhiülesandeks on toote väliste pikkusmõõtude suuruse kindlaksmääramine.

Lihtsaim varbsirkli konstruktsioon on näidatud joonisel 199. See varbsirkel koosneb mõõtejoonlauast 1 selle külge liidetud haruga ja kerest 2, mis on samuti haruga varustatud.

Harude sisemised pinnad tehakse lamedad ja mõõtejoonlaua küljega perpendikulaarsed, mis palede kokkunihutamisel kindlustab nende tihket kokkupuutumist ilma valguse läbipaisteta.

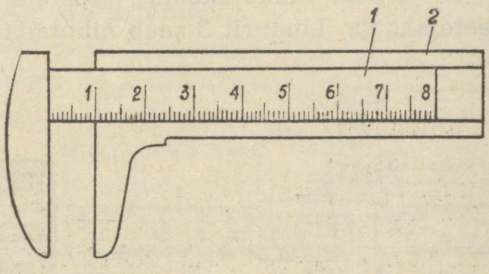
Mõõtejoonlaud asetseb kere juhtsoones ja võib temas pikisuunas edasi-tagasi liikuda.

Mõõteskaala null ühtib joonlaua külge kinnitatud haru töötavtasapinnaga. Meeterjoonlaual on 1 mm suurused jaotused, kuna tollimõõtude puhul jaotused on $^1/_{16}$ tolli. Mõlema haru töötavpin-

dade vahelaiust näitab skaala jaotus, mis ühtib liikuva haru töötavpinnaga. Näiteks joonisel 199 on harude vahekaugus täpselt 10 mm. Skaala kriipsu mitteühtimisel haru pinnaga võetakse millimeetri murdosad silma järgi.

Mõõtetäpsus, mis saadakse lihtsa varbsirkli kasutamisel, ei ületa 0,5 mm meeterskaala järgi ja $^1/_{32}$ tolli tolliskaala järgi.

Mõõtmistäpsus sõltub toote otsa ühtelangemisest ühega mõõteriistale märgitud kriipsudest. Mõõtmise täpsuse tõstmiseks kasu-



Joon. 199. Varbsirkel jämemõõtmisteks.

tatakse paljudel mõõteriistadel eriseadist, mida nimetatakse nooniuseks (tema konstruktori portugaallase Peeter Noniuse nime järgi). Meeterskaaladega varustatud mõõteriistadel kasutatakse enamasti nooniusi täpsusega kuni 0,1 mm.

Vaatleme sellise nooniuse ehitust.

Võtame mõõtejoonlaua ja asetame piki tema külge, skaalaga paralleelselt, teise joonlaua ilma jaotusteta. Sellele teisele joonlauale tõmbame kaks kriipsu vahekaugusega 9 mm. Jagame saadud lõigu kümneks võrdseks osaks ning saamegi nõndanimetatud nooniuse, mille mõõtmistäpsus on kuni $^1/_{10}$ mm.

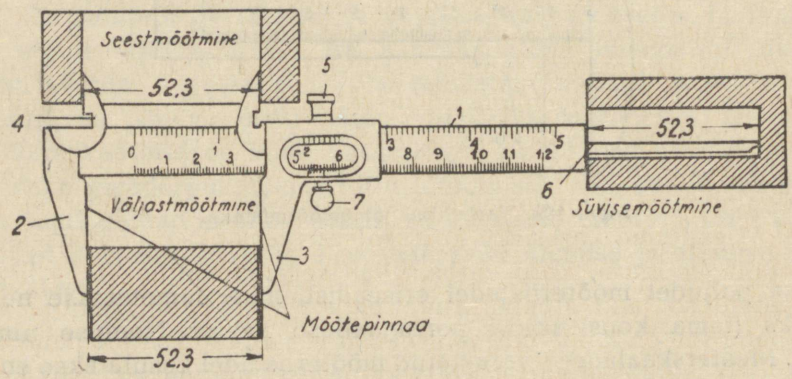
Nooniusega varustatud mõõteriistade hulgast on varbsirkel kõige enam levinud. Varbsirkel (joon. 200) koosneb millimeeterjaotusega mõõtejoonlauast 1; joonlaua lõpus on liikumatu haru 2. Joonlauda mööda liikuval osal — liuguril — on haru 3. Liuguris on väljalõige — aken, mille äärel on nooniuse jaotused.

Kui lükkame kokku varbsirkli harud, ühtib nooniuse null joonlaua nulliga, kuna nooniuse kümnes jaotus ühtib joonlaua üheksanda jaotusega. Ükski teine nooniuse jaotus ei ühti joonlaua jao-

tusega, kusjuures nooniuse esimene jaotus ei küüni joonlaua esimese jaotuseni 0,1 mm võrra, nooniuse teine jaotus ei küüni joonlaua teise jaotuseni 0,2 mm võrra jne.

Et need jaotused ühtiksid, tuleb varbsirkli harusid laiali tõmmata vastavalt 0,1; 0,2 mm võrra jne. Sellel põhinebki mõõtmine nooniuse abil. Nooniuse ja joonlaua kohakuti olevad jaotused näitavad, mitu kümnendikosa millimeetrit sisaldab mõõdetav suurus peale millimeetrite täisarvu.

Joonlauale on kantud kaks skaalat: ülemine — tolliskaala ja alumine — meeterskaala. Liugurit 3 saab nihutada mõõtejoonlauda



Joon. 200. Varbsirkel „Kolumbus" mõõtmistäpsusega kuni 0,1 mm. 1 — mõõtejoonlaud; 2 — liikumatu haru; 3 — liikuv haru.

mööda ja seada igasse asendisse. Liugur on varustatud aknaga, mille kaldservadele on märgitud nooniusejaotused: ülal — tolli-, all — meetermõõtudes. Kruvi 7 ja mutri 5 ülesandeks on liuguri kinnitamine mistahes asendisse. Pärast mutri 5 kinnikeeramist ei saa liugurit paigalt nihutada. Joonlaua tagaküljel on liuguriile kinnitatud kitsas joonlaud 6; see asetseb juhtsoones, mis on sisse hööveldatud mõõtejoonlaua keresse. Liuguri edasinihutamisel, kui harude 2 ja 3 pinnad puutuvad teineteise vastu, ühtivad mõlema nooniuse nullid mõõteskaala vastavate nullidega. Selles asendis puutuvad omavahel kokku ka pinnad 4, kuna kitsa joonlaua 6 ots ühtib mõõtejoonlaua parempoolse otsaga. Nimetatud asendis on varbsirkel seatud nullile. Mõõtmisel on varbsirkel seatud mõõde-

tava suuruse järgi ja siis loetakse mõõde ühe mingi skaala ning vastava nooniuse järgi.

Kõige rohkem levinud varbsirklite suurus on kuni 120—150 mm (5—6 tolli).

Varbsirklid valmistatakse terasest. Liiga kiire kulumise ärahoidmiseks nad karastatakse.

Kirjeldatud „Kolumbus"-süsteemi varbsirkli konstruktsioon annab võimaluse teostada toote väliste ja sisemiste mõõdete ja toote sügavuse ning kõrguse mõõtmist.

Enne kasutamist peab varbsirklit puhastama mustusest, tolmust ja õlist, üle vaatama ja kontrollima. Ülevaatusel tuleb veenduda harude tasapindade ja joonlaua otsa rikkumatuses.

Kontrollimise otstarbel lükatakse varbsirkli harud kokku ja kontrollitakse mõõtejoonlaua esimese kriipsu ühtimist nooniuse esimese kriipsuga, mida nimetatakse nooniuse nulliks. Mõõtejoonlaua 9. millimeetri lõppkriips ja nooniuse viimane kriips peavad tingimata ühte langema. Kui seda ei ole, siis varbsirkel on rikkis. Veendunud varbsirkli korrasolekus, asutakse mõõtmisele.

Detaili mõõtmise kord varbsirkliga seisneb järgnevas.

Keeratakse lahti stopporkruvi, pigistatakse detail harude vahele, nagu see on näidatud joonisel 200 või asetatakse joonlaua ots detailile ja lükatakse varras välja kuni vastupuutumiseni; siis keeratakse kinni stopporkruvi. Detaili peab kinni pigistama ilma jõupingutuste ega järskude tõmmeteta. Pärast seda võetakse varbsirkel detaili pealt ära ja loetakse näidud.

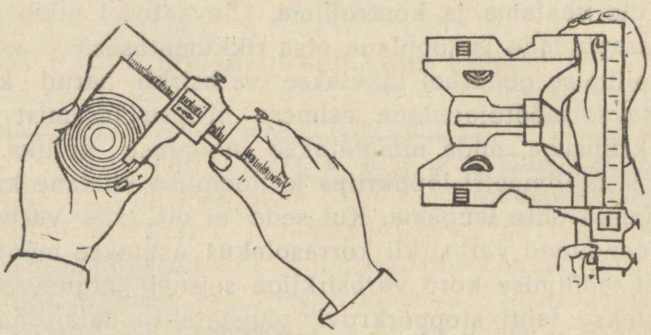
Mõõtejoonlaualt loetakse näitu vasakult paremale kuni nooniuse nullkriipsuni. Täisjaotuste arv mõõtejoonlaual vastab millimeetrite arvule. Kui nooniuse nullkriips ei ole mõõtejoonlaua kriipsu vastas, siis järgnev millimeetri murdosa loetakse nooniuselt. Seejuures loetakse nooniuse nullkriipsust, s. o. vasakult paremale, nooniuse kriipsude arv kuni kriipsuni, mis kõige täpsemalt ühtib mõõtejoonlaua kriipsuga. Saadud arv korrutatakse nooniuse täpsusega (0,1 mm) ja saadakse millimeetri kümnendikosad. Pärast seda liidetakse täismillimeetrite arv millimeetri murdosadega, mis annabki detaili mõõte.

Kui liuguri raamike katab mõõtejoonlaua numbreid, loetakse täismillimeetrid paremalt vasakule, alates esimesest kriipsust, mille

kohal on millimeetrite arv; seejuures võetakse arvesse ka millimeetriline lõik, mille peal seisab nooniuse null. Pärast seda mõõtejoonlaua jaotuse arvulisest väärtusest (millest algab lugemine) lahutatakse lugemisel saadud millimeetrite arv. Vahe moodustab täismillimeetrite arvu, mida sisaldab mõõdetav detail; millimeetri murdosa, nagu eelmiselgi juhul, loetakse nooniuselt.

Korduvatel mõõtmistel, kas või samalt kohalt, peab varbsirklit mõõtmiseks uuesti kohale seadma.

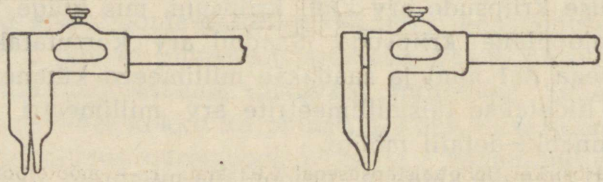
Mõõtmise teostamisel peab jälgima varbsirkli õiget asetust toote suhtes. Silindrilise keha mõõtmisel peavad varbsirkli harud



Joon. 201. Toodete varbsirkliga mõõtmise näiteid: A — väikeste toodete mõõtmine; B — suurte toodete mõõtmine.

asuma toote telgjoonega perpendikulaarsel tasapinnal (joon. 201). Selle nõude mittetäitmisel saadakse tegelikust suurem mõõde. Peale selle võib mõõtmise ebatäpsusi tekkida ka mittekorrasolevast mõõteriistast, nagu see on näidatud joonisel 202.

Varbsirkli põhidefektidena esineb kõige sagedamini nooniuse nulli mitteühtimine mõõtejoonlaua vastava skaala nulliga, kitsa joonlaua otsa mitteühtimine mõõtejoonlaua otsaga, mõlgid ja töö-



Joon. 202. Varbsirkli haruotste kõverdusviise.

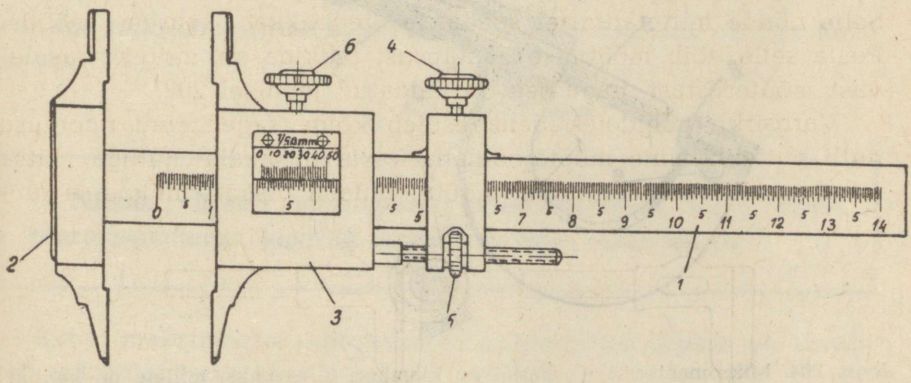
tavpindade ebaühtlane kulumine ja lõpuks, liuguri kulumine, tema lõdvalt liikumine.

Kõik need defektid mõjuvad mõõtmise lõpptulemustele; mõne sellise defekti avastamise puhul tuleb varbsirkel kasutamiselt kõrvaldada ja remonti saata.

Defektide hulka, mis mõjuvad mõõtmiste lõpptulemustele, peab arvama ka varbsirkli liuguri mittesujuvat käiku. Kinni keeranud stopporkruvi, peab ümarmutri pööramisega kontrollima liuguri käigu sujuvust mõlemas suunas.

§ 90. Varbsirkel mõõtmistäpsusega kuni 0,02 mm

Selline varbsirkel (joon. 203) erineb varemalt vaadeldud varbsirkli konstruktsioonidest selle poolest, et tema mõõtejoonlaual on jaotused täpsusega kuni 0,5 mm. Nooniusega liuguri raam on sügavuse mõõtmisvarda asemel varustatud mikromeetrilise tihvtkruviga, mis on ühendatud ümarmutri abil teise liuguriga. Viimane muutub stopporkruvi sissekeeramisel toeks. Seetõttu on nooniusega raami edasiliigutamine võimalik mikromeetrilise kruvi abil. Peale selle on sellise varbsirkli nooniuse skaalapikkus 12 mm (mõõtejoonlaua 24 lõiku) ning ta on jaotatud 25 võrdseks lõiguks; järelikult



Joon. 203. Varbsirkel mõõtmistäpsusega 0,02 mm: 1 — mõõtejoonlaud; 2 — liikumatu haru; 3 — liugur nooniusega; 4 — stopporkruvi; 5 — ümarmutter; 6 — liuguri stopporkruvi.

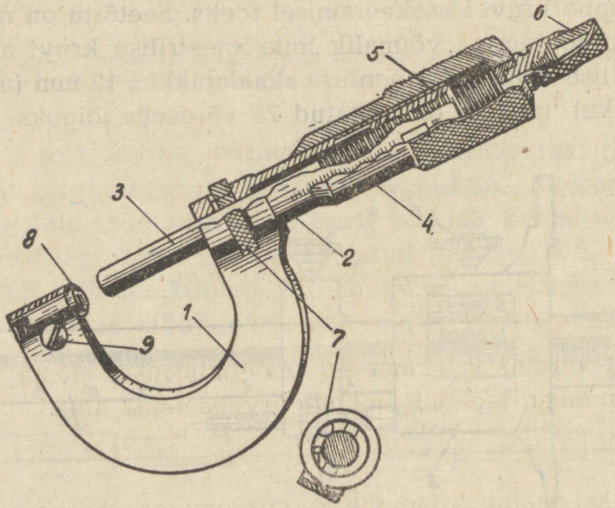
nooniuse jaotused võrduvad $12 : 25 = 0{,}48$ mm ja nooniuse täpsus $0{,}50 - 0{,}48 = 0{,}02$ mm.

Mõõtmisel loetakse täis- ja poolmillimeetreid mõõtejoonlaualt, joonlaua nullist kuni nooniuse nullini. Osad kuni poole millimeetrini loetakse nooniuse skaalalt, lugedes lõikude arvu nooniuse nullist kuni kriipsuni, mis kõige täpsemalt ühtib mõõtejoonlaua kriipsuga. Saadud lõikude arv korrutatakse nooniuse täpsusega (0,02 mm) ja korrutis liidetakse mõõtejoonlaualt saadud arvuga.

§ 91. Mikromeeter

Mikromeeter on väga laialt levinud mõõteriistaks toodete pikkuse, paksuse ja välimise ning sisemise läbimõõdu täpseks mõõtmiseks.

Mikromeeter (joon. 204) koosneb terasklambrist 1, mis on varustatud puksiga 2. Puksi sisse on lõigatud peenike ja väga täpne nõndanimetatud mikromeetriline keere. Puksi 2 sisse keeratakse



Joon. 204. Mikromeeter: 1 — massiivne klamber; 2 — puks, millele on kantud pikkuse jaotused täpsusega kuni 0,5 mm; 3 — spindel; 4 — hülss nooniuse skaalaga; 5 — seademutter surnudkäigu kõrvaldamiseks; 6 — mõõtesurve regulaator; 7 — kinnitusrõngas; 8 — kand; 9 — kinnituskruvi.

mikromeetriline kruvi 3 sileda karastatud vasaku otsaga. Kruvi 3 paremal otsal on hülss 4, mis pöörleb ühes kruviga.

Mikromeetrilisse kruvisse on keeratud paremalt poolt käristisega nupuke 6, mille abil teostataksegi kruvi edasiliikumist puksis. Klambri vasakule otsale on kinnitatud kand 8, mis kinnitatakse kruviga 9. Mõõdetav toode paigutatakse kanna 8 ja mikromeetrilise kruvi 3 vasaku otsa vahele. Kruvi kinnitamiseks vajalikku asendisse on kinnitusrõngas 7, mis pöördub ühele poole vabalt, teisele poole pööramisega aga kinnitab kruvi kohale. Kruvi jämeseadmine toimub hülsi 4 abil, täpne ja lõplik seadmine aga käristiga 6. Käristi hambakesed hakkavad libisema, kui kruvi pööramiseks vajalik jõupingutus ületab survet, mida avaldab käristile väike vedruke.

Mõõdetava toote pikkus loetakse puksile 2 kantud 0,5 mm jaotuste järgi (joon. 205). Mikromeetrilise kruvi keermesamm tehakse harilikult võrdne 1 mm, täpsematel mikromeetritel aga 0,5 mm. Seepärast igal kruvi täispöördel nihkub tema hülss puksil 1 mm või 0,5 mm võrra. Millimeetri murdosade lugemiseks on hülss 4 kaldotsale kantud 50 võrdset jaotust. Kui kruvi üks täispööre nihutab teda terve keermesammu võrra, siis vastab üks jaotus kruvi nihkumisele keermesammu $^1/_{50}$ võrra. Kui sammu suuruseks on 1 mm, võrdub üks hülsi jaotus:

$$\frac{1}{50} \cdot 1 = 0{,}02 \text{ mm},$$

kui aga mikromeetrilise kruvi samm on 0,5 mm, siis on üks hülsi jaotus:

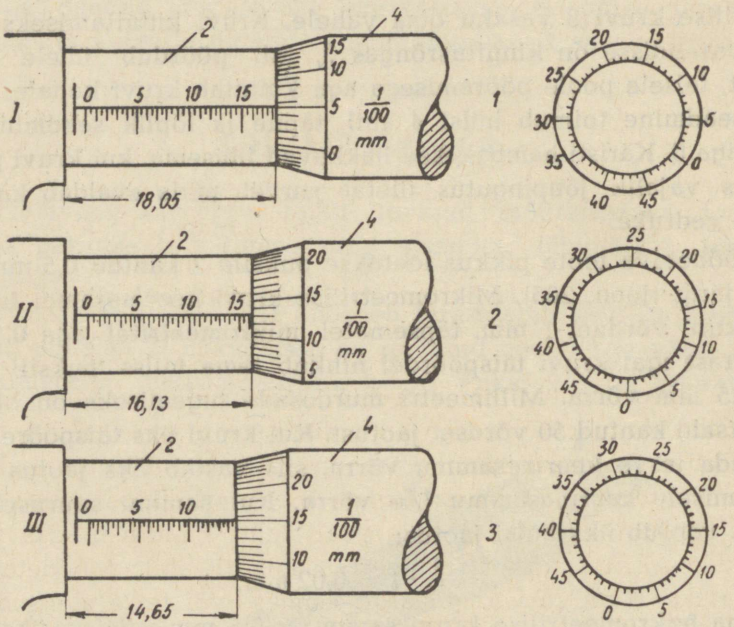
$$\frac{1}{50} \cdot 0{,}5 = 0{,}01 \text{ mm}.$$

Niisiis võrdub mikromeetri mõõtmistäpsus tema kruvi keermesammuga, jagatud jaotuste arvuga tema hülsil.

Kruvi maksimaalne liikumine ja mikromeetri täpsus on tavaliselt märgitud tema klambrile.

Õigete näitude saamiseks on vajalik, et mikromeetrite kruvija puksikeermed oleksid väga täpsed. Neil tingimustel ei teki

lõtku ehk surnudkäiku, mil kruvi pööramisele mõnel momendil ei kaasne tema pikutinihkumist. Kanna ja kruviotsa mõõtepinnad peavad olema õiged ja kruvi telgjoonega perpendikulaarsed. Seepärast peavad need tasapinnad kruvi toetumisel kannale täpselt ühtima. Samal ajal hülsi äär peab ühtima puksi nullkriipsuga.



Joon. 205. Mõõdete lugemise näiteid toote mõõtmisel mikromeetriga.

Kui hülsi 4 nulljaotus seisab mõõtmisel puksi 2 skaala pikikriipsul, siis mõõde sisaldab täis- või poolmillimeetreid. Kui aga puksi pikikriipsul asub mõni teine hülsi jaotus, siis näitab see, et puksi skaala näidule tuleb lisandada sajandikmillimeetreid. Nii näiteks, kui toote mõõtmisel puksi skaalalt (joon. 205 I) loeme 18 tervet millimeetrit, näeme ühtlasi, et puksi skaala pikikriipsu kohale tuleb pool hülsi jaotust, mistõttu mõõteks on $18 + 0{,}05 = 18{,}05$ mm.

Joonisel 205 toovad osad II ja III veel teisigi mõõtmise näiteid (16,13 ja 14,65 mm).

Mikromeetriga mõõtmise täpsus sõltub:

1) spindli õigest ja täpsest liikumisest,
2) kanna ja kruvi tasapindade õigsusest ja
3) jõust, millega kruvi pigistatakse toote vastu.

Kui kruvi surve on tugev, võib tekkida kuni 0,02—0,03 mm suurune mõõtmiste vahe. Et vähendada seda ebatäpsust, kasutatakse mikromeetrites käristit. Toodete mõõtmiseks kasutatakse mitmesuguse suurusega mikromeetreid ja nimelt: 0—25 mm, 25—50 mm, 50—75 mm ja 75—100 mm.

Enne mõõtmist peab mikromeetrit kontrollima. Kontrollimine seisneb selles, et mikromeetri mõõtetihvtid viiakse kokkupuutumiseni (mikromeetrite puhul 0—25 mm). Mikromeetrid suurusega 25 mm ja üle selle kontrollitakse samal kombel, kuid erilise etaloonkaliibri järgi, mis on ligi lisatud igale mikromeetrile. Selles kokkupuuteasendis peab nulljaotus liikumatul puksil ühtima nulljaotusega hülsil. Mikromeetri kulumise või mittekorrasoleku puhul võib esineda nende jaotuste mitteühtimine. Sel juhul peab reguleerima mikromeetrit või mõõdete lugemisel arvestama parandust, mis võrdub millimeetri sajandikosade arvuga, alates nullist kuni ühtiva jaotuseni puksil. Parandus on miinusmärgiga, kui ühtiv jaotus ületab nulli, ja plussmärgiga, kui ta on allpool nulli.

Mõõtmistel keeratakse kõigepealt lahti kinnitusrõngas ja siis keeratakse kruvi survet reguleeriva käristi abil. Mõõdetav ese pigistatakse kuni surveregulaatori esimese või teise plõksuni, mis vastab jõupingutusele 200 g. Siis fikseeritakse mikromeetri seis kinnitusrõngaga, mikromeeter võetakse esemelt maha ning loetakse näit.

Täis- ja poolmillimeetrite arvu loetakse liikumatu puksi skaalalt, võttes kokku lõikude arv esimesest kriipsust kuni liikuva hülsi servani. Millimeetriosad, juhul kui liikuva hülsi serv peatus puksi jaotuste keskel, loetakse nooniuse skaalalt kriipsu järgi, mis ühtib pikikriipsuga liikumatul puksil. Sel viisil loeme sajandikmillimeetreid.

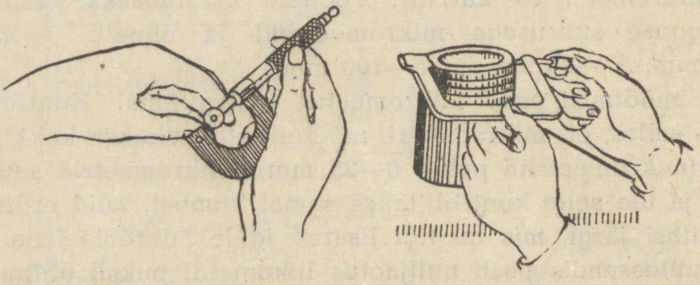
Saadud suurused liidetakse; nad annavad mõõdetava detaili mõõte.

Korduvatel mõõtmistel korratakse kõik loeteldud operatsioonid pärast mikromeetri taasseadmist detailile.

Pikkuste või läbimõõtude mõõtmisteks üle 100 mm kasutatakse erilisi suuri mikromeetreid.

Toodete mõõtmisvõtted mikromeetriga on näidatud joonisel 206.

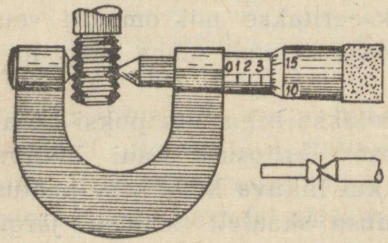
Mikromeetrit peab käsitsema kõige suurema hoolega nii mõõtmistel kui ka hoidmisel. Mikromeetriga mõõtmisel tuleb temaga ümber käia võimalikult hoolikalt ja kaitsta teda löökide, mustuse



Joon. 206. Võtteid mikromeetriga toodete mõõtmiseks.

ja smirgeltolmu eest. Mikromeetrit hoitakse eriti tema jaoks mõõdu järgi valmistatud suletavas kastikeses, kuivas ning ühtlase temperatuuriga ruumis.

K e e r m e m i k r o m e e t r i t kasutatakse peamiselt keerme keskmise läbimõõdu mõõtmiseks ja üksikutel juhtudel — keerme sisemise läbimõõdu mõõtmiseks. Keermemikromeetri üldvaade on toodud joonisel 207. Selline mikromeeter väliselt (välja arvatud töötavotste kuju) ei erine millegi poolest tavalisest mikromeetrist, mille ülesandeks on esemete pikkusmõõtude kindlakstegemine.

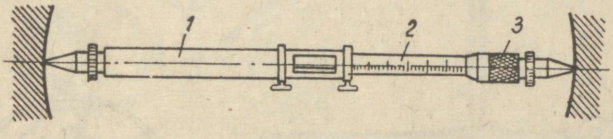


Joon. 207. Mikromeeter kruvikeerme mõõtmiseks.

Keermemikromeetriga peab väga korralikult ja hoolikalt ümber käima, järgides seejuures nõudeid, mis kehtivad spetsiaalriistade kasutamise kohta. Vajalike reeglite silmaspidamine kindlustab keermemikromeetrite kasutamisel mõõtmistäpsust kuni 0,01 mm.

Sisemikromeeter (joon. 208) on mikromeetrilise kruviga mõõteriist, mida kasutatakse siseläbimõõtude mõõtmisel.

Oma konstruktsioonilt erineb sisemikromeeter mikromeetrist klambri puudumise poolest. Mõõteskaala ja noonius on oma ehituselt ühetüübilised tavalise mikromeetri samade osadega. Mõõtmisi võib teostada sisemikromeetri üldpikkuse ulatuses, mis võib



Joon. 208. Sisemikromeeter: 1 — lisavarras; 2 — mõõteskaalaga varras; 3 — mikromeetriline peake nooniusega.

olla 35 mm ja üle selle. Järelikult mulku alla 35 mm sisemikromeetriga mõõta ei saa. Sisemikromeetri pikkuse suurendamiseks on vajalik suurte mulkude mõõtmisel keerata sisemikromeetri otsa standardjätk, mille suurus lisatakse skaala ja nooniuse järgi saadud mõõtele. Sisemikromeetri näitusid loetakse nagu tavalisegi mikromeetri näitusid. Sisemikromeetri kontrollimist teostatakse mikromeetriga.

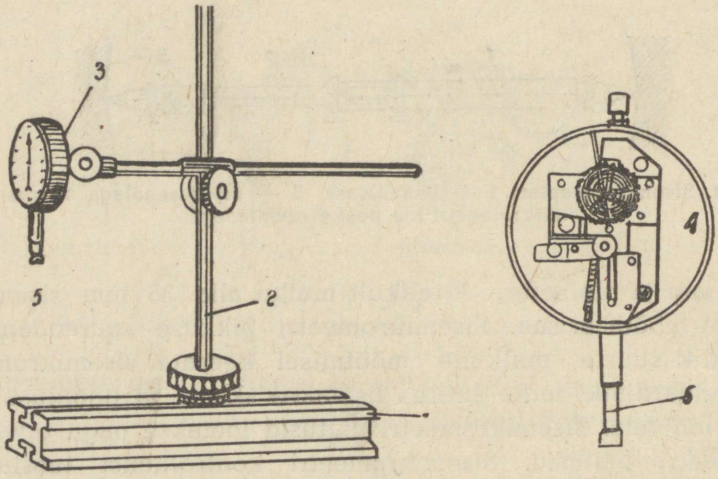
Mulkude mõõtmisel peab sisemikromeetrit üles seadma rangelt mulgu läbimõõdu järgi.

§ 92. Indikaator

Indikaator on mõõteriist, mille ülesandeks on väikeste kõrvalekallete mõõtmine toote mõõdetes ja kujus. Indikaatorit kasutatakse sageli tööpinkide, võllide, telgede, hoorataste, silindrite jms. horisontaalsete, vertikaalsete ja paralleelsete tasapindade kontrollimisel. Indikaatoritega mõõtmisel arvestatakse õigest kujust kõrvalekalde suurust millimeetri kümnendik- ja sajandikosades. Kõige levinum on kellakujuline numbrilauaga indikaator. Tema mehhanism (joon. 209) koosneb mitmest hammasrattast ja ühest hammaslatist, mis on ühendatud toega 5; viimasega toetub indikaator mõõdetavale tootele.

Indikaator kinnitatakse tavaliselt alusele selliselt, et ta puudutaks oma toega mõõdetava toote pinda. Pärast seda nihutatakse aeglaselt indikaatorit või toodet; seejuures igasugune muutus toote kujus või mõõdetes kajastub indikaatori toe asendis.

Selliste indikaatorite mõõtetäpsus ulatub 0,01—0,005 mm.



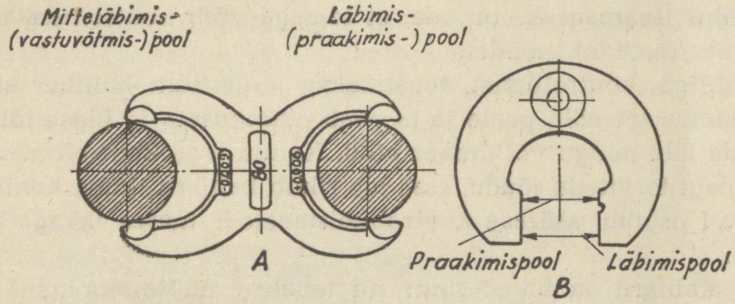
Joon. 209. Indikaator: 1 — alus; 2 — statiiv; 3 — indikaatori kere; 4 — indikaatori mehhanism; 5 — indikaatori tugi.

§ 93. Piirikaliibrid

Seeria- ja masstootmisel kasutatakse erilisi mõõteriistu. Neid nimetatakse šabloonideks, lekaalideks ja kaliibriteks.

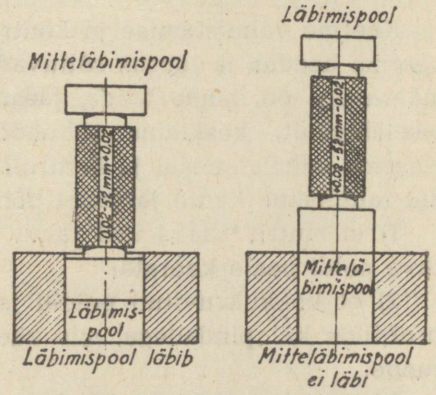
Masinate masstootmisel, kui valmistatakse nende üksikosi vastastikuse vahetatavuse põhimõttel, on tehnoloogiline protsess üles ehitatud selliselt, et töölisel ei tule oma tööpingil täita mitmesuguseid töid, vaid ainult ühte või kahte lihtsat operatsiooni. Seejuures universaal-mõõteriistade kasutamine on ebaratsionaalne ja madala kvalifikatsiooniga töölistele isegi mitte jõukohane nende mõõteriistade keeruka käsitsemise tõttu. Seepärast kasutatakse neil juhtudel igale üksikule mõõtele eraldi valmistatud lihtsamaid

mõõteriistu — igasuguseid kaliibreid, šabloone, klambreid jms., mis ei näita meile detaili tegelikke mõõte, vaid annavad võimaluse otsekohe kindlaks määrata, kas detail on kõlblik või mitte.



Joon. 210. Klambrikujuline piirikaliiber võlli mõõtude kontrollimiseks: A — kahepoolne kaliiber; B — ühepoolne kaliiber.

Piirikaliibrid (klambrid, korgid) võimaldavad mõõta kahte suurust: väikseimat ja suurimat, mis on lubatud antud eseme juures. Nii näiteks võlli kontrollimisel (joon. 210) ei tohi kaliiber peale minna klambri ühe poolega („mitteläbimise" ehk „vastuvõtmise" pool), kuid peab läbi minema klambri teise poolega („läbimise" ehk „praakimise" pool). Sellise mõõtmismeetodi juures on olemas täielik garantii selles, et kõrvalekallete piire toote nimimõõdetest, s. o. joonestisel antud mõõdetest, on silmas peetud. Joonisel 210 paremal on kujutatud piirikaliiber, mille „läbimise" ja „mitteläbimise" mõõted asetsevad ühel poolel.



Joon. 211. Ummargune piirikaliiber mulgu mõõdete kontrollimiseks.

Piirikaliibritega mõõtmise täpsus on keskmiselt $\pm$ 0,01 mm.

Piiriklambri harud on tsementeeritud, karastatud ja mõõtesse

lihvitud. Klambri keresse on löödud tempel harude vahe nimi-, suurima ja väikseima mõõte äratähendamisega.

Mulkude kontrollimiseks kasutatakse ümmargusi ehk korkkaliibreid (joon. 211).

Kaliibri iseärasuseks on see, et temaga võib kontrollida ainult detaili üht teatavat mõõdet.

Kaliibriga kontrollimist teostatakse järgmiselt: kaliiber asetatakse mulku või võlli peale ja ta peab pingutuseta ja liigse lõtkuta mahtuma läbi mulgu või ümber võlli. Kaliibritega kontrollimisel ei tohi kunagi tarvitada jõudu, sest see rikub kaliibrit, kuna kontrollitav detail osutub säärase kontrollimismeetodi juures ikkagi kõlbmatuks.

Igal kaliibril on tingmärgid: nii tehakse mõõtetasapinnad kaliibri läbimispoolel pikemad kui praakimispoolel ning kiiremaks eraldamiseks värvitakse vahel kaliibrite praakimispoolele punane triip. Peale läbimis- ja praakimispoole eraldusmärkide kantakse kaliibrile veel kõrvalekalded ja mõõtmistemperatuur.

Keerme kontrollimine kaliibritega

Keerme valmistamise ja kontrollimise raskus seisneb selles, et keerme headus ja täpsus sõltuvad paljudest teguritest. Iga keerme määrajaks on, nagu teada, järgmised viis tegurit: välisläbimõõt, siseläbimõõt, keskmine läbimõõt, keermesamm ja profiilinurk. Keerme valmistamisel ja kontrollimisel peavad kõik tema elemendid rahuldama kahte järgmist põhinõuet:

1) et mutrit saaks igal juhul hõlpsasti tema nimimõõtele vastava poldi peale keerata;

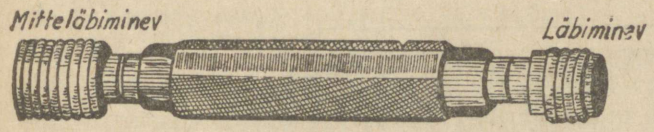
2) et kokkukruvitud poldid ja mutrid puutuksid kokku oma profiilide külgpindadega, mis võtavad vastu keermele rakendatud tunge.

Masstootmisel kontrollitakse keeret harilikult normaal- või piirikaliibritega, mis on nähtud ette kõigi keerme-elementide ning peamiselt nende omavahelise vastastikuse vahekorra kontrolliminseks. Neid kaliibreid kasutatakse nii poltide kui ka mutrite keerme kontrollimiseks.

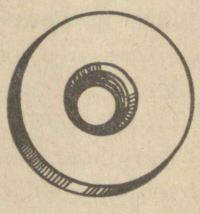
K e e r m e k a l i i b r i t mutrikeerme kontrollimiseks nimeta-

takse korkkaliibriks, poldikeerme kontrollimiseks kasutatakse aga keermerõngast. Keerme korkkaliiber ja keermerõngas on näidatud joonistel 212 ja 213. Nad kujutavad endast väga täpse keermeprofiiliga polti ja mutrit. Neid valmistatakse tööriistaterasest ja allutatakse termilisele töötlemisele — karastamisele ja noolutamisele.

Keerme kontrollimine kaliibritega on väga lihtne. Seda tööd võivad teha ka madala kvalifikatsiooniga töölised. Seejuures peetakse kinni järgmisest juhisest: iga õieti valmistatud polt peab



Joon. 212. Korkkaliiber mutrikeerme kontrollimiseks.



Joon. 213. Rõngas-kaliiber poldikeerme kontrollimiseks.

pingevabalt ja logisemata minema keermerõngasse ning iga mutter peab rahuldama samu tingimusi tema keeramisel korkkaliibri peale. Kaliibritega saavutatav keermemõõtmise täpsus väljendub tavaliselt tuhandikmillimeetrites.

Piirikaliibritega mõõtmisel tuleb silmas pidada järgmisi reegleid:

1. Kaliiber peab sisse minema tootesse oma raskuse või sellele lähedase tungi mõjul.

2. Kaliibrid ja mõõdetavad tooted peavad olema puhastatud õlist ja mustusest.

3. Mõõtmine peab toimuma toote liikumatus olekus.

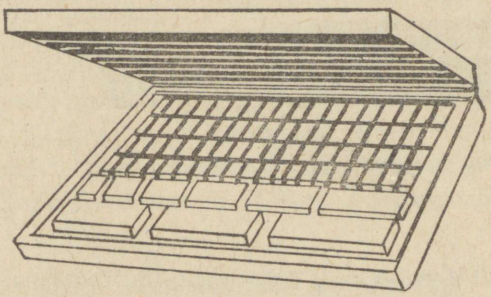
4. Mõõtmisel peab toote ja kaliibri temperatuur võrduma ruumi temperatuuriga.

Kaliibreid peab perioodiliselt kontrollima. Kontrollimine on vajalik selleks, et välja selgitada kulumise tõttu kõlbmatuks muutunud eksemplarid.

§ 94. Johansoni kontrollplaadid

Johansoni plaadid kujutavad endast etaloonplaatide komplekti mõõteriistade pikkusmõõtude kontrollimiseks ja toodete täpsete mõõdete kindlaksmääramiseks. Oma nimetuse said nad rootsi firma nime järgi, kes hakkas neid esimesena valmistama.

Plaadikesed on risttahukakujulised; nad valmistatakse erilisest tööriistaterasest, karastatakse ning lihvitakse hoolikalt. Peensobitamist teostatakse niivõrd hoolikalt, et kaks kokkupandud plaati kleepuvad teineteise külge.



Joon. 214. Komplekt Johansoni kontrollplaate.

Kõik plaadid komplektis on ühesuguse ristlõikega (30 × 9 mm), kuid mitmesuguse pikkusega. Nii näiteks joonisel 214 näidatud etaloonplaadikeste komplekt koosneb 83 plaadist. Neist on:

1	plaat pikkusega	1,005 mm,
52	plaati „	1,01; 1,02; 1,03 jne. kuni 1,52 mm,
20	„ „	0,5; 1,0; 1,5 ja kuni 10 mm,
10	„ „	10; 20; 30 ja kuni 100 mm.

Igale plaadile on märgitud komplekti väljalasketehase nimetus, plaadi mõõde ja temperatuur, mil tuleb toimetada mõõtmisi.

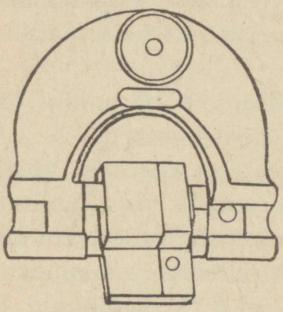
Mõõteplaatide kasutamisel toimitakse järgmiselt: plaatide komplektist valitakse nõutava mõõtega plaat. Sobiva plaadi puudumisel moodustatakse vastav mõõde mitme plaadi valimise teel. Liites plaadid, saame vajaliku mõõte. Mõõdete võimalike kombinatsioonide arv plaatide komplektis on väga suur. Nii näiteks annab

91 plaadist koosnev komplekt kuni 200 000 mõõdete kombinatsiooni 1 kuni 200 mm piirides, 0,001 mm vahedega. Väikesed plaatide komplektid (9—50) võimaldavad kuni 10 000 mõõdete kombinatsiooni.

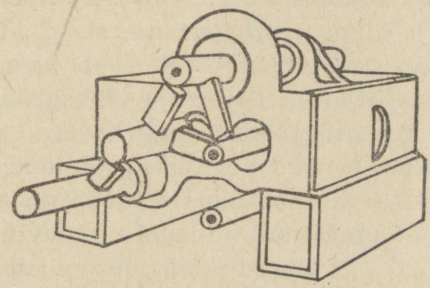
Plaatide kasutamise näiteks võib olla piiriklambri mõõtmine (joon. 215). Plaatide valiku teel saadakse selline plaatide kogum, mis nõrga hõõrdumisega mahub klambri harude vahele ning määrab seega nende vahekauguse, s. o. määrab suure täpsusega kindlaks klambri mõõte.

Iseloomustav näide plaatide kasutamise kohta toote mõõdete kindlaksmääramisel on toodud joonisel 216. Plaatide ülesandeks on siin toote nelja mulgu telgedevahelise kauguse kindlaksmääramine. Mulkude sisse pannakse siledakslihvitud väikesed võllikesed, kusjuures need sobitatakse võimalikult täpsemalt mulkude mõõdetele.

Plaatide valiku teel leitakse kahe võllikese vaheline kaugus. Lisades valitud plaadikeste mõõdetele mõlema vastava võllikese



Joon. 215. Johansoni plaatide kasutamise näide klamber-kaliibri mõõdete kontrollimisel.



Joon. 216. Johansoni plaatide kasutamise näide toote mulkude vahe kindlaksmääramisel.

pool-läbimõõdud, saame täpse vahekauguse eseme telgede vahel. Peale plaatide, millede ülesandeks on mõõtmine ja pikkusmõõtude kontrollimine, on veel olemas plaadid nurkade kontrollimiseks ja mõõtmiseks ehk nõndanimetatud nurgamõõtmisplaadid.

Nurgamõõtmisplaadid valmistatakse mitmesuguste nurkadega. Selliste plaatide komplektid võimaldavad igasuguste nurkade saa-

mist täpsusega kuni 1'. Kontrollplaatidega peab äärmiselt ettevaatlikult ümber käima, hoidma neid eraldi kastis kuivas ja ühtlase temperatuuriga ruumis. Vastav temperatuur on märgitud komplektile.

§ 95. Täpsete mõõte- ja kontrollriistade säilitamine ja hooldamine

Kontroll- ja mõõteriistade pikk iga on sõltuv mitte ainult nende oskuslikust ja õigest käsitsemisest, vaid peamiselt hoidmisviisidest ja õigest hooldamisest.

Ruum, milles hoitakse kontroll- ja mõõteriistu, peab olema kuiv ja soe, temperatuuriga 18—20° C. Niiskus ja temperatuuri järsud kõikumised ruumides põhjustavad riistade roostetumist. Rooste tekkimine kontroll- ja mõõteriistadel on lubamatu.

Pikemaaegsel säilitamisel on soovitav mähkida täpseid mõõteriistu õhukesse pärgament- või õlipaberisse, mis kaitseb neid niiske õhu ja tolmu juurdepääsu eest.

Laos või hoiuruumis peab olema selline kord, mille juures mõõteriistad ei rikneks ja oleksid alati kergesti leitavad.

Sõltuvalt mõõteriistade konstruktsioonist ja täpsusest võetakse tarvitusele ühed või teised abinõud mehaaniliste vigastuste vältimiseks hoidmisel. Lihtsad mõõteriistad hoitakse riiulitel või kappides. Mõõteriistad, milledel on lihvitud või kaabitsetud pinnad või mis on eriti täpsed (kontroll-joonlauad ja -plaadid, šabloonid, piirikaliibrid jms.), paigutatakse erikastidesse või kappidesse.

Suure täpsusega mõõteriistad (varbsirklid, mikromeetrid, plaadid jms.) hoitakse eritohludes, mis vastavad mõõteriista kujule.

Pikki kontroll- ja mõõtejoonlaudu on soovitav (võimaliku paindumise vältimiseks nende hoidmisel) riputada kapiseintele. Et kaitsta riistu roostetumise eest, peab neid sisse määrima kondiõliga või hea (happevaba) vaseliiniga. Enne kasutamist hõõrutakse mõõteriistad üle puhta lapi või vatiga või pestakse bensiiniga. Pärast seda kaetakse mõõtmispind õhukese kondiõlikihiga.

Mõõteriistadega töötamisel tuleb eriti tähelepanelikult jälgida, et neid ära ei taotaks mõõdetava toote, tööpingi või teiste metall-

esemete vastu; löögid võivad kahjustada mõõteriista täpsust või seda täiesti rikkuda.

Töövaheaegadel peab mõõteriistu hoidma kapikeses, kus neile antakse eraldi koht. Enne kasti paigutamist puhastatakse ja määritakse mõõteriistu hoolega ning asetatakse nad siis tohludesse (kui sellised on olemas). Mõõte- ja kontrollriistade korratu hoidmine koos lõikeriistadega on täiesti lubamatu.

Rooste tekkimisel peab mõõteriista asetama üheks päevaks petrooleumisse, pärast seda pesta teda bensiiniga, kuivaks hõõruda ja sisse määrida õhukese õli- või vaseliinikihiga.

Kõik mõõteriistad kuluvad aja jooksul ja muutuvad ebatäpseks. Seepärast peab neid reeglipäraselt kontrollima teiste täpsemate mõõteriistade järgi, mida nimetatakse kontrollriistadeks. Nii näiteks mikromeetrid, varbsirklid ja kaliibrid mõõdetakse kontrollseibidega; viimaseid tehakse tavaliselt kaks tükki igale mõõtele: üks läbiminev ja teine mitteläbiminev. Kui mitteläbiminev kontrollseib läbib antud mõõte, siis näitab see mõõteriista liigset kulumist ja teda peab kõrvaldama kasutamisest. Tõhusat kontrolli kindlustavad Johansoni plaadid.

Mõõtetäpsusele mõjub temperatuur, mille juures mõõtmised toimuvad. Nagu teada, paisuvad metallid soojenemisel. Mitmesuguste metallide pikenemine soojenemisel 1° C võrra moodustab 1 m kohta:

karastamata teras	0,01 mm
karastatud teras	0,012 mm
malm	0,010 mm
pronks	0,018 mm
messing	0,019 mm
alumiinium	0,024 mm

Seepärast mõõtmistulemuste ebatäpsus tekib toote ja mõõteriista temperatuuride erinevusest.

Et vältida mõõteriistade soojenemist töötaja kätest, varustatakse täpsed mõõteriistad kummist, plastilisest massist või puidust isoleerseadistega; nende abil tuleb hoida mõõteriista mõõtmisel.

Mõõteriistade korrashoidmiseks ja nende täpsuse säilitamiseks on vajalik silmas pidada järgmisi reegleid:

1. Pärast töö lõpetamist kontrollida mõõteriist ja üle hõõruda puuvillase lapiga.

2. Määrida mittetöötavad osad puhta tehnilise vaseliiniga, töötavosad aga kondiõliga.

3. Hoida mõõteriistu erikappides, tohludes või sellekohastes pesades.

4. Hoolitseda hoiuruumi alalise temperatuuri (ilma järskude muutusteta) ja normaalniiskuse eest.

5. Kaitsta mõõteriistu päikesekiirte otsese mõju eest.

6. Kaitsta mõõteriistu magnetiliste mõjutuste eest, mis soodustavad metallitolmu sadestumist mõõteriista pinnale ja tema magnetiseerumist.

7. Remontida mõõteriistu ainult eritöökodades, tingimusel, et seda tööd tehtaks kõrge kvalifikatsiooniga lukkseppade poolt.

XVIII peatükk

DETAILIDE TÖÖTLEMISE TEHNOLOOGILINE PROTSESS

§ 96. Detailide valmistamise tehnoloogilise protsessi mõiste

Detailide valmistamise protsess kujutab endast operatsioonide tsüklit, millede tulemusena materjalid ja pooltooted muudetakse valmistoodanguks. Selle tootmisprotsessi tähtsaimaks operatsiooniks on tema peaosa — tehnoloogiline protsess. Iga tehnoloogiline protsess jaguneb järgmisteks põhietappideks:

1) detailide toortöötlemine (valamine, sepistamine, stantsimine, lõikamine jne.);

2) toortükkide töötlemine mehaanilistel tööpinkidel lõplike mõõdetega ja kujuga detailide saamiseks;

3) detailide töötlemine lukksepa poolt koos nende sobitamisega ülesseadmiskohale;

4) sõlmede ja komplektide kokkupanek, s. o. üksikute detailide ühendamine sõlmedeks ja komplektideks;

5) masina lõplik montaaž.

Järelikult, tehnoloogiliseks protsessiks nimetatakse detaili töötlemiseks täpselt väljatöötatud korda ühes töövõtete, kasutatavate tööriistade ja rakiste näitamisega. Tehnoloogilise protsessi õigeks juhtimiseks jaotatakse ta üksikuteks operatsioonideks.

Tehnoloogiliseks operatsiooniks nimetatakse tehnoloogilise protsessi üksikut ühetaolist osa, mida täidetakse ühe töötaja poolt ühe ülesseadmisega. Operatsioon on tootmisprotsessi planeerimise põhielemendiks tehnoloogilise protsessi väljatöötamisel ja tehnilise normeerimise läbiviimisel.

Tehnoloogilise protsessi väljatöötamise ülesanne seisneb:

1. Üksikasjalises järjestikuses tööprotsesside kirjeldamises, millede abil peab teostuma detailide töötlemine ja mehhanismide ning masinate montaaž.

2. Tööprotsesside teostamiseks vajaliku seadmestiku, lõikerežiimide, rakiste, tööriistade ja tööjõu kindlaksmääramises.

3. Lähteandmete ülesseadmises planeerimise, tehnilise kontrolli, transpordimajanduse jms. organisatsioonilisteks toiminguteks.

Tehnoloogilise protsessi väljatöötamine peab peegelduma teatud kindlates dokumentides. Tehnoloogilise protsessi dokumentatsiooni hulka kuuluvad: tööjoonestised, operatsioonikaardid, instruktiivkaardid ja normeerimiskaardid.

Tööjoonestised peavad sisaldama kõik andmed, mis on vajalikud töö õigeks täitmiseks. Nende sisu võib olla mitmesugune, sõltuvalt nende ülesandest. Näiteks montaažijoonestisele märgitakse ainult need mõõted, mida on vaja silmas pidada montaažil, sest teiste mõõdete märkimine joonestisele teeks joonestist ainult segasemaks ja raskendaks tema lugemist; seevastu tööjoonestis peab sisaldama kõik detaili mõõted, kusjuures nad peavad olema paigutatud sel kombel, et töödeldaval tootel oleks hõlpus teostada mõõtmisi. Detaili tööjoonestisel tähistatakse pinnatöötlemise iseloom ja nimetatakse detaili materjal, tema termiline töötlemine (kui seda nõutakse) ning teised andmed.

Operatsioonikaart kujutab endast tehnoloogilise protsessi operatsioonide plaani detailide töötlemiseks või mehhanismi kokkupanekuks.

Operatsioonikaart sisaldab järgmisi põhiandmeid:

1) detaili töötlemiseks või mehhanismi montaažiks vajalike operatsioonide ja töökäikude loetelu nende teostamise järjekorras; selgituseks illustreeritakse operatsioonid ja töökäigud tavaliselt skitsidega;

2) andmed seadmestiku, rakiste ja tööriistade kohta, mis on vajalikud iga üksiku operatsiooni täitmiseks;

3) ajanormid iga operatsiooni täitmiseks;

4) töö kvalifikatsioon iga operatsiooni jaoks.

Instruktiivkaardid erinevad operatsioonikaartidest selle poolest, et neid koostatakse eraldi iga operatsiooni kohta, tema liigendamisega elementideks (töökäigud ja töövõtted) ja et nad sisaldavad üksikasjalisemaid andmeid seadmestiku ja tööriistade kohta, mis on vajalikud antud operatsiooni täitmiseks.

Instruktiivkaardid illustreeritakse üksikasjaliste skitsidega.

§ 97. Lukksepa-tööriistade valmistamine ja remontimine

Lõike- ja mõõteriistade töökõlblikkus ja vastupidavus ei sõltu mitte ainult nende õigest valmistamisest ja oskuslikust käsitsemisest, vaid ka õigest hoidmisest ja hooldamisest.

Käesoleval ajal valmistatakse peaaegu kõik lõike- ja mõõteriistade toortükid tööpinkidel treialite, freesijate ja lihvijate poolt. Lukksepale jääb vaid tööriistade lõplik töötlemine, peensobitamine, koostamine ja markeerimine.

Lukksepa poolt tööriistade valmistamisel tehtavate tööde hulka kuulub (peale eelmistes peatükkides kirjeldatute) ka veel külgejoodetud plaatidega lõiketerade ja puuride, sissepandavate hammastega freeside ja hõõritsate, prismaliste fassong-lõiketerade, ümmarguste keermepakkide, täpsete hõõritsate ja paljude kontrollning mõõteriistade valmistamine.

Külgekeevitatud või -joodetud plaatidega lõiketerade valmista-

misel töödeldakse terahoidja pesa freesimise või hööveldamise teel. Lukksepp peab ainult teostama plaadi sobitamist pesasse.

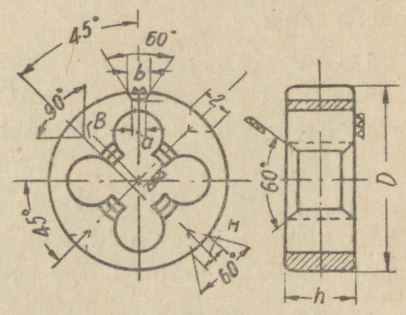
Selleks, et kiirlõiketerasest või kõvasulamist plaat püsiks kindlalt hoidja pesas ega kõiguks, peab ta olema hoolikalt sobitatud pesale peenviili abil.

Kiirlõiketerasest plaadid keevitatakse elekterkeevitusaparaatidel kontaktkeevituse meetodil eriliste keevituspulbrite abil; kõvasulamist plaadid joodetakse punase vasega ääsil või ahjus.

Pärast plaatide keevitamist või jootmist toimub lõiketera profiili teritamine ja peensobitamine lihvimisketaste abil. Sellele järgneb plaadi keemiline puhastus mustusest, rasvadest ja oksüüdidest seebikivilahuse abil. Mõrad ja õhumullid, mis võivad tekkida keevitus- või jootmisprotsessi kestel, selgitatakse luubi abil.

Palju raskemaks osutub keermelõikamise tööriistade valmistamine.

Lahtilõigatavate ümarpakkide valmistamine (joon. 217) teostub trei- või revolverpinkidel. Pakid valmistatakse ümmargusest toortükist; tsentraalmulk puuritakse, hõõritsetakse ja süvitatakse koonilise süvispuuriga 50—60° nurga all 1,5—2 sammu sügavuselt. Siis lõigatakse sellesse mulku keere ühe keermepuuri või keermepuuride komplekti abil. Pakkide edaspidine töötlemine toimub lukksepa poolt järgmises järjekorras:



Joon. 217. Lahtilõigatavate ümarpakkide valmistamine.

Operatsioon 1. Laastumulkude puurimine, mis toimub puurmasinal konduktori kasutamisega.

Operatsioon 2. Külgsoone freesimine. Külgsoon tehakse ühe laastumulgu vastas. Et pakk ei kaarduks karastamisel, ei tehta soont läbiminevana, vaid jäetakse 0,75—1,5 mm paksune ühenduskoht, mis pärast karastamist läbi raiutakse või läbi viilitakse.

Operatsioon 3. Külgpesade puurimine puurmasinal konduktori kasutamisega.

Operatsioon 4. Laastumulkude üleviilimine puurimisest jäänud ühenduse kõrvaldamiseks ja õigete esinurkade ning hammaste lõikenurkade saamiseks pakil. Lõikenurgad peavad olema malmi, pronksi ja kõva terase töötlemiseks 90°, keskmise kõvadusega terase jaoks — 83—85° ja pehme terase ning messingi jaoks — 80°.

Selle operatsiooni käsitsi teostamisel saadakse sageli mitmesuguseid lõikenurki. Selle tagajärjeks on, et paki hambad lõikavad tootele keeret mitmesuguste tungidega ja võtavad maha mitmesuguse paksusega laastu; valmiskeere tuleb kare ning ülekoormatud hambad nürinevad ja purunevad ruttu. Et saada selle operatsiooni juures ühesuguseid lõikenurki, kasutatakse karastatud šablooni laastumulkudega, mis täpselt vastavad nõutud lõikenurkadele. Šabloon keeratakse paki külge poldi ja mutri abil läbi ühe laastumulgu; siis viilitakse üle kõik mulgud, välja arvatud mulk, milles on šablooni kinnihoidev polt.

Lõdvendamata poldimutrit kinnitatakse šabloon teise samasuguse poldiga, võetakse välja esimene polt ja viilitakse üle viimane mulk.

Operatsioon 5. Pakkide lõikeosa tagapindade kujundamine. Õige töö jaoks on vajalik, et paki hammaste taganurgad oleksid ühesugused ja moodustaksid 4—6°.

Operatsioon 6. Lõplik keermestamine viimase ehk emakeermepuuriga. Selle operatsiooni kestel võetakse keermelt maha kõik kisud, mis tekkisid eelmistes operatsioonides, ja antakse keermele lõplikud mõõted. See operatsioon toimub käsitsi.

Operatsioon 7. Paki markeerimine pealelöögi-meetodil vasara ja templi abil.

Operatsioon 8. Paki karastamine termilises töökojas.

Operatsioon 9. Keerme puhastamine emakeermepuuriga, mis peab olema väga kõva pinnaga.

Operatsioon 10. Paki külgpindade lihvimine keermestatud tornil.

Operatsioon 11. Paki hammaste esipindade teritamine.

Operatsioon 12. Paki hammaste tagapindade teritamine.

Operatsioon 13. Ajutise ühenduskoha kõrvaldamine ja tema puhastamine lihvimisketta abil.

Pärast seda operatsiooni on pakid lõplikult valmis ja nad esitatakse vastuvõtuks tehnilise kontrolli osakonnale (TKO).

Väljaraiumise stantsi valmistamine. Toortükid väljaraiumise stantsi valmistamiseks (see koosneb templist ja matriitsist) saab lukksepp kätte juba eelnevalt töödeldutena, töötlemisvaruga 0,5—0,8 mm piirides. Lukksepa ülesandeks on templi sobitamine matriitsile ja lõplik peensobitamine.

Matriitsi mulk peab olema kohastatud templile ligikaudu II täpsusklassi liuguva iste järgi, nii et templi ja matriitsi vahele jääks väga väike pilu. Läbimõõdu järgi on pilu laius umbkaudu järgmine:

1) messingi ja pehme terase väljaraiumisel — $^1/_{20}$ töödeldava materjali paksusest;

2) keskmise kõvadusega terase väljaraiumisel — $^1/_{16}$ töödeldava materjali paksusest;

3) kõva terase väljaraiumisel — $^1/_{14}$ töödeldava materjali paksusest.

Kergesti pragunevate, habraste materjalide väljaraiumine stantsidel (nagu näiteks kartong, vilgukivi, bakeliit ja vedruteras) nõuab veelgi täpsemat matriitsi sobitamist templile — I täpsusklassi liuguva iste järgi. Seejuures on pilu templi ja matriitsi vahel niivõrd väike, et selline stants lööb kergelt läbi märjast paberist (seda võtet kasutataksegi harilikult stantside vastuvõtmisel).

Detaili on kõige lihtsam valmistada ja mis on tähtsamgi — mõõta tema välispinna järgi. Seepärast stantside valmistamisel tehakse valmis kõigepealt tempel ja kõik temaga seotud detailid. Alles siis, valmis templi järgi, toimub matriitsi ja selle juurde kuuluvate detailide töötlemine ja kokkupanek. Lähtudes sellest asjaolust määrataksegi kindlaks stantside valmistamise ja kokkupaneku tehnoloogiline protsess.

Tööriistade õige valmistamine, oskuslik kasutamine, hoolikas hoidmine ja õigeaegne remont — need on vajalikud tingimused, ilma milleta pole võimalik saavutada kõrget tööviljakust.

§ 98. Rakiste valmistamine ja remont

Rakiste valmistamisel saab lukksepp tavaliselt kõik detailid tööpinkidel eelnevalt töödeldult. Lukksepp teostab seejuures ühtede detailide sobitamist teistele ja nende lõplikku viimistlemist. Rakised valmistatakse II ja isegi I täpsusklassi järgi, sõltuvalt rakise detailide omavahelise ühenduse iseloomust ja rakise ülesandest. Täpsus rakise mulkude puurimisel ja keskpunktide vahekauguse määramisel võetakse tavaliselt kaks korda kõrgem selles rakises töötlemiseks määratud toote täpsusest. Rakiste valmistamine ja montaaž peavad teostuma väga täpselt ja nõuavad töötajalt kõrget kvalifikatsiooni. Et kindlustada rakiste kõrget valmistustäpsust, peab kasutama kohaseid seadmeid: täpseid märkimisriistu, täpseid puur- ja lihvimispinke ning täpseid mõõteriistu.

Kõige raskemaks ja vastutavamaks tööks rakiste valmistamisel on juhtpukside, tugede ja rõngaste jaoks mulkude puurimine konduktorite, plaatide ja nurgikute sisse ning nende mulkude töötlemine. Selle töö täpsusest sõltub peamiselt kogu rakise täpsus.

Et saada täpset mulku, peab teda täpselt märkima ja õieti puurima. Vajaliku täpsuse saavutamiseks puurpingil töötamisel tuleb silmas pidada järgmisi nõudeid:

a) pingi spindel peab laagrites pöörlema ilma viskamiseta;

b) pingi spindli ettenihke suund peab olema perpendikulaarne lauaga;

c) spindli koonilise pesa keskjoon peab ühtima spindli enese keskjoonega;

Täpsete mulkude puurimist teostatakse mitmesugustel meetoditel:

Indikaatori järgi puurimise meetod seisneb selles, et mulgu keskpunkti täpne seadmine puurpingi laual toimub kang-indikaatori abil, mis koonilise sabaga asetatakse pingi spindli pesasse.

Mulgu kärnitud keskpunkti kohaleseadmine indikaatori järgi loetakse lõpetatuks, kui varda alumine ots langeb ühte pingi spindli keskpunktiga ja indikaatori osutiga. Pärast seda kinnitatakse toode kindlalt töölauale, võetakse indikaator spindlist välja ja pannakse tema asemele puur. Siis asutakse mulgu puuri-

misele, mis järgnevalt hõõritsetakse. Mulkude valmistustäpsus võib selle meetodi kasutamisel ulatuda kuni ±0,1 mm, mis on täiesti küllaldane paljude toodete jaoks.

Järjestikku puurimise meetod annab palju kõrgema täpsuse (kuni ±0,03 mm) ja on kõige enam levinud. Järjestikku puurimist teostatakse järgmiselt: pinda, millesse peab puurima mulgu, märgitakse erilise riista abil, mida nimetatakse varbrismuseks; puuritavate mulkude tsentrid kärnitakse tavalisel kombel, kuna tsentrite ümber märgitakse sirkliga mõned kontroll-ringjooned. Siis puuritakse mulgud puurpingil, kusjuures puuri läbimõõt võetakse mulgu läbimõõdust 5—6 mm võrra väiksem.

Kui kõik mulgud on puuritud, asutakse nende kontrollimisele, võttes nendest üks mulk lähtealuseks. Kontrollimine toimub ümarkaliibrite abil, millede läbimõõt võrdub mulkude läbimõõduga. Üks kaliiber pannakse lähtealuseks võetud mulku, teine aga järgmisse mulku, mille kaugust lähtemulgust on vaja mõõta. Mõõtmine toimub kas Johansoni plaatidega või varbsirkliga. Mulkude õigel asetsemisel peab varbsirkli näit võrduma nõutava kaugusega mulkude keskpunktide vahel pluss kaliibrite kaks raadiust. Varbsirkli harud peavad mõõtmisel kergelt puudutama kaliibrite pinda. Kui seda ei sünni, s. o. kui varbsirkel läbib kaliibrid vabalt ilma igasuguse hõõrdumiseta või ei läbi üldse, siis tähendab see teise mõõdetava mulgu ebaõiget asetust lähtemulgu suhtes. Tehtud parandust kontrollitakse varbsirkliga mulgu servast kuni kontroll-ringjooneni. Pärast seda asutakse kolmanda mulgu kontrollimisele, mida tehakse jällegi esimese, s. o. lähtemulgu järgi.

Sel kombel kontrollitakse lähtealuseks võetud mulgu järgi kõik teised mulgud.

Pärast seda võetakse teine puur, läbimõõdult 3—4 mm võrra väiksem mulgu nõutavast läbimõõdust, ja puuritakse temaga kõik mulgud läbi. Seejuures asetatakse toode vabalt puurpingi lauale ja seatakse tema mulgud täpselt puuri keskjoone järgi. Siis võetakse ette kõikide mulkude asetuse teiskordne kontrollimine kaliibrite järgi, millede läbimõõt võrdub saadud mulkude läbimõõduga. See kontroll toimub samal meetodil, nagu esimeselgi kontrollimisel, s. o. lähtealuseks võetakse sama lähtemulk. Kõrvalekalded mulkude õigest asetusest on nüüd juba palju väiksemad kui esimesel

kontrollimisel. Pärast seda parandatakse kõikide valesti puuritud mulkude asukohad ning puuritakse mulgud uuesti läbi puuriga, mille läbimõõt on 1 mm võrra väiksem nõutavast. Pärast puurimist kontrollitakse mulgud kaliibritega kolmandat korda samal meetodil, nagu esimeselgi kontrollimisel.

Tavaliselt tulevad mulgud küllalt täpsed juba pärast 2—3 kontrolli ja parandust. Siis puuritakse nad lõplikult, süvitatakse ja hõõritsetakse vajaliku läbimõõduni.

Nagu näeme, on järjestikku puurimise meetod täpsete mulkude saamiseks väga keerukas ja vaevanõudev; ta eeldab lukksepa kõrget kvalifikatsiooni.

Täpsete mulkude saamine käsitsi on töömahukaks ja ebaproduktiivseks protsessiks. Palju paremini saab täpseid mulke puurida „Sip"-tüüpi pinkidel. „Sip"-puurpinki, mida nimetatakse ka täpsus-koordinaat-puurpingiks, kasutatakse tema kõrge töötäpsuse tõttu väga täpsete mulkude valmistamiseks toodetes. Mulkude keskpunktide vahekauguse täpsus on selle pingi mitmesugustel tüüpidel 0,005—0,015 mm. Seadmine ja puurimine toimub „Sip"-pingil 4—5 korda kiiremini kui ülalkirjeldatud meetodite puhul. See on antud puurimisviisi suureks eeliseks.

Mulkude puurimiseks, mis asetsevad toodete ümbermõõdul, samuti ka kaldmulkude puurimiseks, kasutatakse erilist pööratavat töölauda, millele kinnitatakse töödeldav toode. See laud on pööratav ümber oma vertikaal- ja horisontaaltelje ning omab jaotusseadeldist.

Pärast puurimist hõõritsetakse mulgud tavaliselt samal pingil, et saada kõrgemat täpsust läbimõõdus ja küllaldast seinte siledust.

Rakiste kokkumonteerimisel on vajalik pöörata erilist tähelepanu kõikide detailide geomeetrilise kuju ja mõõdete õigsusele ning samuti edasiseks peensobituseks ja passimiseks vajalike töötlusvarude kontrollimisele joonestiste järgi.

Rakiste detailide tasapinnad viimistellakse kaabitsemise, lihvimise või passimise teel ketastel ja plaatidel. Profiil- või liitpinnad viimistellakse lihvimise ja passimise teel.

Tasapindade täpsus kontrollitakse mikromeetriga või Johansoni

plaatidega. Indikaatori abil kontrollitakse plaadi paksust töödeldava pinna kõigis punktides.

Täpsete kahetahuliste tasapindade perpendikulaarsust kontrollitakse nurgiku abil. Mulkude ja rakiste täpsust kontrollitakse ümmarguste kontrollkaliibritega ja lehtkaliibriga.

Täpsetel mulkudel kontrollitakse peale silindrilise pinna õigsuse ka vahekaugust mulkude vahel ja nende telgede paralleelsust. See kontrollimine on rakise kokkumonteerimisel kõige vastutavamaks operatsiooniks, sest mulkude täpsusest sõltub neisse asetatavate võllide, hammasrataste jms. ülesseadmise täpsus ning sellest sõltub omakorda ülejäänud montaaži täpsus. Kui kontroll pole olnud täpne, siis kokkupandud tootes võllid ja hammasrattad on kaardus üksteise suhtes ja kogu masina (või tööpingi) töö on ebaõige ning masin läheb ruttu korrast ära.

Pärast kokkumonteerimist proovitakse iga rakist töötamisel selle tootega, mille jaoks rakis on määratud. Sageli juhtub, et näiliselt õieti kokkupandud rakis osutub töös ikkagi väga ebamugavaks, ebaproduktiivseks ja isegi ebatäpseks, kui ta annab mõõdetelt ja kujult ebaõigeid tooteid proovitööl. Alles pärast kõikide tähelepandud puuduste parandamist ja rahuldavate tulemuste saavutamist töötamisel võib rakist võtta kasutamisele.

Rakiste remonti teostatakse neil juhtudel, kui toote asetus rakises on ebaõige, kui toote kinnisurumine või tööriista suund on väär, mille tagajärjel toode tuleb ebatäpne. Peale selle võib rakiste remont vajalikuks osutuda rakiste kulumisel.

Kui toote mõõted on muutunud vaid vähe, pole vaja valmistada uusi rakiseid; siis tehakse ainult olemasolevates rakistes vastavad parandused. Nii näiteks toote mulgu läbimõõdu muutumisel tehakse rakisesse uued puksid, kuna mulkudevahelise kauguse muutumisel puuritakse ja hõõritsetakse rakisesse pukside jaoks uued mulgud kindla vahekaugusega üksteisest ja rakise lähte-tasapindadest.

Sise- ja välispukside lõplikku lihvimist teostatakse täpsetel lihvimispinkidel. Pukside välisläbimõõt suurendatakse võrreldes mulgu läbimõõduga ligikaudu järgmistes piirides:

kui puksi läbimõõt on 25 mm — 0,02 mm võrra,
kui puksi läbimõõt on 25 kuni 50 mm — 0,025 mm võrra,

kui puksi läbimõõt on 50 kuni 75 mm — 0,03 mm võrra.

Selliselt suurendatud läbimõõtudega puksid pressitakse kohale käsipressi abil.

Puksi kohalepaigutamine rakises ettevalmistatud mulku toimub järgmiselt: torgates puksi 1—2 mm sügavuselt mulku kontrollitakse nurgikuga tema perpendikulaarsust rakise ülemise tasapinnaga. Pärast seda surutakse puks pressi all mulku ¼ võrra tema kõrgusest ja uuesti kontrollitakse nurgikuga tema asendit rakise ülemise tasapinna suhtes. Ebaõige asetuse avastuse puhul antakse puksile vasest või seatinast vasara löökidega õige asend, misjärel puks surutakse lõplikult rakisesse pressi abil, viimase puudumisel aga kruustangide mokkade vahel.

Rakiste remondi kõige sagedamini esinevaks põhjuseks on rakiste kulumine. Rakise tööprotsessis kuluvad puksid, tugi- ja kandepinnad, kinnitusosad ja mõnikord ka alus.

Kulunud puksid taotakse harilikult mulkudest välja vasest või terasest tornidega ning asendatakse uute puksidega.

Kandepindade remontimisel toimitakse järgmiselt: hööveldamise, lihvimise või viilimise teel võetakse maha teatav kiht metalli; mahavõetud metallikihi asemele kinnitatakse kruvide abil lihvimise või kaabitsemise teel täpselt viimisteldud terasplaat.

Kinnitusdetailid ja kruvid (kruviriiskade näol) sageli kõverduvad või neil keeratakse maha keere. Nii ühel kui teisel juhul nad asendatakse uutega. Kui kruvid liiga tugevasti painduvad, pannakse asemele uued, suuremamõõdulised.

§ 99. Täiustatud ja mehhaniseeritud lukksepamontaažiriistad

Täiustatud ja mehhaniseeritud tööriistade kasutamine lukksepatöös on põhjustatud püüdest tõsta üksikute operatsioonide töömahukust ja kiirendada ning odavdada toodete produktsiooni.

Täiustatud ja mehhaniseeritud tööriistad võimaldavad tunduvalt vähendada ajakulu võrreldes ajaga, mis kulub hariliku tööriista kasutamisel.

Täiustatud tööriistad hõlbustavad tööd, kuna mehhaniseeritud tööriistad lubavad peale selle saavutada tööprotsessi suuremat jõudlust, sest nad pannakse harilikult liikuma kas elektrimootoriga (elektrifitseeritud tööriistad) või suruõhuga (pneumaatilised tööriistad). Seetõttu lukksepa töö muutub tunduvalt kergemaks ja kiiremaks, sest tal tuleb ainult juhtida tööriista, mitte aga kulutada jõudu tööriista tegevusse panemiseks.

Täiustatud ja mehhaniseeritud tööriistade kasutamine hõlbustab selliste kohtade töötlemist, mis oleksid lihtsaile tööriistadele raskesti kättesaadavad.

Lukksepatöötlemise ja toodete kokkupaneku praktikas omavad kõige laiema leviku järgmised täiustatud tööriistade põhiliigid: pedaaliga kruustangid, vedrusirkel, automaatkärn, vahetatavate peadega väntvõti, täiustatud kruvikeerajad ja mehhaniseeritud tööriistad — käsi-elektritrillid, suruõhutrillid, suruõhuvasarad, viilimis-, kaabitsemis- ja sobituspingid.

Vaatleme nendest kõige rohkem levinud tööriistade ülesandeid ja ehitust.

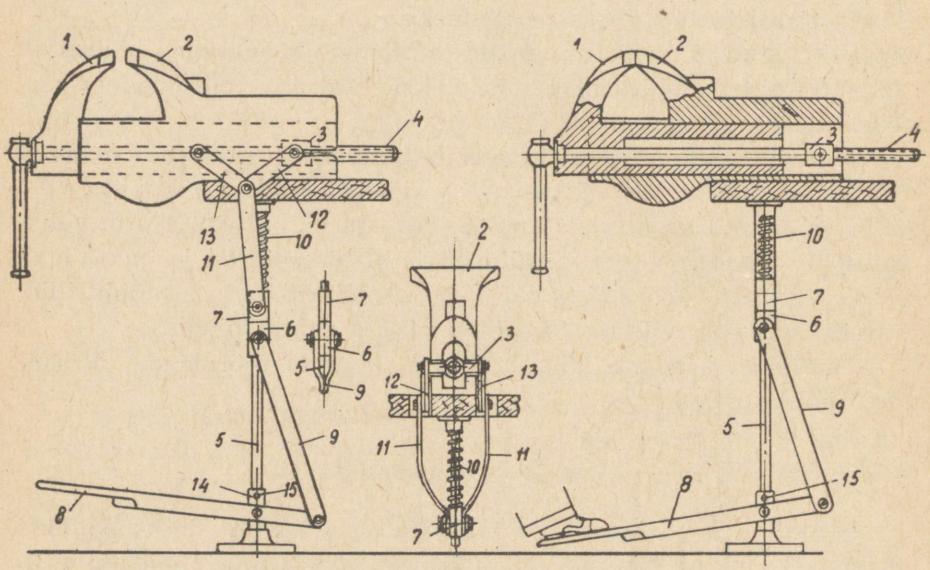
Pedaaliga kruustangid

Pedaaliga kruustangid on määratud peenemate lukksepatööde tegemiseks, nagu: kiskude eemaldamine, väikeste tasapindade viilimine neil juhtudel, kui lukksepa-operatsiooni enese teostamiseks vajalik aeg on väiksem toote kinnitamise ajast harilikesse kruustangidesse. Pedaaliga kruustangidel töötamisel jäävad töölise käed kogu aja vabaks, mis annab võimaluse teostada toote palju täpsemat ülesseadmist kruustangidesse.

Pedaaliga kruustangide ehitus on näidatud joonisel 218. Kruustangid koosnevad liikuvast mokast 1, liikumatust mokast 2, mutrist 3, kruvist 4, tugijalast 5, muhvidest 6 ja 7, pedaalist 8, hoovast 9, vedrust 10, hoobadest 11, 12 ja 13, muhvist 14 ja stopporkruvist 15. Joonisel 218 näidatud kruustange võib kasutada nagu harilikke kruustange, kui toote kinnitamine teostub käepideme abil, ja kui täiustatud kruustange, kui toote kinnipigistamine toimub pedaali abil.

Pedaalidega kruustangide hoobmehhanismi töö teostub järgmisel

kombel: pedaalile 8 surumisel pöördub tema hoob liigendi ümber, tõstab üles hoova 9 ja ühes temaga muhvi 6. Muhv 6 tõstab üles tugijala 5 otsa pandud muhvi 7, mida surub alla spiraalvedru 10. Tõustes tõstab muhv 7 kaht hooba 11, mis on temaga ühendatud liigendi abil ja lähevad läbi töölaua piludest mõlemalt poolt kruus-



Joon. 218. Pedaaliga kruustangid.

tange. Hoovad 11, liikudes ülespoole, mõjuvad paarishoobadele 12 ja 13, millistest esimesed on liigendiliselt ühendatud mutriga 3, kuna teised tuginevad liikumatule mokale 2.

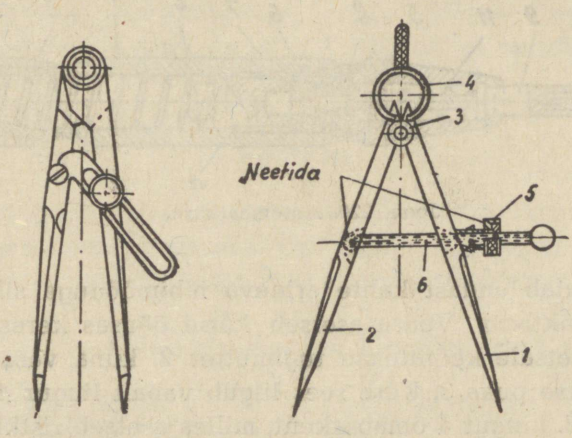
Niisiis pedaalile 8 surumisel tõstetakse üles hoovad 11 ja lükatakse laiali hoovad 12 ja 13. Et aga hoobade 13 tugipunkt on liikumatu, siis hoovad 12 lükkavad eemale mutri 3 ja ligistavad kiirelt moka 1 mokale 2, teostades seega töödeldava toote kinnipigistust. Koormuse mahavõtmisel pedaalilt eemalduvad vedru 10 mõjul kruustangide mokad teineteisest. Käepärasemaks kasutamiseks on kruustangid ehitatud selliselt, et pedaal ja muhvid 6 ja 14 võivad pöörduda jala 5 ümber ning töötaja võib asuda kruustangide

juurde töötamiseks temale sobivamalt poolt. Juhul, kui on vaja seada pedaali teatud kindlasse asendisse, kinnitatakse muhv 14 stopporkruviga 15.

Vedrusirkel

Vedrusirkel (joon. 219) on määratud toodete täpseks märkimiseks. Ta koosneb kahest harust 1 ja 2, liigendist 3, kaarvedrust 4, mutrist 5 ja kruvist 6.

Nagu on näha jooniselt 219, on vedrusirkli harud omavahel ühendatud liigendiga. Harude otstele käib kaarvedru, mis püüab



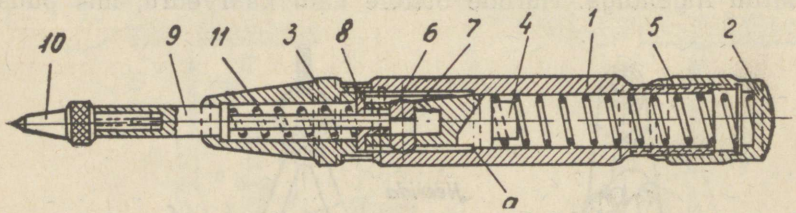
Joon. 219. Liht- ja vedrusirkel.

neid laiali suruda. Harude vahekauguse reguleerimiseks on sirklil kruvi tema peale keeratud lõhismutriga. Kui ühe käega sirkliharud kokku suruda, teisega aga tõmmata mutrist, siis avaneb ta ja libiseb kergelt mööda kruvi. Tänu sellisele mutri ehitusele on võimalik sirkliharusid kiiresti ümber seada ühest asendist teise ning saavutada seega harude ligikaudset asetust vastavalt nõutavale mõõtele. Kui sirkliharud on vabastatud, pigistab koonuspuks mutri mõlemad pooled jälle kokku, mis võimaldab võrdlemisi vähese reguleerimisega saavutada sirkli täpset seadmist. Vedrusirkli käepärasus, kiirus ja mõõdete täpsus temaga töötamisel lubavad soovitada teda märkimistöödeks.

Automaatkärn

Automaatkärn (joon. 220) on määratud detailide märkimiseks enne töötlemist. Ta koosneb järgmistest osadest: kerest 1, tugimutrist 2, puksist 3, liugurist 4, ümarvedrust 5, ristkiilust 6, lamevedrust 7, puksist 8, vardast 9, kärnist 10 ja ümarvedrust 11.

Automaatkärni ehitus ja töötamine põhinevad vedru 5 kokkusurumisel ja selle silmapilksel vabastamisel kerge pealevajutuse korral tugimutrile 2. Seejuures tekkiv löök on küllalt tugev ja täiesti küllaldane kärnikoonuse sissevajutamiseks. Kere õõnsuse



Joon. 220. Automaatkärn.

sisepind kujutab endast kahte erineva läbimõõduga silindrit ülemineku ga punktis *a*. Vedru asetseb kärni õõnsas keres, mille parempoolsele otsale keeratakse tugimutter 2, kuna vasakpoolsesse otsa keeratakse puks 3. Kere sees liigub vabalt liugur 4, mis tugineb vedrule 5. Liugur 4 omab akent, milles asetseb ristkiil 6. Ühest küljest surub ristkiilule lamevedru 7, teise küljega aga toetub ta alaliselt kere seina vastu. Liuguri 4 otsamulku on sisse pressitud puks 8, mille ülesandeks on varda 9 peene otsa suunamine. Nagu näeme jooniselt 220, toetub vedru 11 ühe otsaga vardale 9 ja teisega seibile 8.

Automaatkärniga töötamine toimub järgmiselt: kärni koonuse teravik asetatakse märkjoonele, kere hoitakse perpendikulaarselt märgitava tasapinnaga ning vajutatakse ühtlaselt tugimutrile 2. Seejuures kere laskub alla varda 9 suhtes, mis püsib liikumatus asendis. Varda 9 jäme ots toetub kärni otsale, peenike ots aga ristkiilule 6, mis pidurdab liugurit 4 ja võimaldab seega kokku suruda vedru 5. Seibi 8 esmalt veidi pidurdatakse vedruga 11, kuid siis toetub ta kere nuki vastu, ja algab vedru 11 kokkusurumine. Ved-

rude kokkusurumine toimub senikaua, kui ristkiil liigub suurema läbimõõduga õõnsuses. Niipea kui ristkiil ületab punkti *a* ja läheb silindri kitsamasse ossa, nihkub ta järsult liuguri 4 sisse ning laseb minna varda 9 peenikesel otsal liuguri mulku. Tänu sellele saab varras 9 liugurilt 4 löögi, mille tugevus vastab vedru 5 kokkusurumise jõule.

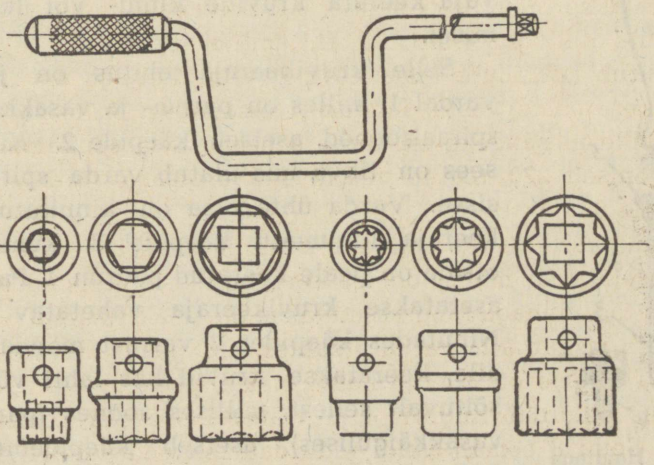
Kui löök on toimunud, eemaldatakse kärn märgitavalt tootelt ning vedru 11 viib varda, liuguri ja ristkiilu tagasi lähteasendisse. Korrates kirjeldatud viisil survet kärni tugimutrile, võib automaatkärni kasutamisega märkida tunduvalt rohkem süvikuid kui hariliku kärniga töötades.

Automaatkärni löögitugevust reguleeritakse tugimutriga 2. Varda 9 jämeda otsa mulk on tehtud selliselt, et on võimalik kasutada vahetatavaid kärne.

Väntvõti

Väntvõtit (joon. 221) kasutatakse poltide, tihvtkruvide ja mutrite lahti- ja kinnikeeramiseks. On olemas komplekt vahetuspäid, mis kujutavad endist mitmesuguse kuju ja mõõdetega padrunvõtmeid.

Väntvõti on tunduvalt käepärasem kui lihtvõtmed; ta võimaldab

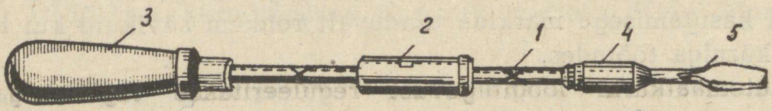


Joon. 221. Väntvõti vahetuspeade komplektiga.

tunduvalt kiirendada poltide ja mutrite kinni- ja lahtikeeramist. Vahetuspead kinnitatakse väntvõtme nelikandil stopporpoltidega. Joonisel 221 all on näidatud vahetuspead väntvõtme jaoks.

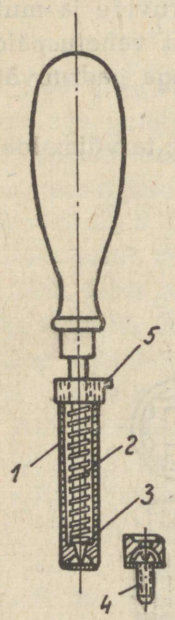
Kruvikeeraja täiustamine

Mitmesuguste toodete kokkupanekul tuleb lukksepal harilikult palju töötada kruvikeerajaga ja kinni keerata hulga kruve. Selle



Joon. 222. Spiraalsoontega kruvikeeraja.

operatsiooni käsitsi teostamine lihtsa kruvikeerajaga võtab palju aega. Kruvide kinni- ja lahtikeeramise lihtsustamiseks ja kiirendamiseks kasutatakse lukksepatöö praktikas mitut liiki täiustatud kruvikeerajaid.



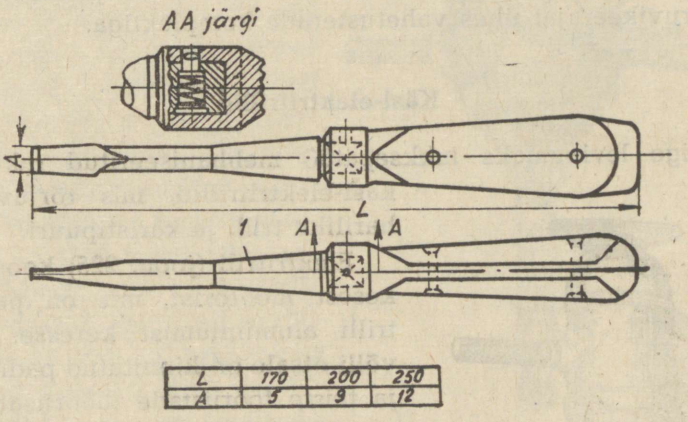
Joon. 223. Hoidjaga kruvikeeraja.

Spiraalsoontega kruvikeeraja. Joonisel 222 on näidatud spiraalsoontega käsikruvikeeraja, mille käepidet ei ole vaja keerata kruvide kinni- või lahtikeeramisel.

Selle kruvikeeraja ehitus on järgmine: vardal 1, milles on parem- ja vasakkäigulised spiraalsooned, asetseb käepide 2. Käepideme sees on tihvt, mis ulatub varda spiraalsoone sisse. Varda ühte otsa on kinnitatud kruvikeeraja liikumatu käepide 3, kuna teisele otsale on peale keeratud padrun 4. Padrunisse asetatakse kruvikeeraja vahetatav tera 5. Nihutades käepidet 2 varrast mööda üles ja alla, keeratakse kruvid kas lahti või kinni, sõltuvalt sellest, millises soones (parem- või vasakkäigulises) asetseb käepideme tihvt. Soovi korral võib selle kruvikeerajaga töö-

tada nagu hariliku käsikruvikeerajaga, s. o. käega teda pöörates. Selline kruvikeeraja ehitus võimaldab tunduvalt kiirendada toodete kokkupaneku protsessi.

Hoidjaga kruvikeeraja. Joonisel 223 on näidatud hoidjaga kruvikeeraja, mida kasutatakse kruvide kinnikeeramisel raskelt juurdepääsetavais kohtades, kus pole võimalik kruvi näppudega kinni hoida. Selle kruvikeeraja ehitus on järgmine: hari-



L	170	200	250
A	5	9	12

Joon. 224. Vahetatavate teradega kruvikeeraja.

liku kruvikeeraja varda ümber pannakse silindriline hoidja 1. Hoidjas asetseb vedru 2, mis toetub ülemise otsaga ülemise põhja vastu, aga alumisega vastu kruvikeeraja tera laiendust 3. Hoidja alumises osas on kruvi poolümara pea kujuline väljalõige, millesse pannakse kruvi 4. Selle kruvikeerajaga töötatakse järgmiselt: ühe käega vajutatakse hoidja külge kinnitatud nurgikule 5 ja nihutatakse teda alla, teise käega pannakse kruvipea hoidja väljalõikesse selliselt, et kruvikeeraja tera satuks kruvi pilusse; siis vabastatakse nurgik 5. Seejuures kruvipea pigistatakse kinni hoidja alumise põhja ja kruvikeeraja tera vahel, mis kindlustab kruvi õiget suunda mulku sissekeeramisel. Kui kruvi on sisse keeratud mõne keerme ulatuses ja võtnud püsiva asendi, vabastatakse kruvipea hoidja nurgikule pealevajutamisega ja kruvikeeraja järsu liigutusega piki kruvi pilu. Seejuures kargab kruvikeeraja hoidja lahti kruvi pealt,

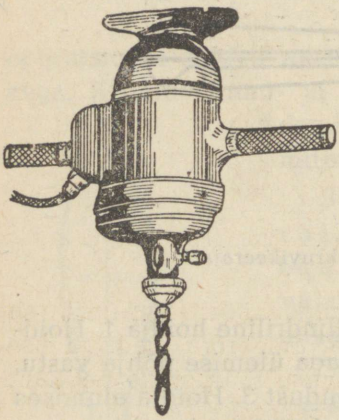
vedru surub teda tagasi ja kruvikeeraja tera tuleb välja. Edasine kruvi lõpuni kinnikeeramine toimub nagu hariliku kruvikeerajaga.

Vahetatavate teradega kruvikeeraja. Joonisel 224 on näidatud vahetatavate teradega kruvikeeraja, mis oma universaalsuse tõttu on kõlblik töötamiseks ka neil juhtudel, kus vajatakse mitu kruvikeerajat.

Erikruvikeeraja valmistamine läheb tunduvalt kallimaks kui tera valmistamine; seepärast on soovitav omada joonisel 224 toodud kruvikeerajat ühes vahetusterade komplektiga.

Käsi-elektritrillid

Kõige levinumaks lukksepatöö mehhaniseeritud rakiseks on käsi-elektritrillid, mis tõrjuvad välja hariliku trilli ja käristipuuri.



Joon. 225. Käsi-elektritrill.

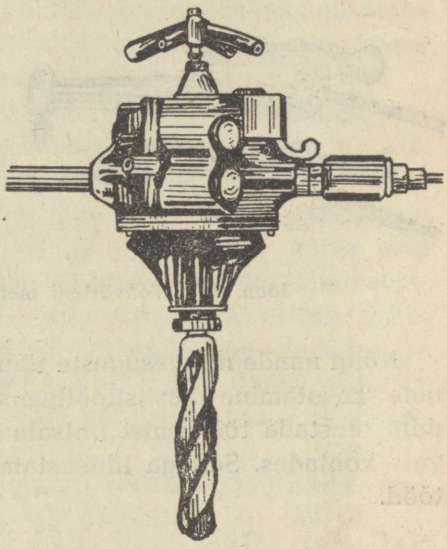
Elektritrill (joon. 225) koosneb väikesest mootorist, mis on paigutatud trilli alumiiniumist keresse. Mootori võlli otsale on kinnitatud padrun puuri ja teiste tööriistade (hõõritsate, süvispuuride) kinnitamiseks. Töötamine elektritrilli abil toimub järgmisel kombel. Trilli käepidemeist võetakse kinni mõlema käega ja hoitakse selliselt, et puuri tsenter täpselt ühtiks puuritava mulgu jaoks kärnitud tsentriga, ja et trilli kere asetseks perpendikulaarselt puurimistasapinnaga. Siis vajutatakse kerele rinnaga ja nupule surumisega lülitatakse mootor sisse. Elektritrill töötab harilikul vooluvõrgul, pingega 120, 220 või 380 volti.

Suruõhutrillid ja suruõhuvasarad

Suruõhutrill (joon. 226) ja suruõhuvasarad töötavad suruõhu abil, mis juhitakse neisse kummivooliku kaudu. Pneumaatilisi tööriistu saab kasutada ainult neis töökodades, milledesse on toodud

suruõhk. See tunduvalt piirab pneumaatiliste tööriistade kasutamise ulatust.

Suruõhutrillide pöörete arvu on võimalik reguleerida laiades piirides (50—2500 p./min.), mistõttu nendega saab teostada kõige mitmesugusemaid töid. Suruõhutrille ja -vasaraid valmistatakse mitmes suuruses ja võimsuses, mulkude puurimiseks ja neetide neetimiseks kuni 25 mm läbimõõduga. Mehhaniseeritud tööriistadega töötamisel omab olulist tähtsust nende tööriistade kaal ja mõõted. On nõutav, et mehhaniseeritud käsitööriistad oleksid kompaktsed, kerged ja töötamisel käepärased. Mehhaniseeritud käsitrillid ja vasarad kaaluvad harilikult 3—16 kg ja arendavad võimsust kuni 1,3 HJ.



Joon. 226. Suruõhutrill.

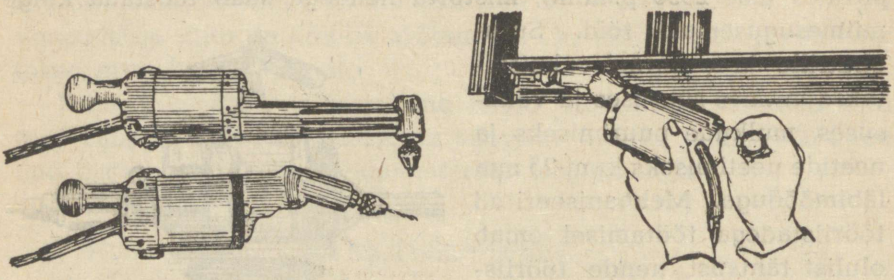
Käsitrillidega võib sooritada peale puurimise ka teisi töid, nagu näiteks kruvikeerajaga, mutrivõtmega, lihvimiskäiaga, süvispuuriga, hõõritsaga jms. tehtavaid töid. Sel juhul seatakse võlli otsa, ameerika padruni asemele, ülemineku puksid, milledesse pannakse tööriistade nelikantsabad. Neid pukse saab kergelt ja kiirelt vahetada.

Enamikul juhtudel on käsitrillide pead varustatud friktsioonsiduriga, mis tööriista välja lülitab teatud koormuse juures. Sellise seadeldise tõttu pingutatakse kõik mehhaniseeritud võtmega kinnikeeratud mutrid ja poldid ühesuguse jõuga.

Üks nüüdisaegseid elektritrillide tüüpe, tema kasutamine ja töövõtted on näidatud joonisel 227. Nagu jooniselt näha, toimub mulgu puurimine lõplikult kokkupandud sõlmes, harilikule puurimisele raskelt juurdepääsetavas kohas.

Peale kirjeldatud enamlevinud täiustatud ja mehhaniseeritud tööriistade on olemas veel palju mitmesuguseid muid tööriistu,

seadmeid ja aparaate, mida kasutatakse mitmesuguste lukksepatööde täitmisel, nagu raiumisel, neetimisel, viilimisel, kaabitsemisel, poleerimisel, sobitamisel jms.



Joon. 227. Töövõtteid mehhaniseeritud tööriistadega.

Kõigi nende mitmesuguste täiustatud ja mehhaniseeritud tööriistade kasutamine käsitsitöötlemisel võimaldab tunduvalt hõlpsamini teostada töötlemist lihtsale tööriistale raskelt juurdepääsetavais kohtades. Sellega lihtsustatakse ja kergendatakse lukksepa tööd.

XIX peatükk

OHUTUSTEHNIKA PÕHIREEGLEID LUKKSEPA-MEHAANIKATÖÖKODADES

Nõukogude seadusandlusega kindlustatakse tööohutus ja kohased töötingimused käitises. Töökodade, osakondade ja tehaste juhatajate kohuseks on kõigi ohutustehnika eeskirjade ja juhendite järgimine. Ent ohutus on tunduval määral sõltuv sellest, kuivõrd töötajad ise peavad silmas ohutustehnika eeskirju, mis kehtivad kogu osakonnale või tehasele kui ka üksikuile töökohtadele. Seepärast iga tööline on kohustatud enne tööle asumist tutvuma tema töökohas kehtivate ohutustehnika reeglitega ja neid täpselt täitma.

Põhilisteks abinõudeks ohutustehnika alal lukksepa-töökodades on: lukksepa töötingimuste üldine parandamine, ohtlike kohtade tõkestamine ja tootmisprotsessi tingimuste parandamine.

§ 100. Lukksepa töötingimuste üldine parandamine

Tööõnnetuste arvu vähendamiseks on vajalik luua töökodades niisugused tingimused, kus tööline tunneks end töö ajal erksana ja tervena ning väsiks võimalikult vähe. Peamiseks abinõuks on selles suhtes töökoja hea valgustus, tööruumide normaalne temperatuur ja töökoja ruumide ja õhu puhtuse alalhoidmine.

Parimaks töökoja valgustussüsteemiks on: loomuliku valgustuse puhul — akende asetus mõlemal pool töökohast, kunstlikul valgustusel aga hajutatud valgustuse kasutamine, mis saadakse eriliste valgustusarmatuuride abil. Valguse paremaks hajutamiseks on alati tarvilik valgendada töökoja laed ja seinad ning hoida nad puhtad. Neil tingimustel saavutatakse ühtlane valgustus ilma varjudeta, mis sageli segavad tööd. Hea valgustus peab olema mitte ainult tööruumides, vaid ka treppidel, vahekäikudes, ladudes ja materjalide panipaikades; üldse igas kohas, kus töölised töötavad või viibivad. Selle nõude mittetäitmine põhjustab sageli tööõnnetusi.

Ratsionaalseteks küttesüsteemideks ajakohastes töökodades on aur-vesiküte, vesiküte või õhkküte.

Seega saavutatakse töökoja normaalne temperatuur, millel on suur mõju tööõnnetuste vähenemisele ja tööviljakuse tõstmisele, samuti ka praagi vähendamisele täpsetel mõõtmistel.

Tööruumide ventilatsioon kindlustab neis puhta õhu. Kasutatakse kahte liiki ventilatsiooni: loomulikku — tööruumide tuulutamise teel, ja kunstlikku — õhu sissepuhumise ja väljatõmbe teel. Hea õhuvahetus tervendab töötingimusi ja soodustab seega tööviljakuse tõusu ja tööõnnetuste vähenemist.

Eriti tähtis ja hädatarvilik on ventilatsioon neis töökodades ja ruumides, kus erituvad kahjulikud gaasid, tolm ja veeaurud, nagu näiteks karastus-, keevitus-, jootmis-, maalri-, lihvimis- ja teritamisosakondades.

§ 101. Ohtlike kohtade tõkestamine

Tööohutuse kindlustamiseks tööpinkidel töötamisel võetakse tarvitusele järgmised abinõud:

a) Kõik rihmad, rihmaseibid, hammasrattad, pakkidega padrunid ja teised väljaulatuvad pöörlevad masinaosad peavad olema inimkasvu kõrguselt kaetud kestade, kaitsekatete või võrkudega. Seda tehakse selleks, et tööline ei satuks kogemata käsi- või rõivapidi liikuvate ja pöörlevate osade vahele.

b) Töölauad kruustangidega, milledel toimuvad raiumistööd, peavad olema eraldatud naabertöölistest ja ligiolevatest akendest metallvõrkude abil.

c) Smirgelkäiad ja lihvimiskettad peavad olema varustatud kaitsekatete või kestadega tööliste kaitseks tööõnnetuste vastu ketaste lõhkemise puhul.

d) Lint- ja ketassaed peavad olema varustatud kestadega või kaitsekatetega, et vältida käte või rõivaste sattumist saele.

e) Keevitus-, neetimis-, sepa-, jootmis-, lihvimis- ja karastustöökojad peavad olema eraldatud teistest ruumidest täisvaheseintega, et kaitsta teiste töökodade töölisi tervisele kahjulike gaaside ja tolmu eest.

Kaitsetõkete ja katete ülesseadmisel töölaudadele tuleb neid teha nii, et nad ei takistaks normaalset tööd ega vähendaks sellega tööviljakust.

§ 102. Abinõud tootmisprotsessi tingimuste parandamiseks

Tootmisprotsessi tingimuste parandamise alal võetakse tarvitusele järgmised abinõud:

a) Iga töölise täielik ja igakülgne instrueerimine ohutustehnika reeglitest tema töötingimustele vastavalt ja kaitsekatetega ümberkäimisest töökohal.

b) Kaitseprillide või klaasist kaitsekilpide kasutamine raiumis-, lihvimis-, teritamis- ja puhastamistöödel, et ära hoida laastude, prügi ja smirgelpuru sattumist silma.

c) Kaitseprillide kasutamine keevitustöödel, termilistes ja sepatöökodades silmanägemise kaitseks heleda valguse kahjuliku mõju eest ja metallikildude, prügi ja tagiosakeste silma sattumise ärahoidmiseks.

d) Eririetuse ja eriülikondade kasutamine sepa-, keevitus- ja jootmistöödel ning termilisel töötlemisel, sihiga kaitsta töölist põletamise eest hõõguva ja sulametalliga ning eralduvate sädemete eest.

Lõppeks peab tähendama, et kõigi ülalloeteldud ohutustehniliste kaitse-eeskirjade korrapärane ja õigeaegne täitmine töölise poolt, töökoha õige korraldamine, töölise õigeaegne varustamine ratsionaalsete rakiste ja tööriistadega on tähtsamaiks tegureiks, mis vähendavad tööõnnetusi ja tõstavad tööviljakust. Käitiste juhatajate, esmajärjekorras aga meistrite ülesandeks on kohaste tootmistingimuste loomine töökodades ja kõikide neis kehtivate eeskirjade täitmise järele valvamine. Seda saavutatakse üldise distsiplineeritusega käitises, tööliste pideva instrueerimisega ja nende abistamisega töövõtete, seadmestiku käsitamisoskuse ja tehnoloogilise protsessi omandamises.

§ 103. Ettevaatusabinõud lukksepa käsitööriistadega töötamisel

Asudes mõne töö täitmisele, peab tähelepanelikult üle vaatama tööriistad ja rakised, milledega kavatsetakse töötada. Tuleb meeles pidada, et tööd võib teha ainult korrasolevate tööriistade ja rakistega. Mittekorrasolevaid tööriistu ja rakiseid tuleb kohe vahetada korrasolevate vastu.

Ülevaatusel enne töö algust peavad tööriistad ja rakised vastama järgmistele nõuetele:

1. Töölauad peavad olema kindlad ja vastupidavad ning tugevasti kohale kinnitatud. Nende mõõted, eriti kõrgus, peavad olema õiged.

2. Kruustangid peavad olema üles seatud töölaual nii, et nendel töötav tööline saaks võtta õige ja loomuliku asendi.

3. Kruustangide mokad peavad olema hästi karestatud. Pigistuskruvi peab olema korras ning tagama töödeldava detaili tugevat kinnisurumist. Kruustangide kulunud mokad ja mittekorrasolev pigistuskruvi ei kindlusta töödeldava detaili korralikku kinnitamist ja on tööõnnetuste (kehavigastuste) põhjuseks.

4. Korrasoleva lukksepavasara laup peab olema veidi kumera (mitte vildaku ega ärataotud) pinnaga. Vasar peab olema hästi kinnitatud tugeva puidust varre otsa.

Vasara vars (käepide) peab olema ovaalse ristlõikega. Varre pind peab olema siledaks töödeldud. Vasara asetamisel varre otsa tuleb vars tingimata kiiluda.

Vasara laubal ega käepidemel ei tohi olla karedusi, mõlke ega lõhesid.

Katkine vasara laup või vars, samuti ka kiilutamatult varre otsa pandud või nõrgalt kinnitatud vasar põhjustab sageli tööõnnetusi.

5. Et raiumisel mitte lüüa vasaraga käe pihta, peavad meisel ja ristmeisel olema hästi teritatud. Meisli üldpikkus peab olema mitte alla 150—160 mm, peenemaks taotud osa aga mitte alla 55—75 mm. Meisli tera peab olema sirge või veidi kumer. Kui meisli või ristmeisli pea on katki, on säärase tööriistaga töötamine ohtlik, sest sellistel juhtudel vasaraga löömisel lendavad eemale kisud, mis võivad vigastada töötaja silmi, nägu või käsi.

6. Lukksepaviilidel peavad olema täitsa korrasolevad, viili suurusele vastavad käepidemed.

Käevigastuste vältimiseks viilisabaga ei tohi kasutada käepidemeta viile, mittekorrasolevate (lõhkiste või ilma otsrõngasteta) käepidemetega või viili suurusele mittevastavate käepidemetega.

7. Saeraamid peavad olema täiesti korras (kõverdumata) ja kindlustama saelehe tugevat kinnitust. Mittekorrasolev saeraam on saelehtede rebenemise põhjuseks töötamisel, mille tagajärjel tööline võib vigastada käsi ja mõnikord ka silmi või nägu.

8. Mutrivõtmeil (lihtvõtmed, prantsuse või rootsi võtmed, padrunvõtmed jt.) ei tohi olla kulunud tahke. Mittekorrasolev võti libiseb mutrilt (poldilt) ja tekitab käevigastusi.

9. Käsikäärid metalli lõikamiseks peavad olema hästi teritatud. Mõlemat kääripoolt ühendav kinnituspoldike peab kindlustama kääride reguleerimise võimalust vastavalt lõigatava materjali paksusele. Käärid valitagu vastavalt teostatava töö iseloomule: sirged, kõverad jms., mis annab võimaluse lõigata metalli ilma kiskudeta ning väldib käte lõikehaavu.

10. Tööõnnetuste ärahoidmiseks käitises on vajalik, et tööriistu ja rakiseid kasutataks korrasolevatena ja ainult neil töödel, mille jaoks nad on määratud.

11. Kui juhtud nägema, et su seltsimees kasutab tööriistu või rakiseid vääriti või ebaõigete töövõtetega, hoiatada teda kohe, et temaga ei juhtuks tööõnnetust.

SISUKORD

Lk.

Sissejuhatus 3

I peatükk. **Lukksepa töökoha organiseerimine** 5

§ 1. Töölaud ja tema ehitus 5
§ 2. Tööriistade paigutus töölaual 8
§ 3. Kruustangid, nende ehitus, ülesanne ja korrashoid 11
§ 4. Lukksepa enamkasutatavad tööriistad, nende ehitus ja ülesanne 22

II peatükk. **Metallide õgvendamine, raiumine ja lõikamine** 33

§ 5. Toodete õgvendamine ja rihtimine 33
§ 6. Metallide raiumine 36
§ 7. Metallide lõikamine 47

III peatükk. **Viilimine** 55

§ 8. Viili valik 57
§ 9. Viili käepideme otsapanek 61
§ 10. Viili headuse määramine 63
§ 11. Viili hooldamine ja alalhoidmine 63
§ 12. Töötaja keha hoiak ja käte asend viilimisel 64
§ 13. Viiliga töötamine 67
§ 14. Millest peab hoiduma viiliga töötamisel 69
§ 15. Viilimise praktika 69
§ 16. Viilide taastamine 75

IV peatükk. **Mulkude puurimine, hõõritsemine ja süvitamine** 77

§ 17. Mulkude puurimise protsess 77
§ 18. Puurmasin 79
§ 19. Puurid 80
§ 20. Toodete ja tööriistade ülesseadmise ja kinnitamise võtted puurimisel 83
§ 21. Puurimine märkimise järgi 86
§ 22. Puurimise liigid 87
§ 23. Puuride murdumise juhtumid 88
§ 24. Puuride teritamine 89
§ 25. Täpsus puurimisel 90
§ 26. Puurimine konduktori järgi 91
§ 27. Praktilisi juhiseid mulkude puurimiseks 92
§ 28. Mulkude hõõritsemine 93
§ 29. Mulkude süvitamine 95

Lk.

V peatükk. **Keermestamine** 96

§ 30. Kruvijoone kujundamine 96
§ 31. Keerme-elemendid 97
§ 32. Keermestatavate mulkude puurimine 100
§ 33. Keermestamisvõtted keermepuuridega töötamisel 102
§ 34. Tööriistad väliskeerme lõikamiseks 107
§ 35. Praktilisi juhiseid väliskeerme lõikamiseks pakkidega 113

VI peatükk. **Lihtsamaid kontroll-mõõteriistu** 115

§ 36. Mõõtejoonlaud 115
§ 37. Välistaster ja sisetaster 116
§ 38. Sirkel, rismus ja tallaga nurgik 119
§ 39. Mõõteriistad tasapindade kontrollimiseks 121
§ 40. Mõõteriistad nurkade kontrollimiseks ja mõõtmiseks 123
§ 41. Lehtkaliiber 125

VII peatükk. **Toodete kaabitsemine** 126

§ 42. Kaabitsemise kasutamine masinaehituses 126
§ 43. Kaabitsad 127
§ 44. Tasapindade kaabitsemine 129
§ 45. Kõverpindade kaabitsemine 131
§ 46. Kaabitsemisvaru 131
§ 47. Praagi liigid kaabitsemisel 133
§ 48. Praktilisi juhiseid kaabitsemiseks 134

VIII peatükk. **Lihvimine ja poleerimine** 135

§ 49. Pulbriga lihvimine 135
§ 50. Smirgelriide või -paberiga lihvimine 135
§ 51. Tahkudega lihvimine 137
§ 52. Toodete poleerimine 137

IX peatükk. **Sobitus ja peensobitus** 138

X peatükk. **Jootmine ja laagrite valamine** 142

§ 53. Jootmise protsess 142
§ 54. Jootmisel kasutatavaid tööriistu ja seadmeid 144
§ 55. Joodised 147
§ 56. Joodiste valmistamine 149
§ 57. Jootmise praktika 151
§ 58. Tinutamine 152
§ 59. Antifriktsioonsulamitega (babiidiga) katmine või täisvalamine 154

XI peatükk. **Painutamine, valtsimine ja sissepressimine** 155

§ 60. Materjalide painutamine 155
§ 61. Torude painutamine 156
§ 62. Torude valtsimine 158
§ 63. Sissepressimine 159

XII peatükk. **Tööriistade korrastamine ja termiline töötlemine** 160

§ 64. Tööriistade korrastamine 160
§ 65. Lõõmutamine 161

Lk.

§ 66. Sepistamine 161
§ 67. Karastamine ja noolutamine 161
§ 68. Tööriistade karastamisel esinevaid defekte 164
§ 69. Tööriistade teritamine 166

XIII peatükk. **Toodete märkimine enne töötlemist** 168

§ 70. Märkimise otstarve 168
§ 71. Märkimisel kasutatavad tööriistad 169
§ 72. Toote ettevalmistamine märkimiseks 172
§ 73. Mutrivõtme märkimine 173
§ 74. Vända märkimine 175

XIV peatükk. **Mõisteid masinate detailidest** 177

§ 75. Lahtivõetavate ühendite detailid 178
§ 76. Kinniste ühendite detailid 187
§ 77. Pöördliikumise ja sirgjoonelise edasi-tagasi liikumise detailid . . 188
§ 78. Liikumise ülekande detailid 198

XV peatükk. **Tüüpiliste mehhanismi ühendite kokkupaneku näiteid** . . . 204

§ 79. Lahtivõetavad ühendid 204
§ 80. Kinnised ühendid 220
§ 81. Pöörlevate detailide kokkupanek 227
§ 82. Sirgjooneliselt liikuvate detailide kokkupanek 234
§ 83. Ajamite kokkupanek 236
§ 84. Liikumist muundavate mehhanismide kokkupanek 238

XVI peatükk. **Detailide vastastikune vahetatavus ja standardimine** . . . 243

§ 85. Tolerants ja iste 244
§ 86. Täpsusklassid 249

XVII peatükk. **Täpsed mõõteriistad ja toodete mõõtmine** 252

§ 87. Toodete valmistustäpsuse kontrollimine 252
§ 88. Täpsed mõõte- ja kontrollriistad 255
§ 89. Varbsirkel mõõtmistäpsusega kuni 0,5 mm 258
§ 90. Varbsirkel mõõtmistäpsusega kuni 0,02 mm 263
§ 91. Mikromeeter 264
§ 92. Indikaator 269
§ 93. Piirikaliibrid 270
§ 94. Johansoni kontrollplaadid 274
§ 95. Täpsete mõõte- ja kontrollriistade säilitamine ja hooldamine . . 276

XVIII peatükk. **Detailide töötlemise tehnoloogiline protsess** 278

§ 96. Detailide valmistamise tehnoloogilise protsessi mõiste 278
§ 97. Lukksepa-tööriistade valmistamine ja remontimine 280
§ 98. Rakiste valmistamine ja remont 284
§ 99. Täiustatud ja mehhaniseeritud lukksepa-montaažiriistad 288

XIX peatükk. **Ohutustehnika põhireegleid lukksepa-mehaanikatöökodades** . 298

§ 100. Lukksepa töötingimuste üldine parandamine 299
§ 101. Ohtlike kohtade tõkestamine 299
§ 102. Abinõud tootmisprotsessi tingimuste parandamiseks 300
§ 103. Ettevaatusabinõud lukksepa käsitööriistadega töötamisel . . . 301

Tõlkinud A. Kleinot ja E. Kuke.

Vastutav toimetaja H. Norman.

Keeleline toimetaja K. Vainula.

Ladumisele antud 8. IV 48. Trükkimisele antud 6. V 48. Trükiarv 3200. Paber 61 × 86, 1/16. Trükipoognaid 19,25. Arvutuspoognaid 21,1. Trükitähti trükipoognas 43 920. MB-4916. Trükikoda „Punane Täht", Tallinn, Pikk tän. 54. Tellimise nr. 302.

На эстонском языке.

Д. А. Кувакин. Слесарное дело.

Rbl. 7.40

48 492